الآثار الكهربائية

المحيط بجو الارض

يجعل المواصلات اللاسلكية مستطاعة
ويفسّر شذوذها مفهوماً

لما فاز ماركوني في سنة ١٩٠١ بارسال الاشارة اللاسلكية الاولى من اوربا الى اميركا، قام بعمل عُدَّ عجيباً في ذلك العصر، لانه كان مناقضاً لما يعرف من نواميس الطبيعة. ذلك بأن الرأي العلمي في مستهلّ هذا القرن كان مجمعاً على ان الامواج اللاسلكية تنطلق من المحطة التي تذيعها، فلا تجاري في سيرها تحدُّب الارض، لانها تسير في خطوط مستقيمة كامواج الضوء فتخترق الهواء وتغور في الفضاء. ومن مفاخر ماركوني العلمية ان تثبيط العلماء همته من هذه الناحية لم يثنِ عزمهُ فجرَّب تجربتهُ الحاسمة في ١٢ دسمبر سنة ١٩٠١ فتحقق حدسهُ وخاب رأي العلماء، ولكن تجربتهُ دلّت على ان هناك في طبقات الجوّ العالية حالة كهربائية من شأنها أن تعكس الامواج اللاسلكية فتردها الى الارض. واستخرج هيڤيسيد وكنلي واقرانهما اوصاف هذه الحالة استخراجاً نظريًّا، ولكن الدليل التجريبي على وجود طبقة او طبقات في اعالي الجوّ تصل صلَ المرآة بالامواج اللاسلكية، لم يقم إلا في سنة ١٩٢٥ وقد أقامهُ حينئذٍ بريت Breit وتوف Tuve بمعهد كارنيجي بواشنطن والاستاذ ايپلتن Appleton في بلاد الانكليز وذلك بفوزهم بعكس امواج لاسلكية عكساً مباشراً من طبقات الجوّ العليا

وقد تقدم البحث في المنطقة المكهربة من جوّ الارض تقدماً عظيماً منذ اجرى هؤلاء الباحثون الثلاثة تجاربهم المتقدمة الذكر. ويطلق على هذه المنطقة اسم «ايونوسفير» Ionosphere أي «الغلاف الكروي المؤين». ونحن نعلم الآن ان الشمس هي العامل الفعّال في إحداث هذه المنطقة بتأيين Ionization دقائق الهواء وجزيئاته. وليست هذه المنطقة طبقة مؤينة واحدة بل طبقات متعددة منها طبقة E وهي اوطأها اي اقربها الى سطح الارض وهي تعكس الامواج اللاسلكية الطويلة والمتوسطة وارتفاعها ستون ميلاً. ثم هناك طبقة F_1 وارتفاعها ١٢٠ ميلاً وهي تعكس امواجاً لاسلكية اقصر من الأمواج الاولى. وطبقة F_2 وارتفاعها ١٨٠ ميلاً وهي تعكس امواجاً اقصر من طائفتي الامواج المتقدم ذكرها

ان قدرة هذه الطبقات على عكس الامواج اللاسلكية رهنٌ بعدد الدقائق الكهربية التي في الجوّ وهي إما كهيربات ، وإما جزيئات تحوّلت كهربية بانفصال اجزاء منها فتعرف بالأيونات Ions أو الشوارد . فاذا كان عدد الكهيربات في البوصة المكعبة من الطبقة مليوناً استطاعت تلك الطبقة أن تعكس موجة لاسلكية طولها ١٣٠ متراً اذا أصابت الموجةُ الطبقةَ إصابة عمودية . أما الامواج التي اقصر من ذلك فتخترق الطبقة فتعكسها طبقة اخرى فوقها أو تنطلق في الفضاء

ولكن قلما تصيب الامواج اللاسلكية الطبقات المكهربة اصابة عمودية في اثناء تبادل الاشارات بين المحطات اللاسلكية . والتالي ان تصيبها منحرفة وفي هذه الحالة تستطيع الطبقة أن تعكس موجة طولها ثلاثة أضعاف طول الموجة التي تعكس اذا أصابتها عموديًّا أي ان الطبقة التي تعكس موجة طولها ١٣٠ متراً اذا أصابتها عموديًّا، تستطيع أن تعكس موجة طولها ٣٩٠ متراً اذا اصابتها منحرفة . وهذا يوافق ما يعرف عن انعكاس امواج الضوء عن سطوح المرايا

ولما كان كتلة الأيونات أكبر من كتلة الكهيربات ، فتحريكها اعسر من تحريك الكهيربات ولذلك يجب ان يكون عدد الايونات في بوصة مكعبة من الهواء ٣٠ الف مليون لكي تكون لها خواص بوصة مكعبة تحتوي على مليون كهيرب

هذه الحقائق لا تنطبق الاّ على طبقات الايونوسفير العليا حيث لا يكثر اصطدام الكهيربات او الايونات بجزيئات غير مكهربة من غازات الهواء . أما في طبقات الايونوسفير السفلى حيث تكثر جزيئات غازات الهواء فالاصطدام بين الكهيربات والجزيئات يفقدها بعض طاقتها فتعجز عن ردّ الامواج الى سطح الأرض . والغالب أن عدد الكهيربات في هذه الطبقات السفلى من الأيونوسفير قليل فتأثيرها في المواصلات اللاسلكية التجارية البعيدة المدى يسير جدًّا . ولذلك تخترق امواج هذه الاشارات اللاسلكية الطبقات السفلى من الايونوسفير ولا تعكس الاّ بواسطة الطبقات العليا. ثم أن الطبقات السفلى تمتصّ في النهار الامواج المعيَّنة للأذاعة وهذا يفسّر تعذر سماع الأذاعة صادرة من محطة بعيدة في اثناء النهار

***

ماذا يكهرب أعالي الجوّ؟ قلنا ان الشمس هي العامل الاقوى في كهربتها ، والمقام الاول بين أشعة الشمس المختلفة في تأيين طبقات الهواء العالية هو للاشعة التي فوق البنفسجي . بل ان بعض الباحثين يعتقد انها المصدر الوحيد لهذا التأيين . وقد وضع سكيت Sixtlet جدولاً لمصادر التأيين في طبقات الجو العليا فاذا المكان الاول فيه للاشعة التي فوق البنفسجي في ضوء الشمس وتليه من بعد الشهب والأشعة فوق البنفسجي والأشعة الكونية والاشعة التي فوق البنفسجي في ضوء البدر . فاذا أخذنا بهذا الجدول ظهر لنا ان طاقة الاشعة التي فوق البنفسجي

وفعلها في تأيين طبقات الهواء العليا يفوقان عشرة أضعاف طاقة المصادر الاخرى مجتمعة وفعلها . وليس ذلك لان الاشعة التي تفوق البنفسجي أقوى فعلاً وأنفذ من الاشعة الكونية مثلاً ولكن لان ما تلتقطهُ الارض منها اكثر كثيراً مما تلتقطهُ من الاشعة الكونية

***

وقد كشف الباحث الاميركي ديلنجر Dellinger من عهد قريب كشفاً يميط اللثام عن بعض أحوال الغلاف المؤيَّن . ذلك أن أمواج الراديو القصيرة تتلاشى فجأة أحياناً في النصف المضاء من سطح الكرة الارضية . وقد يستمر هذا التلاشي من بضع دقائق الى اكثر من ساعة . وفي هذه الحالة يتعذر الاتصال اللاسلكي على السفن في البحر او الطائرات في الهواء او محطات الهواة اذا كان هذا الاتصال بعيد المدى . وقد حدثت حوادث كثيرة من هذا القبيل . ولوحظ ان هذا التلاشي في الناحية المضاءة من سطح الارض مقترن بأعاصير في الشمس تؤثر في مغنطيسيتها والتيارات الكهربائية التي تسري في قشرتها

وقد درست هذه الظاهرات دراسة دقيقة باشراف معهد كرنيجي وبواسطة مرصديه في هوانكايو في بيرو، وواتزلو في غرب استراليا وبواسطة هيئات اخرى . وكانت الطريقة المتبعة في هذه الدراسة اطلاق أمواج لاسلكية قصيرة صوب الغلاف الايوني عشر مرات في الثانية ثم تدوَّن أوقات ارتدادها الى الارض بعد أن تعكسها احدى طبقات الغلاف المؤيَّن . ثم يعمل حساب ارتفاع الطبقة التي ردَّتها بالاستناد الى الوقت الذي استغرقتهُ حتى عودتها . وهي طريقة تستند الى المبدإ المعتمد عند ما تريد ان تقيس بُعد صخر باطلاق صوت صوبهُ ثم قياس المدة المنقضية بين اطلاق الصوت وسمع الصدى . وفي المستطاع ايضاً تقدير عدد الكهربات في الطبقة العاكسة استناداً الى انهُ كلما قصرت الأمواج زاد عدد الكهربات في البوصة المكعبة الذي يلزم لعكسها

وعلى ذلك ظهر انهُ عندما تقع ظاهرة التلاشي ، يتعذَّر الفوز بعكس الامواج اللاسلكية من طبقات E، F1، F2 ، فكأنك واقف أمام مرآة ترى فيها شبحك لانها تعكس أمواج الضوء ، ثم لا ترى شيئاً لان المرآة غدت وهي لا تعكس الامواج . فاما أنها انكسرت وهوت شظاياها وإما قام بينها وبينك حجاب صفيق . والتفسير الاول في ما يتعلق بانعكاس الامواج اللاسلكية غير معقول . لذلك فرض ان هناك حجاباً يقوم بين سطح الارض وبين هذه الطبقات المكهربة العاكسة فيحول دون عكس الأمواج اللاسلكية ، بل بالحري يحول دون وصول الأمواج اللاسلكية اليها . وهذا الحجاب توامهُ كهربات أو ايونات ، قائمة على مرتفع يسير أقرب الينا من طبقة E ويجب ان ينظر الى هذه الطبقة نظرنا الى ملاءة تغطي الجانب المضاء من الكرة الارضية ولا تطوع سطحها اكثر من ٤٠ الى ٦٠ ميلاً

وقد تقدم منا ان الاشعة التي فوق البنفسجي في ضوء الشمس هي اقوى عامل في احداث الطبقات المكهربة في اعالي الجو فظهور هذه اللاءة التي تحدث تلاشي الامواج اللاسلكية ، على مرتفعات بعيدة فوق سطح الارض ، يقتضي ان تكون الاشعة التي فوق البنفسجي اقوى في هذه الحالة منها في الحالات العادية وهذا يرتد بنا الى الاعاصير التي تنتاب سطح الشمس فتقذف الغازات وأهمها الايدروجين في الفضاء المحيط بها . واذا اضيف الى ذلك فعل الكلف[1] ايضاً تيسرت قوة فعالة منطلقة من الشمس قادرة على زيادة فعل التأين في طبقات الهواء الغربة من سطح الارض فتنشأ اللاءة التي تغطيه احياناً فوق نصف الفضاء فتحدث ظاهرة التلاشي

ومن غريب ما يقال في هذه الطبقات المؤينة أنها ليست طبقات مستوية محدودية تحيط بخلاف الارض الغازي كأنها قشرة كرة ، ولكنها تأثرها بالضوء والحرارة وغيرهما من العوامل دائمة التحرك فتشق فيها الاودية وتبسط السهول وترفع الجبال ، وهذا يفسّر بعض ما يصيب الاذاعات اللاسلكية من شذوذ في بعض الاحيان

ومن الطبيعي ان يخطر للباحث وللقارىء معاً أن يسأل هل وراء او فوق الطبقة F2 طبقات مؤينة أخرى تردُّ الامواج اللاسلكية القصيرة التي تفذ من خلال الطبقة F2 ؟ وازدُّعلى ذلك ان مهندساً لاسلكيًّا نرويجيًّا يدعى هالز Hals لاحظ سنة ١٩٢٧ انهُ سمع اشارة لاسلكية واحدة ثلاث مرات . فبعدما سمع الاشارة الاصلية بث سُبع ثانية فسمعها ثانيةً كأنها واردة من جهة مقابلة ثم بعد انقضاء ثلاث ثوانٍ سمعها ثالثة . أما الصدى الاول (المسموع بعد سبع ثانية) فيمكن تعليلهُ بأنهُ سمع بعد ما دارت الاشارة اللاسلكية حول الارض دورة تامة وهذه الدورة تستغرق سبع ثانية . ولكن من أين جاء الصدى الثالث . ان مجيئه بعد ثلاث ثوانٍ يقتضي ان يكون قطع ٨٤٠٠ الف ميل . ثم قيل أن آخرين سمعوا صدى لاشارة لاسلكية معيَّنة بعد انقضاء خمس ثوانٍ وان آخرين سمعوا صدًى لاسلكيًّا بعد خمس عشرة ثانية . وأن فريقاً من علماء النظك الفرنسيين سمعوا مثل هذا الصدى بعد انقضاء ثلاثين ثانية على سماع الاشارة الاصلية . وهذا يقتضي أن يكون هناك طبقات معينة تردُّ هذه الامواج اللاسلكية على ابعاد شاسعة فوق سطح الارض . ولذلك اتجه العلماء الى تفسيرها بطبائع الخلاف المؤيَّن المتنقلة فقال فان درپول الهولندي وايلتن الانكليزي أن افضل تعليل لهذه الاصداء هو فرض انحصار بعض الامواج اللاسلكية بين طبقتين متغيرتين من الايونوسفير فتتذبذب بينهما بضع ثوانٍ ثم يحدث انفراج أو ثغرة في إحدى الطبقتين فتعود الامواج الى الارض . وهو تعليل لا بأس بهِ ولكنهُ لا يزال موضع بحث وتجريب

(١) راجع مقال « الكلف والاشعة الكهربية » مقتطف اغسطس ١٩٣٨