

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم: الفيزياء

رقم الترتيب:

رقم التسلسل :

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة

ماسر أكاديمي



مجال: علوم المادة

تخصص: فيزياء تطبيقية إشعاع و طاقة

من إعداد: مبروكة بن علي

الموضوع

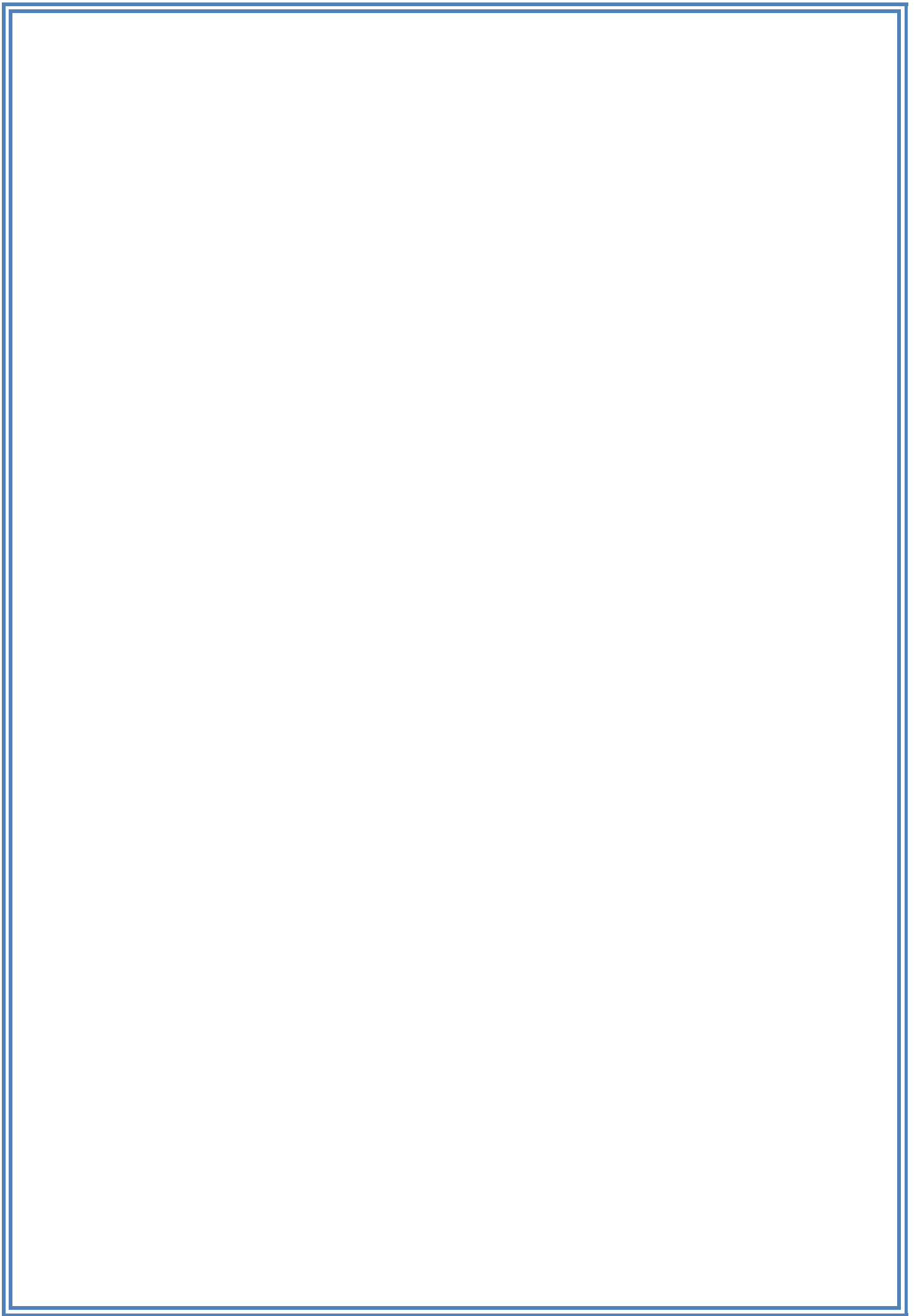
**دراسة تأثير عوامل الأرض والجو على الإشارة الملتقطة من طرف
القناة المرئية للقمر الصناعي متيوسات-7-**

نوقشت يوم 2019/06/19

أمام لجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

رئيسا	أستاذ مساعد قسم ب-	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي-	تيوة بلخير
مناقشا	أستاذ مساعد قسم ب-	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي-	حاج عمار محمد علي
مؤطرا	أستاذ مساعد قسم أ-	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي-	الليبي عبد القادر

الموسم الجامعي 2019/2018.



الإهداء

اهدي هذا العمل المتواضع

إلى روح المربي الفاضل ومثلي في الحياة والدي الغالي أطل الله في عمره.

وإلى من غمرتني حبا وحنانا صغيرة كنت وكبيرة والدتي العزيزة.

إلى إخواني وأخواتي حبا ووفاء.

وإلى صديقاتي العزيزات.

وإلى كل من ساهم في إتمام هذا العمل.

وإلى كل من يحبونني وأحبهم.

بن علي مبروكة

شكر و عرفان

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد المبعوث

رحمة للعالمين ومنار الهداية ودليل رشاد للناس أجمعين

الشكر والفضل لله الذي أعانني ووفقني في إتمام هذه المذكرة

كما أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ المشرف الدكتور "عبد القادر اللبي" على ما بذله من جهد

ونصح وتوجيه، ومتابعة مدة الإشراف. وأتقدم بالشكر إلى الأستاذ بلخير تيوة على

قبوله ترؤس لجنة المناقشة والأستاذ محمد علي حاج عمار مناقشة هذه المذكرة.

وإلى كل من كان له يد المساعدة من قريب أو بعيد.

بن علي مبروكة

فهرس المحتويات

II	الإهداء.....
III	الشكر وعرفان.....
IV	فهرس المحتويات.....
VII	فهرس الأشكال.....
X	فهرس الجداول.....
XI	فهرس الرموز.....
2	المقدمة العامة.....

الفصل الأول: عموميات حول الإشعاع الكهرومغناطيسية

6	1-1 المقدمة.....
6	2-1 تعريف الأشعة الكهرومغناطيسية.....
7	3-1 الطيف الكهرومغناطيسي.....
7	1-3-1 الأشعة فوق البنفسجية.....
8	2-3-1 الضوء المرئي.....
8	3-3-1 الأشعة تحت الحمراء.....
9	4-3-1 الأشعة المايكروويف.....
9	4-1 خصائص الموجات الكهرومغناطيسية.....
9	1-4-1 الانبعاثات.....
9	2-4-1 الانعكاسات.....
9	3-4-1 الامتصاص.....
10	4-4-1 النقل.....
10	5-4-1 الانتشار.....
10	5-1 قياس الإشعاع.....
10	6-1 الأشعة والغلاف الجوي.....
10	1-6-1 بنية الغلاف الجوي.....
12	2-6-1 التركيب الكيميائي للغلاف الجوي.....
12	3-6-1 الهباء الجوي.....
13	4-6-1 تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع الغلاف الجوي.....
13	1-4-6-1 التشتت.....
14	2-4-6-1 الامتصاص.....
16	5-6-1 تأثير عوامل السطح على الأشعة الكهرومغناطيسية.....
16	7-1 التفاعلات المستهدفة للإشعاع.....
16	1-7-1 التفاعل مع الأهداف.....
17	2-7-1 انعكاس براق.....
18	3-7-1 انعكاس منتشر.....

18	1-8 الإشعاع الشمسي.....
19	الخلاصة.....
	الفصل الثاني: وصف تأثيرات الغلاف الجوي على الإشارة الملتقطة من طرف الأقمار الصناعية
21	1-2 المقدمة.....
22	2-2 الظواهر الفيزيائية.....
25	2-3 مفهوم الاستشعار عن بعد.....
25	2-3-1 عملية الاستشعار عن بعد.....
28	2-3-2 المبدأ الأساسي للاستشعار عن بعد.....
28	2-3-2-1 الهدف.....
28	2-3-2-2 مصدر الطاقة.....
29	2-3-2-3 اللاقط.....
29	2-3-3 تطبيقات الاستشعار عن بعد.....
30	2-4 وصف صور الأقمار الصناعية.....
	2-5 وصف تأثيرات الغلاف الجوي والأرض على ملاحظات الأقمار الصناعية (برنامج المحاكاة 6S).....
31	2-5-1 تأثيرات الامتصاص.....
32	2-5-2 تأثير التشتت.....
32	2-5-2-1 حالة مسار لامبرتي منتظم.....
34	2-5-2-2 الدالة البيئية.....
36	2-5-2-3 معامل الانعكاس الذاتي للغلاف الجوي.....
37	2-5-2-4 محاكاة الهدف المرتفع.....
38	2-5-2-5 تأثير اتجاه الهدف-دالة التوزيع لمعامل الانعكاس ثنائي الاتجاه BRDF.....
	2-6 تأثيرات الغلاف الجوي والأرض على ملاحظات الأقمار الصناعية باستخدام النموذج التحليلي ذو النطاق العريض.....
41	الخلاصة.....
42	الفصل الثالث: تحليل النتائج ومناقشتها
45	3-1 منطقة الدراسة ومعطيات القمر الصناعي متيوسات-7.....
	3-2 دراسة تأثير عوامل الأرض و الجو على الإشارة الملتقطة من طرف متيوسات باستخدام برنامج المحاكاة 6S.....
46	3-2-1 التغير اليومي لدرجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي.....
47	3-2-2 التغير السنوي لدرجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي.....
48	3-2-3 دراسة تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان.....
50	3-2-4 دراسة تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو على درجة اللمعان.....
51	3-2-5 دراسة تأثير الهباء الجوي على درجة اللمعان.....
53	3-2-6 دراسة تأثير ارتفاع السطح على درجة اللمعان.....
54	3-2-7 دراسة تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان.....
	3-3 دراسة تأثير عوامل الأرض و الجو على الإشارة الملتقطة من طرف متيوسات باستخدام النموذج التحليلي ذو النطاق العريض.....
56	3-3-1 تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان.....
58	3-3-2 تأثير سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي على درجة اللمعان.....
59	3-3-3 تأثير أليدو السطح على درجة اللمعان.....
61	الخلاصة.....

63	الخاتمة العامة
65	قائمة المراجع

فهرس الأشكال

ترتيب الشكل	عنوان الشكل
الفصل الأول	
الشكل (1-1)	الإشعاع الكهرومغناطيسي.....
الشكل (2-1)	مناطق الطيف الكهرومغناطيسي.....
الشكل (3-1)	تشنت الإشعاع الكهرومغناطيسي.....
الشكل (4-1)	نوافذ الغلاف الجوي.....
الشكل (5-1)	صور التفاعل مع الأهداف.....
الشكل (6-1)	الانعكاس البراق.....
الشكل (7-1)	انعكاس منتشر.....
الشكل (8-1)	مختلف أنواع الإشعاع.....
الفصل الثاني	
الشكل (1-2)	صورة ملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي مينيوسات في 1986/08/02 على الساعة 12:00 بالتوقيت العام.....
الشكل (2-2)	مساهمة الغلاف الجوي في الإشارة المقاسة.....
الشكل (3-2)	مساهمة الحزمة المبعثرة أو المشتتة في الإشارة المقاسة.....
الشكل (4-2)	مساهمة بيئة الهدف في الإشارة المقاسة.....
الشكل (5-2)	مساهمة الحزمة المبعثرة أو المشتتة بين الأرض والغلاف الجوي في الإشارة المقاسة.....
الشكل (6-2)	عملية الاستشعار عن بعد.....
الشكل (7-2)	المبدأ الأساسي للاستشعار عن بعد.....
الشكل (8-2)	الصورة الرقمية.....
الشكل (9-2)	انعكاس الإشعاع الشمسي في حالة هدف لامبرتي منتظم.....
الشكل (10-2)	نقاط الهدف M و M'.....
الشكل (11-2)	مسار الإشعاع الشمسي مباشرة من الشمس إلى الهدف و بعد ذلك ينعكس إلى المستشعر.....
الشكل (12-2)	مسار الإشعاع الشمسي المنتشر بواسطة الغلاف الجوي و الذي ينعكس بواسطة الهدف نحو المستشعر.....
الشكل (13-2)	مسار الإشعاع الشمسي الذي ينفذ مباشرة إلى الهدف ولكن ينتشر عن طريق الجو في طريقه إلى المستشعر.....
الشكل (14-2)	مسار الإشعاع الشمسي الذي له تفاعل مع الجو و واحد مع الهدف.....
الفصل الثالث	
الشكل (1-3)	صورة ملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي مينيوسات-7 في يوم 13 سبتمبر 1999 على الساعة 14:00 توقيت عام.....
الشكل (2-3)	تغير اليومي لدرجة المعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015، بيكسل الوادي.....
الشكل (3-3)	التغير اليومي لدرجات المعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015، بيكسل الوادي....
الشكل (4-3)	التغير السنوي لدرجة المعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 من كل شهر على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....

48	الشكل (5-3) التغير السنوي لدرجات اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 من كل شهر على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
49	الشكل (6-3) تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
50	الشكل (7-3) تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
51	الشكل (8-3) تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
51	الشكل (9-3) تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
52	الشكل (10-3) تأثير الرؤيا الخاصة بالنموذج الصحراوي للهباء الجوي على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
53	الشكل (11-3) تأثير الرؤيا الخاصة بالنموذج الصحراوي للهباء الجوي على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
54	الشكل (12-3) تأثير ارتفاع سطح الأرض على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
54	الشكل (13-3) تأثير ارتفاع سطح الأرض على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
55	الشكل (14-3) تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
56	الشكل (15-3) تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.....
57	الشكل (16-3) الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء.....
58	الشكل (17-3) الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء.....
59	الشكل (18-3) الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون....
59	الشكل (19-3) الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون...

الخطأ التقديرى المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة ألبىءو السطح من أجل قىم	الشكل(3-20)
60مختلفة للخطأ الممكن فى ألبىءو السطح.	
الخطأ التقديرى المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى	الشكل(3-21)
61القمر الصناعى من أجل قىم مختلفة للخطأ الممكن فى ألبىءو السطح.	

فهرس الجداول

ترتيب الجدول	عنوان الجدول
الجدول (1-1)	المكونات الدائمة والمتغيرة للغلاف الجوي الأرضي.....
	12

فهرس الرموز

الطول الموجي (m).	λ
التردد (HZ).	ν
معامل الانعكاس الظاهري.	ρ^*
الاشعاع المقاس (درجة اللمعان).	L
الاشعاع الشمسي الوارد من خارج الغلاف الجوي.	E_s
زاوية سمت الشمس.	θ_s
الاشعاع الشمسي المباشر النازل والموهن بواسطة الغلاف الجوي.	E_{sol}^{dir}
الاشعاع الشمسي المتشتت أو المنتشر النازل.	E_{sol}^{diff}
معامل نفاذية التشتت.	$(t_d \theta_s)$
معامل النفاذية الكلية.	$T(\theta_s)$
زاوية الرؤيا.	ν
مساهمة الاشعاع الشمسي المنعكس من طرف الغلاف الجوي.	$\rho_a(\theta_s, \theta_v, \varphi_s, \varphi_v)$
معامل التشتت الجوي.	$t_d'(\theta_v)$
معامل الانعكاس الجوي.	$\rho^*(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v)$
معامل انعكاس الهدف	$\rho_c(M)$
معامل انعكاس بيئي منتظم للأسطح المجاورة.	$\rho_e(M)$
المتوسط المكاني لمعاملات الانعكاس لكل الأسطح المجاورة.	$\langle \rho(M) \rangle$
معامل الانعكاس عند النقطة $M'(X, Y)$.	$\rho'(X, Y)$
تمثل المساهمة في النفاذ الجوي المنتشر $t_d(\theta_v)$ في وحده المساحة لمصدر إيزوتروبي عند النقطة $M'(X, Y)$.	$e(X, Y, \theta_v)$
ارتفاع الهدف	z_t
مساهمة الهباء الجوي.	ρ_r
مساهمة تشتت رايلي	$\rho_a(\mu_s \cdot \mu_v, \varphi_v - \varphi_s)$
مساهمة التشتت الفردي.	$\rho_a^1(\mu_s \cdot \mu_v, \varphi_v - \varphi_s)$
جيب تمام لزاوية سمت الشمس أو رؤيا.	μ
السبك البصري.	τ
الألبيدو كوكبي.	s
التكامل الآسي من أجل وسيط τ	$E_3(\tau)$
الألبيدو الظاهري.	ρ_p
معامل انعكاس السطح	ρ_s
الاشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح أفقي (الهدف)	G
معامل الامتصاص من طرف بخار الماء	α_w
معامل الامتصاص من طرف الأوزون	α_{o_3}
تمثل الكتلة الهوائية	AM
تمثل محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار ماء (mm)	W
السبك البصري لطبقة الأوزون (mm).	I

المقدمة العامة

المقدمة العامة

إن قدرة عمليات الرصد المتكررة بواسطة الأقمار الصناعية على تغطية مساحات شاسعة ذو أهمية كبيرة للغاية، فعلى سبيل المثال يمكن أن تكون مفيدة في دراسة الميزان الإشعاعي على سطح الأرض و دراسة عمليات التبادل الطاقوي بين الهواء و سطح الأرض [1]. كما تسمح لنا عمليات الرصد هذه بتقدير العديد من المعاملات الحرارية أو الضوئية بعد التصحيحات الجوية مثل ألبيدو السطح [2]، و هذا ما يعرف بالاستشعار عن بعد.

إن الاستشعار عن بعد هو مجال علمي يجمع كل المعارف والتقنيات المستخدمة لمراقبة وتحليل وتفسير الصور التي تم الحصول عليها باستخدام أجهزة محمولة جواً أو فضائياً أو برية أو بحرية. إن بيانات الاستشعار عن بعد هي عبارة عن قياسات مدمجة على مقياس مكاني (البكسل) لبعض سمات السطح (اللمعان، درجة حرارة اللمعان، الألبيدو الظاهري). لذلك فهو نوع مختلف تماماً من البيانات التي يجب معالجتها وتحويلها إلى متغيرات مفيدة مثل ألبيدو السطح، درجة حرارة السطح ... إلخ [3].

يمثل جهاز قياس الإشعاع المحمولة الرئيسية للقمر الصناعي الجيومستقر ميتينوسات، حيث يوفر البيانات الأساسية للإشارة الملتقطة في المجال المرئي و مجال الأشعة تحت الحمراء الحرارية و مجال الامتصاص لبخار الماء، هذه البيانات تكون على شكل صوراً لقرص الأرض كاملاً يتم رؤيته من مدار ثابت بالنسبة للأرض. إذن يعمل جهاز قياس الإشعاع الخاص بميتينوسات في ثلاثة مجالات طيفية و هي كالاتي [3]:

- ✓ المجال المرئي (VIS) من 0.4 إلى 0.7 ميكرومتر.

- ✓ مجال امتصاص بخار الماء (WV) من 5.7 إلى 7.1 ميكرومتر.

- ✓ مجال الأشعة تحت الحمراء الحرارية (IRT) من 10.5 إلى 12.5 ميكرومتر.

إن الإشعاع الملتقط من طرف القنوات المرئية للأقمار الصناعية مثل ميتينوسات أو الأقمار الصناعية الخاصة بالإدارة الوطنية لعلوم المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) لا يمثل الإشعاعات المنعكسة على سطح الأرض فحسب، بل أيضاً الإشعاع المشتت إلى الفضاء بسبب الغلاف الجوي، بينما يميل الامتصاص من طرف غازات الغلاف الجوي إلى تقليل نفاذية الإشعاعات. و بالتالي، هناك حاجة ماسة لتصحيح التأثيرات الجوية على الإشارة الملتقطة من طرف هذه القنوات [1].

إن النماذج الحسابية التي تستعمل البيانات الصادرة عن صور الأقمار الصناعية و لاسيما الأقمار الصناعية الثابتة بالنسبة للأرض مهمة في العديد من البحوث والتطبيقات الخاصة بالطاقة الشمسية، وبالتالي فإن حساب الإشعاع الشمسي الكلي الواصل إلى سطح الأرض عملية ليست بسيطة لأنه يعتمد على الكثير من المتغيرات والعوامل منها كمية الهباء الجوي المنتشرة في الغلاف الجوي [4،5].

إن الإشارة الملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي ميتينوسات-7 تمثل الإشعاع الشمسي المنعكس بواسطة النظام أرض - جو في المجال المرئي و الذي مصدره الشمس. تعتمد هذه الإشارة الملتقطة على

معامل انعكاس السطح، و لكنها تعتمد أيضاً على عمليتين في الغلاف الجوي و هما الامتصاص الغازي و
التشتت بواسطة الجزيئات و جسيمات الهباء الجوي. ففي الحالة المثالية (أي بدون تأثير للغلاف الجوي)،
يضيء الإشعاع الشمسي السطح حيث يمتص السطح جزءاً صغيراً من الإشعاع الوارد، بينما ينعكس الإشعاع
المتبقي إلى الفضاء [6].

الهدف من هذا العمل هو نمذجة الإشارة المقاسة بواسطة الأقمار الصناعية و كذا تقدير تأثيرات الغلاف
الجوي و الأرض على الإشارة الملتقطة من طرف الأقمار الصناعية، حيث كان موقع الاختبار هو منطقة
(بيكسل) الوادي.

تم إنجاز هذا في ثلاث فصول، الفصل الاول بعنوان عموميات حول الاشعاع الكهرومغناطيسي والذي تعرفنا
من خلاله على الاشعاع الكهرومغناطيسي، طيفه وخصائصه، و كذلك تأثير عوامل السطح على الأشعة
الكهرومغناطيسية. أما في الفصل الثاني تطرقنا إلى أهم الظواهر الفيزيائية للإشعاع الشمسي و علم
الاستشعار عن بعد تعريفه و مبداءه، و كذلك مكوناته الأساسية وأهم تطبيقاته. بالإضافة إلى دراسة تأثيرات
عوامل الأرض و الغلاف الجوي على معطيات الأقمار الصناعية (مثل المتسببة في ظاهرتي الامتصاص
والتشتت بالنسبة للغلاف الجوي). أما في الفصل الثالث فهو عبارة عن عرض للنتائج المتحصل عليها و
مناقشتها و تحليلها حيث تم دراسة تأثير عوامل الأرض والجو على الإشارة الملتقطة من طرف متيوسات-7
باستخدام برنامج المحاكاة 6S و باستخدام النموذج التحليلي ذو نطاق العريض.

الجزء النظري

الفصل الأول:

عموميات حول الأشعة
الكهرومغناطيسية

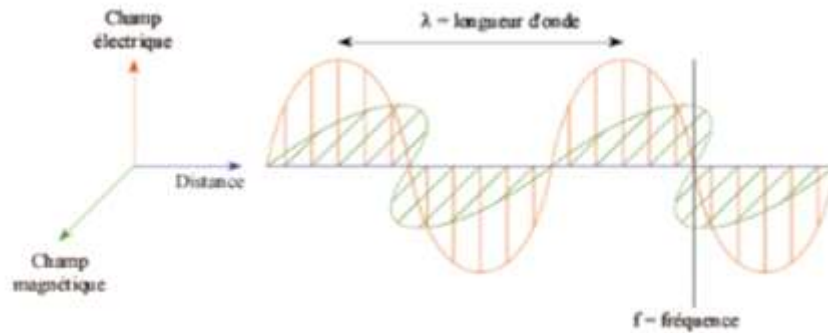
1-1 مقدمة :

هناك حاجة إلى مصدر للطاقة في شكل إشعاع كهرومغناطيسي لإلقاء الضوء على الهدف ، إلا إذا كان الهدف نفسه ينتج هذه الطاقة. ووفقاً لنظرية الموجة ، فإن أي إشعاع كهرومغناطيسي له خصائص أساسية ويتصرف بشكل متوقع. يتكون الإشعاع الكهرومغناطيسي من حقل كهربائي (E) وحقل مغناطيسي (M). يختلف المجال الكهربائي من حيث الحجم ويتم توجيهه بشكل متعامد مع اتجاه انتشار الإشعاع.

تمتد الإشعاعات التي نهتم بها في عمليات التبادل الإشعاعي بين الشمس ونظام الغلاف الجوي للأرض والأقمار الصناعية عبر طيف واسع من الموجات الكهرومغناطيسية من 0.35 ميكرون إلى 1 متر [7]. نذكر في هذا الفصل بعض التعاريف والخصائص لهذه الموجات الكهرومغناطيسية.

1-2 تعريف الأشعة الكهرومغناطيسية:

الأشعة الكهرومغناطيسية هي عبارة عن إشعاع يتألف من حركتين متوافقتين تتحركان في مستويين متعامدين. تتكون الأشعة الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي والذي يتغير في القيمة في اتجاه العمودي على اتجاه سريان الإشعاع ومجال مغناطيسي يتعامد على المجال الكهربائي (ومن هنا جاء مصطلح الكهرومغناطيسية) وكلا المجالين الكهربائي والمغناطيسي يسيران بسرعة الضوء وتأخذ الرمز C [8].



الشكل (1-1): الأشعة الكهرومغناطيسية [9]

يتميز الإشعاع الكهرومغناطيسي بخاصيتين أساسيتين و هما الطول الموجي والتردد. حيث الطول الموجي يعادل طول دورة الموجة، والتي تقابل المسافة بين قمتين متتاليتين للموجة. عادة ما يمثل طول الموجة بالحرف الإغريقي (λ)، يتم قياسه بالمتر أو إحدى أجزائه مثل:

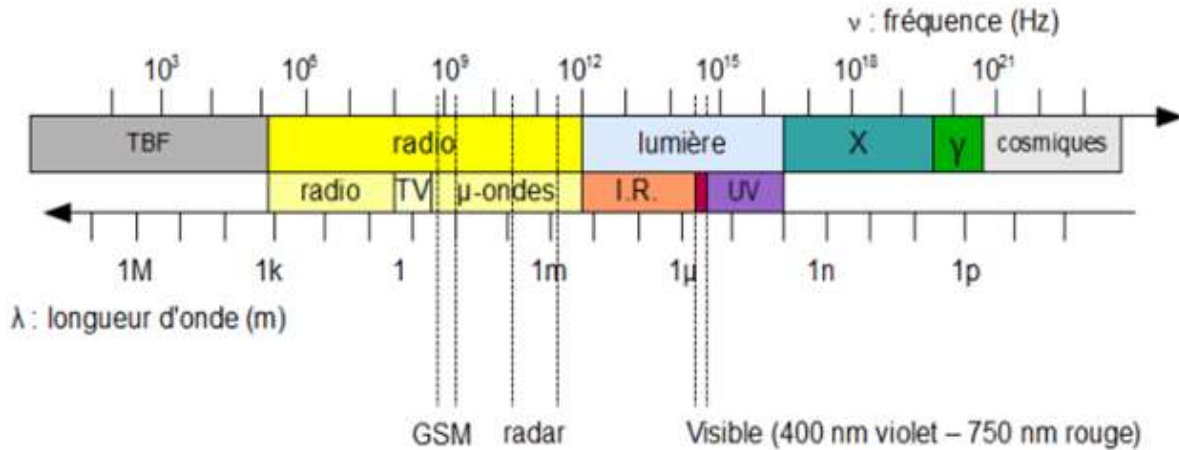
نانومتر ($1nm = 10^{-9} m$)، ميكرو متر ($1\mu m = 10^{-6} m$) أو سنتيمترات ($1cm = 10^{-2} m$). يمثل التردد (ν) عدد التذبذبات لكل وحدة زمنية. يتم قياس التردد بـ الهيرتز (Hz)، عدد التذبذبات في الثانية، أو أحد أجزائه [10].

العلاقة بين طول الموجة والتردد تعطى كالآتي: $\lambda = C/\nu$ ، حيث λ تمثل طول الموجي للموجة الكهرومغناطيسية (μm) كما هو موضح في الشكل (1-1)، ν تمثل التردد (هرتز) و C تمثل سرعة الضوء في الفراغ ($3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$). و بالتالي، فإن طول الموجي والتردد يتناسبان عكسياً، بحيث يكون طول الموجة أقصر كلما زاد التردد و العكس صحيح.

3-1 الطيف الكهرومغناطيسي:

الطيف الكهرومغناطيسي هو تمثيل الإشعاع الكهرومغناطيسي وفقاً لطول الموجة λ . يعطي الطول الموجي الخصائص الخاصة بالإشعاع التي سيتم استغلالها حسب الحاجة. وقد أدت هذه الخصائص أيضاً إلى تقسيم الطيف إلى عدد قليل من النطاقات الكبيرة. ويستند الاستشعار عن بعد إلى أجزاء من الطيف الذي يتمتع الغلاف الجوي بصفات شفافية كافية لانتشار الموجات الكهرومغناطيسية. هناك ثلاث مناطق ، مرئية و الأشعة تحت الحمراء القريبة ، الأشعة تحت الحمراء الحرارية ، والميكروويف. [11]

على عكس العين البشرية القادرة على التقاط الإشعاع فقط في نافذة ضيقة جداً من الطيف الكهرومغناطيسي ، تلك المقابلة للمجال المرئي (الأطوال الموجية بين $0.4 \mu\text{m}$ و $0.7 \mu\text{m}$) ، مجسات الأقمار الصناعية استخدام جزء أكبر من الطيف. الشكل (2-1) يوضح مناطق الطيف الكهرومغناطيسي.



الشكل (2-1): مناطق الطيف الكهرومغناطيسي [12]

1-3-1 الأشعة فوق البنفسجية:

الأشعة فوق البنفسجية هي موجة كهرومغناطيسية ذات طول موجي أقصر من الضوء المرئي، سميت بفوق البنفسجية لأن طول موجة اللون البنفسجي هو الأقصر بين ألوان الطيف، و هي عملية لبعض أنواع الاستشعار عن بعد [14].

1-3-2 الضوء المرئي:

إن الطيف المرئي هو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي و هو مرئي أي يمكن اكتشافه من قبل العين البشرية. الطيف الكهرومغناطيسي في هذا المجال من الأطوال الموجية يسمى الضوء. و من الجدير ملاحظة أن الطيف المرئي يتواجد في نطاق صغير بالمقارنة ببقية المجال الكهرومغناطيسي.

يغطي الضوء المرئي مجالا يتراوح بين 400-700 مايكرو متر، علما أن أطوال الموجة في مكونات الضوء المرئي هو الأحمر واقصرها هو البنفسجي وبالتالي يمكن تقسيم المجال المرئي إلى الأقسام التالية:

البنفسجي: 400-446 نانومتر.

الأزرق: 446-500 نانومتر.

الأخضر: 500-578 نانومتر.

الأصفر: 578-592 نانومتر.

البرتقالي: 592-620 نانومتر.

الأحمر: حوالي 620-750 نانومتر.

ويعد اللون الأزرق والأخضر والألوان الأساسية في مجال المرئي وذلك بسبب أن أي لون أساسي لا يمكن أن يتكون من الألوان الأخرى.

بينما يمكن رؤية مكونات الجزء المرئي من الإشعاع الكهرومغناطيسي عندما نمرر من خلال موشر الذي يقسم إلى كميات متمايضة حسب طولها الموجي [14].

1-3-3 الأشعة تحت الحمراء:

وهو الجزء الهام من المجال الكهرومغناطيسي (IR) والذي يغطي أطوال موجات من 700 تقريبا إلى 100.000 نانو متر، أي تقريبا مائة مرة أعرض من الجزء المرئي.

يمكن تقسيم الأشعة تحت الحمراء إلى مجموعتين على حسب خصائصها الإشعاعية وهما:

الأشعة تحت الحمراء الانعكاسية: وهي أشعة التي منعكسة تستخدم في الاستشعار عن بعد بطريقة تماثل استخدام الضوء المرئي وهي تعطي المجال 700 إلى 3000 نانو متر.

الأشعة تحت الحمراء الحرارية: وهي الأشعة التي تشعها الأجسام الطبيعية على شكل حرارة فهي تختلف تماما عن الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء الانعكاسية ، بحيث تعطي في المجال 3 إلى 100 مايكرو متر [13,14].

1-3-4 أشعة المايكروويف:

طول موجته يتراوح ما بين 1 ملليمتر إلى 1 متر. وهذا يمثل أطوال الموجات الأشعة المستخدمة في الاستشعار عن بعد. و الأشعة المايكروويف قصيرة طول الموجة لها خصائص الأشعة تحت الحمراء الحرارية [14].

1-4-4 خصائص الموجات الكهرومغناطيسية:

من بين الخصائص العديدة للموجات الكهرومغناطيسية ، بعضها أساسي لفهم المبادئ الأساسية للاستشعار عن بعد. هذه هي حالة الانعكاس والامتصاص والانتقال والانتشار والانبعاش. هناك العديد من الخصائص الأخرى مثل الحيود والتداخل والاستقطاب أو تأثير دوبلر، والتي لن يتم مناقشتها هنا، على الرغم من أنها ذات أهمية كبيرة بما في ذلك RADAR الاستشعار عن بعد [10].

1-4-1 الانبعاثات:

أي جسم درجة حرارته الحرارية أكبر من الصفر المطلق يصدر إشعاع كهرومغناطيسي. يمكن أن يكون المرسل الذي يسمى أيضًا المصدر، الشمس أو القمر الصناعي (RADAR) أو الهدف (الأشعة تحت الحمراء الحرارية) [10]

1-4-2 الانعكاسات:

قد يعكس الجسم الذي يتلقى كمية من الإشعاع بعضًا منها. عندما يتعلق الأمر بالطاقة الشمسية التي يعكسها جزء من الفضاء الأرضي، فإننا نتحدث عن البياض. يتم التعبير عنه كنسبة مئوية من الطاقة المنعكسة. قد يكون الانعكاس براق، أي أنه موجه بالكامل في اتجاه واحد، أو منتشر عند توجيهه في جميع الاتجاهات [10].

1-4-3 الامتصاص:

يمكن للجسم الذي يتلقى كمية من الإشعاع امتصاص بعض منها. و يتم تحويل الطاقة الممتصة هذه وتعديل الطاقة الداخلية للجسم. و هكذا، تزداد درجة الحرارة الداخلية للجسم زيادة طفيفة و يكون هناك مصدر انبعاثات أكبر في الأطوال الموجية الأخرى (الأشعة تحت الحمراء الحرارية على سبيل المثال) [10].

4-4-1 النقل:

يمكن للجسم الذي يتلقى كمية من الإشعاع أن ينقل بعضاً منها. الجسم الشفاف هو ذو نفاذية عالية في الأطوال الموجية المرئية. سطح من الماء النقي أو أوراق الشجر هي أمثلة على الأسطح التي يمكن أن تنقل بعض الإشعاع الكهرومغناطيسي [10].

5-4-1 الانتشار:

هذه الظاهرة مهمة جداً في مجال استشعار الفضاء عن بعد. الجسيمات المجهرية مثل تلك الواردة في الغلاف الجوي تتسبب في انتشار في جميع الاتجاهات لجزء من الإشعاعات الكهرومغناطيسية. تبدو السماء زرقاء لأن انتشار الضوء يتم بشكل تفضيلي بأطوال موجية قصيرة (أزرق). إذا لم يكن هذا الانتشار بسبب الغلاف الجوي موجوداً، فستكون السماء سوداء وستكون المناطق المظلمة أيضاً سوداء مطلقاً. وينتشر حوالي 25 % من الإشعاع الشمسي الذي يمر عبر الغلاف الجوي. يمكن أن يكون هذا الرقم أعلى بكثير عندما يتم تحميل الغلاف الجوي مع الهباء الجوي وبخار الماء [10].

5-1 القياس الإشعاعي:

يتم قياس الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من سطح الأرض، المحيطات أو الغلاف الجوي عن طريق مستشعر الأقمار الصناعية. إن تدفق الطاقة المسجل في مستشعر الأقمار الصناعية هو ما يسمى بدرجة اللعان حيث إن اللعان يجعل من الممكن التمييز بين السطوح على الصورة [10].

1- 6 الأشعة والغلاف الجوي:

1-6-1 بنية الغلاف الجوي:

الغلاف الجوي للأرض أو الغلاف الغازي هو عبارة عن طبقة غازية تحيط بالكرة الأرضية بحيث تتكون من اتحاد مزيج من الغازات تحافظ عليها جاذبية الأرض من الانفلات إلى الفضاء الشاسع [15]، كما يعد الغلاف الجوي خاصية مهمة تميز كوكب الأرض عن غيره من الكواكب.

يقسم الغلاف الجوي للأرض إلى خمس طبقات أساسية وهي:

طبقة الترو بو سفير (Troposphère):

هي طبقة الغلاف الجوي الأولى فوق سطح الأرض حيث كتلة الترو بو سفير تمثل ما يقارب ثلاثة أرباع مجموع كتلة الغلاف الجوي. في هذه الطبقة تحدث معظم التغيرات المناخية و تغيرات الطقس التي نعيشها في حياتنا اليومية.

كما أنه في طبقة الترو بسفير تتناقص درجة الحرارة كلما ارتفعنا نحو الأعلى، كما أننا نجد في هذه الطبقة الأكسجين وبخار الماء وثنائي أكسيد الكربون و الهباء الجوي [15].

طبقة السترا تو سفير (Stratosphère):

تمتد طبقة الستراتوسفير من ارتفاع 20 (Km) إلى نحو 65 (Km) فوق سطح البحر، تمتاز هذه الطبقة بازدياد في درجة الحرارة بشكل عام من حوالي 60 درجة مئوية تحت الصفر من طبقة التروبوبوز إلى صفر درجة مئوية في أعلى الستراتوسفير وتمتاز هذه الطبقة بالاستقرار التام في جوها حيث ينعدم فيها بخار الماء وتكون جافة، وقل كثافة من التروبوبوز كما تخلو من الظواهر الجوية كالغيوم والضباب والأمطار... الخ، تحتوي طبقة الستراتوسفير على مجموعة من الغازات الحقيقية التي تكون بصورة ذرية، أو جزيئية، أو مركبات غازية [16].

طبقة الميزوسفير (Mésosphère):

وهي طبقة التي تعلو الستراتوسفير والتي فيها تدمر الكثير من الشهب والنيازك التي تدخل جو الأرض وفيها تتناقص درجات الحرارة كلما ارتفعنا نحو الأعلى [15].

طبقة الترموسفير (Thermosphère):

هي الطبقة الرابعة من طبقات الغلاف الجوي للأرض وتقع في أعلى طبقة الميزوسفير وجزيئات الهواء هنا نادرة، بمجرد تغير في الطاقة يمكن أن يحدث تغير كبير في درجات الحرارة لهذا درجة الحرارة تكون هنا حساسة للنشاط الشمسي [15].

طبقة الاكسوسفير (Exosphère):

هي الطبقة يندمج فيها الغلاف الجوي بالفضاء الخارجي إلى درجة تصبح جزيئات الهواء نادرة الوجود جدا إلى حد أنها لم تعد غير موجودة [15].

1-6-2 التركيب الكيميائي للغلاف الجوي:

يتكون الغلاف الجوي للأرض حاليا من مجموعتين من الغازات الأولى مجموعة مع تركيزات دائمة تقريبا والثانية متفاوتة التركيزات. يحتوي الغلاف الجوي أيضا على أنواع مختلفة من الهباء الجوي، والتي تكون متغيرة للغاية في الزمان والمكان والجدول (1-1) يعرض الصيغة الكيميائية ونسبة الحجم لتركيزات الغاز الدائم والمتغير، من ناحية لوحظ أن النيتروجين والأكسجين والارجون تمثل أكثر من 99.96 من الغلاف الجوي من حيث الحجم وغيرها وأن كمية بخار الماء متغير جدا في الغلاف الجوي [17].

الجدول (1-1): المكونات الدائمة والمتغيرة للغلاف الجوي الأرضي [17].

عنصر	نسبة الحجم (%)
المكونات الدائمة أو المستمرة	
الأوزون (N_2)	78.084
الأكسجين (O_2)	20.948
الآرغون (Ar)	0.934
ثاني أكسيد الكربون (CO_2)	0.036
نيون (Ne)	18.18×10^{-4}
الهليوم (He)	5.24×10^{-4}
كريبتون (Kr)	1.14×10^{-4}
أكسينون (Xe)	0.089×10^{-4}
غاز الهيدروجين (H_2)	0.5×10^{-4}
الميثان (CH_4)	1.7×10^{-4}
أكسيد نيترو (N_2O)	0.3×10^{-4}
أحادي أكسيد الكربون (CO)	0.08×10^{-4}
المكونات المتغيرة	
بخار الماء (H_2O)	0-0.04
الأوزون (O_3)	$0-12 \times 10^{-4}$
ثنائي أكسيد الكبريت (SO_2)	0.001×10^{-4}
ثنائي أكسيد النيتروجين (NO_2)	0.001×10^{-4}
النشادر (NH_3)	0.004×10^{-4}
أكسيد النيتريك (NO)	0.0005×10^{-4}
كبريتيد الهيدروجين (H_2S)	0.00005×10^{-4}

1-6-3 الهباء الجوي:

الهباء الجوي هو عبارة عن خليط من جسيمات دقيقة للغاية وغاز وقد تكون قطرات سائلة أو قطعاً من مادة عالقة في الهواء [18].

بعض الهباء الجوي يتم بثه مباشرة في الغلاف الجوي في حين يتشكل جزء آخر من خلال التراكيبات الصادرة، و من هذه التراكيبات نذكر التراكيبات الطبيعية وتراكيبات ناتجة عن النشاط البشري [19].

1-4-6-1 تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع الغلاف الجوي:

قبل أن يصل الإشعاع إلى سطح الأرض فإنه يمر بطبقات الغلاف الجوي ومن الممكن أن تؤثر الجزيئات والغازات الموجودة في الغلاف الجوي على هذا الإشعاع وتكون أسباب هذه التأثيرات ما يعرف بالتشتت والامتصاص [14].

1-4-6-1 التشتت:

يحدث التشتت عندما توجد جزيئات كبيرة من الغازات في الغلاف الجوي مما يجعل الإشعاع الكهرومغناطيسي ينحرف أو يتشتت عن مساره الأصلي.

يعتمد حجم هذا التشتت على عدة عوامل منها كمية الجزيئات أو الغازات في الغلاف الجوي، وطول موجة الأشعة التي تخترق الغلاف الجوي [13، 14].

يمكن تميز ثلاث أنواع من التشتت تحت تأثير الغلاف الجوي هي:

تشتت رايلي (Rayleigh).

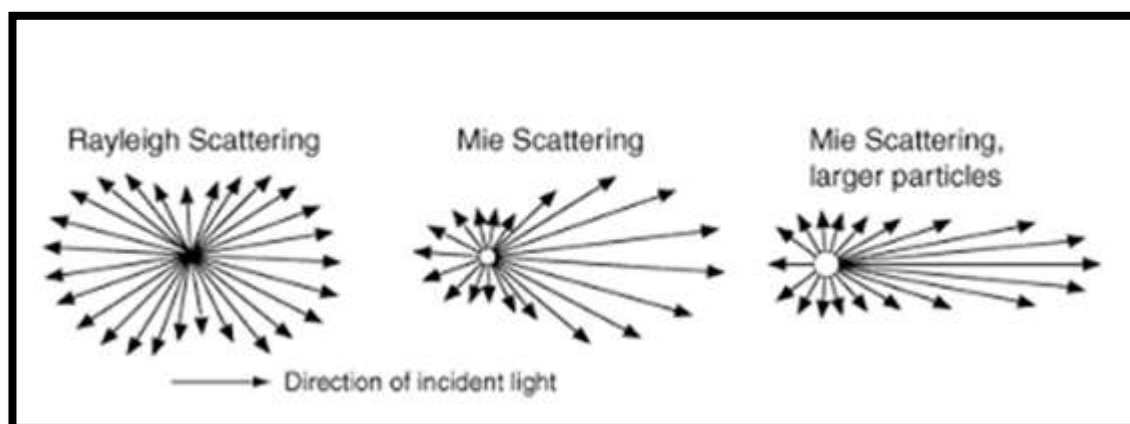
تشتت مي (Mie).

تشتت عشوائي (Non-selective).

تشتت رايلي:

و يحدث عندما تكون الجزيئات صغيرة بالمقارنة بطول موجة الإشعاع مثل جزيئات النيتروجين والأكسجين وذرات التربة، و يؤثر هذا النوع من الانتثار على الطاقة عند أطوال الموجة القصيرة بدرجة أكبر من تلك التي ذات أطوال الموجة الكبيرة و يحدث هذا النوع من التشتت أكثر في الطبقات العليا من الغلاف الجوي وهذا التشتت هو السبب في رؤيتنا السماء باللون الأزرق خلال النهار.

عندما يمر ضوء الشمس بالغلاف الجوي فإن الموجات القصيرة من الضوء المرئي تتشتت وتنتشر بدرجة أكبر من الموجات الطويلة [9]، لاحظ الشكل (1-3).



الشكل (3-1): تشتت الاشعاع الكهرومغناطيسي [20]

تشتت مي:

ويحدث عندما تكون الجزيئات بنفس حجم الطول الموجي للإشعاع، مثل جزيئات التراب والدخان وبخار الماء. ويؤثر هذا النوع من الانتثار على الطاقة ذات أطوال الموجة الطويلة بدرجة أكبر من تلك ذات أطوال الموجة القصيرة، و من ثم فهو يحدث في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي وخاصة عندما تكون السحب معتمدة أو غائمة [14]، لاحظ الشكل (3-1).

التشتت العشوائي:

ويحدث عندما تكون الجزيئات أكبر من حجم موجة الإشعاع مثل جزيئات التراب الكبيرة وقطرات الماء، يؤثر هذا النوع من التشتت على جميع أنواع الطاقة لجميع أطوال الموجات متساوية وهو المسبب لظهور الضباب و السحب باللون الأبيض لأعيننا، حيث أن الألوان و الأخضر والأزرق والأحمر ستننتشر بنفس الدرجة [14].

2-4-6-1 الامتصاص:

يحدث الامتصاص بصورة مغايرة للانتثار فالامتصاص يتسبب في أن تقوم جزيئات الغلاف الجوي بامتصاص الطاقة في أطوال الموجات المختلفة. يعد الأوزون وثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء العوامل الثلاثة المسببة للامتصاص [14].

الأوزون:

إن الأوزون يمتص الإشعاع فوق البنفسجي الضار للإنسان، لولا وجود هذه الطبقة في الغلاف الجوي لاحترق جلد الإنسان عند التعرض لأشعة الشمس [14].

ثاني أكسيد الكربون:

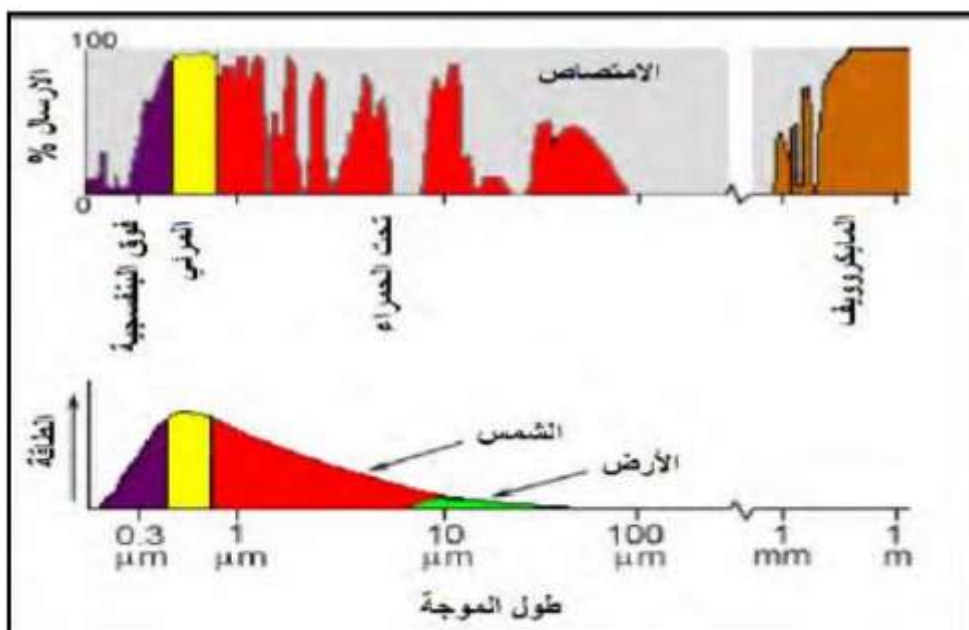
أما هذا المركب فيمتص الإشعاع بقوة في نطاق الأشعة تحت الحمراء البعيدة في مجال الطاقة الكهرومغناطيسية مما يتسبب في احتفاظ الغلاف الجوي بالحرارة وهو المؤدي لظاهرة الاحتباس الحراري [14].

بخار الماء:

يعتبر بخار الماء أهم عنصر في الغلاف الجوي بحيث يمتص الطاقة في كلا من نطاق الأشعة تحت الحمراء طويلة الموجة وأيضا الموجات القصيرة (بين 22 مايكرو متر و 1 متر) [14].

حيث أن الغازات تمتص الطاقة الكهرومغناطيسية بصور مختلفة في كل نطاق وهي تؤثر في تحديد النطاقات التي يمكن استخدامها في التطبيقات التي يمكن استخدامها في الاستشعار عن بعد، فالمناطق داخل نطاق الكهرومغناطيسية التي لا تتأثر بشدة بوجود الغلاف الجوي تكون مناطق مفيدة للاستشعار عن بعد، و يطلق عليها اسم نوافذ الغلاف الجوي [14]، الشكل (1-4) يوضح ذلك.

نلاحظ من خلال هذا الشكل أنه توجد إحدى النوافذ وهي في المجال المرئي والتي يكون فيه مستوى الطاقة الصادرة عن الإشعاع الشمسي أعلى ما يمكن، حيث أن الامتصاص في هذا المجال الناتج عن الإشعاع الشمسي يمكن إهماله. كما نلاحظ أن الطاقة الحرارية المنبعثة من الأرض تكون في نافذة حوالي 10 مايكرو متر في نطاق الأشعة تحت الحمراء، بينما النافذة الأكبر من أطوال الموجات بعد 1 ملليمتر تكون في نطاق الموجات القصيرة أو المايكروويف [14].



الشكل (1-4): نوافذ الغلاف الجوي [13]

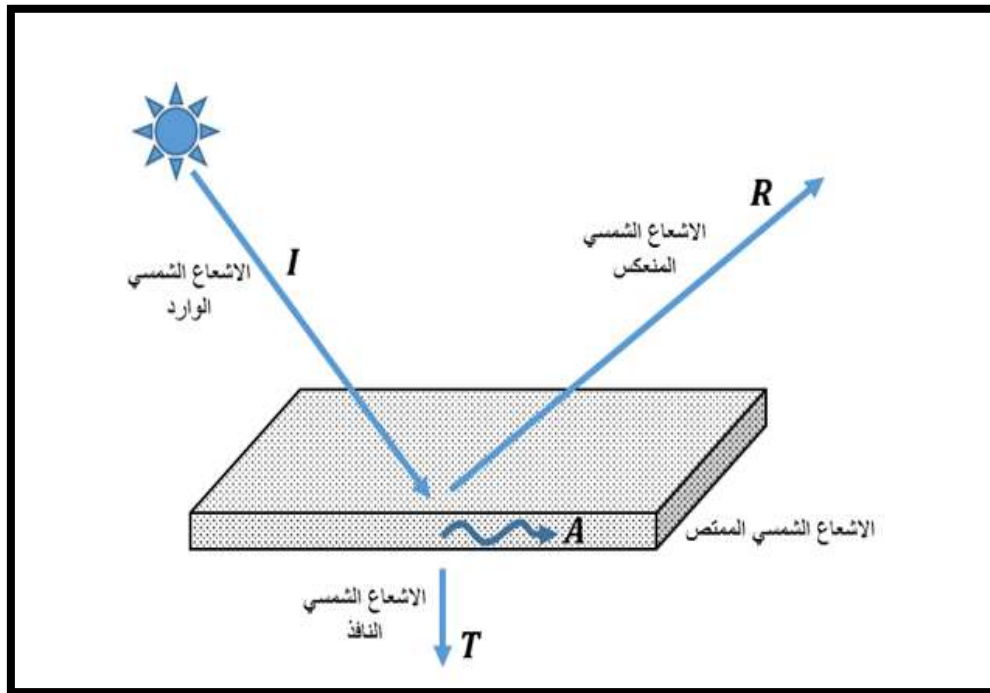
1-6-5 تأثير عوامل السطح على الأشعة الكهرومغناطيسية:

يحدث تغيير في طبيعة الأشعة الكهرومغناطيسية بعد ما تصل إلى سطح الأرض حيث أن مواد السطح تعكس جزءاً من الأشعة و تمتص جزءاً، والباقي ينفذ من خلالها. وتعتمد نسبة الأشعة المنعكسة أو أشعة الرادار المرتد (العائدة) واتجاهاتها بالدرجة الرئيسية على خصائص الظواهر الأرضية وطبيعة موادها وعلى طول موجة الأشعة، و لذا فإن كمية الأشعة المنعكسة في الموجات المرئية وتحت الحمراء أو أشعة الرادار العائدة تختلف باختلاف الظواهر مما يجعلها تظهر على الصور بدرجات مختلفة من اللون الرمادي الأمر الذي يمكن من التمييز بين الظواهر المختلفة. وتحكم كميات الأشعة التي يسجلها جهاز الاستشعار عن بعد درجات اللون للأجسام والمناطق في صورة الاستشعار عن بعد، إذ أنه كلما انخفضت كمية الأشعة المسجلة للظاهرة كلما كان لونها على الصورة داكناً (قاتماً) و العكس صحيح [21].

1-7-1 التفاعلات المستهدفة للإشعاع:

1-7-1-1 تفاعل مع الأهداف:

إن الإشعاع الذي لا يمتص أو يتأثر في الغلاف الجوي سيصل و يتفاعل مع الأهداف الموجودة على سطح الأرض وهنا يمكن أن نميز ثلاثة صور لتفاعل هذه الطاقة الساقطة [14]، كما تم توضيحه في الشكل (1-5).



الشكل (5-1): صور التفاعل مع الأهداف

حيث:

I: الإشعاع الشمسي الوارد.

A: الإشعاع الشمسي الممتص، يقوم الهدف بامتصاص الطاقة الساقطة.

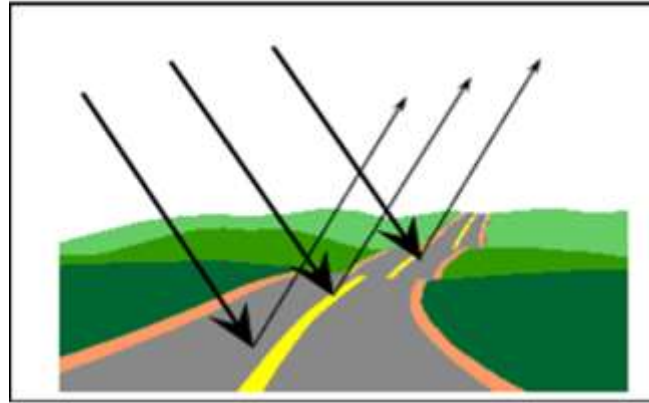
T: الإشعاع الشمسي النافذ، مرور الطاقة من خلال الهدف.

R: الإشعاع الشمسي المنعكس، عندما يعكس الهدف هذه الطاقة ويعيد توجيهها.

تقع الأجسام من حيث صفاتها الانعكاسية بين الانعكاس الكامل والانتشار الكامل وهذا يعتمد على خشونة السطح مقارنة بطول موجة الأشعة الساقطة عليه فبعض الأجسام تنشر الأمواج القصيرة وتعكس الطويلة منها [13].

2-7-1 انعكاس براق:

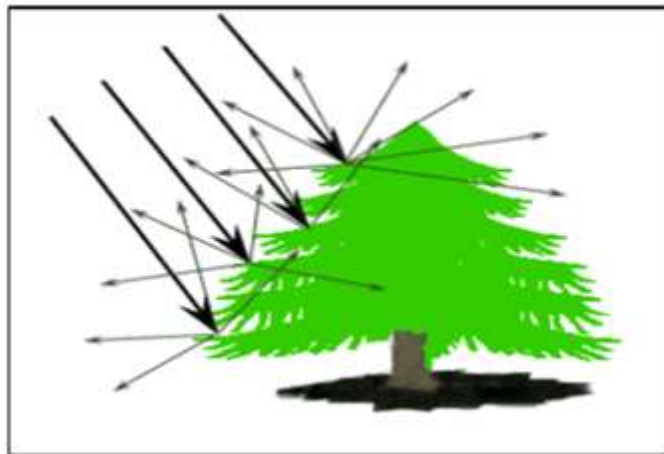
ينتج السطح الأملس انعكاساً براقاً، أي تتم إعادة توجيه كل الطاقة في اتجاه واحد. لكي يحدث هذا الانعكاس يجب أن تكون خشونة سطح الجسم أصغر من الطول الموجي الساقط [22]. في الطيف الشمسي (0.4 إلى 2 ميكرون) يكون هذا الانعكاس على سطح أملس (الشكل (6-1)).



الشكل (6-1): الانعكاس البراق.

3-7-1 انعكاس منتشر:

يحدث الانعكاس المنتشر عندما يكون السطح خشناً، مما يعيد توجيه الطاقة بشكل غير منتظم في اتجاهات مختلفة [22] (الشكل 7-1).



الشكل (7-1): انعكاس منتشر.

8-1 الإشعاع الشمسي:

الإشعاع الشمسي هو الإشعاع الحراري الذي ينتشر في شكل أمواج كهرومغناطيسية حيث خارج الغلاف الجوي الأرضي يقدر الثابت الشمسي بـ 1367 w/m^2 .

يتعرض الإشعاع الشمسي قبل وصوله إلى الأرض إلى عدة آليات في الغلاف الجوي الأرضي دون أن يتغير اتجاهه و يسمى حزمة الإشعاع المباشر، أما الإشعاع الذي يتم تغيير اتجاهه عن طريق التشتت و الانعكاس يدعى الإشعاع المنتشر، و مجموع الإشعاع المباشر والمنتشر يدعى الإشعاع الكلي [23].

الإشعاع المباشر:

يعرف الإشعاع المباشر على أنه الإشعاع الآتي من قرص الشمس فهو معدوم عندما تحجب أشعة الشمس بواسطة السحب [23].

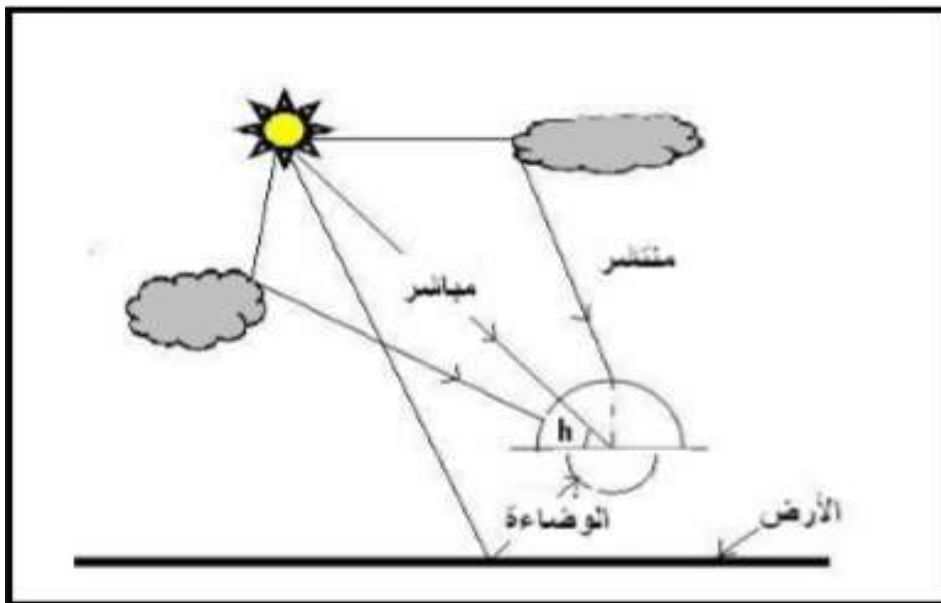
الإشعاع المنتشر:

هو الإشعاع الشمسي المنتشر عند عبور الجو بواسطة جزيئات الهواء والجسيمات العالقة، أو هو الإشعاع الذي انعكس وسقط على السطح [23،24].

الإشعاع الكلي:

هو مجموع كل من الإشعاع المباشر و المنتشر.

ويعرف التدفق الاشعاعي المنعكس بواسطة الأرض أو الضوء المنعكس من طرف الأرض باسم الوضاءة [23]، و الشكل (8-1) يوضح ذلك.



الشكل (8-1): مختلف أنواع الإشعاع [23].

الخلاصة

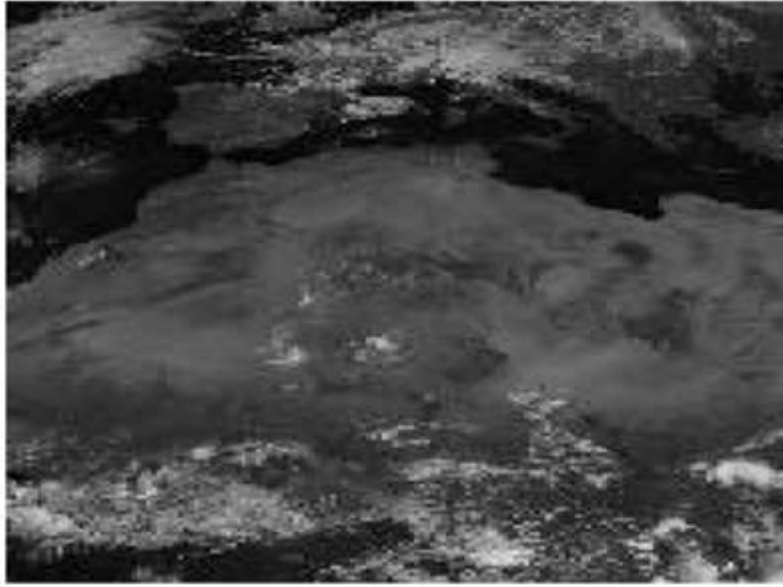
قمنا في هذا الفصل بتسليط الضوء على الأشعة الكهرومغناطيسية و كيفية تفاعلها مع الأهداف و الغلاف الجوي، حيث انصب اهتمامنا بصفة خاصة على الأشعة الكهرومغناطيسية التي تصدرها الشمس من خلال عمليات التبادل الإشعاعي بين الشمس و النظام أرض - جو عبر طيف واسع من الموجات الكهرومغناطيسية من 0.35 ميكرومتر إلى 1 متر. كما تطرقنا إلى البنية و التركيب الكيميائي للغلاف الجوي، و كذلك إلى أنواع الإشعاع الشمسي من إشعاع مباشر و اخر منتشر و إجمالي. حيث يعتبر هذا الفصل كمدخل لبقية الفصول.

الفصل الثاني:

وصف تأثيرات الغلاف الجوي
و الأرض على الإشارة
الملتقطة من طرف الأقمار
الصناعية

1-2 مقدمة:

انطلاقاً من الرؤية عبر الفضاء الخارجي، يظهر عالمنا في جانب جديد تماماً للمراقب الإنساني، حيث أن الرؤية الفورية لمنطقة واسعة جداً تجعل من الممكن معرفة الهياكل المادية لقشرة الأرض، ولكن أيضاً لتحديد ثرواتها (الماء، الحصاد، المعادن...)، وكذلك لمراقبة حالة الغلاف الجوي و حركة السحب. في هذا الجانب يمكن استخدام العديد من الوسائط (التصوير الجوي على سبيل المثال) [25]، و لكن الأقمار الصناعية فقط تسمح برؤية شاملة و منتظمة و بشكل متكرر لأجزاء كبيرة من الأرض (الشكل 1-2).



الشكل (1-2): صورة ملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي ميتوسات في 1986/08/02 على الساعة 12:00 بالتوقيت العام.

إن الأجهزة البصرية التي تهدف إلى مراقبة سطح الأرض و كذلك جوها، و المحمولة بواسطة الأقمار الصناعية أو المنصات المحمولة جواً، تعطي بياناتها في المجالات الطيفية التالية [7]:

- مرئي (من 0.35 إلى 0.7 ميكرون)
- الأشعة تحت الحمراء (من 0.7 إلى 100 ميكرون)
- مجال الميكروويف (من 1 ملليمتر إلى 1 متر)

تقيس هذه الأجهزة البصرية الإشعاع الذي مصدره الأرض بكامل وجوهه، و الذي هو ناتج عن المصدر الرئيسي و هو الشمس.

2-2 الظواهر الفيزيائية:

يعتبر الإشعاع الشمسي الذي يصل للأرض بمثابة المصدر الرئيسي للإشارة الملتقطة من طرف القمر الصناعي. السؤال الذي نطرحه ما هو الجزء من هذا الإشعاع الذي سوف يلتقطه القمر الصناعي الذي يراقب الأرض؟ سيشار إلى الجزء المدروس من سطح الأرض الذي يستقبل الإشعاع الشمسي و الملاحظ من طرف القمر الصناعي بأنه هدف.

إذا تخيلنا أولاً أن الغلاف الجوي غير موجود، فكل الإشعاع الشمسي سوف يصل سطح الأرض الذي سيمتص جزء منه، بينما يتم إعادة الباقي إلى الفضاء. إذن الإشعاع الشمسي المنعكس في اتجاه القمر الصناعي سيتم التقاطه بالكامل. هذه الإشارة ترتبط مباشرة بخصائص الهدف، و تعرف على أنها إشارة مفيدة، بشكل عام هذه هي الحالة المثالية [26].

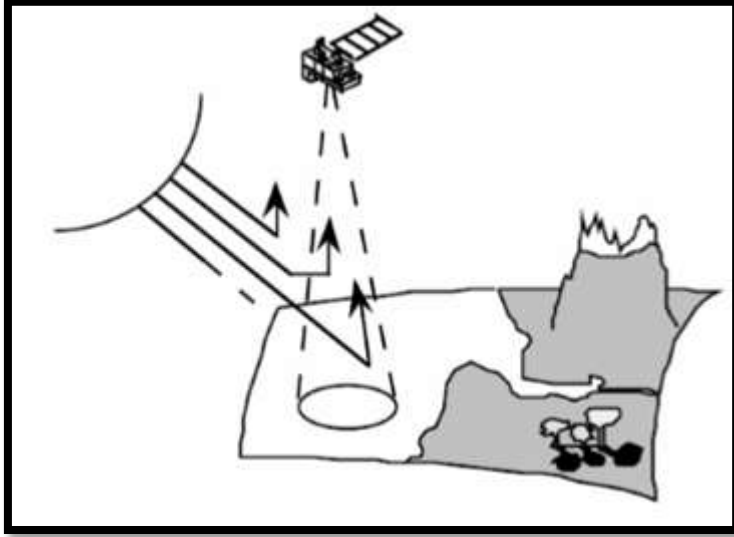
دعنا الآن ندخل الغلاف الجوي، و نحسب الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى المستشعر، و هذا باتباع مسارات مباشرة بسيطة من الشمس إلى الهدف ومن الهدف إلى القمر الصناعي. في هذه الحالة ستضطرب الإشارة الملتقطة من طرف القمر الصناعي مقارنة بالحالة المثالية و سيصل جزء فقط يقدر بحوالي 80٪ عند 0.85 ميكرو متر و 40٪ عند 0.45 ميكرو متر. و السبب في ذلك يعود إلى آليتين و هما: ظاهرتي الامتصاص و الانتشار [6].

يتم امتصاص جزء من الإشعاع الشمسي عن طريق الهباء الجوي أو بعض الجزيئات الغازية (O_2 , CO_2 , CH_4 , O_3 ). هذه الظاهرة تساهم في تسخين الغلاف الجوي الذي يعيد إرسال هذه الطاقة و لكن في الأطوال الموجية الطويلة أي في مجال الأشعة ما تحت الحمراء [6]. عموماً، يكون امتصاص الهباء منخفضاً في المجال المرئي و تتجنب مستشعرات الأقمار الصناعية نطاقات الامتصاص الجزيئي.

كما سيتم إعادة بث جزء من الإشعاعات الغير النافذة عبر الآلية الثانية و هي الانتشار. إن تفاعل الإشعاع الشمسي مع الجزيئات أو الهباء الجوي الغير ماص يكون مرناً، حيث يتم إعادة بث الإشعاع على الفور دون تغيير في الطول الموجي و لكن في اتجاه مختلف عن اتجاه القدوم. بعد عملية التشتت أو عدة عمليات للتشتت، سيصل جزء من هذا الإشعاع الشمسي في النهاية إلى السطح و جزء اخر يخرج إلى الفضاء. هذا الجزء من الإشعاع الشمسي الخارج للفضاء يجب حسابه في موازنة الإشعاع الذي يصل إلى مستشعر القمر الصناعي، ومع ذلك، فإن مساراته أكثر تعقيداً من المسارات المباشرة السابقة [6]، كما سنوضحه فيما يلي.

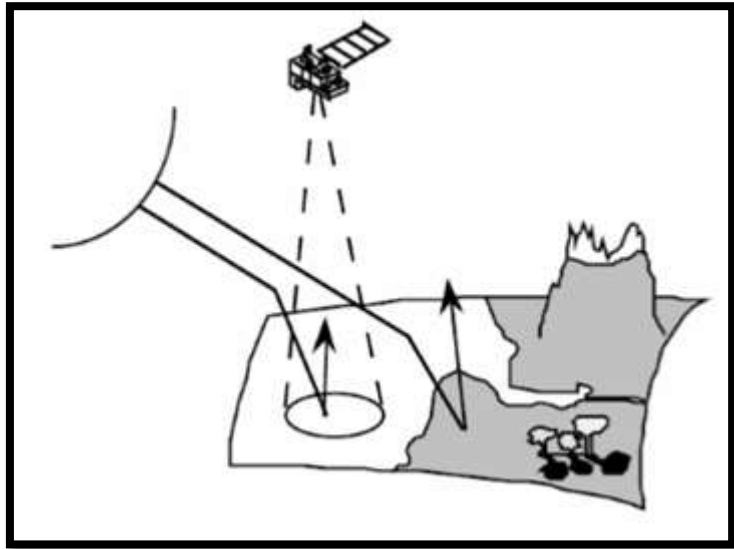
لتقييم الموازنة العامة للإشعاع الشمسي الواصل لمستشعر القمر الصناعي، دعنا نفكر أولاً في الإشعاع الشمسي القادم من الشمس و المتشتت عن طريق الغلاف الجوي عبر المسار شمس-سطح:

- سوف يلتقط المستشعر جزءاً منه، هذه الإشارة لا تحمل أي معلومات عن الهدف حيث تم إنشاؤها كلياً بواسطة الغلاف الجوي (الشكل 2-2) [6].



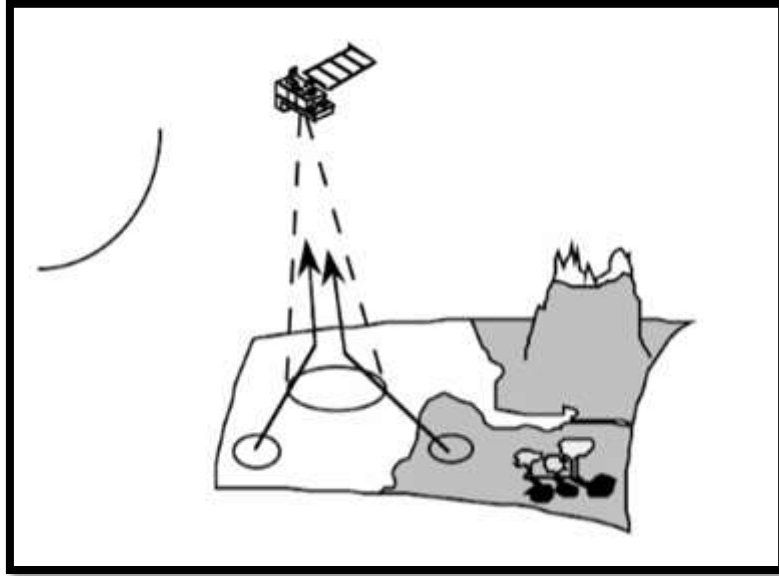
الشكل (2-2): مساهمة الغلاف الجوي في الإشارة المقاسة [6].

- يساهم الإشعاع الشمسي المتبقي في إضاءة الأرض عن طريق مسارات التشتت المختلفة وتعوض التوهين للإشعاع الشمسي الحاصل في المسارات الشمسية المباشرة. لذلك يجب مراعاة هذا المكون المنتشر أو المشتت في الإشارة الملتقطة (الشكل 2-3).



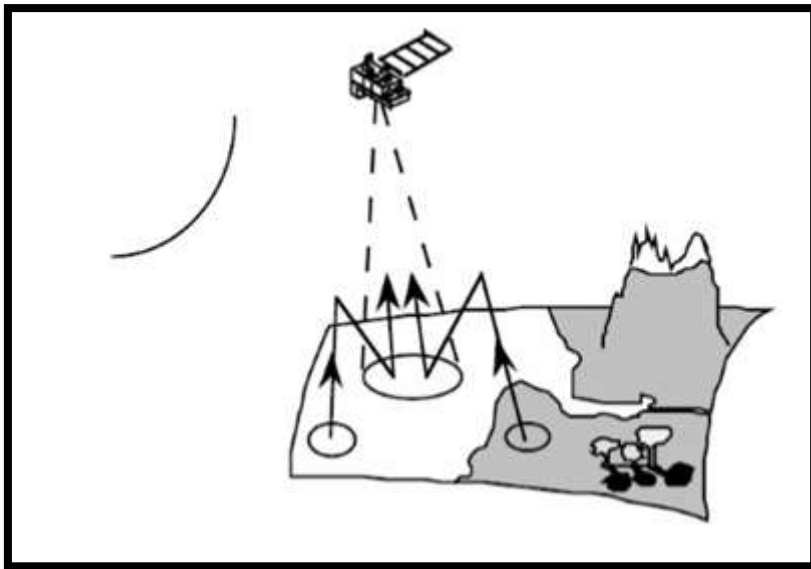
الشكل (3-2): مساهمة الحزمة المبعثرة في الإشارة المقاسة [6].

دعنا الآن نتفحص مسار العودة، أي الإشعاع الشمسي المنعكس بواسطة السطح و المشتت من طرف الغلاف الجوي عبر المسار سطح-قمر صناعي. من خلال نفس العملية ، سيتم تشتت جزء منه باتجاه مستشعر القمر الصناعي. هذا المكون يجب النظر فيه بعناية. إذا كان السطح منتظم فهو مكون مفيد، ولكن إذا كان السطح ليس كذلك، فإن هذا المكون سيحدث له تأثيرات بيئية أو اضطراب (الشكل 2-4) [6].



الشكل(2-4): مساهمة بيئة الهدف في الإشارة المقاسة[6].

أخيرًا، سوف يتناثر جزء من الإشعاع الشمسي المنعكس عن طريق الغلاف الجوي إلى السطح وسيحدث مكونًا ثالثًا من خلال إضاءته. حيث يتفاعل الإشعاع الشمسي بشكل متتابع مع السطح والغلاف الجوي، و لكن عموما التقارب سريع بحيث بعد تفاعل واحد أو اثنين يمكن إهمال هذه الظاهرة (الشكل 2-5) [6].



الشكل(2-5): مساهمة الحزمة المبعثرة بين الأرض والغلاف الجوي في الإشارة المقاسة[6].

تسمى التقنية التي تسمح لنا بالتقاط كل هذه الإشارات عن بعد، والتي يتم إنشاؤها في مجال رؤية المستشعر: الاستشعار عن بعد.

2-3 مفهوم الاستشعار عن بعد:

هو علم و فن الحصول على معلومات عن هدف ما أو منطقة أو ظاهرة معينة من خلال معالجة وتحليل البيانات التي تم الحصول عليها بواسطة جهاز بعيد عن تلك الأهداف المراد التحقق منها [27].

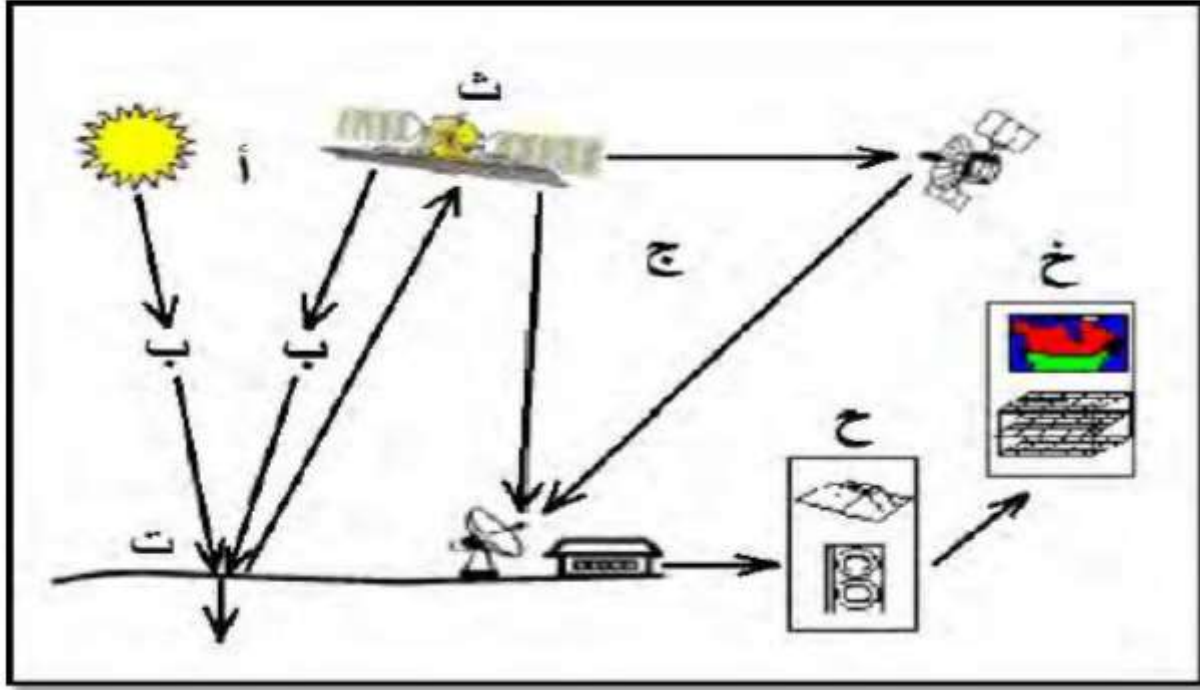
الاستشعار عن بعد يعني رؤية الأشياء دون الاقتراب منها. حيث أنه إذا قرأ الإنسان في كتاب ما أو نظر إلى فيلم معين أو راقب بعينه هدفا ما فإنه بهذا يطبق من حيث المبدأ فكرة الاستشعار عن بعد، إذا تلعب العين عمل جهاز الاستشعار عن بعد حيث تستجيب للضوء المنعكس من الهدف الذي تنظر إليه [9].

وبذلك يمكن تعريف الاستشعار عن بعد بأنه علم تجميع المعلومات عن سطح الأرض دون الاتصال أو التلامس الفعلي معه، وذلك من خلال تحسس و تسجيل الطاقة المنعكسة أو المنبعثة ومعالجتها وتحليلها وتطبيق هذه المعلومات [14].

2-3-1 عملية الاستشعار عن بعد:

كما يوحي اسمها، فإن الاستشعار عن بعد هو الحصول على المعلومات عن بعد، دون الاتصال المباشر مع الكائن قيد الدراسة. إن اقتناء المعلومات عن بعد يدل على وجود تدفق للمعلومات بين الجسم المرصود والمستشعر. الناقل لهذه المعلومات هو الإشعاع الكهرومغناطيسي، الذي يمكن أن ينبعث من الجسم أو يأتي من جسم آخر وينعكس من خلاله. تتفاعل جميع الأجسام (الكواكب والكائنات الحية والأجسام غير الحية) مع الإشعاع الكهرومغناطيسي، وتعتمد كمية ونوع الإشعاع المنقول أو المنعكس أو المنبعث بشكل كبير على خصائصها الطيفية [28].

في معظم الحالات، ينطوي الاستشعار عن بعد على تفاعل بين طاقة الحادث و الهدف. تتضمن عملية الاستشعار عن بعد باستخدام أنظمة التصوير (الشكل 2-6) الخطوات السبع التي نقوم بشرحها أدناه:



الشكل (2-6): عملية الاستشعار عن بعد.

يمكن تقسيم رصد الأرض بواسطة السواتل إلى سبع خطوات أو عمليات من مصدر الطاقة الذي ينبعث من سطح الأرض إلى استقبال البيانات بواسطة المحطة الفضائية الأرضية.

أ- مصدر الطاقة أو إضاءة:

أول ما تطلبه العملية الاستشعارية وجود مصدر الطاقة أو إضاءة، بحيث تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي لهذه الطاقة في معظم أنواع الاستشعار عن بعد.

في الحقيقة هناك نوعين من المستشعرات تنقسم حسب مصدر الطاقة المستخدمة في إضاءة الأجسام المدروسة:

❖ مستشعرات سلبية:

وهي الأجهزة الاستشعارية المستخدمة في الاستشعار عن بعد التي تقوم بقياس الطاقة المتاحة بشكل طبيعي (ويقصد بها الأشعة الشمسية المنعكسة عن الأهداف أو الأشعة المنبعثة من الأهداف ذاتها على شكل طاقة حرارية) [13].

❖ مستشعرات فعالة (موجبة):

وهي أجهزة استشعارية تقوم بقياس الطاقة المتاحة بشكل صناعي وخير مثال على هذه المستشعرات (مستشعرات الليزرية أو الراديوية) [13].

ب- الإشعاع والغلاف الجوي:

خلال رحلته بين مصدر الطاقة والهدف، يتفاعل الإشعاع مع الغلاف الجوي. يحدث تفاعل ثاني أثناء المسار بين الهدف والمستشعر.

ت- التفاعل مع الأهداف:

بمجرد الوصول إلى الهدف، تتفاعل الطاقة مع سطح الهدف. تعتمد طبيعة هذا التفاعل على خصائص الإشعاع و خصائص السطح.

ث- تسجيل الطاقة عن طريق جهاز الاستشعار:

بمجرد بث الطاقة أو انبعاثها من الهدف، يجب استشعارها عن بعد (بواسطة جهاز استشعار ليس على اتصال مع الهدف) ليتم تسجيلها أخيرًا .

ج- الارسل والاستقبال و التجهيز:

يتم نقل الطاقة المسجلة بواسطة المستشعر، غالبًا بالوسائل الإلكترونية، إلى محطة استقبال حيث يتم تحويل المعلومات إلى صور (رقمية أو فوتوغرافية).

ح- التفسير والتحليل:

التفسير المرئي و / أو الرقمي للصورة التي تمت معالجتها ضروري لاستخراج المعلومات التي يرغب المرء في الحصول عليها على الهدف.

خ- التطبيق:

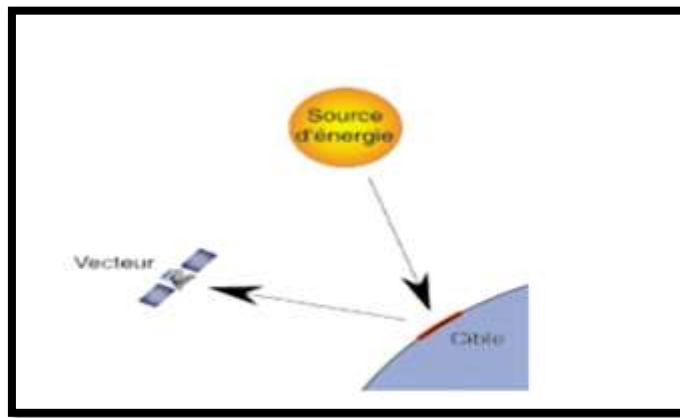
تتمثل الخطوة الأخيرة في العملية في استخدام المعلومات المستخرجة من الصورة لفهم الهدف بشكل أفضل، أو اكتشاف جوانب جديدة، أو المساعدة في حل مشكلة معينة .

هذه الخطوات السبع تغطي عملية الاستشعار عن بعد من البداية إلى النهاية[29].

2-3-2 المبدأ الأساسي للاستشعار عن بعد:

1-2-3-2 الهدف:

يشبه المبدأ الأساسي للاستشعار عن بعد مبدأ الرؤية البشرية. أعيننا هي مثال ممتاز على جهاز الاستشعار عن بعد، و نحن قادرون على تقدير كمية الطاقة وطبيعة الضوء المرئي المنعكس و الذي يصل إلينا في مجال عملنا واستنتاج المعلومات حول بيئتنا. يتم إنتاج هذه الطاقة من مصدر خارجي، وعادة ما تكون الشمس. الاستشعار عن بعد هو نتيجة للتفاعل بين ثلاثة عناصر أساسية هي: مصدر للطاقة، الهدف و اللاقط (الأقمار الصناعية، الرادار والطائرات، ...) انظر الشكل (7-2).



الشكل (7-2): المبدأ الأساسي للاستشعار عن بعد.

الهدف هو الجزء من سطح الأرض الذي يلاحظه القمر الصناعي. يمكن أن يختلف حجمه من بضعة عشرات من الكيلومترات إلى عدة آلاف [10].

2-2-3-2 مصدر الطاقة:

الطاقة هي العنصر الذي يضيء الهدف عن طريق إصدار موجة كهرومغناطيسية (تدفق الفوتون). يكون مصدر الطاقة هو الشمس، و مع ذلك تتطلب تكنولوجيا الرادار أن يكون المرسل على القمر الصناعي، وفي هذه الحالة يكون القمر الصناعي نفسه مصدراً للطاقة. من الممكن أيضاً قياس الحرارة التي تظهر على سطح الهدف (الأشعة تحت الحمراء الحرارية)، وفي هذه الحالة يكون الهدف هو مصدر الطاقة (على الرغم من أنه يتم تخزين الطاقة الشمسية وإعادة انبعاثها) [10].

2-3-2-3 الملاقط:

اللاقط هو منصة الاستشعار عن بعد التي تقيس الطاقة الشمسية (الإشعاع الكهرومغناطيسي) التي يعكسها الهدف. قد يكون اللاقط محمولا على القمر الصناعي أو على الطائرة، بحيث يبعد عن الهدف من بضعة مئات من الأمتار إلى 36000 كيلومتر. أجهزة الاستشعار على متن الأقمار الصناعية يمكنها قياس كمية الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس. عندما يلتقط القمر الصناعي الإشعاع المنعكس فقط، نتحدث عن الاستشعار عن بعد السلبي وعندما يصدر القمر الصناعي موجة نحو الهدف ويقاس الصدى، نتحدث عن الاستشعار عن بعد الفعال [10].

2-3-3 تطبيقات الاستشعار عن بعد:

أ- الزراعة:

من بين تطبيقات الاستشعار عن بعد للزراعة في المدن [30]:

- تحديد وتوقع كمية المحاصيل الزراعية؛
- رسم الخرائط لتحديد المناطق الزراعية ؛ اكتشاف الآفات الزراعية وأمراض النباتات والأشجار؛
- دعم وضع سياسة محددة للحفاظ على المناطق الزراعية والتلوث من خلال الرصد المستمر؛
- مكافحة التصحر؛
- مكافحة حرائق الغابات.

ب- الجيولوجيا:

الجيولوجيا هي دراسة شكل الأرض والهياكل وقشرة الأرض ، وتهدف إلى فهم العمليات الفيزيائية التي تعدل قشرة الأرض. عموما ينظر إليها على أنها استكشاف و استغلال الموارد المعدنية والبتروولية بهدف تحسين الظروف المعيشية للمجتمع [30]، مثل:

- رسم الخرائط الجيولوجية؛
- تحديد البراكين وهزات الأرضية؛
- البحث عن الموارد الطبيعية والمواد الخام؛
- استكشاف واستغلال المجاميع (الرمال والحصي).

ج- الهيدرولوجيا:

الهيدرولوجيا هي دراسة الماء على الأرض، سواء كانت تتساقط على السطح أو مجمدة على شكل جليد أو ثلج أو محاصرة في الأرض. ترتبط الهيدرولوجيا بشكل طبيعي بالعديد من تطبيقات الاستشعار عن بعد، لا سيما الغابات والزراعة واستخدام الأراضي، لأن الماء عنصر مهم في كل من هذه المناطق. فيما يلي بعض تطبيقات الاستشعار عن بعد في مجال الهيدرولوجيا [30]:

- رسم الخرائط ورصد الأراضي الرطبة؛

- تقييم رطوبة التربة؛

- رصد ورسم خرائط لمدى سطح الثلج؛

- رسم الخرائط ورصد الفيضانات والجداول.

د- الأرصاد الجوية والمناخ:

تطبيقات الاستشعار عن بعد في مجال الأرصاد الجوية عديدة، ويمكننا ذكر منها [30]:

- تتبع حركة وتطور السحب؛

- تتبع المتغيرات المناخية مثل درجة حرارة السطح، وسرعة الرياح، وأحداث الغبار... إلخ؛

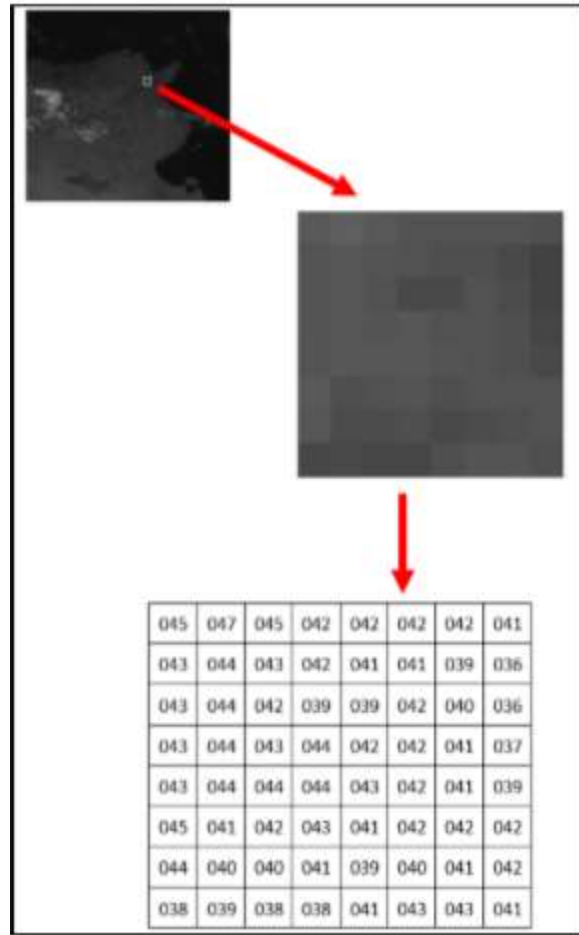
- دراسة التلوث الجوي؛

- المساعدة في التنبؤ بالطقس وهو أكثر وأكثر دقة.

2-4 وصف صور الأقمار الصناعية (المرئيات الفضائية):

من المهم أن نفرق بين مصطلحي الصور والمرئيات في الاستشعار عن بعد فالمرئية تعبر عن التمثيل الصوري بغض النظر عن طول الموجة أو الجهاز المستخدم في بيان وتسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية، أما الصورة فتعود إلى نوع محدد من المرئيات وهي التي تم استخدام الأفلام لبيان وتسجيل الطاقة. ومن هنا يمكننا القول أن كل الصور هي مرئيات بينما ليست كل المرئيات صوراً [14,13].

يمكن للصور الفوتوغرافية أن يتم تمثيلها وعرضها بشكل رقمي أيضاً عن طريق تقسيمها إلى مساحات متساوية الحجم والشكل يدعى كل منها البيكسل كما يمثل الشكل (2-8) لكل خلية رقم يمثل كم الإشعاع المنعكس من مساحة سطح الأرض التي تمثلها الخلية.



الشكل (8-2): الصورة الرقمية.

5-2 وصف تأثيرات الغلاف الجوي و الأرض على ملاحظات الأقمار الصناعية (برنامج المحاكاة 6S):

برنامج المحاكاة 6S أو المحاكاة الثانية لإشارة القمر الصناعي في الطيف المرئي:

(Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum)

هو أحد برامج الانتقال الإشعاعي التي تهدف إلى حساب التصحيحات الجوية للإشارة الملتقطة من طرف الأقمار الصناعية. فيما يلي نسرد وصف تأثيرات الغلاف الجوي و الأرض على ملاحظات الأقمار الصناعية حسب هذا البرنامج [6]:

5-2- تأثيرات الامتصاص:

في الطيف الشمسي، يرجع الامتصاص الغازي في الغلاف الجوي أساساً إلى:

- الأكسجين (O_2)؛

• الأوزون (O_3)؛

• بخار الماء (H_2O)؛

• ثاني أكسيد الكربون (CO_2)؛

• الميثان (CH_4)؛

• أكسيد النيتروز (N_2O).

O_2 و CO_2 و CH_4 و N_2O يفترض أنها ثابتة ومختلطة بشكل منتظم في الغلاف الجوي، بينما تعتمد تركيزات H_2O و O_3 على حسب الوقت و الموقع. العنصرين الأخيرين هما الأكثر أهمية في دراستنا.

تمتص الغازات الإشعاع عن طريق تغيرات الحالة الدورانية أو الاهتزازية أو الإلكترونية. تباينات الطاقة الدورانية ضعيفة وتتوافق مع انبعاث أو امتصاص الفوتونات ذات التردد الضعيف، و التي تتواجد بعد ذلك في الميكروويف أو في مجال الأشعة تحت الحمراء البعيدة. تتوافق الانتقالات الاهتزازية مع طاقة نموذجية أكبر من أجل طيف الأشعة تحت الحمراء القريبة. يمكن أن تحدث أيضاً مع الانتقالات الدورانية ثم تؤدي إلى ظهور نطاقات اهتزازية-دورانية. أخيراً، الانتقالات الإلكترونية تتوافق مع طاقة أكثر أهمية وتؤدي إلى ظهور نطاقات امتصاص أو انبعاث في المجال المرئي أو مجال الأشعة فوق البنفسجية. ونظراً لأن هذه الانتقالات تحدث بقيم متقطعة، فإن معاملات الامتصاص تتغير بسرعة كبيرة مع التردد وتقدم بنية معقدة للغاية.

2-5-2 تأثير التشتت:

2-5-2-1 حالة مسار لامبرتي منتظم:

في الخطوة الأولى، بافتراض أن السطح ذو انعكاس لامبرتي منتظم و أن الجو منتظم أفقياً، سيتم التعبير عن الكميات المقاسة من خلال معامل الانعكاس المكافئ ρ^* ، والذي يعرف بـ :

$$\rho^* = \frac{\pi L}{\mu_s \cdot E_s} \quad (1.2)$$

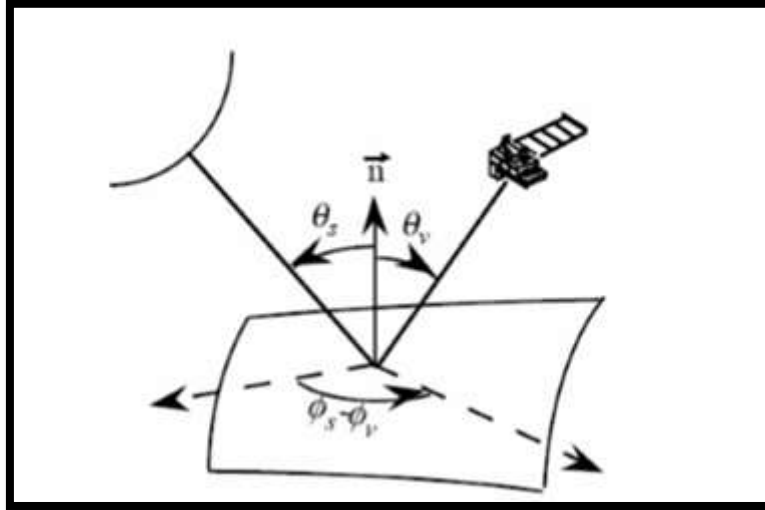
حيث:

L : هو الإشعاع المقاس (درجة اللعان).

E_s : الإشعاع الشمسي الوارد من خارج الغلاف الجوي.

$\mu_s = \cos(\theta_s)$ ، بحيث:

θ_s : تمثل زاوية سمت الشمس.



الشكل (2-9): انعكاس الإشعاع الشمسي في حالة هدف لامبرتي منتظم.

من الملائم التعبير عن الإشارة التي يستقبلها القمر الصناعي كتابع للأوامر المتتالية للتفاعلات الإشعاعية في النظام المقترن سطح-غلاف جوي.

أما بالنسبة للإضاءة السطحية، لدينا المساهمات الآتية:

- الإشعاع الشمسي المباشر النازل و الموهن بواسطة الغلاف الجوي E_{sol}^{dir} :

$$E_{sol}^{dir} = \mu_s E_s e^{-\tau/\mu_s} \quad (2.2)$$

- الإشعاع الشمسي المشتت أو المنتشر النازل E_{sol}^{diff} ، مستقل عن خصائص السطح، و يلاحظ من خلال معامل نفاذية التشتت $t_d(\theta_s)$:

$$t_d(\theta_s) = \frac{E_{sol}^{diff}}{\mu_s \cdot E_s} \quad (3.2)$$

- هناك إشعاع مشتت ثاني ناتج عن الأسطح المجاورة للهدف بحيث يوافق الانعكاسات المتتالية و التشتت للإشعاع الشمسي بين السطح و الغلاف الجوي. إذا رمزنا للألبيدو الكروي للغلاف الجوي بالرمز S ، فيمكننا كتابة هذا المكون كالآتي:

$$[e^{-\tau/\mu_s} + t_d(\theta_s)] [\rho_t S + \rho_t^2 S^2 + \dots]$$

كما يمكننا كتابة الإشعاع الكلي على مستوى السطح في شكله التنظيمي على النحو التالي:

$$T(\theta_s)/[1 - \rho_t S]$$

حيث:

$T(\theta_s)$: يمثل معامل النفاذية الكلية و يعطى كالاتي:

$$T(\theta_s) = e^{-\tau/\mu_s} + t_d(\theta_s) \quad (4.2)$$

• مساهمة الإشعاع الشمسي الكلي (المباشر + المنتشر) المنعكس من السطح و النافذ مباشرة من السطح إلى المستشعر، معبرا عنه بـ $e^{-\tau/\mu_s}$ مع $\mu_v = \cos(\theta_v)$ حيث v تمثل زاوية الرؤيا.

• مساهمة الإشعاع الشمسي المنعكس من طرف الغلاف الجوي المعبر عنه بدلالة معاملات الانعكاس من خلال الدالة:

$$\rho_a(\theta_s, \theta_v, \varphi_s, \varphi_v)$$

• مساهمة الأسطح المجاورة التي تعكس التدفق الكلي (المباشر + المنتشر) النازل، حيث يصل الإشعاع إلى المستشعر عن طريق التشتت، نشير لمعامل نفاذية التشتت الجوي الجديد بـ $t'_d(\theta_v)$

لذلك يمكن تعبير عن معامل الانعكاس الظاهري ρ^* على مستوى القمر الصناعي على نحو التالي:

$$\begin{aligned} \rho^*(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) &= \rho_a(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) + \frac{T(\theta_s)}{1 - \rho_t S} \left(\rho_t e^{-\frac{\tau}{\mu_v}} + \rho_t t'_d(\theta_v) \right) \end{aligned} \quad (5.2)$$

وفقا لمبدأ التبادل تكون الدالتان $t_d(\theta_s)$ و $t'_d(\theta_v)$ متماثلتان، إذن يمكن كتابة ρ^* بالشكل التالي:

$$\rho^*(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) = \rho_a(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) + \frac{\rho_t}{1 - \rho_t S} T(\theta_s) T(\theta_v) \quad (6.2)$$

حيث:

$$T(\theta_v) = e^{-\tau/\mu_v} + t_d(\theta_v) \quad (7.2)$$

2-2-5-2 الدالة البيئية:

دعنا نفترض أن الانعكاس السطحي غير منتظم. أولاً، سنعتبر هدف صغير M ذو معامل انعكاس $\rho_c(M)$ مع معامل انعكاس بيئي منتظم $\rho_e(M)$ للأسطح المجاورة. في هذه الحالة تكتب عبارة ρ^* كالاتي:

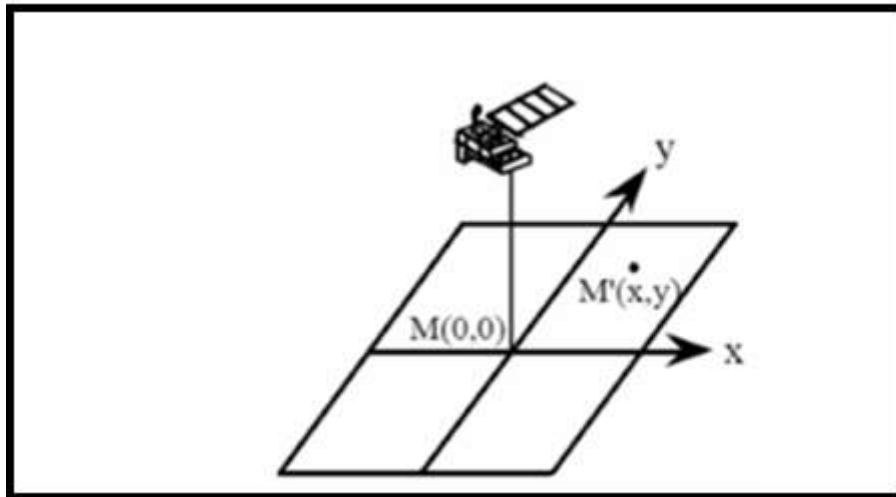
$$\begin{aligned}\rho^*(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) \\ &= \rho_a(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) \\ &+ \frac{T(\theta_s)}{1 - \rho_e S} \left(\rho_c(M) e^{-\tau/\mu_v} + \rho_e(M) t_d(\theta_v) \right) \quad (8.2)\end{aligned}$$

إذا اعتبرنا الآن أن معامل الانعكاس البيئي غير منتظم فإننا سنحافظ على نفس الشكل السابق لـ ρ^* ، فقط ينبغي علينا ادخال معامل الانعكاس البيئي الجديد $\langle \rho(M) \rangle$ و الذي يمثل المتوسط المكاني لمعاملات الانعكاس لكل الأسطح المجاورة.

$$\begin{aligned}\rho^*(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) \\ &= \rho_a(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v) \\ &+ \frac{T(\theta_s)}{1 - \langle \rho(M) \rangle S} \left(\rho_c(M) e^{-\tau/\mu_v} + \langle \rho(M) \rangle t_d(\theta_v) \right) \quad (9.2)\end{aligned}$$

هذا المتوسط المكاني يجب موازنته من خلال دالة الغلاف الجوي التي تأخذ بعين الاعتبار كفاءة النقطة M' وفقا للمسافة من النقطة M (الشكل 10-2)، بحيث تعطى عبارته على النحو التالي:

$$\langle \rho(M) \rangle = \frac{1}{t_d(\theta_v)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \rho'(X, Y) e(X, Y, \theta_v) dX dY \quad (10.2)$$



الشكل (10-2): نقاط الهدف M و M' .

حيث:

M تمثل المبدأ لنظام الاحداثيات X و Y.

$\rho'(X, Y)$: تمثل معامل الانعكاس عند النقطة $M'(X, Y)$.

$e(X, Y, \theta_v)$: تمثل المساهمة في النفاذ الجوي المنتشر $t_d(\theta_v)$ في وحده المساحة لمصدر إيزوتروبي عند النقطة $M'(X, Y)$.

3-2-5-2 معامل الانعكاس الذاتي للغلاف الجوي:

من أجل معامل انعكاس ذاتي للغلاف الجوي الملاحظ على هدف أسود، يمكن كتابة $\rho_r + \rho_a$ كمجموع لمساهمات الهباء الجوي و رايلي، حيث أن هذا الاعتبار غير صالح عند الأطوال الموجية القصيرة (أي أقل من $0.45\mu m$) أو في حالة الزوايا السمتية الكبيرة للشمس و للرؤيا.

أ- رايلي:

• معامل الانعكاس الجوي:

بالنسبة للتشتت الإيزوتروبي، بين العالم *Chandrasekhar* عام 1960 كيف أن الحلول المستمدة من أجل السماكات البصرية الصغيرة τ قد يمتد إلى قيم أكبر لـ τ ، حيث عبر عن معامل الانعكاس الجوي $\rho_a(\mu_s \cdot \mu_v, \varphi_v - \varphi_s)$ كالآتي:

$$\rho_a(\mu_s \cdot \mu_v, \varphi_v - \varphi_s) = \rho_a^1(\mu_s \cdot \mu_v, \varphi_v - \varphi_s) + (1 - e^{-\tau/\mu_s})(1 - e^{-\tau/\mu_v})\Delta(\tau) \quad (11.2)$$

حيث:

$\rho_a^1(\mu_s \cdot \mu_v, \varphi_v - \varphi_s)$: تمثل مساهمة التشتت الفردي بينما الحد الثاني يمثل الحسابات بشكل كبير من أجل الدرجات الأعلى للتشتت.

في برنامج المحاكاة 6S يستخدم هذا النهج لحساب معامل انعكاس التشتت الجزيئي.

• دالة النفاذ:

تشير دالة النفاذ إلى التدفق النظمي المقاس على السطح. هناك العديد من العبارات التقريبية استنادا إلى الطرق ثنائية التيار لحساب التدفق النفاذ. تعتمد دقة هذه العبارات على خصائص التشتت للطبقة الجوية (السحب السميكة أو الرقيقة، أو الهباء الجوي) و على الشروط الهندسية. تم اختيار طريقة دلتا إدينغتون

$\omega_0=1$ و معامل التباين g يساوي الصفر، نكتب إذن:

$$T(\mu) = \frac{\left[\frac{2}{3} + \mu\right] + \left[\frac{2}{3} - \mu\right] e^{-\tau/\mu}}{\frac{4}{3} + \tau} \quad (12.2)$$

حيث:

μ : يمثل جيب التمام لزاوية سمت الشمس و/أو الرؤيا.

τ : يمثل السمك البصري.

• الألبيدو الكروي:

في حالات الانحفاظ مثل التشتت الجزيئي، تعطى عبارة الألبيدو الكروي s كالاتي:

$$s = 1 - \int_0^1 \mu T(\mu) d\mu \quad (13.2)$$

من خلال المعادلة (12.2) و (13.2) يمكن كتابة عبارة الألبيدو الكروي على الشكل التالي:

$$s = \frac{1}{4 + 3\tau} [3\tau - 4E_3(\tau) + 6E_4(\tau)] \quad (14.2)$$

حيث:

$E_3(\tau)$ و $E_4(\tau)$: تماثل التكاملات الأسية من أجل الوسيط τ .

ب- الهباء الجوي:

بالنسبة للهباء الجوي، يتم حساب عوامل التشتت البصري باستخدام نماذج محددة مسبقا، قاري، بحري، حضري، أو نموذج تحدد مكوناته من طرف المستخدم.

4-2-5-2 محاكاة الهدف المرتفع:

بالنسبة لهدف مستواه يختلف عن مستوى سطح بحر، يمكن كتابة عبارة ρ^* على هذا النحو:

$$\begin{aligned} \rho^*(\theta_s, \theta_v, \varphi_s - \varphi_v, z_t) \\ = T_g(\theta_s, \theta_v, z_t) \left[\rho_r(z_t) + \rho_a \right. \\ \left. + \frac{\rho_t}{1 - S(z_t)\rho_t} T(\theta_v, z_t) T(\theta_s, z_t) \right] \quad (15.2) \end{aligned}$$

يشير ارتفاع الهدف أو الضغط إلى كمية التشتت فوق الهدف (الجزينات و الهباء الجوي) وكمية الغازات الماصة. يتم التعامل مع ارتفاع الهدف z_t بالطريقة التالية: بعد اختيار النموذج الجوي و ارتفاع الهدف أو الضغط، يتم حساب نموذج جوي جديد استنادا للارتفاع على مستوى الهدف و الاستكمال إذا لزم الأمر. و بهذه الطريقة، يتم الحساب الدقيق للعوامل الجوية.

• الامتصاص الغازي:

في معظم الحالات، قد يمكن تعديل المحتوى الكلي فقط. للمستخدم الخيار في ادخال المحتوى الكلي لـ H_2O و O_3 ، و لكن في هذه الحالة، يجب أن تكون الكمية المدخلة متماثلة للمستوى المقاس أو المقدر في موقع الهدف. إن تأثير الامتصاص بواسطة O_3 ليس حساسا لارتفاع الهدف، نظرا لأن طبقة الأوزون تقع في مستويات عليا للغلاف الجوي، ولا يؤدي تغير ارتفاع الهدف إلى تعديل هذا التأثير. أما في حالة امتصاص بواسطة H_2O فإن الارتفاع (ارتفاع الهدف) له تأثير مهم، لأن معظم بخار الماء يقع في طبقات الغلاف الجوي السفلى. ومع ذلك، لا يمكن تعميم دقة الحساسية لتأثير ارتفاع الهدف على امتصاص بخار الماء لأنه كمية بخار الماء في الجو متغيرة.

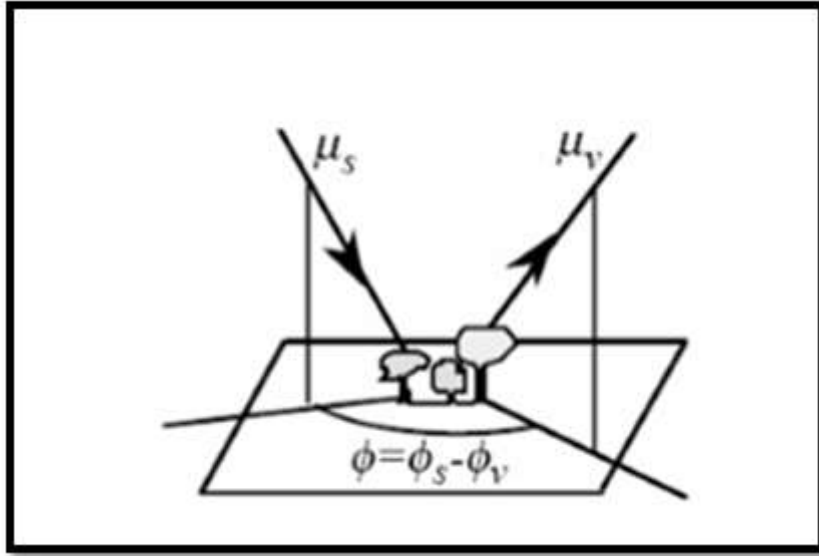
• دالة التشتت:

يتم الأخذ بعين الاعتبار تأثير ارتفاع الهدف على السمك البصري الجزيئي في برنامج المحاكاة 6S. تقريب جيد، إذا لزم الأمر، هو اعتبار أن τ_r متناسب مع الضغط عند مستوى الهدف. عند ادخال كمية و أنواع الهباء الجوي كعوامل، فإن خصائص الهباء الجوي تعتمد ضمنا على ارتفاع الهدف لأنها تقاس عند موقع الهدف.

5-2-5-2 تأثير اتجاه الهدف - دالة التوزيع لمعامل الانعكاس الثنائي الاتجاه BRDF:

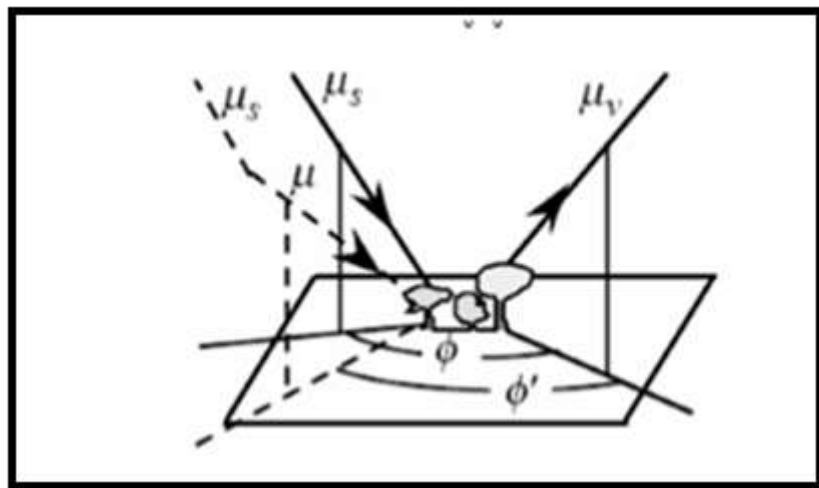
في برنامج المحاكاة 6S تتم المعالجة المقترنة لـ BRDF مع الغلاف الجوي، حيث يمكن تفكيك مساهمة الهدف على الإشارة عند أعلى الغلاف الجوي إلى النقاط الأربعة الاتية:

- ينتقل الإشعاع الشمسي مباشرة من الشمس إلى الهدف وينعكس مباشرة إلى المستشعر، كما هو موضح في الشكل (2-11).



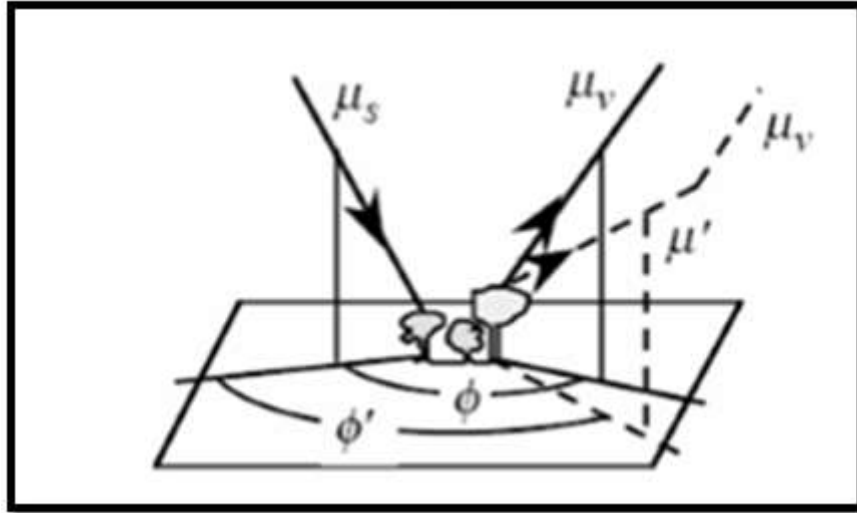
الشكل(11-2): مسار الإشعاع الشمسي مباشرة من الشمس إلى الهدف و بعد ذلك ينعكس إلى المستشعر.

- الإشعاع المنتشر بواسطة الغلاف الجوي ينعكس بواسطة الهدف و ينفذ مباشرة إلى المستشعر، كما هو موضح في الشكل (12-2).



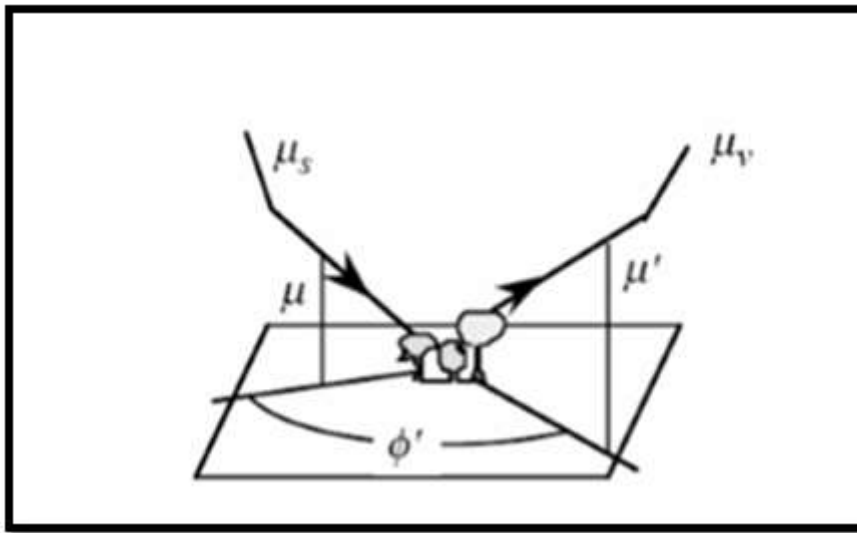
الشكل(12-2): مسار الإشعاع الشمسي المنتشر بواسطة الغلاف الجوي و الذي ينعكس بواسطة الهدف نحو المستشعر.

- الإشعاع الشمسي الذي ينفذ مباشرة إلى الهدف ولكن ينتشر عن طريق الجو في طريقه إلى المستشعر، كما هو موضح في الشكل (13-2).



الشكل (13-2): مسار الإشعاع الشمسي الذي ينفذ مباشرة إلى الهدف ولكن ينتشر عن طريق الجو في طريقه إلى المستشعر.

- الإشعاع الشمسي الذي له تفاعل على الأقل مع الجو وواحد مع الهدف، كما هو موضح في الشكل (2-14) [6]



الشكل (14-2): مسار الإشعاع الشمسي الذي له تفاعل مع الجو وواحد مع الهدف.

2-6 تأثيرات الغلاف الجوي و الأرض على ملاحظات الأقمار الصناعية باستخدام النموذج التحليلي ذو النطاق العريض:

نريد هنا عرض نموذج اخر بسيط يسمح لنا بدراسة تأثير عوامل الأرض و الجو على درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي. هذا النموذج يمكن من حساب درجة اللمعان L على مستوى القمر الصناعي كالاتي [31]:

$$L = \frac{\rho_p E_s \cos \theta_z}{\pi} \quad (16.2)$$

حيث:

ρ_p : يمثل الألبيدو الظاهري.

E_s : تمثل الاشعاع الشمسي الوارد خارج الغلاف الجوي.

θ_z : زوايه سمت الشمس.

الألبيدو الظاهري ρ_p يمكن حسابه كالاتي:

$$\rho_p = a + b - \rho_s \quad (17.2)$$

حيث:

ρ_s : يمثل معامل انعكاس السطح (الهدف).

$$a = 0.00035e^{(\theta_z/14.247)} + 0.03353$$

$$b = -0.00057e^{\left(\frac{\theta_z}{13.967}\right)} + 0.7749$$

بالنسبة لمعامل انعكاس السطح (الهدف) ρ_s يمكن استخراجها باستعمال العلاقة الاتية :

$$G = E_s \cos(\theta_z) \frac{1 - \alpha_w - \alpha_{o_3} + \alpha_w - \alpha_{o_3} - \rho_p}{1 - \rho_s} \quad (18.2)$$

حيث: G تمثل الاشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح أفقي (الهدف)، α_w و α_{o_3} يمثلان معاملي الامتصاص من طرف بخار الماء والاوزون على التوالي ويكن حسابهما كالاتي:

$$\alpha_w = \frac{0.29 \cdot AM \cdot W}{(1 + 14.15 \cdot AM \cdot W)0.635 + 0.5925 \cdot AM \cdot W}$$

$$\alpha_{o_3} = \frac{0.1082 \cdot AM \cdot I}{1 + 13.96(AM \cdot I)^{0.805}} + \frac{0.00658 \cdot AM \cdot I}{1 + (10.36 \cdot AM \cdot I)^3} + \frac{0.00218}{1 + 0.0042 \cdot AM \cdot I + 3.23 \cdot 10^{-6}(AM \cdot I)^2}$$

حيث:

AM : تمثل الكتلة الهوائية.

W : تمثل محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار ماء (mm).

I : السمك البصري لطبقة الاوزون (mm).

الخلاصة:

قمنا في هذا الفصل بالتعرف على علم الاستشعار عن بعد، فهو ذلك العلم الذي يهتم بإنجاز تطبيقي لأجهزة الطاقة الكهرومغناطيسية لإمكانية الحصول بواسطتها على المعلومات عن أهداف بعيدة على سطح الأرض ودراسة إمكانية الاستفادة من تلك المعلومات في الأغراض العلمية والعملية، فهذا الأخير يهتم بدراسة الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة، في حين يعتبر الإشعاع الشمسي مصدر أساسي للطاقة التي تنطلق منها لتمر عبر الغلاف الجوي والذي يحدث على مستواه إحدى الآليتين إما آلية التشتت التي تسمح بتشتت الأشعة عندما تصطدم بمكونات الغلاف الجوي، أو آلية الامتصاص التي تعبر عن تأثير الغلاف الجوي على الأشعة المارة به، من خلال هذا تطرقنا في هذا الفصل إلى أهم التأثيرات الناتجة عن الغلاف الجوي والأرض على ملاحظات الأقمار الصناعية، و ذلك حسب برنامج المحاكاة 6S أو المحاكاة الثانية لإشارة القمر الصناعي في الطيف المرئي و أيضا حسب النموذج التحليلي ذو النطاق العريض.

الجزء التجريبي

الفصل الثالث:

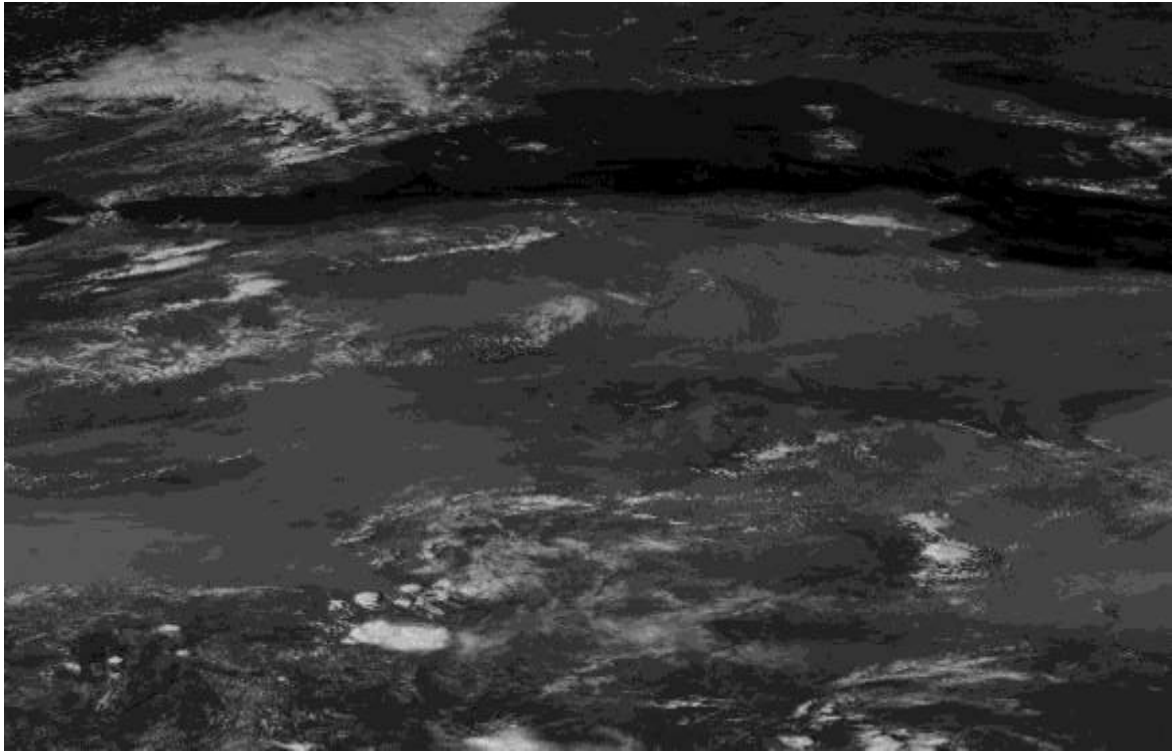
النتائج والمناقشة

3-1 منطقة الدراسة و معطيات الأقمار الصناعية:

تقع منطقة الدراسة ولاية الوادي في الجنوب الشرقي للقطر الجزائري، حيث تبلغ مساحتها 44586.8 كلم²، يحدها من الشمال ولاية تبسة، خنشلة، من الجنوب ولاية ورقلة، و من الشرق الجمهورية التونسية، ومن الغرب ولاية الجلفة وبسكرة و ورقلة، تقع الولاية فلكيا بين دائرتي عرض 31° و 34° وبين خطي طول 6° و 8° شرقا [32].

البيكسل المدروس يقع في هذه المنطقة حيث إحداثياته الجغرافية (33.14°N ; 7.25°E).

صور الأقمار الصناعية المستعملة في هذا العمل هي ملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي متيوسات-7. هذا القمر الصناعي واثناء التقاطه للصور من الفضاء وعلى مدار شبه دائري وعلى ارتفاع يقدر بحوالي 36000 Km يدور حول محوره الأساسي والموازي لمحور الشمال والجنوب للأرض وذلك بـ100 دوره لكل دقيقة [17]. لقراءة هذه الصور استعملنا برنامج Bilko. في الشكل (3-1) قمنا بتمثيل الصورة الملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي متيوسات-7 في يوم 13 سبتمبر 1999 على 00:14 بالتوقيت العام. من خلال الصورة المبينة في الشكل نلاحظ أن سطح البحر هو عاكس ضعيف للإشعاع الشمسي بينما المناطق التي تعلوها الغيوم لها معامل انعكاس كبير للغاية للإشعاع الشمسي. نلاحظ أنه بالنسبة لسطح الأرض أن معامل الانعكاس يختلف حسب طبيعة الأرض.



الشكل (3-1): صورة ملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي متيوسات-7 في يوم 13 سبتمبر 1999 على الساعة 00:14 توقيت عام.

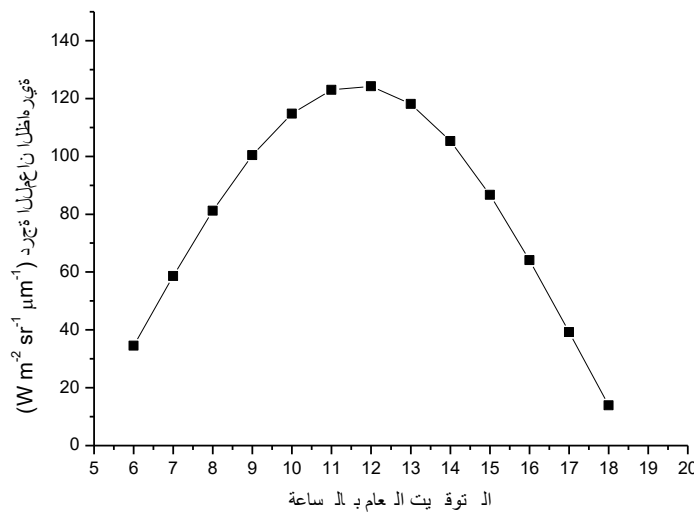
2-3 دراسة تأثير عوامل الأرض و الجو على الإشارة الملتقطة من طرف متبوسات باستخدام برنامج المحاكاة 6S:

1-2-3 التغير اليومي لدرجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي:

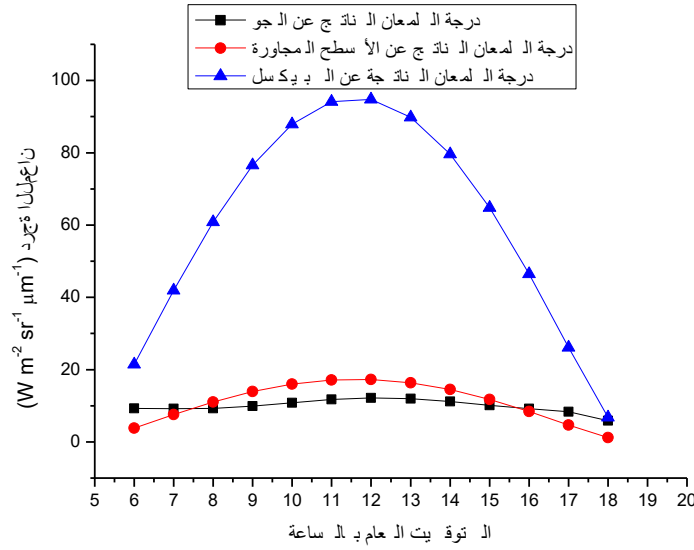
لدراسة التغير اليومي لدرجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي تم اختيار في دراستنا يوم صافي وذلك في 15 جويلية 2015 حيث تم افتراض أولا جو من النوع خطوط العرض الوسطى خلال الصيف، وأيضا تم اختيار نموذج للهباء الجوي من النوع الصحراوي مع رؤية قدرها 45 km، في حين تم أخذ ارتفاع مستوى سطح الهدف بالنسبة لمستوى سطح البحر يساوي 63 m، و بطبيعة الحال استخدام القناة المرئية الخاصة بالقمر الصناعي متبوسات-7. وأخيرا تم افتراض أن السطح متجانس بدون تأثيرات اتجاهيه مع معامل انعكاس للأرض قدره 0.35.

في الشكل (2-3) قمنا بتمثيل التغير اليومي لدرجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 بالنسبة لبيكسل الوادي. نلاحظ من خلال المنحنى ارتفاع قيم درجة اللمعان الظاهرية من السادسة صباحا إلى منتصف النهار ثم تتناقص بعد ذلك. حيث تأخذ قيمة أعظمية توافق تقريبا $127 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ عند الساعة 12 زوالا. و ذلك راجع إلى أن كمية الإشعاع الشمسي المنعكس تكون كبيرة في منتصف النهار.

في الشكل (3-3) قمنا بتمثيل التغير اليومي لدرجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة، والبيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 بالنسبة لبيكسل الوادي. نلاحظ من خلال المنحنيات المبينة في الشكل قيم مرتفعة لدرجة اللمعان الناتجة عن البيكسل مقارنة بتلك الناتجة عن الجو والأسطح المجاورة، حيث يظهر لنا جليا أنه من الساعة السادسة إلى غاية السابعة صباحا، ومن الساعة الرابعة إلى غاية السادسة مساء تكون درجة اللمعان الناتجة عن الجو أكبر من تلك الناتجة عن الأسطح المجاورة، بينما خلال الساعات الأخرى درجة اللمعان ناتجة عن الأسطح المجاورة تكون أكبر من تلك ناتجة عن الجو.



الشكل (2-3): التغير اليومي لدرجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015، بيكسل الوادي.



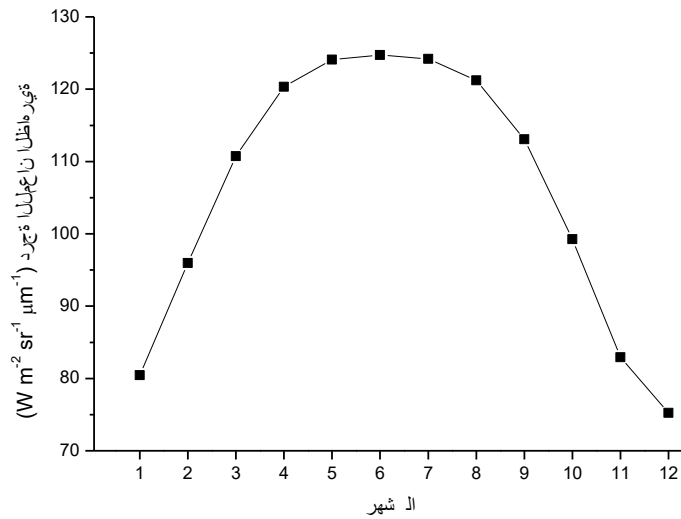
الشكل (3-3): التغير اليومي لدرجات اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015، بيكسل الوادي

2-2-3 التغير السنوي لدرجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي:

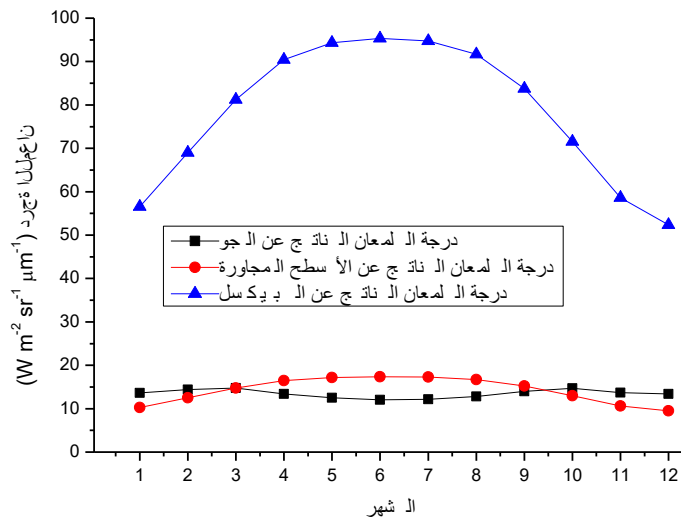
لدراسة التغير السنوي لدرجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي تم اختيار يوم 15 من كل شهر على الساعة 12:00 توقيت عام مع استعمال نفس الفرضيات السابقة الخاصة بعوامل الأرض و الجو.

في الشكل (3-4) قمنا بتمثيل التغير السنوي لدرجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 من كل شهر على الساعة 12 توقيت عام بالنسبة لبيكسل الوادي. من الواضح أن درجة اللمعان تتغير بطريقة متزايدة إلى أن تصل قيمة أعظمية تقريبا $124 W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ توافق الأشهر ماي، جوان و جويلية، وتتناقص بعد ذلك. والسبب في ذلك راجع إلى أن كمية الإشعاع الشمسي المنعكس تكون كبيرة خلال فصل الصيف.

في الشكل (3-5) قمنا بتمثيل التغير السنوي لدرجات اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة والبيكسل على التوالي ليوم 15 من كل شهر على الساعة 12 توقيت العام. نلاحظ في هذا الشكل قيم متباينة لدرجة اللمعان، حيث أن قيم درجة اللمعان الناتجة عن البيكسل أكبر من قيم درجة اللمعان الناتجة عن الأسطح المجاورة وقيم هذه الأخيرة أكبر من قيم درجة اللمعان الناتجة عن الجو. لكن هناك استثناء بالنسبة للأشهر جانفي، فيفري، أكتوبر، نوفمبر وديسمبر حيث تكون درجة اللمعان الناتجة عن الجو أكبر من تلك الناتجة عن الأسطح المجاورة.



الشكل (3-4): التغير السنوي لدرجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 من كل شهر على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.



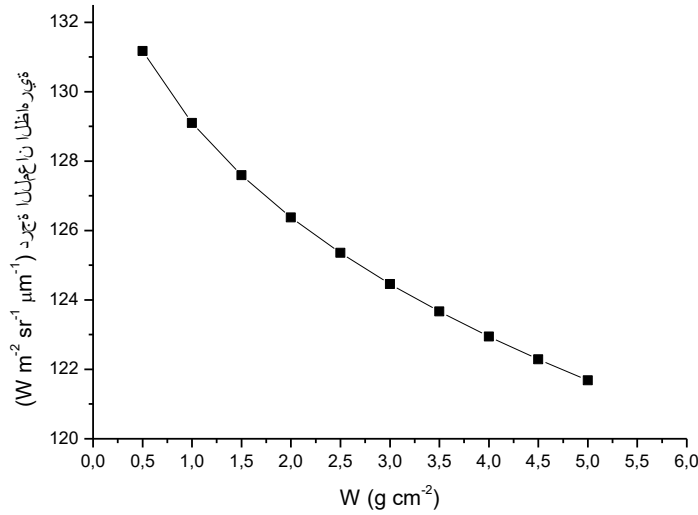
الشكل (3-5): التغير السنوي لدرجات اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 من كل شهر على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.

3-2-3 دراسة تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان:

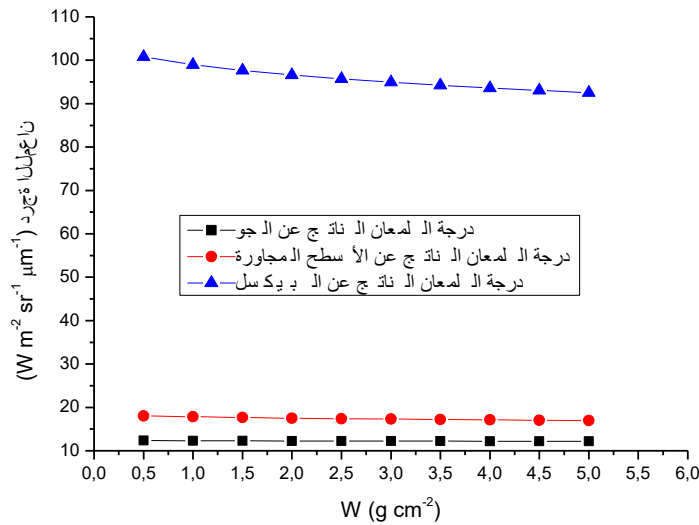
لدراسة تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان تم اختيار في دراستنا يوم صافي وذلك في 15 جويلية 2015، حيث تم افتراض أولا أن السمك البصري لطبقة الأوزون يساوي 0.3cm ، و أيضا نموذج للهباء الجوي من النوع الصحراوي مع رؤيا قدرها 45km، في حين تم أخذ ارتفاع مستوى سطح الهدف بالنسبة لمستوى سطح البحر يساوي 63m، و تم استخدام القناة المرئية الخاصة بالقمر الصناعي متيوسات-7. وأخيرا تم اعتبار أن السطح متجانس و بدون تأثيرات اتجاهية مع معامل انعكاس للأرض قدره 0.35.

في الشكل (3-6) مثلنا تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي على الساعة 12:00 توقيت عام بالنسبة لبيكسل الوادي. نلاحظ من خلال الشكل أنه كلما زاد محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء نقصت درجة اللمعان الظاهرية حيث أن زيادة في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء من 0.5 إلى 5 g cm^{-2} يوافقها انخفاض في درجة اللمعان الظاهرية تقريبا من 131 إلى $122 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ ، و السبب في ذلك راجع إلى زيادة في حدوث عمليتي الامتصاص و التشتت الناتج عن بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي.

في الشكل (3-7) مثلنا تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي ليوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام. حيث أظهر لنا الشكل أن هناك تناقص أكثر حدة لدرجة اللمعان الناتج عن البيكسل مقارنة بدرجة اللمعان الناتجة عن الجو والأسطح المجاورة.



الشكل (3-6): تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، ببيكسل الوادي



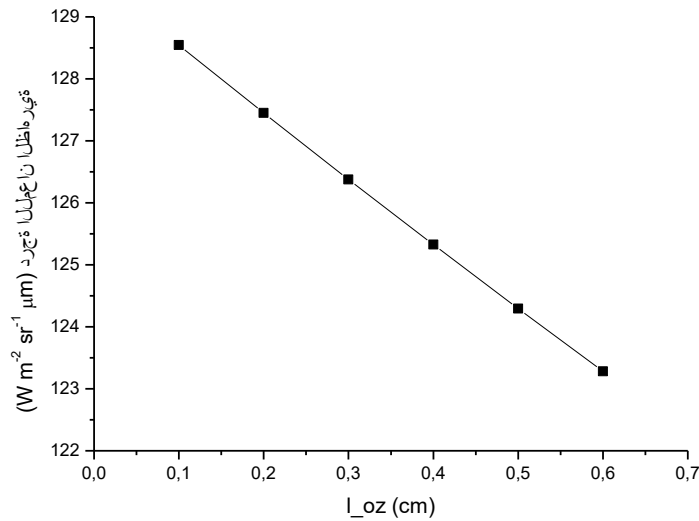
الشكل (3-7): تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.

4-2-3 دراسة تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو على درجة اللمعان:

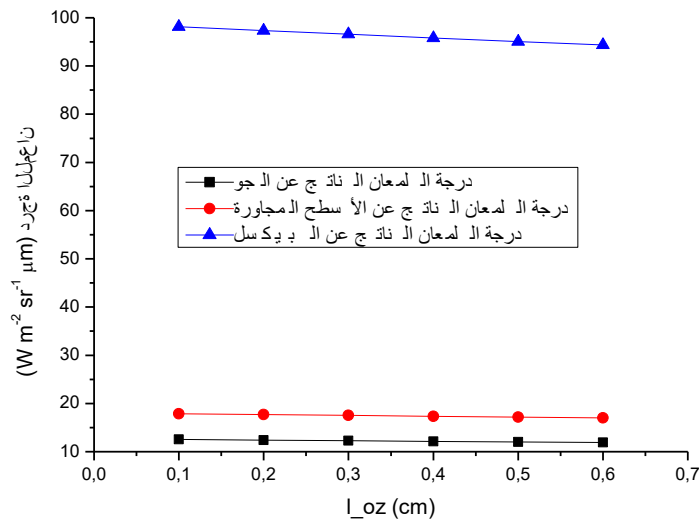
لدراسة تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو على درجة اللمعان تم اختيار في دراستنا يوم صافي وذلك في 15 جويلية 2015، حيث تم افتراض أولا أن المحتوى الكلي للغلاف الجوي من بخار الماء يساوي 2cm ، وأيضا نموذج للهباء الجوي من النوع الصحراوي مع رؤيا قدرها 45km، في حين تم اعتبار ارتفاع مستوى سطح الهدف بالنسبة لمستوى سطح البحر يساوي 63m، و استخدام القناة المرئية الخاصة بالقمر الصناعي متيوسات-7. و أخيرا تم اعتبار أن السطح متجانس و بدون تأثيرات اتجاهيه مع معامل انعكاس للأرض قدره 0.35.

في الشكل (3-8) مثلنا تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام. نلاحظ من الشكل نقصان تدريجي لدرجة اللمعان بزيادة السمك البصري لطبقة الأوزون حيث أن زيادة في السمك البصري لطبقة الأوزون من 0.1 إلى 0.6 cm يوافقها انخفاض في درجة اللمعان الظاهرية تقريبا من 128.5 إلى $123.3 W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$. و السبب في ذلك راجع إلى زيادة في حدوث عمليتي الامتصاص و التشتت الناتج عن طبقة الأوزون في الجو.

في الشكل (3-9) مثلنا تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام. أظهر لنا الشكل تناقص في درجة اللمعان الناتجة عن البيكسل، في حين هناك تناقص طفيف لدرجة اللمعان ناتجة عن الجو والأسطح المجاورة، و ذلك بزيادة قيمة السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو.



الشكل (8-3): تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.



الشكل (9-3): تأثير السمك البصري لطبقة الأوزون على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.

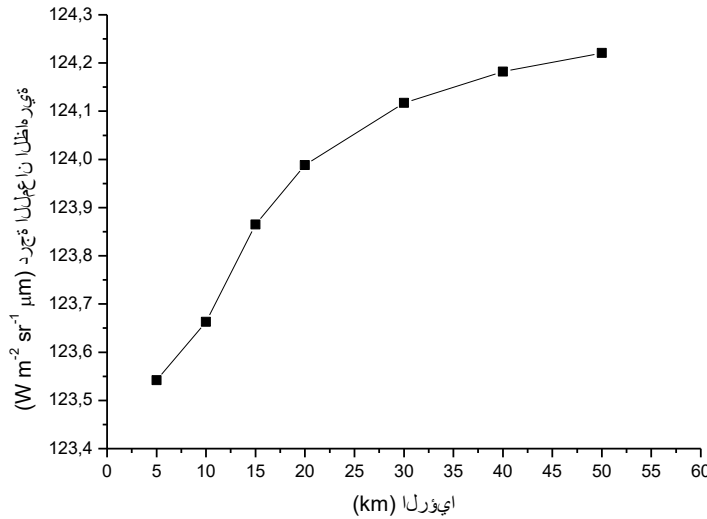
5-2-3 دراسة تأثير الهباء الجوي على درجة اللمعان:

لدراسة تأثير الهباء الجوي على درجة اللمعان تم اختيار في دراستنا يوم صافي وذلك في 15 جويلية 2015، حيث تم افتراض أولا جو من النوع خطوط العرض الوسطى خلال الصيف، و أيضا نموذج للهباء الجوي من النوع الصحراوي مع قيم مختلفة للرؤيا، في حين ارتفاع مستوى سطح الهدف بالنسبة لمستوى سطح البحر

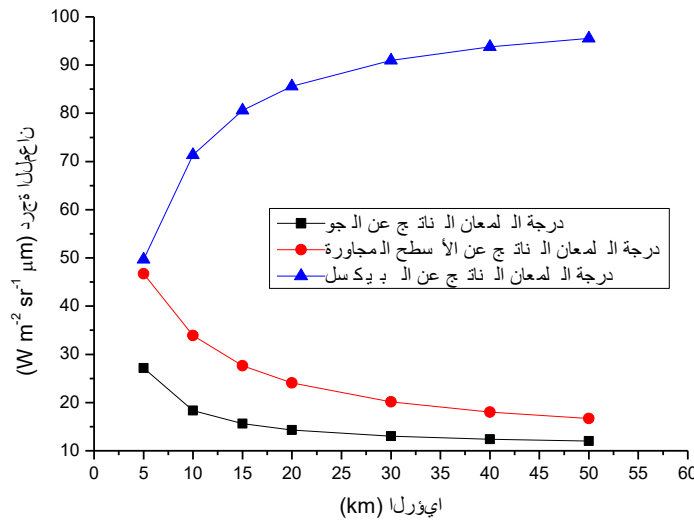
يساوي 63m، وهذا باستخدام القناة المرئية الخاصة بالقمر الصناعي متيوسات-7. كما تم اعتبار أن السطح متجانس و بدون تأثيرات اتجاهيه مع معامل انعكاس للأرض قدره 0.35.

في الشكل (3-10) قمنا بتمثيل تأثير الرؤيا الخاصة بالنموذج الصحراوي للهباء الجوي على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام. نلاحظ من خلال الشكل زيادة درجة اللمعان الظاهرية كلما زادت الرؤيا حيث أن زيادة في الرؤيا من 5 إلى 50 km يوافقها زيادة في درجة اللمعان الظاهرية تقريبا من 123.54 إلى $124.2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$. و السبب في ذلك راجع إلى أنه كلما زادت الرؤيا كلما نقصت قيمة السمك البصري للهباء الجوي و بالتالي زيادة الاشعاع الشمسي المنعكس أي حدوث زيادة في درجة اللمعان الظاهرية.

في الشكل (3-11) قمنا بتمثيل تأثير الرؤيا الخاصة بالنموذج الصحراوي للهباء الجوي على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام. أظهر لنا الشكل ان هناك زيادة في درجة اللمعان الناتج عن البيكسل، بينما هناك نقصان لدرجة اللمعان الناتج عن الجو والأسطح المجاورة و ذلك بزيادة الرؤيا.



الشكل (3-10): تأثير الرؤيا الخاصة بالنموذج الصحراوي للهباء الجوي على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.



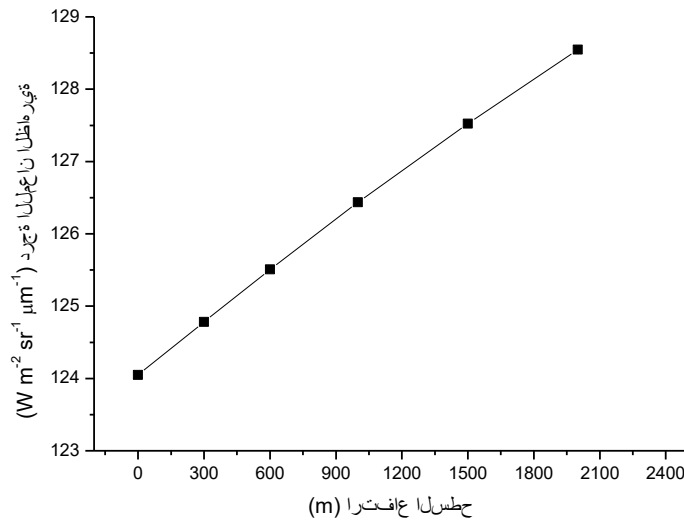
الشكل (11-3): تأثير الرؤيا الخاصة بالنموذج الصحراوي للهباء الجوي على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.

6-2-3 دراسة تأثير ارتفاع السطح على درجة اللمعان:

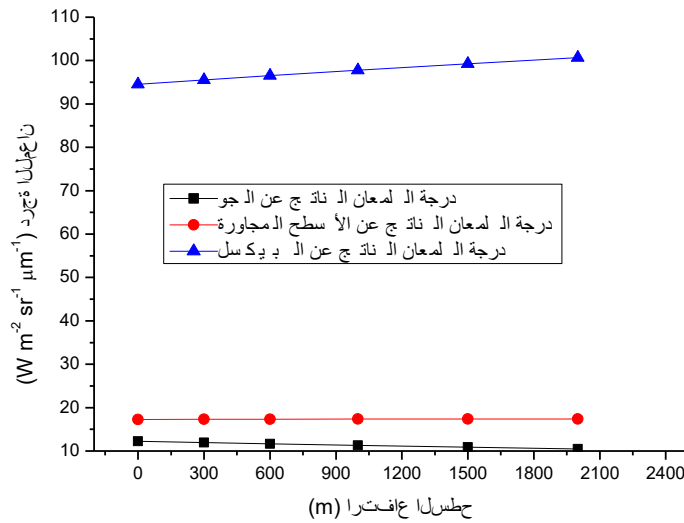
لدراسة تأثير ارتفاع السطح على درجة اللمعان تم اختيار في دراستنا يوم صافي وذلك في 15 جويلية 2015، حيث تم افتراض أولا جو من النوع خطوط العرض الوسطى خلال الصيف، و أيضا نموذج للهباء الجوي من النوع الصحراوي مع رؤيا قدرها 45km، واستخدام القناة المرئية الخاصة بالقمر الصناعي متيوسات-7. و تم اعتبار أن السطح متجانس و بدون تأثيرات اتجاهيه مع معامل انعكاس للأرض قدره 0.35.

في الشكل (12-3) قمنا بتمثيل تأثير ارتفاع سطح الأرض على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام بالنسبة لبيكسل الوادي. أظهر لنا الشكل أن درجة اللمعان تتغير بطريقة متزايدة مع زيادة ارتفاع مستوى السطح حيث أن زيادة في ارتفاع السطح من 0 إلى 2000 m يوافقها زيادة في درجة اللمعان الظاهرية تقريبا من 124 إلى $128.5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ ، و السبب في ذلك راجع إلى أن زيادة ارتفاع السطح يوافقه نقصان في السمك البصري في الجو و بالتالي تزداد كمية الاشعاع الشمسي المنعكس أي تزداد درجة اللمعان.

في الشكل (13-3) قمنا بتمثيل تأثير ارتفاع سطح الأرض على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام بالنسبة لبيكسل الوادي. حيث نلاحظ من خلال الشكل زيادة لدرجة اللمعان الناتجة عن بيكسل الوادي، بينما يوافقه نقصان طفيف لدرجة اللمعان الناتجة عن الجو، و ثبات لدرجة اللمعان ناتجة عن الأسطح المجاورة.



الشكل (12-3): تأثير ارتفاع سطح الأرض على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.



الشكل (13-3): تأثير ارتفاع سطح الأرض على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.

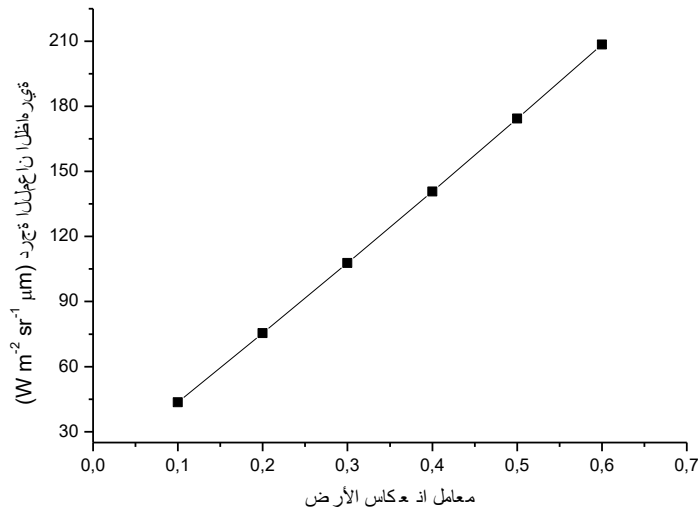
7-2-3 دراسة تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان:

لدراسة تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان تم اختيار في دراستنا يوم صافي وذلك في 15 جويلية 2015، حيث تم افتراض أولا جو من النوع خطوط العرض الوسطى خلال الصيف، و أيضا نموذج للهباء الجوي من النوع الصحراوي مع رؤيا قدرها 45km، في تم أخذ ارتفاع مستوى سطح الهدف بالنسبة

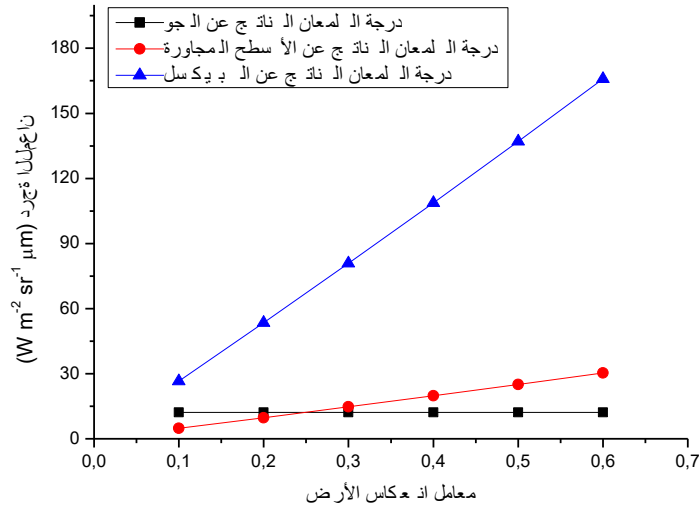
لمستوى سطح البحر يساوي 63m. و تم استخدام القناة المرئية الخاصة بالقمر الصناعي متيوسات-7. و أخيرا تم اعتبار أن السطح متجانس و بدون تأثيرات اتجاهيه مع قيم مختلفة لمعامل انعكاس للأرض.

في الشكل (3-14) مثلنا تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام بالنسبة لبيكسل الوادي. نلاحظ من خلال الشكل أن درجة اللمعان تتغير بشكل متزايد مع ارتفاع قيمة معامل انعكاس الأرض حيث أن زيادة في قيمة معامل انعكاس الأرض من 0.1 إلى 0.6 يوافقها زيادة في درجة اللمعان الظاهرية تقريبا من 44 إلى $209 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$. و السبب في ذلك راجع إلى أن زيادة قيمة معامل انعكاس الأرض يوافقها بطبيعة الحال زيادة في كمية الاشعاع الشمسي المنعكس.

في الشكل (3-15) مثلنا تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام. حيث أظهر لنا الشكل زيادة في قيم درجة اللمعان الناتجة عن البيكسل، وكذلك زيادة طفيفة لدرجة اللمعان الناتجة عن الأسطح المجاورة، بينما ثبات لدرجة اللمعان الناتجة عن الجو و هذا بزيادة قيمة معامل انعكاس الأرض.



الشكل (3-14): تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان الظاهرية على مستوى القمر الصناعي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.



الشكل (3-15): تأثير معامل انعكاس الأرض على درجة اللمعان الناتج عن الجو، الأسطح المجاورة و البيكسل المدروس على التوالي في يوم 15 جويلية 2015 على الساعة 12:00 توقيت عام، بيكسل الوادي.

3-3 دراسة تأثير عوامل الأرض و الجو على الإشارة الملتقطة من طرف متبوسات باستخدام النموذج التحليلي ذو النطاق العريض:

لدراسة تأثير عوامل الأرض و الجو على درجة اللمعان المقاسة من طرف الأقمار الصناعية تم حساب الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان δL_{sat} و ذلك كالاتي:

$$\delta L_{sat} = |L_{sat}(x + \delta x) - L_{sat}(x)|$$

حيث x هو متغير يمكن أن يمثل محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء W ، أو يمثل السمك البصري لطبقة الأوزون في الجو l ، أو يمثل ألبيدو السطح ρ_s . أما δx فهي تمثل الخطأ الممكن في المقدار x .

فيما يلي تم استخدام معطيات الأرصاد الجوية الخاصة بمنطقة تمرست ليوم 16 أوت 1999 على الساعة 12 توقيت عام.

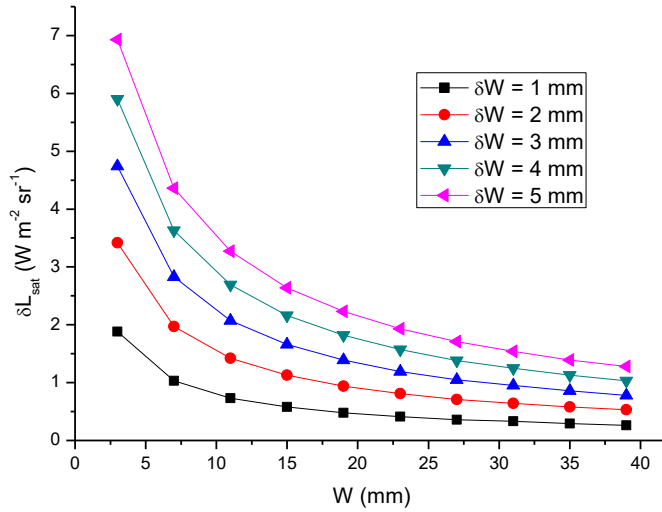
3-3-1 تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان:

لدراسة تأثير محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء على درجة اللمعان تم أخذ سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي يساوي 2.67 mm . كما تم افتراض أن ألبيدو السطح يساوي 0.2.

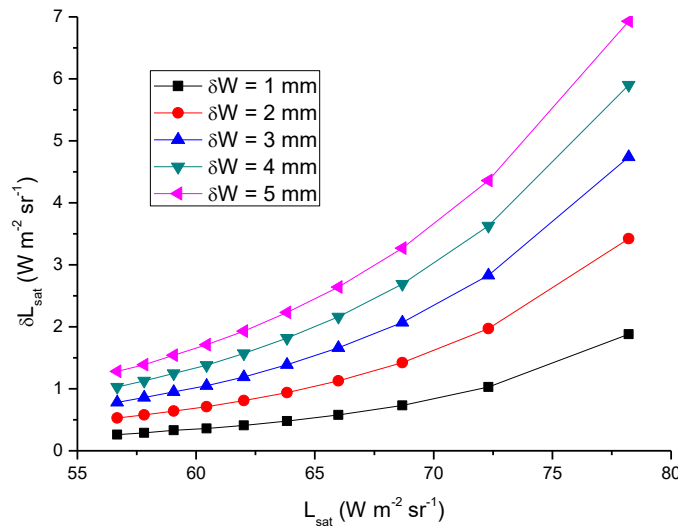
في الشكل (3-16) مثلنا الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء. نلاحظ من خلال

الشكل نقصان الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان وذلك بزيادة محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء، نلاحظ أيضا أنه كلما زاد الخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء زادت سرعة تناقص الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان.

في الشكل (3-17) مثلنا الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء. أظهر لنا الشكل أن الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان يتغير بطريقة متزايدة مع زيادة في درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي و يزداد بسرعة أكبر مع زيادة الخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء.



الشكل (3-16): الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء.



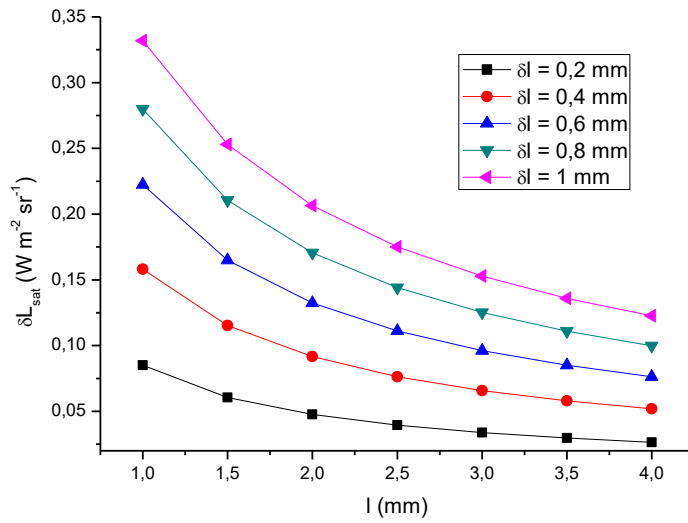
الشكل (17-3): الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء.

3-2-3 تأثير سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي على درجة اللمعان:

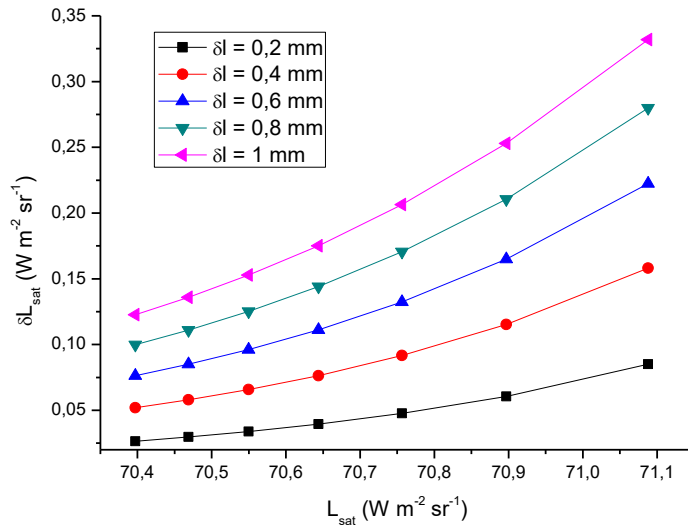
لدراسة تأثير سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي على درجة اللمعان تم أخذ محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء يساوي 8.7 mm . كما تم افتراض أن أليبدو السطح يساوي 0.2 .

في الشكل (3-18) مثلنا الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون. نلاحظ من خلال الشكل نقصان تدريجي للخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان وذلك بزيادة في سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي، كما أظهر لنا أيضا أنه كلما زاد الخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون كلما زادت سرعة تناقص قيمة الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان.

في الشكل (3-19) مثلنا الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون. نلاحظ من خلال الشكل زيادة الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان وذلك بزيادة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي و يزداد بسرعة أكبر مع زيادة قيمة الخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون.



الشكل (18-3): الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون.



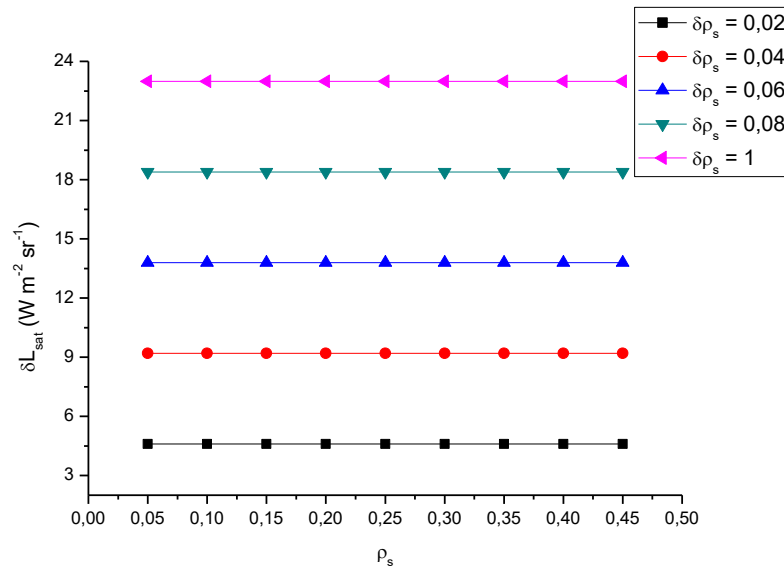
الشكل (19-3): الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون.

3-3-3 تأثير ألبيدو السطح على درجة اللمعان:

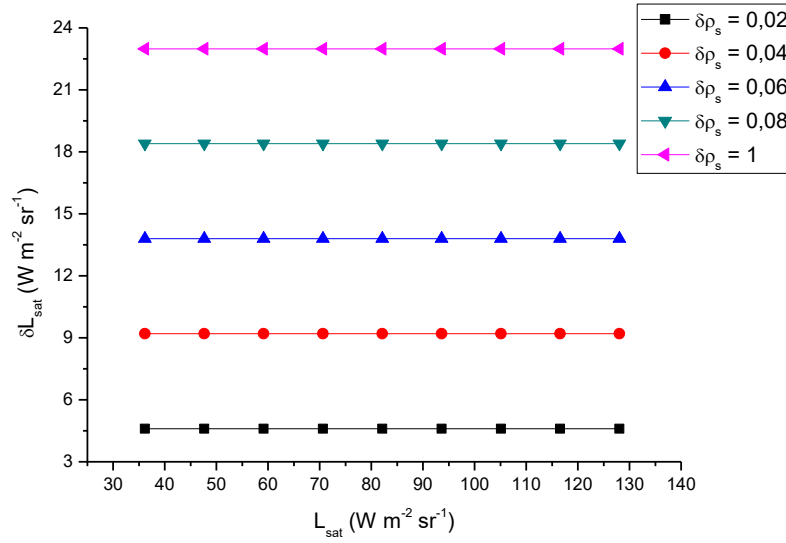
لدراسة تأثير ألبيدو السطح على درجة اللمعان تم أخذ محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء يساوي 8.7 mm . كما تم أخذ سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي يساوي 2.67 mm .

في الشكل (20-3) مثلنا الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة ألبيدو السطح من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في ألبيدو السطح. نلاحظ من خلال الشكل ثبات قيم الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان رغم زيادة قيم ألبيدو السطح، كما نلاحظ زيادة قيمة الخطأ التقديري المحتمل وذلك بزيادة في قيم الخطأ الممكن في ألبيدو السطح.

في الشكل (21-3) مثلنا الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة ألبيدو السطح من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في ألبيدو السطح. نلاحظ من خلال الشكل أن هناك ثبات لقيم الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان رغم زيادة قيم درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي، كم أظهر لنا أيضا أنه كلما زادت قيمة الخطأ الممكن في ألبيدو السطح تزيد قيمة الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان.



الشكل (20-3): الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة ألبيدو السطح من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في ألبيدو السطح.



الشكل (21-3): الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان بدلالة درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي من أجل قيم مختلفة للخطأ الممكن في ألبيدو السطح.

الخلاصة:

في هذا الفصل قمنا بعرض و مناقشة النتائج التي تخص تغيرات درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي، و التي وجدنا أنها تتأثر بقيمة الإشعاع الشمسي المنعكس و أيضا بحدوث عميلتي الامتصاص والتشتت الناتجة عن بخار الماء و طبقة الأوزون في الغلاف الجوي و كذلك عن الهباء الجوي... إلخ. حيث تم عرض مختلف نتائج حساب درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي بواسطة النماذج المذكورة في الفصل الثاني أي باستخدام برنامج المحاكاة 6S أو المحاكاة الثانية لإشارة القمر الصناعي في الطيف المرئي و النموذج التحليلي ذو النطاق العريض.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

تلعب عمليات الرصد بواسطة الأقمار الصناعية لكمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح الأرض دور بالغ الأهمية في دراسة الاختلافات الزمانية و المكانية للحالة الطاقوية لسطح الأرض و الغلاف الجوي. و لذلك من الأهمية بما كان معرفة تغيرات الإشارة الملتقطة من طرف القنوات المرئية للأقمار الصناعية حيث تم عرضها بالتفصيل في هذا العمل.

وجدنا أن درجة اللمعان المقاسة بواسطة الأقمار الصناعية هي دالة للعديد من المتغيرات و من أهمها: معامل انعكاس سطح الأرض، كمية بخار الماء في الجو، كمية الهباء الجوي ... إلخ.

في هذا الإطار هذا، قمنا بدراسة تأثيرات عوامل الأرض والجو على الإشارة الملتقطة من طرف القناة أو 6S المرئية للقمر الصناعي مينيوسات-7. حيث قمنا بوصف هذه التأثيرات باستخدام برنامج المحاكاة المحاكاة الثانية لإشارة القمر الصناعي في الطيف المرئي، و كذلك باستخدام النموذج التحليلي ذو النطاق العريض. حيث أبرزنا أهمية عمليتي الامتصاص والتشتت في الغلاف الجوي، ومدى تأثيرها على الإشعاع الشمسي المنعكس نحو الأقمار الصناعية.

كذلك استنتجنا من خلال هذا العمل أن الإشارة الملتقطة بواسطة القناة المرئية للقمر الصناعي مينيوسات هي تمثل فيزيائيا كمية الإشعاع الشمسي المنعكس من طرف النظام أرض-جو، حيث من الصعب فصل مساهمة الغلاف الجوي عن مساهمة الأرض دون تقديم افتراضات معينة. حيث بينت لنا النتائج أن درجة اللمعان تكون كبيرة كلما كانت كمية الإشعاع الشمسي المنعكس كبيرة، في حين أن حدوث عمليتي الامتصاص والتشتت الناتجة عن طبقة الأوزون في الجو و كذلك الناتجة عن بخار الماء في الغلاف الجوي و كذلك الناتجة عن الهباء الجوي تؤدي إلى انخفاض في درجة اللمعان على مستوى الأقمار الصناعية. كما أن للرؤيا و ارتفاع مستوى السطح بالنسبة لمستوى سطح البحر تأثير مباشر على درجة اللمعان. كما وجدنا أن معامل انعكاس الأرض له أكبر تأثير على الإشارة الملتقطة من طرف القناة المرئية للقمر الصناعي مينيوسات-7.

كما بينت النتائج أن:

- ✓ زيادة محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء يوافق نقصان في الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان، و كذلك كلما زاد الخطأ الممكن في محتوى الغلاف الجوي الكلي من بخار الماء ازدادت سرعة تناقص الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان.
- ✓ زيادة سمك طبقة الأوزون في الغلاف الجوي يوافقه أيضا نقصان تدريجي للخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان، و كذلك كلما زاد الخطأ الممكن في سمك طبقة الأوزون كلما زادت سرعة تناقص قيمة الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان.
- ✓ زيادة قيم ألبيدو السطح يوافقه ثبات في قيم الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان، و الزيادة في قيم الخطأ الممكن في ألبيدو السطح يوافقه زيادة في قيمة الخطأ التقديري المحتمل لدرجة اللمعان.

حتى الآن تبقى الأبحاث مستمرة في هذا المجال على أمل التوصل إلى دراسات و أبحاث أكثر شمولية بحيث تصف بشكل أكثر دقة العوامل المختلفة المؤثرة على درجة اللمعان في المستقبل القريب.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

مراجع باللغة الأجنبية:

- [1] J. Song, Duanjun Lu, and M.L. Wesely, A Simplified Atmospheric Correction Procedure for the Normalized Difference Vegetation Index. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Vol. 69, No. 5, pp. 521–528, May 2003.
- [2] W. Zhao, M. Tamura, H.Takahashi, Atmospheric and spectral corrections for estimating surface albedo from satellite data using 6S code. Remote Sensing of Environment. Vol. 76, pp. 202-212, 2000.
- [3] S.SEGHIRI, "Utilisation de la télédétection pour quantifier l'influence de la Hauteur Solaire sur le Coefficient de Reflectance Bidirectionnelle", Thèse de Magister, Univ Mentouri de Constantine, p 1, Algérie(2007).
- [6] Vermote E, D. Tanré, J. L. Deuzé, M. Herman, J. J. Morcette, S. Y. Kotchenova, "Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum – Vector (6SV)", Department of Geography, Univ of Maryland address for correspondence:4321 Hartwick Road, Suit 209, college Pqrk,MD 20740,Lqb d'optique Atmosphérique, URA-CNRS713, Univ des Science et Technologies de Lille 59655 Villeneuve d'Ascp Cédex, France, European Center for Medium Range Weather Forecast Shinfield Park, Reading. Berkshire RG9AX, United Kingdom, 3November 2006.
- [7] Collective, Cours sur la télédétection, Centre canadien de la Télédétection Des ressources naturelles, Canda, Ottawa,(1998).
- [9] NAKES M. T, "Evaluation du gisement solaire à partie des images Météosat-7", Thèse de Magistère, Univ Kasdi Merbah d'Ouargla, Algérie (2000).
- [10] M. L. BELALEM, "Estimation de la réflectance spectrale et NDVI par Le satellite MSG", Thèse de Master, Univ Kasdi Merbah d'Ouargla,p 6-12, Algérie(2017).
- [11] R. CALOZ, Télédétection satellite, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Laboratoire de systèmes d'information géographique (La SIG), France.
- [17] Abdelkader Labbi, "Synergie des observations météorologique et l'imagerie satellitaire pour l'estimation de la température de surface", thèse de doctorat, Univ Mentouri. Constantour1 p 28-104, Algérie (2016).

- [18] T.Sabah, "Etude de l'effect de aérosols sur l'estimation du coefficient de reflectance bidirectionnelle à laide de mescures satellitaires", Mémoire de magister, Univ de constantine, Algérie (2007).
- [22] W. paul Menzel "Remote Sensing Applications with meteorological satellite", NOAA satellites and information service, Univ of winsconsion Madison, WI, p. 307,(2006).
- [23] Z. ILHEM, "Etude et Réalisation d'un Concentrateur Solaire parabolique", Thèse de Magister, Univ Mentouri. Constantouir.
- [25] J. Hamon, Satellites météorologique, Centre de meteorology spatiale, France,(1992).
- [26] P. Y. Deschamps, M. Herman, D. Tanre, Modélisation du rayonnement Solaire réféchi par l'atmosphère et la terre 0.35 et 4µm, Lab. Opt. Atmosph. Lille(France),1983.
- [28] F. CISCO EUGENIO GONZALEZ, J. M. RUIZ ET FERRAN MARQUES, 2013, Manuel de télédétection spatiale, Univ de Las Palmas de Gran Canaria.
- [29] S. A. KAMEL, "Introduction général A La Télédétection Partie I: Bases physique et exemples d'applications aux couverts végétaux, Univ Paris-Sud XI, France(2005).
- [30] A. AMIAR, " Télédétection dans le domaine de l'infrarouge (Application dans la détection des poussières par les méthodes Satellitaires)", Thèse de Magistère, Univ Kasdi Merbah d'Ouargla, p 8-10,Algérie(2013).
- [31] A. Labbi,"Global Solar radiation retrieval form MVIRI Observations", The 5th International Seminar on New and Renewable Energies, Ghqrdaia-Algéria 24-25 October 2018.

مراجع باللغة العربية:

[4] مصطفى احمد محمد مجيد، "العلاقة المتداخلة بين الإشعاع الشمسي والغيوم في مدينة الموصل"، مذكرة ماجستير، جامعة موصل، العراق، الصفحات 85، (2008).

[5] نبيل شهيد، "حساب الإشعاع الشمسي الساعي بمساعدة الحاسوب"، الطاقة والحياة- العدد 21 الصفحات 62-71 (2006).

[13] إعداد مجموعة من الأساتذة، "الاستشعار عن بعد"، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، الصفحات 2-8.

[14] د. جمعة محمد داود، "أسس وتطبيقات الاستشعار عن بعد"، القاهرة جمهورية مصر العربية، الصفحات 208، (2015).

[15] إعداد مجموعة من الأساتذة، "مشروع مسح موارد الطبيعة والزراعية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية"، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، سوريا، الصفحات 4-21، (2010)

[16] ذر. انتصار بكر، "طبقات الغلاف الجوي"، قسم العلوم الفيزيائية، جامعة ديالى، العراق (2015).

[21] أ. د. محمد بن عبد الله بن محمد الصالح، "معالجة صور الاستشعار بعد الرقمية باستخدام برنامج اللويس"، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود الرياض، الصفحات 5، المملكة العربية السعودية (2010).

[24] سماحي. سهيلة، "فعالية أداء الخلايا الشمسية الكهروضوئية في ورقلة وتأثير الإشعاع الشمسي والعوامل المناخية عليها"، مذكرة ماستر، صفحة 6، جامعة قاصدي مرباح ورقلة (2016).

[27] إعداد مجموعة من الأساتذة، "استخدام تقناتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقييم الأراضي في وسط السهل الرسوبي العراقي"، كلية الزراعة، جامعة بغداد (2011).

[32] صيفي زهير، "الاستثمار في صلاحيات الجماعات المحلية في الجزائر الديناميكية الفلاحية في إقليم واد- سوف- الجزائر"، كلية العلوم الدقيقة، جامعة محمد خضير بسكرة، في 1-4-2015، 5-6-2015.

مواقع الكترونية:

[8] <http://www.aLkoon.alnomrosi.net/Solar/earth.html>.

[12] <http://www.ac-Grenoble.fr>

[19] <https://www.ipcc.ch//publicationanddata/ar4/ar/faq2-1.html>.

[20] <http://www.lisa.u-pec.fr>

الملخص

أصبحت ملاحظات الأقمار الصناعية في وقتنا الحاضر مصدرا مفضلا و مهما للحصول على المعلومات التي تكمل وتثري تلك التي يتم الحصول عليها باستخدام وسائل وتقنيات أخرى مثل شبكات القياس على الأرض، ونماذج المحاكاة الرقمية. حيث تطرقنا في هذا العمل إلى دراسة التأثيرات المختلفة على درجة اللمعان على مستوى القمر الصناعي متيوسات-7 و التي وجدنا أنها تتأثر بعوامل الأرض والغلاف الجوي

و هذا من خلال المسارين للإشعاع الشمسي شمس-أرض ثم أرض-قمر الصناعي. حيث وجدنا أن درجة اللمعان المقاسة بواسطة الأقمار الصناعية هي دالة للعديد من المتغيرات و من أهمها معامل انعكاس سطح الأرض، كمية بخار الماء في الجو و كمية الهباء الجوي. كما وجدنا أنه من الصعب فصل مساهمة الغلاف الجوي عن مساهمة الأرض دون الاخذ بافتراضات معينة.

الكلمات المفتاحية: الإشعاع الشمسي، متيوسات-7، المجال المرئي، درجة اللمعان.

Summary

Today's satellite observations have become a preferred and important source of information that complement and enrich those obtained using other means and techniques such as measurement networks on the ground and digital simulation models. In this work, we discussed the different effects on the brightness at Meteosat-7 level, which we found that can be affected by the earth and atmosphere factors, through the two tracks

of solar radiation Sun-Earth and Earth-Satellite. Where we found that the brightness measured by satellites is a function of many variables, including the coefficient of reflection of the earth surface, the amount of water vapor in the atmosphere and the amount of aerosols. We also found it difficult to separate the contribution of the atmosphere from the contribution of the Earth without taking certain assumptions

Keywords: solar radiation, Meteosat-7, visible domain, brightness.

