الرادار

كيف يشتغل

قلما سمع القرّاء قبل نهاية الحرب الأخيرة باسم الرادار ، في حين أنه كان موجوداً قبلها ولكنه تطوّر في أثنائها تطورات كثيرة . كان مستعملاً عند الألمان كما كان مستعملاً عند الحلفاء . ولعب أدواراً عظيمة في الحرب . وله نصيب غير قليل في انتصار الحلفاء ، ولاسيما في الدور الأخير حين كان الحلفاء ينزلون جنودهم وعتادهم في نورمندي (فرنسا) . وكانوا يشوّشون بمهارة فائقة على رادار الألمان لكي يضللوهم عن الشاطىء الذي كانوا ينزلون فيه . فكانوا يرسلون أشعة تعمي رادار الألمان وتنزلون بالمظليات جنوداً من الذي في الشمال لكي يوهموا الألمان أنهم هناك سينزلون فيحولون معظم قواتهم الى تلك الناحية فخلا الجو للحلفاء عند نورمندي . وما قهر الألمان بحيل الحلفاء إلاّ بعد أن سبق السيف العزل .

كلمة رادار مؤلفة من الأحرف الأولى من هذه الجملة Radio Detection and Ranging ولكن الكُتَيِّب الذي نقتطف منه هذا المقال ، وقد طبعته الحكومة الاميركية ثم الحكومة الانكليزية كان يفضّل أن تكون من هذه الجملة Radio Direction and Ranging في كلتا الحالتين يبقى الاسم « رادار » Radar

ولا يخفى أن أسلحة الطيران في الحرب الأخيرة لعبت أهم الأدوار كما نعلم . وإذا كانت الحرب خدعة بحسب القول السائر فلاغتنار الطائرات بالغيوم والضباب وحلك الليل وثورات الجو مزية عظمى في المخادعة لأنه يقيّض للطائرات خير فرصة للمباغتة ، فلا يدري العدو بمفاجأتها إلاّ وهي تمطر قنابلها . ولكن الرادار قد قضى على هذه المزية للطائرات المفاجئة لأنه كان يخترق هذه المعميّات وهذه الحُجُب مهما كانت كثيفة . فهو خير وسيلة للدفع ضد الطائرات المعادية .

وقد بلغ الطيران من السرعة نحو نصف سرعة الصوت أو ثلثيها . ولذلك لم يعد هزيم الطائرات نذيراً بمجومها لأنها تصل الى هدفها قبل أن يخرج الحامع ملاقاتها . ولكن الرادار ينذر بقدومها وهي على بعد عدة مئات الأميال .

ثم إنه يتعذر جداً على الناسرة أو تكاشف ارتفاع الطائرات المحلقة في طبقات الجو العليا واتجاهها لكي تقصد إليها الطائرات المدافعة أو تسدد إليها المدافع الأرضية المقاومة ولكن الرادار كفيل بذلك . ليس هذا فقط بل ان الأهداف التي لا ترى تستخلف الاسحاب يكتشفها الرادار ويعين مواضعها تعييناً دقيقاً مُحكَماً فتناله بأفضل مما لو أرهف النظر بالمنظار .

منذ أكثر من سنتين كانت طائرة ذات راكبين : السائق ومساعده قادمة من ناحية فلسطين . فلما دخلت في جوّ الصحراء اصطدمت بعاصفة رملية هوجاء أعمتي الابصار . ولما أوشكت لم يعد صائقها يريان هيئاً حتى ولا عن بعد متر واحد . ولم يعودا يدريان طريقاً للخروج من ذلك الجو المخيف ولا الرجوع منه . وحاولا أن ينزلا الى الأرض فلم يستطيعا خوفاً من كارثة الاصطدام والتحطيم وقررا الرجوع ، فكان أهد خطراً ، الى أن نفد الوقيد فحاولا الهبوط . فوقعت الكارثة التي كانا يجاهدان في اتقائها وهبطا على غير هدى فتحطمت الطائرة وتحطما معها . لو كان الرادار في خدمتها فيها واليها لسلما .

لم تقتصر فائدة الرادار على اكتشاف ما في البر والجو من أهداف بل تناولت أهداف البحر أيضاً . ففي وسع السفن ان تستجلي ما دونها من أخطار البحر مهما كان ضباب الجو كثيفاً وكانت الأسلحة البحرية تضرب سفن العدو من غير أن تراها رؤية العين لأن الرادار كان يرشدها اليها على الرغم من كثافة الضباب حتى ولو كانت وراء الأفق . والآن تستطيع السفن والبوارج المجهزة بالرادار ان ترى البر وخلجانه والحضيض وبحيراته وأغواره مهما اعترضت الحُجُب .

انه لجهاز عجيب ذو عِدَد وعدّد من الموظفين تحت نظام أعجب . فكيف يشتغل الرادار ؟

كيف يشتغل الرادار

اختُرع الرادار عن طريق الراديو أو هو تطوّر منه ، بيد انه يختلف عنه بأن جهاز الارسال وجهاز الاستقبال كليهما في بلدة واحدة ، ويندر أن يكون لهما سلك Antenna واحد للارسال والاستقبال . بل لكل من الغرضين سلك واحد خاص به . ولكنهما كليهما في عدة واحدة .

الجهاز المرسل الأشعة الموجية يرسل الطاقة القوية في ضوء صغير جداً من الوقت ينفث هذه الطاقة نفثة واحدة في لحظة لا يُشعر بها تسمى نبضة . يمكن أن تصدر هذه النبضة في جزء واحد من المليون من الثانية .

لا تستغرب هذا ! إن معظم حركات الطبيعة سريعة هكذا . تنتهي في جزيئات من الزمن متتابعة لا تقاس بالثواني بل بأجزاء من الملايين من الثانية . والثانية هي وحدة الزمان في نظرنا . وبها نحسب الدقائق والساعات والأيام والسنين والقرون . ولكن تأتينا في نظر الطبيعة قرون بل أدهار . ووحدة الزمن عند الطبيعة هي هذه النبضة الخاطفة . وحسبنا أن نفهمها هذا . وأمكننا أن نحسب وحدات الحركة ، أي هذه النبضات ، التي نسميها بالاسم العلامة Quantum ونحن نسميها « المقدار » : وسنرى في الطبيعة العجب وأغرب من هذا .

بعد كل نبضة يتوقف الجهاز المرسل عن الإرسال هنيهة من الزمان أطول من هنيهة النبضة — يتوقف بعض أجزاء الألف من الثانية الى أن ينفث النبضة التالية . وفي أثناء الفترة بين كل نبضة وأخرى يكون الجهاز المستقبل عاملاً عمله . فالاشارات التي يستقبلها هي شبيه صدى للنبضات القوية التي أرسلت فانعكست عن الأجسام والأجسام القريبة أو البعيدة . أقرب الأجسام يرد صدى النبضات عاجلاً . والأجسام البعيدة يرد الصدى متأخراً . وهكذا الأقرب أعجل والأبعد أبطأ كما هو مفهوم بالبديهة . إذن فالفترة بين إرسال النبضة واستقبال الصدى تقرر مقدار بُعد الجسم عن الجهاز — من سفينة أو طائرة أو جبل أو بناية الخ .

هذا ممكن لأنه طبيعي . أي لأن الفترة هي المدة اللازمة لعودة النبضة التي ترحل بسرعة النور وتعود بها . والنور كما هو معلوم سريع جداً . ولذلك فالفترات المشار إليها قصيرة جداً . وقياسها هو من الخصائص الفنية المختصة بعلم موظفي الرادار . وهو ما لا يستطاع شرحه هنا بل له دراسة خاصة . وهو أحد وسائل نجاح الرادار الحديث في معرفة أبعاد الأجسام والاجرام ، بدقة عجيبة . وقد قرأنا في أخبار الصحف في الصيف الماضي أن أحد العلماء أرسل أشعة رادار الى القمر فعاد إليه صداها وعرف منه المسافة بينه وبين القمر بأدق وأهم مما كان معروفاً عنها .

ولما كان النور يسير بسرعة ١٨٦٠٠٠ ميل أو ٣٠٠ ألف كيلو متر في الثانية أو بعبارة أخرى ٣٠٠ متر في جزء من مليون من الثانية ، وكان عليه أن يرحل رحلتين : ذهاباً وإياباً ، فالمسافة من الرادار الى الهدف — قل أنها ١٠٠٠ متر مثلاً — يرد الصدى في ستة أجزاء من الثانية بعد صدورها من الجهاز المرسل . هذا مدى قصير بالنسبة الى الرادار قبل الحرب . وأما الآن فصار في الامكان قياس مسافة ٥ أو ٦ أمتار بالرادار بكل تدقيق ، أي في مدة جزء من ٣٠ من المليون من الثانية — أفلا تعجب وتستغرب وتتحير في مقدرة هذا الانسان الذي يستطاع أن يحصي هذه المدة التي هي كأنها لاشيء من الثانية .

إن استعمال النبضات المشار إليها يؤدي وظيفة بسيطة في قياس المدى كما رأيت. بقي أن نعلم كيف يرشد الرادار إلى الجهة التي يكون فيها الهدف.

يرشد الرادار الى الهدف بتجهيزه اصلاك التوجيه التي ترسل النبضات في حزمات شعاعية كأشعة الأنوار الكشافة التي كنا نراها منطلقة من أجهزة على الأرض الى الجو في مدة الحرب لاستكشاف طائرات العدو.

يمكن ادارة هذا السلك الناقل Antenna (كسلك الراديو الذي نراه على السطوح) الى جهات مختلفة في أثناء ارسال النبضات الى أن يعود صدى (شعاعي) عن جسم ما فيلفت النظر اليه كطائرة أو سفينة أو بحر أو بحيرة أو جبل الخ. فيكتشف الهدف المراد. وحينئذٍ يمكن الحصول على وضعة أو نبضة راجعة قوية كصدى للنبضة التي صدرت اذا وجهنا طرف السلك المستقبل الى الهدف الذي وقعت عليه النبضة.

فاتجاه السلك الذي هو نفس اتجاه الهدف يمكن ان يقرأ أو يثبت في لوحة الرادار (التي ذكرت سابقاً) ويدل على السفينة أو الموقع أو اتجاه الطائرة المقبلة أو المدبرة الخ. ثم يوجه بموجبه اطلاق القنبلة على العدو أو قطع الطريق عليه أو قضاء أي غرض من الأغراض المبتغاة.

وهناك وسيلة أخرى للاستدلال البصري على موقع الهدف واتجاهه وبعده. وهي استعمال الآلة المسماة «المرشد الى الموقع» Plan Position Indicator بوساطة هذه الأنظمة ترسم أسداء الرادار خريطة على صفحة طرف انبوب تمرّ فيه شعاعة الكاثود الواردة عن يد السلك المستقبل المشار اليه آنفاً.

وهنا لا بد من افهام القارىء ماذا يراد بالكاثود هذا. الكاثود هو القطب السلبي من أي مجرى كهربائي (وضده الآفود أي الطرف الايجابي). والكاثود ينفث فئات الكترونات تمر من هذه النبضات المذكورة آنفاً بشكل شعاعات ينفثها بقدر حدة التيار الذي يرد اليه. فاذا كان السلك الناقل من الرادار يلتقط هذه الاصداء (أو هي تصدمه) فهي بطبيعة الحال تنتهي عند الكاثود المتصل بالسلك الملتقط. ولذلك ترسم هذه الأصداء على اللوحة التي في فم أنبوب الكاثود. ولما كانت الأصداء مختلفة القوة والمدة فتظهر على لوحة الكاثود مختلفة الاشكال أيضاً (كما أن الأصوات في الراديو تصدر مختلفة النبرات بسبب اختلاف قوة الصوت وحدته).

والموظف العامل في الرادار يمكنه أن يتصور نفسه كأنه مقيم فوق الجهاز سواء كان في سفينة او في طائرة او على الارض وناظراً الى المنظر الذي تحته.

وهما كثرت او قلت الاهداف التي يتجه اليها الرادار او يوجه اليها سلك الارسال،

فكل هدف يلقي على شاشة أنبوب الكاثود المذكور نقطة ضوء خاصة به . وشكل هذه النقطة الضوئية واتجاهها وبعدها عن المركز تدل على مقدار بعد الهدف واتجاهه وحقيقته . فاختلاف النقط الضوئية ومواقعها حول المركز يمثل بطريقة مرئية الأهداف جميعاً على اختلاف أبعادها وأشكالها .

ليست هذه الخريطة كما ترى في صفحة التلفيجن Telegon أو صورة السفينة أو صورة الطائرة الخ . وانما هي علامات متباينة يفهمها الذين درسوها ومارسوها والذين اختبروها قبلهم واستقروها من موظفي الرادار كأنها لغة قائمة بذاتها يفهمونها فهماً أكيداً .

أعجب من كل ذلك أن أسداء الرادار تريك وتفسر لك الأشباح عن بُعد أمتار . ففي البارجة حيث يقتضي الأمر معرفة المدى الذي يطلق إليه مدفع ذي ١٦ بوصة مثلاً يمكن أسداء الرادار أن تعلن لموظف الرادار المدى على بُعد قريب حتى على بعد بضعة عشر متراً .

في حالة الدفاع ضد الطائرات تتوجه أطراف أسلاك الارسال والاستقبال من تلقاء نفسها بحيث أنها تظل متجهة الى الهدف الطائر من غير تدخل العامل سوى التوجيه الأول والمدافع تتجه من تلقاء نفسها أيضاً الى الهدف ، وذلك بحركة أولية تؤتى في الجهاز . ومتى تحركت الأجهزة فيه اشتغلت من تلقاء نفسها . وأغرب من ذلك أن توجه الطائرة المقاتلة من مكان بعيد من غير راكب فيها يديرها وإنما تدار باللاسلكي من مكان الادارة على الأرض .

وهناك أنواع من الرادار حديثة ذات خصائص عجيبة . فمنها رادار يميز بين صدى وصدى أو بين هدف وهدف . وأصداء كل هدف دون آخر . ومدى كل منها ، وهو أمر يتوقف على حدة أشعة الرادار الصادرة منه . وهذه تتوقف على متانة سلك الارسال أو الاستقبال وحجمه ، لأن الشعاعة تكون أحدّ وأهدأ كلما قصرت موجة الارسال . ولأن اتساع الشعاعة يناسب طول الموجة .

الرادارات القديمة كانت تشتغل على الموجات الطويلة عدة أمتار فكانت تتسع الأشعة بنسبتها . أما رادار اليوم فكالراديو الحديث يتقدم روبداً في استعمال أقصر ما يمكن من الموجات القصيرة وكلما تقدم هذا أمكنه أن يسجّل الاهداف على بُعد بضعة أمتار إذا لزم الأمر حتى على بُعد متر ونصف . وكلما نجح في هذا السبيل نجح في تسهيل التفاصيل أو توريتها .

حتى متى يقطع هذا الانسان في العلم والاختراع ويتراجع في الآداب ومقتضيات الاجتماع ؟

نقولا الحداد