الباب الأول

أجناس الطائرات

الأجسام التى تطير فى الهواء فى هـذه الأيام على أنواع كثيرة ولا بد من التمييز بينها، والغرض من هذا الباب هو عرض صور هذه الأجناس المختلفة (types) وسرد مميزاتها والأجزاء الأساسية فى كل جنس، والقواعد العلمية العامة التى تتصل بها، وقد ختمنا هذا الباب بملخص جدولى بصفحة (٢١) بينا فيه تلك الأجزاء المختلفة .

تطلق كلمة (aircraft) الانجليزية على كل ما يطير فى الهواء من أى نوع من الأنواع وسنستخدم لذلك لفظة "طائره" وجمعها طائرات، وهى تنقسم الى قسمين رئيسيين وهما "الطائرات الأخف من الهواء" و "الطائرات الأثقل منه" .

فطائرات القسم الأول تعلو فى الهواء بحكم خفتها مثلها فى ذلك كمثل البـالون الذى يلعب به الأطفال فيربطونه بخيط كلما أطالوه زاد ارتفاع البالون . أما طائرات القسم الثانى فتستمد القوة اللازمة للتغلب على جاذبية الأرض من الهواء نفسه، مثلها فى ذلك كمثل طيارات الأولاد (kites) يصنعونها من الغاب والورق ويجعلون لها ذيلا ويربطونها بخيط طويل، فتظل ثابتة على الأرض ما دامت ساكنة فاذا أراد الصبى لها الطيران خرج بهـا الى العراء مع زميل له عادة فيمسكها أحدهما مواجها الريح بها ويجذبها الآخر بخيط وهو يعدو فترتفع فى الهواء شيئا فشيئا وهو يطيل لهـا الخيط بالتدريج تبعا لسرعة ارتفاعها التى تزداد بازدياد سرعة عدو الصبى وسرعة الريح الذى يواجهها، وهذه الحقيقة معروفة لكل صبى يلعب بهذه الطيارات .

والآن فلنتكلم عن أنواع كل من القسمين :

الطائرات الأخف من الهواء

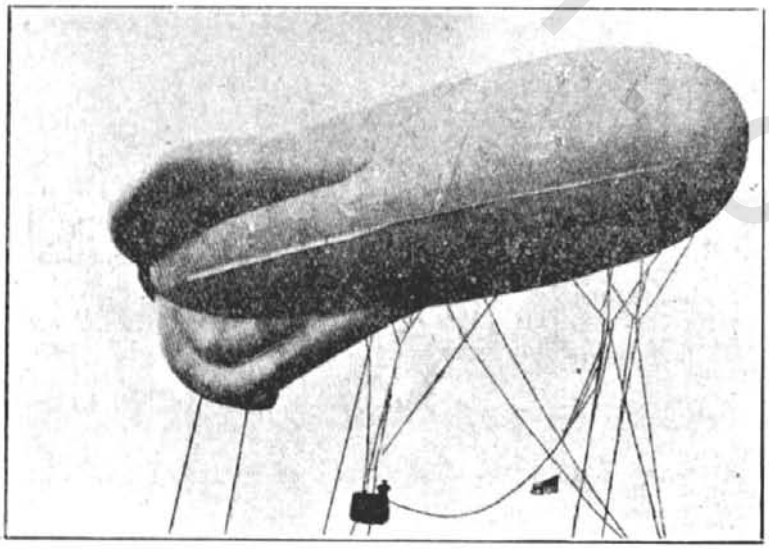
البالون — أبسط أنواع هذا القسم وأقدمها هو البالون (balloon) ويكون كريا (spherical balloon) أو متطاولا (kite balloon) ويتركب من جزأين رئيسيين أحدهما يحتوى غازا أخف من الهواء كالايدروچين ويسمى بالغلاف (envelope) والآخر يجلس فيه الراكب ويسمى بالسلة أو السبت (basket) يتصلان بواسطة أحبال تكوّن فى البالون الكرى شبكة تغطى نصف الغلاف العلوى وتتدلى أطرافها فتحمل السبت أوالسلة : ويوضح شكل (١) البالون الكرى وشكلى (٢و٣)

(شكل ١) البالون الكرى

البالون المستطيل، والأخير أكثر ثباتا (stability) من الأول لتطاوله ولوجود تلك الانبعاجات الخلفية التى هى فى الحقيقة الجزء الظاهر من أكياس تمتلئ بالهواء لتعرض فوهتها له [وهذه الفوهة واضحة فى شكل (٣) فى أسفل الانبعاجات] أما بقية الغلاف فممتلئ بالغاز كما قدمنا.

ويتدلى السبت فى هذا البالون المستطيل بواسطة أحبال مرتبة ترتيبا آخر كما ترى فى الشكل. وكلا النوعين من البالون يحتفظ بشكله بتأثير ضغط الغاز داخله.

(شكل ٢) البالون المستطيل مربوطا الى عوامة على سطح الماء



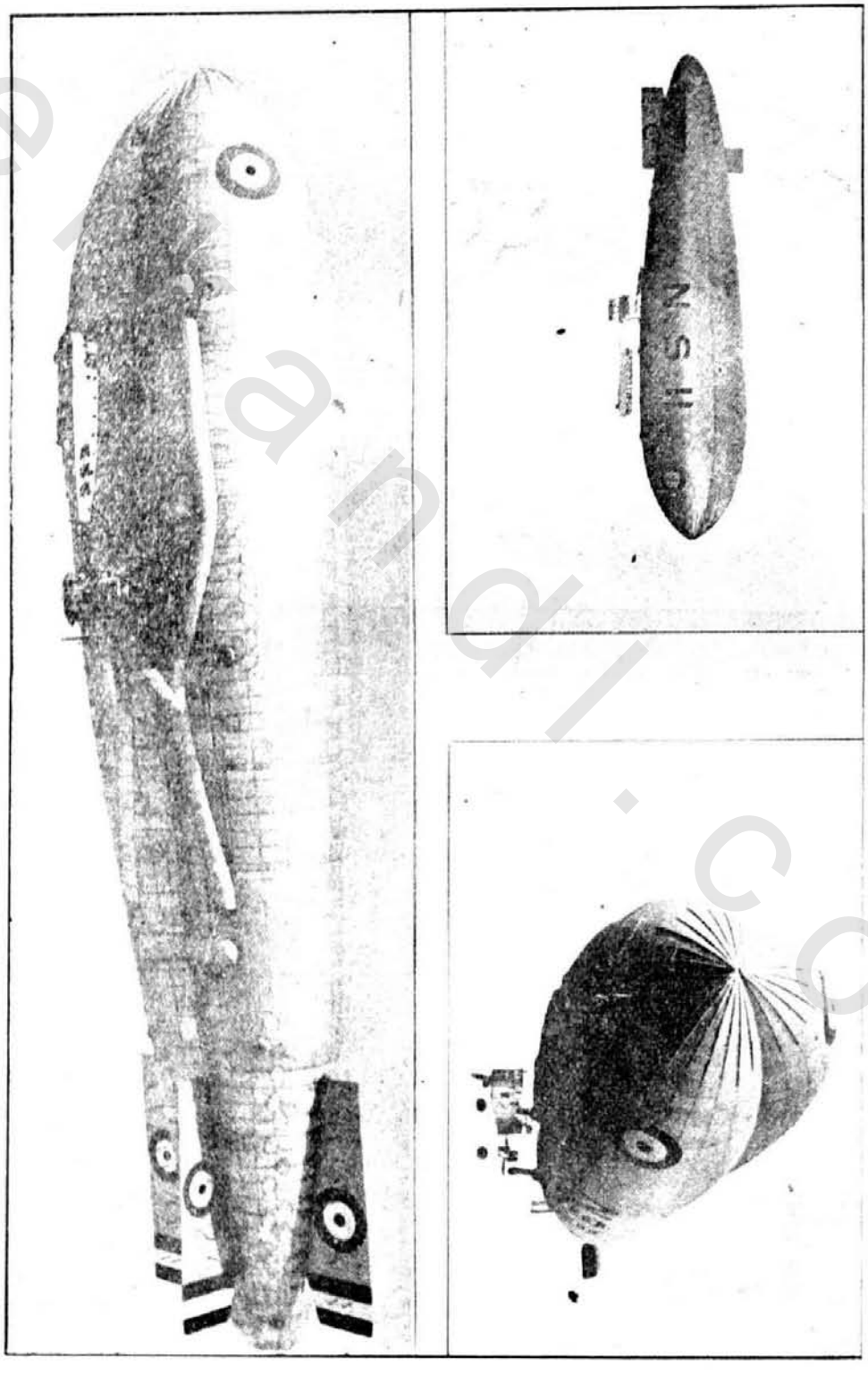
(شكل ٣) البالون المستطيل مُكبَّرا

المنطاد — النوع الثانى من الطائرات الأخف من الهواء هو المنطاد (airship) وهو مسيّر (dirigible) أى أنه يختلف عن البالون فى أن هذا تحت رحمة الهواء ولذا لا يكون دائما مطلقا (free) بل يكون أحيانا (captive) أى مقيدا كما تراه فى شكل (٢) مربوطا الى عوامة على سطح البحر، ويكون ذلك اذا أريد ايقاف البالون مدة للمراقبة . أما المنطاد فيحمل محرّكا (engine) أى آلة (machine) تدفعه فى الهواء أو تسيره، وله أجزاء تعين على ضبطه أو قيادته (control) وتوجيهه حيث شئنا، وفيما عدا ذلك فالمنطاد كالبالون يتركب من جزأين رئيسيين : وهما الغلاف الذى يحتوى الغاز والعربات أو الجندولات (cars or gondolas) التى تحل محل السبت أو السلة وتحمل الركاب والمحرّكات التى يختلف عددها وقوتها. ولما كان المنطاد مسيرا هُذب شكله بحيث صار مسحوبا (streamlined) كما ترى فى الأشكال (٤ و ٥ و ٦ و ٧) وهذا السحب يقلل مقاومة (resistance) الهواء له أثناء حركته فيه وركبت له فى الخلف سطوح (planes) ضابطة كدفة أفقية ودفة رأسية .

ويكون المنطاد غير متماسك (non rigid) أو متماسكا (rigid) أو بينهما (semi-rigid) أى شبه متماسك .

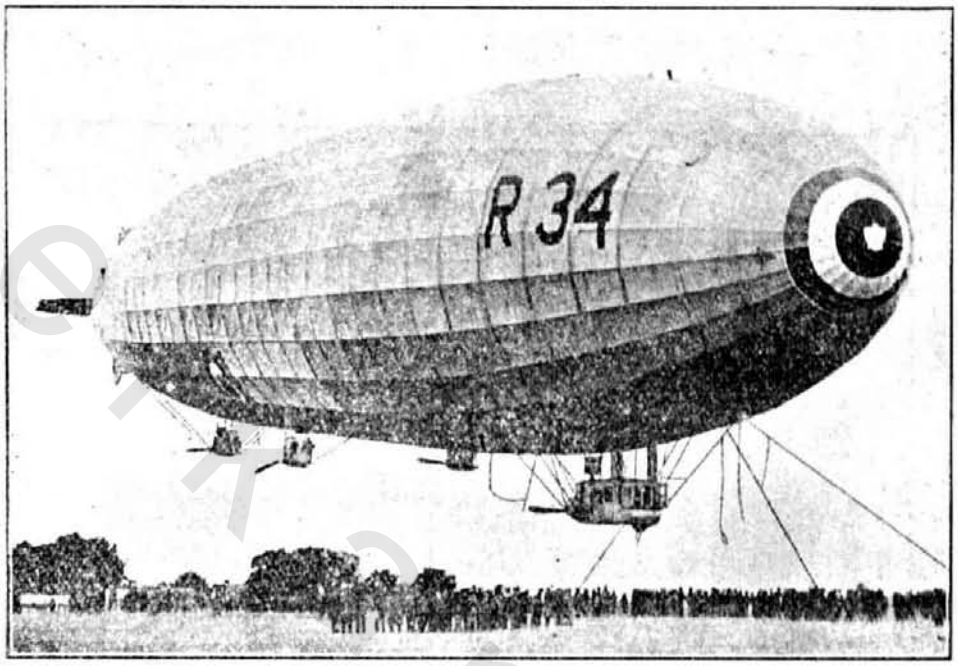
فالأول (شكل ٤) كالبالون يحتفظ بشكله بتأثير ضغط مابه من غاز وحجمه لذلك محدود . أما الثانى (شكلى ٥ و ٦) فكبير جدا ويحتفظ بشكله بطبيعة صنعه بغض النظر عن ضغط ما به من غاز فان له هيكلا (frame) متينا مصنوعا من معدن خفيف اسمه الدورالمين (duralumin) ينشر عليه غلاف المنطاد الخارجى الذى لا ينفذ الماء ولا الغاز منه . وهذا الهيكل المعدنى مقسم كما ترى بوضوح فى شكل (٢٧) بصفحة (٤٠) الى عنابر أو منحصرات أو خانات (bays) يبلغ عددها نحو العشرين فى المناطيد التى فى الأشكال (٥ و ٦ و ٢٧) وفى كل واحد من هذه المنحصرات كيس (bag) أو بالون قائم بذاته مملوء كذلك بغاز أخف من الهواء هو الايدروجين

(hydrogen) أو الهيليم (helium) ويبلغ وزن هذه المناطيد عدة طنولاتات (نحو ٣٠ مثلا) كما أن دفع الهواء لها الى أعلى، وهو ما سنعبر عنه بالرفع (lift)، يبلغ ضعف هذا القدر من الطنولاتات، ولذلك فى استطاعة المنطاد أن يحمل أحمالًا نافعة

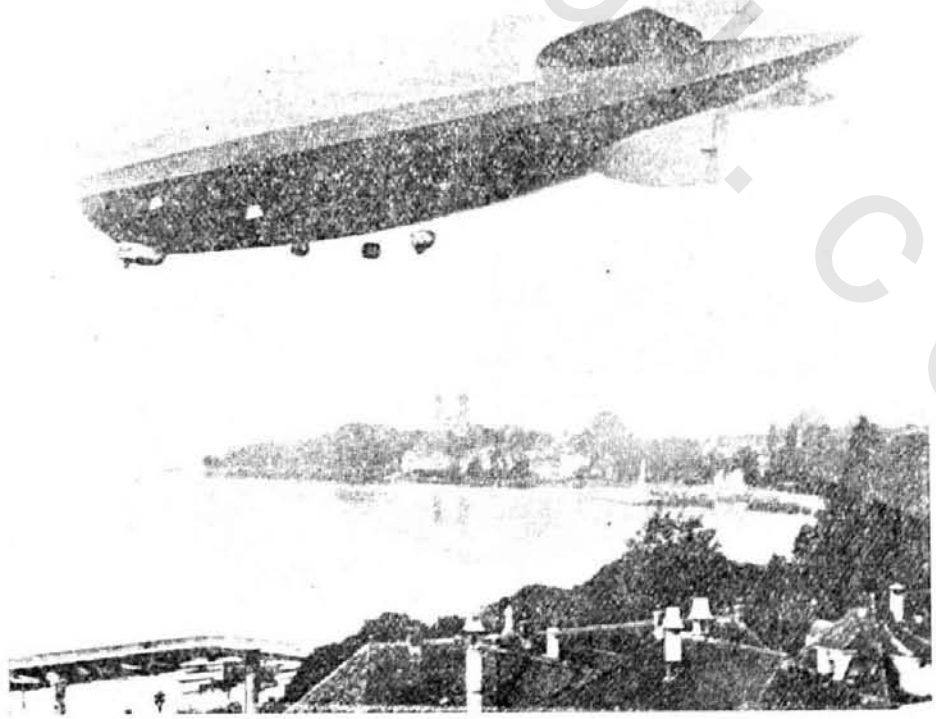


(شكل ٤) المنطاد الغير القابل للانكماش الانجليزى ن س ٢ (N. S. 2) مرسوم من ثلاث جهات لتبيين أجزاءه

(useful loads) فى صورة ركاب أو بضائع أو مقذوفات بقدر وزنه تقريبا .
وقد برع الألمان فى اتقان هذا النوع من المناطيد .



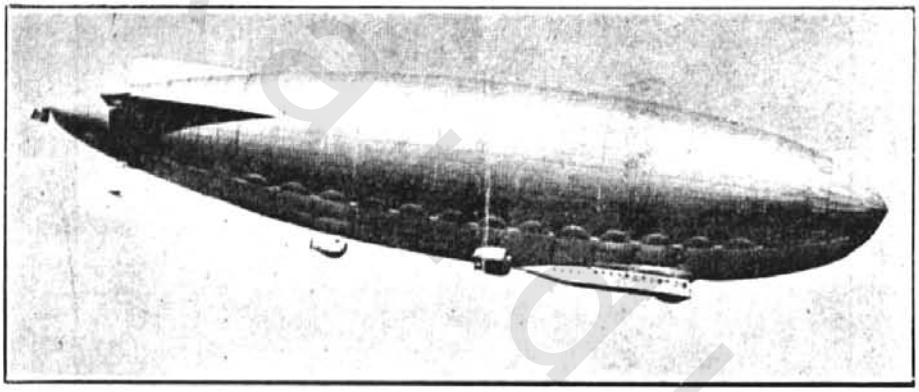
(شكل ٥) المنطاد المتماسك ر ٣٤ (R 34) الانجليزى — يبين المقدمة (bow)



(شكل ٦) المنطاد المتماسك ز ر ٣ (Z. R. 3) الامريكى — يبين المؤخرة (stern)

obeikandl.com

وأما المنطاد الشبه المتماسك (شكل ٧) فهو بين النوعين السالفين فله عمود فقرى من المعدن يسمى بالقرينة (keel) يمتدّ من أوّله الى آخره، ويربط فيه الغلاف الخارجى كما تربط فيه أيضا العربات أو الجندولات والسطوح الضابطة (control-planes) ومقوّيات مقـدّمة المنطـاد (stiffeners of the bow) وتظهر هـذه بوضوح فى شكل (٤) بصفحة (٥) فى الصورة العليا من جهة اليمين . وقد اختص الطليان فى صنع هذا النوع وتفوّقوا على غيرهم فيه .



(شكل ٧) المنطاد الشبه المتماسك ن ١ (N. 1) أحدث ما بنته ايطاليا من هذا النوع

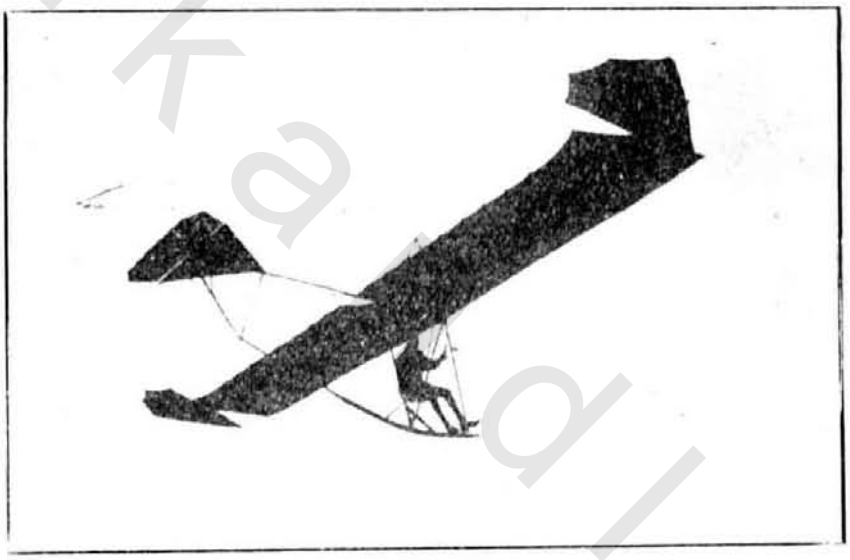
نظرية حركة المنطـاد :

هى كنظرية حركة البالون تماما فهو يرتفع فى الهواء بحكم خفة الغاز الذى يملؤه، فاذا كان متزنا فى ارتفاع خاص وأريد زيادة ارتفاعه أو إصعاده ألقى منه الى الأرض بعض ماء يحمل كصابورة (ballast) لهذا الغرض فيقل وزن البالون وما به عن رفع الهواء له فيرتفع . وأما اذا أريد تقليل ارتفاعه أو خفضه فيطرد بعض غازه الخفيف حتى يقل رفع الهواء له عن ثقله فيتغلب الأخير فيهبط المنطاد .

وسنعود الى الكلام عن ذلك بتفصيل أوفى فى الباب الثانى .

الطائرات الأثقل من الهواء

المنحدرة (glider) — هى أبسط أنواع هذه الطائرات وأقدمها تاريخا ، وتتركب (شكل ٨) من سطوح فقط أطرافها متحركة لضبط الحركة وحفظ الاتزان (maintaining equilibrium) ونظرية عملها تشبه نظرية عمل الأنواع الأخرى من الطائرات الأثقل من الهواء التى سنشرحها بعد قليل . كما أننا سنعود الى الكلام عن المنحدرات بتوسع فى الباب الثالث (الخاص بتاريخ الطيران) .

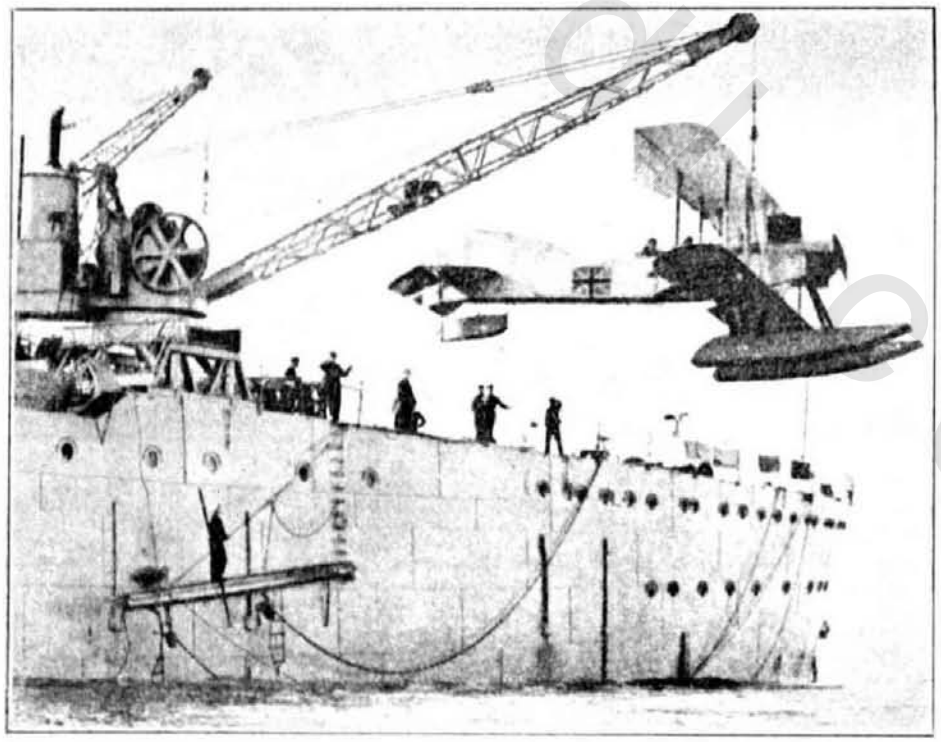


(شكل ٨) أحدث منحدرة وهى ألمانية ومليها الطيار شلتز (Schultz)

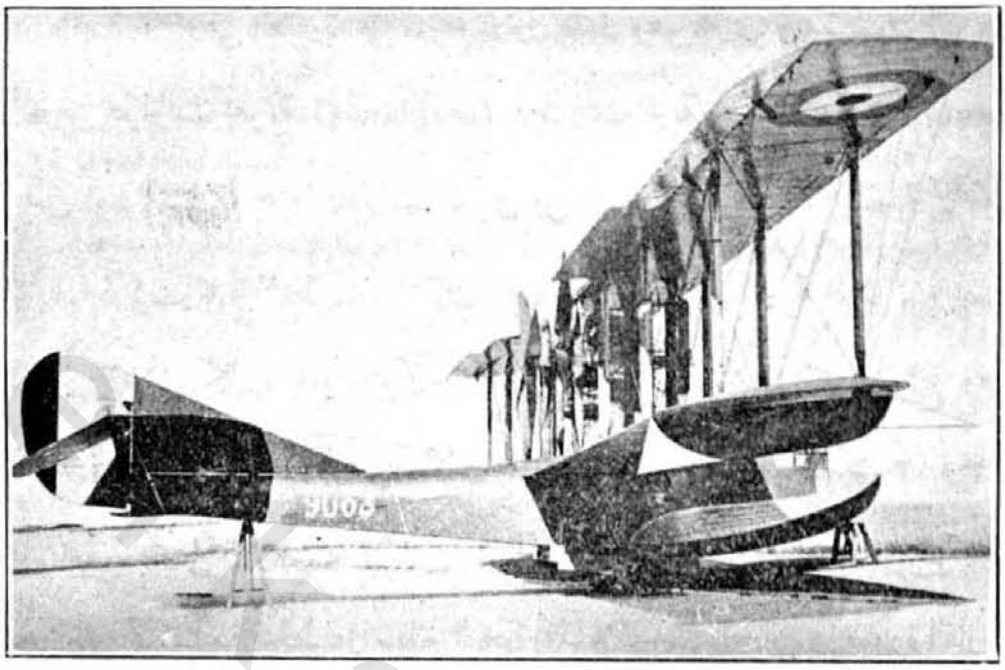
وأكثر أنواع الطائرات الأثقل من الهواء تعقيدا هى التى تسمى بالطائرة ذات المروحة الأفقية (helicopter) وسنهمل الكلام عنها لأنها خاملة الذكر وليس لها فى نظرنا مستقبل عظيم بل يخيل الينا أن عمرها أصبح الآن قصيرا .

الطيارة — بقيت الثلاثة الأنواع المهمة للطائرات : واحداها برية ، والأخرى بحرية ، والثالثة برية بحرية . وهناك فريق من الافرنج يطلق كلمة (aeroplanes) أى طيارات على هذه الأنواع الثلاثة واذا أراد تخصيص أحدها أضاف كلمة برية أو بحرية أو برية بحرية ، وهناك جماعة أخرى يقصرون كلمة

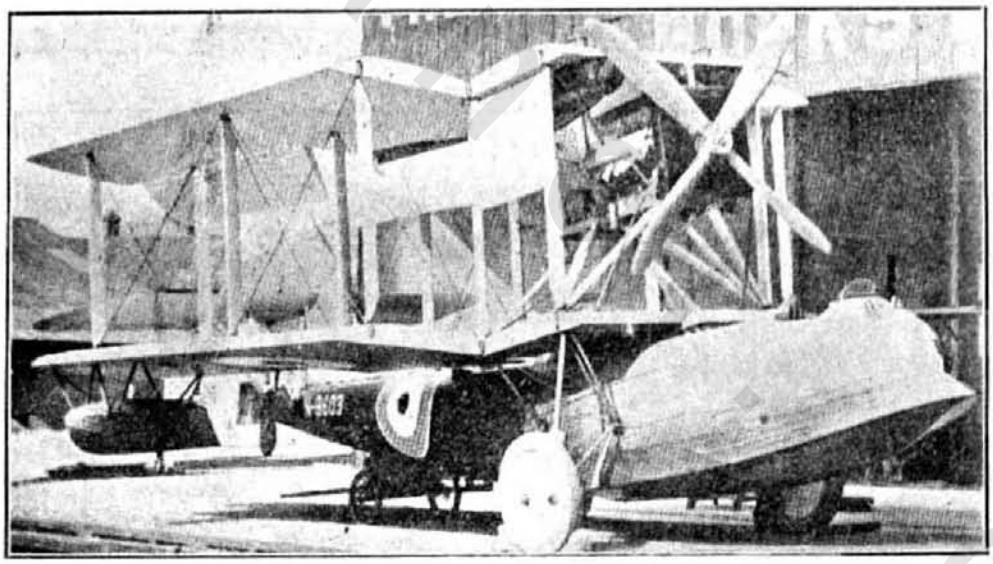
(aeroplane) وهى الطيارة على النوع الأول فقط وهو البرى ويسمون النوعين الآخرين طيارات بحرية (seaplanes) وطيارات برية بحرية (amphibions) ويظل اسم الثلاثة جميعا طائرات أثقل من الهواء وسنتبع هذه التسمية الأخيرة حتى اذا ذكرت كلمة " طيارة "كان المقصود بها الطيارة البرية فقط . ويجد القارئ فى الأشكال (٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١٣) صورا للثلاثة الأنواع وهى لاتختلف من حيث البناء الظاهرى إلا فى الجزء السفلى . فللطيارات (شكل ١٢ و ١٣) عجل تقف به على الأرض . وللطيارات البحرية (شكل ٩) بدل العجل عوامات (floats) تمكنها من الحط على سطح البحر وقد يبنى جسم الطيارة فى صورة القارب (شكل ١٠) وعندئذ ترسو الطيارة على الماء كالقارب العادى وتسمى الطيارة البحرية عندئذ سفينة طيارة (flying boat) . أما الطيارة البرية البحرية (شكل ١١)



(شكل ٩) طيارة بحرية حربية ترفعها الآلات من سطح الماء الى سطح بارجة حربية معدة لحمل مثل هذه الطيارة لمعاونة الأسطول .



(شكل ١٠) سفينة طيارة

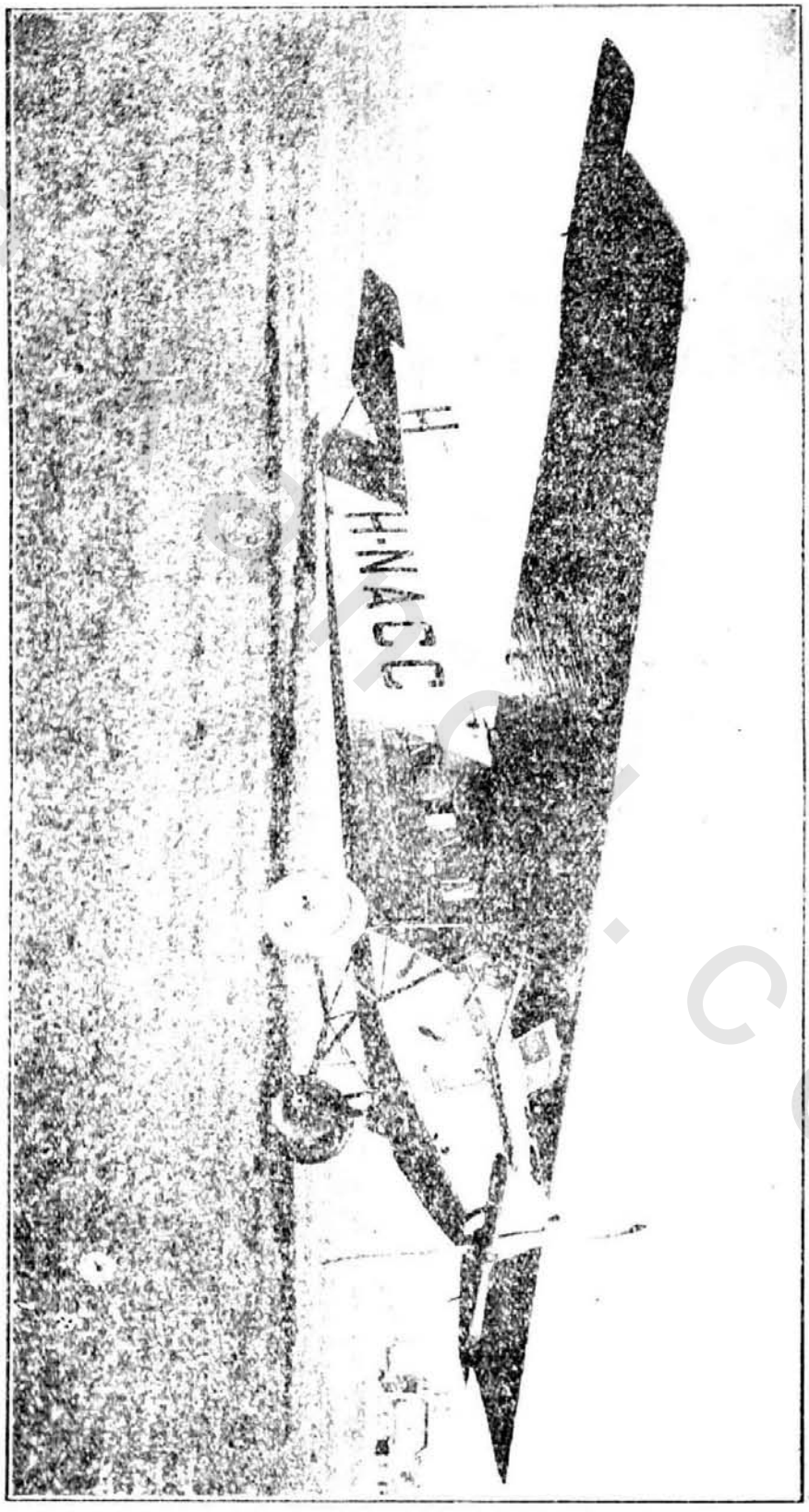


(شكل ١١) طيارة برية بحرية مطوية الجناحين

فتستطيع النزول الى البر والبحر لأن جسمها يشبه القارب (كالسفينة الطيارة) ولها عجل أيضا (كالطيارة البرية) . ويتبين من الشكل كذلك طريقة طى الجناحين حتى يقل الامتداد العرضى للطيارة .

ولما كان كل ما نقوله عن نوع من الأنواع الثلاثة ينصرف الى الاثنين الآخرين فسنقتصر فيما يلى من التفاصيل البسيطة على الطيارة وحدها (شكلى ١٢ و ١٣) .

ويختلف تصميم هذه الطيارات اختلافا عظيما حسب الغرض الذى تنشأ لأجله : فطيارات التعليم (training) مثلا تكون صغيرة الحجم سهلة التوجيه مزدوجة



(شكل ١٢) طيارة تعليم من طراز السطح الواحد ذات السطحين الاثنين

القيادة (dual control) أى لها من أجهزة القيادة زوج من كل نوع حتى يتولى المتعلم مجموعة منها (one set) و يتولى المعلم المجموعة الأخرى ، وتكون هذه أفعل من تلك حتى يسهل على المعلم هداية تلميذه إن أخطأ . والطيارات المحاربة (fighting machines)[1] تمتاز بسرعتها أفقيا (horizontal speed) وسرعة تسلقها الطبقات العليا من الجو (climbing speed) ويطلق على الاثنين معا (performance) وسنسميها " طلاقة " . كذلك تمتاز هذه الطيارة بما تحمل من مدافع ، و باتساع مدى البصر أمام كل من الطيار (pilot) والملاحظ (observer) ، و بما يتخذ فيها من الاحتياطات لمنع شبوب النار (fire prevention) أو انتشارها الى غير ذلك . وطيارات النقل التجارية (transport) تراعى فيها راحة الركاب (comfort) وأمنهم (safety) والاستيثاق (reliability) وهلم جرا . وطيارات السباق أو اللعب والتسلى (racing or sporting) وتراعى فيها السرعة قبل كل شىء ، وجمال المنظر ، ومزاج طيارها (و يكون غالبا المالك لها) وخفة قيادتها حتى تسهل عليها المناورة . وسنعود للكلام عن هذه الأنواع ومميزاتها فى الباب الرابع . على أنه مهما اختلفت تلك الأغراض والتصميمات (designs) التى تتبعها فلابد للطيارة من ستة أجزاء رئيسية ضرورية .

الأجزاء الرئيسية فى الطيارات — أنظر (شكل ١٢ و ١٣) .

(١) الجسم (body or fuselage) .

(٢) الأجنحة (wings) وما يربطها بعضها ببعض و بالجسم .

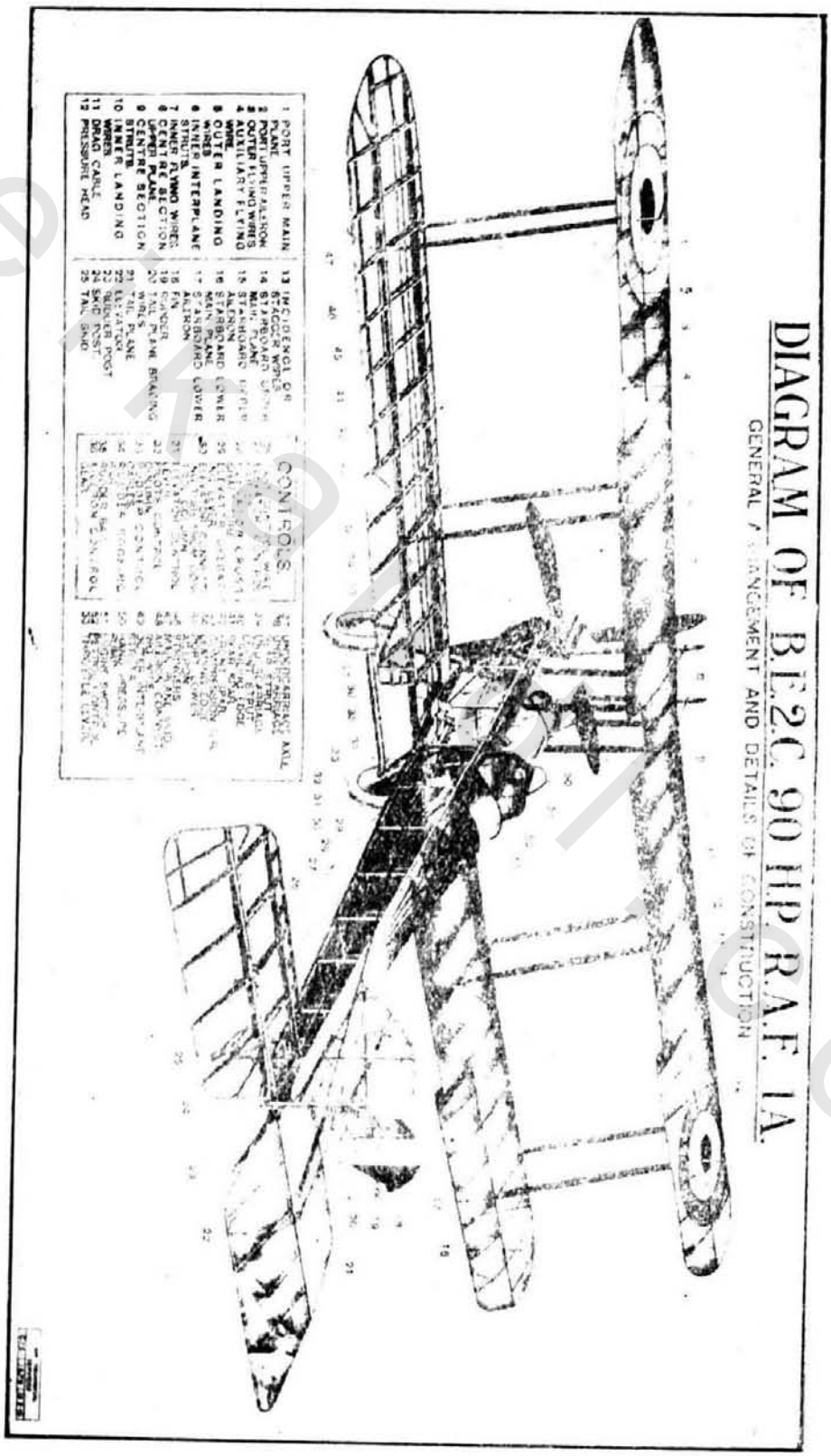
(٣) المحرك (engine) والمروحة (propeller) التى يديرها والأجزاء والتركيبات الملحقة به (installations & accessories) .

(٤) السطوح الخلفية (empennage) وهى الذيل (tail) والرافع (elevator) وهما أفقيان تقريبا ، والدفة (rudder) والزعنفة (fin) وهما رأسيان .

---

(١) كثيرا ما يطلق الانجليز لفظة (machine) على الطيارة كما فى هذه الحالة .

(٥) الأجزاء السفلية التى ترتكز على الارض أو جهاز النزول (landing gear) وتكون عادة عربة سفلية (undercarriage) ذات عجلتين أو عربتين



(شكل ١٣) طيارة حربية انجليزية توضح أهم الأجزاء الخفية (ترجمة الشرح الموجود على الصورة الاصلية للطيارة نفسها)

فى الطيارات الكبيرة كما فى شكل (٥٦) بصفحة (٨٩) وشكل (٧٠) بصفحة (١١٥)] وقائم خلفى تحت السطوح الخلفية يسمى بعود الاصطدام (tail skid) . وقد يكون فى الأمام أيضا تحت المقدمة عود كما فى شكل (٧٠) أو عجلتان كما فى شكل (٥٦) .

(٦) جهاز القيادة (controls) المتجمع أمام الطيار (والملاحظ أحيانا) فى منعزله الصغير (cockpit) وما يتبع هذا الجهاز من روافع (levers) وأسلاك وغير ذلك [انظر شكل (١٥ و ١٦) بصفحتى (١٧ و ١٨)] .

والآن فلنذكر كلمة صغيرة عن كل جزء من هذه الأجزاء لنوضح الوظيفة التى يؤديها وكيف يتسنى له القيام بها :

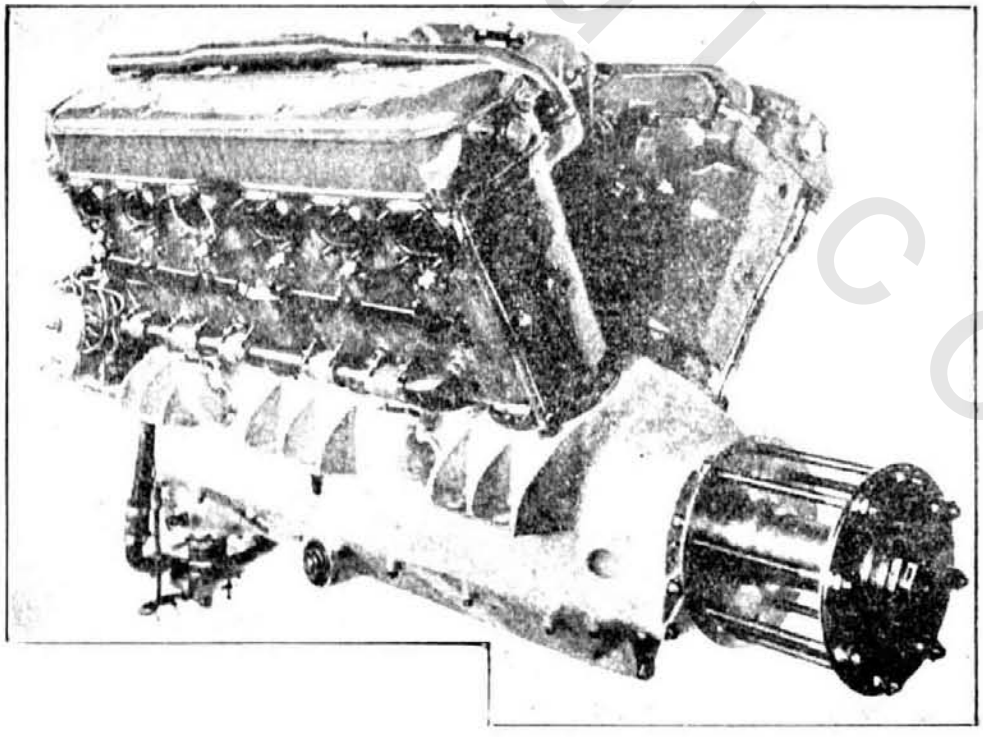
جسم الطيارة — هو الذى يحمل الأجزاء الخمسة الأخرى ويحمل ما بالطيارة من معدات (equipment) ورواد (crew) وركاب وبضائع، وقد أعد لذلك وبنى بحيث يتحمل كل جزء من أجزائه ما ينتظر أن يقع عليه من الأحمال (loads) . ويكون للطيارة فى الغالب جسم واحد .

الأجنحة — بها تكتسب الطيارة من الهواء قوة رأسية تدفعها نحو السماء فتتغلب بواسطتها على جاذبية الأرض التى تجذب الطيارة أو تشدها الى أسفل، وكيفية اكتساب الأجنحة لهذه القوة من الهواء أن شكلها مقوس (cambered) وتستقبل الهواء فى سيرها بميل بسيط فيتصادمان ، هى تدفعه الى أسفل وهو يثأر لنفسه فى الحال فيدفعها الى أعلى بقدر ما تدفعه هى الى أسفل — الجزاء على قدر العمل أو كما قال نيوتن الفعل ورد الفعل متساويان — وهذه القوة المتفاعلة بين الأجنحة والهواء تختلف باختلاف السرعة فاذا ضاعفت السرعة كانت القوة أربعة أمثالها من قبل .

وهذه القوة التى يؤثر بها الهواء على الأجنحة فيدفعها الى أعلى تسمى بالقوة الرافعة (lift) وتصحبها مع الأسف قوة تدفع الأجنحة وبقية أجزاء الطيارة الى الوراء وتسمى بالقوة المانعة (drag) وهى التى يجاهد فى التغلب عليها الجزء الأساسى الثالث من الطيارة أى المحرك .

وقد يكون للطيارة جناحان فى مستو واحد وتسمى عندئذ بذات السطح الواحد (monoplane) ويغلب فى الطيارات الحديثة أن يكون الجناحان كتلة واحدة كما فى شكل (١٢) وقد يكون لها أربعة أجنحة كل اثنين منها فى مستو واحد وتسمى ذات السطحين (biplane) كما فى شكل (١٢) أو أكثر من ذلك وتسمى ذات السطوح المتعددة (multiplane) كما فى شكل (٥٦) بصفحة (٨٩) .

المحـــرك — هو ينبوع الحياة أو الحركة فى الطيارة . ولذلك ذيلنا هذا الباب بفصل عنه ، ويغلب أن يكون واحدا تختلف قوته باختلاف الطيارة التى هو فيها ، كما يغلب أن يكون متصدرا فى مقدمة الطيارة (nose) إلا اذا كانت كبيرة فيستعاض عنه بمحركين بين الجناحين كما ترى فى شكل (٧٠) بصفحة (١١٥) أو يضاف هذان الى جانبى المحرك الأوسط وقد يكون فى الطيارة أكثر من ثلاث محركات . والمحرك لايظهر فى (شكلى ١٢ و١٣) لأنه مغطى بغطاء معدنى كما يغطى محرك السيارة واسم هذا الغطاء الواقى (cowling) ، فاذا رفع هذا ظهر المحرك وترى نوعا منه فى شكل (١٤) والجزء البارز فى طرفه الأيمن هو الذى يخرج من الواقى واسمه الجولق (hub) وتركب فيه



(شكل ١٤) المحرك الامريكى رايت ت ٣ (Wright T. 3) وقوته نحو ٦٥٠ حصانا

سرة (boss) المروحة التى يديرها المحرك أثناء تشغيله فتعمل عمل الرفاص فى المراكب الآلية المائية ، وهو شبيه بعمل الأجنحة لاكتساب قوة الرفع من الهواء فالمروحة[1] تدفع الهواء الى الوراء تجاه جسم الطيارة فيقاوم الهواء هذا العمل ويدفع المروحة الى الأمام فتجرّ معها الطيارة كلها فى هذه الحركة الأمامية ، ويتوقف مقدار هذه الحركة على أمرين وهما : القوة الحصانية للمحرك وقوة المنع التى يؤثر بها الهواء فى جميع أجزاء الطيارة وهذه القوة المانعة تزداد بازدياد السرعة كما قدمنا حسب مربع الأخيرة .

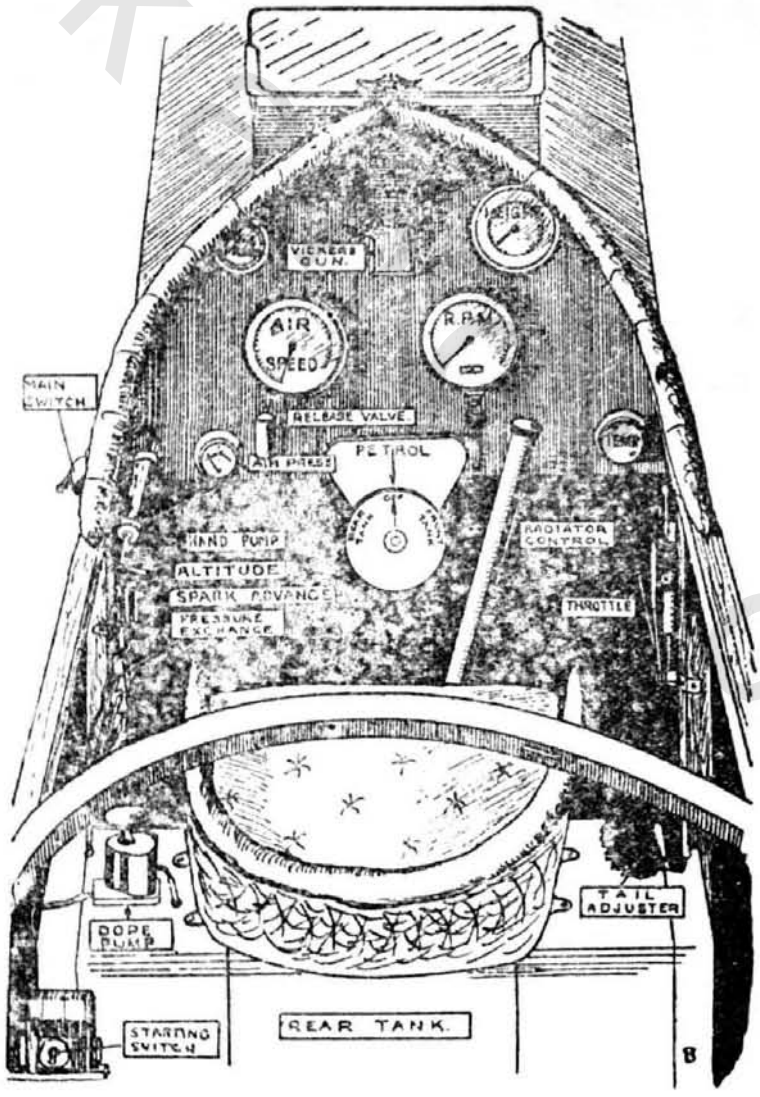
السطوح الخلفية — اثنان ثابتان تقريبا وهما : الذيل والزعنفة . واثنان متحركان وهما : الرافع والدفة ، والغرض من الأولين المحافظة على ثبات الطيارة (stability) واتزانها (equilibrium) . وأما الأخيران : فالغرض منهما ضبط حركتها واعانتها على المناورة (manœvre) فالرافع يحملها على رفع مقدمتها أو خفضها كلما ارتفع هو أو انخفض ، وسنعبر عن هذه الحركة بالتموج (pitching) . أما الدفة فتؤدى عملها بنفس الطريقة التى تعمل دفة السفينة بمقتضاها ، فهى اذا انحرفت الى اليمين صدمها الريح بقوة تحمل الطيارة على أن تعرج يمينا والعكس بالعكس ، وتسمى الحركة يمينا وشمالا بالتعرج (yawing) . واذا تأملنا وجدنا أن عمل الرافع كعمل الدفة تماما . هذا وقد يتضاعف عدد هذه السطوح فى الطيارات الكبيرة كما فى شكل (٦٩) بصفحة (١١٤) .

الأجزاء السفلية — وظيفتها مزدوجة فهى تعين الطيارة على السير فوق الأرض فلولاها لاضطرت للزحف على جسمها وهو غير عملى ، وهى كذلك تحمى جسم الطيارة عند نزولها الى الأرض من الصدمة التى تتصدى لها وقد يكون فيها القضاء على الجسم ، فالعربة السفلية هى وعود الاصطدام يستهدفان لهذه الصدمة وقد بنيا بنيانا خاصا يعينهما على ذلك بواسطة جهاز خاص سنطلق عليه اسم متلق الصدمات أو مبيدها (shock absorber) . أما العود أو العجلة الأمامية (شكلى ٥٦ و ٧٠) فتحمى المقدمة والمراوح من أن يلمسا الأرض عند النزول .

(١) تكون المروحة ذات ريشتين (blades) كما فى شكل (١٣) ومعظم أشكال هذا الكتاب ، أو ثلاث ريش أو أربع كما فى شكل (١٢) وقليل غيره .

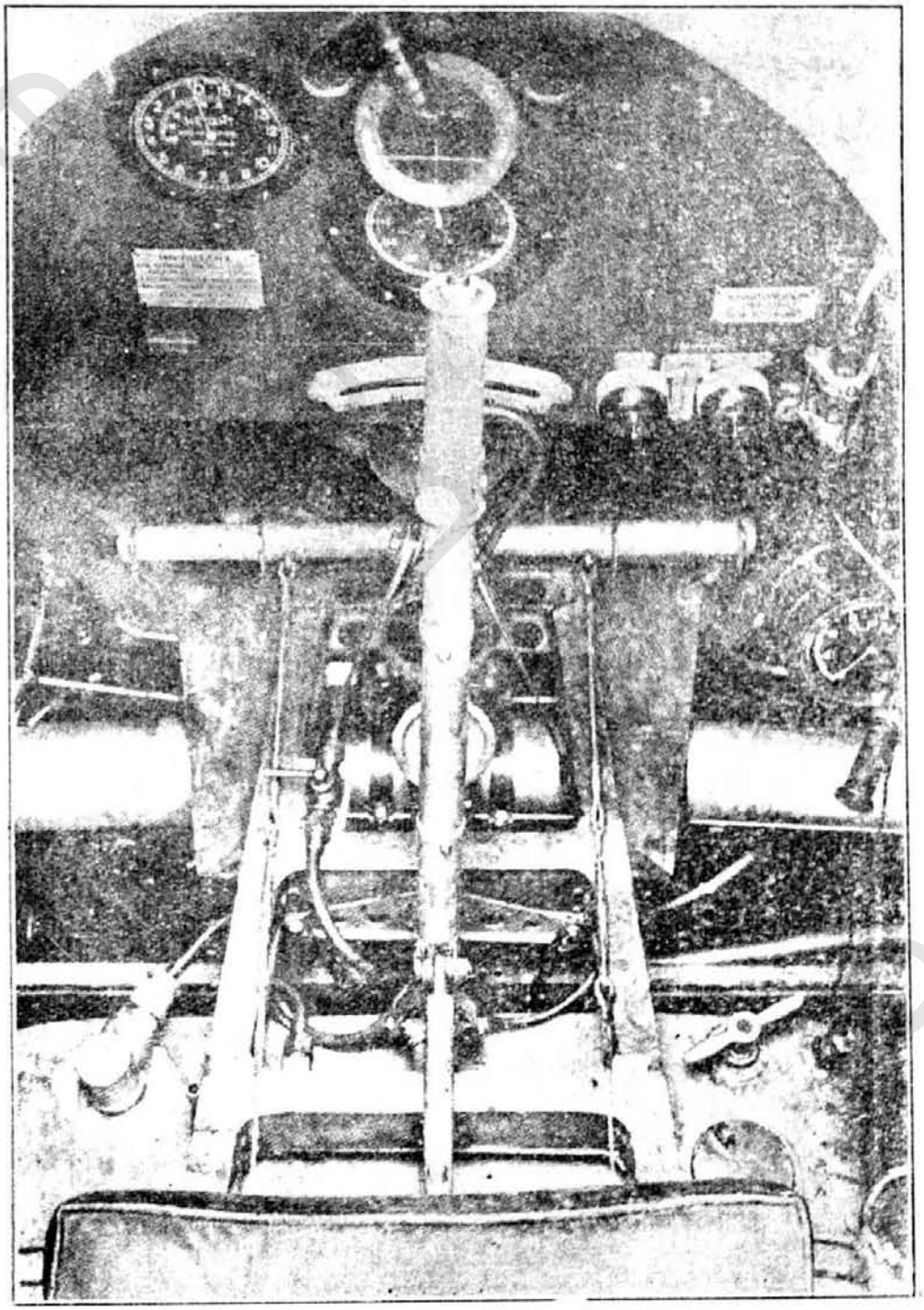
جهاز القيادة — يتركب جهاز القيادة (شكلى ١٥ و ١٦) الذى أمام الطيار من :

(أولا) عمود القيادة (joystick or control column) المتصل بالرافع بواسطة أسلاك فاذا جُذب هذا العمود الى الوراء ارتفع الرافع وصدمه الهواء بقوة ترمى الى خفض مؤخرة الطيارة ورفع مقدمتها فتبدأ الطيارة فى التسلق ، أما اذا دُفع العمود الى الأمام فان الرافع ينخفض وتطرق الطيارة برأسها الى الأرض وتنحدر نحوها . ويتصل عمود القيادة كذلك بأطراف الأجنحة الخلفية واسمها الجنيحات (ailerons or wing flaps) وتراها بوضوح فى شكل (١٣) ، فاذا مال العمود يمينا ارتفعت أطراف الأجنحة



(شكل ١٥) جهاز القيادة : صورة تبين منعزل الطيار وما به من آلات بوجه عام

اليمنى وانخفضت أطراف اليسرى فمالت الطيارة يمينا والعكس بالعكس وتسمى هذه الحركة اذا كانت خفيفة بالميلان (banking) واذا كانت شديدة سميت بالتقلب (rolling) .



(شكل ١٦) جهاز القيادة : صورة تبين الجزء الذى تحت قدمى الطيار بوجه خاص

(ثانيا) قضيب الدفة (rudder bar) ويحركه الطيار برجليه .

(ثالثا) ضابط صمام الخناق (throttle control) الذى يُحكم مقدار البترول المتسرب الى المبخر (carburettor) وما يصحبه من هواء .

(رابعا) المفاتيح التى تبدأ بها الحركة (starters) .

(خامسا) العدد (instruments) الكثيرة اللازمة لقيادة الطيارة كالبوصلة (compass) ومقياس العلو أو الارتفاع (altimeter) ودليل السرعة (speed indicator or anemometer) وعدّاد دورات المحرّك (revolution counter) ومقياس الميل (inclinometer) وغير ذلك من الآلات التى تراها فى اللوحة التى تكون أمام الطيار وهى المرسومة فى شكلى (١٥ و ١٦) .

كيف تركب الطيارة متن الهواء

لا بد للطيارة مع الأسف الشديد أن تجرى على الأرض كالسيارة العادية مسافة طويلة (taxying) قبل أن تبرح الأرض وتستقل الهواء (takes off) فتنسلق لتعلو شيئا فشيئا (climb) . ومن أجل ذلك أنشئت المطارات (aerodromes) فى الممالك وبعثرت بينها محطات للنزول والصعود (landing grounds) عند وقوع الحطر مكوّنة من أرض ممهدة غير محاطة بأبنية عالية .

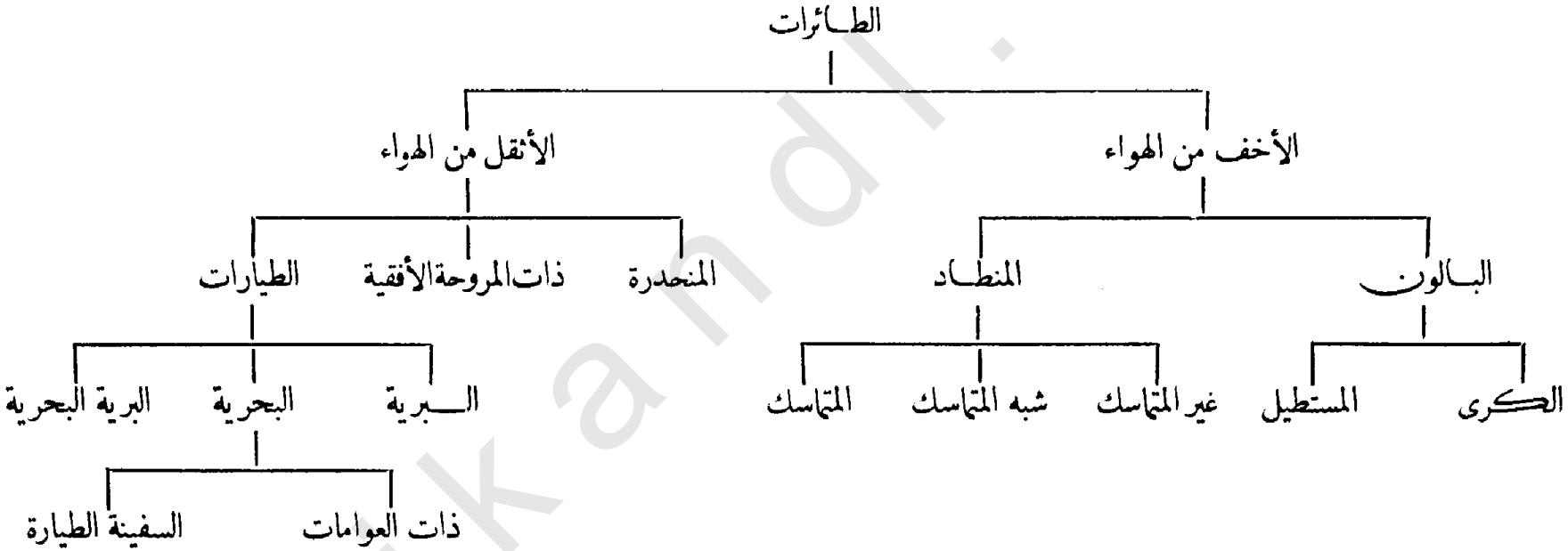
والسبب فى هذا الجرى على الأرض أن الطيارة كما قدّمنا تستمد القوّة الرافعة من الهواء بواسطة الأجنحة ، وهذه القوّة تختلف باختلاف سرعة سير الطيارة فلا بد من بلوغ هذه السرعة حدا أدنى قبل أن تصير القوّة الرافعة مساوية لوزن الطيارة وما فيها ، لذلك نرى الطيار يخرج بها من الحظيرة (hangar) الى أرض المطار ثم يواجه الريح ويشغل المحرّك ويجرى فتستجمع الطيارة سرعتها شيئا فشيئا (picks up speed) وكلما زادت هذه خفت الطيارة من على الأرض ، حتى اذا بلغت

سرعتها ذلك الحد الأدنى الذى أشرنا اليه فارقت عجلتاها أرض المطار واستقلت الهواء. وكلما زادت سرعتها زادت زاوية تسلقها ويعينها الطيار على ذلك أيضا بجذب عمود القيادة الى الوراء قليلا[1] حتى يرتفع السطح الرافع فتشمخ الطيارة بأنفها وتتوغل فى طبقات الهواء العالية فاذا بلغت العلو الذى يريده لها الطيار (ويدله عليه المقياس الذى أمامه) كف عن جذب عمود القيادة وضبطه بحيث تسير الطيارة أفقيا كما يدله على ذلك جهاز آخر. فاذا أراد الهبوط قليلا فاما أن يقلل من قوة سير المحرك أو يدفع عمود القيادة الى الأمام إن كان يريد أن يهوى بسرعة كبيرة، ولكن اذا أراد الطيار النزول فلا بد من اتخاذ السبيل الأول حتى تقل سرعة الطيارة شيئا فشيئا فالمحافظة عليها تقتضى أن لا تنزل الى الأرض إلا بأقل سرعة ممكنة تقليلا لوطأة الصدمة. فاذا ما قربت الطيارة من الأرض عدلها الطيار فى مستو أفقى (flattened it out) حتى تلمس الأرض برفق فلا يكاد الراكب يحس بنزولها إلا عند ما تعلو وتهبط من أثر عدم انتظام الأرض تحته كما هو شأن السيارة تهتز اذا سارت على أرض غير ممهدة.

---

(١) نقول قليلا حتى لا ترتفع مقدمة الطيارة كثيرا فتكبر زاوية السقوط (angle of incidence) كثيرا، وهى الزاوية التى يميل بها الجناح على اتجاه السير، وإلا حدث مالا تحمد عقباه فان لزاوية السقوط هذه حدا أعلى (لكل جناح حده الخاص) لو تجاوزته حدث للطيارة ما يسمى بالانهيار (stalling) وهو نقص فجائى فى مقدار الرفع المكتسب من الهواء بسبب انخفاض المقدمة وغوص الطيارة برأسها (nose diving) فى الهواء نحو الأرض لا سبيل الى انقاذها منه وهى قريبة من الأرض فيتحتم عندئذ وقوعها واصطدام مقدمتها بها فتحدث لها حطمة (crash) شديدة. أما اذا كانت عالية فان الطيار يدعها تهوى مسافة طويلة نحو الأرض حتى تستجمع سرعتها ثانية وعندئذ يستطيع أن يعدلها كيفما شاء.

ملخص جدولى لأجناس الطائرات



هذا الى أن الطيارات تختلف باختلاف الاغراض، فمنها: المحاربات والمستكشفات وحاملات المفرقعات والتوربيد والمستخدمة للتعليم وللاسعاف وللسابقات وللعب والتسلى وفى الخطوط الجوية التجارية.

obeikandl.com

ذيل للباب الأوّل

المحرك الهوائى

المحرك كما قدمنا هو الجزء الفعال فى تسيير كل من المناطيد والطيارات، وكذلك فى تعطيلها، فوقوفه لأى سبب من الأسباب هو ينبوع الخطر الأساسى فى الطيارات ولا سيما التى تحتوى محركا واحدا وهى الأغلبية العظمى منها . فلأهمية المحرك هذه رأينا أن نذيل الباب الأوّل وهو باب استعراض أجناس الطائرات بوجه عام، وذكر الأجزاء الأساسية فى كل منها، والقواعد العلمية العامة التى نتصل بها، نقول رأينا أن نذيله بفصل صغير عن المحرك الهوائى (aero - engine) نتناوله فيه من هذه الوجهة نفسها .

الصفات الأساسية فى المحركات الهوائية هى :

(١) الخفة : حتى ينتفع من المحرك بأكبر قوة حصانيه — قص (horse power—H. P.) ممكنة بالنسبة لثقل المحرك وملحقاته (accessories) . ومن أجل ذلك كانت كل المحركات الهوائية من ذوات الاحتراق الداخلى (internal combustion) كالمستخدمة فى السيارات . ويصنع هيكلها الخارجى من السبائك (alloys) الخفيفة المتينة .

(٢) الاستيثاق (reliability) : حتى نضمن اشتغال المحرك ساعات عديدة متوالية بقوته المتوسطة بدون أن تقف لأى سبب من الأسباب .

(٣) ملاءمة شكلها لأن توضع فى الطائرات مع ضيق الأمكنة المعدّة لها فيها، ومع الحاجة القصوى لتقليل مقاومة الهواء كما سنبينه فى الأبواب التالية . وتطور أشكال المحركات الهوائية ميزها كثيرا عن المحركات العادية، والتفنن فى تحسين الشكل

مع الاستمرار فى زيادة القوى الحصانيـة الناتجة هو الذى أدى الى خلق كثير من الأنواع الجديدة للمحركات .

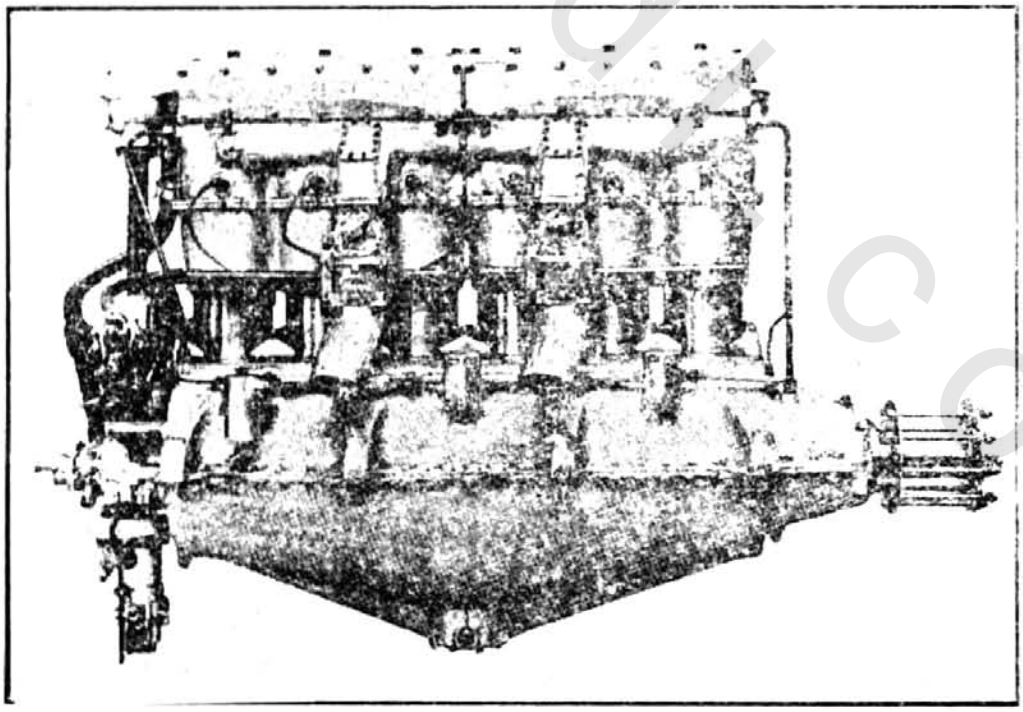
أجناس المحركات — المحركات الهوائية على ثلاثة أجناس رئيسية وهى :

(١) المحركات القائمة أو الثابتة (stationary) ومثلها ما رأيته فى شكل (١٤) وما تراه فى الأشكال (١٧ و ١٨ و ١٩)

(٢) المحركات المتشعبة (radial) كالتى فى شكل (٢٠)

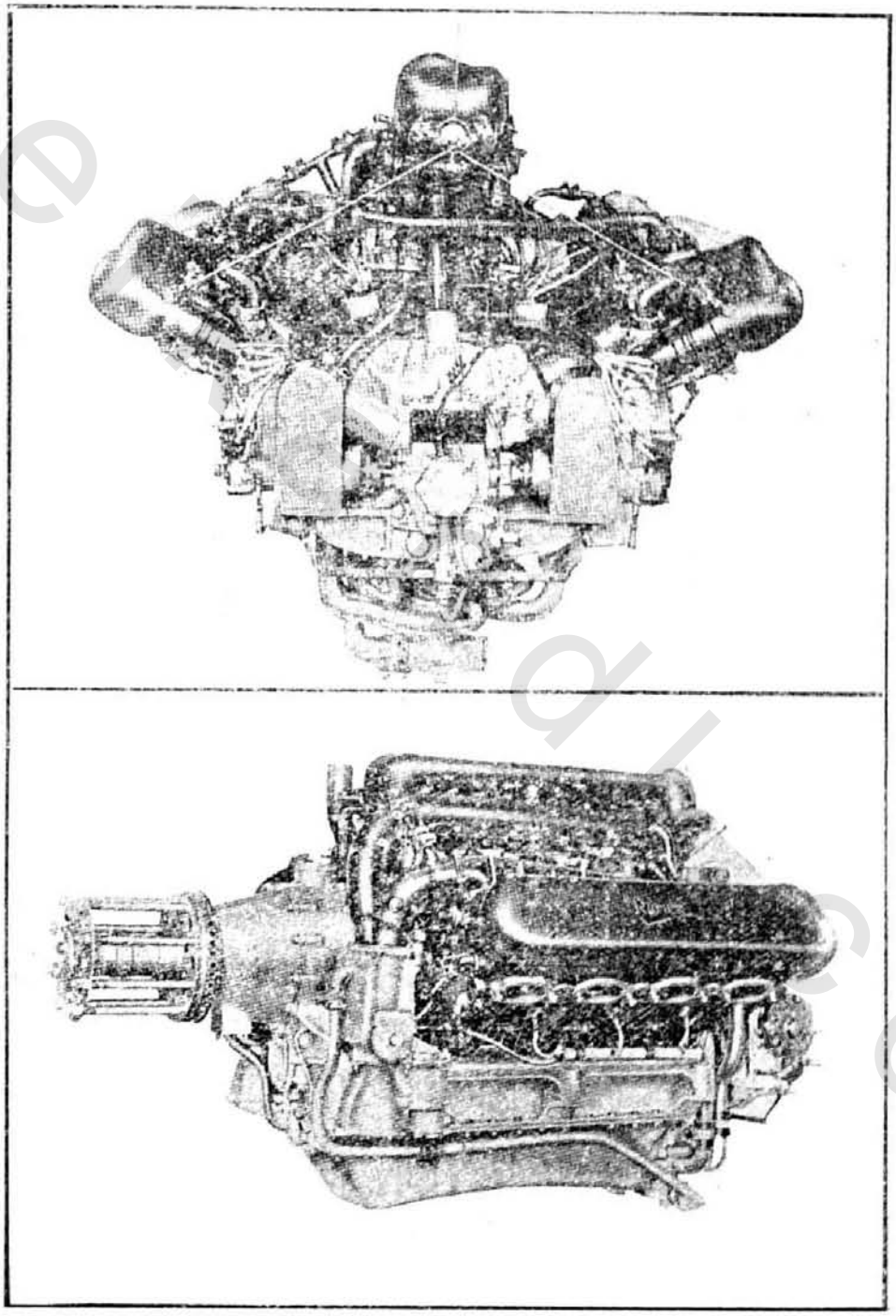
(٣) المحركات الدوارة (rotary) كالتى فى شكل (٢١)

الجزء الأساسى فى المحرك — ومع اختلاف هذه الأنواع فى طرق التصميم اختلافا عظيما فالجزء الأساسى فيها جميعا هو الاسطوانة (cylinder)، ويحتوى كل منها على عدد من هذه الاسطوانات تكون على صف واحد كما ترى فى شكل (١٧)



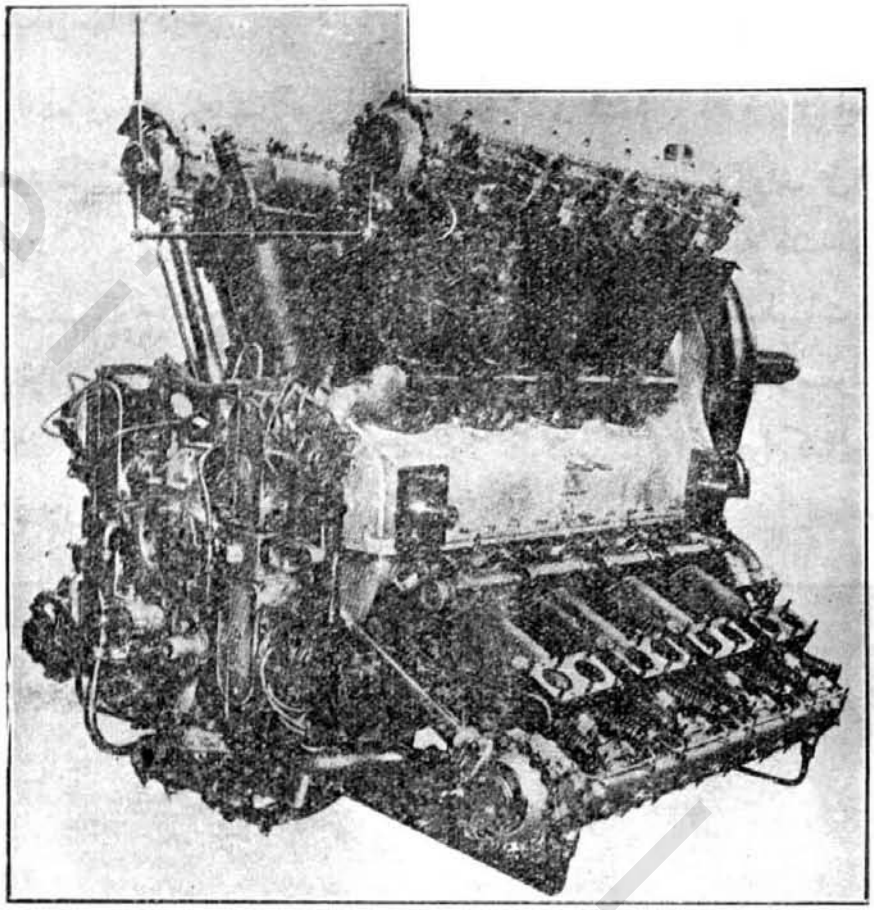
(شكل ١٧) المحرك القائم أو الذى يوما (Puma) صنع ارمسترنج سدلى (Armstrong—Siddley) له ست اسطوانات وقوته نحو ٢٣٠ قص

أو على صفين مائلين كما يميل جزءا العدد ٧ أحدهما على الآخر كما رأيت فى شكل (١٤) أو يزاد على هذين صف ثالث ينصب بينهما رأسيا (شكل ١٨) أو صفان



(شكل ١٨) المحرك القائم نابيرلين (Napier Lion) له ١٢ اسطوانة وقوته نحو ٤٥٠ قص

آخران بعكس الأوّلين يكونان شكلا يشبه رقم ٨ تحت رقم ٧ العلوى كما ترى فى شكل (١٩) .

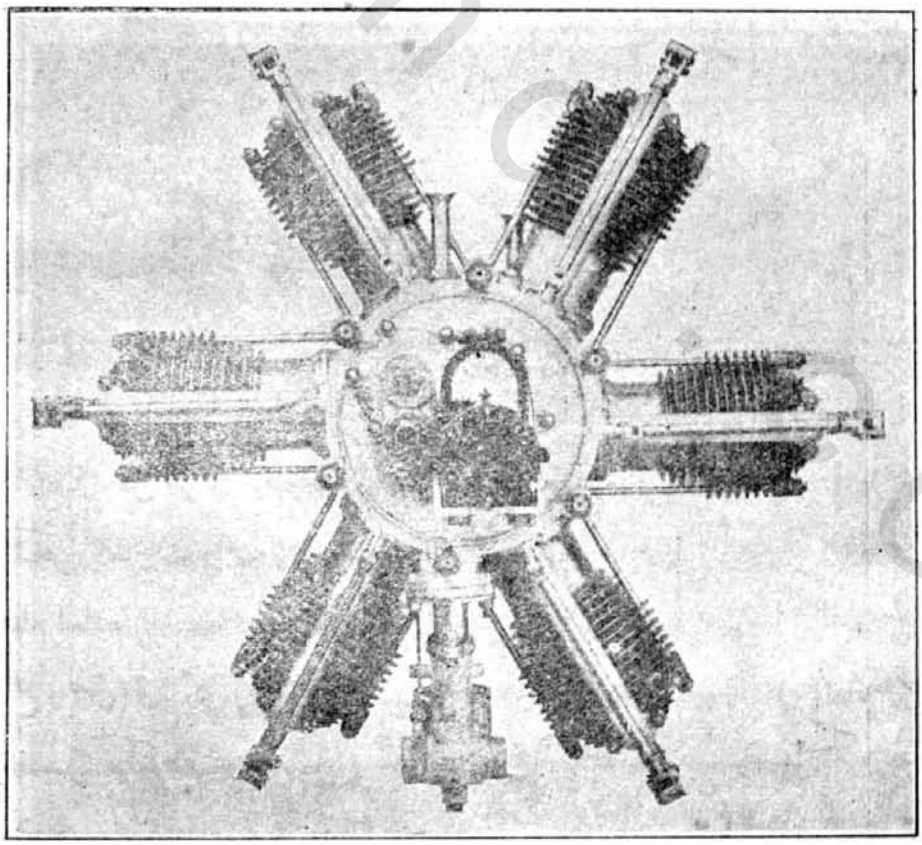


(شكل ١٩) نابيركب (Napier Cub) له ١٦ اسطوانة وقوته نحو ١٠٠٠ قص

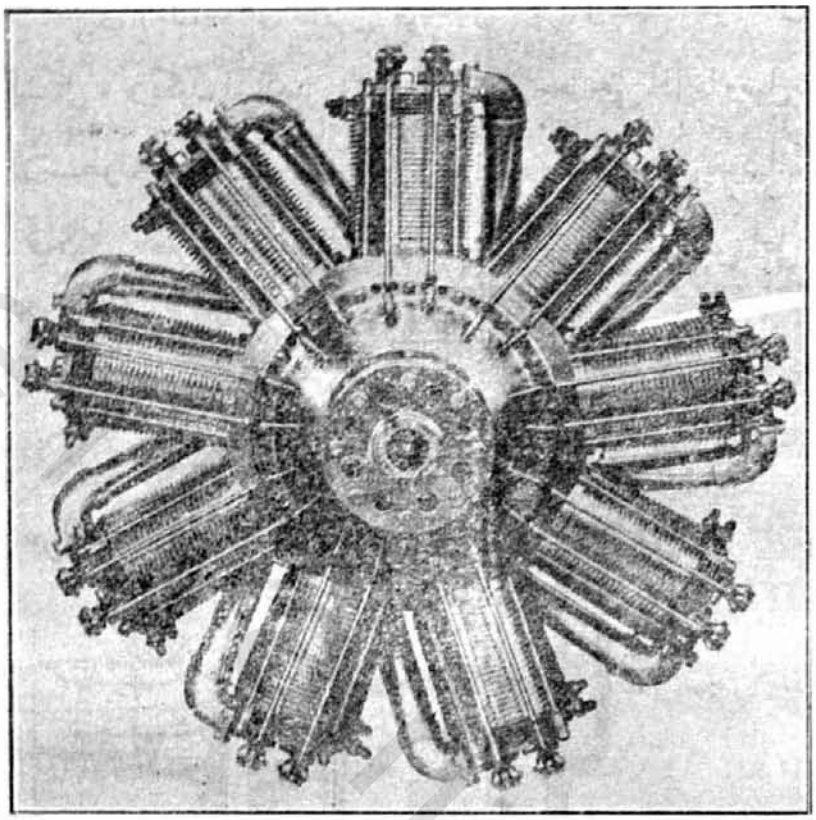
وفى كل من الاسطوانات فتحتان مركب عليهما صمامان (valves) صمام للشحن بالغازات واسمه صمام الشحن أو الصمام الحر (inlet) وصمام لتفريغها واسمه صمام العادم (exhaust) وتظهر احدى هاتين الفتحتين وصمامها (الصمام الحر) (ح وص) فى شكل (٢٢) ويتحرك فى كل اسطوانة مكبس (piston) (م فى شكل ٢٢) يتصل بواسطة عود من الصاب (ع) اسمه ذراع التوصيلة أو الذراع (connecting rod) بجزء من المحرك يسمى بعمود الكرنك أو عمود المحور (crank shaft) (كر فى شكل ٢٢) ويكون العمود فى المحرك القائم أو الثابت طويلا

ممتدا من أوله الى آخره وسط صندوق الكرنك أوبدنه (crank-case) (صك فى الشكل نفسه) وفى الجزء العلوى من هذا الصندوق فتحات تركب عليها الاسطوانات وتدخل منها الأذرع .

أما فى نوعى المحرك الآخرين، وهما المرسومان فى شكلى (٢٠ و ٢١) فيكون عمود الكرنك أو عمود المحور قصير، والاسطوانات فى مستوى رأسى عمودى على اتجاه عمود الكرنك مرصوصة على شكل أنصاف أقطار دائرة موزعة بانتظام هندسى . ويختلف النوع المتشعب من المحركات عن النوع الدوار فى أن الاسطوانات ثابتة فى الأول وعمود الكرنك يدور تبعا لاختلاف مواضع المكابس فى الاسطوانات المختلفة، أما فى الدوار فيكون العمود ثابتا والاسطوانات كلها تدور حوله كذلك تبعا لاختلاف مواضع المكابس المختلفة فى اسطواناتها .



(شكل ٢٠) المحرك المتشعب أنزانى (Anzani) ذى الست الاسطوانات وقوته نحو ٥٠ ق ص



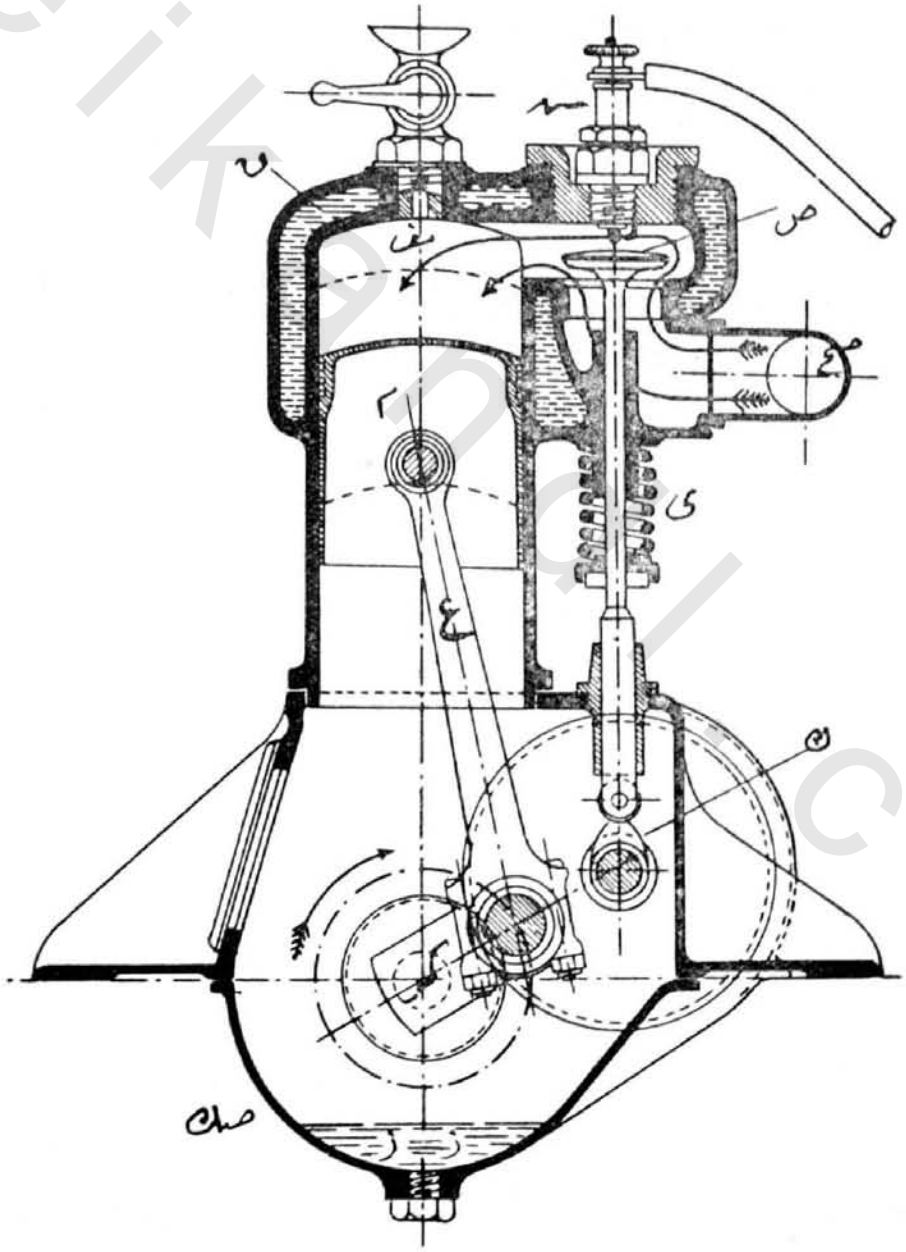
(شكل ٢١) المحرك الدوار الانجليزى ب ر ٢ (B.R.2) له تسع أسطوانات وقوته نحو ٢٢٠ قص

وعلى هـذا فالمروحة التى بدورانها تكتسب من الهواء القوة الدافعة الى الأمام (thrust) تثبت فى الجزء الدائر من المحرك، وهو العمود فى حالتى المحركين الثابت والمتشعب، وغطاء الكرنك هو وكتلة الاسطوانات فى حالة المحرك الدوار .

نظـــرية عمـــل المحـــركات

الذى يحدث فى المحركات عملية واحدة تتـكرر فى كل أسطوانة من أسطواناته وتنحصر فى أن كمية زيت من زيوت الوقود تدخل فى جهاز يبخرها و يخلط معها قدرا مناسـبا من الهواء واسم هذا الجهاز المبخر (carburettor) و يسـيطر عليه الطيار من مقعده بواسـطة ضابط صمـام الخناق كما قدمنا ، ويدخل المخـلوط المفرقع (explosive-mixture) الذى يتكوّن من اختلاط بخار الزيت بالهواء الى الأسطوانة

من فتحة الشحن (أو المدخل الحر ح فى شكل ٢٢) والصمام الحر (ص) مفتوحا كما فى الشكل، ويكون المكبس (م) عندئذ متراجعا حتى اذا ما وصل الى النهاية السفلى للأسطوانة أغلق اليـاى (ى) (spring) الصمام، ويعود المكبس الى الصعود فيكبس المخلوط المفرقع الى حجم صغير، ومتى بلغ المكبس أعلى موضع له



(شكل ٢٢) مقطع للاسطوانة والكرنك وما يتبعهما، يوضح نظرية عمل المحركات

(وهو معلم فى الشكل بخط متقطع) وشغل الغاز المكان (صف) الذى فوق المكبس والذى يمتـد الى ما فوق الصمام عندئذ يكون حجم الغاز أقله ، وتمر فى المخلوط شرارة كهربائية (spark) يحدثها مرور تيار كهربائى فى الشمعة (سم) (plug) يولده فى تلك اللحظه جهاز اسمه المجنيتو (magneto)، عنـدئذ يحترق الغاز فجأة ولازدياد حجمه يدفع المكبس الى الوراء بقوة هائلة حتى اذا ما بلغ المكبس أسفل موضع له فتح صمام العادم فى أعلى الأسطوانة فيخرج منه الغاز العادم (exhaust) وهو نتاج احتراق الزيت ،ثم يصعد المكبس فيطرد معظم بقاياه،وعند نزوله يغلق هذا الصمام [لايظهر هذا الصمام وفتحته فى شكل (٢٢) لأنهما فى الناحية الأخرى وراء الوجهة التى يراها القارئ ولكن هذه الفتحة، فتحة العادم، تظهر جليا فى جميع الأسطوانات فى شكلى (١٤ و ١٧) ويركب عليها عادة أنبوبة غليظة يمر منها هذا العادم الى الخلف[1] تظهر خارج الواقى (وهو المعروف بالكبود) فى شكلى (١٣ و ٤٨)] وفى الوقت الذى يغلق فيه صمام العادم والمكبس فى أعلى مواضعه يفتح الصمام الحر، الذى ظل مغلقا طول مدة انفتاح الآخر، يفتحه الكام (ك) وتدخل الى الإسطوانة أثناء نزول المكبس كمية جديدة من مخلوط بخار الزيت بالهواء فتتكرر العملية السالفة تماما .

والجزء الفعال فى هذه الدورة هو احتراق الغاز وما يتبعه من تمدد يدفع المكبس بقوة الى أسفل فيندفع وراءها الذراع (ع) ويدير العمود والمروحة المتصلة به ،وهذا هو أساس سير جميع تلك المحركات .

---

(١) وحديثا حاول البعض إمرار الغازات العادمة عند خروجها من هـذه الأنبوبة فى جهاز خاص اسمه المُسكت (silencer) ليتعدم ضجيج المحرك أو يضعف ولكن هذا الجهاز لم يمنع الفوضاء المريعة التى يُحس بها راكب الطيارة ولاسيما الطيار نفسه ، ذلك لأن تلك الفوضاء لم تكن ناشئة عن خروج الغاز العادم فحسب كما يتصور البعض ولكن كثيرا منها ناشئ عن أزيز المحرك أثناء دورانه فى الهواء بتلك السرعة الهائلة ولا سبيل الى اسكات هذا الصوت .

ولا شك أن احتراق الغاز يصحبه تولد مقدار عظيم من الحرارة لو توالى تراكمه على الاسطوانة لصهرها، فلا بد من اتخاذ الوسائل لتبريدها ولذلك طريقتان : ففى بعض المحركات يعتمد فى التبريد على التيار الهوائى المتولد من الحركة تعرض له مساحة كبيرة، وهذه هى الطريقة المتبعه فى النوعين الأخيرين من المحركات أى المتشعبة والدوارة ، أما النوع الأول فيغلب استخدام الماء لتبريد اسطواناته كما هو الشأن فى محركات السيارات فيغلف الاسطوانات لاسيما عند رأسها جراب (و فى شكل ٢٢) اسمه القميص (water jacket) ممتلئ بالماء الجارى تدفعه على الجرى مضخة (pump) خاصة يسيرها المحرك أثناء حركته، فيمر الماء فى دورته على المبرد (radiator) الذى ترى نظيره فى الغالب متصدرا فى وجه السيارات ليستقبل التيار الهوائى الذى يبرده وتراه متصدرا أيضا فى الطيارات كالتى فى شكل (٧٠) بصفحة (١١٥) .