الضوء الحى

هناك مظهر لإنبعاث الضوء الذى نراه.. نراه يشع من حبات مسبحه إذا عرضتها للضوء فترة، ثم نظرت إليها فى الظلام، أو الضوء الذى يشع من الفسفور، أو بعض المواد الكيميائية.. كل هذا يختلف عن ضوء الحياة.. وهو يرجع إلى أسباب منها مثلاً إضطراب أو تهيج فى الألكترونات التى تدور حول نواة الذرة أو التى قد تحدث لنواة الذرة نفسها.

إعداد:

د. زين العابدين متولى متولى

استاذ بكلية العلوم- جامعة القاهرة

فاللحوم المذبوحة وبعض الأطعمة أضواء حية. فالطعام عندما يضىء فى الظلام. فيكون الذى أضاءه نزع خاص من البكتيريا المضيئة تكاثرت فيه أو عليه بملايين الملايين فى وقت قصير وهو ضوء حى ناتج عن عمليات كيمياتية حيوية تجرى أمورها فى داخل جسم الميكروب الدقيق.

فأنت تعرف الضوء الذى يأتيك من مصباح أو نار أو شمس أو نجوم وكلها أضواء تصحبها حرارة.. إلا أن الضوء الذى ينبعث من المخلوقات ضوء باردٌ لا تحس منه أدنى حرارة.

ونجد فى بعض الأساطير أن لدى بعض الشعوب ما يشير إلى وجود كائنات مضيئة كالطيور النارية مثلاً.. لها صفات عجيبة، وقد أثارت ظاهرة الأضاءة الحيوية الناس فى كل مكان وإرتبطت فى بعض جوانبها بالمعتقدات الذاتية وفسرت تفسيراً غير صحيح فالأغريق فسروا الوهج الحى فى الحبار على أنه ظاهرة كالبرق وفسرها آخرون بأمتصاص ماء البحر لأشعة الشمس فى النهار وإطلاقها ليلاً فى أمكنه مضيئة.

لاحظ الأنسان منذ أقدم الأزمنة ظاهرة الأضاءة الحيوية فقد ذكرها أرسطو وشاهدها روبرت بويل العالم الكيميائى والطبيعى فى عام ١٦٧٢م ووصفها بويل فى كتاباته العديدة وكتب «بيل» فى سجلات الجمعية الملكية بلندن عنها فى عام ١٦٧٦م.. كتب عن تعليل هذه الظاهرة.

وتذكر المراجع الطبية ظواهر غريبة كانت تحدث فى بعض الجروح، إذا كانت هى الأخرى تضىء أحيانا فى الظلام وكذلك الأربطة التى كانت تحيطها والغريب أن مثل هذه الجروح المضيئة كانت تلتئم بسرعة أكبر من الجروح العادية. ومما جاء ذكره كذلك أن البول إذا ترك مدة طويلة وفحص فى الظلام فقد ينبعث منه ضوء خافت.

ظن العالم بنيامين فرانكلين فى البداية أن الإضاءة الحيوية ظاهرة كهربائية ولكنه غير إعتقاده عندما قام بتجربة. إذ أخذ ماء البحر الذى يظهر فيه الوهج فى زجاجة ورجها فلاحظ التوهج وتأكد بعد عدة محاولات أن الوهج فى ماء البحر ناتج من وجود جراثيم تصدر الضوء عندما تثار.

أحصى العلماء أنواع الكائنات المضيئة فوصل العدد إلى ما يقرب من ١١٠٠ نوع تتوزع فى فصائل ورتب متباينة من الجراثيم وإلى الفقاريات «بعض الأسماك» مروراً بالرخويات والديدان ومفصليات الأرجل وغيرها من شعب تعيش أنواع منها فى البحار وبشكل خاص فى الأعماق المظلمة فى حين تعيش بعض الأنواع على البر وتجدر الإشارة إلى أن أغراض الإضاءة عند هذه الأحياء تطلق أضواءها الحية كرد فعل على شىء مثير أو كوسيلة دفاعية أو طمعاً للقنص أو نداء للجنس أو مرشداً للهجرة الجماعية أو هو نوع من الإستياء أو الخوف أو الحياء أو أغراضاً أخرى.

كيف يتولد الضوء الحى؟ إن إعطاء صفة «الحى» للضوء ما هى إلا للدلالة على مصدرة من خلايا حية وبفاعلية حيوية قد يشرف عليها الجهاز العصبى فى بعض الأنواع.

إن إنبعاث الضوء من الكائن الحى فى الحقيقة يرجع إلى عمليات كيميائية تتشابة مع عملية الهضم داخل أجسامنا فهذه الأحياء تتلاعب بخمائر ومواد كيميائية ومن هذه اللعبة الحيوية ينبعث الضوء.

والواقع أن إنبعاث الضوء الحى ينتج فى أغلب الأحيان من عمليات أكسدة بطيئة وهى تختلف بذلك عن الأكسدة السريعة التى تتم فى النيران أو التى يصحبها إرتفاع فى درجة الحرارة.

درست ظاهرة الأضاءة الحيوية فى معظم الأحياء المضيئة وتوصل العلماء إلى جوانب مهمة من أسرارها وإستطاعوا إنتاج الضوء الحى مخبرياً من تفاعلات مماثلة.

فقد استخدم العالم الفرنسى «ديبوا» فى عام ١٨٨٧م نوع من محار «أم الخلول» وإستخرج منه غدده المضيئة وطحنها وحولها إلى عصير فى الماء ومن هذا العصير إنبعث الضوء وإستطاع أن يتوصل إلى حقيقة هامة فالضوء الحى مصدره مواد كيميائية حيوية تتفاعل فيما بينها.

أخذ علماء اليابان بعض الحيوانات القشرية- جمبرى مضىء وجففوها ثم طحنت لتتحول إلى مسحوق يحتوى على المواد الفعالة واستخدموا هذا المحسوق خلال الحرب العالمية الثانية حيث أرسلت القيادة هذا المسحوق فى علب صغيرة إلى ميادين القتال ليستخدمها الجنود فى الإضاءة الخفيفة على

راحة أيديهم فأحيانا بواستطها يقرءون وأحياناً أخرى يلوحون ويتقدمون. وقد أثبت العلماء أن الإضاءة الحيوية تنتج إذا ما توافرت المواد التالية:

١- الضوء الحيوى يحتاج إلى الأكسجين المنحل فى الماء أو الموجود فى الهواء كما تحتاج إليه النيران المشتعلة وعلى كل الأحياء المضيئة يختفى منها الضوء إذا غاب الأكسجين فإذا عاد إليها عادت الإضاءة من جديد.

وقد تتخلق المواد التى تبعث بالضوء فى داخل الكائن الحى كما هو الحال فى ذبابة النار أو قد تفرز فى الماء ليتم تفاعلها خارج الكائن الحى.

٢- مادتى الليوسيفرين وليوسيفيريز

مادة الليوسيفرين هى مادة إنبعاث الضوء وهى مركب كيميائى بسيط نسبياً وتعتبر هذا المادة قفل أما مادة «ليوسيفيريز» فهى معناها حامله للضوء وهى إنزيم خاص معقد التركيب وهو بمثابة المفتاح الذى يفتح القفل ويطلق منه الضوء.

٣- مركب حامل للطاقة أدينوزين ثلاثى الفوسفات

إسمه العلمى أدينوسين ترای فوسفات وهو بمثابة البطارية أو الدينامو الذى يمد الجزيئات الأخرى بالطاقة فيسرى الضوء فى الكائن الحى.

٤- وجود بعض الشوارد المعدنية فيها الماغنسيوم.

٥- الماء وسط تتم فيه التفاعلات داخل الخلايا أو خارجها.

فترى فى الكائن الحى الطاقة أو الضوء.

أن الضوء الحى يظهر بألوان مختلفة وأنه عبارة عن أحزمة عريضة من الضوء المتصل، لا يحجز بينها حاجز وهى تقع فى مجالات الطيف الضوئى المتطور مثل اللون الأبيض أو الأزرق أو أخضر أو أخضر فاتح أو برتقالى أو أحمر.

والضوء الحى لا يختلف عن أى نوع آخر من الضوء فهو ينعكس وينكسر ويتجمع.

ولا يزال سر تلك الكائنات بالأشعة فوق البنفسجية دون سواها وخاصة الشعب المرجانية.

وهناك أسرار وأسرار فى الحياة تشير إلى عظمة مبدعها ومازال الإنسان يبحث لفك طلاسم أسرار الحياة التى بدأت على الأرض قبل ٤ مليار عام وعلى كل حال فسر توهج الشعب المرجانية التى تسكن فى الأعماق بأضواء ليس لها مثيل على ظهر الأرض. توجد أشعة تستطيع النفاذ إلى الأعماق حيث لا تستطيع بعض موجات الضوء الأخرى النفاذ إلى مثل هذا العمق.. فالماء يرشح بعض أشعة الضوء أو موجاته، وأخيرا لا ينفذ منها إلا الأشعة فوق البنفسجية، فتتساقط على تلك الكائنات البحرية فتجعلها تتوهج بألوان بديعة.

هذا وهناك أسئلة حائرة كثيرة غير التى ذكرناها منها من أين تنبعث الأضواء الحية؟ وما هو السر الحيوى الذى يجعلها تتوهج؟.

تتناول كيميائة الحياة جزىء الليوسيفرين وتقدمه لجزىء أخر مشحون بالطاقة الكيميائية فيعطيه هذا شيئا من طاقته لكى ينشطه أولاً ويصبح جزىء الليوسيفرين النشط فى حالة تأهب للدخول فى معمعة كيميائية مع الأكسجين وأنزيم الليوسيفيريز ويقوم الأنزيم مقام المفتاح لينفتح جزءا منه وفى نفس الوقت يسطو الأكسجين على الجزىء المنشط وينزع منه أيدروجينه وتكون النتيجة أن يتحول جزىء الليوسيرين المنشط إلى حالة من الهيجان يكون من جرائها إنبعاث الضوء من ذاته وبمرور الوقت يفقد الجزء هيجانه ويعود إلى إظلامه «حالة تأكسد» تتناوله من جديد عمليات تنشيط وهيجان وإضاءة وخمول أو تأكسد. والنتيجة هى إنبعاث الضوء الحى بإستمرار مادامت هناك حياة تسيطر عليها وتوجهها بعض من الأحياء المضيئة.

تنتشر فى أعماق البحار مخلوقات غريبة.. جمبرى مضىء، وخيار بحر مضىء وديديان مضيئة وأمشاط بحر مضيئة ونجوم بحر مضيئة وكأنما نجوم السماء قد إنعكست صورها هنا فى أعماق البحر.

تعيش أنواع منها- الأحياء المضيئة- فى البحار وبشكل خاص فى الأعماق المظلمة فى حين تعيش أنواع منها فى البر وتجدر الأشارة إلى أن أهم المجموعات التى تظهر فيها الأضاءة الحيوية هى:

الديدان البحرية راقصات باليه:

شاهد كولمبس فى رحلته الأولى إلى القارة الأمريكية أضواء تتحرك تحت سطح الماء بالقرب من جزر «الباهاما» وكانت هذه الأضواء فى الحقيقة هى أضواء لنوع من الديدان البحرية التى نطلق عليها إسم «ديدان النار» وهذه الأضواء لا تظهر إلا فى فصل التزاوج.

فى الليلة السابعة العشر من الشهر العربى وبعد غروب الشمس على سواحل برمودا وبعد غروب الشمس على تلك السواحل بخمس وخمسين دقيقة ستشاهد الأضواء الراقصة وقد بلغت أوج روعتها وعظمتها. تخرج إناث الديدان هذه وكل أنثى تدور وترقص فى دائرة صغيرة وتطلق حول نفسها ضوءاً أخضر وتصبح بهذا وكأنها راقصة باليه تسلط عليها الأضواء ويستمر توافد إناث الديدان الراقصة المضيئة حتى إذا إكتمل شملهن وأنتظمت رقصاتهن خرجت مواكب الذكور من مكانها فى القاع وقد جذبتها الأضواء والرقصات التى تقوم بها الأناث على سطح الماء وتسبح الذكور إلى أعلى بسرعة ثابتة فإذا أصبحت على مسافة أربعة أمتار، أطلقت ومضات متقطعة من ضياء وهى لغة تفهمها الأناث.

عندما تحيط الأنثى نفسها بما تشاء من الذكور ترقص هى والذكور يرقصون من حولها، حتى إذا جاء وقت التلقيح وإفراز الخلايا الجنسية تتوهج كل أنثى بشدة ليس لها مثيل ثم يتبعها الذكور فى التوهج وتنطلق الأضواء لتبدأ من جديد فى اليوم السابع عشر من الشهر العربى الذى يليه.

والمعروف أن هذه الديدان غذاء شهى لمخلوقات البحر. لهذا فهى تسكن متفرقة مختفية فى القاع لأنها لو تجمعت فى

مكان واحد لهجمت عليها الأسماك وأكلتها .. ولهذا فهى لا تنعم بالسعادة إلا مرة واحدة تؤدى فيها رسالتها وتترك وراءها ذرية تخلفها وليكن بعد ذلك ما يكون وليأكل ما يشاء منها الأكلون فالموت سيطولها حتى بعد حين.

دودة الميتاكوس أو الفريكسوثريكسى:

دودة كبيرة قد يصل طولها أكبر من الأصبع قليلاً.. تخرج منها الدودة ليلاً وتنير أمامها بكشافين يرتكزان على جبهتها وتراها من بعيد وكأنها سيجارة متوهجة فى الظلام.

ولكن الأغرب من ذلك أنها تمتلك ٢٢ مصباحاً وكل جانب من جانبها يضىء بأحد عشر مصباحاً وكل مصباح ينبعث منه ضوء أصفر أخضر ولذلك عندما تضىء الدودة كل مصابيحها تبدو وكأنها تضاء فى عربات المصابيح هذا زيادة على كشافين فى الأمام.

الحشرات المضيئة:

هذه الحشرات كثيرة منها «بعوض أمريكا المضىء» وهو فى الحقيقة «ذباب النار» فما هو بذباب ولكنها خنافس صغيرة مضيئة والاسم المتداول فى الكتب العلمية هو «ذباب النار» وهذه الحشرات من أقوى المخلوقات التى يمكن أن تضىء إضاءة حية كما أنه يمكن رؤية ضوءها من مسافات بعيدة.

وذباب النار يضىء بواسطة غدد خاصة فى العقل الخلفية من بطنه ولهذه الغدد إتصال وثيق بالمخ وتتوجه إليها حبال عصبية، وهى التى تتحكم فى إضاءتها وإطفائها.

حكمت الطبيعة على إناث ذباب النار- ليست كل الإناث بل فقط على بعض منها- بأن تكون حبيسة الدار ولم تعطها الحرية الكاملة فى الانطلاق فحرمتها من الأجنحة. نرى الأنثى هذه وهى تخرج كل ليلة من مكمنها بين الأعشاب وتتسلق عشباً من الأعشاب وتجلس على ورقة من أوراقه وتجلس فى كل ليلة على نفس الورقة التى جلست عليها فى الليلة السابقة وتعلن للذكور عن وجودها وترسل لها إشارات ضوئية متقطعة وتفهم الذكور المظلمة ويتم التزاوج بين الأنثى وواحد من الذكور. وهناك مناظر خلابة فى هذا المجال فالانسان يرى أن الذكور التى تطلب الزواج تنتشر بالآلاف فوق الآلف من إناثها كلها تضىء وتطفىء فتضفى على الطبيعة منظراً خلاباً ويهيأ إلى الإنسان أن نجوم السماء قد تساقطت على الأرض وأخذت تتلألأ بين أعشابها.

هذا وقد خلق كل ذكر ببطارية حية فى بطنه يضىء بها ليعلن هو للإناث عن وجوده.

تقوم الزنجيات فى أواسط أفريقيا وكذلك النساء فى كوبار وهاواى- طبعاً البدائيات منهن- اللائى لا يعرفن شيئاً عن مصابيحنا الكهربية ولذلك فهن يتقين من ذباب النار أشده إضاءة ويجمعنه فى سلال منسوجة من ألياف الأشجار تشبه القفص ثم يعلقنها فى أسقف أكوافهن فتضىء لهن إذا ما أظلمت الدنيا.

ومما يذكر أن «زيبيلا دى ميريان» كانت تتجول فى غابات «سورينام» بأمريكا الجنوبية وأعجبتها إحدى ذبابات النار التى تشع ضوءاً قوياً فأخذتها وعلى الضوء الذى كانت تشعه هذه الحشرة إستطاعت «زيبيلا دى ميريان» أن تقرأ الجرائد.

ويذكر أيضا أن «هايات فيريل» فى أثناء رحلاته فى جرز الهند الغربية وفى أمريكا الجنوبية كان يحتفظ بثلاث أو أربع من تلك الحشرات المضيئة فى زجاجة شفافة حتى يستخدمها فى خيمته ليلاً للبحث عن شىء أو للنظر فى ساعته فى الظلام.

الأسماك ذات المصابيح:

الإضاءة خارج الخلايا وتشاهد فى بعض اللافقاريات البحرية وفى جنس من السمك وقد تكون الإضاءة خارج الخلايا فى مادة مخاطية تفير من جسم الكائن الحى أو تظهر بشكل نقاط مضيئة على الجسم أو على شكل سحابة مضيئة ينفثها الحيوان كما فى الحبار والمحارة الأصبعية ويتم التحكم فى الإضاءة خارج الخلايا الحية بالجهاز العصبى.

أسماك المصابيح رتبت على أماكن كثيرة من جسمها مصابيح تشع بالأضواء الخافتة وكأنها غواصة صغير تسبح فى الأعماق. وأحياناً يلاحظ أن السمكة تطفىء ضوءها لفترة ثم تنيره لفترة أخرى وتتكرر الإنارة والإطفاء بدقة ونظام وفى توقيت رائع جميل فهى تنير مصابيحها لمدة عشر ثوانى ثم تطفئها خمس ثوانى وتنير وتطفىء وكأنها تتبادل الإشارات مع الأسماك الأخرى.

والمصابيح الحية التى تمتلكها هذه الأسماك تختلف بإختلاف أنواعها فبعضها حاملات ضوء تمدها بمزيد من الدم والأكسجين والأعصاب الحية وبهذا تصبح المصابيح تحت إدارة السمكة فإن شاءت إطفأتها وإن شاءت أنارتها.

الأسماك التى تزرع البكتيريا المضيئة:

تختار بعض الأسماك أنواعاً خاصة من البكتيريا التى تشع بالضوء وتزرعها فى أماكن خاصة من جسمها وبالأخص قرب العينين- وبعد الزراعة- تعتنى السمكة بهذه البكتيريا وتمدها بالغذاء والحماية ومن أجل هذا نجد أن البكتيريا تقوم برد الجميل لها- السمكة- على هيئة ضوء تشعه للسمكة فتستفيد به فى أغراض شتى. هذا الضوء لا تعرف السمكة كيفية التحكم فيه. ولكن المولى سبحانه وتعالى رزقها بقطعة متحركة من غشاء داكن كأنها الجفن الذى يغطى العين فإذا أرادت السمكة أن تحجب أضواءها. اسبلت على ضوئها البكتيرى

جفونها فتظلم وعندما ترفع الجفون عن المصابيح تضيء.

ولكل نوع من أنواع الأسماك التى تعيش فى الأعماق عدد محدد من المصابيح ولكل مصباح ضوءه الخاص قد يكون أزرق أو أبيض أو أخضر ولكن موضعه على جسم السمكة وقوته لا تتغير وذلك لكى يبين للآخرين عن نفسه ويعرف أعداءه وجنسهم بهذا الضوء البكتيرى، فينحرف إليهم فى حالة الزواج أو يهرب منهم أو ينقض عليهم فى حالة الخوف أو طلب الطعام.

يوجد حول كل مصباح من المصابيح طبقة خاصة من نسيج حى يعكس الضوء وتتقبل الضوء المنعكس عدسة فتجمعه وتدفع به قوياً فى الأتجاه الذى يريده المخلوق الحى.

هذا وتستخدم بعض الأسماك عضلات خاصة للتحكم فى تغيير إتجاه المصباح الحى فتجعله يتحرك يميناً أو يساراً أو إلى أعلى أو إلى أسفل كما أنه يستطيع أن يزيد من قوة الضوء أو أن يقلل من قيمته.

ولبعض أنواع أسماك الأعماق أسنان وقد يشع الضوء منها والسنة قد ينبعث الضوء من أطرافها.

الجراثيم المضيئة:

يمكن التمييز بين حالتين من حالات الجراثيم المضيئة إذ يحدث التفاعل داخل خلاياها وقد تكون حرة أو متعايشة مع كائن آخر وحالة الإضاءة فى أنسجة خلوية ضمن أعضاء بالغة التعقيد «مصابيح» وقد تشبه تشريحياً العين فى الحيوانات الراقية وتخضع الإضاءة لإشراف الجهاز العصبى وتشاهد هذه الأعضاء فى بعض الأسماك الظلامية وغيرها من الأحياء- مثل بعض القشريات.

هناك قشريات إسمها العلمى «سيبريدينا هياجيندورفى» وهى عبارة عن مخلوقات قشرية صغيرة تنتشر على سواحل اليابان ليلاً لتبحث عن غذائها أما فى النهار فهى تختفى فى القاع.

وكل كائن من تلك الكائنات يستطيع أن ينتشر الضوء حوله حتى يعمى عيون الكائنات الأخرى التى تسول لها نفسها إقتناصه.

سمكة فيزيكلوس جابونيكوس:

لهذه السمكة غدة فى تجاويف خاصة مزودة بعضلات تعيش الجراثيم المضيئة على الغدد وعند الحاجة تتقلص العضلات فتقذفها خارج الجسم على شكل نفاثات مضيئة.

قناديل البحر المضيئة:

عبارة عن كتلة هلامية تهتز بن يديك كما يهتز «الجلى» مثلا ويعرفه أهل الشواطىء معرفة تامة لأن البحر يلقى إليهم فى بعض الأوقات بمئات القناديل قد تكون حية فتضىء فى الظلام وقد تكون ميتة والميت منها لا يضىء.

وقد تنتشر هذه القناديل بأعداد هائلة فى المناطق الحارة يذكر «هيردمان» أستاذ علم الأحياء أنه أرسى سفينة فى خليج «المنار» فى ليلة حالكة الظلام وأنه رأى البحر وقد أضاء كل أرجائه بعدد لا يحصى من كور يكاد تندفع فيها. وقنديل البحر لا يضىء إلا إذا أحس بما يكدر صفوه كأن تمر بجواره سفينة مثلاً أو سمكة أو حتى أى كائن حى آخر عندئذ يتوهج القنديل كله بضوء فسفورى خافت يظهر بوضوح فى الظلام.

جونيولاكسى كالساعة:

كائن يحتاج إلى ضوء النهار لكى ينمو ويتكاثر حتى يصل ما يحتويه اللتر من الماء ما بين ألف وعشرين ألفاً من أفراد هذا الكائن الحى يمتاز بظاهرة غريبة فتراه يضىء بشدة فى الساعة الواحدة صباحاً ويصل إظلامه إلى منتهاه فى الساعة الواحدة مساءا ثم يعود فى بعث ضوئه حتى يصل منتهاه فى الساعة الواحدة صباحاً من اليوم التالى ثم يظلم فى الواحدة مساء وهكذا تستمر تلك الساعة الحية أسابيع طويلة قد تعينك على معرفة الوقت إذا لم يكن لديك ساعة.

أم الخلول:

نوع من المحار يستطيع أن يثقب الأحجار والأخشاب أو ينقب الرمال لتحتمى فيها ولا يظهر منه إلا ممص يمتد فى الماء فيسحب له الغذاء. وهذا النوع من المحار من أشد المخلوقات البحرية إضاءة وقد عرفت عنه هذه الحقيقة من قديم الزمان. وينبعث الضوء من خمس مناطق محددة على جسمه ومنها تنتشر الإضاءة على كل سطحه ولون ضوئه أخضر آزرق ويمتاز بقوته الفائقة.

سرطان البحر:

له مخلبان ضخمان مضيئان إذا حاول إنسان أن يمسك بهذا المخلوق- سرطان البحر- فإن المخلبين يتشبثن بيده ومن شدة الألم الحادث يصرخ الإنسان صرخة هائلة ويطلب النجدة.

مراجع:

١- مجلة التقدم العلمى العدد ٤٨ مارس ٢٠٠٥م صفر ١٤٢٦هـ صفحة ٨٣ المصابيح الحية وطرز الإضاءة الحيوية. محمد فيض الله الحامدى.

٢- الثقافة والإرشاد القومى. الدار المصرية للتأليف والترجمة. نوفمبر ١٩٦٤ أسرار المخلوقات المضيئة د.عبدالمحسن صالح.