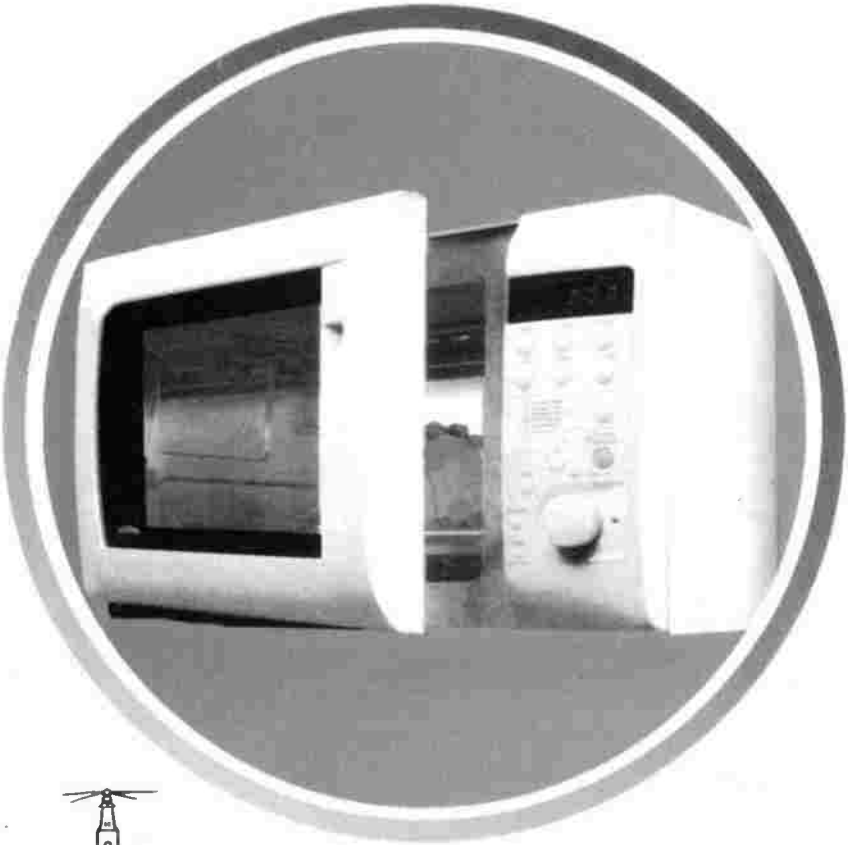
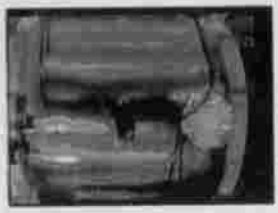
حكايات علمية

٣٣

الأشعة تحت الحمراء

دكتور مهندس سمير محمود والى





دار المعارف

حكايات علمية

٣٣

الأشعة تحت الحمراء

دكتور مهندس/ سمير محمود والى

دار المعارف

وليام هرسشل

كان صوت التليفزيون عالياً للغاية لدرجة أن محمد لم يتسطع النوم، فقام من سريره منفعلاً نحو الصالة وأمسك بجهاز التحكم عن بعد(ريموت كنترول) الخاص بالتليفزيون لتخفيض ذلك الصوت العالى ولكن أخته أمانى التى تصغره بعامين وقفت فى منتصف المسافة بين جهاز التحكم عن بعد وبين التليفزيون فى حين ظل محمد يضغط بقوة على زرار تخفيض الصوت فى جهاز التحكم عند بعد ولكن صوت التليفزيون ظل عالياً وكأن جهاز التحكم لا يعمل. صاح محمد ذو الثانية عشر عاماً من عمره فى أخته قائلاً: يا أماني: أريد أن أنام.. أريد أن اخفض صوت التليفزيون ولكنك تقفى حائلاً دون وصول أشعة جهاز التحكم عن بعد إلى التليفزيون، فى تلك اللحظة دخلت الأم إلى الصالة وقالت أشعة ماذا التى تتحدث عنها يا محمد؟! قال محمد: لست أدرى يا أمى ولكنى اعتقد أن جهاز التحكم عن بعد يرسل أشعة ما، تتحكم فى وظائف التليفزيون وقد وقفت أختى أمانى حائلاً دون وصول هذه الأشعة إلى التليفزيون حتى لا تمكننى من خفض صوته، قالت الأم كفاكما شجاراً اذهبا إلى النوم فغداً يوم مدرسى طويل.

وفى عصر اليوم التالى ذهبت الأم بسيارتها إلى مدرسة محمد وأمانى لتصطحبهما إلى المنزل وفى الطريق قالت لهما: تعالياً معى إلى (السوبر ماركت) لنتسوق بعض المأكولات وأثناء دخولهم إلى المحل لاحظ محمد أن باب (السوبر ماركت) يفتح تلقائياً بمجرد الاقتراب منه فسأل أمه: كيف يفتح الباب تلقائياً بمجرد الاقتراب منه؟ قالت الأم: أنه يعمل بالأشعة، سألت أمانى: أشعة ماذا يا أمى؟! أجابت الأم: لست أدرى ولكن أباكم أخبرنى بذلك ولم يوضح لى أكثر من هذا، صاح محمد: لابد أن أستوضح ذلك تفصيلياً من والدى.

دخلت الأم ودخل محمد وأمانى معها إلى (السوبر ماركت) وبدأت الأم تتسوق من قسم المأكولات أما محمد فذهب إلى قسم الإلكترونيات حيث إنه كان يريد أن تهديه والدته يوم عيد ميلاده (تليفون محمول) (موبايل) فانتهز فرصة وجوده فى المحل ليشاهد أنواع وأسعار التليفونات المحمولة، وفى قسم الإلكترونيات قابله البائع بابتسامة قائلاً: أرى من نظرات عينيك أنك مهتم بأجهزة التليفونات المحمولة ولذا قررت أن أعرض عليك أحدث موديلات الماركات العالمية والتى تعمل بالأشعة، صاح محمد فى دهشة: أشعة مرة أخرى. أشعة ماذا.؟ أجاب البائع: الأشعة تحت الحمراء، سأله محمد: وهل الباب الرئيسى لهذا المحل وكذا جهاز التحكم عن بعد للتلفزيون يعملان أيضاً بالأشعة تحت الحمراء؟ وهل جميع هذه الأشعة تحت الحمراء

متشابهة؟ بمعنى هل يؤثر جهاز التحكم عن بعد فى هذا التليفون المحمول؟! أجاب البائع: سيدى أنا لا دراية لى سوى بأجهزة التليفون المحمول وكل ما أعلمه أنها تعمل بالأشعة تحت الحمراء. أما عن الفتح الأتوماتيكى لباب المحل الرئيسى وكذا أجهزة التليفزيون وربما أجهزة التكييف المنزلية التى تعمل هى الأخرى بالأشعة فلا علم لى بها، شكره محمد ولحق بوالدته ورأسه مشغول بهذه الأشعة: فلا علم لى بها، شكره محمد ولحق بوالدته ورأسه مشغول بهذه الأشعة: كيف تعمل؟! ما طبيعتها؟! لماذا تستخدم فى أجهزة التحكم لمختلف المعدات الكهربائية والإلكترونية؟ هل لها استخدامات أخرى؟ وظل يفكر حتى وصل غلى المنزل وبدأ فى خلع ملابسه المدرسية حين سمع صوت صرير الباب الخارجى للمنزل وبدأ فى خلع ملابسه المدرسية حين سمع صوت صرير الباب الخارجى للمنزل وصوت والده يصيح: يا زوجتى العزيزة. يا أولاد تعالوا انظروا ماذا أحضرت لكم، هرعت الأسرة كلها للقاء الوالد وأبصروا فى يديه لفافة كبيرة الحكم فسألهم ماذا فى داخل هذه اللفافة؟ قالوا: لا نعلم أخبرنا بسرعة ماذا فيها، قال الأب: إننا على أبواب فصل الشتاء وفى الواقع أننا جميعاً نشعر بالبرد فى الحمام أثناء الاستحمام، لذا فقد اشتريت دفاية كهربائية للحمامات تعمل بالأشعة تحت الحمراء.

لم يتمالك محمد نفسه فصاح قائلاً: ما هى حكاية الأشعة تحت الحمراء؟! فى كل مكان اذهب إليه، وفى كل جهاز كهربائى أشاهده أجده يعمل بالأشعة تحت الحمراء: جهاز التحكم عن بعد فى التليفزيون والفيديو وجهاز التكييف وحتى التشغيل جهاز استقبال الأقمار الصناعية (ريسيفر) وأيضاً أبواب المحلات والبنوك وكذا التليفون المحمول وأيضاً الدفايات الكهربائية كلها تعمل بالأشعة تحت الحمراء..؟! ما هى هذه الأشعة وما هى قصتها؟! ضحك الأب وقال لا تعجب يا محمد ولا تستعجل فبعد أن أستريح وأتناول طعام الغذاء سوف نجتمع كلنا فى المساء لأقص عليك كل ما تريده.

تناولت الأسرة طعام الغذاء وأخذت قسطاً وافراً من القيلولة بعد الغذاء حيث نعموا بنوم هادئ وبعد أن استيقظ الأسرة اجتمع شملهم حول أكواب الشاى حيث بدأ محمد يكرر سؤاله: أخبرنا يا أبى ماذا تعلم عن الأشعة تحت الحمراء، قال الأب: كما تعلمون فإننى حاصل على درجة الدكتوراه فى الهندسة الكهربائية ولى خبرة مهنية بالأشعة تحت الحمراء، ولكن قبل أن أبدأ حديثى أخبرونى ماذا تعلمون عن (وليام هرسشل) قال الجميع: لا نعلم من هو ولا ماذا فعل، قال الأب: إذن أنصتوا جميعاً لما سوف أقصه عليكم، قال الجميع: كلنا آذان صاغية..

الأشعة تحت الحمراء

بدأ الأب حديثه قائلاً بدأت القصة عام ١٨٠٠ ميلادية حينما كان عالم الفلك (وليام هرشل) مكتشف كوكب أورانوس(Uranus) وهو أحد الكواكب السيارة، يقوم برصد الشمس بطريقة خاصة بواسطة تحليل ضوء الشمس الأبيض بواسطة منشور ثلاثى زجاجى، حيث يقوم هذا المنشور بتحليل الضوء الأبيض للمشمس إلى عناصره الأولية وهى ألوان الطيف (هى نفسها ألوان قوس قزح) وهى بالترتيب: الأحمر – البرتقالى – الأصفر – الأخضر – الأزرق – النيلى – البنفسجى، وكان هذا العالم يقارن درجات الحرارة الناتجة عن كل نون من هذه الألوان بواسطة مقياس حرارة (ترمومتر) زئبقى عادى ولكنه طلى بصيلة الترمومتر بطلاء أسود اللون حيث إن اللون حيث إن اللون الأسود يمتص كافة الألوان وقد لاحظ هذا العالم أثناء إجراء تجربته ما يلى:

١- ازدياد ثابت ومضطرد فى درجة الحرارة كلما حرك الترمومتر من الطيف البنفسجى فى اتجاه الطيف الأحمر.

٢- استمرار الزيادة فى درجة الحرارة حين يحرك الترمومتر إلى المنطقة التى ليس بهذا طيف بعد اللون الأحمر..!

وقد كانت الملاحظة الثانية مثيرة للعجب.. كيف تزداد الحرارة فى منطقة ليس بها أى لون أو طيف.. منطقة سوداء..!! استنتج (هرشل) أن هذه المنطقة بها أشعة غير مرئية سماها (الأشعة الحمراء)

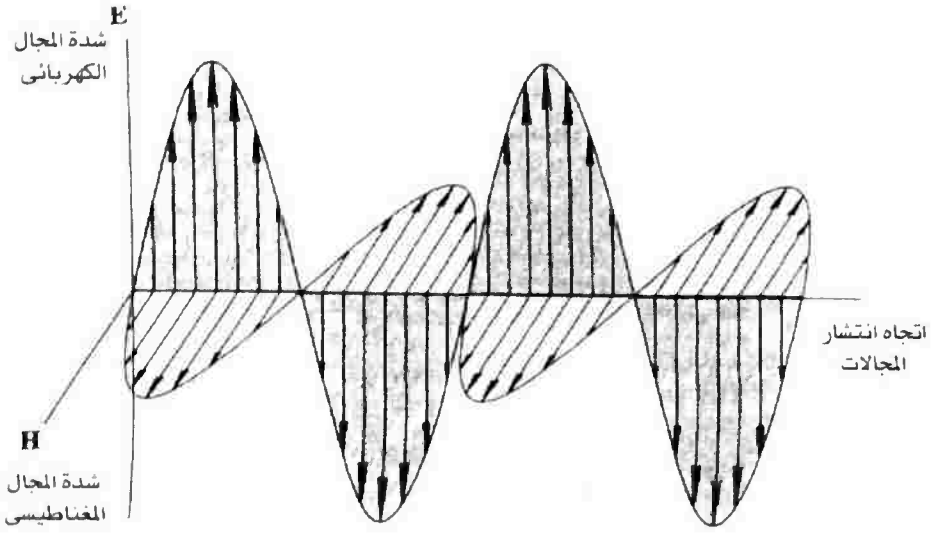
وقد تصادف فى نفس الوقت أن كان علماء فى إنجلترا وألمانيا يجرون أبحاثاً على المواد الحساسة للضوء فوجدوا أن هذه المواد تتأثر بنوع من الإشعاعات فى نهاية الطيف الضوئى ومجاورة للطيف البنفسجى وغير مرئية أيضاً فسموها (الأشعة البنفسجية) وقد وضح فى ذلك الوقت أن الأفلام الخاصة بالتصوير الفوتوغرافى تتأثر بالأشعة تحت الحمراء وبالأشعة فوق البنفسجية، لذا كان التصور السائد فى ذلك الوقت أن استخدام تلك الأنواع من الأشعة مقصور على أعراض التصوير الفوتوغرافى.

وبحلول عام ١٨٣١م وضع عالم الكهرباء الشهير (م. فاراداى) أسس النظرية الكهرومغناطيسية وقوانين توليد الكهرباء، حيث تأكد بعدها بفترة أن الأشعة تحت الحمراء ما هى إلا صورة من صور الموجات الكهرومغناطيسية.

سأل محمد: وما هى الموجات الكهرومغناطيسية؟!

أجاب ألأب: تتكون الموجات الكهرومغناطيسية من وموجه كهربائية وأخرى مغناطيسية متعامدة عليها وتنتشر هذه الموجات فى اتجاه عمودى على اتجاه من الموجة الكهربائية والموجة المغناطيسية كما هو واضح فى شكل رقم(١) وتنشر الموجات الكهرومغناطيسية فى كل شىء تقريباً بسرعة ثابتة وتساوى ٣ × $(١٠)^{٨}$ متر/ثانية حيث:

سرعة الانتشار = طول الموجة × ترددها



شكل رقم (١) : الموجة الكهرومغناطيسية تتكون من موجة كهربائية متعامد عليها موجة مغناطيسية وتنتشر فى اتجاه عمودى على الموجتين.

وطول الموجة هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين وطبقاً لطول الموجة تتحدد طبيعتها كما هو واضح فى الجدول التالى:

م	التردد ذبذبة/ثانية	الطول الموجى متر	طبيعة الموجات	مصدرها التقليدي
١	$(١٠)^{٢٣}$	$٣ \times (١٠)^{-١٥}$	فوتونات كونية	الفضـــاء الخـــارجى (كونى)
٢	$(١٠)^{٢٢}$	$٣ \times (١٠)^{-١٤}$	أشعة جاما	النويات المشعة
٤	$(١٠)^{٢١}$	$٣ \times (١٠)^{-١٣}$	أشعة أكس، أشعة جاما	النويات – قشرة الذرة
٥	$(١٠)^{١٩}$	$٣ \times (١٠)^{-١٢}$	أشعة إكس	طبقة الذرية الداخلية
٦	$(١٠)^{١٨}$	$٣ \times (١٠)^{-١١}$	أشعة إكس	اصـــطدام إليكتـــرون بجسم صلب
٧	$(١٠)^{١٧}$	$٣ \times (١٠)^{-١٠}$	الأشعة فوق البنفسجية وأشعة أكس	الـــذرات فـــى الشـــرارة الكهربائية
٨	$(١٠)^{١٦}$	$٣ \times (١٠)^{-٩}$	أشعة فوق بنفسجية	الـــذرات فـــى الشـــرارة والقوس الكهربائى
٩	$(١٠)^{١٥}$	$٣ \times (١٠)^{-٨}$	الضوء المرئى	الـــذرات فـــى الشـــرارة والقوس الكهربائي
١٠	$(١٠)^{١٤}$	$٣ \times (١٠)^{-٧}$	أشعة تحت الحمراء	الـــذرات – الأجســـام الساخنة
١١	$(١٠)^{١٣}$	$٣ \times (١٠)^{-٦}$	أشعة تحت الحمراء	الأجسام الساخنة
١٢	$(١٠)^{١٢}$	$٣ \times (١٠)^{-٥}$	أشـــعة تحـــت الحمـــراء العميقة	الأجسام الساخنة
١٣	$(١٠)^{١١}$	$٣ \times (١٠)^{-٤}$	الموجـــات المتناهيـــة	الأجسام الساخنة

م	التردد ذبذبة/ثانية	الطول الموجى متر	طبيعة الموجات	مصدرها التقليدي
			القصر (ميكروويف)	
١٤	(١٠) ^{١٠}	٣ × (١٠) $^{-٣}$	الرادار – ميكروويف	أجهزة إلكترونية
١٥	(١٠) ^{٩}	٣ × (١٠) $^{-٢}$	الرادار	أجهزة إلكترونية
١٦	(١٠) ^{٨}	٣ × (١٠) $^{-١}$	تليفزيون – راديو FM	أجهزة إلكترونية
١٧	(١٠) ^{٧}	٣	راديو قصير الموجة	أجهزة إلكترونية
١٨	(١٠) ^{٦}	٣٠	راديو AM	أجهزة إلكترونية
١٩	(١٠) ^{٥}	٣٠٠	راديو موجة طويلة	أجهزة إلكترونية
٢٠	(١٠) ^{٤}	٣ × (١٠) ^{٤}	تسخين حثى	أجهزة إلكترونية

واستطرد الأب قائلاً: من هذا الجدول يتضح أن الطول الموجى للأشعة تحت الحمراء يتراوح بين ٣ × (١٠) $^{-٦}$ إلى ٣ × (١٠) $^{-٥}$ متر أى بتردد يتراوح بين (١٠) ^{١٤} إلى (١٠) ^{١٣} ذبذبة فى الثانية، وهو تردد عال للغاية.

سألت أمانى فى ذكاء شديد: الأمر أصبح غير واضح يا أبى.. هل هى أشعة تحت حمراء أم موجات؟ ضحك الأب قائلاً: إن لطبيعة هذه الأشعة قصة طريفة سأقصها لك.

ساد الاعتقاد بين العلماء حتى منتصف القرن الـ١٧ أن الضوء عامة هو سيل منهمر من الكريات (كلمة كريات هو جمع كلمة كرية بمعنى الكرة المتناهية فى الصغر) ولا تنسوا أن الأشعة تحت الحمراء هى أولاً وأخيراً تنتمى إلى الضوء، وأن مبعث هذه الكريات هو مصدر الضوء كالشمس أو الشمعة أو خلافه،أن هذه الكريات تسير فى خط مستقيم وأنها ذات قدرة على النفاذ من خلال الأجسام الشفافة أو الانعكاس على أسطح المرايا، وأن هذه الكريات تسبب الإحساس بالرؤية إذا سقطت على العين البشرية. وقد قبل العلماء فى ذلك الحين هذا الاعتقاد واقتنعوا به لدرجة أنه حينما قال العالم (كريستيان هيجينز) Charistian Huygens عام ١٦٧٠م بتفسير ظاهرتى الانعكاس والانكسار للضوء على أساس أن الضوء ما هو إلا نوع من الموجات تنتشر عبر مادة الأثير، لم يتقبل العلماء فى ذلك الحين تفسيره لاعتقادهم بأنه إذا كان الضوء هو موجات فإنه بإمكان أى شخص أن يرى الأشياء الموجودة بجوار جانب أى مبنى

بينما يكون هذا الشخص بجوار الجانب العمودى على هذا الجانب لنفس المبنى، وذلك بحجة أنه إذا كان الضوء هو موجة فإن هذه الموجة قادرة على الالتفاف حول أى ركن..!

وقد اتضح فيما بعد أن هذا الاعتقاد وإن كان صحيحاً من الناحية النظرية إلا أنه خطأ من الناحية العملية لأن الطول الموجى للضوء منتاه فى الصغر (حوالى ٣ × (١٠)$^{-٧}$ متر أى حوالى ٠.٣ جزء من الألف جزء من المليمتر) وذلك القصر المتناهى للموجة لن يمكنها من الالتفاف حول أى شىء ورغم ذلك فقد ظل التشكيك وعدم تصديق التفسير الموجى للضوء الذى قدمه هيجينز سائداً حتى حل عام ١٨٢٧م حين قام العالم (توماس يونج) (Thomas Young) والعالم (اوجستين فرسنل) (Augustin) بإجراء تجارب على التداخل فى الضوء ومن بعدهم قام العالم ليون فوكولت) Leon Foucault بإجراء تجارب على سرعة انتشار الضوء فى السوائل. وقد أثبتت جميع هؤلاء العلماء أن الاعتقاد بانتشار الضوء على هيئة كريات هو اعتقاد غير سليم.

وقد تسبب ذلك الإثبات بعدم صحة الاعتقاد بأن الضوء ينتشر على هيئة كريات فى غموض شديد ساد الأوساط العلمية- فى ذلك الوقت- حول طبيعة الضوء هل هو موجات تنتشر خلال مادة (الأثير* كما ذكر العالم (هيجينز)؟! ولكن مادة (الإثير) كما عرفها واخترعها (هيجينز) هى مادة لها صلابة الفولاذ وليونة المطاط وتنتشر داخل كل شىء وكل مادة معروفة حتى الفراغ!! هذا غير مقنع وظل الأمر هكذا حتى قام العالم الأسكتلندى (جيمس كلارك ماكسويل) شكل رقم (٢) عام ١٨٧٣م بإجراء تجربة على دائرة كهربائية متذبذبة حيث أثبت أن هذه الدائرة تشع موجات كهرومغناطيسية كما فسرها (هيجينز) ولكن ظل لغز مادة (الإثير) معلقا دون تفسير واضح.

شكل رقم (٢) : العالم الإسكتلندى (جيمس كلارك ماكسويل).

وفى عام ١٨٨٨م كان العالم (هينريش هرتز) يقوم بإجراء تجارب على دوائر كهربائية متذبذبة ذات أبعاد صغيرة للغاية نجح خلالها فى إنتاج كهرومغناطيسية ذات طول فائق القصر (ما يسمى حالياً بالميكروويف) وثبت أن لدى هذه الموجات جميع خصائص الضوء من انكسار وانعكاس وخلافه وكان ذلك انتصاراً كبيراً للعلم حيث ثبت بالتجربة أن الضوء ما هو إلا موجات كهرومغناطيسية، وفى عام ١٩٠٥م أثبت العالم (ألبرت أينشتاين) من خلال النظرية النسبية أنه لا وجود لمادة الإثير.

قال محمد: معنى ذلك أن الضوء وبالتالى الأشعة تحت الحمراء ما هى إلا موجات كهرومغناطيسية.

أجاب الأب: نعم هذا صحيح

سألت أمانى: ولكن ما هى تطبيقات الأشعة تحت الحمراء؟ أعنى ماذا حققنا من الاستفادة منها؟!

أجاب الأب" لذلك حديث يطول سوف أسرده عليكم مساء الغد قال الجميع فى نفس واحد: ميعادنا الغد، إن الغد لناظره قريب.

تطبيقات الأشعة تحت الحمراء

فى مساء اليوم التالى اجتمع شمل الأسرة مرة ثانية الأب والأم ومحمد وأمانى حول مائدة العشاء يأكلون ويتحادثون، وبدأت أمانى تكرر سؤال الأمس لوالدها. ما هى أوجه التطبيقات والاستفادة من الأشعة تحت الحمراء؟

فكر الأب قليلاً ثم قال: إن أول استخدام وأهم استخدام للأشعة تحت الحمراء كان ومازال هو التصوير الفوتوغرافى بالأشعة تحت الحمراء ثم تطور الأمر بعد ذلك لاستخدامات أخرى فى دوائر التحكم الإلكترونى، وقد عمت تطبيقات هذه الاستخدامات فى شتى نواحى النشاطات البشرية من تطبيقات عسكرية وهندسية ثم طبيعية وأيضاً منزلية بخلاف أى تطبيقات أخرى علمية بحثية.

صاح محمد متحمساً: تطبيقات عسكرية؟! أنا مهتم بهذا النوع من التطبيقات أرجو مزيداً من الإيضاح للتطبيقات العسكرية.

قال الأب: التطبيقات العسكرية كثيرة ومتعددة لعل أهمها إدارة النيران والتوجيه.

قالت أمانى: ماذا تعنى بإدارة النيران؟! قال الأب تعلمون جميعاً أن أهم واجب للأسلحة الرئيسية بأية قوات مسلحة هو إنتاج أكبر كمية من النيران تصوب بدقة نحو الهدف.

قال محمد: ما هى الأسلحة الرئيسية؟ أجاب الأب: على سبيل المثال: الدبابة والطائرة والصواريخ المدافع وخلافه، سألت أمانى: وماذا تعمل الأشعة تحت الحمراء فى الدبابة؟! قال الأب: عن كل دبابة بها مدفع رئيسى مثبت على برج الدبابة وأهم واجب لإدارة النيران هو دقة التنشين لدانات هذا المدفع وأحياناً يكون هذا الواجب صعب التنفيذ حينما يكون الوقت ليلاً أو يكون هناك ضباب أو أتربة فلا يستطيع الجندى المكلف بإطلاق النيران داخل الدبابة بالتنشين ورؤية الهدف أو دقة التنشين، لذا يتم تزويد الدبابات بأحد أجهزة إدارة النيران وهو جهاز (الرؤية الليلية) وهو عبارة عن جهاز يستقبل الأشعة تحت الحمراء الصادرة من مختلف الأجسام، فيرسم صورة للجسم على جهاز استقبال الأشعة تحت الحمراء، فمن المعروف أن كل جسم تنبعث منه أشعة- تحت الحمراء- تتناسب مع درجة حرارة الجسم وبذلك يمكن رؤية الجسم وتصويب القذيفة نحوه.

ولا تقتصر أجهزة الرؤية الليلية على الدبابات فقط بل تستخدم هذه الأجهزة فى نظارات الميدان للمشاة وبنادق القناصة فى المشاة حيث تمكن فرد المشاة من الرؤية والقتال الليلى.

ولا تقتصر أيضاً استخدامات الأشعة تحت الحمراء فى نظم إدارة النيران على الرؤية الليلة، بل تتعداها إلى التحكم والتوجيه للصواريخ جو – جو حيث تستخدم الطائرات صورايخ موجهة بالأشعة تحت الحمراء وذلك لإصابة الطائرات المعادية المغيرة، حيث يتم تركيب جهاز باحث عن الأشعة تحت الحمراء فى مقدمة الصاروخ وتقوم الأشعة تحت الحمراء الصادرة من لهيب محرك الطائرة المعادية بتوجيه الصاروخ نحوها عن طريق جهاز الباحث عن الأشعة تحت الحمراء.

قالت أمانى: إننى غير متحمسة للتطبيقات الحربية مثل أخى محمد بقدر تحمسى للنواحى الهندسية حيث أرغب أن أكون مهندسة مستقبلاً، فما هى التطبيقات الهندسية للأشعة تحت الحمراء؟!

قالت أمانى: إننى غير متحمسة للتطبيقات الحربية مثل أخى محمد بقدر تحمسى للنواحى الهندسية حيث أرغب أن أكون مهندسة مستقبلاً، فما هى التطبيقات الهندسية للاشعة تحت الحمراء.

قال الأب: هى كثيرة ومتنوعة لا يمكن حصرها ولكننى يمكننى توضيح أهم تطبيقات هذه الأشعة فى النواحى والنشاطات الهندسية فى نقاط رئيسية كالتالى:

أولاً: تطبيقات الأشعة تحت الحمراء فى أغراض المساحة الجيولوجية:

ولعل شكل رقم(٣) يوضح هذا المثال فهى صورة تم التقاطها بواسطة الأشعة تحت الحمراء توضح للجيولوجيين منابع الأنهار (موضحة باللون الأزرق) وذلك رغم وجود ضباب أو أتربة أما شكل رقم (٤) فيوضح صورة التقطت على ارتفاع ١٠ آلاف قدم بالأشعة الضوئية العادية لجزيرة فى الخليج العربى توضح الضفاف الرملية، وفى شكل (٥) نفس الصورة السابقة ولكنها التقطت بالأشعة تحت الحمراء لتوضيح عمق المياه حول الجزيرة.

شكل رقم (٣) : صورة تم التقاطها بالأشعة تحت الحمراء لتوضيح منابع الأنهار (باللون الأزرق) للجيولوجيين .

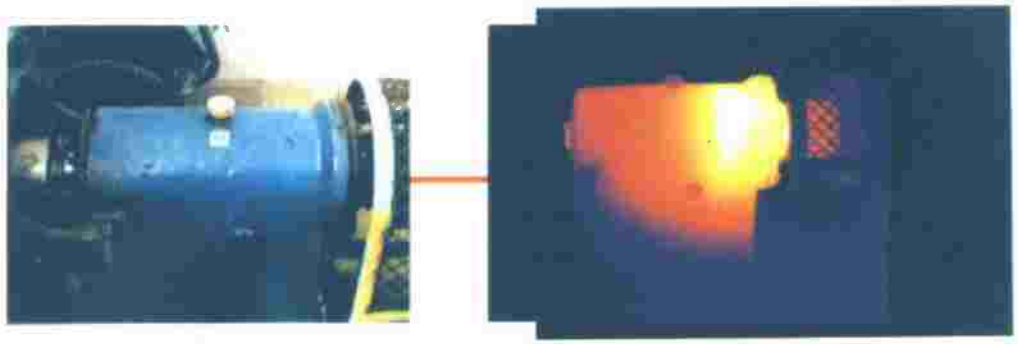
شكل رقم (٤) : صورة طبيعية لجزيرة فى الخليج العربى توضح الضفاف الرملية .

شكل رقم (٥) : صورة بالأشعة تحت الحمراء لتوضيح عمق المياه تحت الجزيرة .

ثانياً: تطبيقات الأشعة تحت الحمراء فى الهندسة الميكانيكية والهندسة الكهربائية

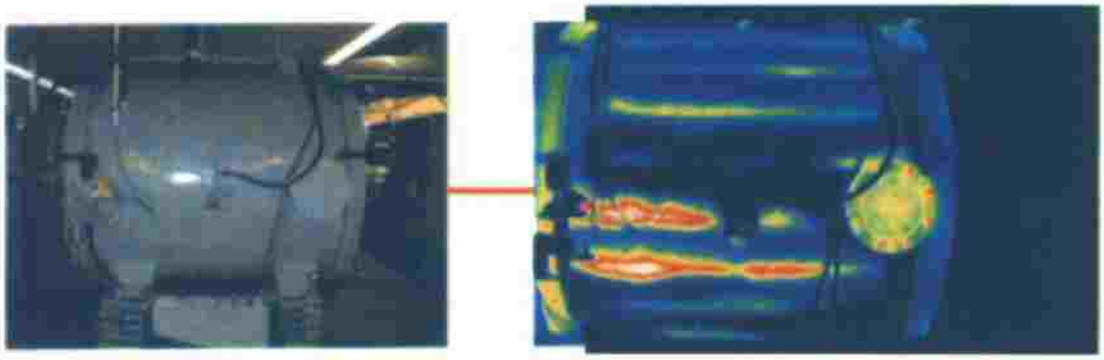
لعل أهم استخدامات الأشعة تحت الحمراء فى الهندسة الميكانيكية هو:

- الصيانة الوقائية للمعدات وذلك بالتنبؤ بالأعطال الميكانيكية مسبقاً وقبل حدوثها لتفادى أى مشكلة لتعطل الإنتاج ويتضح ذلك فى شكل رقم(٦) حيث تبدو فى يسار الشكل صورة لطلمبة ضخ مياه ولا تبدو عليها أى بوادر لمشكلة ميكانيكية، ولكن إذا تم تصويرها بالأشعة تحت الحمراء كما هو واضح فى يمين الشكل ظهرت بوضوح مشكلة سخونة وحرارة مرتفعة فى نقط الارتكاز (رولمان بلى) لمحور الطلمبة مما يهدد الطلمبة بالعطل.



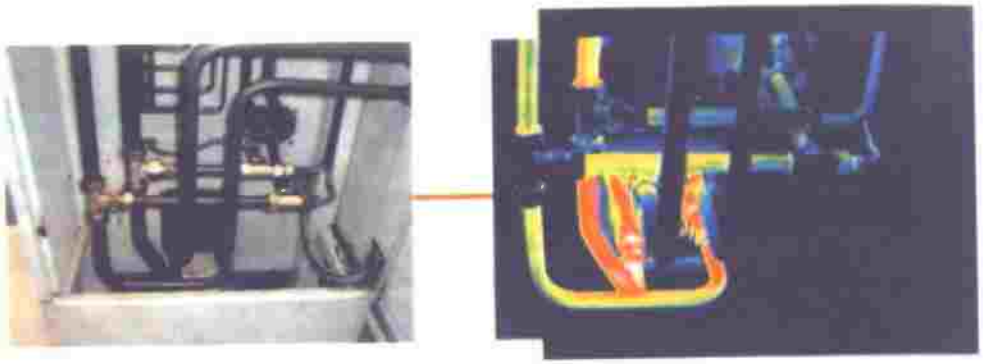
شكل رقم (٦) : التنبؤ بأعطال طلمبات المياه بمعرفة مدى سخونة نقاط الارتكاز (رولمان بلى) لمحور الطلمبة.

يوضح شكل رقم (٧) فرن تسخين لدرجات الحرارة عالية له دائرة تبريد بالمياه ومن الواضح أنه إذا حدث سدد أو عطل فى دائرة التبريد فإن ذلك سوف ينتج عنه احتراق الفرن، لذا يعمد مهندسو الميكانيكا إلى تصوير الفرن ودائرة التبريد كما هو واضح فى يمين الشكل بالأشعة تحت الحمراء لتوضيح أى سدد فى دائرة التبريد لا يظهر بالتصوير العادى للفرن كما هو موضح فى يسار الشكل.



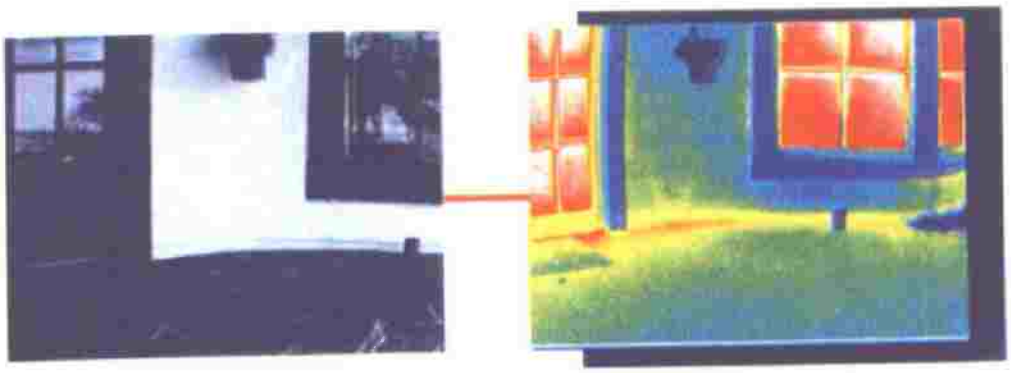
شكل رقم (٧) : تحديد الإنسداد فى دوائر التبريد بالأفران.

بالمثل يمكن معرفة أى انسداد ولو جزئى فى دوائر الزيت (هيدروليكية) للآلات كما هو واضح فى شكل رقم(٨) حيث توضح الصورة يسار الشكل منظر مواسير ضخ الزيت وتوضح الصورة يمين الشكل نفس المنظر بعد أن تم تصويره بالأشعة تحت الحمراء حيث ظهر فيه السدد الجزئى للمواسير وأماكنها.



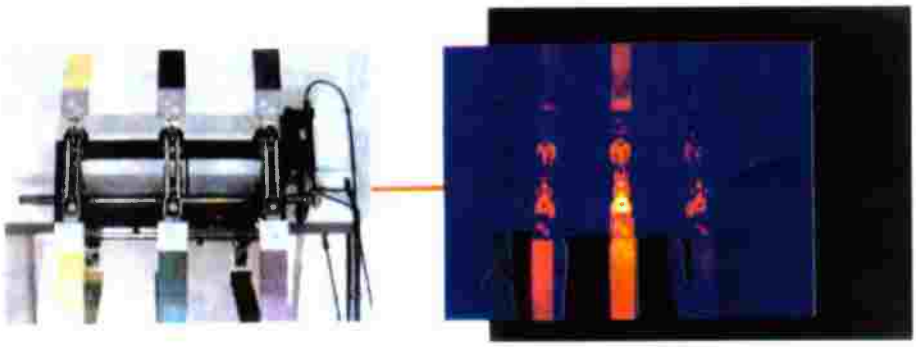
شكل رقم (٨) : تحديد أماكن الانسداد الجزئى لمواسير ضخ الزيت فى الدوائر الهيدروليكية .

لا تقتصر فائدة التصوير بالأشعة تحت الحمراء على توضيح السدد الجزئى فى مواسير ودوائر المياه والزيت بل تمتد أيضاً لتوضيح أى تسرب حرارى فى لمنازل أو خلافه كما هو واضح فى شكل رقم(٩) حيث يبدو فى يسار الشكل منظر لحائط وباب حجرة وفى يمن الشكل تبدو نفس الصورة بعد تصويرها بالأشعة تحت الحمراء ويتضح فيها مدى التسرب الحرارى من نهاية الحائط تحت الشباك.



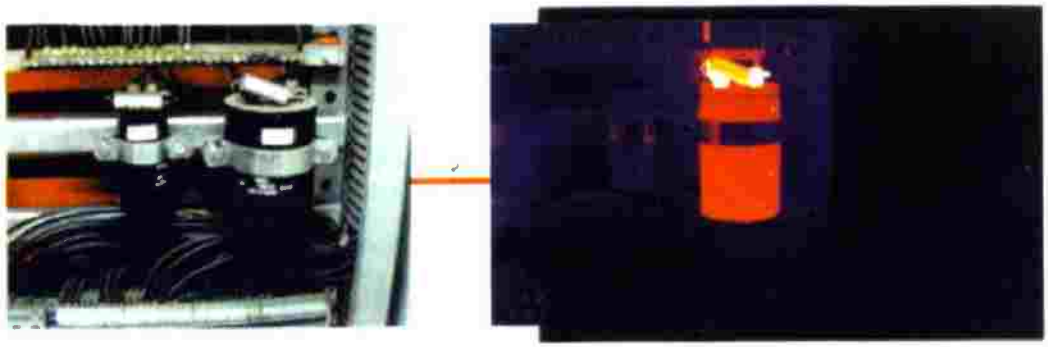
شكل رقم (٩) : تحديد مواقع التسرب الحرارى فى المنازل .

واستطرد الأب قائلاً: وسأختتم حديثى عن التطبيقات الهندسية باستخدام هام للغاية فى مجال الهندسة الكهربائية وهو موضح فى شكل رقم (١٠) حيث يظهر يسار الشكل صورة ثلاثة كابلات جهد متوسط (١١ ألف فولت) تغذى مصنعا بالتيار الكهربائى، ونظرا لارتفاع قيمة الجهد الكهربائى فإن أحدا لا يستطيع الاقتراب حتى لمجرد لمس أحد هذه الكابلات لمعرفة هل هى ساخنة من مرور التيار الكهربائى بها أم لا وذلك حتى يمكن تفادى سخونة الكابل واحتراقه ولكن بواسطة الأشعة تحت الحمراء يمكن تصوير هذه الكابلات كما هو موضح فى يمين الشكل لمعرفة درجة حرارة الكابلات، حيث يتضح من هذه الصورة أن الكابل الأوسط هو أعلاها من حيث درجة الحرارة.



شكل رقم (١٠) : تحديد مواقع ارتفاع درجة حرارة الموصلات وقضبان التوزيع الكهربائية بسبب الأطراف غير محكمة الربط .

ويوضح الشكل رقم (١١) إمكانية التوقع بحدوث انفجار بأحد المكثفات الكهربائية.



شكل رقم (١١) : صورة توضح توقع حدوث انفجار بأحد المكثفات الكهربائية.

قاطعت الأم حديث الوالد قائلة: أما كفانا تطبيقات هندسية..إنى مهتمة بالتطبيقات الطبية للأشعة تحت الحمراء ضحك الأب قائلاً: إنها تطبيقات هامة تساعدنا على اكتشاف الأورام الخبيثة كالسرطان- والعياذ بالله- والكسور فى العظام والحروق بمختلف درجاتها للجسم البشرة والتهاب المفاصل وغيرها. صاح الجميع: كيف ذلك؟

أجاب الأب: لمعرفة ذلك يجب أن يكون لكم إلمام بموضوعين أثنين: الأول البلورات السائلة والثانى التصوير الحرارى Thermo graphy، قالت الأم وضح لنا ما هى البلورات السائلة؟ قال الأب قبل أن أتكلم عن البلورات السائلة هل تعرفون ما هى البلورات العادية أقصد البلورة الصلبة؟! قالت أمانى ما هى البلورة الصلبة؟ قال الأب إنكم جميعاً تعرفون البلورات الصلبة: الماس ما هو إلا بلورات السكر النبات هو بلورات، والكريستال بأنواعه بلورات، والعدسات بلورات.. قاطع محمد والده قائلاً لو كنا لا نعرف ما هى البلورات أصلاً. ضحك الأب وقال: معك حق.. كلنا يعرف أن أى مادة تتكون من جزيئات والجزيئات مكون من ذرات، وأى مادة أثناء تكوينها يكون ترتيب هذه الجزيئات وتلك الذرات عشوائياً بحيث تأخذ كل ذرة وكل جزىء اتجاهاً عشوائياً، لذا تصبح المادة غير متبلورة amorphous أما إذا تم تصنيعها بطريقة معينة بحيث تأخذ جميع الذرات وجميع الجزيئات اتجاهاً واحداً فإن المادة تصبح متبلورة crystalined.

قالت أمانى: وما الفائدة التى تعود علينا من كون أى مادة متبلورة؟!

قال الأب: فرق كبير للغاية.. فالماس هو كربون متبلور، وهناك فرق كبير بين الكربون أى قطعة الفحم أو الجرانيت وبين الماس فى الخواص الطبيعية.. وفى السعر أيضاً كما أن هناك فرقاً كبيراً بين سعر الزجاج وهو سيليكون غير متبلور وبين سعر الكريستال وهو سيليكون متبلور وكذا بين الخواص الطبيعية لها، كما أن هناك فرقاً فى الطعم بين السكر العادى وبين السكر النبات (سكر متبلور).

قالت الأم: وكيف تكون البلورات سائلة؟!

قال الأب: لذلك قصة: ففى عام ١٨٥٣م اكتشف العالم الألمانى رودلف فيرشو مادة الميلين وهى تلك المادة الغريبة التى تغلف الأعصاب، ولم يكن العالم (فيرشو) يعلم آنذاك أن هذه المادة متواجدة فى حالتها البلورية السائلة وفى نفس هذه الفترة كان العالم النمساوى (فريدريك رينيتزر) يقوم بتحضير مركب عضوى (عضوى أى من أصل نباتى أو حيوانى) يسمى (بنزوات الكوليسترول) وقد لاحظ العالم (فريدريك) كما لاحظ العالم (فيرشو) من قبله خصائص غريبة تميز هذه المركبات خاصة بالقرب من درجة انصهارها، فمثلاً لاحظ كل منهما أن هذه المركبات لها نقطتان للانصهار خلافا لجميع المواد التى لها نقطة واحدة للانصهار وأن المادة تتحول بعد التسخين لنقطة الانصهار الأولى إلى سحابة سائلة، وفى عام ١٨٨٨م استطاع العالم الألمانى (أوتو ليهمان) المتخصص فى دراسة درجات انصهار المواد أن يثبت أن وجود هذه المواد فى صورة السحابة السائلة يؤدى إلى حدوث استقطاب للضوء وذلك بعكس أى سائل عادى، الذى يظهر بلون أسود خلال مشاهدته من مستقطب بصرى متعامد.

وقد توصل هؤلاء العلماء إلى أن أى تغيير فى درجات حرارة هذه البلورات السائلة مهما كان طفيفاً فإن يغير من وضع البلورات وبالتالى يؤدى إلى تغيير لون هذه البلورات السائلة.

وقد قام الأطباء باستغلال هذه الظواهر لاكتشاف أى نمو غير ظاهر فى جسم الإنسان، حيث يتم طلاء بعض الأجزاء المشكوك فيها فى جسم الإنسان باللون الأسود باستخدام فحم او كربون، ثم يتم تغطيتها ببلورات سائلة فإذا:

- تغير لون البلورات السائلة إلى اللون الأزرق فإن ذلك يعنى أن درجة حرارة هذا الجزء من الجسم يتراوح بين درجة ٩٣ ودرجة ٩٧ فهرنهيت (أى ما بين ٣٣.٨٨ إلى ٣٦.١١ درجة مئوية).
- إذا تغير لون البلورات إلى اللون الأخضر، فإن ذلك يعنى أن درجة الحرارة أقل قليلاً من المذكورة.
- إذا تغير لون البلورات إلى ألأصفر فإن ذلك يعنى أن درجة الحرارة مازالت أقل من ذلك.

- إذا تغير لون البلورات إلى اللون الأحمر، فإن ذلك يعنى أن درجة الحرارة أقل من ٩٠ درجة فهرنهيت (أى ٣٢.٢ درجة مئوية)

وتحدث كل هذه التغيرات بفعل الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الجسم.

وكل هذه الدرجات فى الحرارة تترجم طبيا إلى تكوين ونمو أورام خبيثة فى الجسم حيث إن نمو الأورام الخبيثة يستوجب زيادة درجة حرارة الدم فى الأوعية المغذية للورم الخبيثة يستوجب زيادة حرارة الدم فى الأوعية الدموية المغذية للورم الخبيث بمقدار ٥ درجات فهرنهيت.

قالت الأم: دعنا من الأورام الخبيثة وحدثنا عن تطبيقات الأشعة تحت الحمراء فى الاستخدامات المنزلية. فضحك الجميع وأجاب الأب: كثير للغاية ومتعددة فجميع وسائل التسخين سواء فى سخان المياه الكهربائى الفرن الكهربائى أو عنصر تسخين المياه فى غسالة الملابس أو غسالة الأطباق أو المدفأة الكهربائية شكل رقم (١٢) أو أجهزة التحكم عن بعد (ريموت كنترول) للتليفزيون أو الفيديو أو جهاز الريسيفر أو التكييف أو لعب الأطفال كلها تعمل بالأشعة تحت الحمراء.

شكل رقم (١٣) : فرن الميكروويف للطهى المنزلى السريع والذى يعمل بالأشعة تحت الحمراء.

قال محمد: هل يعنى كلامك هذا يا والدى أن الأشعة تحت الحمراء كلها فوائد وليس لها مضار؟!

أجاب الأب: لم أعن هذا، ولكن الأشعة تحت الحمراء لها مضار أيضاً. صاح الجميع ما هى مضار الأشعة تحت الحمراء؟!

التأثيرات البيولوجية للأشعة تحت الحمراء

فى مساء اليوم التالى اجتمعت الأسرة وبدأ الأب حديثه عن التأثيرات البيولوجية للأشعة تحت الحمراء قائلاً: إن الأشعة تحت الحمراء لها تأثير بيولوجى أساسى وهو التسخين، ولكن كل شىء إذا زاد عن حده انقلب إلى ضده، فمن المعلوم أن الأشعة تحت الحمراء ما هى إلا موجات كهرومغناطيسية كما ذكرت لكم من قبل. وهذه الموجات لها قدرة على الاختراق والنفاذ فى الجسم البشرى، فكلما زاد تردد الموجة قل نفاذها واختراقها للجسم. والأشعة تحت الحمراء قادرة على اختراق الجليد، والجسم الآدمى له قدر على امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية بمقدار يتغير طبقاً للتردد، ويبلغ امتصاص الجسم الموجات الكهرومغناطيسية حوالى ٠.٠٣ وات لكل كيلو جرام من وزن الشخص ويسمى هذا الرقم (الامتصاص النوعى).

ولكن الجسم البشرى لا يستطيع امتصاص هذه الموجات إلى ما لا نهاية، حيث إن كل نسيج فى الجسم له جرعة كهرومغناطيسية محددة آمنة إذا تم تعديها ينتج عن ذلك أضرار على هيئة حروق أو أورام أو خلافه، فنسيج العين يختلف عن نسيج الجلد، أو نسيج الدهون أو نسيج العضلات فى كمية الجرعة الآمنة، ولعل ذلك يبدو واضحاً من الضرر الذى يصيب الإنسان إذا جلس فترة طويلة أمام مدفأة كهربائية أو إذا حدق بنظره فى شعاع مركز للأشعة تحت الحمراء ولو لمدة ثوانى حيث إن ذلك يعرض لخطر تهتك الشبكية مما يفقده نظره.

قال محمد: معنى ذلك أن هذه الأشعة ضارة.

قال الأب: الأشعة تحت الحمراء شأنها شأن أى تكنولوجيا حديثة لها فوائدها ولها مضارها، ويجب علينا أن نكون حذرين، بحيث نستفيد من تطبيقاتها النافعة ونبتعد عن مضارها.

سألت أمانى: وهل عرف القدماء– كالفراعنة مثلاً– فوائد ومضار هذه الأشعة؟!

أجاب الأب: نعم بالقطع وإن لم يعرفوا خصائصها وطبيعتها علمياً، فقد عرفوها كظاهرة تساعدهم على تجفيف حاصلاتهم الزراعية كالبصل والعنب وخلافه فى الشمس أو تحديداً فى الطيف غير المرئى للشمس، وهو الأشعة تحت الحمراء، كما عرفوا مضارها إذا تعرض الإنسان للشمس مدة طويلة فان ذلك يصيبه بما عرف قديماً باسم (ضربة الشمس) والتى هى أولاً وأخيراً جرعة زائدة من الأشعة تحت الحمراء.

وأختتم الأب حديثه قائلاً: إن الأشعة الحمراء هى ظاهرة طبيعية شأنها شأن البرق والرعد والأمطار والبراكين والزلازل..الخ.

وعلينا أن نفكر وتدبر فى خلق الله من مخلوقات وظواهر طبيعية.

شكر الجميع الأب وباتوا يحلمون هل يتغلب الخير داخل الإنسان على زيادة الاستفادة من الأشعة تحت الحمراء أم بتغلب الشر داخله فتنتج البشرية أسلحة فتاكة من هذه الأشعة.؟؟

الله وحده يعلم..!

المراجع

1- New pictorial Knowledge-vol. 7, international learning systems corporation- London.

2- Plasma Physics and magnetofluid mechanics- Ali Cambel- Mcgraw_Hill

3- Optics- Francis sears, Addison – Wesley.

٤- البلورات السائلة دكتور محمد زكى عويس- المكتبة الأكاديمية.

الفهرس

وليام هرشل ٣

الأشعة تحت الحمراء ٥

تطبيقات الأشعة تحت الحمراء ١٢

التأثيرات البيولوجية للأشعة تحت الحمراء ٢٢

رقم الإيداع	٢٠٠٣/٢٦٨٨
الترقيم الدولى	ISBN 977-02-6417-2

٧/٢٠٠٢/٤٨

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)