الباب السادس

تطور جديد

نشأت الكهربية كأى مولود آخر صغيرة الشأن قليلة الأثر ، وبقيت كذلك دون نمو كبير حتى حدث أول تطور فى نموها ، وهو اكتشاف الحاشدات الكهربية ، وأولها عمود فولتا سنة ١٨٠٠ ، فبدأت الكهربية تجرى بعد أن كانت راكدة ، وتتحرك بعد أن كانت ساكنة ، وهذا لعمرى تطور كبير ، ولكن هانحن أولاء الآن فى القرن التاسع عشر نرى تطورا جديدا ، سيكون له أثره فى تطور الصناعات ، وفى استعمال التيار الكهربى فى مختلف الأغراض والحاجات ، وهذا بفضل عالم يعد من أكبر علماء الكهربية فى القرن التاسع عشر ، نشأ بسيطا ، وقفز بذكائه ونبوغه من عامل بسيط الى عالم كبير .

فراداى من عامل بسيط إلى عالم جليل

مولده :

ذلك هو العالم الانجليزى الكبير ميشيل فراداى [١] الذى ولد سنة ١٧٩١ فى منزل صغير بشارع بلاند فورد [٢] رقم ٢ بنيونجتن باندن وكان والده حدادا ،

(شكل - ٢٦ العالم الانجيزى ميشيل فراداى)

ولم ينل فراداى من التعليم إلا قسطا ضئيلا فقد قال عن نفسه « كان تعلمى فى أبسط صورة ، اذ لا يكاد يزيد على فك الخط ، وتعرف مبادئ القراءة والحساب فى مدرسة عادية نهارية » وخرج من المدرسة وهو فى سن الثالثة عشر صبيا فى ميعة الصبا ، وشابا فى فجر الشباب طيب القلب ، رقيق الحاشية ، نبيل الاحساس .

---

(١) Michael Faraday

(٢) Blandford Street

شغف بالمطالعة :

ولم يكد يخرج من المدرسة فى هذه السن المبكرة ، حتى التحق كعامل فى مكتبة قريبة من بيته يملكها رجل انجليزى اسمه جورج ريبو[1] ، فعهد اليه هذا أول الأمر مهمة نقل الكتب إلى أصحابها ، أى كساع أو مراسلة ، يقضى حاجات المكتبة فى الخارج ، وفى السنة التالية عهد اليه عمل تجليد الكتب ، ومن هذا الوقت تملكه حب الاطلاع ، واستهوته قراءة الكتب العلمية التى كانت تقع تحت يده ، وقد كان مدير المكتبة يلحظ عليه هذا الاقبال الشديد على المطالعة وتقليب الكتب والتزود مما تحويه من علم ومادة ، فلم ينهه عن ذلك ، بل شجعه عليه ، وكان يقول له «امض فى طريقك ياميشيل ، وأطلع على ماتريد من الكتب ، فلن يسوءك فى وظيفتك كمجلد للكتب عندى أن تطلع على مابداخلها كما تطلع على ما بخارجها» .

وهكذا مضى ميشل فى طريقه ، يرتشف من ذلك المنهل العذب . ويطلع على الكتب التى هى غذاء العقول ، وكان أول كتاب أطلع عليه هو كتاب عن «العقل» ولعل هذا الكتاب هو الذى أنار له سبل التفكير ، وجاء بعد ذلك دور تجليد دائرة المعارف البريطانية ، واستوقف نظره فيها موضوع «الكهربية» وإلى هذا العهد لم يكن يعرف عن الكهربية إلا القليل ، وقد لاحظ فرادای ذلك من المقدار البسيط الذى كتب فى الدائرة ، ولعله قال فى نفسه «أن المعلومات الأولية القليلة فى الموضوع الجديد لن يستغرق استيعابها منى وقتاً طويلا ...» ولم يمض وقت طويل حتى وقف على ماتم فى العهود السابقة عن الكهربية ، ولعله لم يدر بخلده عندئذ أنه هو المنتظر الذى سيأتى عليه الدور لأن يرفع علم الكهربية

---

(١) George Riebau

عالياً وينقدم به خطوات واسعة ، ويضيف إلى حقائقها معلومات جديدة توسع فى نطاقها ، وتبعد فى مداها .

قد أثار فيه الاطلاع على هذه الكتب رغبة الاستزادة منها ومن نوعها ، فما كان يظهر كتاب جديد فى العلوم إلا اقتناه والتهم مافيه من المعلومات ، حقا انه كان نابغة يمهد لنفسه طريق المجد ، ويصارع الجهل والفقر معا ويصارعانه ، ولكنه تغلب على الجهل بمجهوده فى دراسة الكتب بنفسه ، والتزود مما فيها من معلومات ، أما الفقر فقد بقى عقبة كاداء فى سبيله إلى حين ، ولكنه كان يتغلب عليه بعض الشىء أول الأمر بالاقتصاد من درهيماته البسيطة وبجمع البنسات القليلة ويشترى بها الآلات الكهربية ، والمواد الكيماوية ، يجرى بها مايريد من التجارب فى هذين الموضوعين اللذين اشتهر فيهما بعد ، وكان أن وقع فى يده من الكتب أيضاً كتاب عن «تجارب [1] فى الكيمياء» فأثار فيه ذلك الكتاب حب علم الكيمياء ودراستها ، واستعادة تجاربها ، وقد كان يفشل فى اجراء التجربة أحيانا ، ولكنه كان يعيدها حتى ينجح فيها ، وكم كان يضحك كثيراً ويتهلل وجهه فرحاً وسروراً ، بذلك النجاح الذى كان يصادفه .

بقى فراداى يعمل فى مكتبة ريبو سبع سنوات ، وهى مدة طويلة ، يبين مداها مقدار عطف الرجل على فراداى ، ولكن لكل بداية نهاية ، ولكل أجل كتاب ، فان ريبو لم يكن وردا كله ، ولكل ورد شوك ، وقد لحق فراداى منها بعض الشىء فخرج من مكتبه ، والتحق بمكتبة فرنسى اسمه «دى لاروش [2]» كانت تقع فى شارع الملك [3] بلندن ، وقد كان هذا الفرنسى حاد الطبع ، منحرف

---

(١) Experiments in Chemistry
(٢) De la Roche
(٣) Kings Street

المزاج ، يثور لأقل بادرة ، ولا يعى عندئذ مايقول ، بل يلقى القول جزافا وعلى عواهنه وقدنال منها فراداى بعض الشىء . فكان كثيراً ما يزجر فراداى وينهاه عند القراءة بقوله : لا تقرأ العلوم فى مكتبتى ، ولا تشغل نفسك بغير ما عهدت به اليك من تجليد الكتب . . . » فبرم فراداى بهذه المعاملة الشديدة ، وود لو يجد عملا آخر ، ليخرج من ذلك الجحيم المقيم ، والعذاب الأليم .

نصير العلم ﴿ دافى ﴾ .

وكان فى عهد فراداى عالم كبير هو السير همفرى دافى [١] (١٧٧٨ - ١٨٢٩) وقد كان دافى هذا يميل منذ صباه إلى الكيمياء والطب ، ولذلك مايلغ سن الحادية

(شكل - ٢٧ سير همفرى دافى)

والعشرين حتى التحق بطبيب انجليزى أسمه دكتور بيدوس [٢] مساعدا له ، وقد أنشأ هذا الطبيب معهداً جديداً وغريباً وهو « معهد المعالجة بالغازات [٣] » فى مدينة بريستول [٤] وفى هذا المعهد وجد دافى معملا تام العدة ، ووجد المجال يتسع لأن

---

(١) Sir Humphry Davy

(٢) Dr. Beddoes

(٣) Medical Pneumatic Insitution

(٤) Bristol وقد نال المؤلف درجته العلمية من جامعة مدينة بريستول هذه

يشبع رغبته من إجراء التجارب فى الكيمياء عامة والغازات خاصة ، وفى السنة الثالثة لالتحاقه بهذا المعهد وفق إلى استخلاص غاز [١] جديد هو المعروف بالغاز الضحاك [٢] ، وبعد ذلك بعام أخرج كتابا ضمنه أبحاثه الكيميائية ، فذاع صيته واشتهر أمره ، وكان المعهد الملكى بلندن فى حاجة إلى اخصائى فى الكيمياء وكان المعهد لايزال فى مبدأ نشأته وتأسيسه ، فوقع الاختيار على دافى ليشغل وظيفة محاضر ومدير معمله ، فقبل دافى هذا الشرف العظيم ، وبعد سنتين أصبح أستاذاً للكيمياء وكانت لمحاضراته فى المعهد الملكى شيقة وجذابة ، فكان يميل منذ صباه إلى نظم الشعر والتمرن على الخطابة فى غرفته ، فكان يعتلى الكرسى ويخاطب الجدران ، وقد نظم كثيراً من الشعر وأجاد حتى قال عنه أحد كبار سفراء الانجليز عندئذ انا لو لم يصر من أكبر علماء الكيمياء فى عصره لصار أشعر شعرائه ، فلا غرو إذا كان قد سحر المستمعين بسحر بيانه وذلاقة لسانه . وغزارة علمه وكثرة تجاربه فى الكيمياء وهذا نتيجة أبحاثه المتواصلة . وعبقريته النادرة ، فزاد اقبال الناس على استماع محاضراته ، وأم المعهد الملكى عامة القوم وأعيانهم ، وكرائم السيدات ، حتى صارت دار المعهد الملكى كدار مشهد التمثيل يؤمها الناس من كل حدب للتسلية والفائدة .

وقد كانت شهرته تزيد عاما بعد عام حتى منح لقب سير سنة ١٨١٢ ، وقد كان دافى هذا اكبر ناصر للعلم فى شخص فراداى ، فهو الذى أعانه على متابعة البحث العلمى .

---

١ Nitrous Oxide
٢ Laughing Gas

فرادای یستمع الی محاضرات دافی

فقد كان فرادى شغوفا بالعلم والاستزادة من منهله العذب، والتوغل فى ميادينه فدفعه هذا إلى الولع وهو فى سن التاسعة عشرة ، أى سنة ١٨١٠ إلى الاستماع إلى محاضرات مستر تاتام [١] فى الفلسفة الطبيعية ، وكان أخوه يدفع له رسم الدخول إلى هذه المحاضرات ، ولما اشتهر أمر دافى فى المعهد الملكى سنة ١٨١٢ ، دفعته هذه الشهرة إلى الاستماع إلى محاضراته ، فسحرته هذه المحاضرات ، وجعلته يهوى العلوم ودراستها ، وفى الوقت نفسه كان قد ذاق الأمرين من رئيسه الفرنسى مدير المكتبة التى مازال يعمل فيها حتى هذا الحين ، وفى أوائل فبراير سنة ١٨١٣ . كتب فرادای إلى العالم الكبير دافى يطلب اليه أن ينتشله من أعمال التجارة التى كانت فى نظره عنوان الأنانية ، وأن يجد له عملا يتصل بالعلوم التى شغف بها، وقد كتب فرادای عن نفسه فيما بعد فى ذلك فقال « رغبت فى ترك أعمال التجارة التى لم تكن فى نظرى الا عنوان الأنانية والاثرة ، وتاقت نفسى الى الاشتغال بالعلم، الذى أراه يحوط صاحبه بهالة من الاحترام والاجلال ، وأغرانى هذا بالكتابة الى السير همفرى دافى أبدى له رغبتى هذه ، ورجوته تحقيق أملى إذا ما سنحت له الفرصة المناسبة ؛ وأرسلت اليه بجانب ذلك المذكرات التى كنت أدونها تلخيصاً لمحاضراته.

تلقى دافى كتاب فرادى فأعجب بدقته فى تدوين مذكراته وترتيبها ، فأجابه دافى على ذلك بقوله « لقد سررت من البرهان الذى أظهرت فيه عظيم ثقتك بى ، وسأنتهز لك الفرصة عندما تحين لالحاقك بالمعهد الملكى ، إذ لا توجد وظائف خالية به الآن»

وبعد شهر من تاريخ ذلك الخطاب ؛ كان ميشيل ووالدته يطلان من منزلهما ؛

---

(١) Mr. Tatam

فاذا بهما يريان عربة فخمة مقبلة فى الطريق ، ولشد ما كان دهشتهما عند ما وجداها تقف أمام دارهما ، ونزل منها رسول من دافى يحمل رسالة إلى فرادى ، فتلقاها بيد السرور والغبطة ، وما كاد يعلم ما فيها من أن دافى العظيم يدعوه لمقابلته بالمعهد فى صبيحة اليوم التالى ، حتى استطير من الفرح ، وتركت الرسالة فى نفسه أثراً عظيما لا ينساه مدى الحياة ، وجاء بتعجل الزمان ، ويطلب لو أن النهار أقبل بين غمضة عين وانتباهتها ، فلم تغمض له عين فى ليلته ، وما كاد الفجر يمسح عن وجهه صبغة الظلام ويتلألأ نور الصباح الوضاح حتى هب من فراشه ، وأخذ يستعد للقاء ، وما وصل إلى المعهد فى الصباح الباكر حتى أذن له فى الدخول ، وأخبره دافى بأن معمل المعهد فى حاجة إلى مساعد أو محضر بأجر قدره خمسة وعشرون شلناً فى الأسبوع ، « فاذا كنت لا تزال راغباً فى تغيير مهنتك فها هى ذى الوظيفة التى سمحت بها الظروف » فقبلها فرادى عن طيب خاطر ، ولم تأنف نفسه من القيام بهذه الوظيفة التى ستطلب منه العناية بالأجهزة وتنظيفها وإعدادها للعمل كى يستعملها المحاضرون فى محاضراتهم .

انتقل فرادى من ميدان التجارة إلى ميدان العلم فتهيأت له الفرصة التى كثيراً ما كانت تتوق إليه نفسه ، ووجد فى المعهد معملا كامل الأجهزة وافر المواد ، فصار يجرى التجارب التى يريدها ، ويستمع إلى محاضرات أكبر علماء عصره . وكان دافى يشتغل فى اكتشاف مصباح الأمن ، الذى يستعمله العمال فى بطون المناجم للإضاءة ، ويأمنون به شر أهوال الحرائق والانهاب ، إذ أن المناجم فيها كثير من الغازات القابلة للإحتراق ، فلما كانوا يستعملون المصابيح العادية ، كانت هذه الغازات تلتهب وتلتهم من فيها من عمال وغيرهم بألسنتها ، وأعلنت الحكومة عن جائزة لمن يقى العمال شر هذه الأهوال ، ويخترع مصباحاً يأمنون به شر الحرائق ،

فاشتغل دافى باختراع هذا المصباح ، وقدم له فرادى اقتراحات مفيدة ، ساعدته على سرعة انجاز اختراعه وكسب الجائزة ، وقد لمس دافى فى فرادى مساعده قدرة واستعداداً ، وفى الحال أمر بزيادة مرتبه إلى ثلاثين شلناً فى الأسبوع .

مكافأة أخرى .

وكان دافى متزوجاً أرملة مثرية ، فرأى أن يروح عن نفسيهما من عناء البحث العلمى والمحاضرات العلمية ، وأن ينعم هو وزوجته برحلة جميلة فى ربوع أوربا ، وفى خريف سنة ١٧١٣ بدأت رحلتهما ، ورأى دافى أن الفرصة سانحة لمكافأة فراداى وتشجيعه ، فأخذه معهما ، وعينه سكرتيراً فنياً له ، وطافوا فى هذه الرحلة التى استغرقت نحو عامين ببلاد فرنسا وإيطاليا وسويسرا ، وفى هذه الرحلة تجلى حب دافى لفراداى ، إذ كانت زوجته تعامل فراداى معاملة السيدة لخادمها ، وكثيراً ما كانا يختصمان لدافى الذى كان يحكم لمصلحة فراداى ، وكان يبين لزوجته مقام فراداى فى العلم ، وضرورة معاملته معاملة حسنة مبنية على الاحترام اللائق بمقام العلم ، وقد طالت الرحلة ، وانقطع النشاحن بين المتشاحنين ، واستمرت الرحلة مدى سنتين ، قابلوا فيها أكبر علماء الطبيعة فى أوربا ، وكانت فرصة نادرة لفراداى تعرف فيها بهؤلاء العلماء ، واستفاد من أحاديثهم العلمية ولعمرى فان السفر والرحلة لهما فوائد وآثار كبيرة .

وقد تحققت فوائد السفر جميعها لفراداى ، فاكتسب علماً وأدبا ، وصادق كثيراً من علماء أوربا الذين أعجبوا به وأعجب بهم .

نبوغ فراداى فى العلم

عاد فراداى من رحلته الطويلة مع دافى سنة ١٧٢٥ وبدأ فى القاء المحاضرات خارج المعهد [١] ، وقد كان فراداى بجانب عقله الراجح ، طلق اللسان ، واضح البيان ، فذاع صيته وطار ذكره واشتهرت أبحاثه . وفى أكتوبر سنة ١٨٢١ وفق إلى أول كشف من كشوفه ، ويعتبر هذا الكشف أساس المحرك الكهربى ، الذى يحرك الآلات الصناعية فأغنت أصحابها عن الأيدى الكثيرة وأنتجت الكميات الكبيرة ، وقلبت طرق الصناعة رأساً على عقب . ومن طريف ما يحكى فى صدد هذا الكشف ، أنه كان لدافى صديق من علماء الطبيعة والكيمياء اسمه ولستون [٢] (١٧٧٦ - ١٨٢٨) ، وقد سمع هذا العالم بكشف أورستد من أن الابرة المغنطيسية تنحرف إذا مر تيار فى سلك يوازيها ، فأثار فيه هذا الكشف التساؤل : هل يمكن أن يجعل المغنطيس يدور حول السلك فانه إن أفلح فى ذلك يكون قد انتصر انتصاراً كبيراً إذ أن الإنحراف وقتى . أما الدوران فمستمر ، وكان ولاستون - برغم كونه كتوماً لا يبوح بأسراره ، - يثق بشرف دافى وأمانته ، ولذلك توجه إلى المعهد الملكى لمقابلته ، وأفضى اليه بما يجول بخاطره من تفكير ، وقد حاول إجراء تجربة تحقق له ذلك فى معهد المعمل ، لكنه فشل ، وكان فراداى بحكم وظيفته يشاهد ما يحاول إجراءه من التجارب ، ويستمع إلى مناقشات دافى وولاستون ، ولكنه لم ير كثيراً إذ أن التجربة لم تفلح ، وفى ٣ سبتمبر سنة ١٨٢١ حاول فراداى تجربة تحقق دوران المغنطيس حول السلك الذى يمر به التيار ، وأفلح فى ذلك ، ورأى المغنطيس يدور ، ففرح بذلك فرحاً شديداً ، وصار يرقص من شدة

---

(١) City Philosphical Society

(٢) William Hyde Wollaston

الفرح حول جهازه مردداً قوله : « ها هوذا المغنطيس يدور . ها هو ذا المغنطيس يدور » وكتب فراداى بحثة فى مجلة [١] علمية فى أكتوبر سنة ١٨٢١

ولما اطلع ولستون على مقال فراداى فى هذه المجلة ، أيقن أن فراداى لا بد أن يكون قد سرق فكرته ، وأعلن أن فراداى لا بد قد تحايل عليه وأن شرف هذه التجربة لا بد أن يعزى اليه ، ولكن فراداى أنكر ذلك وقال أن ولستون قد حاول الفكرة حقيقة ولكنه خاب ، ولا يمكن أن يعزى شرف تجربة إلى من خاب فيها ، واحتكموا إلى دافى فى ذلك الأمر فحكم لمصلحة فراداى ، فصار نجم فراداى يرتفع ويتألق فى سماء العلوم ، حتى تهيأ لأن يختار عضواً فى المعهد الذى بدأ فيه عاملا

عضوية المعهد الملكى .

وفى سنة ١٨٢٣ ، اقترح اسم فراداى لعضوية المعهد وكان دافى رئيساً له . وولاستون عضواً به ، وقد عارض هذان الاثنان اختياره ، ولما علم بذلك فراداى ذهب إلى ولستون ، وبين له ظروف تجربته عن دوران المغنطيس ، وتمكن من اقناعه وضرورة مساعدته فى اختياره لعضوية المعهد ، فاقتنع ولاستون بحق فراداى ووعده بالمساعدة ، أما دافى فأصر على معارضته فى انتخاب فراداى ، حتى إذا جاء يوم الاقتراع السرى نال فراداى جميع الأصوات إلا صوتاً واحداً .

واعتلى فراداى كرسى المعهد سنة ١٨٢٤ فى صف واحد مع أكبر علماء انجلترا ، وفى سنة ١٨٢٥ أصبح فراداى مديراً [٢] للمعهد ، فسبحان رافع الدرجات ، فهذا فراداى ترقى فى عدة أعوام من مساعد بسيط ، إلى عضو فمدير لأكبر معهد علمى فى لندن ، وهذا بفضل نبوغه وعبقريته .

وتوفى دافى سنة ١٨٢٩ ، وافاه التمدن المحتوم فى مدينة جنيف ، فاختلفت

---

(١) Qnarterly Journal of Scienc

(٢) Director

حكومة سويسرا بجنازته احتفالا عظيما ؛ بعد أن خلد اسمه بين أكبر علماء العالم، ولقد سئل مرة عن أهم مكتشفاته فقال « ان أهمها عندى هو اكتشافى لفرادى »

وقد كان فراداى يذكره دائما بكل احترام لشخصه واعجاب بمواهبه العلمية، ويذكر له فضل مساعدته له فى أول حياته العلمية

تنبع جديد للتيار الكهربى

ولعل أهم كشف من كشوف فراداى ، تلك الكشوف التى كان لها كل الأثر فى تطور الكهربية والصناعات ، هو كشفه لنبع جديد للتيار الكهربى ، فقد كان النبع الوحيد لهذا التيار إلى وقت فراداى هو العمود الكهربى والحاشدات، وهذه بجانب ارتفاع تكاليفها ، وصعوبة صنعها نسبياً ، نرى استعمالاتها محدودة ، ولعل الحقيقة المعروفة عن دافى انه احتاج إلى مائتى عمود حتى يضىء مصباحا صنعه من قضيبين من الكربون ، وهو المصباح المعروف باسم المصباح القوسى [1] أقول لعل هذه الحقيقة تبين مدى ارتفاع تكاليف استعمال هـــذه الأعمدة والحاشدات

ولكن فراداى بعقله الراجح وتفكيره السليم رأى أن التيار الكهربى فى سلك يحرف الابرة المغنطيسية كما فى تجربة أورستد الشهيرة ؛ فقال لنفسه « هل يمكن للمغنطيس أن ينتج تياراً كهربيا » منطق سليم ، وتفكير حكيم ، وهكذا كان فراداى يبدأ بالتفكير والتعليل، فاذا أوصله منطقه المتزن إلى صواب الفكرة لجأ الى التجربة ليحقق فكرته ، ولاعتقاده بصواب تعليله كان لا يقعد عند أول اخفاق ، بل كان يعاود التجربة، المرة بعد المرة؛ وكثيراً ما كان ينتهى بالنجاح الباهر؛ والمجد الفاخر

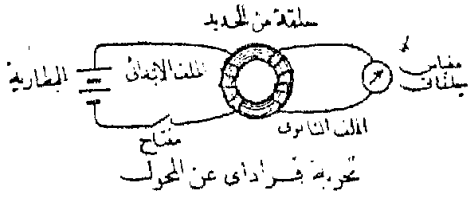
---

(١) Arc Lamp

بدأ تجاربه عن تكوين التيار الكهربى بالمغنطيس سنة ١٨٢٤ ، وصار يواصل تجاربه وينوعها حتى أمكنه أن يفلح فى ذلك يوم ١٧ أكتوبر سنة ١٨٣١ ، سبع سنوات فى جهاد متواصل للوصول إلى تحقيق فكرته ، حقاً أنه كان جباراً ، وهبه الله نظراً شديداً نفاذاً ، وذكاء متقداً أخاذاً ، وهذا هو سر عظمته ، كان يدخل المغنطيس وسط ملف متصل بجهاز يبين التيار يسمى مقياس جلفانى ، ولكنه لا يلحظ شيئاً ، فحاول مغنطيسيات أكبر ولكن بدون جدوى ، ولكن فى هذا اليوم التاريخى صار يدخل المغنطيس بسرعة ، ويخرجه بسرعة ، فكان يلاحظ حدوث تيار وقتى ، لا يحدث إلا لحظة إدخال المغنطيس أو إخراجه ، ولكن ما دام المغنطيس ساكناً فى مكانه فانه لا يحدث التيار ، وعلى أية حالة قد تحققت فكرته وحدث التيار من منبع جديد ، فبتحريك مغنطيس وسط ملف أو أسلاك يحدث التيار . فها هو ذا النبع الذى لا يغيض ، بل ها هو ذا النبع الذى يفيض على البيوت والمصانع ، والدور والمدارس والورش وغيرها ، فيمدها بالتيار الكهربى ، وذلك بواسطة المولد الكهربى الذى بنيت فكرته على ما وصل اليه فراداى ، وهى لا تخرج عن إدارة ملفات كبيرة متعددة وسط أقطاب مغنطيسية ضخمة ، فيتولد ذلك التيار الكهربى بين طرفى الملف ، ويوصل إلى مختلف الجهات ، ويستعمل فى مختلف الأغراض ، ويستمر فيض هذا التيار ما دامت تدار الملفات وأصبحت تدار الآن حتى من مساقط المياه .

فكرة المحول

وقد كشف فراداى عن فكرة المحول أيضاً فقد لجأ إلى منطقه أولا وقال



تجربة فراداى عن المحول

(شكل - ٢٨) (شكل - ٢٩ منظر المحول الحديث)

إذا كان الجسم المشحون بالكهربية بعد دلكه يؤثر فى جسم آخر ينتج شحنة كهربية جديدة فهلا يمكن لتيار فى سلك أن ينتج تياراً فى سلك قريب منه ، وفعلا تحققت فكرته سنة ١٨٣١ أيضاً ، إذا أخذ حلقة من الحديد ولف سلكا نحاسياً حول أحد جانبيها ، وأوصل طرفيه بعمود كهربى ، ولف من الجانب الآخر سلكا آخر يتصل طرفاه بمقياس جلفانى (شكل ٢٨) ، ولكنه لم يلاحظ أى أثر لمرور التيار فى السلك الثانوى المتصل بالمقياس ، ولم ييأس وعاود الكرة ، وفى النهاية لاحظ حدوث تيار وقتى عند بدء وصل الدائرة ، أو عند قطعها فقط ، أى أن التيار كان وقتياً وغير مستمر ، ومن هذه النتيجة التى حصل عليها عملت لمحولات (شكل ٢٩) التى تستعمل كثيراً فى أجهزة اللاسلكى الآن ، وفى غير ذلك من الشئون .

ابحاث أخرى

ولفراداى أبحاث أخرى هامة ، منها كشفه التيار التأثرى الذاتى[1] سنة ١٨٣٤ . وكان هناك علماء آخرون قد وصلوا إلى هذا الكشف ، ومنهم يوسف هنرى بأمريكا كما سيتضح لنا فيما بعد وكذلك نجح فراداى فى بيان أهمية الوسط فى حالة التكهرب بالتأثير[2] ، وقد كان بعض العلماء فى عهده يعتقدون أن قوة التنافر أو التجاذب بين الأجسام تحدث عن بعد بدون أى اعتبار لتأثير الوسط الذى بين الجسمين ، ورأى فراداى أن هذا الرأى غير سديد ولجأ إلى التجربة ، وحققت التجربة آراءه وبين أن المكثف الذى بين سطحيه كبريت سعته غير سعته عند ما يكون بين سطحيه شمع . وأوجد قيمة ما سماه « السعة التأثيرية النوعية[3] لكل مادة ، فقال أن قوة التجاذب فى حالة الكبريت أكبر بقدر ٢٫٢٦ مرة من قيمتها عندما يكون الوسط الهواء ، وأوجد قيمة السعة التأثيرية للزجاج وغيره من المواد وقد نشر فراداى أبحاثه سنة ١٨٣٧ . وفى هذا البحث أدخل فراداى اصطلاحاً جديداً اسمه خطوط القوة[4] وقرب الفهم إلى الأذهان بمثل هذا التصور الذى يقول أن قطب مغنطيسى شمالى يخرج منه خطوط القوة المغنطيسية ، وعددها يتناسب مع شدة القطب ، وإذا انتهت هذه الخطوط إلى طرف جسم مغنطيسى آخر كقطعة حديد انتجت قطباً مغنطيسياً جنوبياً ، وإذا خرجت من طرفه الاخر أحدثت بذلك قطباً مغنطيسياً شمالياً ، وكذلك الحال فى الكهربية ، فان الجسم المشحون بالكهربية الموجبة تخرج منه خطوط القوة الكهربية . وقد استعمل فرادى هذا الاصلاح

« ١ » Self induction
« ٢ » Electrification by Induction
« ٣ » Specific Inductive Capacity
« ٤ » Lines of Force

لأول مرة سنة ١٨٣١ وعم وذاع من بعده إلى الآن ، ولفراداى أبحاث فى الكيمياء وانحلال بعض السوائل بمرور الكهربية فيها ، وهو الذى أوجد الاصطلاحين « المصعد » « والمهبط » .

مفتاح اللاسلكى

وقد امتد تفكير فراداى الخصب إلى أنه لا بد أن تكون هناك علاقة بين الضوء والكهربية ، وقد أجرى تجارب تمكن بها من تحقيق أفكاره ، وكانت هذه الآراء وتلك التجارب أساساً طيباً وعوناً كبيراً للعالم الانجليزى مكسويل الذى تنبأ بموجات اللاسلكى أو بالموجات الكهربية المغنطيسية ووصل إلى النتيجة الهامة التى تقول أن سرعة انتشارها هى كسرعة انتشار موجات الضوء ، فهل هناك علاقة أمتن وأكبر من هذه العلاقة ؟ حقاً أن بصيرته كانت نافذة ، وبأبحاثه هذه قد وضع يده على مفتاح اللاسلكى وكان على غيره أن يفتح به باب ذلك الكشف الجديد

زوجه سر من اسرار نجاحه

كان فراداى رجلا مرحاً طروبا ، وفى الوقت نفسه كان ديناً ذا خلق كريم ، وكان يذهب دائماً إلى الكنيسة ، وفى إحدى رحلاته ، وفى سن التاسعة والعشرين وقع نظره على فتاة جميلة هى سارة برنارد [1] ، وقد عرفها ووجدها على جانب كبير من رقة الشمائل ورجاحة العقل ، تلمع عيناها بالذكاء ، فوقع حبها فى قلبه ، وملك عليه مشاعره وصمم على أن يفاتحها بالزواج كتابة فقال « إنك تعرفينى أكثر مما أعرف نفسى ، وتعرفين طباعى ... ولقد حاولت أن أفضى إليك بما يكنه قلبى من محبة — ولكننى فشلت فيه . . . » وفى ١٢ يناير سنة ١٨٣١ تم زواج فراداى بسارة ، وأقاما فى

---

(١) Sarah Barnard

غرفتين فى أعلا المعهد الملكى ، وقد عاشا سويا خمسين عاما ، شاركته حلو الحياة ومرها ، وكانت توليه حباً بحب ، وتبادله اخلاصاً باخلاص ، ولم تنطفىء جذوة حبهما مدى الحياة ، فكانت له الزوجة الوفية المخلصة ، التى تسايره فى آرائه ، وتشجعه على اتمام أبحاثه ، وكم تهيأت لفراداى الفرصة لاستغلال اكتشافاته والتكسب منها ، ولكنه كان يرفض ، ولم تخالفه سارة فى ذلك وقد قال عن نفسه فى ذلك مرة « لقد كنت أفضل البحث العلمى وراء الكشوف الجديدة وكنت أرغب عن استغلالها ، إذ أنى متأكد من أنها سوف تجد طريقها فى التطبيقات العلمية » . وهكذا كان فى أواخر حياته يعيش من معاشه فقط ، وفى ٢٠ يونيه سنة ١٨٦٢ ألقى آخر محاضرة من محاضراته ، وعاش بعدها خمس سنوات يغالب المرض ويغالبه ، ومات فى ٢٥ أغسطس سنة ١٨٦٧ وكانت سارة بجانبه ، ففقد العلم بذلك عالماً مجرباً عظيما لم تجد بمثله الطبيعة إلا فى الندرة ، وقد خلد العلماء اسمه وأطلقوه على وحدة السعة الكهربية ، فأصبحنا نقول إلى الآن سعة المكثف كذا « فراداى[1] » أو كذا « ميكروفراد » وهكذا تخلد أسماء العلماء .

---

(١) Farad

توافق الخواطر بين عالمين

فراداى الانجليزى وهنرى الامريكى

لمن الفخر والشرف

اللسابق فى التفكير ام للسابق فى التسجيل

صورة طبق الاصل

بينما كان فراداى يعمل ويجد ويبحث فى اسرار الكهربية فى انجلترا ، كان فى الناحية الأخرى من المحيط الاطلنطيق بأمريكا عالم آخر يعتبر صورة طبق الأصل لفراداى من حيث نشأته وعصاميته وتفكيره وابحاثه ، هذا هو العالم يوسف هنرى الذى ولد بعد ميلاد فراداى بثمان سنوات اى سنة ١٧٩٩ ، وتوفى بعد وفاة فراداى بتسع سنوات سنة ١٨٧٨ ؛

يوسف هنرى :

ولد يوسف هنرى فى البانى[1] بنيويورك ، وفى سن الخامسة عشرة التحق بحانوت ساعاتى للتمرن على اعمال هذا الفن الدقيق ، وقد كان يميل بطبعه إلى فن التمثيل ، ورغب فعلا فى الاشتغال به ، ولكن صدفة غريبة غيرت اتجاهه وبدلت مجرى حياته فلم تجعل منه ساعاتيا ولا ممثلا ، وهذه الصدفة هى انه اطلع على كتاب جديد عن

---

١ Albany

الفلسفة التجريبية [١] لمؤلف اسمه جريجورى [٢] ،وقداثار فيه هذا الكتاب حب البحث العلمى ، وفى هذا اكبر الشبه لحالة فراداى الذى هوى البحث العلمى من الكتب ايضاً . فترك هنرى صناعة الساعات . وأراد ان يزود نفسه من اصول العلم فالتحق بأكاديمية البانى . ليغترف من مناهل العلم العذبة . وليتزود من حقائقها المحببة إلى نفسه . وبعد ذلك بست سنوات . اى فى سنة ١٨٣٢ عين استاذا للفلسفة الطبيعية فى كلية برنستون [٣] ،وبقى فى هذه الكلية ما يقرب من اربعة عشر عاما، وفى سنة ١٨٤٦ عين سكرتيرا لمعهد علمى جديد فى وشنجتن اسمه معهد سميثسون [٤]

يعمل فى الاجازات

وقد هوى هنرى البحث العلمى فى اسرار الكهربية . ويعد هنرى اول من قام بابحاث هامة فى الكهربية بأمريكا بعد فرانكلين.وقدبدا ابحاثه سنة ١٨٢٧ ولكنه كان يقصر اشتغاله بهذه الأبحاث العلمية على اوقات اجازاته الصيفية.إذان اوقات فراغه كانت قليلة فى اثناء ايام العمل فى التدريس والسكرتيرية ، فكان يقوم بالتدريس فى كلية البانى سبع ساعات فى النهار ، وينتهى من عمله اليومى مضنى متعبا هذا بجانب ان المكان كان ضيقا وجميع الغرف كانت مشغولة ، فكان ينتظر شهر اغسطس من كل عام ليقوم بابحاثه وتجاربه ، ويتخذ من صالة الكلية الفسيحة معملا يجرى فيه ابحاثه حتى إذا جاء اول سبتمبر وبدات السنة الدراسية انتهى عمله.وابقى البحث إلى الاجازة التالية .

---

١ Experimental Philosophy
٢ Gregory
٣ Princeton College
٤ Smithsouian Institution

المغنطيس الكهربى

واول ما استرعى نظر هنرى من الأبحاث هو المغنطيس الكهربي .وقدكان امبيرودافى من قبله قد تمكنا من مغنطة إبرة من الصلب بوضعها داخل ملف وامرار التيار فيه.ومن بعدهم جاء وليم ستيرجن [1] (١٧٨٣ - ١٨٥٠)، وكان ابن صانع احذية حامل الذكر فى لانكشير ، وتعلم العلوم باجتهاده .وتمكن من بناء مغنطيس كهربى سنة ١٨٢٥ وصنعه من الحديد المطاوع بدلا من الصلب وثنى الحديد على شكل نعل الفرس وغطى الحديد بمادة عازلة ، ولف حوله عدة لفات متباعدة من سلك الحديد العادى ، وبذلك تمكن بمغنطيسه الكهربى ان يرفع تسعة ارطال بما يعادل عشرين ضعفا من وزنه.وإذا قطع التيار عن المغنطيس الكهربى.وقعت الاثقال التى كان يحملها، وإذا امر التيار ثانية عادت اليه قوته المغنطيسية وهكذا جاء الناس يعجبون بالمغنطيس الوقتى . ولكن هنرى ادخل تحسينات كثيرة . فعزل السلك الحديدى نفسه وغطاه بالحرير :ولم تعد هناك حاجة لتغطية حديد المغنطيس بأية مادة واستعمل كثيراً من اللفات حول ٤٠٠ لفة وعرضه فى مارس سنة ١٨٢٩ ، وصار المغنطيس بفضل هذه التحسينات يحمل اثقالا كثيرة حول ٥٠ مرة من وزنه ، وهذا نصر كبير إذ يستعمل هذا المغنطيس الكهربى الآن فى رفع كثير من الأثقال فى الصناعات هذا بجانب انه يستعمل كثيراً فى الأجراس الكهربية واجهزة اللاسلكى بالتحسينات التى ادخلها هنرى .

---

(١) William Sturgeon

توافق الخواطر

خطر لهنرى رأى جديد ، وهو يرى أثر الكهربية فى المغنطيس ، فقال « هل يمكن أن يولد التيار الكهربى بوساطة المغنطيس ؟ » وهذه الفكرة هى نفسها التى خطرت لفرادى فى انجلترا وهناك مايثبت أن هنرى بدأ تجاربه لبحث هذا الرأى قبل فراداى وذلك فى أغسطس سنة ١٨٣٠ ولكن فراداى بعد ما أتم بحثه فى هذا الموضوع قرأه أمام الجمعية الملكية بلندن فى ٢٤ نوفمبر سنة ١٨٣١ ، وصدفة اطلع هنرى على احدى المجلات العلمية على نبأ وصول فراداى إلى النتيجة التى كان يعمل لها ، ولم تكن المجلة قد فصلت تجارب فراداى ، ولذلك بادر هنرى فى اتمام بحثه ، فبكر فى العمل سنة ١٨٣٢ ، إذ بدأ فى يونيه بدلا من أغسطس ، وأتم بحثه ونشره فى يوليه سنة ١٨٣٢ ، أى بعد تسجيل فراداى بثمانية أشهر ، فكان هنرى سابقاً فى التفكير وفراداى سابقاً فى التسجيل ، وقد تعارف العلماء على أن الكشف أو الاختراع يجب أن ينسب إلى السابق فى التسجيل ، ومن هنا تنسب فكرة توليد التيار الكهربى بالتأثير إلى فراداى

وقفة برقة

وكأن الطبيعة قد أرادت أن تعوض هنرى الذى كانت آراؤه واتجاهاته صورة طبق الأصل لمثيلاتها عند فراداى — فقد خطر لهنرى تفكير جديد أثبتت الأيام أن فراداى فكر هو أيضاً فيه ، وبينما كان هنرى يختبر قدرة مغنطيسه الكهربى الذى صنعه على رفع الأثقال مع تغيير أطوال السلك شاهد ظاهرة غريبة لم يكن يتوقعها وهى أن السلك انقطع وأحدث شرارة كبيرة . وهنا قال لنفسه « لقد رفعت الطبيعة برقعها لحظة بسيطة » ، ودعاه هذا الى التفكير فى تعليل هذه الظاهرة ، وابتدأ

تفكيره وتجاربه لبحث هذا الموضوع سنة ١٨٣٠ ، واهتدى إلى معرفة السر سنة ١٨٣٢، ونشر أبحاثه عندئذ فى هذه المرة ، أما فراداى فقد اشتغل بهذا البحث سنة ١٨٣٤ ونشره سنة ١٨٣٥ تحت عنوان « التأثر [١] الذاتى الكهربى فى سلك طويل لولبى » ولذلك فان كشف التأثيرات الذاتية للتيار الكهربى أمريكى ويعزى إلى هنرى . وكما يقول المثل « دقة بدقة والبادى أظلم » .

اجتماع العالمين

ولقد بعث الشوق هنرى لملاقاة فراداى ، فسافر إلى انجلترا سنة ١٨٣٧ ، وعرف العالم الانجليزى ، وقد أكرم وفادته فراداى وهويتستون (ص ٥٢) وقضوا جميعاً أوقاتاً سعيدة فى مباحثة أسرار العلم واجراء تجاربه ، ويحكى أنهم ذهبوا مرة إلى كلية الملك بلندن وحاولوا أن يستخرجوا شرارة من جهاز اسمه عمود الحرارة [٢] باستعمال الكهربية فحاولها الانجليزى أولا فوجد صعوبة ، ثم تلاه هنرى وأفلح فى محاولته ، وهنا صاح فراداى ، وقفز كالأطفال فرحاً وقال هوراى لقد أفلح اليانكى [٣] .

---

(١) Self Induction

(٢) Thermopile

(٣) Yankee وهو اسم يطلقه الانجليز على الأمريكان إلى الآن

الكشف عن المولد والمحرك

بعد ما أعلن فراداى كشفه الرائع عن امكان توليد التيار الكهربى بواسطة المغنطيسية وذلك فى عام ١٨٣١ ، تسابق العلماء فى بناء المولد الكهربى [١] ، وبنى أول نوع منه سنة ١٨٣٢ ، إلا أن التيار الكهربى الناتج منه كان متقطعاً غير منتظم ، يشتد فى لحظات وينعدم فى أخرى ، والانعدام عيب كبير ، ولكن الجهاز بصورته هذه بداية حسنة ، فلا يمكن أن يولد أى جهاز تام الاتقان ، لا تشوبه شائبة أو نقص ، وفى عام ١٨٥٦ خطا العالم الألمانى سيمنز [٢] بمدينة برلين خطوات واسعة فى اصلاح المولد ، فصار الجهاز بفضل هذه التحسينات يعطى تياراً منتظما بفضل ما استعمله من نظام خاص فى لف السلك واستعمال عاكس ، ولكن العلماء وجدوا جهاز سيمنز يعطى تياراً ضعيفاً غير شديد ، وطموح الإنسان لا يقف عند حد ، فواصل العلماء جهادهم للوصول بهذا الجهاز إلى حد الكمال ، وجاء الدور فى هذه المرة على العالم الانجليزى هنرى ويلد [٣] بمدينة مانشستر ، ورأى أن ضعف التيار من الجهاز ناتج من ضعف المغنطيس المستعمل معه ، فبدلا من استعمال مغنطيس عادى من الصلب رأى أن يستعمل مغنطيساً كهربياً ، وهذا يصنع من الحديد ويلف حوله سلك يمر فيه تيار ، فكلما اشتد تيار المغنطيس الكهربى اشتد هذا المغنطيس ولذلك استعمل هنرى ويلد ثلاثة أجهزة من مولد سيمنز ، وأجرى تجاربه سنة ١٨٦٧ فى الجمعية الملكية بلندن ، وجعل الجهاز الأول والمغنطيس المعتاد يولد تياراً كهربياً يمر حول مغنطيس الجهاز الثانى ، فينتج من الثانى تيار أشد وأقوى يمر حول سلك المغنطيس

« ١ » Electric Dynamo

« ٢ » Wenter Siemens

« ٣ » Henry Wielde

فى الجهاز الثالث ، فيخرج التيار أخيراً شديداً قويا تمكن به من إضاءة مصباح كهربى بدرجة التوهج مما أثار إعجاب الجميع ، وتمكن به من صهر ساق من البلاتين كان طولها قدمين وقطرها ربع بوصة ، فتنبهت الأذهان إلى خطورة هذا الجهاز الجديد ، وصلاحيته للإستعمالات المختلفة فى شئون الحياة كالإضاءة والتدفئة ، وادارة الالات ، فأخذ العلماء يتسابقون ثانية فى إدخال التحسين تلو التحسين ، وكان من أسبقهم سيمنز نفسه ثانية ، الذى رأى أن يأخذ جزءاً من تيار الجهاز الواحد لتقوية المغنطيس الكهربى ، فيخرج التيار شديداً قوياً من جهاز واحد ، وتلاه العالم الفرنسى جرام [١] (١٨٢٦ - ١٩٠١) . الذى أدخل تحسينات أخرى فى طريقة اللف وكذلك أديسون [٢] الأمريكى وغيرهما كثيرون ومنذ ذلك العهد استعمل المولد فى الاضاءة الكهربية والتدفئة ، وغير ذلك من شئون الحياة ، وفكرة المحرك الكهربى هى نفسها فكرة المولد الكهربى ، أى أن الجهاز الواحد يمكن استعماله لتوليد التيار الكهربى وذلك بادارة مدرعه ، ويمكن استخدامه محركا وذلك بادخال تيار كهربى فى درعه فيدور ويدير الالات المختلفة ، وهذه الفكرة من ذيوعها الان لم تعرف عند اختراع المولد فى أول الأمر ، بل بقيت خافية حتى كشفت [٣] سنة ١٨٥٠ وعرضها جرام وفونتينى [٤] فى معرض أقيم بمدينة فينا سنة ١٨٧٣ وبعدئذ تقدمت صناعة المحركات ، وقد صنع جرام محركين فى باريس وعرضهما سنة ١٨٨٦ فى معرض فيلادلفيا بأمريكا ، وقد اشترت أحدهما جامعة بنسلفانيا [٥] ، واشترت الاخر جامعة

« ١ » Zénobe Theophile Gramme

« ٢ » Thomas Alva Edison

« ٣ » كشفها العالم جاكوبلى N. H. Jacobi

« ٤ » Fontaine

« ٥ » Penneylvania

بورودو[١] . ومن بعدهذا انتشرتسييرالقطرات الكهربية فى أمريكا ، وقد عرض نموذج منها سنة ١٨٧٩ فى المعرض الصناعى فى برلين .

الكشف عن المحولات والملف الذى يولد الشرارات

كانت أبحاث فراداى أساساً متيناً بنى عليه كثير من الاختراعات والأجهزة والآلات فمنها بنيت المولدات والمحركات ، وها هى ذى تنتج الجهاز المعروف بالمحول[٢] وفى الواقع أن الجهاز الذى استعمله فراداى وبناه من حلقة حديدية وسلكين منفصلين يعتبر أساس المحولات الحديثة ، وقد تبارى من بعده العلماء والصناع فى ادخال التحسين تلو التحسين ، ومن هؤلاء فيرانتى[٣] وفارلى[٤] وغيرهما كثيرون ، وقد استعملت المحولات فيما بعد فى محطات الاضاءة ، ومحطات الاذاعة وأجهزة اللاسلكى .

أما الملف التأثرى[٥] الذى يعرف الان باسم ملف رمكورف[٦] فهو نوع من المحولات أيضاً ، وقد ابتكره العالم الأمريكى باج[٧] (١٨٠٢ - ١٨٦٨) ولد فى سالم[٨] وتخرج فى كلية هافارد[٩] ، وسجل اختراعه فى مكتب التسجيلات

---

(١) Purdue
(٢) Transformer
(٣) S. P. Ferranti
(٤) C. F. Varley
(٥) Induction
(٦) Heinrich Daniel Ruhmkorff
(٧) C. G. Page
(٨) Salem
(٩) Havard

فى واشنجتن عام ١٨٤٠ ممتحن ، وكان أول أبحاثه فى ذلك الموضوع سنة ١٨٣٦، وأتم صنع جهاز جيد منه سنة ١٨١٨ ، وصار يدخل فيه التحسينات حتى تمكن سنة ١٨٥٠ من صنع جهاز يحدث شرارات فى الهواء طولها ٨ بوصات

رمكورف

كانت أبحاث باج فى أمريكا مجهولة فى أوربا حتى سنة ١٨٥١، وأخرج رمكورف جهازا جيداً سنة ١٨٥٨ نال عليه جائزة قدرها ٥٠٫٠٠٠ فرنك فى المعرض الفرنسى للاجهزة الكهربية ، وقد ولد رمكورف فى هانوفر[1] بالمانيا سنة ١٨٠٣، وما بلغ السادسة عشرة من عمره أى سنة ١٨١٩ حتى ذهب الى باريس، وقد شغف بالناحية العلمية . فاشتغل بصناعة الأجهزة الطبيعية فى باريس ، ونال تلك الجائزة الكبيرة سنة ١٨٥٨ ، وملف رمكورف هذا استعمل فى اللاسلكى كثيراً فى أول نشأته ويستعمل إلى الآن فى المستشفيات لتوليد الأشعة السينية[2] للعلاج بها، وهكذا كانت الابحاث النظرية لفراداى وهنرى أساساً لاختراعات عملية وآلات مختلفة ، قلبت طرق الصناعة رأساً على عقب وأصبحت الآلات الصناعية تدار بالكهربية بدلا من الأيدى الآدمية ، وتقدمت الصناعة حتى صار يلقب القرن التاسع عشر بعصر الاختراعات ،

---

١ Hanover
٢ X. Rays