الآلة الشمسية ومنافعها

من معجزات العلوم المرتقبة
في النصف الآتي من القرن الحالي

— ٣ —

للأستاذ فرغلي جنيدي

وعدت حضرات القراء في مقتطف نوفمبر الماضي ، بأني سأصف لهم المخترعات التي يتوقع العلماء ظهورها أو تحسينها في النصف الثاني من القرن الحالي وهأنذا موف بوعدي فيما يلي : —

عندما شرعت في إعداد هذا المقال ، رأيت بعض جرائدنا المحلية تنشر أخباراً سارة على مشروع تسخير الطاقة الشمسية واستعمالها بدلاً من وقود الفحم الحجري أو الزيت المعدني لادارة آلات ري الأراضي الزراعية والأراضي البور وغير ذلك فتوسمت خيراً من هذه البشرى . وتضرعت الى الله سبحانه وتعالى ان يحققها عاجلاً في مملكتنا المصرية ، تعالها وجنوبها . ولذلك توخيت جعل هذا المشروع ، فاتحة المخترعات التي ستستعمل في بلادنا إن شاء الله ، في العقد الأول وما يليه من النصف الثاني للقرن الحالي (وسأردفه بسائر المخترعات في الجزء القادم من المقتطف) فيجدر بي إذن أن اقتبس ما رويته جريدة المصري في هذا الموضوع الخطير الشأن ، تمهيداً لذكر ما قرأته عليه في المصادر الانكليزية . في شبابي منذ أربعين عاماً . وأعني به وصف الجهاز الشمسي الذي ركب في سنه ١٩١٣ في مزرعة شركة الدلتا بضاحية المعادي . وشاهدته بنفسي قائماً بعمله ، كما رآه المرحوم الأستاذ عرض واصف صاحب مجلة المحيط وومضه في اغسطس سنة ١٩١٣ .

هذا وقد حدثني في دار المقتطف يوم ٥ يناير الجاري حضرة صاحب السعادة العلامة

الدكتور فارس نمر باشا ، صاحب المتحف فقال : « إنه يذكر الآن جيداً أن المغفور له سمو الخديو عباس حلمي الثاني ، كان قد طلب الجهاز الشمسي الأول من أمريكا في أوائل سنة ١٩١٢ . وذلك بناء على مشورة كبير مهندسي الخاصة الخديوية في ذلك العصر . وهو دانيوس باشا والد حضرة المهندس « أدريان دانيوس » الذي قدم الاقتراح الحديث الخاص بالجهاز الشمسي ، الى الحكومة المصرية الحالية . وقد شاهد فارس باشا « أطال الله حياته » تلك الآلة الشمسية قائمة بعملها على شاطىء النيل في ضاحية المعادي في سنة ١٩١٣ وعلم توقفها عن عملها ، بغداحة تفقاتها أولاً ولنزول سمو الخديو عن عرشه في سنة ١٩١٤ ومغادرته لبلاده حينذاك ثانياً ، اه »

وسيتجلى من هذا البحث أن أولي الأمر قد فكروا في استعمال الآلة الشمسية في أوائل القرن الحالي ، وأن حضرة المهندس أدريان المصري ، ليس هو أول مقترح لهذا المشروع الحديث بل والده الذي أقنع سمو الخديو عباس حلمي الثاني بمنافعه كما يثبت التاريخ . وقد علمنا من حضرة صاحب العزة ابراهيم بك رزق ، أحد كبار موظفي وزارة الأشغال العمومية سابقاً ، أن ذلك الجهاز الشمسي استعمل في موضعه المشار اليها برهة من الزمن ثم كف عن العمل لخلل طرأ على مرجله .

واليك ما جاء في جريدة المصري بتاريخ ١٤ نوفمبر سنة ١٩٥٠ بالعنوان الآتي :

احتمال استخدام الطاقة الشمسية في مصر

مهندس مصري يخترع آلات تدار بالطاقة الشمسية

كانت وما زالت فكرة استخدام الطاقة الشمسية في إدارة الآلات والمحركات وتوليد القوى اللازمة لادارة أجهزة المصانع وغيرها ، محل بحث العلماء ، وأملاً يراود نفوس المخترعين ، للاستغناء بها عن الوقود بأنواعه . وقد شغل بهذه البحوث ، مهندس مصري يدعى « أدريان دانيوس » هو الآن في الثانية والستين من عمره . وقام بعدة تجارب في مصر والخارج حتى توصل — على حدّ قوله — الى إمكان استخدام الطاقة الشمسية في لادارة أنواع مختلفة من الأجهزة . وحين وصل « أدريان » المصري الى هذه النتائج ، بعث بكتاب الى معالي وزير الصحة العمومية — كان معالي عبد اللطيف محمود بك — حينئذ

يشرح فيه جهوده وبحوثه والغاية التي انتهى اليها . وما يوجد من تسخير الطاقة الشمسية في خدمة بلاده العزيزة .

وقد جاء في خطاب « أدريان » أنه قضى أربعين عاماً في الدراسة والبحث للاستفادة من الطاقة الشمسية . وقد وصل الى نتيجة علمية عملية ناجحة تحت إشراف لجان من علماء الجامعات ، باستخدام هذه الطاقة في ادارة آلات لرفع المياه وتسخينها ، وآلات لتحويل المياه المالحة الى مياه صالحة للشرب . كما انه يمكن عمل آلات لتوليد مختلف القوى المحركة بهذه الطاقة بسرعة وسهولة وتكاليف زهيدة . لأن الطاقة الشمسية التي تقع على كل فدان في السنة تعادل قوة ما ينتجه ١٢٠٠ طن فحم .

وقال « أدريان » وعلى هذا يتضح أن مصر لو استفادت من استعمال أقل ما يمكن من هذه القوة العظيمة ، لأصبحت في صفوف البلاد الصناعية الأولى ، ولأصبح أهلها في رغد من العيش يحسدون عليه .

وشرح أدريان في خطابه لمعالي وزير الصحة الوسائل التي اتبعها حتى وصل الى النتائج الناجحة والبرامج الدقيقة للاستفادة من الطاقة الشمسية . فكان دائم الاتصال بمجلس فؤاد الأول الأهلي للبحوث منذ شهر مايو سنة ١٩٤٩ . وسافر الى أوربا وأمريكا فيما بين يوليو سنة ١٩٤٩ وابريل سنة ١٩٥٠ . وفي مايو سنة ١٩٥٠ أرسل أدريان خطاباً الى مجلس فؤاد الأول للبحوث ، شرح فيه نتيجة رحلته للخارج وما تم صنعه وما زال تحت البحث والصناعة . وطلب فتح اعتماد بخمسة آلاف جنيه تحت مراقبة مندوب رسمي من علماء المجلس ، لاستكمال بحث هذا المشروع واستحضار الآلات التي توجد بالموانيء الأوربية تحت الشحن وتركيبها ، والعمل مثلها في مصر . وقد أجرى تجربة هذه الآلات في ميلانو أمام سعادة عثمان بك حلمي قنصل مصر هناك ، بنجاح . كما شهد بذلك البروفسور « دورينج » أحد العلماء بميلانو . وكتبا الى المجلس تقريراً يثبت نجاح التجارب التي أجريت على الآلات . وذكر أدريان أن الآلات التي تم صنعها وأصبحت معدة للشحن هي : —

(١) جهاز لتسخين المياه للمنازل والبيارات والمصانع (٢) آلة تتحرك بذاتها لرفع المياه بمقدار متر مكعب في اليوم لارتفاع ١٥ متراً رأسياً (٣) مجموعة آلة

قوة حصان بطلمبة لرفع ١٠ أمتار مكعبة من الماء في الساعة لارتفاع عشرة أمتار . وتزيد الكمية أو تنقص بالنسبة للارتفاع . (٤) مجموعة آلة قوة ثلاثة أحصنة بضخة لرفع كمية من الماء تتراوح بين ٣٩ و ١٥٠ متراً مكعباً في الساعة . (٥) مضخات حلزونية لستعمل لرفع المياه من الآبار والبحار من ٢٠ الى ٣٠٠ متر مكعب في الساعة.

وقد طلب ادريان من الوزارة صدور الأمر بشراء إحدى تلك الآلات لتجربتها تحت اشراف المصريين للتحقق من فائدتها . وقال إن لتنفيذ هذا المشروع أهمية كبيرة في سرعة رفع مستوى المعيشة في مصر لأنه باستعمال الطاقة الشمسية سيمكن : —

أولاً — ادارة جميع السواقي بدون المواشي التي يمكن استخدامها في انتاج الألبان وزيادة اللحوم .

ثانياً — توفير ما ينفق على الوقود كالفحم والبترول.

ثالثاً — إن صنع هذه الآلات في مصر يزيد الأيدي العاملة . ولا تزيد تكاليفها على الآلات العادية التي تدار بالبنزين .

هذا وقد علم مندوب المصري بوزارة الصحة أن معالي الوزير أمر بتحويل هذا الكتاب الى وزارة الأشغال لدراسته والتحقق من فائدته .

أما الذي قرأته في وصف الجهاز الشمسي الأول فهو مقال نشرته مجلة بوبيولار سينس سيفتنجس الانكليزية Popular science Sittings بتاريخ ١٦ مارس سنة ١٩٦٣ بالعنوان الآتي : —

(اذا ما نفد يوماً ما الفحم الحجري ، قام مقامه الجهاز الشمسي)

(ممثلاً في آلة بخارية عجيبة ذات مرايا ستقام في القطر المصري)

سيتاح قريباً استصلاح الأراضي البور الرملية التي صفتها حرارة الشمس في وادي النيل وفي البقاع المجدبة بأقليم تكساس . وغيرها في مناطق الصحراء بجمهورية شيلي ، وفي صحاري أفريقية . وقصارى القول ، استصلاح الأراضي القاحلة في سائر الأصقاع العالمية التي لم يستطع الزراع زرعها في القرون الغابرة . وذلك بوساطة الشمس نفسها التي كانت علة جدبها ، وما زالت مصدر اقفارها .

ولا غرو فقد أبحرت حديثاً باخرة من ثغر فيلادلفيا ، قاصدة الى مصر ، مقلة الجزء الأول من أول جهاز يدار بالطاقة الشمسية . وهو جهاز لم يسبق أن اخترع نظيره للانتفاع به هناك عملياً . وليست هذه تجربة حالم ، أيّاً كان ، بل ثمرة من صنع مهندس ، أسفر استعمالها عن النجاح عقب انقضاء شهور على تجربتها عملياً . وذلك في تاكوني Tacony ضاحية فيلادلفيا . ونقصد بهذا المهندس المستر فرانك شومان من أهالي تاكوني . ولم يرسل هذا الجهاز الى مصر مصادفة . بل أرسل إليها إجابة لطلب سبق أن قُدِّم من حكومتها بناءً على أمر صاحب السمو الخديو عباس الثاني « تغمده الله بواسع رحمته » . نتيجة قرار أصدره مجلس الوكلاء المفوضين الخبراء الذين قضوا أشهراً في معمل تاكوني بصفة كونهم محققين خصوصيين من قبل سمو الامير .

والغرض الأساسي من استخدام هذه الآلة التي تديرها الحرارة الشمسية ، هو توليد طاقة عملية بأقل ما يمكن من النفقات . ولسنا نشك في أن مذهب تسخير الطاقة الشمسية كان وما زال حلماً يراود أذهان المخترعين . بل كان مطمح أبطال التجارة منذ حقب مديدة . وقد بذلت بعض المجهودات في سبيل تحقيقه . فتكللت بنجاح يسير لم يصل الى منزلة النلاح الأكيد . فاخترعت لهذا الغرض مخترعات تكاد توصف بأنها لعب ثبتت استحالة الانتفاع بها تجاريّاً لفداحة نفقاتها . لذلك لم يدخر المستر شومان وسعاً في الانتفاع بالآلة التي تديرها الطاقة الشمسية انتفاعاً تجاريّاً .

وتحقيقاً لهذه الامنية أراد توليد طاقة شمسية كبيرة بنفقة صغيرة . سواء في التركيب أو في الادارة . مع ملاحظة اطالة صلاحيتها للعمل ، بحيث لا يطرأ عليها عامل من عوامل فسادها . أي جعل الآلة الشمسية التي تخترع لهذا القصد ، لا تتأثر تأثراً مفرطاً بالعناصر الجوية من ريح وغيره . ثم جعل أجزاء هذه الآلة مستقلة بعضها عن بعض . بحيث إذا كسر جزء منها سهل ترميمه ، فلا تتداعى سائر أجزائها . لذلك بذل المخترع جهده في اختراع جهاز يفي بهذه الأغراض عامة . ولا تزيد نفقته على ضعف ثمن المرجل البخاري المألوف الذي تكون قوته من الاحصنة البخارية مساوية لها في الجهاز الشمسي . والمعروف أن قوة الجهاز الشمسي الذي أرسل الى مصر ، عشرة آلاف حصان بخاري . وقد استوفى

الشروط كلها التي أشرنا إليها. وهو منخفض نحو الأرض اختفاءاً بجعله بمأى عن تقلبات الريح . كما ثبت هذا في خلال اختباره في تاكوني . وينتظر قيامه بالعمل ثماني ساعات يومياً في بلاد نهر النيل . وقد أسفرت تجربته في مصنعه، عن استطاعته سحب ثلاثة آلاف جالون ماء في الدقيقة ورفعها الى علو ٣٣ قدماً . ويرى المخبراء أن هذه القوة ستزيد في مصر ثلاث مرات أو أربع مرات . وثبت من التجارب الابتدائية التي جربها المستر شومان ، أن أشعة الشمس إذا نزلت مباشرة على إناء زجاجي، بلغت حرارته درجة ١٠٠٠ بمقياس فرنهيت . وذلك بشرط وقايته من اتصاله بأي شيء كان، ومنع تسرب الحرارة منه وتشعبها هباءً .

ومن الميسور نظرياً منع الخسارة التي تتعرض لها هذه الحرارة الشمسية ، بوساطة العزل . أي حصرها حصراً تاماً في مقرها . بيد أن هذا العزل يتعذر إتمامه عملياً لفداحة نفقاته .

وقد اتضح عند استعمال المواد الرخيصة العازلة للحرارة ، وهي المواد المعروفة جيداً ، أنه يتيسر منع خسارة الحرارة الشمسية منعاً كافياً لانتاج طاقة عملية بتكاليف لا تذكر .

وما كانت هذه الأبحاث تتم ، حتى شرع المستر شومان ، في القيام بتجاربه العملية فأنشأ ثلاثة مولدات للطاقة الشمسية . كان أولها صندوقاً خشبياً محضاً . مغطى بطبقتين من الزجاج يتخللهما فراغ طفيف لمرور الهواء . وكان في ذلك الصندوق مرجل صغير يحتوي على أثير سائل . وكان هذا المرجل معرضاً لحرارة الشمس ، فحولت الأثير بخاراً . وبهذه الوسيلة أمكن تحديد مقدار الحرارة التي يمكن امتصاصها . وتيسر بذلك المولد إدارة محرك صغير ، على سبيل التجربة .

وكان المولد الثاني مؤلفاً من أنبوب بخار قطره « بوصتان » وطوله ١٦ قدماً ، ووضعت في قعره مواد عازلة . ثم وضع في صندوق مغطى بطبقتين من الزجاج وفي ذلك الصندوق أيضاً تبخر الأثير فتيسر تحديد وحدات الحرارة التي تم امتصاصها حينئذ .

أما المولد الثالث فكان مؤلفاً من طبقة أنابيب للماء ، عزلت عزلاً جيداً لمنع ضياع الحرارة . وكانت مساحة هذه الوحدة ١٨ × ٦٠ قدماً . وكان المحرك آلة آثيرية . فاستطاع هذا الجهاز توليد قوة تعادل ثلاثة أحصنة بخارية ونصف حصان بخاري . ومن

هذه التجربة التي سردناها ، يتضح لنا أساس الآلة الشمسية الكاملة التي أشرنا إليها في صدر هذا البحث . كما يتبين لنا مصدر المعلومات التي اكتسبها الباحثون لادارة الجهاز الشمسي عملياً ، بالطاقة الشمسية .

وتبلغ قوة الجهاز الشمسي الذي أرسل الى مصر ، عشرة آلاف حصان بخاري ، كما أسلفنا القول ، وهو مؤلف من مصاصة كيميائية للحرارة ، ومحرك ذي بخار منخفض الضغط ومكثف (غلاية) وملحقاتها . وهو مقسم الى وحدات مستقلة بعضها عن بعض . والمصاصة الكيميائية للحرارة ، مقسمة الى سلسلة وحدات . وكل وحدة منها تحتوي على وعاء معدني للماء ، مسطح على شكل قرص من الشهد ، قائم الزوايا . وهو يشبه كثيراً برشامة دواء كبيرة الحجم ذات ثقوب متعددة . وتؤلف قاعدة وعاء الماء من صندوق خشبي ذي طبقتين زجاجيتين تخلقهما فرجة لمرور الهواء تقارها قيراط واحد « بوصة » وهما تتومان مقام الغطاء للصندوق . وتحت سطح هذا الصندوق توضع المراد العازلة التي تحول دون ضياع الحرارة الشمسية . وتؤلف هذه المراد العازلة من طبقة سُخانها قيراطان من الفلين المحبب حبوباً صغيرة ، ومن طبقتي ورق مقوى ، لا تنفذ منه المياه .

وترفع هاتيك الصناديق عن الأرض نحو ثلاثين قيراطاً . وتركز على دعائم . وهذا مما يسهل نقلها بحيث تصير عمودية على الشمس عند الظهيرة . ويلزم ألا يكرر هذا الوضع زيادة على مرة واحدة كل أسبوعين أو ثلاثة أسابيع . وضمانا لحصر كل ذرة من أشعة الشمس حصراً — حتى ما في الامكان — تركب طائفة من المرايا المسطحة لرعيمة الصنع وذلك على جانبي الصناديق لكي تعكس أشعة الشمس على سطح وعاء الماء . ويوصل أحد طرفي وعاء الماء بأنبوب التغذية . ويوصل طرفه الآخر بأنبوب البخار . وتوصل أنابيب البخار الممتدة من مختلف وحدات الجهاز ، بعضها ببعض . وتفرغ محتوياتها في الانبوب الأكبر الناتج طوله ٨ قراريط وهو الذي ينقل البخار الى المحرك .

أما سائر عناصر الجهاز الشمسي فاعتيادية التركيب . ومحركه من طراز حديث هو مضخة تبادل بخارية ذات ضغط منخفض ، وتتميز باقتصادها العظيم للبخار . وهي متصلة بمكثف . وتلحق بها الملحقات اللازمة لها التي تستعمل في أي جهاز مكثف . ويحتوي

المكثف على دائرة مستمرة مغلقة أي ان الماء الذي يكون في المكثف يسحب ثانية إلى المصاصة الكيمائية .

والجهاز الشمسي يورد الطاقة الى مضخة بخارية اعتيادية . وكلما أشرقت الشمس ، قامت هذه الطاقة بسحب المياه صعداً ثابتاً على ما يرام . وقد تبين من تجاربها كلها أنها ثابرت على عملها فسحبت في الدقيقة ثلاثة آلاف جالون من الماء الى ارتفاع ٣٣ قدماً .

وقد عثرنا على المعلومات الآتية في مجلة كاسلز البريطانية تحت عنوان المحركات الشمسية :

تحت تجارب لانشاء محركات شمسية تدور بحرارة أشعة الشمس التي تنزل عليها مباشرة ومنها محرك شمسي في جنوب كليفورنيا بالولايات المتحدة الامريكية ، مؤلف من ماكن للحرارة طوله ٣٣ قدماً مكون من ١٧٨٨ مرآة صغيرة ملصقة تنسيقاً محكماً من شأنه جمع أشعة الشمس الساطعة فوق مرجل « فزان » وتعادل كمية البخار الذي يتولد من تلك الاشعة في ساعة واحدة قوة ١٢ حصاناً بخارياً . وبركب الجهاز الشمسي بأسلوب يجعل الأداة الماكنة للأشعة الشمسية مواجهة للشمس كل الاتجاه على الدوام .

وفي ٣ نوفمبر سنة ١٩١٥ نشرت مجلة البحوث العلمية الانكليزية العامة مقالاً نفيساً جاء فيه — : قول الأستاذ Arrhenius أرهنيس[1] ، إن قاعدة الآلة الشمسية تشبهها في أية آلة أخرى تستعمل فيها الحرارة لتوليد الطاقة واطلاقها بخاراً ، بدلاً من الفحم الحجري أو الزيت المعدني أو غيرهما من المواد القابلة للاحتراق . إذ تجمع الآلة بالمرايا المثبتة فيها ، أشعة الشمس ، على المراجل المحتوية على المياه .

وكل ما يعرف الحرارة الشديدة التي يمكن الظفر بها عن طريق الزجاجة (الطرق) أي العدسة التي بها تجمع أشعة الشمس في مركز واحد . وما من شك إن أكثر الناس قد شاهدوا اشتعال الورق أو الخشب بالأشعة الشمسية القليلة التي تحشدها هذه العدسة في موضع واحد . وهذا هو العمل نفسه الذي تكاد تعمله الآلات الماكنة بالحرارة في الآلة الشمسية . وإنما يختلف في توجيه الحرارة الى المراجل عديلاً من أية مادة كانت من المواد المشار إليها . وتحتوي الآلة التي ركبت في صواحي القاهرة على خمسة مراجل طول كل منها مائتا قدم وخمس أقدام ، مقامة جميعها في نهاية قناة عرضها بين ضفتين طريقين من الآلات الماكنة للحرارة . وباستعمال مجموعتي المرايا تتسنى حشد الأشعة الشمسية على جانبي المرجل وتبلغ قوة الأشعة الشمسية « حيث لا تعوقها السحب » التي تنزل على

---

(١) هو — سفانت . أ . أرهنيس — عالم سويدي كيماوي ولد سنة ١٨٥٩ وتوفي سنة ١٩٢٧

الفدان الواحد الانكليزي ٥٠٠٠ حصان بخاري ».

وتتحرك المرايا حركة تكاد تشبه أختها التي يتمكن بها علماء الفلك من تتبع حركات الكواكب السيارة. وبهذه الوسيلة تحرك المرايا حركة دائمة أوتوماتيكية متابعة لحركة الشمس من شروقها الى غروبها. وعلى هذا النحو يتاح حشد أعظم مقدار من أشعة الشمس طول النهار. وبلغت المساحة التي كانت تشغلها هذه الآلة الشمسية بمصر ١٢٢٦٩ قدماً مربعة. وقد زادت الطاقة التي ولدتها على سابقتها عشر مرات.

وقال الدكتور جورارد، أستاذ علم الطبيعيات في جامعة كلارك الامريكية، وذلك ضمن مقال ضافٍ نشرته مجلة العلم العام الامريكية في أول نوفمبر سنة ١٩٢٩: —

«لبث الى الآن أن التجربة التي قام بها المستر شوم من لتسخير طاقة الشمس لادارة المحركات، كانت أعظم التجارب نجاحاً في ذلك الميدان، بوساطة الآلة الشمسية التي قوة مرجلها خمسون حصاناً بخارياً. وهي التي سبق أن جربت في ضاحية المعادي بالقاهرة. وبها أتيح الانتفاع بأكثر قليلاً من ٤ ٪ من الطاقة الشمسية التي سلطت عليها حينئذٍ. أما الجهاز الذي ركب في كاليفورنيا الذي أشرنا اليه آنفاً فأقل من هذه صلاحية.

وقال الأستاذ فرنس في مؤلفه المسمى « مائة العام المقبلة » الذي صدر في سنة ١٩٣٦: — إذا استطعنا تسخير أشعة الشمس على مائتي ميل مربعة بصحراء موهيف بكاليفورنيا طول العام، كان ذلك كافياً لسدّ حاجة بلادنا من الطاقة المحركة في الظروف الحالية. لان الطاقة الشمسية في الأيام الصيفية الصاحية التي تنزل على جزء من كل سقف أمريكي تبلغ مساحته عشر أقدام مربعة، تعادل قوة حصان بخاري « عندما تكون الشمس مضيئة »، وهذه الطاقة تزيد على ما تكفي لادارة الأجهزة الكهربية جميعها التي توجد في أي بيت عادي، ادارة دائمة. ولئن تمكنت من احرار تلك الحرارة الزائدة على الحاجة في فصل الصيف التي تنزل على سقف مسكني وأتيح لي ادخارها حينئذٍ لأصبحت أملك طاقة تفوق ما احتاج اليه لتوفير وسائل الراحة فيه طول فصل الشتاء، حتى لو طاب لي ترك نوافذ المسكن مفتوحة بعض الوقت. وعندئذٍ يصير في وسعي عدم الاكتراث لساعة الفحم الحجري أو الفاز أو الزيت المعدني. فلن أتردد في مخاطبة الشركة التي تمدني بالطاقة الكهربية كي تطوي سلكها النحاسي الأحمر وتلقيه على كوم القمامة مع عدادات التيار الكهربي التي يبطل استعمالها على أن تكون هذه الأدوات المستغنى عنها مشفوعة بسجلات الحسابات الدالة على جشع هاتيك الشركات في معاملة عملائها. ولكن يؤسفني أني عاجز عن تنفيذ هذا العمل كما عجز العلماء المصريون جميعاً.