السمك الكهربائي وكهربائية الحيوان

بقلم الادیب شحاته خزام احد طلبة مكتبنا الطبي

الكهربائية الحيوانية

ان وصفنا السابق للسمك الكهربائي يؤدي بنا الى البحث عن الكهربائية الحيوانية عموماً وعمَّا يوجد منها في هذه الاسماك خصوصاً كما ألمعنا الى ذلك في صدر تلك المقالة

واعلم انَّ كثيراً من نخبة العلماء قد طرقوا أبواب البحث في هذا الموضوع المفيد توقًا لاستطلاع حقائقه الجليَّة وللوقوف على سرّ تلك الخاصَّة الغريبة والمزيَّة العجيبة التي امتازت بها هذه الحيوانات المائيَّة ألا وهي قوَّتها للتفريغ الكهربائي . واوَّل من نبَّه الافكار الى كُنه هذه الخاصيَّة موشنبروك (Muschenbrock) فانهُ سبق الجميع الى نسبة هذه القوَّة الموجودة في الاسماك الى الكهربا . . وتبعهُ الطبيعي ولش (Walsh) فقابل بين كهربائيَّة هذه الاسماك وكهربائيَّة قنينة ليدن وبيَّن انَّ كل جسم قادر على تفريغ قنينة ليدن يُفرغ ايضاً كهربائيَّة الرعَّاد وما اشبههُ والعكس بالعكس . وعمَّا اثبتهُ انَّ للاسماك المذكورة كهربائيَّتين سلبيَّة في بطنها وايجابيَّة في ظهرها تقومان مقام عضادتي (armatures) الآلة الكهربائيَّة اي خازنها (condenseur) وجامعها (collecteur)

ومذ ذاك الحين توفَّر عدد الباحثين في الكهربائيَّة الحيوانيَّة منهم حنَّا دافي . (J. Davy) بيَّن بالاختبار انَّ هذه الكهربائيَّة اذا أُجريت في دائرة نتج عنها لوائح كيمائيَّة من الكهربائيَّة المغناطيسيَّة . ودرس غيرهُ كبكريل (Becquerel) وبرشيت (Breschet) شدَّة هذه الهزَّة الكهربائيَّة ووجهتها . غير انَّ المحدثين من الطبيعيين لم يكتفوا بوصف خواصّ هذه الكهربائيَّة حتى ارادوا ان يتبيَّنوا حقيقتها ويدركوا سرَّها وقبل ان نبدي بآرائهم رأينا ان نصف اجهزة هذه الاسماك الكهربائيَّة وخصوصاً الرعَّاد منها لانَّ اكثر الامتحانات انما جرت فيه دونها جميعاً لتوفُّر الرعَّاد في البحر المتوسط

يعود الفضل في وصف جهاز الرعَّاد الكهربائي للعلامة ريدي (Redi) الذي وقف عليه لاوَّل مرَّة في القرن الثامن عشر فأحكم وصفهُ . وهذا الجهاز عبارة عن عضوين متشابهين منبسطين على شكل كُلوتين موقعهما على كل من جانبي الرأس

والخيشومين. وهما يتركّبان من كُتلتين هلاميّتين (gélatineux) كبيرتي الحجم يبلغ ثقلها نحو ربع جرم السمكة ولكليهما غلاف متين ذو ألياف. والكتلتان يتضمّنان عدّة مواشير (prismes) متساوية الشكل سداسيّة الزوايا. وكلّ موشور يتركّب من خلايا عديدة منضودة باتساق. وبين موشور وموشور غشاء كهربائي ينتهي احد وجهيه بتشعّب من الاعصاب. امّا الخلايا ففي ضمنها مادّتان احداهما محبّبة يتفرّغ فيها العصب والثانية عبارة عن سيّال لا شكل له يملو الغشاء العصبي. وهذه المواشير يختلف وضعها ونوع وجهتها باختلاف اجناس السمك الكهربائي. وهي في الرعّاد افقيّة الوضع وكل غشاء من هذه الاغشية يتكهرب بكهرباء سلبيّة من جهة التشعّب العصبي وبكهرباء ايجابيّة من الجهة الاخرى

وكذلك الجهاز الكهربائي كلّهُ يتكهرب من احد طرفيه بكهربائيّة مختلفة. فتكون الكهربائيّة الايجابيّة في ظهره والسلبيّة في بطنه. امّا الانكليس الاميركي (la gymnote) فانّ جهازهُ الكهربائي على شكل الطول فتكون جهة رأسه مكهربة بالكهربائيّة الايجابيّة وجهة ذنبه بالكهرباء السلبيّة. ولهذا الجهاز الكهربائي عصبٌ او اعصاب على اختلاف الانواع توصل بينهُ وبين احد المراكز العصبيّة. والمركز العصبي المناسب لهذه الاعصاب عبارة عن فلق تُدعى الفلق الكهربائي (lobe électrique) مرقمهُ تحت الفلوق الثلاثة التي اختصّت بها كلّ الاسماك

ويستطيع الحيوان ان يُفرغ كهربائيّتهُ متى شاء واذا همّ بذلك لا يكاد يظهر منهُ للعيان تأثيرٌ يدلُّ على انهُ يريد تفريغ جعبته اللهمّ الّا رعشة خفيفة وحركة في زعانفه وهو عادةً يغمض عينيه عند رميه عدوّهُ ببطاريّته. وربّما اطلق قذيفتهُ دفعات متوالية ولكن اذا تواترت هذه الطلقات ضعف وفشل ولا يمكنهُ الضرب ثانيةً حتى يسترجع قوّتهُ المفقودة. وهذه القوّة لا تعود سريعاً الّا اذا كان الماء مكشوفاً للهواء تنفذ فيه الريح

وممّا يدلُّ على انّ الحيوان يستطيع ان يضبط كهربائيّتهُ ويطلقها متى شاء ان الاستاذ همبولد حاول امساك انكليس اميركي كهربائي فاخذ يخبط بين يديه زمناً طويلاً دون ان يُشعرهُ بهزّته الكهربائيّة. وكذلك ترى هذه الاسماك اذا مسّها احد بجسم لا ينقل الكهرباء كقطعة من الزجاج مثلاً أبت السمكة ان تُفرغ كهربائيّتها كانها تحسُّ ان

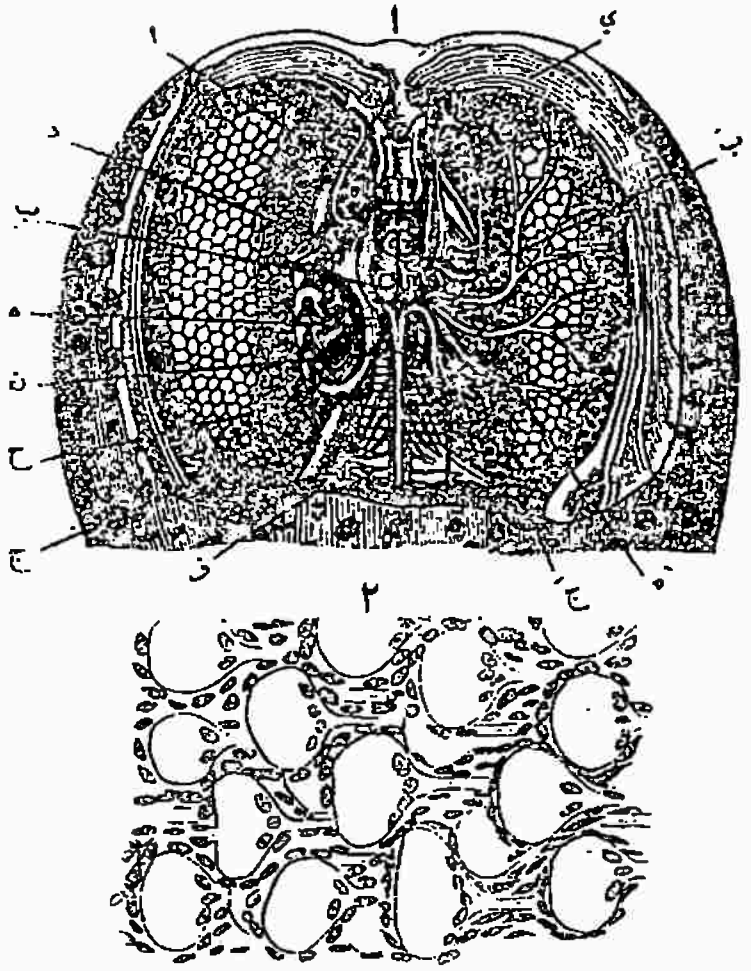
قوتها تذهب سدًى في جسم لا يتأثر من ضرباتها. وممَّا اختبرهُ العلامة ماتيوشي (Mateucci) انَّ المركز الذي منهُ تنبعث هذه القوَّة الكهربائية موقعهُ في المخّ في الفلق الرابع السابق ذكرهُ وراء الخيخ فلو هُيِّجَ هذا الفلق حصلت الضربات الكهربائيَّة وإن أزلتهُ بطلت القوَّة الكهربائية كما تزول قوة العضلة اذا قُطع عصبها المحرك لها. وكذلك اثبت انهُ لو قُطعت اعصاب الرعَّاد من احدى الجهات قبل الجهاز الكهربائي المتصل بهذا العصب. غير انَّ العصب المقطوع اذا أُثير في دائرة طرفهِ حصلت هزَّة كهربائيَّة. وكذلك تحقَّق العلماء انَّ بين الهزَّة الكهربائيَّة الصادرة من السمكة وايثار مركزها العصبي برهةً من الزمان فاذا حرِّك احد مثلًا في الرعَّاد الفلق الكهربائي او عصبهُ مرَّ نحو عُشر الثانية بين تهيُّجهِ وبروز قوَّته

امَّا نتائج التفريغ الكهربائي في السمكة فهي كفاعيلهِ في الادوات الكهربائيَّة فاذا أُجريت هذه الكهرباء الحيوانيَّة في الدائرة الاصلية من ملفّ ذي مجرًى ثانوي اتَّقدت منها شرارةٌ بين طرفي الدائرة. ومن غريب ما لحظهُ العلامة ماره (Marey) الذي اجهد ذهنهُ في درس خواصّ الرعَّاد ان كهرباء هذه الاسماك لا تؤثر في بعضها فاذا جعلت عددًا من الرعَّاد في بحيرة مع اسماك غيرها ربَّما قتلت رعَّادة منها بتفريغ كهربائها تلك الاسماك امَّا ذوات جنسها فلا يُصبنَ باذًى كأنَّهنَّ مدرَّعات في وجه هذه القوَّة الكهربائيَّة وكذلك لا تؤثر فيها الآلات الكهربائية البتَّة. وقد قاس الاستاذ ماره عدد الاهتزازات التي تصدر من الرعَّاد في كلّ تفريغ كهربائي فوجد انهُ يبلغ في الثانية ١٦٠ اهتزازًا واذا تكرَّر التفريغ قلَّ عدد الاهتزازات الى ان لا يتجاوز العشر في الثانية

وقد توصَّل المسيو مورو (Moreau) الى نتائج أُخر بامتحاناتهِ التي اجراها في الرعَّاد. منها انَّهُ لا نسبة بين قوَّة التفريغ وشدَّة التأثير فاذا هيِّج احد هذه السمكة بضربة شديدة او بحركة لطيفة افرغت كهربائيَّتها بشدَّة واحدة في كلتا الحالتين

وقد وجد هذا العلم انَّ السمك الكهربائي حاصل على قوَّتهِ هذه قبل ولادتهِ فانهُ استخرج من بطن بعض الاسماك صغارها قبل تمام النتاج فوجد لهذه الاسماك الصغرى قوَّة كهربائيَّة ظاهرة. واكتشف ايضًا ان شدَّة التفريغ الكهربائي في هذه الاسماك تختلف مع اختلاف الآثار الجويَّة كالبرد والحرّ. ومعظم قوَّتها يلوح في الدرجة ٤٥° فوق

الصفر من الميزان المئوي واذا سُمّمت السمكة الكهربائية بالاستريكنين اصابها الكُزاز (tétanos) فتفرغ اذ ذاك كهربائيتها لادنى تأثير . وبخلاف ذلك يمكن تلطيف هذه القوّة ببعض المخدّرات كمركّبات الافيون وغيرها



(الشكل الاوّل) صورة الجهاز الكهربائي في الرعّاد ا : الخّ . ب بّ : المخّ المستطيل . ن : النُخاع . د عصب الزوج الخامس الكهربائي ه ه : عصبا الزوج الثامن الكهربائي . ف : عصب المنجرة في اعلى قصبة الرئة . ج : الكلوة الكهربائية الشمالية بتمامها . جّ : كلوة اليمين الكهربائية مشرّحةً مع بيان اعصابها . ح : خزانة الزعف الاخير الاخير . ي : انابيب حسّاسة تفرز المادّة اللزجة

(الشكل الثاني) الخلايا التي منها يتركّب جهاز الرعّاد الكهربائيّ وبها تتّصل الاعصاب

والاختبارات السابق ايرادها قد أُجريت في الرعّاد خاصّة لكنها تصحّ ايضاً في

الانكليس الاميركي الذي خُصَّ بقوَّة كهربائية اشدَّ من الرعَّاد . اما سمك اللماء والفترة والورنك فانهـا الى الآن لم تُعرف حقَّ المعرفة وكان العلماء ينكرون سابقًا وجود الكهربائيَّة فيها وينسبون اهتزازاتها الى قوَّة عصبيَّة مختلفة عن الكهرباء. الَّا انَّ المحققين من المحدثين كشفوا عن هذا السر تمامًا ولم يبقوا ريبًا في خواصها الكهربائية

*

بقي علينا بعد الفوائد السابقة ان نبحث عن تعليل هذه الظواهر العجيبـة التي في الاسماك الكهربائيَّة وكشف النقاب عن حقيقة امرها. وهو لعمري مبحث خطير تصدَّى لهُ العلماء فذهبوا في شرحهِ مذاهب مرجعها الى ثلاثة آراء نعرضها هنا بوجيز الكلام

فالرأي الاول دافع عنـهُ دوبوا ريمون (Dubois-Reymond) قال انَّ الجهاز الكهربائي في الرعَّاد والاسماك المجانسة لهُ هو اشبه بالمغناطيس الذي تتركَّب كل دقيقة من دقائقهِ من قسم ايجابي ومن قسم سلبي الَّا انَّ العصب يفرز هاتين الكهربائيَّتين فيوجِّه كلاًّ منهما الى جانب واحد فيصير بذلك جهاز السمكة كالبطاريَّة المنضَّدة في المواشير فعند التفريغ يمتزج السلبي بالايجابي ومنها تحصل الهزَّة الكهربائيَّة. لكنَّ هذا الرأي مع ما فيهِ من لطيف المعنى ليس هو مبنيًّا على امر وضعي وانَّما هو مجرَّد حدس فلذلك لم يرضَ بهِ اليوم احد من العلماء

والرأي الثاني للطبيعي رانفيار (M. Ranvier) زعم انَّ جهاز الرعَّاد كخازن للكهربائيَّـة (condensateur) وتتولد فيهِ هذه القوَّة من سيَّال يُجريه اليهِ القلق الكهربائي. وهذه الكهرباء هي سلبيَّـة اما الايجابيَّة فيدَّخرها بقـوَّة الجوار (par influence). ومن ثمَّ يحـدث في الحيوان عمل كيماوي كما يحدث للمعدن اذا غُمس في مائع يحلِّل دقائقهُ. وهذا الرأي الثاني متقوض بعدَّة براهين منهـا انَّ هذا الحيوان يتصرَّف بكهربائيَّتهِ كيف يشاء يُفرغها بطلق وهمـهِ ولو ثبت قول رانفيار للزم ان الرعاد يُطلق قوَّتهُ الكهربائيَّة كلَّ مرَّة مسَّتهُ اليد او غيرها شاء ام ابى. وكذلك ينتج من قول رانفيـار انهُ لو جُعلت دائرة تامَّة بين بطن الحوت وظهرهِ في آن واحتـهِ لجرى فيهِ تيَّار كهربائي. والامر بخلاف الواقع فانهُ لا أثر لهـذا الجرى. وكذلك لو كان جهاز الرعاد كما زعم خازنًا للكهرباء التي تسيل اليـهِ من القلق الكهربائي لاقتضى الامر ان يبقى بعد قطع هذا القلق باقيةٌ من الكهرباء في الجهاز. والحال انهُ

لا يبقى اثر لهذه القوّة متى قُطع الفلق المذكور بل تبطل تمامًا في ساعتها

امّا الرأي الثالث فهو اقرب الى الحقيقة ارتآهُ العلامة الشهير دارسنڤال (d'Arson-val) مؤخرًا وقد جنح اليه اكثر العلماء. وهذا الرأي انّما هو مستند الى امتحانات سبق اليها المسيو ليمان. فانّ هذا الاستاذ البارع كان اخذ قرصًا مجوّفًا وضع فيه زئبقًا وجعلهُ فوق ماء ممزوج بالملح العادي فلاحظ ان كلّ تغيير ميكانيكي في القرص يحدث اختلافًا في قوّة الكهرباء بين الزئبق والماء المالح. فبنى دارسنڤال رأيهُ في كهربائيّة الرعّاد على هذا القول فادّعى انّ الاغشية التي تعلو خلايا الجهاز الكهربائي يُصيب سطحها تأثير يُحدث التفريغ الكهربائي. فان في هذه الخلايا مادّة زلاليّة متركّبة من عنصرين اسفل فاعلى. فالعنصر الاسفل المدعو بروتوبلاسما اذا اثارهُ العصب تكهرب بكهرباء سلبيّة. امّا العنصر الاعلى فيتكهرب بكهرباء ايجابيّة. ولمّا كان عدد هذه الخلايا ألوفًا مؤلفة ومنضمّة الى بعضها بقطوبها المتجانسة صار مجموعها كمجموع بطاريّة كهربائية شديدة التواتر ذات فعل عجيب. فكلما حرّك الحيوان عصبهُ جرى من ذلك تغيير في عنصري الخلايا المذكورة واذا اصاب عدوّهُ تحت الدائرة فافرغ في عدوّهِ طاقتهُ الكهربائيّة. فترى من ثمّ ان هذه الاسماك على قول المسيو دارسنڤال لا تباشر تكوين كهربائيّتها الّا عرضيًّا في ساعة العمل فقط وفعلها اشبه شيء بفعل القوّة العضليّة في الحيوان. فكما انّ عضلات الحيوان لا تبرز فعلها الميكانيكي الّا عند العمل فعلى هذا المنوال تفرز هذه الاسماك سيّالها الكهربائي عند حاجتها اليه فلا غرابة والحالة هذه عمّا لتلك الاسماك من قوّة التفريغات المدهشة اذ تتوفّر لديها في آن واحد كل شروط إفراز القوّة الكهربائيّة من حيث الكثية والتوتّر بنسبة رافية

وقد ابتدع المسيو دارسنڤال آلة ليؤيد رأيهُ بالاختبار. وذلك انهُ اخذ انبوبة من المطّاط (الكاوتشوك) قسمها اقسامًا عديدة وجعل بين كلّ قسم قطعةً من جسم نخور وبين كل قطعة كيّة من الزئبق مع شيء من الماء المالح ثم شدّ طرفي المطّاط وعلّقهُ بحديدة عقفاء فكان كل مزّة ينتر المطّاط بجفوة يحسّ بهزّة كهربائيّة في جسمه. ثم زاد على المطّاط ثقلًا واجتذب المطّاط من اسفل الى فوق فشعر بمجارٍ كهربائيّة متماكسة

على ان المسيو دارسنڤال لم يكتفِ بهذه الامتحانات بل شرع في درس الاعصاب في الحيوان عمومًا وفي الانسان خصوصًا وبيّن انّ كل حركة في هذه الاعصاب تكيّفها

بتكييف ما من حيث المفاعيل الكهربائية فضلاً عن المفاعيل الكيموية والميكانيكية

فاستنتج من ابحاثه انَّ تولُّد السيال الكهربائي في كل جسم حيواني حيّ امرٌ جوهري يدخل ضمن احكام الظواهر الفيزيولوجية العامة وان هذه المجاري الكهربائية مع كونها تظهر في بعض الحيوانات الباردة الدم لاسيما الاسماك تُرى ايضاً وإن خفيفةً في كلّ الحيوانات عموماً ويمكن تدوين قوتها بآلة لطيفة تُدعى إلكترومتر

امَّا الكهربائيَّة التي توجد اصلاً في تركيب الاجسام البشريَّة وتظهر فيها بعوامل مختلفة فمنها ما يقع تحت احكام الضوابط السابقة وينطبق عليها تماماً. ومنها ما لم يحدَّد الى الآن تحديداً وافياً فهو اذاً موضوع بحث وتنقيب لدى العلماء المحققين. وقد وجد اهل البحث انَّ فئة من الاشخاص قليل عددهم خصَّتهم الطبيعة بمزايا اضافية استلفتت اليهم الانظار لما قد حوروهُ من خوارق الصفات. فمن هؤلاء من تُصبح بشرتهم احياناً مركزاً لبعض ظواهر كهربائية كتطاير الشرر من اجسامهم عند لمسها وحصول تفريغات متعددة على من حولهم الى غير ذلك مما يحمل على الدهشة والاستغراب

ولقد روى المعلم ج . ويس (G. Weiss) انهُ اجتمع باحد هؤلاء الاشخاص وتحقَّق انهُ تكهرب هو وثيابهُ بلمسهِ اياه وبقي التكهرب مدة حتى تلاشى شيئاً فشيئاً. غير انهُ نسب ذلك الى احتكاكه بجلد هذا الشخص. وشبَّه تلك الكهرباء بما ينشأ من قبيلها عن الفرك في بعض انواع الجلود كجلد الهرّ وما شاكلهُ

وقال آخرون ان مصدر هذا تأثير العناصر الجويَّة على بعض مواد عضويَّة توجد طبيعياً او عرضياً في طبقات الجلد وخصوصاً على سطحهِ الخارجي مع مواد اخرى غير عضويَّة كالاملاح والمياه وغير ذلك مما يُرى في افرازات الغدد الجلديَّة. الَّا انهم لم يقيموا البيِّنات على صحة ما زعموا

وعلى كل حال فلا يخلو الامر وكل ما في هذا الكون من نظر وحكمة بالغة يقف امامها العلم حائراً والعقول مفحمة. أجل فيها أُتي الانسان من ذكاء ومعرفة يرى ذاتهُ عاجزاً ويعترف بتقصيرهِ عن ادراك كثير من الحقائق والاسرار الغوامض. فسبحانهُ تعالى رب الطبيعة باسرها ومبدع العوالم بكمالها وخالق ما يُرى وما لا يُرى فهو وحدهُ عزَّ وجلَّ دون سواهُ بكل شيء عليم