جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الأنبار – كلية الآداب

قسم الجغرافية

المرحلة: الرابعة ٢٠٢٣ – ٢٠٢٤

استاذ المادة: د. خالد ابراهيم حسين – ساهرة فوزي طه

اسم المادة باللغة العربية: الجيوماتكس

اسم المادة باللغة الانكليزية: Geomatics

اسم المحاضرة الاولى باللغة العربية: النظم العالمية لتحديد المواقع

اسم المحاضرة الاولى باللغة الانكليزية: Global Positioning Systems

مقدمة

تتعدد النظم العالمية لتحديد المواقع Global Navigation Positioning Systems – أو اختصارا GNSS – المستخدمة في الوقت الراهن لتشمل تقنية (GPS الأمريكية GPS) وتقنية الجلوناس GLONASS الروسية، بالإضافة لقرب تشغيل تقنية جاليليو Galileo الأوروبية وتقنية بي دو Beidou الصينية. وتعتمد كل هذه التقنيات على استخدام الأقمار الصناعية لتحديد موقع (إحداثيات) أي هدف على سطح الأرض سواء كان ثابتا أو متحركا.

نبذة تاريخية

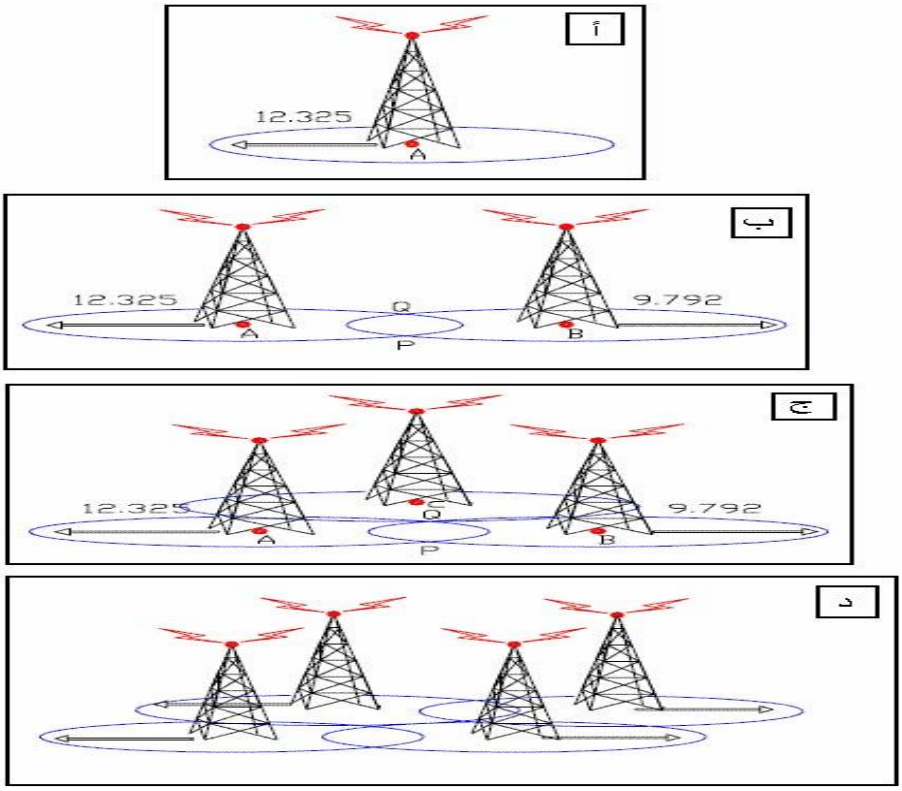
مع بداية النصف الثاني من القرن العشرين الميلادي دخلت المعرفة البشرية منعطفا تقنيا جديدا حيث أستطاع الإنسان أن يرسل أجساما معدنية إلى خارج نطاق الغلاف الجوي لكوكب الأرض، وهي الأجسام التي أصطلح على تسميتها بالأقمار الصناعية Satellites. يعد إطلاق القمر الصناعي الروسي الأول "سبوتنيك-١ Sputbik-1" في ٤ أكتوبر ١٩٥٧هو إعلان دخول الإنسان لعصر الأقمار الصناعية. هذا وقد بدأ إطلاق الأقمار الصناعية وغزو الفضاء – بصفة عامة – بعد أن تطورت عدة تقنيات وخاصة الصواريخ والرادار، فالصاروخ هو الوسيلة لإيصال القمر الصناعي إلى الفضاء (كان أول صاروخ يطلق للفضاء بواسطة فريق علماء ألمان بقيادة براون في عام ١٩٣٤) والرادار مهم لتعقب القمر ومعرفة موقعه، كما ساهم التطور في الحاسبات الآلية وأنظمة الاتصالات في الإسراع بالدخول إلى عصر الفضاء.

وقبل بدء عصر الأقمار الصناعية توصل العلماء الى طريقة جديدة لتحديد المواقع بالاعتماد على الموجات الراديوية أو الكهرومغناطيسية ، وكان المبدأ الأساسي في هذه الطريقة هو قياس الزمن الذي تستغرقه الموجه الراديوية في الرحلة ذهابا و عودة بين محطة البث أو الإرسال Transmitting Station وجهاز الاستقبال Receiver. فإذا استخدمنا القاعدة العلمية المعروفة:

المسافة = السرعة × الزمن

وباعتبار أن سرعة الموجة تعادل سرعة الضوء (حوالى ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية) فيمكننا حساب المسافة بين محطة الإرسال وجهاز المستقبل. لكن يتبادر إلى الأذهان السؤال التالي:
كيف يمكن لهذه الفكرة – أو هذه المسافة التي يمكن حسابها – أن تستخدم في تحديد موقع شخص معين؟ الإجابة سهلة وتتكون من (شكل٦-١): نفترض أن برج إرسال قد تم وضعه فوق نقطة معلومة الموقع ولتكن نقطة A على سطح الأرض ، ونحن لدينا وحدة أو جهاز استقبال لهذه الموجات الراديوية في موقع ما غير معلوم. عند فتح جهاز الاستقبال وقياس أو(حساب)

المسافة بين هذا الموقع المجهول والمحطة أو البرج عند A وجدنا أنها تساوي ٣٢٥,١٢ متر مثلا. إن هذه المعلومة (شكل ٦-١ أ) لا تخبرنا أين موقعنا بالضبط ولكنها تقرب موقعنا إلى أي نقطة على محيط الدائرة التي نصف قطرها يساوي ٣٢٥,١٢ متر حول برج الإرسال A (وهو البرج المعلوم موقعه مسبقا). الآن نفترض أننا قمنا بتثبيت برج إرسال ثاني فوق نقطة معلومة أيضا ولتكن B على سطح الأرض، وبنفس الطريقة قمنا بحساب (أو قياس) المسافة بواسطة جهاز استقبال الموجات الراديوية فكانت تساوي ٧٩٢,٩ متر. هذه المعلومة الجديدة تخبرنا أيضا أننا نقع على محيط دائرة مركزها نقطة B ونصف قطرها يساوي ٧٩٢,٧ متر. أي أننا موجودين على بعد ٣٢٥,١٢ متر من نقطة A وأيضا على بعد ٧٩٢,٩ متر من نقطة B. وهذا يؤدي بنا أننا نقع عند تقاطع هاتين الدائرتين ، أما عند نقطة P أو عند نقطة Q (شكل ٦-١ ب). أي أننا نستخلص أن وجود برجين إرسال يمكننا من تحديد احتمال موقع من موقعين ، ولا يخبرنا بالضبط أين نحن. نحتاج الآن لبرج إرسال ثالث يتم وضعه عند نقطة معلومة و لتكن C على سطح الأرض ، و بنفس الطريقة نقوم بحساب (أو قياس) المسافة بواسطة جهاز استقبال الموجات الراديوية. هذه المسافة الثالثة ستخبرنا بكل تأكيد هل نحن عند النقطة P أو عند النقطة Q (شكل ٦-١ ج). فإذا كانت الأبراج أو محطات الإرسال الثلاثة تعمل باستمرار وفي نفس الوقت ، فأن أي جهاز استقبال لهذه الموجات الراديوية سيستقبل الإشارات المرسلة من المحطات الثلاثة ويمكنه بسرعة تحديد موقعه في هذه اللحظة. فإذا كان جهاز الاستقبال هذا متحركا (أي موجود على سفينة مثلا) فأنه باستطاعته تحديد موقعه باستمرار عند كل لحظة في مسيرته. فإذا أضفنا برج إرسال رابع فأن هذه المنظومة ستكون ذات كفاءة عالية لان البرج الرابع سيكون حكما للوثوق في إشارات الأبراج الثلاثة الأساسية كما أنه سيكون احتياطيا في حالة عدم استقبال الإشارات من أيا من الأبراج الثلاثة (شكل ٦-١ د). وتسمي هذه الطريقة لتحديد المواقع بنظم الملاحة الراديوية

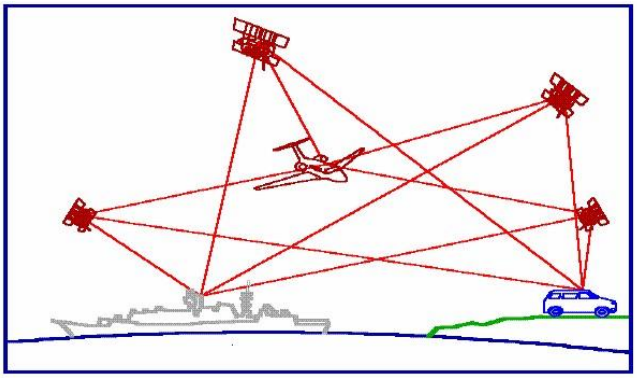


شكل (٦-١) الملاحة الراديوية و تحديد المواقع

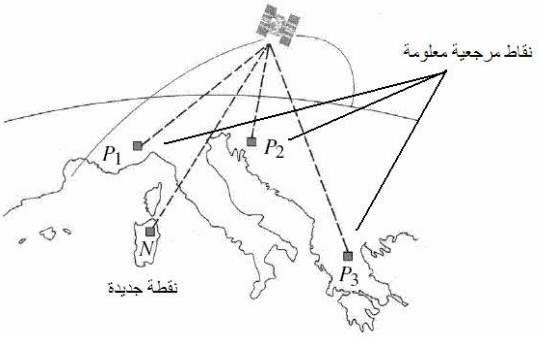
ومن أمثلة هذه النظم الراديوية لتحديد المواقع نظام لوران LORAN وهو اختصار الاسم "الملاحة للمساحات الشاسعة والذي بدأ في الولايات المتحدة الأمريكية تقريبا في عام ١٩٥٠ ويهدف أساسا لمساعدة السفن في إبحارها. تكون نظام لوران من عدد من السلاسل (السلسلة مكونة من ٤ أبراج إرسال تغطي كل محطة أو برج حوالى ٥٠٠ ميل) ليمكن تغطية الساحل الغربي الأمريكي كله. لكن هذه النظم الملاحية كان لها بعض العيوب أو المعوقات مثل: (١) أي نظام سيكون ذو تغطية محدودة تبلغ حوالى ٥% من سطح الأرض وبالتالي فلن يصلح ليكون نظام ملاحة عالمي، (٢) يستطيع هذا النظام تحديد المواقع في اتجاهين فقط – أي الموقع الأفقي – لكنه لا يمكنه تحديد الارتفاع في الاتجاه الرأسي، (٣) دقة النظام كانت في حدود ٢٥٠ متر والتي قد يمكن اعتبارها مناسبة للملاحة البحرية لكنها غير مناسبة للملاحة الجوية – للطائرات – أو لطرق المساحة الأرضية التي تتطلب دقة أعلى في تحديد المواقع.

ومع ظهور الأقمار الصناعية طبق العلماء نفس مبدأ الملاحة الراديوية في تطوير ما عرف باسم الملاحة بالأقمار الصناعية Satellite Navigation. فإذا استبدلنا محطات الإرسال الأرضية بأقمار صناعية ترسل موجات راديوية يستطيع جهاز الاستقبال أن يتعامل معها ويحسب المسافة من موقعه إلى موقع كل قمر صناعي فيمكن تحديد الموقع الذي به هذا

المستقبل. ربما يتبادر إلى الأذهان الآن سؤال: أبراج الإرسال كانت ثابتة و معلومة الموقع وكنا نستخدمها كعلامات مرجعية Reference Points تمكننا من حساب موقع جهاز الاستقبال، لكن الأقمار الصناعية غير ثابتة فكيف سيمكن التعامل معها؟ الإجابة هي أن كل قمر صناعي يكون معلوم المدار الذي يدور عليه في الفضاء وتكون من أهم مهام الجهة المسئولة عن نظام الأقمار الصناعية أن تراقب كل قمر و تحدد موقعه بكل دقة في كل لحظة، وبالتالي فيمكننا القول أن موقع كل قمر صناعي يكون معلوما في أي لحظة طوال ٢٤ ساعة يوميا ، أي أن كل قمر صناعي سيكون بمثابة نقطة مرجعية (شكل٦-٢). وطبقا لهذا المبدأ الأساسي فيمكن اعتبار القمر الصناعي – من وجهة النظر المساحية – على أنه هدف Target عالي الارتفاع ، بحيث إذا أمكن رصده من ثلاثة نقاط أرضية معلومة الإحداثيات فيمكن تحديد موقع نقطة مجهولة ترصد هذا القمر الصناعي في نفس اللحظة (شكل٦-٣).



شكل (٦-٢) الملاحة بالأقمار الصناعية



شكل (٦-٣) المبدأ المساحي للملاحة بالأقمار الصناعية

وقد تطورت نظم الملاحة بالأقمار الصناعية مع إطلاق نظام الملاحة الأمريكي الذي عرف باسم ترانزيت Transit وأيضا باسم نظام دوبلر Doppler – في الستينات من القرن

العشرين الميلادي، وكان الهدف الرئيسي منه تحديد مواقع القطع البحرية في البحار والمحيطات والمعرفة الدقيقة لإحداثيات المواقع الإستراتيجية. وبالرغم من هذه الأهداف العسكرية إلا أن المهندسين المدنيين قد استخدموا هذا النظام في العديد من التطبيقات المساحية وخاصة إنشاء شبكات الثوابت الأرضية الدقيقة. أعتمد نظام الدوبلر على عدد من الأقمار الصناعية التي ت دور على ارتفاع حوإلى ١٠٠٠ كيل ومتر من سطح الأرض حيث يكمل كل قمر دورة كاملة حول الأرض في مدة تبلغ ١٠٧ دقيقة وكانت دقة تحديد المواقع الأرضية اعتمادا على هذا النظام في حدود ٣٠-٤٠ متر. ومع أن أقمار الدوبلر تغطي معظم أنحاء الأرض إلا أن عددها (٦ أقمار صناعية فقط) لم يكن يسمح بتواصل الإشارات طوال ٢٤ ساعة يوميا – بل لعدة ساعات طبقا للموقع المطلوب على الأرض – مما لم يلبي حاجة مستخدمي النظام سواء العسكريين أو المدنيين وأدي ذلك إلى بدء وزارة الدفاع الأمريكية – مع بداية السبعينات – في تطوير نظام ملاحي آخر.