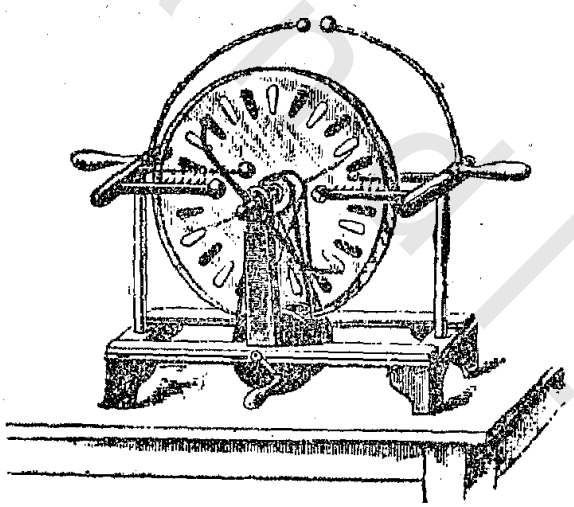
الباب الثالث

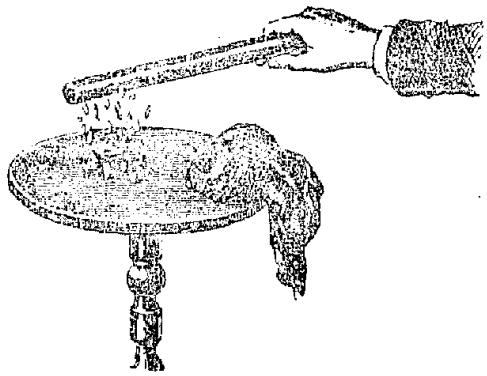
حوادث تؤدى الى كشوف كهربية هامة
فى القرن الثامن عشر

ظلت الأبحاث العلمية الخاصة بالكهربية فى القرن السابع عشر راكدة لا تتزحزح الامن بعض آلات بسيطة تولد الشحنات الكهربية بالاحتكاك أو الدلك شكل (٧)



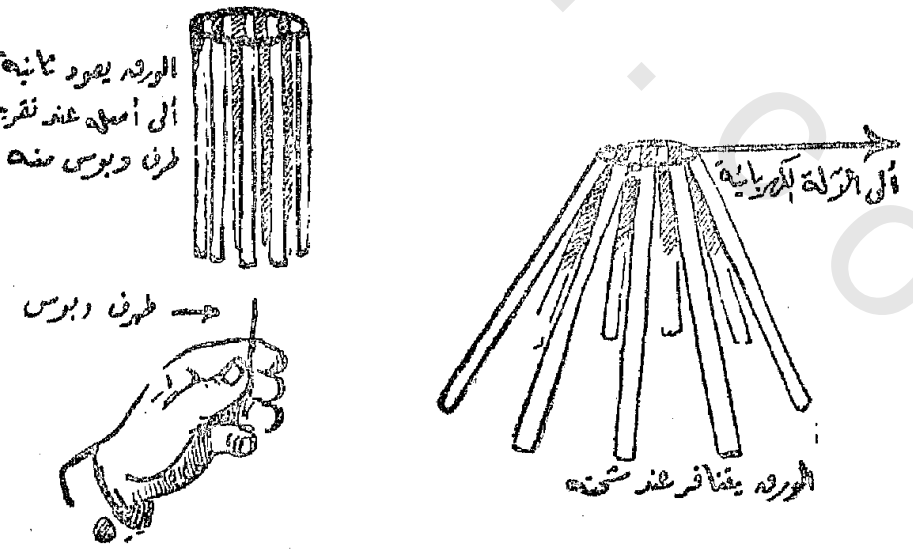
(شكل ـ ٧) آلة كهربية اخترعها ومزهرست

وقد اتخذها الناس فى مختلف البلدان تسلية لهم ، يسرون لتوليد الكهربية، ويفرحون لرؤية الشرارات الحادثة منها ، واتخذها البعض الآخر وسيلة للارتزاق ، كالحواة فى عهودنا الحالية ، وانتشروا بهذه الآلات فى القرى والبلدان الصغيرة ، ويجتمع حولهم الأطفال والنسوة والرجال ، يشاهدون خفة أيديهم وآثار أسرارهم ... فهاهو ذا



(شكل ـ ٨ صورة القضيب وقصاصات الورق

الحاوى... يمشى بمنديله الحريرى على القضيب الزجاجى ، فما أن يفعل هذا حتى يصبح القضيب قادرا على جذب قصاصات الورق شكل (٨) أو القطع الصغيرة من الفلين التى لا تكاد تقترب من القضيب وتلمسه حتى تتباعد عنه ثانية وتسقط الى الأرض وترتفع ثانية وهكذا ... وهنا يصفق له المشاهدون ... وتجربة أخرى ... فهاهو ذا يأتى بحزمة من قطع الورق الطويلة ويربطها من أعلاها ويتركها تتدلى ، وهنا يقول للناس انظروا... فانكم تشاهدون الورق متجمعا... وهاهوذا ستجدونه متباعدا شكل (٩) ، وماعليه الا أن يمس الورق بطرف سلك نحاس يتصل من الطرف الآخر بآلة كهربية فتتنافر الشرائط الورقية ويبعد بعضها عن بعض فيصفق له الناس ثانية ... وهكذا يستمر فى تجاربه ويجمع البنسات أو الفينخات (عملة ألمانية) ويشد رحاله الى بلدة أخرى.



(شكل ـ ٩)

وهاهى ذى العدوى تسرى الى العلماء أنفسهم ، وهاهو ذا استيفن جراى (١) (١٦٩٦ - ١٧٣٦) وهو انجليزى النشأة ، ولم يبلغنا الكثير من حياته . ولكنه أرسل الى الجمعية الملكية بلندن بحثا يبين فيه بعض الحقائق الخاصة بتوصيل الأجسام المختلفة للشحنات الكهربية ، فيبين أن الجسم المشحون بالكهربية يمكنه أن يشحن جسما آخر فيكتسب الجسم الجديد خواص الجسم المشحون من جذب الأجسام الخفيفة وطردها . وقد بين جراى أن جسم الانسان موصل للكهربية ، وكهرب انسانا لأول مرة فى التاريخ وذلك سنة ١٧٣٠

وعلم بمباحث جراى الانجليزى دى فاى الفرنسى (١٦٩٧ - ١٧٣٩) وقد كان دى فاى (٢) هذا مشرفا على حدائق الملك لويس الخامس عشر ، ومن هنا اتصل بالسراى الملكية ، وقد كرر تجربة من تجارب جراى بشىء من التعديل فعلق نفسه بخيوط من الحرير وشحن نفسه بشحنات كهربية ، وفعل مثل ذلك بشخص آخر ، وعلقه قريبا الن جسمه ولاحظ من تجارب جسميهما انبعاث الشرارات يصحبها البريق والضوء ، ودى فاى هذا هو أول من بين أن الأجسام جميعا بما فيها المعادن يمكن كهربتها وبذلك صحح الخطأ الذى وقع فيه جلبرت (انظر ص ١١) وقسم الاجسام لذلك الى قسمين : أجسام عازلة مثل الزجاج والكهربيت وأجسام موصلة مثل المعادن وهو الذى بين كذلك أن الشحنات الكهربية نوعان ، نوع زجاجى (٣) وآخر راتينجى (٤) ومن النوع الزجاجى شعر الانسان والصوف وغيرها . ومن النوع الراتينجى الكهرمان ، والجلاك ، والحرير والورق وغير ذلك .

---

(١) Stephen Gray
(٢) Charles François Du Fay
(٣) Vitreous
(٤) Resinous

حادثة تؤدى الى كشف هام

وقد انتشر التحمس للتجارب الكهربية حتى وصل الى أحدى القسس فى كنيسة ألمانية ، وأسمه فون كلايست (١) الذى أراد أن يختبر الآلة الكهربية من تلك التى يستعملها الناس والعلماء ، واستعملها مرة فى كهربة قارورة زجاجية ووضع الزجاجة على يده ووضع فيها مسمارا أوصله بالآلة الكربية ، وبعد أن أدارها عدة مرات أراد أن يمسك المسمار ، وياليته ما أراد .. اذ ما كاد يلمسه حتى شعر بهزة عنيفة أطارت لبه ، فلم يدر من أين جاءت تلك الهزة وما سببها وكان ذلك فى أواخر سنة ١٧٤٥ .

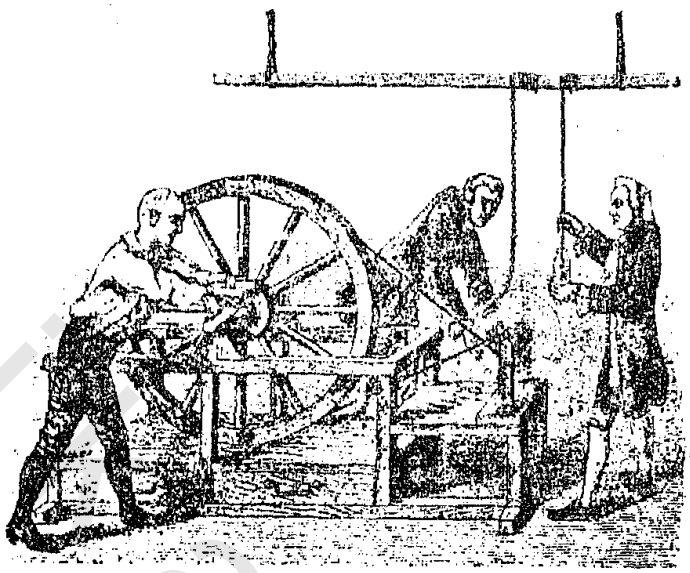
وحدث بعد ذلك بعدة أشهر سنة ١٧٤٦ أن أجرى أحد علماء الطبيعة فى بلدة « ليد » بهولاندا تجربة تشابه هذه التجربة التى أجراها القسيس الألمانى ، ولكنه لم يكن قدعلم بها،وهذا العالم الهولندى واسمه بطرس ماوشنبروك(٢) قدأرادأن يشحن الماء وقد وضعه فى قارورة وأدلى فى الماء طرف سلك يتصل بالآلة الكهربية شكل (١٠)، وصار العالم يدير الآلة،وأعطى القارورة لصديقه كانوس(٣) وبعد الانتهاء من ادارة الآلة أراد الصديق أن ينزع السلك من الماء ، وكانت القارورة على احدى يديه ، فما ان لمس السلك بيده الأخرى حتى شعر بهزة عنيفة مؤلمة ، يقال انه لزم الفراش بسببها يومين كاملين ، وكأنى بالعالم قد سخر من صديقه أول الامر فأعاد التجربة ، وأمسك القارورة بنفسه هذه المرة ، وكرر ماعمله صديقه ، فأصابه ماأصابه

---

(١) VonKleist

(٢) Pieter Von Mausschenbroek

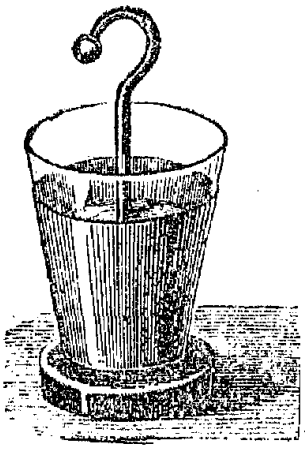
(٣) Canaeus



(شكل ـ ١٠) حادثة زجاجة يد

وقد انتشر نبأ هذه الحادثة فى مختلف البلاد والأقطار ، فسمع بها الانجليز والفرنسيون والأمريكان ، وكان من بين من سمع بها العالم الفرنسى نوللييه (١٧٠٠ ـ ١٧٧٠) [1] وكان أستاذ الفلسفة الطبيعية للأسرة المالكة الفرنسية ، وأراد أن يستعيد تجربة ماوشنبروك ، ولكنه كان حريصا على نفسه ، ولم يرغب أن يعرض جسمه لأثر تلك الهزة العنيفة التى حدثت فى هولندا ، فاستأذن لذلك من مليكه ، فى أن يجرى التجربة على بعض الجنود ، فوافق الملك ، وأختار العالم لذلك مائتى جندى ، وأمرهم بأن يصطفوا على شكل دائرة ، وأن يجعلوا الدائرة متصلة بأن يمسك كل جندى منهم بيد زميله المجاور له ، وأعد القارورة والآلة الكهربية ، وشرف الحفلة جلالة الملك ، وكما فعل ماوشنبروك وصديقه كانوس ، أرسل الشحنة الكهربية فى أجسامهم ، فشاهد الجميع منظراً يثير الضحك ، اذ ما كادت الشحنة تفرغ فى أجسامهم ، حتى قفزوا جميعاً رعباً وفزعاً ،

(١) Abdé Jean antoine Nollet



(شكل ١١) صورة زجاجة ليد الخالية

وترك كل واحد منهم يد صاحبه ، فضحك الجميع وضحك العالم ، ولكنه ضحك يتبعه تفكير عميق وصار يفكر فى تعليل هذه الظاهرة ، ونوللبه هذا هو الذى أطلق على تلك القارورة اسم زجاجة ليد نسبة الى البلدة التى حدثت فيها الحادثه الأولى .

وسرعان ما وضع داخل القارورة يدلا من الماء لبوسا معدنيا من الصفيح وآخر خارجه ، وبذلك تم صنع المكثف الأول ، وتلا ذلك صنع كثير من المكثفات ، وهى وان اختلفت فى تركيبها وشكلها ، فان فكرتها واحدة وعامة ، وهى أن أى جسمين موصلين بينهما عازل يسمى مكثفا ، وفى أجهزة الراديو أنواع مختلفة من المكثفات ، واذا تأملت داخل الجهاز وأنت تدير اليد لتغير المحطات وجدت بعض الألواح المعدنية نصف الدائرة تتباعد من مجموعة أخرى مماثلة ، هذه الألواح هى التى تكون المكثف المتغير .

---

(١) Leyden Jar

جهود فى العلم والوطنية فى أمريكا حول سنة ١٧٥٠

ذاعت أنباء التجارب الكهربية فى أوربا . ووصلت أخبارها من الدنيا القديمة ، الى أمريكا ـ الدنيا الجديدة . وكانت أمريكا فى ذلك الوقت تحت سيطرة الانجليز وحكمهم . تحدها كندا وبعض الممالك من الجهة الغربية وكانت هى الأخرى تحت سيطرة الفرنسيين ، وكان أن هاجر أحد العلماء الانجليز ، وهو دكتور سبنس [١] الى أمريكا ، ليعرض على الدنيا الجديدة ، ماوصلت اليه الدنيا القديمة من تجارب جديدة فى الكهربية ، وهبط فى بلدة بوستون [٢] ، وصار يعرض على أهلها بعض التجارب الكهربية باستعمال الآلات الكهربية وزجاجة ليد ، فرأى الأمريكيون لأول مرة ، الشرارات الكهربية وما يصحبها من أصوات قاصفة ولون خاص واتخاذها الطريق المتعرج فى سرعة البرق .

وبينما الناس يشاهدون ويعجبون ، ويتسامرون ويضحكون ، اذ يمر بهم رجل مفكر ليشاهد ما يشاهدون ، لم يكن قد شاهد مثل هذه التجارب من قبل ، فقد كان يشتغل بالصحافة والتحرير والطباعة ، واسم هذا الرجل بنيامين فرانكلين [٣] (١٧٠٦ — ١٧٩٠) الذى اشتهر اسمه فيما بعد كعالم من علماء الكهربية ، وبطل من أبطال استقلال بلاده .

بنيامين فرانكلين

ولد فرانكلين فى بلدة بوستون سنة ١٧٠٦ ، وكان والده انجليزى النشأة وهاجر الى أمريكا ، واشتغل فيها بتجارة الصابون والشمع ، والتحق فرانكلين بالمدرسة ، ولكنه ما كاد يصل الى سن العاشرة حتى أخرجه والده من المدرسة ، وألحقه بمصنعه ، للتمرن على أعمال المصنع ، وبقى الابن فى مصنع أبيه مدة عامين ، كان

---

(١) Spence
(٢) Boston
(٣) Benjamin Franklin

يقضى الوقت فى ملء قوالب الصابون ، وقطع أجزاء الشمع ، فشعر بالملل يشيع فى نفسه وسئم صناعة أبيه ورغب عنها ، ومال الى صناعة الطباعة ، فالتحق بمطبعة يتمرن فيها ، واتصل بالتأليف والكتب ، فأقبل عليها يرتشف من منهلها العذب ويرتوى من معينها الفياض فنمت معلوماته اذ صادفت منه منبتا خصبا ، فنشأ

(شكل - ١٢) بنيامين فرانكلين

مفكراً صافى التفكير ، له قدرة على الاقناع ، سليم المنطق ، صائب الحكم على الأشياء كأنما الطبيعة قد أعدته لأن يكون عالماً لوذعيا ، يبنى حكمه بعد التجربة والمشاهدة والاستنباط ، ولأن يكون سياسياً محنكا يمثل تفكيره النير السليم دوراً كبيراً فى استقلال بلاده .

وبعد عدة سنوات فى صناعة الطباعة فى بوستون ، غادرها الى فيلادلفيا وافتتح حانوتا خاصاً به . وما أن هبط فيلادلفيا حتى استرعى نظر حاكمها : الذى عرف عنه الصفات التى اشتهر بها : فاستدعاه وكلفه السفر الى انجلترا فى مهمة شراء بعض ما تحتاج اليه المطبعة الأميرية : وبعد ماعاد الى فيلادلفيا بعد أن أتم مهمته ، ذا

صيته واشتهر أمره وراجت صناعته ، وزاد الاقبال عليه ، وأصبح عينا من أعيان المدينة تعقد عليه الخناصر وتشرئب اليه الأعناق .

ولما بلغ سن الأربعين ذهب الى بوستون فى زيارة ، فشاهد دكتور سبنس يجرى تجاربه فى الكهربية كما أسلفنا ، ولما عاد الى فلادلفيا علم أن ادارة المكتبات فى تلك المدينة قد تلقت زجاجة من زجاجات ليد من احد أعضاء الجمعية الملكية بلندن ، وكان اسمه كولنسون [1] وكان تاجراً فى مدينة لنـــدن ، ومع الزجاجة التعليمات الواجب مراعاتها عند استعمال الزجاجة ، فأثار كل ذلك اهتمام فرانكلين ، وحفزه الى الاشتغال بأبحاث كهربية ، وقد توفر عليها حتى ملكت عليه كل مشاعره واستبدت بكل أوقاته ، كما تبين من أول خطاب من خطاباته الى صديقه الانجليزى كولانسون بتاريخ ٢٨ مارس سنة ١٧٤٧ ، اذ قال بعد شكره على ارسال زجاجة ليد «لم يسبق لى أن انغمست فى عمل أو دراسة الى هذه الدرجة كما انغمست فى هذا الموضوع» . وفى خطابه الثانى الى كولنسون بتاريخ ١١ يوليو سنة ١٧٤٧ وصف نظراته فى الكهربية وعزاها الى وجود سيال واحد سماه النار الكهربية [2] فاذا زاد مقداره فى جسم ظهرت عليه الكهربية الموجبة ، واذا نقص مقداره فى الجسم ظهرت عليه الكهربية السالبة وبذلك يعتبر فرانكلين أول من أدخل الإصطلاحين « الموجب والسالب » . فى الكهربيـــة ، وفى سنة ١٧٤٨ باع فرانكلين مطبعته إبتغاء التفرغ للأبحاث الكهربية ، وقد أصبحت داره منتدى لبعض العلماء ، ومهبطاً لكثير من الناس ، يؤمونهـــا بدافع حب الإستطلاع والتسلية ، ومشاهدة التجارب الجديدة فى الكهربية .

رأى فرانكلين بثاقب نظره ونفاذ تفكيرة وقوة ملاحظته أن هناك شبها كبيراً

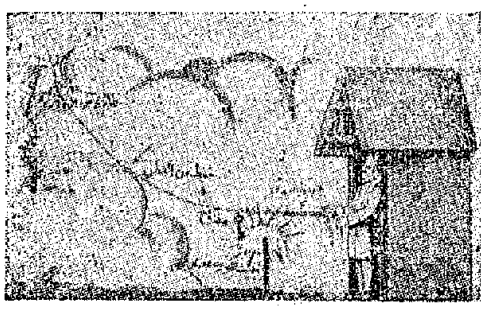
---

(١) Peter Colinson

(٢) Electric Fire

بين الشرارات الكهربية التى تحدثها الآلات وبين الظواهر الجوية التى تصحب العواصف ، وصار يسائل نفسه «هل فى الجوكهربية » أليس البرق يشبه الشرارة؟ فكلاهما له لون خاص ، وصوت قاصف ، وله سرعة هائلة فى طريق متعرج ، أو ليست الشرارة تميت الطيور اذا مرت خلالها ؟ كما أن البرق يصعق الانسان ويهد البيوت إذا اصطدم بها . كل هذه أسئلة جالت وترددت فى نفس فرانكلين ذلك العالم الأمريكى الكبير ، ولكن العلماء لاتخدعهم الظواهر ، فلتحقيق آرائهم لابد أن يلجئوا الى التجربة ، فهى الحد الفاصل بين مختلف الآراء ومن هنا فكر فرانكلين فى اعداد العدة للتجربة التاريخية .

كان فرانكلين يرى أنه يحتاج إلى بناء شاهق ليجرى عليه تجارب الصاعقة ، وكانت تعوزه الأموال ، وبينما هو يفكر فى جمعه بواسطة يانصيب ، بلغته أخبار من فرنسا أن أحد علمائها داليار [1] بتشجيع مليكه أجرى تجربة مثل التى يفكر فيها فأسقط فى يده ، وراح يستعلم عن الطريقة التى إتبعها الفرنسى ... وعلم أنها تمت بواسطة قضيب طوله ١٣ متراً ... وقد وصل للقضيب شرارة بعد عدة أيام ، وأعلن عقبها داليار أن آراء فرانكلين قد تحققت ... ولكن فرانكلين لم ير هذا



(شكل - ١٣) فرانكلين يثبت وجود الكهربية على السحب

(١) Dalibard

الرأى واعتقد أن تضيب العالم الفرنسى لم يشحن بكهربة السحب ، إذ أنه لم يكن طوله كافياً ، وهنا خطر له رأى جديد وهو الطيارة .

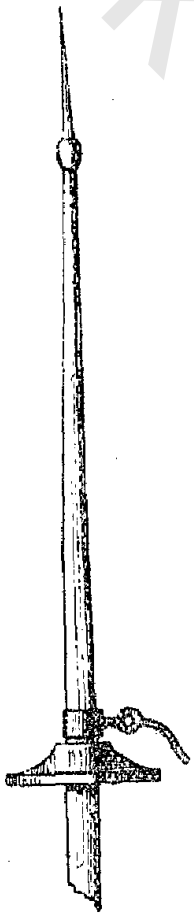
إنطلق فرانكلين الى الخلاء مستصحباً نجله ، وكان قد أعد جوسقا (كشكا) ليتقى به آثار المطر ، واختار بقعة أقام فيها (كشكه وانتظر حتى تلبد الجو وغامت السماء ، وأنذرت بالمطر والبرق والرعد ، وكان قد عمل طيارة من الطيارات التى يستعملها الأطفال ، ويجعلونها تطير الى السماء . ويربطونها بخيط طويل ، فترتفع الى المدى الذى يسمح به طول الخيط ، ولكن فرانكلين لم يعمل طيارته من الورق كما يصنعها الأطفال ، بل صنعها من الحرير المتين . الذى يتحمل مهب الرياح ودفع التيارات الهوائية ، وجعل خيطه طويلا حتى تقارب الطيارة كبد السماء وما فيها من سحب ، وجعل أعلى الطيارة سناً مدببة معدنية طولها نحو قدم واحد ، ربط نهاية الخيط بشريط من الحرير وضعه فى يده حتى وصلت الشحنات الكهربية خلال الخيط لا تسرى الى جسمه ، اذ الحرير عازل . وربط مفتاحاً معدنياً أيضاً عند اتصال الحرير بالخيط . وعلى هذه الحال صار ينتظر السحب والعاصفة . . .

وحدثت العاصفة ولكن لم يشعر بأى أثر . . وكاد اليأس يدب الى نفسه ، لولا أنه شاهد فى النهاية عند إشتداد الزوابع أن تنافرت خيوط الحرير المتناثرة من الشريط ، فاستدل بذلك على أن الشحنات الكهربية قد وصلت اليها ، فتنافرت تلك الخيوط بسبب شحنتها جميعاً بنوع واحد من الكهربية ، والشحنات المتحدة النوع تتنافر . وما كاد خيط الطيارة يبتل من ماء المطر حتى وصلت الشحنات بكميات أكبر ، واستنتج ذلك بتقريب يده من المفتاح فحدثت شرارة كبيرة ، ثم زاد تأكده بأن أحضر زجاجة من زجاجات ليد وأمكن أن يشحنها من كهربية السحب الواصلة اليه ، وقد أفلح . . . . ياللفوز العظيم لقد تحققت فكرته ونجحت تجربته وأصاب الهدف الذى كان يرمى اليه .

شهرة وتقليد

ذاعت تجربة فرانكلين واشتهر أمرها فى أمريكا وأوربا ، وصار كثير من العلماء يعيدون تجربته ، ولكن واحدا منهم هو جورج ولهم رتشمان[1] فى بلدة بطرسبرج[2] بألمانيا عند ما أراد أن يعيد نفس التجربة أخطأ فى احدى الخطوات ، فوصلته الصاعقة شديدة ، فصعقته ومات ضحية العلم والتجربة .

وبذلك كان فرانكلين وطنيا فى علمه ، فقد خدم بلاده أكبر خدمة علمية مادية ، وهى انقاذها من خطر الصواعق التى تهدم المبانى وتقتل الأنفس ، فاستدعى سنة ١٧٦٠ لاقامة مانعه صواعق فى دار من دور فيلا دلفيا ، وانتشرت بعد ذلك مانعات الصواعق فى انجترا وأمريكا (انظر شكل ١٤) إذ أقيمت أول مانعة صواعق فى انجلترا سنة ١٧٦٢ وأصبح عدد هذه المانعات فى فيلا دلفيا فى سنة ١٨٧٢ ٤٠٠ مانعة ثم شاعت بعد ذلك فى الجهات التى كانت تتهددها مثل هذه الصواعق

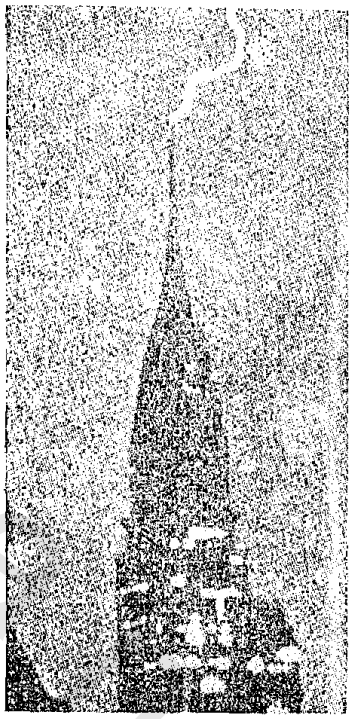


(شكل ١٤) مانعة الصواعق

---

(١) Georg Wilhelm Richmann

(٢) Petersburg



(شكل ـ ١٥) صاعقة تنقض فوق إحدى ناطحات السحاب

بين رجال العلم والدين :

وقد أبدى رجال الدين معارضة شديدة فى إستعمال مانعة الصواعق ، اذ كانوا يعتبرون الصواعق من علامات غضب الرب على الانسان ، ولايصح أن يتحدى الانسان ارادة ربه ، وقد رد عليهم الأستاذ ونثروب [١] أستاذ الطبيعة فى كلية هافارد [٢] برد مقنع اذ قال « ان من أول واجباتنا أن نحمى أنفسنا من آثار البرق بقدر ماهو واجب علينا أن نتقى المطر والبرد والرياح بالأساليب التى منحها الله ايانا »

من عبد الله الى عبد الله

اشتهر أمر فرانكلين فى العلم ، بفضل جهوده المتواصلة ، وصار عالما يشار اليه بالبنان ، وكان منطقه السليم ، وأسلوبه الحكيم ، ومرانه فى التجارب العلمية

---

(١) John Winthrop

(٢) Havard

واستنباط الحقائق من المشاهدة والمقدمات ، كل أولئك أعده لأن يكون زعيما في الوطنية ، كزعامته في ميدان الأبحاث العلمية ، اذ أن انجلترا بعد حرب دامت سبع سنوات بينها وبين فرنسا بشأن المستعمرات ، أعوزها المال ، فأرادت أن تفرض ضريبة على الأمريكيين الذين كانت بلادهم تحت سيطرة الانجليز ، وفي سنة ١٧٧٤ قاومت أمريكا هذا الطلب بالحجة الشهيرة المعروفة وهي «لاضريبة بدون تمثيل في البرلمان[١]» وكانت أولى البلاد جرأة وظهوراً في هذه الحركة هي بلدة بوستون ، موطن عالمنا الكبير فرانكلين .

وبدأ القتال بين الأمريكيين والانجليز سنة ١٧٧٦ ، وهنا هب فرانكلين للدفاع عن وطنه وترك ميدان العلم للاشتراك في المطالبة باستقلال بلاده، فسافر الى فرنسا للدعاية بين رجالها المديد المساعدة لأمريكا ، وهنا ظاهرته قوة عارضته وفصاحة اقناعه وسحر بيانه، واقتنعت فرنسا بضرورة هذه المساعدة، وأمدت أمريكا بالمؤونة والمال والرجال ، ومن بين الفرنسيين الذين اشتركوا في استقلال أمريكا لافايت زعيم الثورة الفرنسية فيما بعد ، واختير فرانكلين بعد ذلك سفير الدعاية لبلاده في انجلترا وتمكن من اقناع الانجليز بمنح بلاده الاستقلال ، الذى أمضاه بالنيابة عن بلاده ، ونالت أمريكا استقلالها سنة ١٧٨٣، ومات فرنكلين بعد ذلك سنة ١٧٩٠ مبكياً عليه من العلم والوطنية .

ووضع في العلم الحجر الأساسى لموضوع هام هو « الكهربية الجوية »[٢]، له اتصال بلاسلكى ، اذ أن الصواعق هى التى تحدث الفرقعة والوضوضاء في أجهزة اللاسلكى

---

(١) No Taxation without Representation

(٢) Atmospheric Electrieitiy