النور والاضاءة

بحث علمي عملي

للدكتور الياس صليبي

— ١ —

جاء في دائرة المعارف البريطانية ان النور هو التأثير الحسي الذي نشعر به عن طريق العين ولكن ما هو النور وكيف يحدث وهل هو ذرات او امواج ؟ كل ذلك أمور تضاربت فيها الآراء وقد شرحها المقتطف في مقالة نفيسة ظهرت من بضع سنوات اليك بعض ما جاء فيها

كان العلماء فريقين في نظرهم الى النور الفريق الاول وزعيمهم نيوتن يقولون انهُ ذرات صغيرة تنطلق بسرعة فائقة من جسم منير فتؤثر في شبكية العين وعصبها تأثيراً يجعلها تبصره والفريق الثاني وزعيمهم هو جنس يرون انهُ تموّجات أثيرية يرسلها الجسم المنير في الاثير فتسير سيراً عموديًّا حتى اذا باغت العين أثرت في شبكيتها تأثيراً يؤدي الى رؤيته . وجاء بعد هذين الفريقين العالم الطبيعي الشهير كلارك مكسويل وقال ان امواج النور من نوع الامواج الكهربائية المغناطيسية فهي في ذلك تشبه تموّجات اشعة إكس والاشعة اللاسلكية . وجاء أخيراً الاستاذ كمطن وقال ان النور امواج او ذرات من القوّة تسير سيراً موجيًّا وان الكهرب الاول المنطلق من جسم منير بسرعة عظيمة اذا أصاب لوحاً من البلاتين مثلاً تحوّلت قوّة حركته الى فوتون اي الى ذرة من أشعة إكس وهذه تنطلق بسرعة النور فاذا أصابت كهرباً في لوح خشب او شيء آخر أخذ الكهرب قوّتها والمنطلق بسرعة الكهرب الاول الذي اوجد الفوتون نفسه . وقد تمكّن العلماء بهذه النظرية من تعليل بعض المظاهر الطبيعية التي لم يكونوا يستطيعون تعليلها بواسطة النظريات السابقة . انتهى ما جاء في المقتطف

والنور نوعان طبيعي وصناعي

والشمس مصدر النور الطبيعي اي النهاري ونورها ابيض زاهٍ يفضل كثيراً كل الانوار الاخرى واذا اردنا ان نكوّن بالصناعة نوراً ابيض مشابهاً لنور الشمس يجب ان نحمي جسماً جامداً الى

درجة التوهج فقطعة الحديد المعرّضة لنار الكير تخرج اولاً اشعة حمراً يشتدّ احمرارها بعد قليل وتخرج في الوقت عينه أشعة برتقالية ثم تخرج بعد ذلك على التوالي أشعة صفراً ثم خضراً ثم زرقاً ثم بنفسجية وحينئذٍ يلوح مجموع هذه الاشعة للعين كنور ابيض شديد اللمعان . فشعاع النور الابيض المتوهّج اذاً ليس بسيطاً كما يخيَّل الى الناظر اليه ولكنهُ مركّب من عدد من الاشعة المختلفة الالوان والانحراف كما ظهر من العملية التركيبية التي تقدّم وصفها وكما يظهر من العملية التحليلية الثانية

اذا اجتاز شعاع من النور منشوراً زجاجيًّا موضوعاً في فتحة تؤدي الى غرفة مظلمة ثم سقط على حاجز في هذه الغرفة تحلّل هذا الشعاع الى الاشعة الاصلية التي يتركب منها وظهر على الحاجز كشريط مستطيل مختلف الالوان الجزء الاقرب منهُ وهو الاحمر اقل هذه الاشعة انحرافاً والجزء الابعد وهو البنفسجي أكثرها انحرافاً . ومجموع الاشعة الصادرة من جسم نيّر يقال لها طيفه واول من حلّل نور الشمس وهو نيوتن وجد انهُ يتركب من الاشعة التالية وهي الاحمر فالبرتقالي فالاصفر فالاخضر فالازرق فالنيلي فالبنفسجي كما تراها في قوس قزح

ويحتوي شعاع الشمس علاوة على ما تقدّم على أشعة غير منظورة في طرفي طيفه اي تحت الاحمر وفوق البنفسجي

وتشتد حرارة أشعة الطيف كلما دنونا من الاحمر وتزداد بعد ما تتجاوزه اي ان اشدّ الاشعة حرارة هي أشعة ما تحت الاحمر ويسهل اثبات ذلك بمقياس حرارة حساس مدهون بالهباب

ولا ترتفع الحرارة في الطرف الآخر من الطيف حيث اشعة ما فوق البنفسجي التي يتمّ عليها تأثيرها الكيماوي . والفعل الكيماوي لاشعة الطيف على عكس حرارتها يزداد كلما دنونا من البنفسجي

فحرارة الضوء تصدر عن اقل اشعته انحرافاً وخصوصاً عن الاحمر وما تحته اما فعله الكيماوي فيصدر بالاخص عن الاشعة البنفسجية وما فوقها . بقي الاشعة المضيئة وهذه تشمل اشعة الطيف المنظورة كلها واشدها ضياء الاشعة الصفر والخضر

ويختلف طول امواج الاشعة باختلاف انواعها واقصر موجة من امواج أشعة الضوء لا يتجاوز طولها جزءاً من عشرة آلاف من المليمتر ويبلغ طول موجة ما فوق البنفسجي جزئين من عشرة آلاف من المليمتر اما امواج الاشعة التي تراها العين فيختلف طولها من اربعة اجزاء من عشرة آلاف من المليمتر في البنفسجي ان ما يقرب من سبعة اجزاء من عشرة آلاف في الأحمر ويبلغ طول موجة ما تحت الأحمر جزءاً من الف من المليمتر

ويختلف أيضاً عدد اهتزازات امواج الاشعة التي يصدرها النور فأشعّة الحرارة او ما تحت الاحمر تبلغ اهتزازات موجاتها من ١٧١ الى ٣٤٢ تريليوناً في الثانية والاشعة النيّرة التي تراها

العين تبلغ اهتزازاتها من ٣٤٢ الى ٦٨٤ تريليوناً في الثانية والاشعّة الكهائية او أشعّة ما فوق البنفسجي التي المنظورة يبلغ عدد اهتزازاتها أكثر من ٦٨٤ تريليوناً في الثانية وهذا النوع الاخير أشدّ الاشعّة ضرراً بالبصر وهو السبب في الرمد الكهربائي ورمد الكسوف وفقد البصر الناتج عن رؤية الاشياء الشديدة التألّق كالصواعق

وقد نشر شنز روستوكهوزن ما تسبّبه أشعّة الضوء المختلفة من الضرر بالعين تبعاً لطول تموجاتها

فالاشعّة التي يبلغ طول تموجاتها من ٠٫٠٠٠٢٧٦ من الملليمتر الى ٠٫٠٠٠٤ من الملليمتر تبلغ الشبكيّة وتبصرها العين

والاشعّة التي يبلغ طول تموّجاتها من ٠٫٠٠٠٤ من الملليمتر الى ٠٫٠٠٠٣٥ من الملليمتر تسبّب تألّق العدسيّة ولا تصل الى الشبكيّة الاّ اذا خلت العين من العدسيّة لعلّة ما (كما يحدث بعد عملية الماثيّة البيضاء) وفي هذه الحالة اي عند وصول تلك الاشعّة الى الشبكيّة تصاب هذه الطبقة بأضرار مختلفة ويرى بعضهم ان تناقص بصر الذين عملت لهم عمليّة الماثية البيضاء مسبّب عن هذا الامر

والاشعّة التي يبلغ طول تموجاتها من ٠٫٠٠٠٣٥ من الملليمتر الى ٠٫٠٠٠٣ من الملليمتر تمتصّها كلّها العدسيّة

واذا كانت تموّجات الاشعّة أقصر من ٠٫٠٠٠٣ من الملليمتر فانها لا تخترق القرنيّة وتحدث في العين علاّ خارجيّة

وابعاث النور من الاجسام المضيئة ناتج عن ارتفاع حرارتها فمتى بلغت هذه الحرارة ٥٢٥ درجة بالمقياس المئوي بدأت الاشعة الحمر بالظهور ثم تلوها الاشعّة الاخرى حتى البنفسجيّة بحسب ترتيبها وكلما ازدادت الحرارة ازداد ابعاث الاشعّة البنفسجيّة وما فوقها فيستنتج مما تقدّم ان ضوء الشمس يحتوي على مقدار عظيم من الاشعّة الكهائية لأن حرارتها شديدة جداً . غير ان الجانب الاكبر من هذه الاشعّة تمتصّه طبقات الهواء المحيطة بالارض ولا سيما الطبقات السفلى الكثيفة . والدليل على ذلك ان الشمس حين الغروب عند ما لا تصل أشعّتها الينا الاّ بعد مرورها في طبقات الهواء الأفقيّة الكثيفة تفقد جانباً كبيراً من خواصها الكهائية فلا تؤثر الاّ قليلاً في لوح التصوير الشمسي وتصبح حينئذٍ ذات لون ارجواني ناتج عن امتصاص الاشعّة الزرق والبنفسجية وما فوقها

فالاجسام الحمرة هي أوّلاً اجسام ذات حرارة مرتفعة ومما يؤسف لهُ ان الجزء الأكبر من الطاقة يضيع سدًى في توليد تموّجات الحرارة وان الجزء الذي يولّد النور لا يربي على واحد في المائة من مجموع الطاقة لذلك يبذل المشتغلون بالاضاءة جهدهم في البحث عن وسيلة

تمكنهم من زيادة احماء الاجسام ليزداد النور الخارج منها. لكن هناك امراً حرجاً وهو انصهار هذه الاجسام فكل معدن يصهر بحرارة منخفضة كالرصاص لا يصلح للاضاءة وعلى الضد من ذلك التنجستن الذي يصهر على ٣١٠٠ درجة من الحرارة فانهُ أصلح ما يكون لهذا الغرض[١]

***

﴿النور وتأثيرهُ في الاجسام والعين﴾ لأشعة النور المنظورة وغير المنظورة تأثير مباشر في اجسامنا وفي المحيط الذي نعيش فيه فالطقس والضغط الجوّي والرطوبة تتأثر بأشعة الشمس كثيراً او قليلاً والتعرّض لهذه الاشعة يؤثر ايضاً في نمو الجراثيم المختلفة وضمها ويساعد على نمو النباتات التي تتغذى بها وعلى توالدها

ولكن لم يعرف الاّ حديثاً ما للاشعة النضوء من الشأن العظيم في تركيب الڤيتامينات وهي المواد الغذائية التي لا غنى لنا عنها فقد ظهر من ابحاث كثيرة لا محل لذكرها هنا ان عدداً كبيراً من المواد التي لا تأثير لها في علاج الكساح تصبح ذات قيمة علاجية حقيقية اذا عرّضت في ظروف معيّنة لاشعة ما فوق البنفسجي الصادرة من نور الشمس او من مصباح بخار الزئبق وهذه الاشعة تقتل الميكروبات كما يتضح من تعقيمها الماء وتكثر في الجبال حيث الهواء لطيف خالٍ من الغبار ولذلك انشأوا فيها ملاجىء المسلولين ومستشفياتهم. ويزعم الاطباء ان تلك الاشعة هي العامل الاكبر في تحسين حالة المرضى الذين يقصدون هذه الاماكن لانها تقوي فيهم عوامل التمثيل metabolism فيزداد التأكسد وتزداد الوظائف الجسدية نشاطاً وسرعة

وتدلنا العين على ما تحتاج اليه من النور فكل نقص او عيب فيه يؤثر في الشبكية ويتعب البصر وتختلف مقدرة العيون على احتمال الضوء باختلاف مقدار المادّة الملوّنة التي فيها فمن كان ذا لون أسمر يتحمل اكثر من ذي اللون الاشقر ومن الاحسب albino[٢] لان كثرة المادة الملوّنة السوداء في عيني الاسمر تمتص من الضوء الذي يدخلهما ما يزيد عن الحاجة ولهذه ايضاً بعض التأثير فالرجل الذي يقدم من البلاد الشمالية الى بلاد استوائية حارّة تزعجهُ شدّة الضوء لا سيما في الايام الاولى والأحسر (القصير البصر) لا يتحمّل الضوء بقدر ما يتحمّله طويل البصر لان البؤبؤ في عين الأحسر اوسع عادة منهُ في عين غيره فيجتازه مقدار أكبر من الضوء ثم لان الحسر الشديد يصحبه غالباً ضمور المشيمية وزوال ما فيها من المادّة الملوّنة التي نوّهنا عن فائدتها في امتصاص الزائد من الضوء

وتتكيّف العين وفقاً لتغيرات الضوء ولا تألم من هذه التغيرات الاّ اذا توالت بسرعة

---

(١) على ان ما لا تستطيعه الصناعة تستطيعه الطبيعة في بعض انواع الحيوانات المعيشة بذهب ٩٩ جزء في المئة من القوة التي تعرضها في تكوين النور (٢) الاحسب : ذو بياض مشرب بحمرة

كبيرة فاذا انتقلت العين من محل مضاء إلى محل مظلم أمكنها بعد بضع دقائق ان تبصر قليلاً من غير مجهود سوى اتساع البؤبؤ إلى أن يبلغ قطر دائرته ثمانية ملليمترات ونصف الملليمتر بالاكثر وتحتمل العين كذلك بسهولة نور الظهر في أشهر الصيف ما لم تسقط هذه الأشعة عليها رأساً او تنعكس اليها من اشياء لامعة ويقبض البؤبؤ حينئذ إلى دائرة قطرها ملليمتر واحد وتسعة اعشار الملليمتر

***

﴿ خواص البصر ﴾ — حسبوا بالتدقيق مقدار الضوء اللازم لتبلغ خواص البصر منتهى قوتها وأولى هذه الخواص حدة البصر التي تميز بها تفاصيل ما نبصره وهي تزداد سريعاً بازدياد اضاءة الشيء المنظور حتى تبلغ الاضاءة خمسين لوكساً (١) ثم تصبح الزيادة بعد ذلك غير محسوسة او معدومة تماماً مهما بلغت قوة الانارة فيخيل الينا حينئذ ان الاضاءة التي تبلغ خمسين او ستين لوكساً هي غاية ما نحتاج اليه على ان الحقيقة ليست كذلك فان الخاصة الثانية من خواص البصر وهي سرعة الرؤية تزداد سريعاً بازدياد النور الى ان تبلغ الانارة ما فوق المائة لوكس

والخاصة الثالثة من خواص البصر هي سرعة تكيف العين لرؤية أشياء مختلفة الحجم والأبعاد وهذه الخاصة تزداد أيضاً بسرعة الى ان تبلغ الاضاءة ستين لوكساً ثم تتزايد ببطء الى ما فوق الثمانين لوكساً

***

﴿ عيار الضوء ﴾ لابدّ للمشتغلين بفن الاضاءة من معرفة ما تنفقهُ المصابيح المختلفة والمدّة التي تبقى فيها صالحة للعمل وقوة ضوئها ومن السهل قياس النفقة بعيارات الوزن والحجم المتريّة كالغرام والمتر او بالعيارات الكهربائية كالفولط والأمبير والواط. امّا مدّة العمل للمصابيح المختلفة كمصباح البترول او شبكة اور والمصباح الكهربائي المتوهج فلا يمكن تعيينها الاّ بالتقريب لانّ مصباح البترول يبقى صالحاً للعمل زمناً غير محدود وشبكة اور تطول مدّة عملها او تقصر تبعاً لنوعها والطوارىء التي تنالها والمصباح الكهربائي المتوهج يضيء من الف ساعة الى ماثتين والف ولكن قوته تتناقص في أثناء ذلك

أمّا قوة الضوء فلابدّ لها من عيار خاص وقد اختار أعضاء المؤتمر الدولي الذي انعقد في ٣ مايو سنة ١٨٨٤ عياراً للضوء سطحاً من البلاتين مساحته سنتيمتر مربّع شديد الحرارة

(١) اللوكس هو مقدار الضوء الساقط عمودياً من مصباح قوته شمعة على سطح يبعد عنه متراً ويطلق عليه تروك اسم « الشمعة متر »

والتوشيح حين انتقاله من السيولة الى الجمودة وسمّوه «عيار ڤيول» ولكن يحول دون استخدام هذا العيار بعض الصعوبات وهذا استعاضوا عنه بعيارات ثانوية كمصباح كارسل والشموع المختلفة وفي سنة ١٩٢٤ ضبط ايف « عيار ڤيول » بأن جعل انبوباً من البلاتين ذا شق مستطيل للمراقبة يتوهج بتيار كهربائي

اما مصباح كارسل الذي يتخذ عياراً فيجب ان يضاء بزيت الزيتون النقي وان يكون قطر لهبه ٢٣ ملليمتراً ونصف المليمتر وارتفاعه ٤٠ ملليمتراً وان يبلغ ما يحرق فيه من الزيت ٤٢ غراماً في الساعة

***

وتختلف الشموع المستعملة كعيارات للضوء باختلاف البلدان فالشمعة الانكليزية تصنع من شحم الحوت ويبلغ ارتفاعها ٤٥ ملليمتراً ويحترق من مادتها ٥٦ ر ٨ من الغرام في الساعة والشمعة الالمانية تصنع من البرافين وقطرها ٢٠ ملليمتراً وارتفاع لهبها ٥٠ ملليمتراً اما الشمعة الفرنسية العشرية فتصنع من الستيارين المستخرج من شحم الحيوانات ويجعل ارتفاع لهبها بحيث يحترق من مادتها سبعة غرامات في الساعة وتبلغ قوة ضوئها جزءاً من عشرين من عيار ڤيول

وتقاس قوة المصباح عادة على موازاة سطح يقطع لهبه افقيًّا وعلى بعد متر واحد ولكن اذا قسنا قوة المصباح من جميع الجهات الافقية اي على مدار اللهب ظهر لنا ان هذه القوة ليست واحدة فيها كلها على انه يسهل علينا حينئذٍ ان نحسب متوسط القوة الافقية وهذا المتوسط لا يدلنا ايضاً على متوسط قوة المصباح الحقيقية لان نور هذا المصباح ينتشر في جهات اخرى غير الجهة الافقية يجب حسابها جميعها لاستخراج قوة المصباح الكروية الحقيقية التي تختلف طبعاً عن القوتين السابقتين وهاك جدولاً يبين نسبة عيارات قوة الضوء بعضها الى بعض

—	عيار ڤيول	مصباح كارسل	الشمعة النجمية	الشمعة الانكليزية	الشمعة الالمانية	الشمعة العشرية
عيار ڤيول	١ر٠٠٠	٢ر٠٨٠	١٦ر١٠٠	١٨ر٥٠٠	١٦ر٤٠٠	٢٠ر٠٠٠
مصباح كارسل	٠ر٤٨١	١ر٠٠٠	٧ر٧٥٠	٨ر٩٤٠	٧ر٨٩٠	٩ر٦٣٠
الشمعة النجمية	٠ر٠٦٢	٠ر١٣٠	١ر٠٠٠	١ر١٥٠	١ر٠٢٠	١ر٢٤٠
الشمعة الانكليزية	١ر٠٥٤	٠ر١١٢	٠ر٨٧٠	١ر٠٠٠	٠ر٨٨٦	١ر٠٨٠
الشمعة الالمانية	٠ر٠٦١	٠ر١٢٧	٠ر٩٨٤	١ر١٣٠	١ر٠٠٠	١ر٢٢٠
الشمعة العشرية	٠ر٠٥٠	٠ر١٤٠	٠ر٨٠٥	٠ر٩٢٥	٠ر٨٠٢	١ر٠٠٠