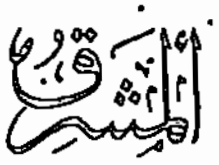


قوس قُزَح

للاب الكسيس مالون اليسوعي

من ابهى ما تقرّ بهِ العينُ من الظواهر الجوّيّة في هـذا الفصل من السنة قوس قُزَح (١ فان هذه القوس اذا استـدارت فوق جبالنا بالوانها الساطعة وجلّتها باكليل من النور كان لمنظرها احسن وقع في قلوب النـاظرين لا يتمالكون عند رؤياها من شكر الخالق على ما ابدع في خليقتهِ من العجـائب ويتذكّرون قول الاسفار الالهيّة (سفر يشوع بن سيراخ ٤٣ : ١ و ١٣) : « الجلَدُ الطاهر فخرُ العلاء ومنظر السماء مرأى المجد . . . انظر الى قوس الغمام وبارك صانعها انّ رونقها في غاية الجمال تُنطِق السماء منطقةَ مجدٍ ويدا العلي تمدّانهـا »

على انّ هذه الآية الجوّية لم يفته البشر معناها ولم يعرفوا سببها مدّة قرون طويلة . والعلماء ينسبون شرح هذا الحادث الجوّي الى العلّامة الطبيعي الشهير نيوتن في اواخر القرن السابع عشر . وكان العرب سبقوا فيتنوا شيئاً من خواصهِ قبل ذلك بزمن مديد . قال القزويني (٦٨٢—١٢٨٤) في كتاب عجائب المخلوقات (ص ١٠٠) : « يكون قوس قُزح اذا حدث في خلاف جهة الشمس اجزاء مائيّة شفّافة صافية من نزول المطر او حدوث البخار وكانت الشمس مكشوفة قريبة من الأفق المقابل ووراء تلك الاجزاء

١) اختلف العرب في اصل هذه الكلمة فبعضهم يقول انّ قزح اسم شيطان كان يعبدهُ العرب في الجاهلية فنسبوا اليهِ قوس الغمام . وقيل قُزح اسم ملاك وكل الله اليهِ امرَ هـذه القوس فعُرفت بهِ . وقيـل بل قُزَح تصحيف قُزع بالعين ومعناها السحاب . والله اعلم . ويقال ايضاً لقوس قُزح قوس قَزيع وقوس السماء وقوس المُزن وقوس الله . ومن اسمائهـا ايضاً قُـطان وقُـطانة وقَـطلاني وقَـطلانية

جسم كثيف مثل جبل او سحاب مظلم فاذا استدبر الناظر الشمس ونظر الى تلك الاجزاء صارت الشمس في خلاف جهة الناظر فانعكس شعاع البصر من تلك الاجزاء الى الشمس لكونها صقيلة فادّت ضوء الشمس دون الشكل لكونها اجزاء صغيرة كل واحد يؤدي ضوء الشمس دون شكلها . . . وتختلف الوان القوس بحسب تركيب لون المرآة ولون الشمس . . . » وللقزويني بعد هذا شروح أخرى تدلُّ كلُّها على حصافة عقلهِ ودقّة فهمهِ في الابحاث الطبيعيّة

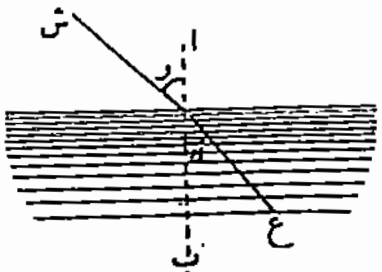
ونحن في مقالتنا هذه نلخّص مُجمل ما بلغ اليهِ العلماء في بيان حقيقة هذه القوس وكيفيّة حدوثها . ولكن لا بدَّ ان نصدّر نبذتنا ببعض ملاحظات من شأنها ان تقرّب الى العقول فهم هذا الحادث الجوي فنقول :

١

لمّا كانت قوس قُزَح من الظواهر النوريّة لا بُدَّ لكشف اسرارها المكنونة من تقديم شرح بعض نواميس النور وطريقة انتشارهِ

اعلم ان النور ينعكس ضوؤهُ اذا ما وقع على سطح جسم صقيل وراءهُ جسمٌ كثيف كالمرآة مثلاً . امّا اذا وقع على جسم شفّاف كالزجاج او الماء فينفذ شعاعهُ في الجسم المذكور ويخرج منهُ على مقتضى نواميس مقرَّرة . فان كان الشعاع يجتاز من جسم شفّاف الى مثلهِ كاجتيازهِ من الهواء الى الماء وكان وقوعهُ عموديًّا مرَّ بالجسم المذكور على خطّ مستقيم لعدم وجود سببٍ يقضي بانحرافهِ ذات اليمين او الشمال

امّا اذا وقع الشعاع على الجسم الشفّاف المذكور منحرفًا فيصيبهُ بعض الزَّيغان في مسيرهِ وذلك ما يدعوهُ الطبيعيون انكسار النور (réfraction)



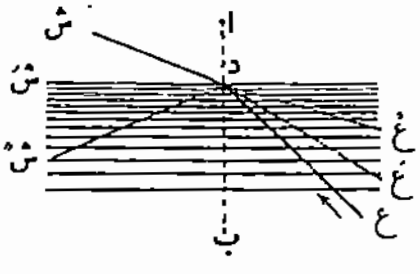
(الشكل الاول)

مثال ذلك الشعاع ش ع الساقط منحرفًا على سطح الماء د (الشكل الاوّل) فينفوذهِ في الماء ينكسر ويميل الى الخط العموديّ ا ب . ولكنَّهُ يوجد نسبة بين زاوية الوقوع ا د ش وزاوية الانكسار ع د ب وهاتان الزاويتان ترتبطان بنسبة جيبيهما ارتباطاً ثابتاً فتحصل هذه المساواة $\frac{\text{جيب}}{\text{جيب}'} = \text{ن}$ وهي تدعى نسبة الانكسار وعليهِ فيجوز وضع هذا الناموس العام

وهو انَّ النور اذا اجتاز من وسط شفَّاف الى وسط آخر مثلهِ اشدّ كثافـة انحرف على طريقة ثابتة مائلًا الى جهة الخطّ القائم د ب

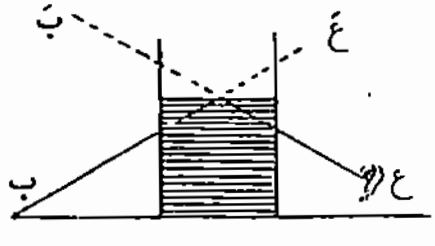
واذا عكسنا هـذا الاختبار فاجزنا شعاعًا من وسط شفَّاف اكثف الى وسط ألطف انعكس ايضًا انحراف الشعاع فابتعد عن القائم. مثـال ذلك في الشكل الاول ع د المارّ بالماء فاذا خرج الى الهواء انحرف قائل عن العمود القائم د ا الى د ش وحصلت النسبة الآتية $\frac{\text{جيب ك}}{\text{جيب ر}} = \text{ن}$ وهي عكس النسبة السابقة

ثمَّ اعلم انَّ الاشعَّة المنيرة اذا جازت من وسط الطف الى وسط اكثف كانت زاوية الانكسار اصغر من زاوية الوقوع ولذلك لا بدَّ ان ينعكس شيء من النور مهما كان انحراف الشعاع عنـد وقوعهِ على سطح الوسط الكثيف. وليس الامر كذلك اذا جاز الشعاع من وسط اكثف الى وسط ألطف (كما ترى في الشكل الثاني) فانَّ زاوية الانكسار حينئذٍ اكبر من زاوية الوقوع. واذا بلغ الشعاع ع د سطح الوسط اللطيف انكسر الى د ش. ولكن اذا زاد انحرافهُ فصار الى عَ د زاد ايضًا انكسارهُ الى د شَ وهي معظم زاويتـهِ. فاذا زاد الانحراف وكانت زاوية الوقوع في عَ د انعكس الشعاع تمامًا الى د شَ ولا يُرى منهُ شيء فوق سطح الماء.



(الشكل الثاني)

واختبار ذلك سهل. خذ اناء زجاجيًّا ز واملأهُ ماء ثم ضع بازائهِ ابرةً ب وانظر في الزجاجة عند ع فترى الابرة في الهواء فـوق الموضع الذي جعلتهـا فيهِ عند بَ. امَّا اذا عاينت الابرة من فوق الاناء عند عَ فلا ترى لها اثرًا

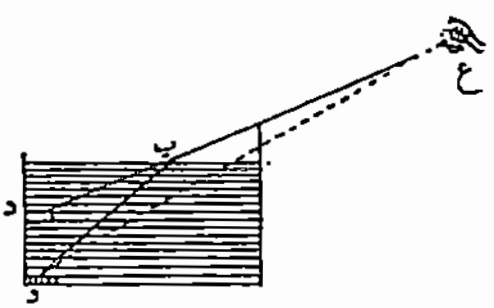


(الشكل الثالث)

وبالاجمال يجوز القول ان جزء النور المنعكس يزيد بقدر كبر

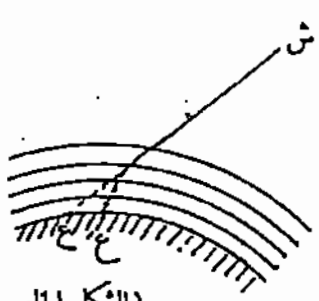
زاوية الوقوع. وهذا يصحُّ ايضاً في الاشعَّة التي تجوز من وسط الطف الى وسط اكثف. مثـال ذلك ان تقوم خارج الدار وتوجّه بنظرك منحرفاً الى زجاج شبّاك ردهةٍ مظلمة فترى كلَّ الصور الخارجيَّة تتمثَّل على الزجاج كما في المرآة. وهكذا الماء اذا انتشر الظلام وارقدتَ في الدار مصباحاً يضحي زجاج النوافذ كمرآة ينظر فيها الناظر صورتهُ وصورة أثاث البيت. وهذا الانعكاس يحدث ايضاً في النهـار لكنَّ عينا لا تشعر اذ ذاكَ الَّا بالاشعَّة الشديدة النور

هذا وانَّ انكسـار اشعَّة النور يسبّب للبصر بعض الظواهر الغريبة الخارقة التي تُدعى اوهاماً نظريَّة (illusions d'optique). منهـا ان تغمس في الماء عصاً فتراها كأنها معوجَّة مكسورة وما ذلك الَّا لانحراف صورتهِ بنفوذها في وسط اكثف من الهواء. وكذلك اذا جعلت في اناء قطعةً من الدراهم ووضعتهُ بازائك ع بحيث لا ترى غير طرف الدرهم د (انظر الشكل الرابع) ثم صببت ماء في الوعاء ظهر لك الدرهم تماماً مرتفعاً عند دَ. وكذا اذا غمست يدك في الماء ترى كأنَّ اليد والاصابع قد قصرت بدخولها في الماء.



(الشكل الرابع)

وهذه الاوهام النظريَّة ربَّما تخدع الباصرة دون ان نلحظ الامر لنحكم ببطلانهِ. ألا نرى مثلاً كلَّ يوم الشمس تشرق من وراء لبنان مع انها في الحقيقة لم تطلع بعد رأسًا نرى اشعتها لانكسارها عنـد نفوذها في طبقات الجو السفلى التي هي اكثف من الطبقات العليا. وعلى هذا المنوال ترى الشمس في عَ ولولا الانكسار لما رأيتها الَّا في ع (انظر الشكل ٥). وهذا ايضاً يحدث عند الغروب فانَّ قرص الشمس يظهر للبصر بعد غيابها تماماً لانكسار اشعَّتها



(الشكل الخامس)

وقد حاول البعض (ومنهم صاحب الفلسفة الطبيعيَّة المطبوعة عند الاميركان ص

٢٥٥) ان يعلّلوا نورَ الفجر والشفق بانعكاس اشعّة الشمس لكنّهم قد وهموا بذلك لانّ لضوء الفجر والشّفق علةً غير هذه وهي النور المنبثّ في طبقات الجوّ العليا صباح مساء وذلك انّ الشمس تنير هذه الطبقات قبل الطبقات السفلى فاذا استنارت بثّت هذا النور في كل الجهات لانها اضحت مشعّةً بنفسها وليس ذلك ناتجاً عن انكسار اشعّة الشمس. ويزيد طول الشفق والفجر بقدر رطوبة الهواء والابخرة المتكاثفة. ولذلك لا يطول الشفق والفجر في الشرق كطولهِ في البلاد القريبة من القطب الشمالي. فانّ الشفق في فرنسة وانكلترة وايسلندة يبقى طويلاً بعد غروب الشمس لانّ هواء تلك البلاد مشبَع بالابخرة المتجمّدة. وفي بعض ايام الصيف ربّما اتّصل الشفق بالفجر

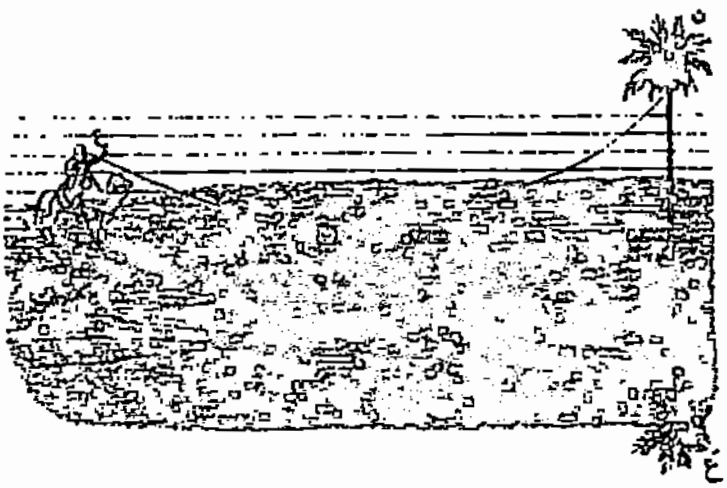
٢

ومن المظاهر الجليلة التي تلحق بهذا الفصل وتُعلَّل بانكسار اشعّة النور مظهرٌ لا يُرى في غير الاقاليم الحارّة نعني بذلك السراب وهو حادث جوّي اكثر ما يحدث في البادية والصحاري في جزيرة العرب وصحراء افريقية ومصر وهو يمثل لاعين السائر صور اشجار ونباتات كانّها منعكسة عن مياه بحيرة راكدة. فيبشر المسافر لورود الماء فاذا اقترب توارى كلُّ شيء. وذهبت آمالهُ ادراج الرياح

وان اردتَ فهم هذه الظواهر الجوّية تصوّرْ مفازة واسعة من الرمل. فاذا اشتدّت الهاجرة حميت طبقة الهواء السفلى الماسّة للارض فتخلخلت وحاولت الصعود الى طبقة الجوّ التي فوقها. لكنّ هذه الطبقة الثانية قد حميت ايضاً لاتصالها بالطبقة السفلى وان كانت سخونتها اقلّ منها. وعليهِ فلا يمكن الطبقة السفلى ان تتصاعد لكنها تمتزج شيئاً فشيئاً بالطبقة التي فوقها. وهكذا قُلْ عن طبقة ثالثة بالنسبة الى الطبقتين السُّفليين وهلمَّ جرًّا فتتكوّن طبقات جوّية تتناقص كثافتها من علُ الى اسفل

فاذا افترضت حينئذٍ انّهُ يوجد على بعدٍ رُبى مرتفعة يعلوها اشجار من النخل ن او بيوت او غير ذلك فصور هذه المرئيّات تتمثّل في طبقة الجوّ العليا القريبة منها. ولمّا كانت هذه الطبقة اشدّ كثافةً تنكسر صورتها عند نفوذها في طبقة اسفل والطف هواء ويزيد انكسار هذا الرسم من طبقة الى أخرى حتى يبلغ الى حضيض الارض ح فينعكس متصاعداً ويجتاز من طبقة ألطف الى طبقة اكثف حتى يلاقي عين المسافر في ع. فيرى صورة الاشجار عند جهة آخر انكسار اشعّتها اعني انّهُ يراها مقلوبة كانّها

انعكست عن ماء راكد عند ع تحت الحضيض (انظر الشكل السادس)



(الشكل السادس. السراب)

وتعليل السراب قد بيَّنهُ العلامة مُنج الفرنسوي لاوَّل مرَّة لمَّا دخل مصر مع بوناپرت. ويمكن اختبار السراب صناعيًا بان تعمد الى صندوق من الحديد المصفَّح فتبالغ في إسخانهِ اما بان تحميهُ في الشمس واما بان تملأهُ من جمر النار ثم تضع على احد طرفيهِ انبوبةً صغيرة فتراها من الطرف الآخر معكوسة ان وضعتَ عينك على علو سطح الصندوق. وهكذا اذا أحمت الشمس جدارًا امكن الناظر ان يرى فوقهُ صور المرئيَّات مقلوبة

ويحدث السراب في البحر ايضًا لاسيما غدوةً عند طلوع الشمس في البلاد الباردة اذا ما كانت طبقة الهواء الملامسة للبحر ابرد من مياههِ. فيرى الملاحون حينئذٍ صور السواحل والسفن البعيدة مقلوبة في عمق المياه. وتعليل ذلك كتعليل المرئيَّات في السراب البرّي اعني انكسار اشعة المرئيَّات لاجتيازها من وسط اكثف الى وسط ألطف. ومن غريب الظواهر انَّ هذه الصور شُوهدت في الجوّ معكوسةً كانَّ السفن تسير في الفضاء وسواريها مقلوبة فوق البحر. وعلة ذلك انَّ البحر يكون اذ ذاك ابرد من الهواء الملامس لهُ وتكون الطبقات الهوائيَّة السفلى اكثف من الطبقات العليا لمماسَّتها للبحر بحيث تنقص القوَّة الكاسرة للاشعة بتصاعدها من اسفل الى علُ

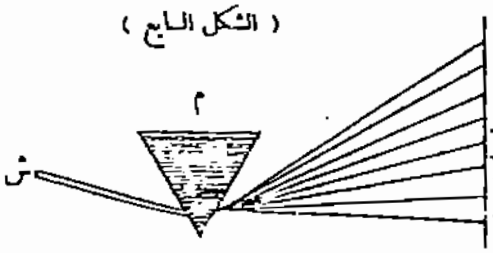
وقد رُئيت ايضًا بعض صور المنظورات مستقيمةً في الهواء. فمن ذلك ان سكَّان سواحل فرنسة عند بوغاص المانش عاينوا سواحل انكلترة مع انها محجوبة عنهم بحدبة

البحر . وكذا شاهد الانكليز سواحل كالي وبولوني . وكلُّ ذلك سببهُ انكسار الاشعَّة في بعض احوال الجوّ . وهكذا يُفسَّر العلماء ايضًا مـا رواهُ مؤرخو القرون المتوسّطة عن مدنٍ وعساكر وملاحم حربيَّة نظر النـاس صورها في الهواء . وفي ايلول من سنة ١٨٣٥ نظر الانكليز في جزيرتهم مدَّة ايام متوالية صور فرسان كانوا يتجوَّلون في الهواء وكان الجوّ اذ ذاك قاتمًا كثير الابخرة المتكاثفة . وفي كل هـذه الحوادث قد اصاب اشعَّة المرئيَّات انكسارات مختلفة وانعكاسات شتى يصعب ضبطها وتعيين كيفيَّاتها

٣

وممَّا يساعد على فهم ظاهرة قوس قُزح ادراك خاصَّة اخرى عجيبة يمتاز بها النور . وذلك انَّ النور اذا اجتاز في اجسام شفَّافة كالزجاج او الماء ماء لا تنكسر فقط اشعَّتهُ كما سبق بل يتحلَّل لونهُ الى ألوان مختلفة . وهذه الخاصَّة قد بحث فيهـا العلامة نيوتن ويسهل تحقيقها باختبار مبيَّن . أقفلْ نوافذ غرفة بحيث يظلم داخلهـا ثم ادخلْ شعاعًا من الشمس من خرق صغـير ترَ الشعاع على الجدار بصورة نور مستدير . فاذا اخذت موشورًا (١ وجعلتهُ بين الشعاع والحائط انحلَّ النور باجتيازهِ في الموشور الى سبعة اضواء ملوَّنة بالوان مختلفة على الترتيب المذكور في الشكل السابع وهذا ما يدعى بالطيف الشمسيّ (spectre solaire) وقد نظم المعلم اسعد الشدوديّ ما يتركَّب منهُ من الانوار على حسب نظامها فقال :

(الشكل السابع)



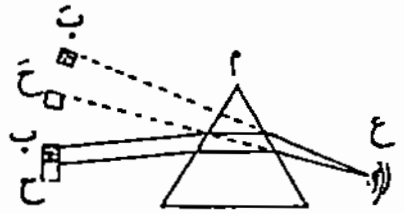
ألوان طيف الشمس سبعةٌ يُرى ترتيبها فيها كما سيُذكرُ
بنفسجيٌّ ثمَّ نيليٌّ يلي ازرقٌ يليهِ ثم الاخضرُ
واصفرٌ وبرتقاليٌّ كذا وفي ختام الكل يأتي الاحمرُ

وترتيب هذه الالوان الطبيعي مبني على قوَّة انكسارها وهي ليست تشغل في الطيف مكانًا متساويًا فالبنفسجيّ اوسع ممَّا سواهُ والبرتقاني اقلّ الاضواء سعةً . ومن هـذا الاختبار ينتج (اوَّلًا) انَّ النور الطبيعي ليس ببسيط بل انهُ مركَّب من اشعَّة كثيرة

١) الموشور او المنشور ما يدعوهُ الفرنج (prisme)

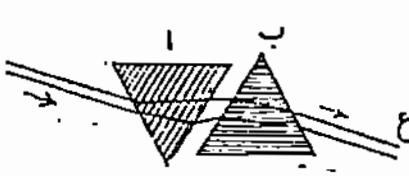
التلوُّن. (ثانيًا) ان الاضواء المختلفة ليست متساوية في الانكسار فاللون الاخضر مثلًا اكثر انكسارًا من الاحمر. وليس هذا الاختلاف ناتجًا عن الموشور وهو واحدٌ للونين بل ذلك يتأتى من طبيعة الاشعَّة نفسها. وقد اثبت العلامة نيوتن هذه الخاصَّة الثانية باختبارات عديدة نكتفي بذكر احداها لسهولة امتحانها

خذ ورقةً ب ح نصفها ملوَّن بلون بنفسجيّ والنصف الآخر بلون احمر (راجع الشكل الثامن) وانظر اليها من وراء موشور م تَرَ اللونين ابتعدا عن بعضهما فصارا في بَ حَ. فذلك دليل على انَّ الشعاع البنفسجي وصل الى عين الناظر بعد ان انحرف انحرافًا اعظم من اللون الاحمر. واذا اعدت هذا الاختبار على الوان اخرى ترى افتراق الالوان يزيد على قدر ابتعادهما في الطيف الشمسي. فينتج من ذلك انَّ الاشعَّة الملوَّنة تختلف في انكسارها وانَّ هذا الانكسار يزيد من الاحمر الى البنفسجي. (وثالثًا) ان ألوان الطيف الشمسيّ بسيطة لانك اذا اجزت كلًّا منها في موشور لا تراهُ يتحلّ الى الوان اخرى



(الشكل الثامن)

ويمكن عكس هذا الاختبار بجمع الالوان السبعة الى لون واحد وذلك بان يؤخذ موشوران ا ب ويُجعلا كما ترى في الشكل التاسع فاذا بلغ شعاع من الشمس الى الاول فاجتازهُ انحلَّ النور كما سبق ولكن عند مرورهِ في الموشور الثاني المنعكس اجتمعت الانوار ثانيةً وصارت لونًا ابيض كما كانت قبل دخولها في الموشور الاول. ويمكن تركيب اللون الابيض من بعض هذه الالوان فقط وذلك بأن تجمع جمعًا مناسبًا كجمع الاحمر والاخضر والازرق والاصفر او جمع الاحمر والبنفسجيّ والاخضر. ولذلك يقال لهذه الالوان انها ألوان متوافقة مكمّلة لبعضها



(الشكل التاسع)

وبعد هذه المقدمات اضحى بيان قوس قُزح اقرب الى الفهم وسنشرحهُ ان شاء الله في عدد آخر (ستأتي البقيَّة)