

الفصل السابع

بصريات الجو

ان الظواهر البصرية في الجو ناتجة من ظواهر انوائية مثل الثلج والمطر والرطوبة والانقلاب الحراري والأتربة وغيرها وهذه الظواهر تسببها عمليات الانعكاس والانكسار او التداخل والحيود للضوء القادم من الشمس او القمر وهي:

1- الانخفاض الظاهري لقواعد السحب: اي راصد عندما ينظر الى قواعد السحب فإنه يرى البعيدة اوطأ من القريبة بالرغم من تساوي ارتفاعها والسبب هو ان زاوية الارتفاع تصغر كلما ابتعدت عن الراصد وتبدو الاشعة الدقائقية التي تمر من فتحات السحب وكأنها متفرقة مع العلم بانها متوازية وكذلك يبدو القمر صغيرا في كبد السماء وكبير عند الافق وذلك بسبب الخداع البصري الناتج من زاوية النظر.

2- انكسار الضوء في الجو الارضي:

1- تقوس الامواج اللاسلكية: ان كثافة الهواء تقل مع الارتفاع لذلك فإن الضوء المار خلال طبقات الهواء يعني انكسارا حسب قوانين الضوء فيتقوس الشعاع الضوئي بمقدار يعتمد على انحدار معامل الانكسار مع الارتفاع ($d\mu/dz$) لتلك الموجة حيث μ معامل الانكسار و z يمثل الارتفاع ، وان نصف قطر التكور لهذه الاشعة (r) يساوي:

$$d\mu/dz = -1/r$$

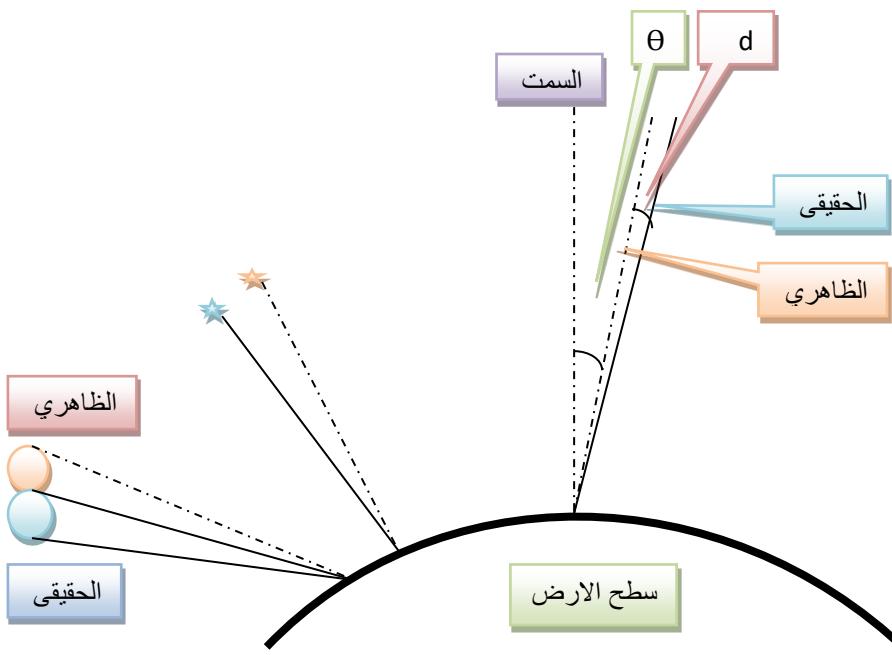
لذلك فالتفاؤس يكون للاسف عندما يقل μ مع الارتفاع لأن ($d\mu/dz$) يكون سالبا ولكن:

$$(\mu - 1) * 10^6 = (79p/T) - (11e/T) + ((3.8 * 10^5 e)/T^2)$$

حيث P الضغط الجوي (ملي بار), e ضغط بخار الماء(ملي بار), T درجة حرارة الهواء(كلفن). ومن هذه المعادلة نجد ان قيمة μ تزداد بزيادة بخار الماء (الرطوبة) وانخفاض درجة الحرارة، اما P فأن تغييره طفيف لذلك فاللجو القياسي فأن:

$$d\mu/dz = -4 * 10^{-10} \text{ cm}^{-1}$$

وهذا يقابل اشعة تتقوس بنصف قطر $3/4$ نصف قطر الارض لذلك فإن الشعاع الحقيقي يقطع مسافة اكبر من الشعاع الهندسي كما في الشكل التالي:



بـ الانكسار الفلكي: ان تقوس الاشعة القادمة من الاجسام البعيدة مثل الشمس والنجوم والقمر يجعل الاجسام تظهر اعلى من وضعها الحقيقي ويبلغ هذا الفرق زاوية تقارب ($^{\circ}35$) للجسام على مستوى سطح البحر لذا فأن الشمس والقمر يشرقان مبكرين ويغربان متأخرین وتبعد الحافة السفلی لهما مستوى عند الافق وتتکبر صورتها هناك بسبب اختلاف التقوس للاشعة القادمة من الحافة العليا عن السفلی وكذلك من نتائج الانكسار في الضوء هو الارتفاع الظاهري للسحب . وان الاجسام تطول بمقدار(26m) عندما تكون على ارتفاع (20km) . اما بالنسبة للاجرام السماوية فأنه يمكن تعين موضع الجرم السماوي حسب معادلة رايلي وهي:

$$d\theta = 60.29 \tan\theta - 0.06688 \tan^3\theta$$

حيث تفاس $d\theta$ بالثانوي ، θ هي زاوية السمت كما في الشكل اعلاة.

جـ خفقان الاجسام المضيئة: هنالك ظاهرة تألف او خفقان الضوئية البعيدة والنجوم بسبب مرور الضوء خلال طبقات الهواء المتغيرة الكثافة فتصل الاشعة الى عين الراصد بزوايا مختلفة اما بالنسبة للكواكب فأن خفقانها اقل لسعة سطحها المضيء.

دـ إرتجاف الاجسام: هنالك ظاهرة تسمى الارتجاف خاصة في الايام الصافية الدافئة حيث ترتجف الاجسام الضوئية بسبب تغير مسار الاشعة الضوئية المستمر بالانكسار نتيجة للتتسخين الشمسي الشديد قرب سطح الارض الذي يؤدي الى التغير المستمر في معامل انكسار الهواء.

هـ البريق الأخضر: عندما تقترب الحافة العليا لقرص الشمس من الافق في جو صاحي ،تنطلق من هذه الحافة سلسلة من الالوان بسرعة مبتدئة بالاحمر والبرتقالي

والاخضر والازرق ونظر الجمال اللون الاخضر وسطوعه سميت الظاهرة بالبريق الاخضر الذي يستمر لبضعة ثوانٍ وسبب ذلك هو تحلل الضوء بالانكسار .

و- **السراب المرتفع:** كثيراً ما نشاهد فوق سطح الماء وجود صورة مقلوبة او اكثراً لجسم بعيد بحيث تكون الصورة قريبة من الجسم وكذلك كثيراً ما نشاهد في المناطق القطبية السفن طافية في الفضاء بسبب تحدب الاشعة القادمة منها بتأثير استقرار الهواء وكذلك نرى الاوضویة المتحركة ليلاً في الصحراء طافية في الفضاء بسبب تبريد الهواء قرب سطح الأرض .

ز- **السراب المنخفض:** وهي ظاهرة تحدث في المناطق الحارة ولا سيما الصحاري والطرق المنبسطة حيث يكون الهواء غير مستقر قرب سطح الأرض فتنتقص الاشعة القادمة من الاجسام المرتفعة فتبعد هذه الاجسام منطبقه على الارض وقد يسبب السراب خطأ في تقدير المسافات .

3- **الانكسار بسبب قطرات الماء (قوس قزح):** يتكون قوس قزح من تحلل الضوء بقطرات الماء وقد تكون هذه القطرات قريبة او بعيدة عندما تكون السماء ممطرة ومشمسة في ان واحد . تتتألف الوان قوس قزح من سلسلة من الاقواس الدائرية متحدة المركز يقع مركزها على الخطاط الواصل بين الراصد والشمس . وتعتمد شدة الضوء المتشتت من القطرة على نصف قطرها وطول موجة الضوء لذلك فالقطرات الكبيرة تشتت اكثراً من قطرات الصغيرة وللهذا السبب فالضباب والسحب الصغيرة لا تولد قوس قزح ذو شأن .

4- **الانكسار ببلورات الجليد:** تتكون بلورات الجليد في طبقات الجو العليا ولا سيما في السحب السمحاقية حيث تكون درجة الحرارة اقل من الصفر والرطوبة النسبية للجليد 100% وتكون على عدة اشكال منها الصفائح السادسية السميكة او الرقيقة والمواشير والشكل النجمي السادس الازرع . فتقوم هذه البلورات بكسر ضوء الشمس او القمر المار من خلالها او تعكسه مولدة ظواهر جوية جميلة منها الحلقات او الاعمدة او بقع مضيئة وهي كما يلي:

1- الظاهرة ذات قطر (22°)

2- الظاهرة ذات قطر (46°)

3- الشمس الكاذبة (22°)

5- **الانعكاس ببلورات الجليد:**

ا- دائرة الشمس الكاذبة

ب- اعمدة الشمس

6- ظاهرة الحيود: الحيود هو انعطاف الضوء حول الاجسام وهو يؤدي الى توليد عدّة ظواهر بسبب قطرات الماء او التراب وهي:

- ا- الاكليل : هي حلقات ملونة تتكون حول الشمس او القمر وتكون قريبة من حافتها.
- ب- حلقة الاسقف: هي حلقات تمثل الى البياض وتنتج من حيود الضوء بسبب جسيمات الغبار من البراكين او الشهب.

ج- السحب الفرزحية: سحب تكون حافاتها من حزم من الالوان عندما تبعد عن الشمس بمقدار (20°) .

د- المجد: سلسلة من حلقات ملونة يراها الراصد حول ظل الطائرة التي تحمله.

7- ظواهر الاستطاره:

ا- زرقة السماء: اثبت رايلى ان الموجة الكهرومغناطيسية المارة في وسط مشتت تصبح طاقتها E بعد مرورها مسافة X حسب العلاقة:

$$E = E_0 e^{-\epsilon x}$$

حيث E_0 الطاقة الاصلية و ϵ معامل الاستطاره حيث :

$$\epsilon = ((32\pi^3)/(3n\lambda^4))(\mu\lambda^2\rho)/\rho_0$$

حيث n عدد الجسيمات المستطاره , λ طول موجة الضوء, μ معامل الانكسار, ρ_0 كثافة الهواء القياسية. لذلك فان الموجة الضوئية الساقطة تفقد طاقة اكثـر باتجاه سيرها كلما كان ϵ كبيرة (λ او μ صغيرين) وهذه الطاقة المفقودة تفقد بالاستطاره لذلك فان الامواج الضوئية الطويلة تخترق الهواء اسهل من الامواج القصيرة.

ب- السحب الليلية

ج- الضوء البروجي

8- الظواهر الكهربائية: هي المظاهر المنظورة او المسموعة للكهربائية الجوية وقد تكون مستمرة او متقطعة وهي:

ا- الزوابع الرعدية

ب- الشفق القطبي: ظاهرة مضيئة تظهر في اعلى الجو بين خطوط العرض العالية وتتكون بسبب تأين الهواء المخلل عند اصطدام الالكترونات السريعة القادمة من الشمس بالغلاف المغناطيسي الارضي وهي تأخذ الوانا واشكالاً جميلة.

ج- نار القدس المو: هي شرارة كهربائية مستمرة متفاوتة الشدة تظهر فوق الاجسام المدببة من سطح الارض (موانع الصواعق , صواري السفن , سطوح العمارتـات واجزـاء الطائرات) وتكون الوانها مميزة وهي ترافق الجو المصـحـوب بالزوابع الرعدية.