بقلم انطوان باز
المهندس من المكتب الافرنسي في بيروت،
ومن مدرسة الكهرباء العليا في باريس

٢

لقد بحثنا في العدد السابق من هذه المجلة عن المروحة الهولندية، واستخدامها لرفع المياه، وتوليد القوة الكهربائية. ثمَّ بيَّنا منافع الخزّان، مائياً كان او كهربائياً، لتنظيم القوة، رغم تقلّب الهواء.

والخزّان الكهربائي (accumulateur) وعاءٌ من زجاج او غيره، ضمنه صفائح معدنية غارقةٌ في سيّالٍ حمضي او قلوي. وفي الصفائح قطبان، ايجابي وسلبي، اذا وُصلا بقطبي المولّدة عند سيرها دخلت الكهرباء في الخزّان وبقيت فيه ريثما تستعمل عند الحاجة ... فاستخدام الهواء للنور او القوة يكون اذاً على الوجه الآتي:

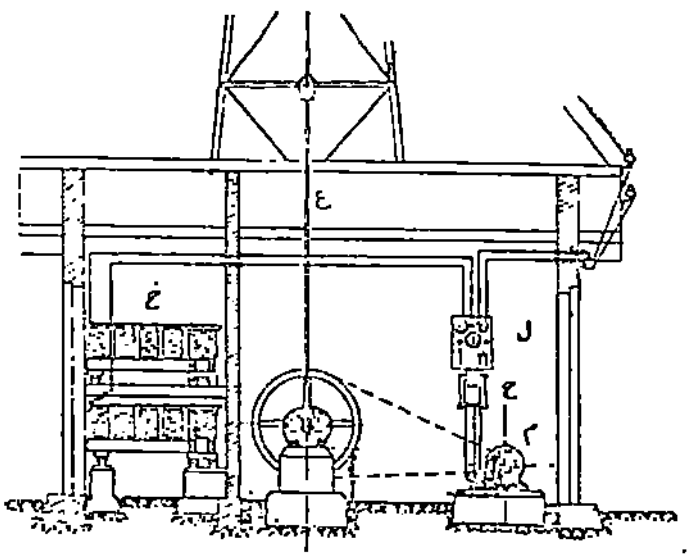
عندما تسير المروحة بقوة الهواء، تدير مولدة كهربائية في اسفل العمود او في اعلاه. وهذه المولدة تُرسلُ تيّارها في الخزّان فيمتلئ. وبين المولدة والخزّان مفتاح قطع وصلة (disjoncteur conjoncteur) يقطع المجرى من تلقاء ذاته، كلما خفت سرعة المروحة، او امتلأ الخزّان، ويعيده اذا ما فرغ قسمٌ من الخزّان، او زادت دورةُ المولدة فغلب توتّرها على توتر الخزّان. والتوتّر للآلة الكهربائية كالضغط للمياه. فكما تسير المياه، بقوة الضغط،

(*) ان الرسوم الاولى الثلاثة عن المراوح الهولندية هي بقيّة ما ارسلته الينا إدارة شركة مراوح سيكلون الفرنسوية «Société des aéromoteurs Cyclone»، فنشكرها

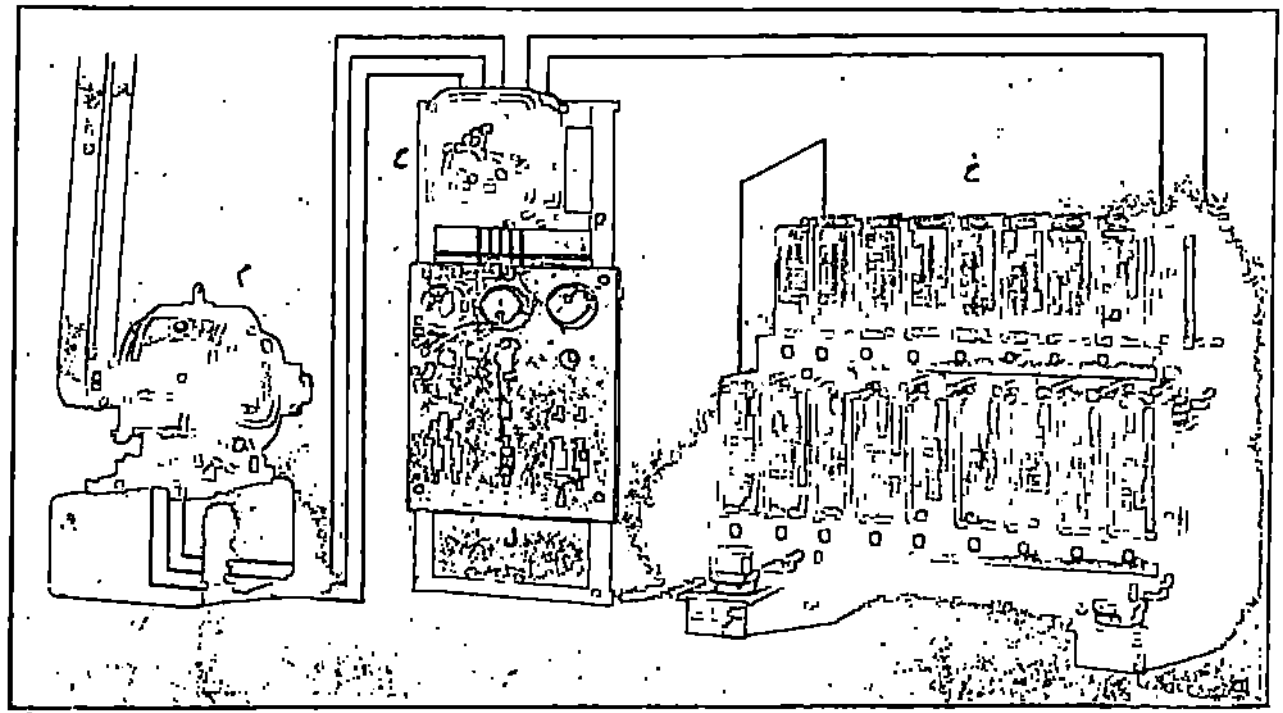
من اعلى الى اسفل ، تسير الكهربا من التوتر العالي الى الاخف . فتوتر الخزّان يرتفع كلّما امتلأ هذا ، وتوتر المولدة يزيد بسرعة دورتها اي بسرعة الهواء ، والعكس بالعكس . فعلى المفتاح ان يقطع صلة المولدة بالخزّان كلّما غلب توتر هذا على تلك ، لئلّا تعود الكهربا من الخزّان الى المولدة فتذهب ضياعاً .

وكهربائية الخزّان تُستعمل اية ساعة كانت ، للنور او للقوة ، ويُجد الهواء ام لا — الّا اذا سكن هذا اياماً متواصلة ففرغت الخزّانات تماماً — والتوتر المصطلح عليه غالباً هو توتر ٦٠ او ٦٤ ڤولتاً عوضاً عن المائة والعشرة ڤولت للمجرى العادي . والمقصود من ذلك انقاص عدد الخزّانات : فان توتر الخزّان الواحد معدّله ٢ ڤولت . فاذا عُمل المجرى لمائة وعشرة ڤولت لزم ٥٥ خزّاناً موصولة كهربائياً بعضها ببعض كما في الرسم ١ ؛ اما اذا استعملنا توتر ٦٠ ڤولت فنكتفي بثلاثين خزّاناً .

اما مجموع الآلات هذه فيُجعل غالباً ضمن غرفة صغيرة في اسفل العمود . ويُرى في الرسم ١ مجموع كهذا مؤلّف من مولّدة كهربائية تديرها المروحة الهوائية ، ومفتاح قطع وصلة بين المولدة والخزّانات ، ولوحة لقياس التوتر

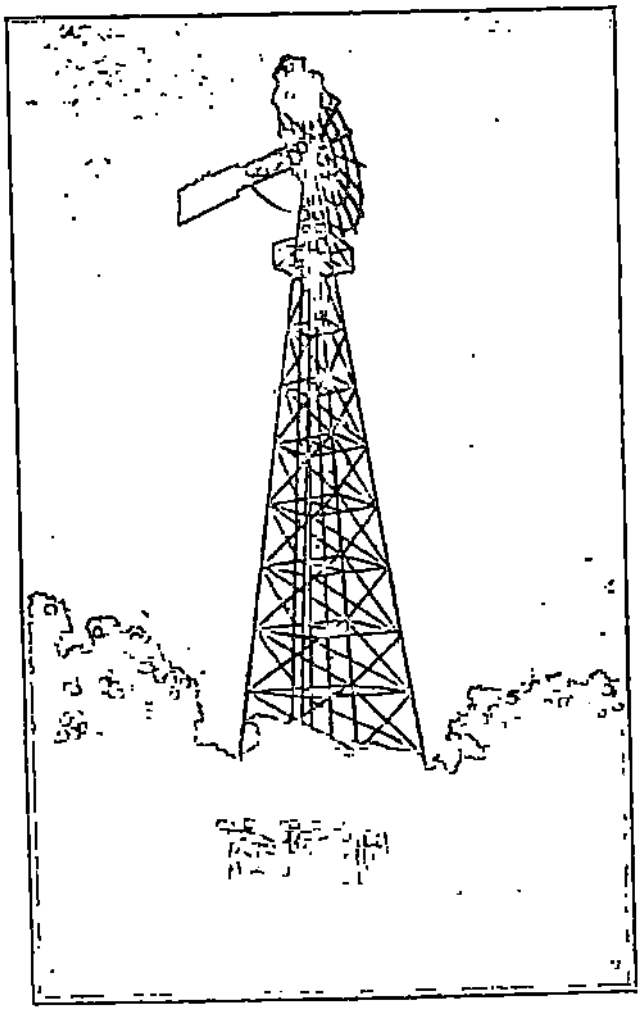


الرسم ٢ : شكل هندسي لمجموع هوائي كهربائي



الرسم ١ : منظر لمجموع هوائي كهربائي

م : المولدة الكهربائية يديرها محور المروحة
ل : لوحة لقياس التوتر والمجرى
ح : مفتاح قطع وصلة بين المولدة والمزانات
خ : المزانات الكهربائية تملأها المولدة وتستخدم كهربائيتها للنور والقوة



الرسم ٣ : منظر مروحة هوائية من مراوح شركة « سيكلون »

والمجرى ، وعددٌ من الخزّانات . وفي الغالب تُقسم الفرقة الى شطرين تُجعل الخزّانات في واحدٍ منها ، والمولدة والمفتاح في الشطر الآخر . كل ذلك حتى لا تُؤثر الغازات الحمضيّة التي تتصاعد من الخزّان في المولدة فتهريها . وهذا التنسيق يُرى في الشكل الهندسي عدد ٢ ، اذ تظهر الخزّانات (خ) مصفوفة لجهة الشمال ، مفصولة عن باقي الآلات ، وفي الوسط محور المروحة يُدير دولاباً وبواسطته المولدة(م) . ومن على اليمين الاسلاك الكهربائية طالعةً في الجوّ نحو مركز الاستخدام . وقد وضعت شركة المراوح الهوائية « سيكارون » التي تكرمت علينا بارسال الرسوم المنشورة في هذا العدد ، مجامع هوائية كهربائية تختلف قوّتها بين عشري الحصان والعشرة الاحصنة ، اي ما يكفي لانارة ١٢ الى ٣٠٠ قنديل ، قوّة كل قنديل ٢٥ شمعة . وها نحن ننشر بعضها في الجدول الآتي مع تبيان قوتها ، وعدد الخزّانات اللازمة لها ، وعدد القناديل التي تسمح بانارتها دفعةً واحدة

القوة: وات	القوة احصنة	توتر المولدة فولت	عدد الخزّانات	عدد القناديل ٢٥ شمعة
٣٠٠	٠ ر ٤٠	١٢	٦	١٢
٥٠٠	٠ ر ٦٨	٢٤	١٢	٢٠
٨٥٠	١ ر ١٥	٦٤	٣٢	٣٦
١٤٥٠	٢ ر ٠٠	٦٤	٣٢	٥٨
٢١٠٠	٢ ر ٨٥	١١٠	٥٥	٨٤
٣٩٠٠	٥ ر ٣٠	١١٠	٥٥	١٥٦
٤٥٠٠	٦ ر ١٥	١١٠	٥٥	١٨٠

اسعار المراوح الهولندية

لا ريب في ان المحرك الهوائي هو اغلى ثمناً باضعاف من المحرّك الناري او المحرك الكهربائي لما يستلزم من الدقة في التركيب والترقيع . غير ان فرق الثمن كثيراً ما يُستهلك خلال سنةٍ او سنتين ، اذا اعتبرنا ان المحرك الهوائي لا يصرف

وقوداً ، والمحركين الباقيين يذهبان سنوياً بكمية واهية من الزيت او السيّال الكهربائي . وتنبيهاً للافكار ، فلنفرض مضخةً تسحب كلَّ يوم عشرة آلاف لتر من الماء لعلوّ خمسة وعشرين متراً ، اي الفي ليتر في الساعة ، مدة خمس ساعات . ولنقابلْ نفقات المحرّك الذي يدير هذه المضخة سواء كان نارياً او كهربائياً ، بنفقات مروحة هوائية ، فيتضح لنا تفوّق المروحة من الوجهة الاقتصادية . وقد اعتدنا في مقابلتنا هذه على ان سعر الكهرباء خمسة عشر غرشاً سورياً للكيلووات في الساعة ، وسعر البنزين اثنا عشر غرشاً الليتر الواحد ، كما هو في بلادنا الآن ، فكان البيان الآتي :

نوع النفقات	نفقات المحرك الكهربائي		نفقات المحرك على البنزين		نفقات المروحة	
	غروش سورية		غروش سورية		غروش سورية	
	في اليوم	في السنة	في اليوم	في السنة	في اليوم	في السنة
الوقود الكهربائي	٣٠	١٠٨٠٠	٣٠	١٠٨٠٠	٠٠	٠٠٠
شحم		١٢٠	١٠	٣٦٠٠		٣٠٠
اجرة عامل		٣٠٠٠		٥٠٠٠		٠٠٠
تنظيف الآلة		٢٨٠		٦٠٠		١٠٠٠
المجموع في السنة		١٤٢٠٠		٢٠٠٠٠		١٣٠٠

فيكون الاقتصاد السنوي ١٨٧ ليرة سورية ، اذا قابلنا المروحة بالمحرك الناري ؛ و ١٢٩ ، اذا قابلناها بالمحرك على الكهرباء ، وهذا كافٍ لاستيفاء ثمن المروحة بزمن وجيز .

اما ثمن تلك المراوح فتابعٌ لقوّتها وقُطرها . وقد كنّا درسنا مشروعاً ، في هذا الصدد ، لانارة دير الارمن الكاثوليك في بزمّار (لبنان) ، يحتوي على مروحة قطرها خمسة امتار ونيّف مرتكزة على عمود فولاذي علوّه عشرة امتار ، ومولّدة كهربائية قوتها ١٢٠٠ شمعة تقريباً تديرها المروحة ، وعدد من الخزانات ، ولوحة من الرخام عليها المفاتيح والآلات الكهربائية كما في الرسمين ١ و ٢ فعدلنا النفقات كما يلي :

المروحة وتوابعها مع العمود	١٦٠٠٠ فرنك
المولدة الكهربائية	٢٤٠٠
اللوحة وآلاتها	١١٢٥
الخزانات	٨٥٠٠
المجموع	٢٨٠٢٥

اي الفاً واربعمائة ليرة سورية ما خلا نفقات الشحن والتركيب . والمروحة هذه المصنوعة لقوة حصان واحد ونصف الحصان تعطي قوة ثلاثة او اربعة احصنة اذا اشتدَّ الهواء . ولنا الامل بان هذا المشروع يتم عاجلاً او آجلاً ، فيكون الاول من جنسهِ في هذه البلاد

الدوّارة الهوائية[1]

تكلمنا فيما سبق عن المروحة الهولندية واستخدامها لتوليد القوة . انا هذه المروحة ، وان شاع استخدامها لسهولتها ، لا تعطي سوى قوة صغيرة لا تزيد على العشرين حصاناً بهواء معتدل ، سرعته ثمانية امتار في الثانية ، وبقطر طوله اثنا عشر متراً . امَّا اذا قصد زيادة القوة فيلزم توسيع القطر الى ما فوق ذلك مما يزيد في ضخامة المروحة وينقص من متانتها . ثم ان انتاج المراوح الهولندية ضعيف ، والانتاج كما بيَّناه في مقالات سابقة هو نسبة القوة المستخرجة الى القوة الممكن استخراجها .

لذا فكَّر المهندسون الهوائيون ، واخصهم المهندس الفرنساوي قسطنطين (Constantin) ، في درس محرك هوائي ، حسن الانتاج ، عظيم القوة ، رخيص الثمن . فاستبدل المروحة بالدوارة او الفراشة (hélice) كالتي تستعمل في الطيران او البحرية ، وهي كناية عن خشبتين مفتولتين ، اذا اعترضهما الهواء دارتا ، انا بانتاج افضل وقوة اعظم .

---

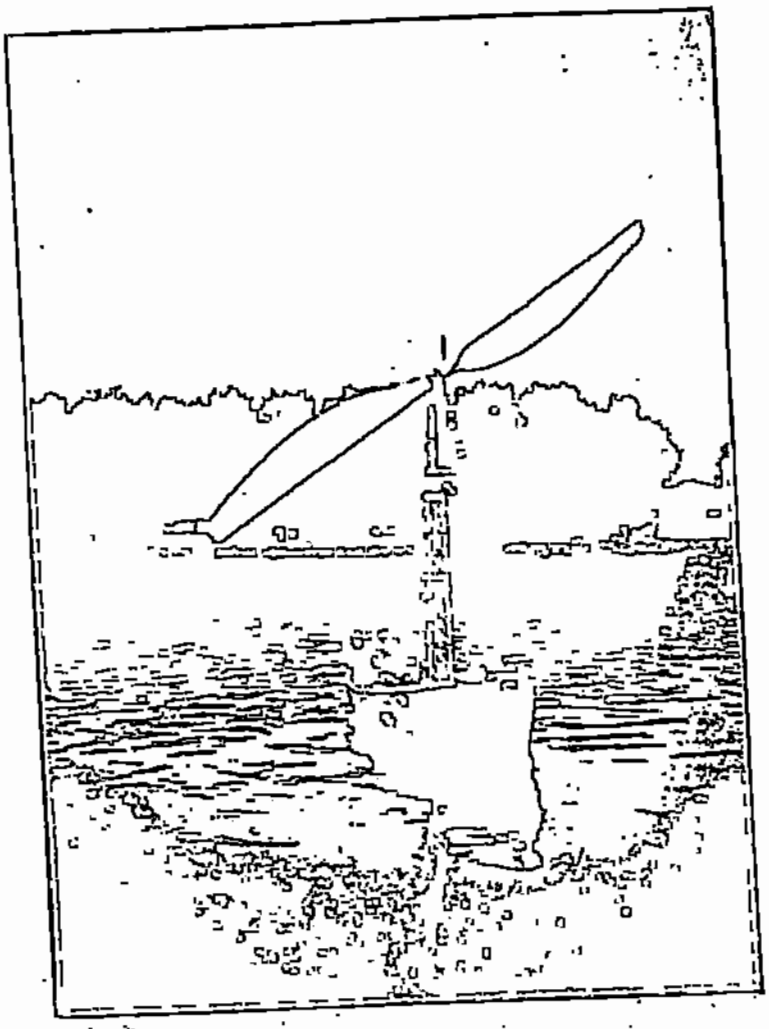
١) اخذنا بعض التعليقات عن هذه الدوارة من حضرة الاب فرنه (Vernet) نسيب المخترع ، فنشديه شكرنا

وكانت الحرب فحالت دون ابراز فكرة العالم الى حيّز الوجود . غير انه ما وضعت هذه الحرب اوزارها حتى رجع الى درس ما بدأ بهِ ، باحثاً منقباً ، فوضع امثلةً صغيرة لدوّارته ، وامتحنها في مختبر برج ايفل للأعمال الحيلية والهوائية ، فاستبشر بالنجاح . اما قوة الدوّارة هذه فتزيد كمثلث سرعة الهواء ، ومربع قُطرها حسب قاعدة معروفة . اي ان السرعة اذا ارتفعت من الواحد الى الاثنين زادت القوة ثمانية اضعاف ، لقُطر واحد . واذا ارتفع القُطر من الواحد الى الاثنين زادت القوة اربعة اضعاف لسرعة واحدة . . . واستنادًا الى ذلك عدّل السيد قسطنطين انه لو نُصب مثل هذه الدوّارة على قمة جبل «القنتو» (Ventoux) في جنوبي فرنسة ، لأعطت مئات من الاحصنة ، حسب سرعة الهواء وقطر الدوّارة .

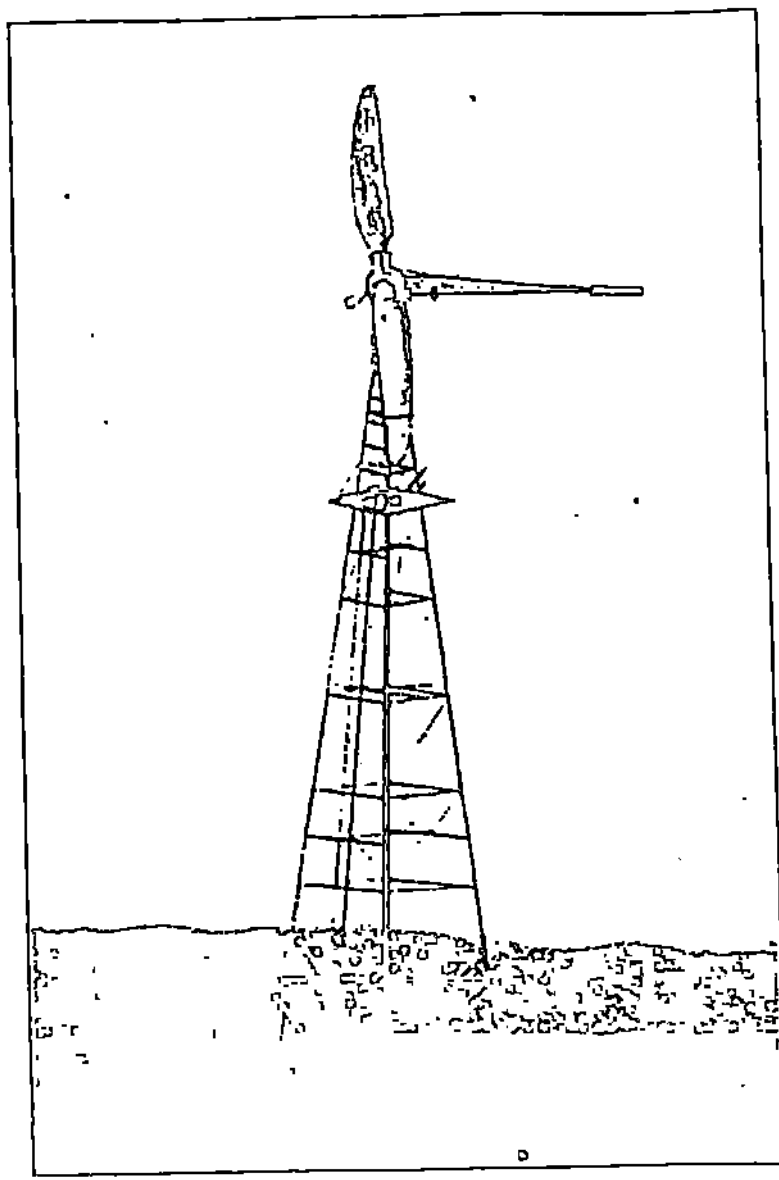
سرعة الهواء امتار في الثانية	قوة الدوّارة قطر ٣٠ مترًا	قوة الدوّارة قطر ٤٠ مترًا
٦	٤٣ حصانًا	٧٦ حصانًا
١٠	٢٠٠ «	٢٥٦ «
١٤	٥٤٦ «	٩٧٢ «
٢١	١٨٤٠ «	٣٢٧٥ «

اما قطر ثلاثين واربعين مترًا فليس بالشيء الصعب نظرًا لتقدّم فن الحيل وبساطة هيئة الدوّارة ، حتى ان البعض عوّلوا على قطر خمسين مترًا . فتكون القوة ، اذ ذاك ، بهواء سرعته ٢١ مترًا ، خمسة آلاف حصان للدوّارة الواحدة وهو عددٌ لا يُستهان به . وكم من مثل هذه الدوّارة يمكن رفعها فوق الجبل المذكور ، المشهور بكثرة هوائه وشدته ! كيف لا وقد عدّلت المراصد الجوية ان الهواء فيه يهبّ مدة ١٠٦ ايام في السنة بسرعة عشرة امتار في الثانية ، و ٦٣ يومًا بسرعة اربعة عشر مترًا ، وخمسين يومًا بسرعة واحد وعشرين مترًا

ولم يكتفِ المهندس المذكور بهذه الارقام بل حقّق دوّارتين صغيرتين : الاولى قطرها ثمانية امتار ، جُعلت في بلدة روان على عمود طوله ١٨ مترًا ،



الرسم ٥ : دوّارة صُنعت خصيصاً لتسيير هذا المركب



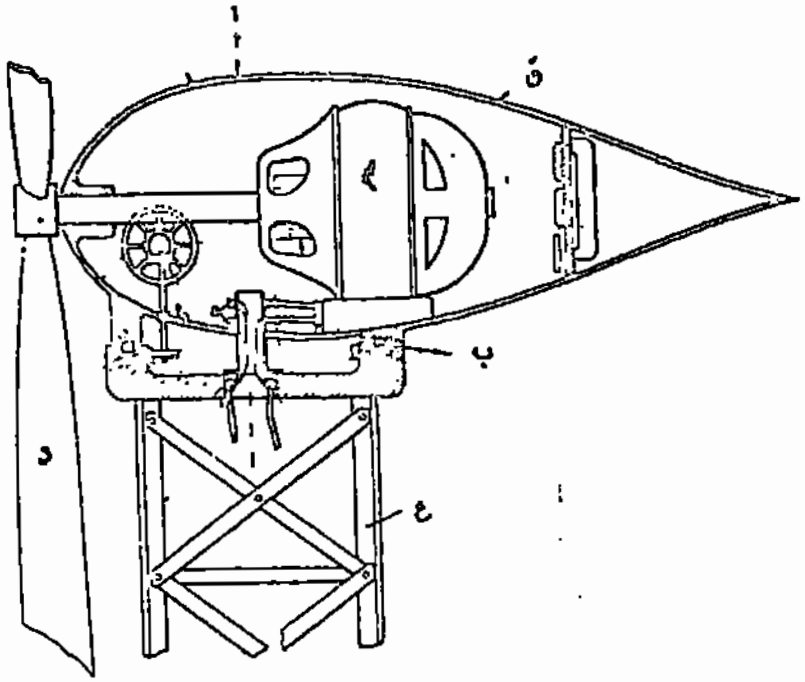
الرسم ٩ : دوّارة في بلدة روان ، ترفع المياه من بئر عميقة

لرفع مياه بئر عميق للري (انظر الرسم ٤) والثانية عُملت خصيصاً لتسيير مركب صغير ، على النسق الآتي : تدور الدوّارة بواسطة الهواء فتحرّك فراشة في الماء تدفع المركب الى الامام ، كما في السفن البخارية ، والدوارة تدور فوق العمود لأي اتجاه كان ، بواسطة دفّة يديرها النوتي (الرسم ٥).

وقد تُتمم هذا المركب الجميل بمساعدة فنيَّين «دالوز وجسّال» ، واختُبر في نهر السان ، في الخامس عشر من ايلول سنة ١٩٢٤ ، امام جمهور غفير . وكان السيد بريتون ، مدير مكتب الاكتشافات في باريس ، قابى الّا ان يتزل فيه فيمسك بالدفة يُدير المركب كيفما شاء . وقد أعجب بمرونة حركته وسرعة سيره التي بلغت ثماني كيلومترات في الساعة بهواء معتدل ... واطنبت الجرائد والمجلّات الفرنساوية وتتنذ بوصف ذلك الاختراع ، محطّ اعجاب الجميع والباريسيين خصوصاً ، واثنت على همة المهندس النشيط الذي ما زال تابعاً فكرته الى ان ابرزها الى حيّز التحقيق . ومن المدهش هو ان ذلك المركب يسير بالهواء ضدّ الهواء ، خلافاً للمراكب الشراعية التي لا تسير الّا مع الهواء . وفي ذلك مثال لما يبلغ اليه الفن من اخضاع عوامل الطبيعة لخدمة الانسان . ولا حاجة الى القول انه سوف يكون لهذا الاختراع مستقبل في المواصلات التجارية خصوصاً بين الشواطئ البحرية والمدن المتشتة على ضفاف الانهر حيث لا تدخل السفن الضخمة .

* * *

هذا شوط اول من استخدام الدوّارة الهوائية . وما يمنعنا من استخدامها لتوليد القوة الكهربائية ، فالقوة الحيَلية على مختلف انواعها ؟ وقد رسم السيد قسطنطين شكلاً هندسيًا لهذا التحقيق (الرسم ٦) جعل فيه المولدة الكهربائية وتوابعها ضمن قشرة معدنية تُجعل في رأس العمود فوق بكرات تدور عليها ، والقشرة جعلت بشكل بيضوي مستطيل كي لا تكون حاجزاً للهواء . اما الاسلاك الكهربائية فتنزل من المولدة الى محل الاستخدام . . . ولابدّ لنا هنا من ايضاح وهو ان القوة الكهربائية ، كما رأينا ، تُجمع في خزان الى حين الاستعمال . والخزّان الكهربائي ذو محاسن جمّة ، انّما اذا ارتفعت القوة المنوي



الرسم ٦ : شكل هندي لمجموع هوائي كهربائي

د : الدوارة الهوائية ع : العمود

م : المولدة الكهربائية ب : البكرات

ق : القشرة او الغلاف

خزنها صَعْب عمله وغالٍ ثمنه . واني لا ارى وسيلة البتة لخزن الخمسة آلاف حصان التي نوَّهنا بها ، بواسطة هذا الخزان . بيد ان لنا طريقتين أُخريين : الاولى استخدام قوة الهواء لرفع مياه غزيرة الى بركة عظيمة تُخزن فيها ، ثم تستعمل لادارة دوّامات مائية ، كما شرحنا ذلك في العدد السابع من السنة الماضية لهذه المجلة . انما تلك الطريقة لا تصح إلّا اذا وجد بالقرب من المركز الهوائي نهر او بحيرة ، وعلى كلّ فهي ذات نفقات واهية . اما الطريقة الثانية ، وهي الاقرب منالًا ، فأن تُستعمل القوة الكهربائية التي يولدها الهواء لتسخين كمية من الماء وتبخيرها كما هو جارٍ في القطارات والسفن والمعامل البخارية حيث يُستعاض عن الكهرباء بالفحم الحجري ، ثم تستخدم قوة البخار هذه لتحريك

محركات بخارية تعودُ اليك بشيء من القوة . اقول بشيء من القوة لأن انتاج الماكنات البخارية خفيف جداً ، لا يبلغ العشرين بالمائة ، بينا ان انتاج الخزان الكهربائي يبلغ السبعين والثمانين. غير ان هذه الطريقة هي الوحيدة التي يمكن استعمالها في تلك الاحوال ، للأسباب المار ذكرها ، وقد صادفت في الولايات المتحدة نجاحاً عظيماً بعد ان اقام الفنيون الاميركان بخارية كهربائية (chaudière électrique) قوتها اربعة وعشرون الف حصان ، تستقي قوتها من شلالات نياغرا.

هكذا توصل المهندسون الى حلّ المسألة نهائياً واستخدام الهواء ليس فقط لرفع بعض ليترات من الماء او انارة بضعة تناديل كهربائية ، بل لتوليد قوة هائلة ، دفعةً واحدة ، واستخدامها بطريقة مستمرّة. وهل يُستهان بتلك القوة بعد ان عدلوا ان الدوّارة الهوائية ذات الخمسة آلاف حصان تقتصد سنوياً الف ومئتي طن من الفحم تقريباً ؟

استخدام الدوارة الهوائية لاعمال التجفيف والانتاج الزراعي

لم يقف الهولنديون عند استخدام مراوحهم الصغيرة لاشغال الطواحين ورفع مياه الشرب او الري ، بل حققوا بها عملاً لم يكن ليحلم به انسان ، الا وهو تجفيف قطعة من بلادهم غمرتها المستنقعات . فاصبحت تلك البقعة من الارض ، بعد ان كانت باعثاً لانواع الحمّى ، خصبةً خضراء ترعى في مروجها الاغنام ، ويسكن في ارضها مئة الف من السكان . وقد شجّعهم ذلك على تجفيف مقاطعة بكاملها تعرف «بالزويدرزه» ، مساحتها الفا كيلومتر مربع ، اي ما يكفي لإسكان مليون من السكان.

وما صار في هولندة سوف يتمّ في جنوبي فرنسة لتحسين مقاطعتين مَحلت ارضها هما : مقاطعة الكرو (la Crau) ومساحتها ٣٦٠ كيلومترًا مربعاً ، ومقاطعة الكامرغ (la Camargue) ومساحتها ٥٥٠ كيلومترًا مربعاً . اما الاولى فارضها من الحصى ، على عمق اربعة عشر مترًا ، وتحت تلك القشرة الحجرية ، مجرًى قديم لنهر الديرانس. فاذا زرعت تلك الارض مات الزرع ولم

يبلغ ، لان مياه الشتاء او الري لا تمكث على وجهها بل تتسرب سريعاً بين الحصى الى ان تصل الى المجرى الطبيعي . فيلزم اذاً ريها مراراً والاَّ تلف الزرع . ولا سبيل الى ذلك الاَّ بواسطة المضخات تأخذ من النهر الداخلي قسماً من الماء وتسكبه ابداً على وجه الارض . وهذا لا يجوز اقتصادياً الاَّ متى كانت القوَّة اللازمة لادارة تلك المضخات ، مجَّانية ، اي مولدة من الهواء . . . والمقاطعة الثانية موقعها بين ساعدي الرون عند مصبه في البحر المتوسط . كانت قبلاً مغمورةً بمياه البحر فجُفِّفت طبيعياً بما يجرفه نهر الرون من الرمال والاوحال ، غير ان الزرع فيها لا ينمو الاَّ اذا امطرت السماء مدراراً والاَّ فالاملاح المطمورة في الارض تحرقه . وليس من وسيلة لتلافي ذلك سوى تذويب الملح المتجمع في الارض والتخلص منه . وهذا يصير برفع مياه نهر الرون وسكبها على الاراضي بكثرة ثم اخراجها مشحونة بالاملاح الى بحيرة ڤكَّارز .

تلك اعمال جبَّارية سوف يحققها الغد ، ان شاء الله ، اولاً لاختراع الدوارة بشكلها الحاضر ، وثانياً لكثرة الهواء في هاتيك الضواحي حتى اصبح ، من بلايا البلاد ، يصف صفيره الشعراء ويعرف بالميسترال .

* * *

تطبيق استخدام الهواء في بلادنا

وقبل الانتهاء من الموضوع يجدر بنا ان نرى ما عساه يكون مستقبل الهواء في بلادنا ، فنقول : لا ارى عندنا مجالاً للمشاريع العظيمة كالتي نوهنا بها والتي تشغل اليوم عقول الفنيين والاداريين . فالهواء في جهاتنا ، عموماً ، خفيف السرعة قليل التكرار . غير انه ليس من الصعب استخدامه في القمم والروابي والقرى التي وهبها الله قسماً وافراً من هذا التيَّار ، فتُرفع بواسطته مياه الآبار ، ويولد به قسم من الكهرباء للانارة والتدفئة . واني اظن ان على اكتاف سهل البقاع قوَّة من الهواء لا يهزأ بها ، اذا اعتمدنا على نقاط مثل المرتفعات وقب الياس وغيرها معرَّضة لهواء مزعج يهبّ كل يوم في ساعات معلومة . وعلى كلٍّ فالمسألة تستلزم درساً خصوصياً اذا حُقِّق كان به للبلاد منفعة تُذكر .