نظام تحديد المواقع العالمية (الأهمية - المكونات - الفكرة الأساسية)

THE GLOBAL POSITIONING SYSTEM

GPS

أ - عليّ خليفة الحمـــودي ـ المعهد العالي لتقنيات علوم البحار-صبراتة

Gmail.com@Alialhmody93

الملخّـــص:

The Global Positioning System (GPS) is a satellite-based navigation system developed by the U.S. Department of Defense. It serves marine, airborne, and terrestrial users, both military and civilian. Specifically, GPS includes the Standard Positioning Service (SPS). these services are available worldwide with no requirement for a local reference station. In contrast, differential operation of GPS provides 2- to 10-m accuracy to users within 1000 km of a fixed GPS reference receiver. It will on those aspects of GPS.

نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) هو نظام ملاحـــة يعتمد على الأقمار الصناعية طورته وزارة الدفاع الأمريكية ، وهو يخدم المستخدمين البحريين والجويين والأرضيين ، العسكريين والمدنيين. وعلى وجه التحديد يتضمن نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) خدمة تحديد المواقع القياسية (**SPS**) هذه الخدمات متاحة في جميع أنحاء العالم دون الحاجة إلى محطة مرجعية محلية ، وفي المقابل، يوفّـــر التشغيل التفاضلي لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) دقّـــة تتراوح من 2 إلى 10 أمتار للمستخدمين ضمن مسافة 1000 كيلومتر من جهاز استقبال مرجعي ثابت لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**). سوف يتعلق الأمر بهذه الجوانب من نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**).

الاختصارات:

ITA: اتفاقية تكنولوجيا المعلومات **Information Technology Agreement**

DOD: وزارة الدفاع الأمريكية **Department of Defens**

IOC: القدرة التشغيلية الأولية **Initial Operating Capability**

FOC القدرة التشغيلية الكاملة **Full Operating Capability**:

MCS : محطة تحكم رئيسية **Master control station**

SA: التوفر الانتقائي **Selective availability**

PPS: خدمة تحديد المواقع الدقيقة **Precise positioning service**

SPS: خدمة تحديد المواقع القياسية **Standard positioning service**

QZSS: نظام الأقمار الصناعية شبه السمتية **Quasi-Zenith Satellite System**

IRNSS: النظام الإقليمي الهندي للملاحة عبر الأقمار الصناعية **Indian Regional Navigation Satellite System**

1-المقدمـــــة Introduction:

نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**)، الذي نشأ في الولايات المتحدة في أواخر السبعينيات، معترف به على نطاق واسع باعتباره الطريقة الأكثر دقّـــة للملاحة في العالم ، نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) معروف - أيضًا - بإشارات زمنية دقيقة تعمل على مزامنـــــة أنظمة شبكة المعلومات العالمية باستخدام الألياف الضوئية ، الأقمار الصناعية والراديو والكابلات المحورية والأسلاك النحاسية (1) نظـــرًا لكونه تقنية مدمجة ، فإن نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) ليس غير مرئي بشكل عام في أجهزة الكمبيوتر الشخصية، والسيارات، ومعدات المسح، وأنظمة تتبع الطقس، الذخائر العسكرية وأجهزة الاستقبال الإلكترونية وغيرها من المنتجات التي تتضمن التكنولوجيا. فمعظم الأفراد، على سبيل المثال، لا يدركون أن البيانات الواردة من مصادر مالية محلية ودولية تعتمد المؤسسات على التزامن الدقيق لتدفقات البيانات التي يوفرها نظام تحديد المواقع(2) **GPS** منذ إنشائها من قبل وزارة الدفاع الأمريكية

قبل 25 عامًا تقريبًا (بتكلفة حوالي12 مليار دولار)(3) وظهورها في الوعي العام الأوسع بعد أن أصبحت متاحا للاستخدام المدني في عام 1984، تطور نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) إلى مجموعة واسعة من التقنيات التي قدمت مجموعة هائلة من الفوائد للمستهلكين. على سبيل المثال، قامت العديد من خدمات الشرطة والإطفاء خدمات الطوارئ الطبية بدمج نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) في المركبات لضمان أسرع استجابة ممكنة في مواقف الحياة أو الموت. يقدم مصنعو السيارات شاشات عرض خرائط مدعومة بنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) والتي توفر التوجيهات للسائقين على شاشات العرض ومن خلال التعليمات الصوتية المركبة. لقد أثبت نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) أنه لا يقدر بثمن بالنسبة لممارسي رياضة المشي لمسافات طويلة ،ولاعبي الغولف وراكبي الدراجات وغيرهم من المستخدمين الترفيهيين من خلال توفير اتجاهات دقيقة. ومن المرجح أن يكون النظام في الهواتف المحمولة لتحديد الموقع في حالات الطوارئ. الطيران والتعدين، تم تعزيز البناء والأنشطة التجارية والصناعية الأخرى من خلال تحديد المواقع الدقيق الذي يوفره نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**). على الرغم من أن المخاوف المتعلقة بالخصوصية يمكن أن تشكل عائقًا كبيرًا فيما يتعلق بمراقبة الأنشطة الفردية، إلا أنه يمكن استخدام نظام تحديد المواقع لتحديد أنماط التسوق وملفات تعريف العملاء لتحسين إدارة المبيعات والمخزون.(4)

وقد أدّى التوســـع في الاستخدام والشعبية إلى أن يصبح نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) تقنية معلومات تشكل جزءًا من البنية التحتية العالمية الناشئة للمعلومات.(5) تتطلب اتفاقية تكنولوجيا المعلومات (**ITA**)، التي تم الانتهاء منها خلال الاجتماعات التي عقدتها منظمة التجارة العالمية في سنغافورة في ديسمبر 1996، على الدول الموقعة إلغاء التعريفات الجمركية على قائمة محددة من منتجات تكنولوجيا المعلومات بحلول الأول من يناير عام 2000. وتشمل هذه المنتجات أجهزة الكمبيوتر وملحقاتها، ومعدات الاتصالات السلكية واللاسلكية ، وبرامج الكمبيوتر، ومعدات تصنيع أشباه الموصلات، والأدوات التحليلية ، وأشباه الموصلات والمكونات الإلكترونية الأخرى.(6)

وتعد اليابان، تليها الولايات المتحدة ، المورد العالمي الرئيسي للمنتجات المتعلقة بنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**). وعلى الرغم من أن الولايات المتحدة واليابان متشابهان فيما يتعلق بتكنولوجيا تصنيع نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**)، إلا أن الولايات المتحدة تتمتع بتقدم طفيف في المنتجات ذات القيمة المضافة الأعلى ذات المحتوى البرمجي المتقدم. وكانت الحصة المتبقية من السوق العالمية مسؤولة إلى حد كبير عن الدول الأوروبية. على الرغم من أن انتشار المئات من تطبيقات نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) المستقلة كان لها تأثير مفيد هائل على الاقتصاد العالمي، إلا أن الفوائد الاقتصادية المستقبلية تكاد تكون غير محدودة مع استمرار ظهور التطبيقات الجديدة.(7)

1.2 مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في عدم وجود مراجع كافية باللغة العربية لتوضيح ما هو نظام تحديد الموقع العالمي لذلك تم طرح عدة أسئلة في هذا الموضوع والإجابة عنها بطريقة بسيطة ومفصلة.

1.3 تساؤلات الدراسة:

حيث تطرح هذه الدراسة عدة تساؤلات للإجابة عنها:

1. ما هو **(GPS)؟**
2. لماذا نستخدم نظام تحديد المواقع العالمي **(GPS)؟**
3. ماهي حالات استخدام نظام تحديد المواقع العالمي؟
4. ما مدى دقة نظام تحديد المواقع العالمي **(GPS)؟**
5. ماهي أنظمة العالمية للملاحة عبر الأقمار الصناعية **(GNSS)؟**
6. مقارنة أجهزة **GPS** مقابل أجهزة **GNSS!**
7. ما هي أجهزة **GNSS؟**
8. ما هو مستقبل نظام تحديد المواقع؟

1.4 أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة لإلقاء نظرة عامة حول الأساليب المستخدمة في علم النقل , حيث تم التركيز على نظام تحديد المواقع الـ **(GPS)** و تقديم ملخص عن المجالات المختلفة بما في ذلك الخدمات القائمة على الموقع وعلوم النقل والجغرافيا البشرية.

1 - 5 - أهمية الدراسة:

نظرا للتطور الحديث في أنظمة تحديد المواقع **GPS** و النهضة العلمية في ما تقدمه من خدمات الى مستخدميها من سهولة ويسر في تحديد أماكن زبائنها والخدمات المختلفة التي تقدمها سلطنا الضوء على مكونات هذه التقنية وطريقة عملها والمميزات والعيوب التي من الممكن أن تحدث حيث تكمن أهمية هذه الدراسة في مواكبة التطورات العالمية من علوم وتقنيات حديثة

1.6 منهجية الدراسة:

تتناول هذه الدراسة الجانب الوصفي لتقديم التوضيحات عن نظام تحديد المواقع **(GPS)** والتوصل إلى الإجابات المتاحة عن الأسئلة المعروضة في البحث.

2. الدراسات السابقة:

في دراسة لدنيش وآخرون تم إجراء مسح على طرق تتبع المركبات المختلفة باستخدام**(GPS)**. حيث قاموا بتركيب جهاز تتبع المركبات يجمع النظام بين تركيب جهاز إلكتروني مثبت في السيارة، أو داخل المركبات، مع برنامج كمبيوتر مصمم لهذا الغرض للسماح للمالك أو المستخدم بتتبع موقع السيارة، وجمع البيانات في هذه العملية. اليوم تستخدم أنظمة تتبع المركبات عادة تقنية نظام تحديد المواقع العالمي **(GPS)** لتحديد موقع السيارة، ولكن هناك أنواع أخرى من أنظمة تتبع المركبات تستخدم تقنية نظام تحديد المواقع العالمي **(GPS)** لتحديد موقع السيارة ويمكن أيضًا استخدام تقنية تحديد موقع السيارة تلقائيًا. يمكن الاطلاع على معلومات السيارة وتحديد موقعها على خرائط جوجل الإلكترونية عبر الإنترنت أو البرامج المتخصصة نظام متقدم لتتبع المركبات على **Google Earth** باستخدام **GPS** لعرض موقع المركبة على خرائط جوجل الإلكترونية.(8)

وفي دراسة أخرى قام بها م.كروليك اهتمت بعلاقة النظام العالمي لتحديد المواقع (**GPS**) بالزراعة من جانب أنظمة توجيه الآلات المتطورة حيث كان له فائدة كبيرة فيما يتعلق بمدخلات الإنتاج الدقيقة، وتقليل أخطاء الآلات في الحقول، وبالتالي تقليل تكاليف المدخلات الزراعية. إحدى المشاكل في الزراعة الحديثة هي ضغط التربة الناجم عن الآلات الثقيلة في الحقول. ترتبط حركة المرور المفرطة بظاهرة ضغط التربة وآثارها السلبية. يمكن استخدام مراقبة حركة الآلات والتحليل التفصيلي لمرور الآلات عبر الحقل لتحديد مناطق الحقل المحملة بكثافة بحركة المرور الزراعية. تركز هذه الورقة على البيانات التي تم الحصول عليها من أنظمة توجيه الآلات الزراعية لتقييم وتقليل تكرار مرور الآلات الزراعية عبر الحقل ولضمان أقصى قدر من كفاءة العمل الميداني. حيث تم تقييم كثافة حركة المرور في مجموعة مختارة من المجالات. تمت مراقبة مرور المركبات بجميع العمليات الميدانية واستخدام مجموعة من الآلات عبر الحقول المختارة خلال عام واحد مما أدى إلى رسم خريطة لكثافة حركة المرور في الحقول لمدة عام واحد. تم تقييم أنظمة الحراثة المختلفة وعروض عمل الآلات والوظائف الميدانية من خلال تقييم عدد مرور المركبات عبر الحقل. أدى نظام الحراثة إلى تغطية 86.1% من إجمالي المساحة بممرات العجلات، في حين أظهر نظام الحراثة المحافظة 63.8% من المساحة المتأثرة بإطارات الآلات.(9)

1.1 نظام تحديد المواقع:

خلال أوائل ستينيات القرن العشرين، قررت وزارة الدفاع الأمريكية (**DoD**) أن نظام الملاحة العالمي المناسب لجميع الأحوال الجوية والمعتمد على تحديد المواقع بدقة عبر الأقمار الصناعية سيكون أكثر فعالية من أنظمة الملاحة الراديوية المستخدمة خلال تلك الفترة. لذلك، تم تكليف القوات البحرية والجوية الأمريكية للتحقيق في إمكانية وضع أجهزة إرسال راديو عالية التردد في الفضاء باستخدام الأقمار الصناعية(10). ومن خلال الجهود المشتركة لهذه الإدارات العسكرية، تم إنشاء أول قمر صناعي لنظام تحديد المواقع العالمي (المجموعة 1) يشتمل على ترددات عالية. تم تطوير أجهزة الإرسال الراديوية. تم إطلاق هذا القمر الصناعي في البداية في عام

1978، وتلاه 9 عمليات إطلاق إضافية من الفئة 1 ليصبح المجموع 10 أقمار صناعية تدور بحلول نهاية عام 1988.(11)

على الرغم من أن الأقمار الصناعية بلوك 1 (التي كانت أول تطبيق للملاحة عبر الأقمار الصناعية) قد تم تطويرها بموجب عقود مع وزارة الدفاع واستخدمت بشكل حصري للدفاع الوطني، إلا أن الارتفاع المطرد في الطلب المدني أدى إلى إتاحة نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) للاستخدام المدني في عام 1984. لم تكن أقمار المجموعة 1 قادرة على التعامل مع الطلب المتزايد، والذي نتج عن انتشار أجهزة استقبال نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) بأسعار معقولة، وتم تطوير وإطلاق 24 قمرًا صناعيًا جديدًا لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS Block II**) خلال الفترة 1989-1994.

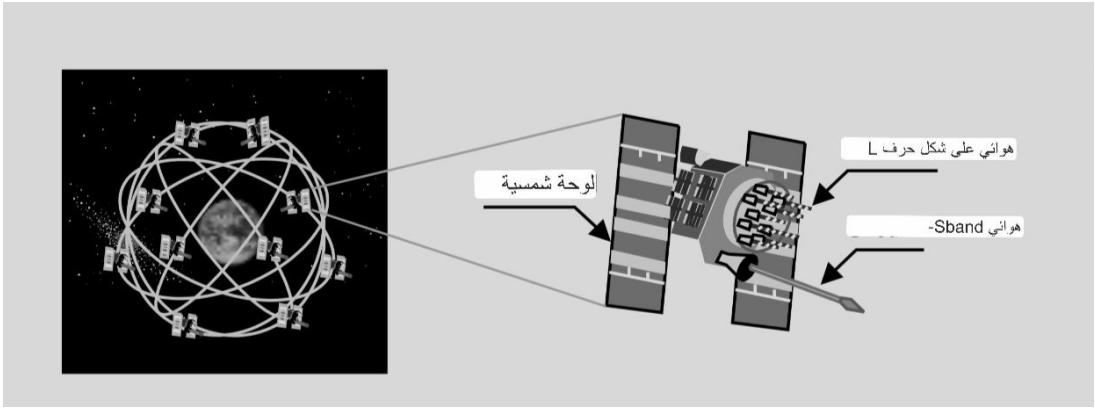
تُستخدم أقمار **GPS NAVSTAR11** هذه حاليًا لتوفير تغطية عالمية على مدار 24 ساعة لكل من التطبيقات العسكرية والمدنية.(12)

1.2 نظرة عامة على نظام تحديد المواقع:

يتكون نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) اسميًا من كوكبة مكونة من 24 قمرًا صناعيًا عاملاً. تم الانتهاء من هذه الكوكبة، المعروفة باسم القدرة التشغيلية الأولية (**IOC**)، في يوليو 1993. ومع ذلك، صدر الإعلان الرسمي عن القدرة التشغيلية الأولية في 8 ديسمبر 1993 (13). لضمان التغطية العالمية المستمرة، **GPS** يتم ترتيب الأقمار الصناعية بحيث يتم وضع أربعة أقمار صناعية في كل مستوى من المستويات المدارية الستة (الشكل1).

وباستخدام هندسة الكوكبة هذه، يمكن رؤية ما بين أربعة إلى عشرة أقمار صناعية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) في أي مكان في العالم، إذا تم أخذ زاوية ارتفاع قدرها 10 درجات في الاعتبار، هناك حاجة إلى أربعة أقمار صناعية فقط لتوفير معلومات تحديد الموقع. تكون مدارات الأقمار الصناعية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) دائرية تقريبًا (شكل بيضاوي مع أقصى انحراف مركزي يبلغ حوالي 0.01)، مع ميل يبلغ حوالي 55 درجة إلى خط الاستواء. يبلغ المحور شبه الرئيسي لمدار **GPS** حوالي 26,560 كم (أي ارتفاع القمر الصناعي حوالي 20,200 كم فوق

سطح الأرض) وتبلغ الفترة المدارية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) المقابلة حوالي 12 ساعة فلكية (حوالي 11 ساعة و58 دقيقة). تم الإعلان رسميًا عن أن نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) قد حقق القدرة التشغيلية الكاملة (**FOC**) في 17 يوليو 1995، مما يضمن توفر ما لا يقل عن 24 قمرًا صناعيًا تشغيليًا وغير تجريبي لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**).

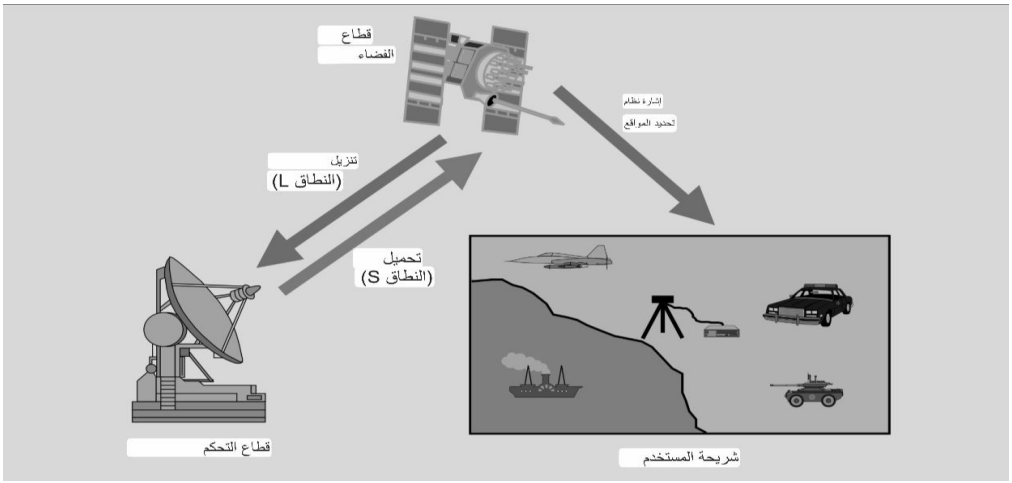


الشكل(1): كوكبة GPS

1.3 قطاعات نظام تحديد المواقع:

يتكون نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) من ثلاثة أجزاء: الجزء الفضائي، وقطاع التحكم الأرضي، وقطاع المستخدم (الشكل 2)(14).

يتكون الجزء الفضائي من كوكبة مكونة من 24 قمرًا صناعيًا تم تقديمها في القسم السابق. يرسل كل قمر صناعي لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) إشارة تحتوي على عدد من المكونات: موجتان جيبيتان (تُعرفان أيضًا بترددات الموجة الحاملة)، ورمزين رقميين، ورسالة ملاحية. تتم إضافة الرموز ورسالة الملاحة إلى الموجات الحاملة كتشكيلات ثنائية الطور. يتم استخدام الناقلات والرموز بشكل أساسي لتحديد المسافة من جهاز استقبال المستخدم إلى نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**).



الشكل(2): شرائح نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

تحتوي رسالة الملاحة، بالإضافة إلى معلومات أخرى، على إحداثيات (موقع) الأقمار الصناعية كدالة للوقت. ويتم التحكم في الإشارات المرسلة بواسطة ساعات ذرية عالية الدقة موجودة على متن الأقمار الصناعية.

يتكون جزء التحكم في نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) من شبكة عالمية من محطات التتبع، مع محطة تحكم رئيسية (**MCS**) تقع في الولايات المتحدة في كولورادو سبرينغز، كولورادو. تتمثل المهمة الأساسية لقطاع التحكم التشغيلي في تتبع أقمار نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) من أجل تحديد مواقع الأقمار الصناعية والتنبؤ بها، وسلامة النظام، وسلوك الساعات الذرية للأقمار الصناعية، وبيانات الغلاف الجوي، وتقويم الأقمار الصناعية، واعتبارات أخرى. يتم بعد ذلك تجميع هذه المعلومات وتحميلها إلى أقمار **GPS** الصناعية من خلال رابط **S- band**.(15)

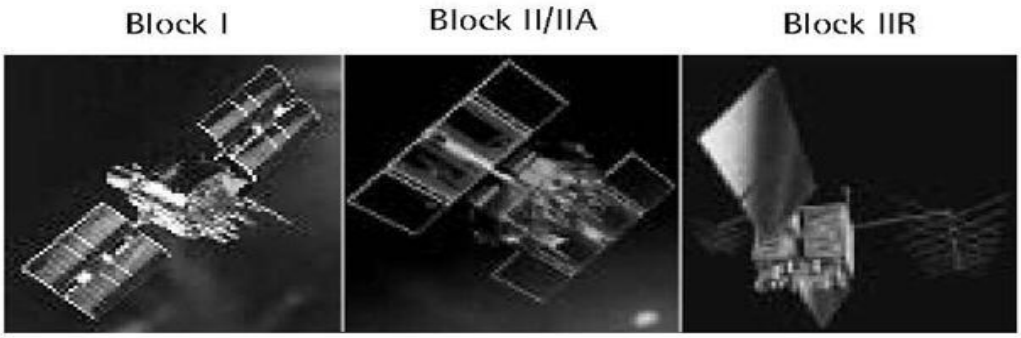
يشمل قطاع المستخدمين جميع المستخدمين العسكريين والمدنيين. من خلال أجهزة استقبال وأجهزة إرسال **GPS** بما في ذلك عناصر مثل الساعات والهواتف الذكية وأجهزة الاتصال عن بعد. يمكن للمستخدم استقبال إشارات **GPS**، والتي يمكن استخدامها لتحديد موقعه في أي مكان في العالم . نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) متاح حاليا لجميع المستخدمين في جميع أنحاء العالم من دون أي رسوم مباشرة.

1.4 أجيال الأقمار الصناعية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**):

بدأ بناء كوكبة الأقمار الصناعية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) بسلسلة من 11 قمرًا صناعيًا تُعرف باسم أقمار المجموعة الأولى (الشكل 3). تم إطلاق أول قمر صناعي في هذه السلسلة (وفي نظام تحديد المواقع العالمي) في 22 فبراير 1978؛ تم إطلاق آخرها في 9 أكتوبر 1985. تم بناء أقمار المجموعة الأولى بشكل أساسي لأغراض تجريبية. وكانت زاوية ميل المستويات المدارية لهذه الأقمار بالنسبة إلى خط الاستواء 63 درجة، وتم تعديلها في الأجيال التالية من الأقمار الصناعية **(16)**. على الرغم من أن العمر التصميمي للأقمار الصناعية من الفئة **I** يبلغ 4.5 سنوات، إلا أن بعضها ظل في الخدمة لأكثر من 10 سنوات. تم إخراج آخر قمر صناعي من طراز **Block I** من الخدمة في 18 نوفمبر 1995. يُعرف الجيل الثاني من أقمار **GPS** الصناعية باسم **Block II/ IIA** الأقمار الصناعية (الشكل 3). **Block IIA** هو إصدار متقدم من **Block II**، مع زيادة في القدرة على تخزين بيانات رسائل الملاحة من 14 يومًا المجموعة الثانية إلى 180 يومًا للمجموعة **IIA**. وهذا يعني أن الكتلة **II** والكتلة **IIA** يمكن للأقمار الصناعية أن تعمل بشكل مستمر، دون دعم أرضي، لفترات لمدة 14 و180 يومًا على التوالي.

تم إطلاق ما مجموعه 28 قمرًا صناعيًا من نوع **Block II/ IIA** خلال الفترة من فبراير 1989 إلى نوفمبر 1997. ومن بينها 23 في الخدمة حاليًا. على عكس المجموعة **I**، يميل المستوى المداري للأقمار الصناعية في المجموعة **II/ IIA** بمقدار 55 درجة بالنسبة إلى خط الاستواء. ويبلغ العمر التصميمي للقمر الصناعي من الفئة **II/ IIA 7.5** سنة، وهو ما تم تجاوزه في معظم سواتل المجموعة **II/ IIA**. ولضمان الأمن القومي، تمت إضافة بعض ميزات الأمان، المعروفة باسم التوفر الانتقائي (**SA**) ومكافحة الانتحال، إلى الأقمار الصناعية **Block II/ IIA**. يوجد حاليًا جيل جديد من أقمار **GPS** الصناعية، يُعرف باسم **Block IIR** (الشكل 3). وستكون أقمار إعادة التغذية هذه متوافقة مع الإصدارات السابقة مع المجموعة **II/ IIA**، مما يعني أن التغييرات ستكون شفافة للمستخدمين. يتكون **Block IIR** من 21 قمرًا صناعيًا بعمر تصميمي يصل إلى 10 سنوات. بالإضافة إلى الدقة العالية المتوقعة، تتمتع أقمار **Block IIR** بالقدرة على العمل بشكل مستقل لمدة 180 يومًا

على الأقل دون تصحيحات أرضية أو تدهور في الدقة. يتم تحقيق القدرة الملاحية المستقلة لهذا الجيل من الأقمار الصناعية جزئيًا من خلال القدرات المتبادلة لتحديد المدى عبر الأقمار الصناعية. بالإضافة إلى ذلك، يتم تحميل بيانات التقويم الفلكي والساعة المتوقعة لمدة 210 يومًا بواسطة قطاع التحكم الأرضي لدعم الملاحة المستقلة. ستتم إضافة المزيد من الميزات إلى آخر 12 قمرًا صناعيًا من نوع **Block IIR** ضمن برنامج تحديث نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**)(17).



الشكل(3): أجيال الأقمار الصناعية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**). (من **http: \ \www2.geod.hrcan.gc.ca/ ~craymer/ gps.html**).

2 نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**): الفكرة الأساسية:

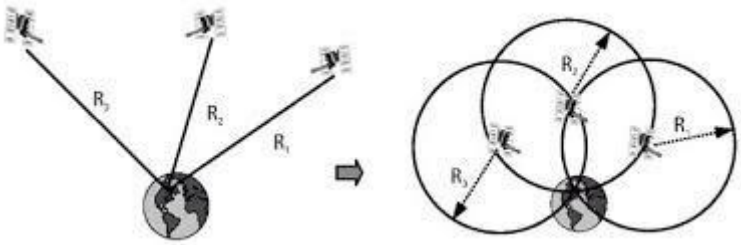
الفكرة وراء نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) بسيطة إلى حد ما. إذا كانت المسافات من نقطة على الأرض (جهاز استقبال **GPS**) إلى ثلاثة أقمار صناعية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) معروفة بالإضافة إلى مواقع الأقمار الصناعية، فيمكن تحديد موقع النقطة (أو جهاز الاستقبال) ببساطة عن طريق تطبيق المعادلة المعروفة. مفهوم الاستئصال (18). ولكن كيف يمكننا الحصول على المسافات إلى الأقمار الصناعية وكذلك مواقع الأقمار الصناعية؟ كما ذكرنا من قبل، يرسل كل قمر صناعي لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) بشكل مستمر إشارة راديوية تعمل بالموجات الدقيقة مكونة من موجتين حاملتين، ورمزين، ورسالة ملاحية. عندما يتم تشغيل جهاز استقبال **GPS**، فإنه سوف يلتقط إشارة **GPS** من خلال هوائي جهاز الاستقبال. بمجرد أن يلتقط جهاز الاستقبال إشارة **GPS**، فإنه سيقوم بمعالجتها

باستخدام برنامجه المدمج. تتكون النتيجة الجزئية لمعالجة الإشارات من المسافات إلى أقمار نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) من خلال الرموز الرقمية (المعروفة باسم النطاقات الزائفة) وإحداثيات القمر الصناعي من خلال الرسالة الملاحية. ومن الناحية النظرية، لا يلزم سوى ثلاث مسافات إلى ثلاثة أقمار صناعية يتم تتبعها في وقت واحد. وفي هذه الحالة، سيكون جهاز الاستقبال موجودًا عند تقاطع ثلاث مجالات؛ ويبلغ نصف قطر كل منها مسافة واحدة بين جهاز الاستقبال والقمر الصناعي ويتمركز حول ذلك القمر الصناعي المحدد (الشكل 4). ومع ذلك، من الناحية العملية، هناك حاجة إلى ساتل رابع لحساب تخالف ساعة المستقبل. كانت الدقة التي تم الحصول عليها باستخدام الطريقة الموصوفة سابقًا تقتصر حتى وقت قريب على 100 متر للمكون الأفقي، و156 مترًا للمكون الرأسي، و340 نانوثانية للمكون الزمني، وكلها عند مستوى احتمال 95%. كان مستوى الدقة المنخفض هذا نتيجة لتأثير ما يسمى بالتوافر الانتقائي، وهي تقنية تستخدم للتخفيض المتعمد من دقة تحديد المواقع المستقلة في الوقت الحقيقي للمستخدمين غير المصرح لهم(. ومع القرار الرئاسي الأخير بإنهاء التوفر الانتقائي، من المتوقع أن تتحسن الدقة الأفقية التي تم الحصول عليها إلى حوالي 22 مترًا (95٪)

مستوى الاحتمال ولزيادة تحسين دقة تحديد المواقع بنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**)، يتم استخدام ما يسمى بالطريقة التفاضلية، والتي تستخدم جهازي استقبال يتتبعان نفس أقمار نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) في نفس الوقت. في هذه الحالة، يمكن الحصول على مستوى دقة تحديد المواقع من سنتيمتر فرعي إلى بضعة أمتار.(19)

تشمل الاستخدامات الأخرى لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) تحديد سرعة المستخدم، والتي يمكن تحديدها بعدة طرق. تعتمد الطريقة الأكثر استخدامًا على تقدير تردد دوبلر لإشارة **GPS** المستقبلة **(20)**. ومن المعروف أن انزياح دوبلر يحدث نتيجة للحركة النسبية لمستقبل القمر الصناعي. ويمكن أيضًا استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) في تحديد موقف جسم صلب، مثل طائرة أو سفينة بحرية. كلمة "موقف" تعني اتجاه الجسم الصلب، والذي يمكن وصفه بزوايا الدوران الثلاثة

للمحاور الثلاثة للجسم الصلب بالنسبة لنظام مرجعي. يتم تحديد الموقف من خلال تجهيز الجسم بما لا يقل عن ثلاثة أجهزة استقبال **GPS** (أو جهاز استقبال خاص واحد) متصلة بثلاثة هوائيات، والتي يتم ترتيبها في خط غير مستقيم(20). تتم بعد ذلك معالجة البيانات التي تم جمعها في أجهزة الاستقبال للحصول على موقف الجسم الصلب.



شكل(4): الفكرة الأساسية لنظام تحديد المواقع

يعد نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) أداة قوية ويمكن الاعتماد عليها للشركات والمؤسسات في العديد من الصناعات المختلفة. المساحون، والعلماء، والطيارون، وقباطنة القوارب، والمستجيبون الأوائل، والعاملون في مجال التعدين والزراعة، هم مجرد بعض الأشخاص الذين يستخدمون نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) يوميًا في العمل. يستخدمون معلومات نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) لإعداد مسوحات وخرائط دقيقة، وأخذ قياسات زمنية دقيقة، وتتبع الموقع أو الموقع، وللملاحة. يعمل نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) في جميع الأوقات وفي جميع الظروف الجوية تقريبًا.

2.1خدمة تحديد المواقع:

كما ذكرنا سابقًا، تم تطوير نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) في الأصل كنظام عسكري، ولكنه أصبح متاحًا لاحقًا للمدنيين أيضًا. ومع ذلك، للحفاظ على الميزة العسكرية، توفر وزارة الدفاع الأمريكية مستويين من خدمات تحديد المواقع والتوقيت عبر نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**): خدمة تحديد المواقع الدقيقة (**PPS**) وخدمة تحديد المواقع القياسية **(SPS)(21)**

هي خدمة تحديد المواقع والتوقيت المستقلة الأكثر دقة. ويستخدم أحد رموز **GPS** المرسلة، والمعروف باسم رمز **(P.Y)**، والذي لا يمكن الوصول إليه إلا من قبل المستخدمين المصرح لهم فقط. ومن بين هؤلاء المستخدمين القوات العسكرية الأمريكية. تبلغ دقة تحديد المواقع المتوقعة التي توفرها **PPS 16** مترًا للمكون الأفقي و23 مترًا للمكون الرأسي (مستوى احتمال 95٪). ومع ذلك، فإن **SPS** أقل دقة من **PPS**. ويستخدم رمز **GPS** المرسل الثاني، والمعروف باسم رمز **C/ A**، وهو متاح مجانًا لجميع المستخدمين في جميع أنحاء العالم، المصرح لهم وغير المصرح لهم. في الأصل، قدمت **SPS** دقة تحديد المواقع تصل إلى 100 متر للمكون الأفقي و156 متر للمكون الرأسي (مستوى احتمال 95%). تم تحقيق ذلك تحت تأثير التوافر الانتقائي. مع القرار الرئاسي الأخير بإيقاف **SA**، أصبحت دقة تحديد المواقع المستقلة لـ **SPS** حاليًا عند مستوى مماثل لدقة **PPS**.

2.2 لماذا نستخدم نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)**؟**

لقد أحدث نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) ثورة في مجالات المسح والملاحة منذ المراحل الأولى من تطويره. على الرغم من أن نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) تم تصميمه في الأصل كنظام عسكري، إلا أن تطبيقاته المدنية نمت بشكل أسرع بكثير. أما بالنسبة للمستقبل، فيقال إن عدد تطبيقات نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) سيكون محدودًا فقط بمخيلة الفرد. ومن ناحية المساحة، حل نظام تحديد المواقع (**GPS**) محل الطرق التقليدية في العديد من التطبيقات. لقد وجد أن تحديد المواقع باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) هو عملية فعالة من حيث التكلفة، حيث يمكن الحصول على تخفيض في التكلفة بنسبة 50٪ على الأقل عندما يكون من الممكن استخدام ما يسمى بنظام تحديد المواقع العالمي (**RTK**) الحركي في الوقت الحقيقي، مقارنة بالتقنيات التقليدية **(22)**. فيما يتعلق بالإنتاجية وتوفير الوقت، يمكن أن يوفر نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) أكثر من 75٪ من الوقت كلما كان من الممكن وحقيقة أن نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) لا يتطلب إمكانية الرؤية المتبادلة بين المحطات، جعله أيضًا أكثر جاذبية للمساحين مقارنة بالطرق التقليدية. بالنسبة لتلك المواقف التي يتم فيها إعاقة إشارة نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**)،

كما هو الحال في الأخاديد الحضرية، فقد تم دمج نظام تحديد المواقع (**GPS**) بنجاح مع المعدات التقليدية الأخرى. لدى نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) العديد من التطبيقات في الملاحة البرية والبحرية والجوية. يعد تتبع المركبات والملاحة من التطبيقات سريعة النمو. ومن المتوقع أن غالبية مستخدمي نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) سيكونون في مجال الملاحة في المركبات ستشمل الاستخدامات المستقبلية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) التوجيه والتحكم الآلي للآلة، حيث يمكن رسم خرائط المناطق الخطرة بكفاءة وأمان باستخدام المركبات التي يتم التحكم فيها عن بعد. إن قرار الولايات المتحدة الأخير بتحديث نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) وإنهاء التوفر الانتقائي سيفتح بلا شك الباب أمام عدد من التطبيقات الأخرى التي لم يتم تطويرها بعد.(23)

2.3 حالات استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)**(24):**

1. الاستجابة لحالات الطوارئ: أثناء حالات الطوارئ أو الكوارث الطبيعية، يستخدم المستجيبون الأوائل نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) لرسم الخرائط ومتابعة الطقس والتنبؤ به وتتبع موظفي الطوارئ. في الاتحاد الأوروبي وروسيا، يعتمد تنظيم المكالمات الإلكترونية على تقنية **GLONASS** (بديل لنظام تحديد المواقع العالمي) وتكنولوجيا المعلومات لإرسال البيانات إلى خدمات الطوارئ في حالة اصطدام مركبة، مما يقلل من وقت الاستجابة.
2. للترفيه والصحة واللياقة البدنية: يمكن للساعات الذكية والتكنولوجيا القابلة للارتداء تتبع نشاط اللياقة البدنية (مثل مسافة الجري) ومقارنتها بمجموعة سكانية مماثلة.
3. البناء والتعدين والنقل بالشاحنات على الطرق الوعرة: بدءًا من تحديد موقع المعدات ووصولاً إلى القياس والتحسين ، يمكّن نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) الشركات من زيادة العائد على أصولها.
4. النقل: تطبق شركات الخدمات اللوجستية أنظمة الاتصالات عن بعد لتحسين إنتاجية السائق وسلامته. يمكن استخدام جهاز تعقب الشاحنات لدعم تحسين المسار ، وكفاءة استهلاك الوقود، وسلامة السائق.

2.4ما مدى دقة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)؟

تعتمد دقة جهاز **GPS** على العديد من المتغيرات، مثل عدد الأقمار الصناعية المتاحة، والغلاف الأيوني، والبيئة الحضرية وغيرها.

تتضمن بعض العوامل التي يمكن أن تعيق دقة نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**): (25)

1. العوائق المادية: يمكن أن تنحرف قياسات وقت الوصول بالكتل الكبيرة مثل الجبال والمباني والأشجار وغيرها.
2. التأثيرات الجوية: يمكن أن تؤثر التأخيرات الأيونوسفيرية والعواصف الشديدة والعواصف الشمسية على أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**).
3. التقويم الفلكي: قد يكون النموذج المداري داخل القمر الصناعي غير صحيح أو قديم، على الرغم من أن هذا أصبح نادرًا بشكل متزايد.
4. الحسابات الرقمية الخاطئة: قد يكون هذا عاملاً عندما لا تكون أجهزة الجهاز مصممة للمواصفات.
5. التداخل الاصطناعي: يشمل ذلك أجهزة التشويش على نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) أو المحاكاة الساخرة.

تميل الدقة إلى أن تكون أعلى في المناطق المفتوحة التي لا تحتوي على مباني شاهقة مجاورة يمكنها حجب الإشارات. يُعرف هذا التأثير باسم الوادي الحضري. عندما يكون الجهاز محاطًا بمباني كبيرة، كما هو الحال في وسط مدينة مانهاتن أو تورونتو، يتم حجب إشارة القمر الصناعي أولاً، ثم ترتد عن المبنى، حيث يقرأها الجهاز أخيرًا. يمكن أن يؤدي هذا إلى حسابات خاطئة لمسافة القمر الصناعي.(26)

3.الأنظمة العالمية للملاحة عبر الأقمار الصناعية (**GNSS**):

يعتبر نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) بمثابة نظام عالمي للملاحة عبر الأقمار الصناعية (**GNSS**) - مما يعني أنه نظام ملاحة عبر الأقمار الصناعية ذو تغطية عالمية. اعتبارًا من عام 2020، يوجد نظامان عالميان للملاحة عبر الأقمار الصناعية يعملان بكامل طاقتهما: نظام تحديد المواقع العالمي (**NAVSTAR**) لتحديد توقيت إشارة الملاحة الأمريكية (**NAVSTAR**) ونظام الملاحة عبر الأقمار الصناعية

العالمي (**GLONASS**) في روسيا. يتكون نظام **NAVSTAR GPS** من 32 قمرًا صناعيًا مملوكًا للولايات المتحدة، وهو نظام الأقمار الصناعية الأكثر شهرة واستخدامًا على نطاق واسع. يتكون نظام **GLONASS** الروسي من 24 قمرًا صناعيًا عاملاً، مع ثلاثة أقمار صناعية متبقية كقطع غيار أو قيد الاختبار.(27)

وتتسابق دول أخرى أيضًا للحاق بالركب. على سبيل المثال، كان الاتحاد الأوروبي يعمل على نظام غاليليو، والذي من المتوقع أن يصل إلى القدرة التشغيلية الكاملة بحلول نهاية عام 2020. وتقوم الصين أيضا ببناء نظام بيدو للملاحة عبر الأقمار الصناعية، مع 35 قمرا صناعيا من المقرر أن تكون في المدار بحلول مايو 2020. الهند أيضًا في طريقها إلى إنشاء أنظمتها الإقليمية الخاصة، نظام الأقمار الصناعية شبه السمتية (**QZSS**) والنظام الإقليمي الهندي للملاحة عبر الأقمار الصناعية (**IRNSS**)، على التوالي.(28)

3.1أجهزة GPS **مقابل أجهزة** GNSS**:**

على الرغم من أن نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) هو مجموعة فرعية من **GNSS**، إلا أنه يتم تمييز أجهزة الاستقبال على أنها **GPS** (أي نظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**) فقط) أو **GNSS**. جهاز استقبال **GPS** قادر فقط على قراءة المعلومات من الأقمار الصناعية في شبكة الأقمار الصناعية لنظام تحديد المواقع العالمي (**GPS**)، بينما يمكن لجهاز **GNSS** النموذجي تلقي المعلومات من كل من **GPS** و**GLONASS** (أو أكثر من هذين النظامين) في وقت واحد.

3.2ما هي أجهزة GNSS**؟**

أجهزة **GNSS**، أو أجهزة النظام العالمي للملاحة عبر الأقمار الصناعية، هي أجهزة إلكترونية تستخدم إشارات من شبكة من الأقمار الصناعية لتحديد موقع وسرعة واتجاه شخص أو كائن.

يحتوي جهاز استقبال **GNSS** على 60 قمرًا صناعيًا متاحًا للعرض. في حين أن الجهاز يحتاج فقط إلى ثلاثة أقمار صناعية لتحديد موقعه، إلا أنه يتم تحسين الدقة باستخدام عدد أكبر من الأقمار الصناعية. يوضح الرسم البياني أدناه مثالاً لعدد الأقمار

الصناعية المتاحة (الموضحة باللون الأخضر)، بالإضافة إلى قوة الإشارة (ارتفاع العمود)، إلى جهاز استقبال **GPS**. في هذه الحالة، يتوفر 12 قمرًا صناعيًا

النتائج :

1- توصل الباحث إلى أن هذا الجهاز مهم جدًا في التنقل برا و بحرا و جوا

2- الجهاز يتطور بشكل مستمر و سريع مع تطور التكنولوجيا الحديثة

التوصيات :

1- التدريب المستمر للأطقم البحرية على استخدام هذا الجهاز

2- مواكبة التطور الحاصل في هذا المجال

الهوامـــــــش :

1. U.S. Department of Commerce, International Trade Administration (ITA), Office of Telecommunications, Global Positioning System, Market Projections and Trends in the Newest Global Information Utility, Executive Summary, p. 11.
2. GPS, A Guide to the Next Utility, "GPS - A Global Navigation System Everyone Can Use," Trimble Navigation, 1989, p. 7.
3. McDuffie, Juquai (June 19, 2017). "Why the Military Released GPS to the Public". *Popular Mechanics*.
4. 1. U.S. Department of Commerce, International Trade Administration (ITA), Office of Telecommunications مرجع سابق
5. "Factsheets: GPS Advanced Control Segment (OCX)". Losangeles.af.mil. October 25, 2011.
6. Office of Telecommunications, Global Positioning System, Market Projections and Trends in the Newest Global Information Utility, Executive Summary, p. 27.
7. U.S. Department of Commerce, ITA, مرجع سابق
8. National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing (March 3, 2022).
9. The genesis of satellite use began in 1957 when the former Soviet Union launched the Sputnik satellite.
10. .U.S. Department of Commerce, ITA, مرجع سابق
11. National Coordination Office for Space-Based مرجع سابق
12. Hoffmann-Wellenhof, B., H. Lichtenegger, and J. Collins, Global Positioning System: Theory and Practice, 3rd ed., New York: Springer-Verlag, 1994.

13. National Coordination Office for Space-Based مرجع سابق
14. Langley, R. B., The Orbits of GPS Satellites, GPS World, Vol. 2, No. 3, March 1991, pp. 5053.
15. Wells, D. E., et al., Guide to GPS Positioning, Fredericton, New Brunswick: Canadian GPS Associates, 1987.
16. Jury, H L, 1973, Application of Kalman Filter to Real-Time Navigation using Synchronous Satellites, Proceedings of the 10th International Symposium on Space Technology and Science, Tokyo, 945–952.
17. Kaplan, E., Understanding GPS: Principles and Applications, Norwood, MA: Artech House, 1990.
18. Leick, A., GPS Satellite Surveying, 2nd ed., New York: Wiley, 1995.
19. National Coordination Office for Space-Based مرجع سابق
20. National Coordination Office for Space-Based مرجع سابق
21. Conley, R., Life After Selective Availability, U.S. Institute of Navigation Newsletter, Vol. 10, No. 1, Spring 2000, pp. 34.
22. Kleusberg, A., Mathematics of Attitude Determination with GPS, GPS World, Vol. 6, No. 9, September 1995, pp. 7278.
23. Berg, R. E., Evaluation of Real-Time Kinematic GPS Versus Total Stations for Highway Engineering Surveys, 8th Intl. Conf. Geomatics: Geomatics in the Era of RADARSAT, Ottawa, Canada, May 2430, 1996, CD-ROM.
24. "Frequently Asked Questions About Selective Availability". National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing (PNT). October 2001.
25. Zajdel, Radosław; Sośnica, Krzysztof; Bury, Grzegorz; Dach, Rolf; Prange, Lars; Kazmierski, Kamil (January 2021).
26. "Russia Launches Three More GLONASS-M Space Vehicles". *Inside GNSS*. Archived from the original on February 6, 2009. Retrieved December 26, 2008.
27. "Galileo navigation satellite system goes live". dw.com.
28. Glaser, Susanne; Fritsche, Mathias; Sośnica, Krzysztof; Rodríguez-Solano, Carlos Javier; Wang, Kan; Dach, Rolf; Hugentobler, Urs; Rothacher, Markus; Dietrich, Reinhard (December 2015). "A consistent combination of GNSS and SLR with minimum constraints". *Journal of Geodesy*. 89 (12): 1165–1180.