Ministry of high Education and Scientific Research
Southern Technical University
Technological institute of Basra
Department of Survey

Learning package

Global Navigation Satellite System (GNSS)

For

Second year students

By

MSc. Marwa Rasheed

Department Of Survey
2025

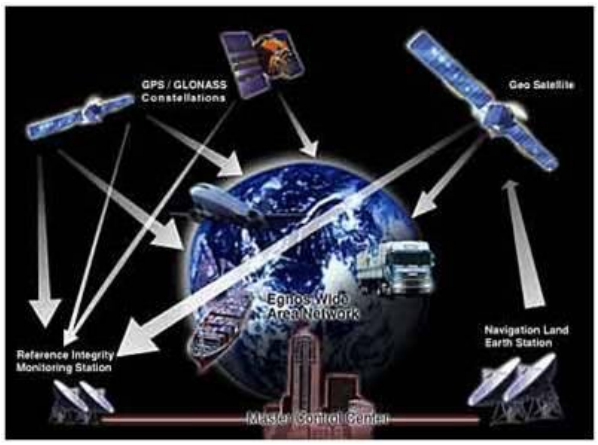
وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم المساحة

حقيبـــة تعليميـــة

في

النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية

لطلبـــة المرحلـــة الثانية



المدرس مساعد
مروة رشيد جابر
2025

وصف المقرر

1- اسم المقرر:	
النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية Global Navigation Satellite System (GNSS)	
2- رمز المقرر:	
3- الفصل / السنة:	
فصلي	
4- تاريخ إعداد هذا الوصف :	
14/ 02/ 2025	
5- أشكال الحضور المتاحة :	
حضوري فقط	
6- عدد الساعات الدراسية (الكلي)/ عدد الوحدات (الكلي):	
45 ساعة فصليا / 3 ساعة اسبوعياً / 3 وحدات	
7- اسم مسؤول المقرر الدراسي (اذا اكثر من اسم يذكر)	
الاسم: م.م. مروه رشيد جابر حبيب الآيميل : marwa.r.rasheed@stu.edu.iq	
8- اهداف المقرر	
1. تدريب الطلبة على كيفية استخدامات منظومة DGPS وتطبيقاتها. 2. تمكين الطلاب من فهم انظمة الملاحة العالمية لتحديد المواقع على الأرض بأستخدام الأقمار الصناعية 3 .فهم الية عمل الأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال الارضية	• ..... • ..... • .....
9- استراتيجيات التعليم والتعلم	
الاستراتيجية	1- استراتيجية التعليم تخطيط المفهوم التعاوني. 2- استراتيجية التعليم العصف الذهني. 3- استراتيجية التعليم سلسلة الملاحظات

10- بنية المقرر

الأسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الوحدة او الموضوع	طريقة التعلم	طريقة التقييم
1	3 ساعة	1- تحديد المواقع على الأرض باستخدام الأقمار الصناعية 2- القدرة على استخدام جهاز GPS الملاحي 3- أساليب قياس المسافات من الأقمار الصناعية 4- طرق الرصد باستخدام منظومة GPS	- منظومة GNSS و GPS - منظومات الأقمار الصناعية - مكونات جهاز GPS - استخدامات جهاز GPS - أخطاء جهاز GPS - مبادئ الجيودوسي - طرق الرصد لمنظومة GNSS - منظومة GNSS نوع Leica viva - استخدام اجهزة (GS10 وGS15 و Rover GS15 وBase GS10) وتهيئتها بطريقة post processing وطريقة RTK - إيجاد نقطة مجهولة الاحداثيات وطريقة معالجتها	1- المحاضرات الأسبوعية المقررة 2- مراجعة المفاهيم بشكل دوري وتطبيقها في مسائل جديدة لتعزيز الذاكرة والفهم. 3- تشجيع البحث الذاتي عن مواضيع جديدة عن أنظمة الملاحة واستكشاف التطورات الحديثة	الامتحانات الشهرية واليومية والتحريرية وامتحان نهاية الفصل.
2	3 ساعة				
3	3 ساعة				
4	3 ساعة				
5	3 ساعة				
6	3 ساعة				
7	3 ساعة				
8	3 ساعة				
9	3 ساعة				
10	3 ساعة				
11	3 ساعة				
12	3 ساعة				
13	3 ساعة				
14	3 ساعة				
15	3 ساعة				

11- تقييم المقرر

توزيع كالتالي: 20 درجة امتحانات نظرية لمنتصف الفصل الاول. 20 درجة امتحانات عملية لمنتصف الفصل الاول .10درجات امتحانات يومية وتقييم مستمر. 50 درجة امتحان نهاية الفصل

12- مصادر التعلم والتدريس

الكتب المقررة المطلوبة (المنهجية أن وجدت)	
المراجع الرئيسة (المصادر)	1- أسس المساحة الجيودسية والجي بي أس . د. جمعة محمد داوود 2012/1433 2- اساسيات منظومة تحديد الموقع العالمي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل . مركز التحسس النائي / اعداد : صباح حسين.
الكتب والمراجع الساندة التي يوصى بها (المجلات العلمية، التقارير....)	
المراجع الإلكترونية ، مواقع الانترنيت	

نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

فهم انظمة الملاحة العالمية وهي أنظمة لتحديد المواقع على سطح الأرض باستخدام الأقمار الصناعية و التي يتم اختصارها في GNSS و GPS.

C الفكرة الرئيسة

1- نظام GNSS
2- نظام تحديد المواقع GPS
3- الاستخدامات والاخطاء والفرق بين GNSS و GPS

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة الأولى، سيكون الطالب قادرًا على :

1- معرفة نظام GNSS
2- استخدام نظام تحديد المواقع GPS
3- تصحيح الاخطاء ومعرفة الفرق بين GNSS و GPS

الاسبوع الاول : نظام GPS و نظام GNSS

نظام GNSS

نظام الملاحة العالمية هو نظام لتحديد المواقع على سطح الأرض باستخدام الأقمار الصناعية و التي يتم اختصارها في GNSS ، و قد تم تطوير هذا النظام في أواخر الثمانينيات ، و مع التطور التكنولوجي الحديث أصبح هناك العديد من أنظمة الملاحة العالمية ، وتُرسِل مجموعة الأقمار الصّناعيّة هذه إشارات من الفضاء المحيط بكوكب الأرض، حيث تحمل هذه الإشارات بيانات ومعلومات، وتقوم المستقبلات الخاصّة بهذه الأقمار باستقبال الإشارة ومن ثم تحليلها إلى بيانات ومعلومات مقروءة لتحديد المواقع، ينقسم هذا النّظام إلى أكثر من قسم بناءً على موقعه من الأرض كي يُكوّن شبكة عالمية موحدة في استقطاب البيانات والمعلومات ، و هي متعددة الاستخدامات و أهم استخداماتها:

أهم استخدامات نظام GNSS :

1 .تم تصنيعه لاستقبال إشارات الأقمار الصناعية من خلاله.

2 .تستخدمه الطائرات المدنية لأغراض الملاحة الجوية.

3 .يساهم في إرسال الإشارات للطائرات و تحديد موقعها.

4 .يساعد في التغلب على المشكلات الفنية و التشغيلية لنظام الملاحة الجوي.

5 .تم تطوير المنظمة الدولية للطيران المدني عام 1994م و التي تعمل على تطوير و تحسين نظام الملاحة الجوية باستخدام الأقمار الصناعية.

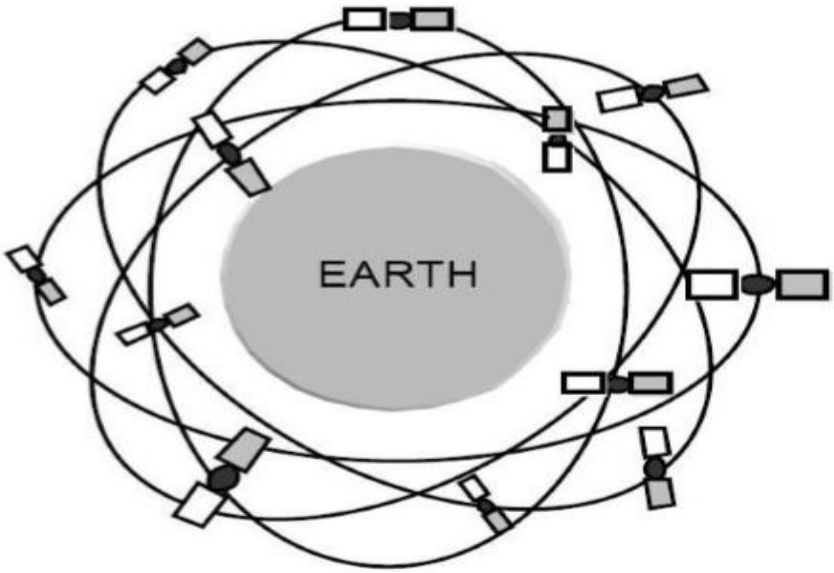
6 .يعمل نظام الملاحة باستخدام الأقمار الصناعية على ارسال و استقبال إشارات الأقمار الصناعية في الأقاليم المختلفة.

نظام تحديد المواقع Global Position System (GPS)

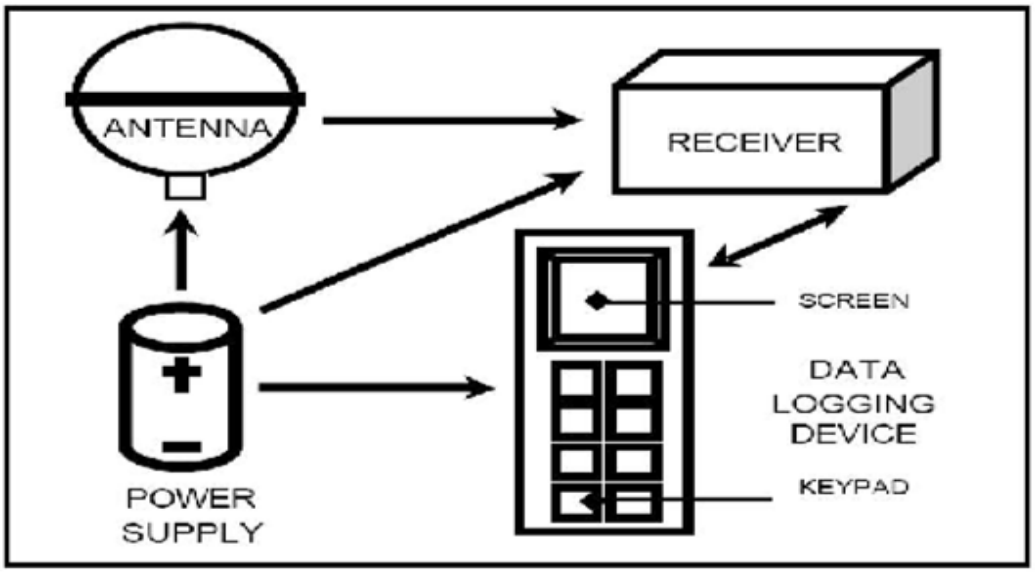
هو نظام للملاحة والمسح الميداني واعمال الهندسة المساحية الذي يقوم بعرض وخزن معلومات قيمة عن مكان على سطح الارض جغرافيا وحسب انظمة الاحداثيات العالمية وكذلك يمكن الحصول على مسارات ملاحية باستخدام برمجيات (SOFTWARE) متخصصة ومتطورة

المكون الرئيسي لنظام الـ GPS هو شبكة من الاقمار الصناعية واجهزة التقاط الاشارة تسمى اجهزة GPS الغرض منها هو تحديد المكان على سطح الكرة الارضية.

تدور هذه الاقمار حول الارض في مسارات محددة باستمرار وعلى الدوام وتقوم بأرسال ذبذبات او اشارات راديوية مشفرة يمكن التقاطها من قبل اي شخص باستخدام اجهزة الـ GIS لتحديد موقعهم او مكانهم اينما كانوا



- وبشكل عام يتكون أي جهاز GPS من
- Receiver
- Antenna
- Data Device
- Power Source



اشهر الاستخدامات للـــ GPS :

1. الدراسات العلمية وجمع البيانات والعينات (النفط , الماء ,....)
2. السلامة والصحة العامة (المناطق الملوثة , الحقول والمناجم , مناطق الاوبئة ,....)
3. الموارد والمصادر الطبيعية (الماء , المعادن , ...)
4. تغطية اعمال المساحة لتحديد حدود الدول وغيرها
5. اعمال المساحة لحدود الاملاك
6. حركة الطائرات والسفن ومركبات النقل البري

مصادر الأخطاء في نظام الجي بي اس

تتأثر دقة قياسات الجي بي اس بعدة عوامل داخلية تتعلق بالأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال و بعوامل خارجية تتعلق بالأمواج الحاملة للإشارات

1. تأثير طبقات الغلاف الجوي المحيط.(Ionosphere and Troposphere)
2. وشوشات في أجهزة الاستقبال(Receiver Noise).
3. أخطاء في شيفرة الأقمار الصناعية.(Ephemeris)
4. الانعكاسات المتداخلة للإشارات المبثوثة(Multipath).
5. مقدار التشويش المتعمد من قبل العسكرية الأمريكية (Selective Availability)

الفرق بين GPS والـــــ GNSS

تعتبر تقنيات الرصد بواسطة الاقمار الاصطناعية او ما يطلق عليها محليا GPS من التقنيات الحديثة في مجال الاعمال المساحية المختلفة للحصول على الاحداثيات و الارتفاعات من الاقمار الاصطناعية الخاصة لهذا المجال وقد تم استخدام هذه التقنية في على العراق بشكل واسع بعد عام 2003 بعد ان كانت محصورة على جهات معينة قبل هذا التاريخ ونتيجة انفتاح العراق على المحيط العالمي وعلى التقنيات الحديثة فقد تم استخدام هذه المنظومة بصورة متسارعة من قبل كافة المؤسسات الحكومية والقطاع الخاص والاشخاص بصورة عامة وحسب مجال العمل وبالرغم من انتشار هذه الاجهزة على شكل واسع الى انه يوجد بعض سوء الفهم في استخدام هذه الاجهزة خصوصا في المجالات من الضروري توضيح بعض المفاهيم المهمة في هذا المجال وبصورة مبسطة ومختصرة دون التطرق الى التفاصيل الدقيقة في مبدأ عمل هذه المنظومة لكون اغلب المستخدمين لهم معرفة بها من خلال الدورات التي ترافق عملية شراء الجهاز. وربما يسال القارئ عن مصطلح GNSS مع ان المصطلح السائد هو GPS وهنا الاجابة انه المنظومة التي كانت سائدة الى وقت قريب هي المنظومة الامريكية GPSوالتي تعتبر لحد الان هي المنظومة الاكثر فعالية ولكن بعد دخول المنظومة الروسية GLONASS حيز العمل وامكانية دخول المنظومة الاوربية GALILEO الى حيز العمل خلال السنوات القادمة فقد اطلقت تسمية مشتركة لجميع المنظومات اطلق عليها اسم GNSS.

نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

معرفة أنواع الأنظمة الملاحية لتحديد المواقع بالأقمار الصناعية.

C الفكرة الرئيسة

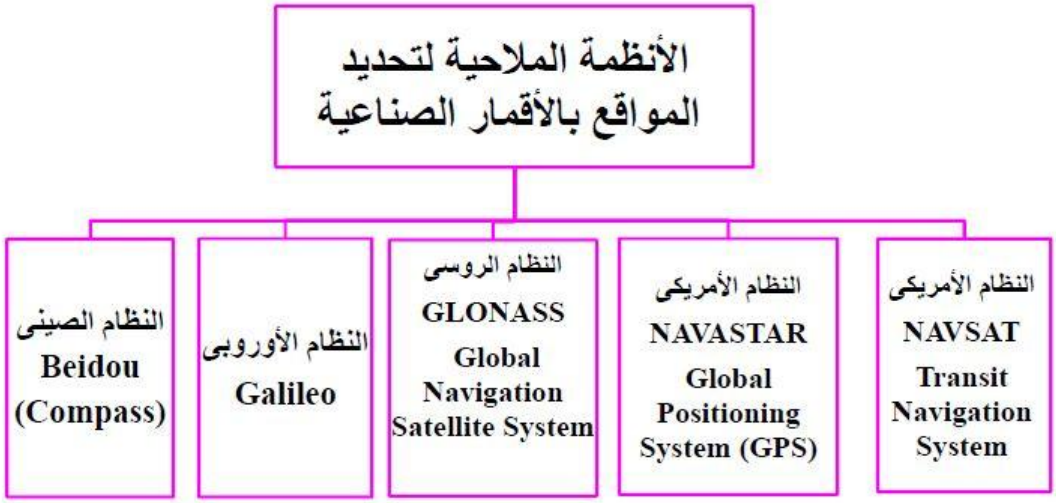
1- الأنظمة الامريكية (NAVSAT و NAVASTAR)
2- النظام الروسي (GLONASS)
3- النظام الأوربي (GALILEO)
4- النظام الصيني (BEIDOU)

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة الثانية، سيكون الطالب قادرًا على:

معرفة أشهر أنظمة الملاحة العالمية لتحديد المواقع بالأقمار الصناعية واستخداماتها وتفاصيلها والاختلافات بينها.

الاسبوع الثاني : أشهر أنظمة الملاحة العالمية :



أولًا النظام الأمريكي : Global Positioning System – GPS

تم إطلاق نظام الملاحة GPS عام 1995م ، و مع حاجة التكنولوجيا الحديثة تم تطوير نظام GPS ليصبح GPSIII و هو الجيل الجديد لمواكبة التكنولوجيا الحديثة ، يقوم نظام GPS على استخدام 30 قمر صناعي منهم 3 أقمار احتياطية ، في بادئ الأمر تم استخدامه لأغراض عسكرية مثل تحديد أماكن الجنود و توجيه الطائرات عن بعد و توجيه الصواريخ الذكية ، و برغم تكلفته الهائلة إلا أن الخدمات التي يقدمها لا تقدر بثمن ، فهو يستطيع معرفة موقع أي شيء على سطح الأرض و يقوم بتحويل المعلومات للوحدات الإدارية ، و حاليًا يتم دمج هذا النظام مع انظمة الهاتف لتصبح جزءًا أساسيًا منها.

ثانيًا النظام الروسي : Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema يشتهر الروس باختراعاتهم التي تختص بالتطوير في مجال الفضاء و الأقمار الصناعية ، فهي صاحبة محطة الفضاء مير و تم إطلاق أول قمر صناعي منها عام 1982م ، لكن تم تأخير روسيا في الصناعة بسبب انهيار الاتحاد السوفيتي ، و بعد ذلك قاموا بمواكبة العصر و الشروع في إنهاء محطتهم الفضائية بمساعدة الهنود ، يقوم نظام الملاحة الروسي على 24 قمر صناعي من بينهم 3 أقمار احتياطية ، تدور في 3مستويات مدارية مختلفة و متباعدة بمقدار 120درجة ، و تقع محطات تواجد تلك الأقمار في موقع الاتحاد السوفيتي السابق.

ثالثًا النظام الأوروبي – نظام غاليليو : (GALILEO)

قامت أوروبا بصنع نظام للملاحة يدمج بين النظام الأمريكي و النظام الروسي و تم إطلاق اسم غاليليو عليه و هذا نسبة للعالم الأوروبي غاليليو الذين قاموا بمطاردته في العصور المظلمة في أوروبا ، يقوم نظام الملاحة الأوروبي على 30 قمرًا و تم تصميمه ليعمل بشكل مستقل ، و قد شاركت أوروبا العديد من الدول في هذا النظام و منهم الصين و المملكة والمغرب و كوريا الشمالية.

في عام ١٩٩٩ تم اقتراح إقامة نظام جاليليو كمشروع مشترك بين الاتحاد الأوروبي EU و وكالة الفضاء الأوروبية ESA كبديل مدني تديره جهة مدنية بعكس وزارتي الدفاع اللتين تديران كلا من الجي بي أس و جلوناس. كما أن مشروع نظام ملاحي فضائي بهذا الحجم سيتيح قدرات هائلة للصناعة في الدول الأوروبية التي تشترك في تنفيذه ، حيث من المتوقع أن يتيح المشروع وظائف لحوالي ١٠٠ ألف شخص في أوروبا ، وسيكون العائد الاقتصادي للنظام ضخما حيث سيبلغ عدد مستخدميه ٣.٦ مليون مستخدم حتى عام ٢٠٢٠. كما تم السماح لعدة دول غير أوروبية (مثل الصين و كوريا الجنوبية و إسرائيل و المغرب و السعودية) بالمشاركة في تطوير جاليليو عن طريق المساعدات المادية أو الصناعية أو البحثية [٢٧]. اكتملت الدراسات التقنية المبدئية لهذا المشروع العملاق ، وبدأت مرحلة التطوير في عام ٢٠٠١ ، ومن المتوقع اكتمال النظام في عام ٢٠١٢ [٢٨].

توجد عدة خدمات (أو أنظمة) لاستخدام جاليليو:

١- الخدمة المفتوحة Open Service (OS) وهي الخدمة المجانية المتاحة لجميع المستخدمين في العالم والتي من المتوقع أن تكون دقتها في حدود ٤ متر أفقيا و ٨ متر رأسيا للأجهزة ثنائية التردد.
٢- خدمة سلامة الأرواح Safety of Live Service (SoL) وتتميز عن الخدمة المفتوحة بإرسال رسائل وقتية (إنذارات) للمستخدم في حالة حدوث أي مشاكل في النظام لا تسمح بضمان دقة الإحداثيات المحسوبة،
٣- الخدمة التجارية Commercial Service (CR) وهي خدمة تجارية باشتراك ودقتها أحسن من دقة الخدمة المفتوحة.

رابعًا النظام الصيني – نظام بيدو : (Beidou)

تم إطلاق أول قمر صيني عام 2000م ليتبعه الآخر في نفس العام ، ثم تم إطلاق الثالث عام 2003م ، و يقوم هذا النظام على 35 قمر و تعلم الصين على جعل الأقمار ثابتة بدلًا من التي تسبح في مدارات.

بدأ نظام بيدو (أو البوصلة) كنظام ملاحي يهدف لتغطية الصين فقط ، إلا أنه تطور لاحقا بهدف تحقيق تغطية إقليمية ثم الوصول بعد ذلك إلي التغطية العالمية. من المتوقع أن يتكون النظام من ٥ أقمار صناعية ثابتة المدار Geostationary Erath Orbit Satellites أو اختصارا GEO بالإضافة إلي ٣٠ قمرا صناعيا متوسطة المدار Medium Earth Orbiting Satellites أو اختصارا MEO موزعين في ٦ مدارات علي ارتفاع ٢١٥٠٠ كيلومتر من سطح الأرض وبزاوية ميل ٥٥° [٣٠] ، وينتظر اكتمال هذا النظام بحلول عام ٢٠١٥. ترسل الأقمار الصناعية إشارتها في عدد من الترددات: ١١٩٥.١٤ ، ١٢١٩.١٤ ، ١٢٥٦.٥٢ ، ١٢٨٠.٥٢ ، ١٥٥٩.٠٥-١٥٦٣.١٥ ، ١٥٨٧.٦٩-١٥٩١.٧٩ ميجاهرتز [٣١]. تم إطلاق القمر الصناعي الثاني في هذا النظام الصيني في ١٤ أبريل ٢٠٠٩ ، والذي قامت الأكاديمية الصينية للفضاء و التكنولوجيا بتصنيعه (شكل ٣-٢٤). يتكون قطاع التحكم والسيطرة من ٣ محطات: محطة تحكم رئيسية ، محطة متابعة ، و محطة إرسال بيانات للأقمار الصناعية. من المتوقع أن يوفر نظام البوصلة خدماته بأسلوبين: الخدمة المفتوحة Open Service لكل المستخدمين والتي ستوفر دقة تحديد المواقع في حدود ١٠ متر ، الخدمة الخاصة Authorized Service للمستخدمين الخاصين.

خامسًا النظام الياباني (Quasi-Zenith Satellite System – QZSS) و الهندي (Indian Regional Navigational Satellite System – IRNSS) :

هي أحد أنظمة الملاحة التي لاتزال تلك الانظمة تحت الإنشاء و ذلك لتوفر أكبر قدر من الاستغناء عن الأنظمة الأمريكية ، و تعمل تلك الأنظمة بصورة تشبه مثيلتها في الأنظمة الأخرى.

مكونات نظام GPS

يتكون نظام تحديد الموقع GPS من ثلاثة وحدات رئيسية هي :

1. الاقمار الصناعية GPS satellites
2. نظام التحكم الارضي GPS ground control segment
3. جهاز الاستقبال Receiver

1. الاقمار الصناعية : تتسم الاقمار الصناعية في نظام gps بعدة خصائص اهمها :
   1) يبلغ وزنها حوالي 845 كيلو غرام
   2) يصل عمرها الافتراضي الى سبع سنوات ونصف
   3) يتمثل مصدر طاقتها بطاريات تشحن بالطاقة الشمسية , تبلغ مساحتها 7.25 متر مربع
   4) تدور حول الارض في كل 12 ساعة
   5) يبعد القمر الصناعي عن سطح الارض بمسافة تصل الى 20200 كيلو متر

يتمثل دور القمر الصناعي في تحديد المواقع من خلال الوظائف التالية :

A. استقبال وتخزين البيانات المرسلة من محطة التحكم
B. الحصول على التوقيت الدقيق عن طريق ساعات الروبيديوم والسينزيزيوم
C. ارسال المعلومات للمستخدم عن طريق اشارات مختلفة
D. المناورة لتعديل المدار عن طريق التحكم الارضي

2. نظام التحكم الارضي :

يتكون نظام التحكم الارضي من خمس مراكز موزعة على انحاء الكرة الارضية

3. جهاز الاستقبال :

يعد جهاز الاستقبال الاله الوحيدة التي تمكن مستخدم هذا النظام من الحصول على المعلومات سواء معلومات عن تحديد الموقع او معلومات عن الاقمار الصناعية . ويتكون جهاز الاستقبال من وحدتين رئيسيتين هما معدات الاستقبال hardware وبرامج المعالجة software

ولتحديد المواقع يرصد جهاز الاستقبال الوقت الذي تم فيه ارسال الإشارة التي تحتوي على معلومات او احداثيات الهدف المتحرك من القمر الصناعي وكذلك وقت استقبال الاشارة في المحطة الارضية بحيث ان الفارق بين الوقتين يحدد مسافة الهدف او بعدة عن هذا القمر الصناعي ومع تكرار الاشارات المرسلة من اكثر من قمر صناعي يستطيع جهاز استقبال GPS تحديد موقع الهدف واظهاره على خريطة موضوعة على شاشة الكترونية

لابد ان يرتبط جهاز الاستقبال بثلاثة اقمار صناعية على الاقل تمده بمعلومات عن الهدف حتى يحدد البعد الافقي والرأسي للهدف المرصود ولتحديد البعد الثالث للهدف يلزم ارتباط الاستقبال بأربعه اقمار او اكثر

انواع اجهزة GPS من حيث الاستخدامات :

هناك ثلاث انواع لإجهزة GPS تتوزع استخداماتها باشكال مختلفة سواء في الاستخدامات المدنية او الاستخدامات العسكرية او الاستخدامات العلمية وهي :

1. نظام الملاحة اليدوي :

وهو المتوفر في الجوالات والاجهزة المحمولة ويسمى Handheld GPS

2. نظام الملاحة للمركبات :

وهو يركب في المركبات ويقوم بارشاد المركبات حول الطرق التي يجب اتباعها للوصول الى الهدف وايضا يستخدم في الملاحة البحرية والناقلات

3. نظام التعقب :

وهو نظام الذي يحدد مكان حامل الجهاز مرسل الاشارة ويسمي GPS Tracking system

نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

معرفة الوحدات الأساسية لنظام تحديد المواقع GPS

C الفكرة الرئيسة

الوحدات الأساسية لنظام تحديد المواقع GPS :

1- وحدة الفضاء (الأقمار الصناعية)
2- وحدة التحكم الارضية
3- وحدة المستخدم (المستقبلات)

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة الثالثة، سيكون الطالب قادرًا على:

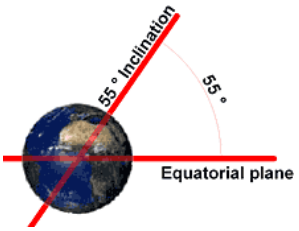
معرفة الوحدات الأساسية لمكونات نظام تحديد المواقع GPS.

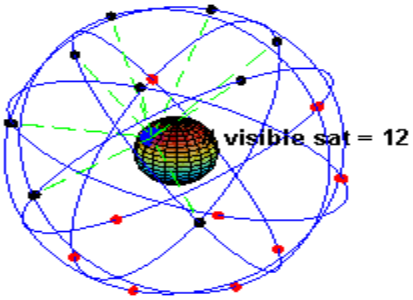
الاسبوع الثالث : مكونات GPS

الوحدات الأساسية لنظام تحديد المواقع (GPS)

١ـ وحدة الفضاء الأقمار الصناعية (Space Segment Satellites)

- عدد الأقمار الصناعية 24 قمر (21 أساسي +3 احتياط) موزعة في مدارات شبة دائرية نصف قطرية موزعة في 6 مدارات (4 أقمار في كل مدار).
- المدارات تحصر بينها زاوية قيمتها 55 درجة.
- مسار حركة الأقمار يبعد ٢٠٢٠٠ كم من سطح الكرة الأرضية.
- دورة كل قمر حول الأرض تستغرق 11 ساعة و 58 دقيقة أي ان كل قمر يمكن رؤيته مرتين يومياً في نفس المكان وبفارق زمني أقل من دقيقتين .
- وزن القمر يتراوح بين 400-850كغم والعمر الافتراضي له من 5 الى 7 أعوام.
- يستمد القمر طاقته من الشمس بواسطة صحيفتين معدنيتين مثبتتين على جانبيه.
- يحتوي بطاريات من النيكل لتزويد القمر بالطاقة اثناء مرور القمر في منطقة الظل.
- كل قمر فيه 4 ساعات ذرية (2 من نوع سيزيوم +2 من نوع الروبيديوم) وسعر الساعة الواحدة من 100,000 – 500,000 دولار.
- مزود بمولد للترددات وينتج ترددا أساسيا ١٠,٢٣ ميجا هرتز.
- يرسل كل قمر اشارتين ملاحيتين بترددين L1,L2





٢-وحدة التحكم الأرضية (Control Segment)

A. المهمات الأساسية لهذه الوحدة:

- المراقبة والسيطرة والمتابعة لكل الأقمار
- ارسال واستقبال المعلومات من والى كل أقمار المجموعة
- تعين زمن النظام System Time وضبط تزامن الساعات الموجودة بالأقمار
- التجديد الدوري للمعلومات الملاحية Navigation Messages- للأقمار
- إعداد ومراقبة مسارات كل قمر صناعي من خلال التقويم الدقيق Ephemeris الخاص به وكذلك التقويم الشامل لجميع الأقمار الصناعية Almanac

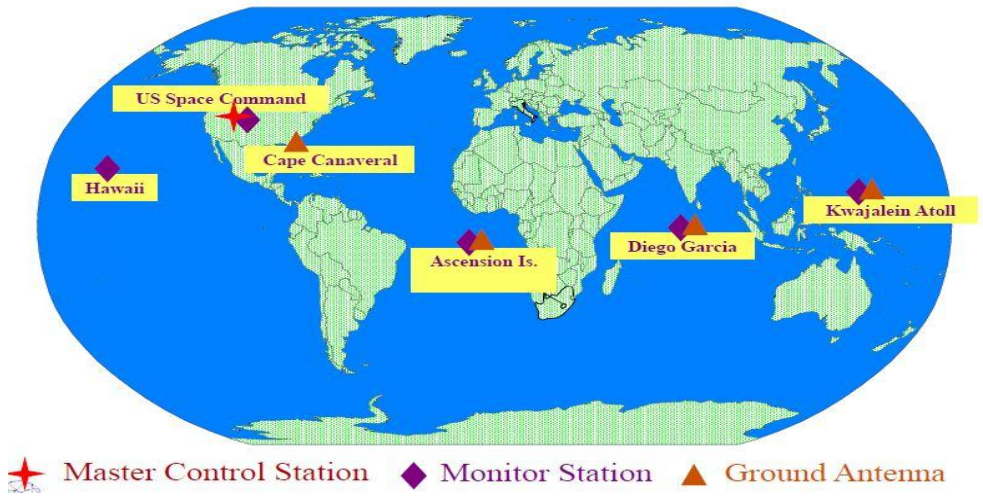
B. مكونات الوحدة :-

- محطة واحدة للتحكم الرئيسي Master Control Station MCS ومقرها (Colorado springs) بالولايات المتحدة الامريكية. وظيفتها استقبال المعلومات من محطات المراقبة الأرضية ودراستها وتحليلها وتصحيحها ثم إعادة بثها مرة أخرى الى المحطات الأرضية.

محطة المراقبة
فى كلورادو

محطة التحكم الرئيسية فى كلورادو

- **خمسة** محطات للمراقبة Monitor Station MS موزعة حول العالم في مدينة (Colorado springs) ومحطتين في المحيط الهادي (Hawaii و Kwajalein) ومحطة في المحيط الأطلسي (Ascension Island) ومحطة في المحيط الهادي ((Diego Garcia). الهدف منها متابعة حركة الأقمار الصناعية وتجميع البيانات والمعلومات من كل قمر كما تقوم بحساب المسافات بينها وبين الأقمار الموجودة في مجالها ثم تقوم بأرسالها بشكل دوري الى المحطة الرئيسية.
- عدد ٤ محطات للهوائيات الأرضية Ground Antenna GA متواجدة في (Colorado) (Kwajalein) (Ascension Island) (Diego Garcia) الهدف منها إرسال البيانات المصححة للأقمار والشكل التالي يوضح توزيع هذه المحطات .



٣- وحدة المستخدم (User Segment)

تعتبر وحدة الاستقبال هي أهم وحدة في نظام الرصد العالمي لتحديد المواقع لان من خلاله يستطيع المستخدم إدخال البيانات أو استخراجها أي أنها نافذة الراصد للتعامل مع النظام ولذا يطلق عليها وحدة المستخدم.

- حيث يقوم المستقبل باكتشاف إشارات الأقمار الصناعية وتحويلها لمعالجتها من خلال فك الشفرة لتحديد إحداثيات موقع الراصد.
- تحديد موقع وأسماء وشكل وتوزيع الأقمار في مجال الرصد عن طريق التقويم الفلكي للأقمار (Almanac) ومعلومات مسار كل قمر على حدة (Ephemeris) اثناء الرصد.
- الحالة الصحية Health للأقمار الصناعية أثناء الرصد
- تحديد التوقيت العالمي لنظام ال GPS.
- للحصول على موقع الراصد (E,N,E) فلابد ان يتصل المستقبل على الأقل بأربعة أقمار صناعية في وقت واحد وكلما زاد العدد ازدادت الدقة

نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

معرفة مبدأ عمل ال GPS

C الفكرة الرئيسة

كيف يعمل جهاز ال GPS وكيف يتم الاتصال بالأقمار الصناعية وإيجاد احداثيات المواقع الأرضية .

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة الرابعة والخامسة، سيكون الطالب قادرًا على:

فهم كيف يقوم جهاز الـ GPS باستخدام باستلام الذبذبات المرسلة من تلك الاقمار وأجراء عمليات حسابية على البيانات لتحويلها الى قيم مكانية حسب انظمة الاحداثيات. ومعرفة مصادر الأخطاء في العمل.

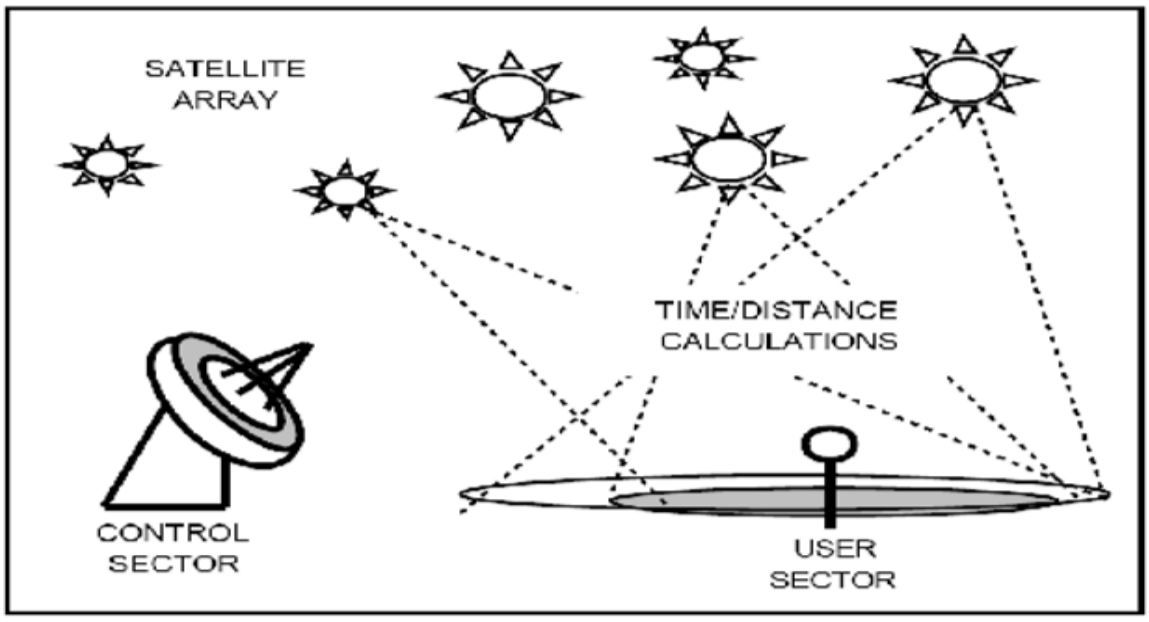
الاسبوع الرابع والخامس : مبدا عمل الـ GPS او كيف يعمل جهاز الـ GPS

يقوم جهاز الـ GPS باستخدام باستلام الذبذبات المرسلة من تلك الاقمار ويقوم بأجراء عمليات حسابية على البيانات لتحويلها الى قيم مكانية حسب انظمة الاحداثيات

وتعامل هذه البيانات وفق مبادئ رياضية هندسية (التثليث TRIANGULATION) وتحسب فتكون النتيجة هي موقع الجهاز الذي يستلم الاشارة اي انه لتحديد احداثي او موقع يجب ان يكون الجهاز في ذلك الموقع ولإكمال هذه العملية الحسابية يتطلب معلومتان : مواقع الاقمار التي يستلم منها الجهاز البيانات والمسافة بين هذه الاقمار والجهاز المستلم

الموجات الراديوية تحمل معلومات عن اي القمر الذي يقوم بالأرسال وموقعه بالنسبة للمدار (الفلك الذي يدور به) وما ان تصل تلك المعلومات للجهاز المستلم تعمل ساعة دقيقة جدا في الجهاز تحسب الوقت المستغرق لوصول الاشارة من القمر للجهاز

وما ان هذه العملية الحسابية للمسافة لثلاثة اقمار او اكثر في وقت واحد يمكن ان يحسب الموقع وفقا للمعادلات الرياضية للتثليث



ويمكن عن طريق ثلاث اقمار على الاقل تحديد المواقع حسب انظمة الاحداثيات ولمعرفة الارتفاع يجب ان تتوفر الاشارة من اربعة اقمار على الاقل

كيف يعمل نظام GPS عملياً ؟

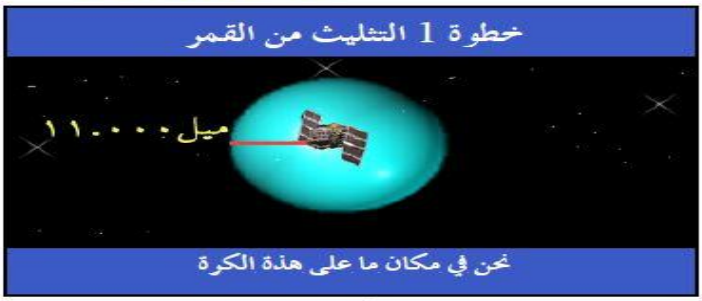
كل الفكرة حول عمل GPS هو استخدام الأقمار الصناعية كنقاط مرجعية(Reference Points) بالنسبة إلى موقع الأرض أنظر شكل (١٤).

الخطوة الأولى: التثليث من القمر الصناعي Triangulation from Satellite

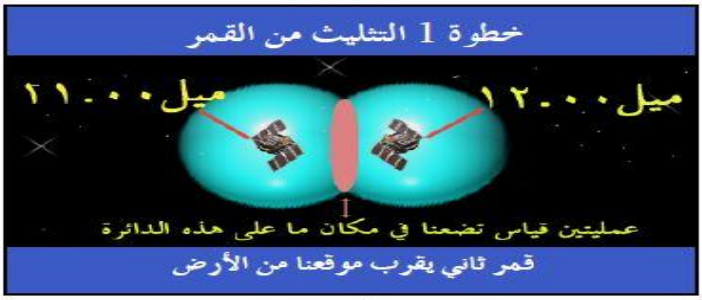
نعم بواسطة قياس دقيق جداً جداً للمسافة بيننا وثلاثة أقمار يمكننا تحديد موقعنا في اي مكان على الكرة الأرضية. لننسى للحظة كيف يستطيع جهاز الاستقبال قياس المسافة ؟ فسوف نتعرف على ذلك لاحقاً.

- **الفكرة من الناحية الهندسية Geometric Idea**

أفترض أننا نقيس مسافتنا من القمر الصناعي. وكانت ١١,٠٠٠ ميل نعرف من ذلك أننا على مسافة ١١,٠٠٠ ميل من قمر صناعي. محدد مقربين من كل المواقع المحتملة في هذا العالم الفسيح على سطح الكرة التي تمركزت على دائره مركزها القمر و نصف قطرها مقداره ١١,٠٠٠ميل .أنظر شكل (١٤) ثم لنقل أننا قسنا المسافة بيننا وبين القمر الثاني وكانت ١٢,٠٠٠ ميل هذا يخبرنا أننا لسنا فوق الكرة الأولى ولكننا نقع على كرة تبعد ١٢,٠٠٠ ميل من القمر الثاني وبتعبير أخر نحن في مكان ما على دائرة حيث تتقاطع كل من الكرتين. أنظر شكل (١٥)لو قسنا المسافة من القمر الصناعي الثالث و وجدنا أننا على بعد ١٣,٠٠٠ ميل منه هذا

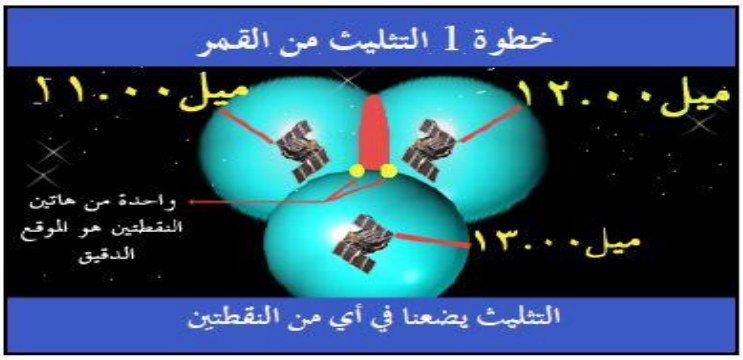


شكل (١٤)



شكل (١٥)

يقرب موقعنا أكثر من النقطتين حيث الكرة ١٣,٠٠٠ ميل تتقاطع مع الدائرة التي نتجت عن تقاطع الكرتين الأولتين أنظر شكل (١٦).بقياس المسافة من ثلاث أقمار صناعية نستطيع تقريب موقعنا إلى نقطتين فقط في الفضاء .ولكي نقرر أي من النقطتين هي الموقع الصحيح فلابد من عمل قياس رابع ولكن في العادة أن واحدة من النقطتين تكون أجابه (غير صحيحة لبعدها عن الحقيقة) أي أما أن تكون بعيدة جداً عن الأرض أو تتحرك بسرعة مستحيلة ويمكن رفضها (استبعادها) بدون قياسات .



شكل (١٦)

الخطوة الثانية قياس المسافه من القمر Measuring Distance from Satellite

رأينا في الخطوة السابقة أن الموقع يمكن حسابه من قياس ثلاث مسافات من أقمار صناعية على الأقل . ولكن يتبادر للذهن سؤال كيف يمكنك قياس المسافة بينك وبين شئ عائم في الفضاء ؟

نحن نعمل ذلك بحساب الوقت اللازم للموجة لكي تصل من القمر الصناعي إلى جهاز الاستقبال .

شكل (١٧)

الفكرة من الناحية الحسابية .

مما لاشك فيه أن العلاقة التالية معروفة للجميع وهي أحدى قوانين الحركة لنيوتن .

المسافة = السرعة × الزمن

وفي حالة (GPS) نحن نقيس موجات كهرومغناطيسية وعلية فإن السرعة هي سرعة الضوء والتي تعادل ١٨٦,٠٠٠ ميل /ثانية والمشكلة هي عملية قياس الزمن الذي تستغرقه الموجة في الوصول من القمر الصناعي إلى المستقبل أنظر شكل (١٧)

● عملية تحديد الوقت Timing

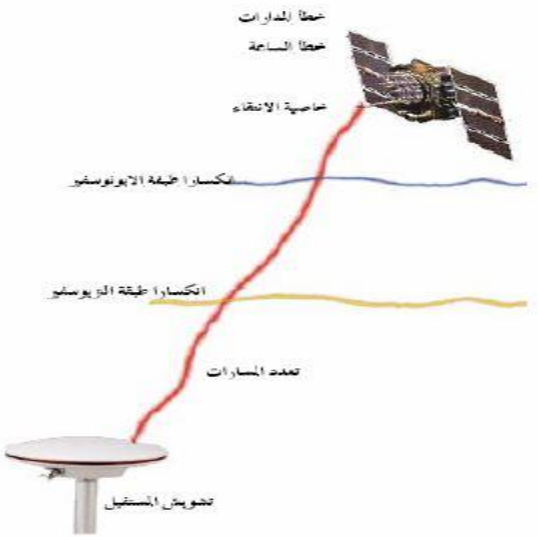
إن عملية تحديد الوقت (قياس الزمن للموجة منذ صدورها من القمر حتى وصولها إلى المستقبل) تحتاج إلى حيلة حيث أن الزمن الذي تستغرقه الموجة يصل إلى ٠,٠٦ من الثانية مما يتطلب ساعات عالية الدقة .فنقل مثلاً لو أستطاع الشخص القريب من جهاز الاستقبال من سماع نغمة قادمة من الفضاء تصدر عند لحظه خروج الموجة من القمر الصناعي (من ساعة القمر الصناعي) ونغمة أخرى من جهاز الاستقبال عند لحظه استقباله للموجة ووصولها فأنة بذلك يمكننا أن ندرك أن هناك فرق زمني بين النغمتين وهذا الفرق بالتأكيد هو الزمن الذي تستغرقه الموجة لكي تصل من القمر الصناعي إلى جهاز الاستقبال وهو ما يسمى (Travel Time) أذن فالمطلوب فقط هو ضرب مقدار هذا الزمن في سرعة الضوء في الفضاء لنحصل على المسافة من المستقبل إلى القمر وهذه هي أساس عمل الـ(GPS)

مصادر الاخطاء في GPS

كأي تقنية بشرية ، توجد عدة مصادر للأخطاء الطبيعية العشوائية Random Errors وأيضا الأخطاء المنتظمة Systematic Errors or Biases تؤثر علي جودة و دقة عمل الجي بي أس. أمكن للعلماء استنباط طرق و نماذج رياضية للتغلب علي هذه الأخطاء أو علي الأقل الوصول بها لأدني حد ممكن حتى يمكن الحصول علي دقة عالية في تحديد المواقع.

من أهم مصادر الأخطاء في نظام الجي بي أس (شكل) :

أ- الاتاحية المنتقاة
ب- تأثير طبقة التروبوسفير في الغلاف الجوي
ت- تأثير طبقة الأيونوسفير في الغلاف الجوي
ث- خطأ ساعة القمر الصناعي
ج- خطأ مدار القمر الصناعي
ح- خطأ ساعة جهاز الاستقبال
خ- خطأ هوائي جهاز الاستقبال
د- خطأ تعدد المسار
ذ- تأثير الوضع الهندسي للأقمار الصناعية

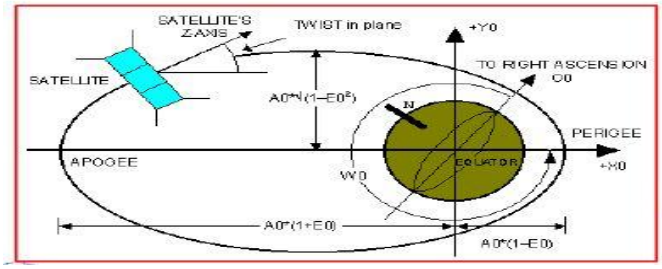


اخطاء القمر الصناعي :

ا- خطأ مدار القمر الصناعى Satellite Ephemeris errors

نظرا لوجود قوى خارجية قد يحيد القمر عن مداره فى النموذج الرياضى الخاضع لقانون كبلر Keppler مما يؤدى الى خطأ فى الأرصاد وبالتالى تقليل دقة الأرصاد

ولذا تقوم محطات التحكم الأرضية بتعقب الأقمار ومراقبتها لإعادتها الى وضعها الصحيح وذلك بمراجعة حساب النموذج الرياضى Ephemeris لكل قمر



- تبث محطات التحكم رسالة ملاحية شاملة التصحيح لكل قمر Ehemeris تحتوى على : النموذج الرياضى الخاص به وكذلك النماذج الرياضية لمدارات باقى الأقمار Almanac
- ثم يقوم القمر بإرسال هذه الرسالة الملاحية الى المستقبل

ب- خطأ ساعة القمر الصناعى Satellite clock errors

تقوم محطات التحكم الأرضية والمزودة بساعات ذرية Cesium Clock عالية الثمن (الآف الدولارات) وذات دقة تصل الى النانو ثانية (تقرأ حتى ١ * ١٠-٩ من الثانية) بمراقبة الساعات الذرية الموجودة بالأقمار الصناعية وحساب أى أخطاء بها

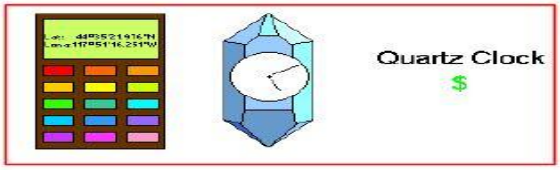
- تبث محطات التحكم رسالة ملاحية تحتوى على هذه التصحيحات لكل قمر
- يقوم كل قمر بإرسال هذه الرسالة الملاحية الى المستقبل لأخذها فى الاعتبار
- هذه التصحيحات أحيانا تكون غير كافية وتؤدى الى تقليل دقة الأرصاد

اخطاء المستقبل :

ا- خطأ ساعة المستقبل Receiver clock errors

بهدف تقليل سعر المستقبلات فإنها تزود بساعة كوارتز quartz clock ذات سعر معقول ودقة تصل الى الميكرو ثانية (تقرأ حتى ١*١٠-٦ من الثانية)

- فرق الدقة بين الساعتين يؤدى الى خطأ فى قياس المسافة
- ولتلافى هذا الخطأ يمكن إجراء رصد متزامن من مستقبل واحد على أكثر من قمر صناعى



2- أخطاء انتشار الموجات فى الغلاف الجوي

ا- تأثير طبقة التروبوسفير Troposphere propagation

طبقة التروبوسفير هى أول طبقة ملاصقة لسطح الكرة الأرضية وتمتد رأسيا من صفر الى حوالى ١٥ كم ونظرا للكثافة العالية لهذه الطبقة فإنها تتسبب فى تأخير وصول الإشارات من القمر الصناعى ويؤدى ذلك الى مسافة محسوبة أكبر من الحقيقية وبالتالى خطأ فى تحديد الإحداثيات

و يتوقف هذا الخطأ على زاوية ارتفاع القمر ويكون أقل ما يمكن عندما يكون القمر رأسيا

يلى هذه الطبقة طبقة الاستراتوسفير Stratosphere وهى بارتفاع من ١٥-١٠٠ كم وهى طبقة ذات كثافة متوسطة ولكن تأينها قد يكون منعدم ولذلك فإن تأثيرها على موجات القمر الصناعى شبه معدوم

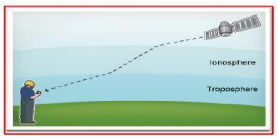
ب- تأثير طبقة الأيونوسفير Ionosphere propagation

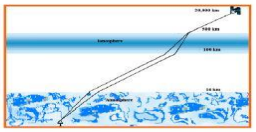
تلى طبقة الاستراتوسفير طبقة الأيونوسفير وهى على ارتفاع ٦٠ الى ١٠٠٠كم من سطح الأرض، وهذه الطبقة ذات كثافة منخفضة ولكنها ذات تأين عالى حيث تؤثر الأشعة السينية والفوق بنفسجية مع جزيئات وذرات الغازات لتنتج جزيئات حرة

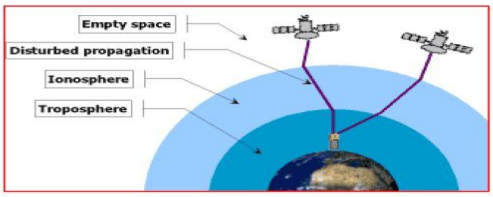
وللتوضيح فإن الطاقة الناتجة عن الشمس فى الطبقات العليا من الجو تصطدم بجزيئات الاكسجين والنيتروجين فتشطرها الى ايونات موجبة والكترونات

ولذلك تتأثر إشارات الاقمار الصناعية خلال مرورها بهذه الطبقة مما يؤدى الى زيادة سرعة وصول الإشارات

- ويؤدى ذلك الى مسافة محسوبة أكبر من الحقيقية فى حالة استخدام الطريقة الحسابية بطريقة الشفرة code والى مسافة محسوبة أقصر من الحقيقية فى حالة استخدام الطريقة الحسابية من خلال طور الموجة carrier phase







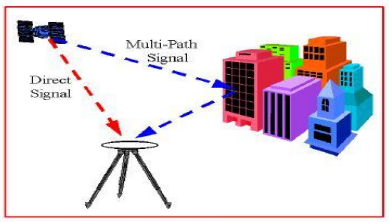
جـ ـ خطا تعدد المسار (تداخل الإشارات) Multipath error

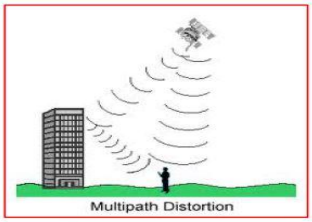
من أساسيات اختيار موقع نقاط المستقبلات أن تكون بعيدة بمسافة كافية عن المباني (خاصة المبانى الزجاجية) والأشجار العالية والغابات

وذلك لأن الموجات القادمة من الأقمار الصناعية منها ما يصل مباشرة الى المستقبل ومنها ما ينعكس من المبانى و يتتداخل مع الإشارات المباشرة من القمر وبهذا يستقبل المستقبل موجات متعددة بعضها صحيح والآخر غير صحيح مما يؤدى الى تقليل دقة الأرصاد.

ولذا يجب أخذ إحتياطات الرصد وتجنب المعوقات التالية كلما أمكن :

المناطق الجبلية الشاهقة ــ الأبراج والمبانى العالية ــ المسطحات المائية وحمامات السباحة ــ الأماكن الملاصقة للأسوار المتصلة ــ أسفل الكابلات الكهربائية والتليفونات





مستقبل يقلل تأثير
خطأ انتشار المسارات

نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

معرفة نماذج الارتفاع الرقمية DEM

C الفكرة الرئيسة

نماذج الارتفاع الرقمية :

1- نموذج الارتفاع الرقمية DEM وأنواعه المختلفة [DTM, DSM, TRM]
2- نموذج المثلثات غير المنتظمة TIN

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة السادسة والسابعة، سيكون الطالب قادرًا على:

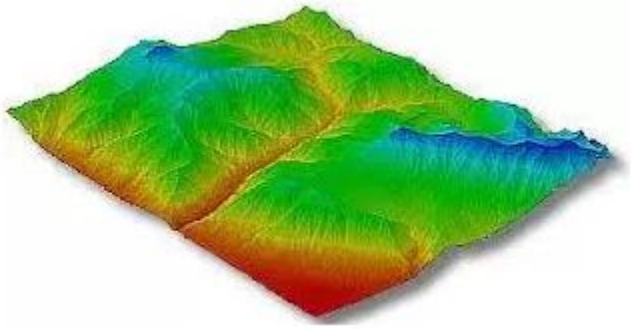
معرفة نماذج الارتفاعات الرقمية وكيف يتم معرفة بيانات الارتفاعات (المناسيب) لمنطقة جغرافية محددة.

الاسبوع السادس والسابع

نماذج الارتفاع الرقمية DEM وأنواعه المختلفة[DTM, DSM, TRM]

أولاً:- نموذج الإرتفاع الرقمي:Digital Elevation Model – DEM

نموذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Model أو اختصارا DEM هو ملف رقمي يحتوي بيانات الارتفاع (المنسوب) لمنطقة جغرافية محددة. قد يكون نموذج الارتفاعات الرقمية في صورة خطية Vector (مجموعة من السطور يتكون كل سطر من الإحداثيات الثلاثة س،ص،ع لنقطة) أو قد يكون في صورة شبكية Raster لتمثيل تضاريس أو طبوغرافية سطح الأرض في المنطقة.



يمكن الحصول علي نموذج ارتفاعات رقمية بطرق متعددة أو من خلال عدة مصادر للبيانات Input منهم علي سبيل المثال:

أ- قياسات المساحة الأرضية بأجهزة الميزان أو المحطة الشاملة Total Station أو أجهزة النظام العالمي لتحديد المواقع GPS ثم نستخدم أحد برامج الكمبيوتر لإنشاء نموذج الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة.
ب- من الخرائط الكنتورية (بعد ترقيمها علي الحاسب الآلي).
ت- من الصور الجوية Aerial Photographs.
ث- من مرئيات الأقمار الصناعية للاستشعار عن بعد Remote-Sensing Images.
ج- من نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية المجانية.

النوع الأخير هو أكثر أنواع نماذج الارتفاعات الرقمية شيوعا و استخداما في السنوات القليلة الماضية لعدة أسباب: (١) سهولة الحصول عليه (من شبكة الانترنت)، (٢) مجانية الحصول عليه، (٣) أنها نماذج عالمية تغطي كافة أرجاء اليابسة علي سطح الأرض. وهناك عدة نماذج ارتفاعات رقمية عالمية متاحة مجانا ومنها علي سبيل المثال:

النوع الأخير هو أكثر أنواع نماذج الارتفاعات الرقمية شيوعا و استخداما في السنوات القليلة الماضية لعدة أسباب: (١) سهولة الحصول عليه (من شبكة الانترنت)، (٢) مجانية الحصول عليه، (٣) أنها نماذج عالمية تغطي كافة أرجاء اليابسة علي سطح الأرض. وهناك عدة نماذج ارتفاعات رقمية عالمية متاحة مجانا ومنها علي سبيل المثال:

- نموذج GLOBE:
http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html
- نموذج ETOPO2:
http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/fliers/06mgg01.html
- نموذج ASTER:
http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/
- نموذج SRTM:
http://srtm.usgs.gov/

يعد نموذجي الارتفاعات الرقمية Aster, SRTM من أكثر النماذج استخداما حول العالم وخاصة من حيث قدرة التمييز المكاني Spatial resolution. نموذج SRTM من تطوير كلا من هيئة المساحة العسكرية الأمريكية ووكالة الفضاء الأمريكية ويوجد منه ٣ مستويات من الوضوح المكاني (أو قدرة التمييز المكاني): SRTM30 حيث طول الخلية الواحدة pixel يبلغ ٣٠ ثانية من خطوط الطول و دوائر العرض (أي حوالي ٩٠٠ متر)، SRTM3 حيث طول الخلية الواحدة pixel يبلغ ٣ ثانية (أي حوالي ٩٠ متر)، SRTM1 حيث طول الخلية الواحدة pixel يبلغ ١ ثانية (أي حوالي ٣٠ متر). كلا النموذجين SRTM30, SRTM3 متاحين مجانا علي الانترنت، بينما النموذج الثالث SRTM1 متاح فقط لمنطقة شمال أمريكا (الولايات المتحدة الأمريكية و كندا فقط). أما نموذج الارتفاعات الرقمية العالمي Aster فهو من تطوير كلا من وزارة الصناعة اليابانية ووكالة الفضاء الأمريكية، وله مستوي واحد من قدرة التمييز المكانية والذي يبلغ ٣ ثانية أي ٩٠ متر. تعد قدرة التمييز المكاني من العناصر الأساسية لأي نموذج ارتفاعات رقمي حيث أنها تعبر عن قدرة النموذج في تمثيل تضاريس سطح الأرض. إن طول الخلية pixel يعبر عن طول و عرض أصغر منطقة يمكن تمييز قيمة منسوب الأرض عندها، أي أن قيمة المنسوب تكون واحدة (كقيمة متوسطة) لهذه الخلية و لا يمكن معرفة أية تفاصيل طبوغرافية داخل هذه الخلية.

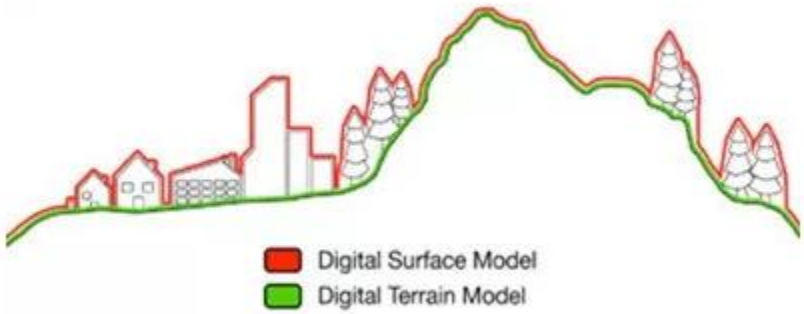
يمكن استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية لإنتاج الخرائط الكنتورية لأي منطقة في العالم وذلك لسهولة و مجانية تحميل النموذج من الانترنت في لحظات. لكن السؤال الأهم هنا هو: ما دقة بيانات نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية؟ وهل تصلح هذه النماذج لإنتاج الخرائط الكنتورية بأي مقياس رسم؟. الموقع الرسمي لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) يحدد دقة نموذج الارتفاعات الرقمية العالمي SRTM بقيمة تتراوح بين ± ٦ – ١٠ متر علي المستوي العالمي، و دقة نموذج الارتفاعات الرقمية العالمي Aster بقيمة تتراوح بين ± ٧ – ١٤ متر علي المستوي العالمي. أي أن قيمة منسوب أي نقطة مستنبطة من نموذج الارتفاعات الرقمية SRTM تحتمل خطأ متوقع قيمته تتراوح بين ٦ و ١٠ أمتار، بينما قيمة منسوب أي نقطة مستنبطة من نموذج الارتفاعات الرقمية Aster تحتمل خطأ متوقع قيمته تتراوح بين ٧ و ١٤ متر. أجريت حديثا دراسة في مدينة مكة المكرمة (للمؤلف مع كلا من د. خالد الغامدي و د. معراج مرزا) أثبتت أن دقة نموذج SRTM3 تبلغ ± ٥.٨٥ متر بينما دقة نموذج Aster تبلغ ± ٨.٦٦ متر في مدينة مكة المكرمة. فإذا عدنا للجزء ٧-١-٢ من هذا الفصل سنجد أن هذه الدقة الرأسية تناسب فقط الخرائط الكنتورية التي بها الفترة الكنتورية تساوي أو أكبر من ١٠ متر وهي الخرائط الجغرافية (أو الخرائط العامة) ذات مقياس الرسم الصغير بدءا من مقياس رسم ١ : ١٠٠،٠٠٠. وبالتالي فأن هذه النماذج لا تناسب مواصفات إنتاج الخرائط الكنتورية التفصيلية صغيرة أو متوسطة مقياس الرسم.

تجدر الإشارة لوجود نماذج ارتفاعات رقمية وطنية تقوم بتطويرها الجهات الحكومية المسئولة عن تطوير الخرائط في كل دولة. فعلي سبيل المثال يوجد في المملكة العربية السعودية نموذج ارتفاعات رقمية يتميز بقدرة تمييز مكاني تبلغ ٥ متر فقط ودقة رأسية تبلغ ± ٣ أمتار، وبالتالي فأنه يناسب إنتاج الخرائط ذات الفترة الكنتورية ٥ متر (مقياس رسم ١ : ٥٠،٠٠٠).

يعتبر اسم عام لتمثيل جميع أنواع الارتفاعات الرقمية وتندرج تحتها الأنواع التالية: -

1- **نموذج السطوح الرقمي:Digital Terran Model – DTM :- وهو عبارة عن جميع مرتفعات سطح الأرض** مُجرده **من جميع الأجسام التي تعلوها مثل النباتات والمباني والجسور وغيرها.**

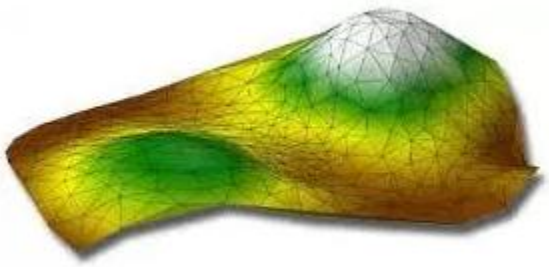
2- **نموذج التضاريس الرقمي:Digital Surface Model – DSM :- وهو عبارة عن جميع مرتفعات سطح الأرض** مُتضمنه **جميع الاجسام التي تعلوها مثل النباتات والمباني والجسور وغيرها.**



شكل رقم (1) :- الصور توضح الفرق ما بين النموذجين حيث أن الخط الأحمر يمثل الـ DSM والخط الأخضر يمثل الـDTM.

ثانياً: نموذج المثلثات غير المنتظمة:Triangulated Irregular Network – TIN

وهي عبارة عن بنية بيانات رقمية على شكل Vector تُمثل سطح ثلاثي الأبعاد (x,y,z) وتتمثل بأشكال مثلثية غير منتظمة وغير متطابقة مع بعضها. يتم إنشائها من نموذج الإرتفاع الرقمي.DEM .



نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

فهم طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام GPS

C الفكرة الرئيسة

طرق الرصد المساحي :

1- الرصد الثابت
2- الرصد الثابت السريع
3- الرصد المتحرك
4- الرصد المتحرك اللحظي
5- اعمال الملاحة والتوجيه

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة الثامنة ، سيكون الطالب قادرًا على:

معرفة طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام ال GPS

الاسبوع الثامن : طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام GPS :

يقصد بطريقة الرصد هي الطريقة التي يتبعها المساح في استخدامه للجهاز ، والمساح وحده هو الذي يقرر الطريقة التي يتبعها في الرصد تبعا للعوامل التالية-:

- امكانية الجهاز المستخدم .
- عدد الأجهزة المتوفرة .
- الدقة المطلوبة في العمل.
- العدد المتوفر من المساحين .
- برنامج الحاسب الآلي المستخدم لمعالجة الأرصاد.
- الوقت اللازم لإنجاز المشروع.

ويمكن تقسيم طرق الرصد المساحي إلي:

1. الرصد الثابت. (Static)
2. الرصد الثابت السريع.(Rapid Static)
3. الرصد المتحرك. (Kinematic)
4. الرصد المتحرك اللحظي. (Real Time Kinematic)
5. أعمال الملاحة والتوجيه.

1. الرصد الثابت: (Static)

في هذه الطريقة يتم وضع جهاز جي بي اس الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة بضع ساعات تختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجعي (Reference) وحدة الرصد المتحركة.(Rover)

وهذه الطريقة تعطي دقة عالية جدا ، وتستخدم في التالي :

- رصد الشبكات الجيوديسية .
- شبكات المثلثات من الدرجة الأولى.
- رصد الخطوط الطويلة.

2. الرصد الثابت السريع-:(Rapid Static)

تختلف هذه الطريقة عن طريقة الرصد الثابت في الفترة الزمنية اللازمة للرصد ، وفيها يتم وضع جهاز جي بي اس الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (أقل من ساعة) وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدتي الرصد وهذه الطريقة تعطي أيضا دقة عالية ، وتستخدم في-:

- إنشاء شبكات المثلثات.
- تكثيف نقاط شبكات المثلثات.
- قياس خطوط القواعد بشرط ألا تزيد المسافة بين الوحدتين عن 20 كم.

3. الرصد المتحرك-:(Kinematic)

في هذه الطريقة يتم وضع جهاز Gps استقبال وحدة المرجع (Reference) فوق النقطة المعلوم احداثياتها ويتم التحرك على النقاط المراد رصدها بالوحدة الثانية (Rover) بعد وضع هوائي الاستقبال على حامل أو عصا.(Pole)

ويوجد نوعان من هذه الطريقة:

أ- الثبات والحركة-:(Stop & Go)

وفيها يحتل الراصد النقط المجهولة بالجهاز (Rover) ويشغل الجهاز لفترة زمنية بسيطة من (8 - 20 دقيقة) تختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد الثابت ووحدة الرصد المتحرك ثم يغلق الجهاز وينتقل إلى النقطة التالية ،أي أن الجهاز في خلال الحركة من نقطة إلى أخرى يكون مغلقا ، وتسجل أرصاد كل نقطة تحت رقم معين وتتم معالجة الأرصاد للحصول على احداثيات النقط المرصودة باستخدام برنامج الحساب الآلي الخاص بالجهاز.

ب- الرصد المستمر-:(Continuous)

وفيها ينتقل الراصد من نقطة إلى أخرى دون إغلاق الجهاز ، بمعنى أن الجهاز مستمر في الرصد على الأقمار الصناعية ويسجل أرصادها أثناء حركة الجهاز في مساره وتتم معالجة الأرصاد للحصول على إحداثيات النقط باستخدام برنامج الحاسب الآلي الخاص بالجهاز. ويمكن بهذه الطريقة عمل خريطة كنتورية لمنطقة عن طريق تثبيت جهاز جي بي اس على سطح سيارة مثلا والتحرك في منطقة العمل ، وهذا النوع من الرصد المتحرك أقل دقة من الرصد الثابت إلا أنه يعطي نتائج جيدة إذا ما قورن بأعمال الرفع العادية.
وتستخدم طريقة الرصد المتحرك في الأعمال التالية :-

- يستخدم في أعمال المضلعات.

- يستخدم في عمل نقاط الربط الأرضي لأعمال المسح الجوي.
- إيجاد مساحة الأراضي الكبيرة.
- إنتاج خرائط كنتورية بدقة مقبولة لأعمال الدراسات التمهيدية للمشاريع الهندسية.

4. الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic) :

وهذه الطريق تشبه الطريقة السابقة إلا أن الوحدتين في هذه الطريقة يتم تزويدهما بوحدتي إرسال لاسلكي فتقوم وحدة المرجع (Reference) باستقبال إشارات الأقمار الصناعية ومعالجتها لاستخلاص قيمة الخطأ في احداثيات النقطة وارسال هذه البيانات إلى الوحدة المتحركة (Rover) ،

ومن خلال البرنامج الحاسوبي بجهاز الوحدة المتحركة (Rover) يتم حساب إحداثيات النقط المرصودة تبعا للنقطة الموجود عليها النقطة المرجعية (Reference) ، مما يمكن المساح من ايجاد إحداثيات النقطة المرفوعة فور الانتهاء من عملية الرصد.
وهذه الطريقة مناسبة جدا لأعمال الرفع إلا أنه يعيب هذه الطريقة تأثر موجات اللاسلكي بين الوحدتين بإشارات البث اللاسلكي الأخرى، ويوجد أيضا نوعان من هذه الطريقة:

- الثبات والحركة.(Stop & Go)
- المستمر(Continuous)

5. أعمال الملاحة والتوجيه :

يمكن استخدام الجهاز في أعمال الملاحة بوضع جهاز gps الاستقبال فوق السيارة وادخال إحداثيات النقطة المطلوب الوصول إليها للجهاز ، فيقوم الجهاز بحساب المسافة المتبقية على الهدف المراد الوصول إليه وكذلك الاتجاه. وهذه الطريقة تستخدم في الاتي:

a) في أعمال الملاحة البرية.
b) في توجيه السفن والطائرات.
c) لإيجاد اتجاه معين (اتجاه الشمال اتجاه القبلة ..... إلخ.

ويلاحظ في كل الطرق أن زمن الرصد من العوامل المهمة في تحديد دقة الرصد ، وفيما يلي نحدد العوامل المؤثرة في الرصد كالتالي:

أ- الدقة المطلوبة من العمل فكلما ازدادت الدقة يزداد الزمن اللازم للرصد.

ب- المسافة بين النقطتين فكلما ازدادت المسافة بين نقطة المرجع والنقطة المرصودة زاد الزمن اللازم للرصد.

ج- عدد الأقمار المرصود فكلما ازدادت عدد الأقمار المتاح قل الزمن اللازم للرصد.

د- التوزيع الهندسي للأقمار فكلما كان التوزيع الهندسي للأقمار جيد قل الزمن اللازم للرصد.

نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

التعرف على أنواع جهاز ال GPS

C الفكرة الرئيسة

هناك ثلاثة أنواع من أجهزة ال **GPS** :

1- الملاحي
2- المساحي
3- ملاحي يعتمد التصحيح

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة التاسعة، سيكون الطالب قادرًا على:

معرفة أنواع جهاز ال GPS وكذلك أجهزة الرصد الخاصة بمنظومة نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

الاسبوع التاسع : انواع اجهزة الـــــــ GPS

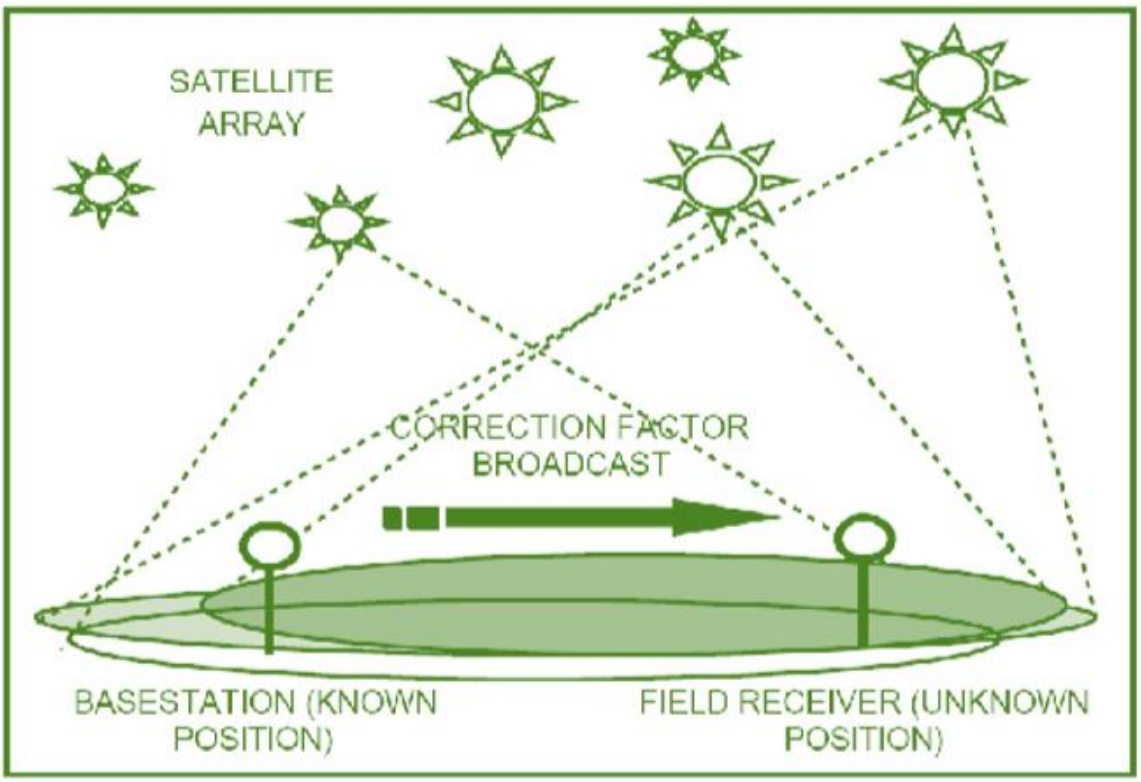
هنالك ثلاثة انواع من اجهزة الـ GPS

1) الملاحي Navigator

وهو النوع الاكثر انتشارا كلفته غير عالية واستخدامه سهل لكنه الاقل دقة حيث دقته بين 5 و 15 مترا يتكون من جهاز واحد يلتقط الاشارة ويعطي النتيجة بسرعة وتعتبر اكثر الانواع استخداما في العالم , وتستخدم لأغراض الاستدلال والسياحة وتم ادخالها مع اجهزة الموبايل والسيارات والساعات ومجالات اخرى كثيرة لغرض معرفة الاشخاص للموقع الذي هم متواجدين فيه وتسقيطه على الخرائط الموجودة في الجهاز.

2) المساحي Differential

وهو النوع الاكثر كلفة واقل انتشارا استخدامه محدد بالتخصصات التي تحتاج الى نقاط بدقة عالية جدا اقل من 5 امتار وتصل الى السنتمترات ويتكون من جهازين احدهما يثبت عى نقطة مرجعية (Reference or pinch mark)والجهاز الثاني لتحديد النقاط الجديدة (Rover) وتكون دقته عالية جدا. وتستخدم للأغراض المساحية كافة مثل الاعمال الجيودسية في انشاء شبكات الضبط الارضي المختلفة ومراقبة تحرك المنشآت والاعمال الطبوغرافية والاعمال الكادسترائية واعمال المسح الجوي واعمال الانشاءات الضخمة الدقيقة ومجالات اخرى.



3) ملاحي يعتمد التصحيح

هو نوع حديث قليل الانتشار كلفتة متوسطة ودقته تتراوح بين ½ متر و 5 امتار يتكون من جهاز واحد يعتمد على التصحيح اعتمادا على محطات بث ارضية

4) اجهزة الرصد الخاصة بمنظومة نظم المعلومات الجغرافية GIS (Single Frequency Receiver L1)

والتي يطلق عليها اسم GNSS for GIS Application والتي تتراوح دقتها بين 1م الى 30سم وبسعر تقريبي يتراوح بحدود 8000 دولار وتستخدم هذه الاجهزة لرفع احداثيات العوارض الموجودة على الارض وبدقة جيدة لرسم وتحديث الخرائط المختلفة اضافة الى امكانية ادخال قواعد بيانات وصور لهذه العوارض حقليا باستخدام برمجيات يتم تنصيبها على هذه الاجهزة والذي من اشهرها برنامج Arc Pad والخاص بمنظومة الـ GIS اضافة الى امكانية تحميل صور فضائية على هذه الاجهزة تساعد في عملية المسح الحقلي وتستخدم هذه الاجهزة على نطاق واسع لمستخدمي الخرائط الرقمية.

دقـــة الـــ GPS

تعتمد دقة الجهاز المستلم على عدة عوامل اضافة الى دقة الالكترونيات في الجهاز

- عدد الاقمار المستلمة (كلما كان العدد اكثر زادت الدقة والعدد الاقصى هو 12 قمر)
- حالة الجو
- توفر المساحات الفارغة اي عدم وجود عائق مادي بين الجهاز والاقمار كالبيانات وغيرها
- دقة الجهاز حسب الحاجة والتطبيق ونوع الجهاز ملاحي او مساحي يعتمد التصحيح

نظرة عامة

A الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم المساحة

B الدوافع

فهم كيفية التخطيط لعمل المسح الميداني باستخدام ال GPS

C الفكرة الرئيسة

فهم الخطوات التي توصل للأهداف والتي يمكن للمستخدم من خلالها تلافي الاخطاء والمشاكل والوصول الى دقة اعلى.

D الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة العاشرة، سيكون الطالب قادرًا على:

معرفة التخطيط للخطوات التي توصل للأهداف والتي يمكن من خلالها تلافي الاخطاء والمشاكل والوصول الى دقة اعلى في العمل.

الاسبوع العاشر : التخطيط لعمل المسح الميداني باستخدام الـ GPS

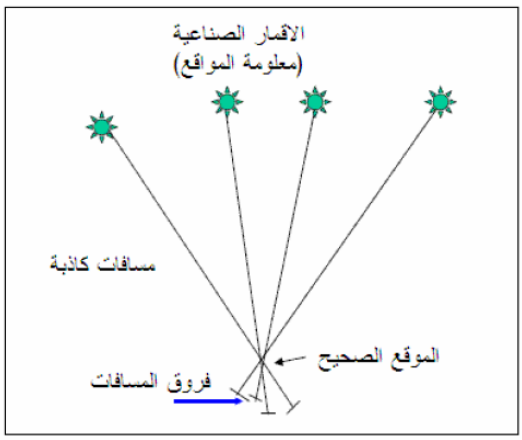
قبل القيام بعمل او مشروع متعلق باستخدام اجهزة الـ GPS من الضروري التخطيط للخطوات التي توصل للأهداف والتخطيط يمكن المستخدم من تلافي الاخطاء والمشاكل والوصول الى دقة اعلى ومن الخطوات الرئيسية في التخطيط للقيام بعملية مسح ميداني بعد وضع الاهداف هي

- اين ستتم عملية المسح (اي تحديد المنطقة)
- اي نوع من المعلم (Feature) والبيانات المطلوب جمعها
- اين هو موقع اقرب نقطة دالة ان وجدت
- ما هي الموارد والمصادر المساعدة المتوفرة (كمية التنقل)
- لمن تجمع البيانات لأي عمل وكيف سيتم استخدامها (تحديد موقع , تصحيح , تصميم , تسقيط ,..)
- السقف الزمني
- التأكد قبل الخروج من تمام عمل الجهاز وتوفر الطاقة والالمام بكيفية عمل الجهاز

الاسبوع الحادي عشر :

أسلوب قياس المسافات بالشفرة (Code phases)

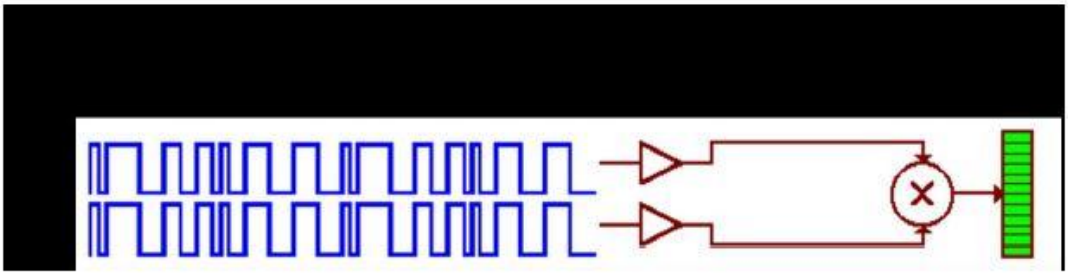
يعتمد هذا الأسلوب في القياس على الفكرة التي قمنا بعرضها في المحاضرة السابقة وهو ان المسافة تساوي السرعة (وهي سرعة الضوء نفسها) وعلى حساب الفارق الزمني منذ خروج الموجة من القمر الصناعي وصولاً الى المستقبل. ولكن المسافة المحسوبة لا تساوي المسافة الحقيقية لأنها بدون تصحيحات ولذلك أطلق عليها بالمسافة الكاذبة Pseudo-range.

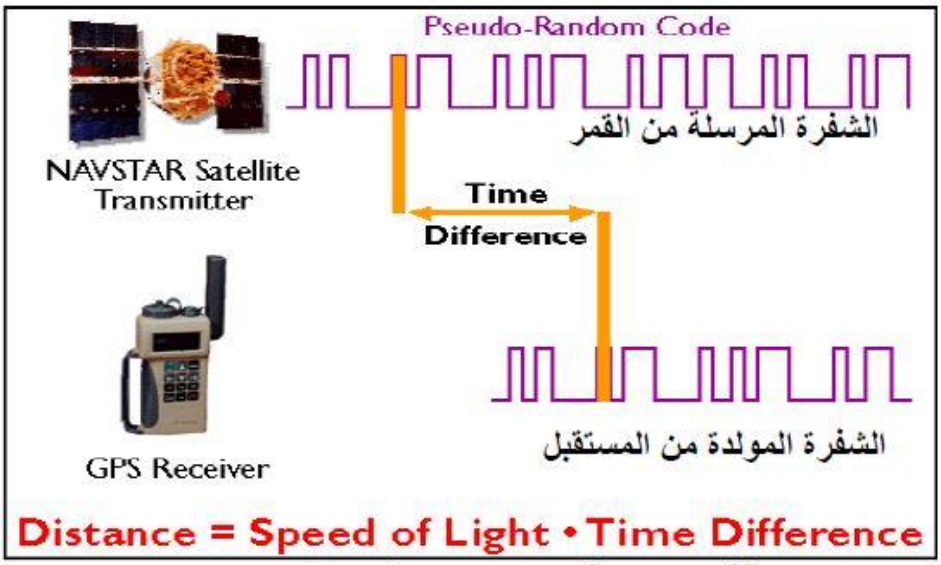


شكل (3.1) :- فروق حساب المسافة

وفي هذه الطريقة يقوم المستقبل بالتالي: -

1. **تقوم وحدة التردد الراديوي بتطوير شفرة بداخلة تتوافق مع الشفرة المرسلة الية من القمر الصناعي.**
2. **يقوم المعالج الدقيق بمقارنة الشفرتين ثم حساب الفارق الزمني بينهما.**
3. **نقوم بحساب المسافة من المعادلة العاملة المسافة = السرعة * الزمن .**





أسلوب قياس المسافة بتحديد فرق طورالإشارة الحاملة(Carrier Phases or carrier (phasedifferences

في هذه الحالة يقوم المستقبل الجيودسي بمعمل التالي : -

1. **يقوم الهوائي بباستقبال الموجة القادمة له من القمر الصناعى.**
2. **يقوم مولد الترددات الدقيقة بالمستقبل بإنتاج موجة داخلية ثابتة**
3. **يقوم مولد الترددات بحساب فرق الطور phase difference وإنتاج موجة جديدة خصائصها (الطول الموجي والتردد) مشابة للموجة المستقبلة من القمر الصناعي وتحسب المسافة من خلالها .**

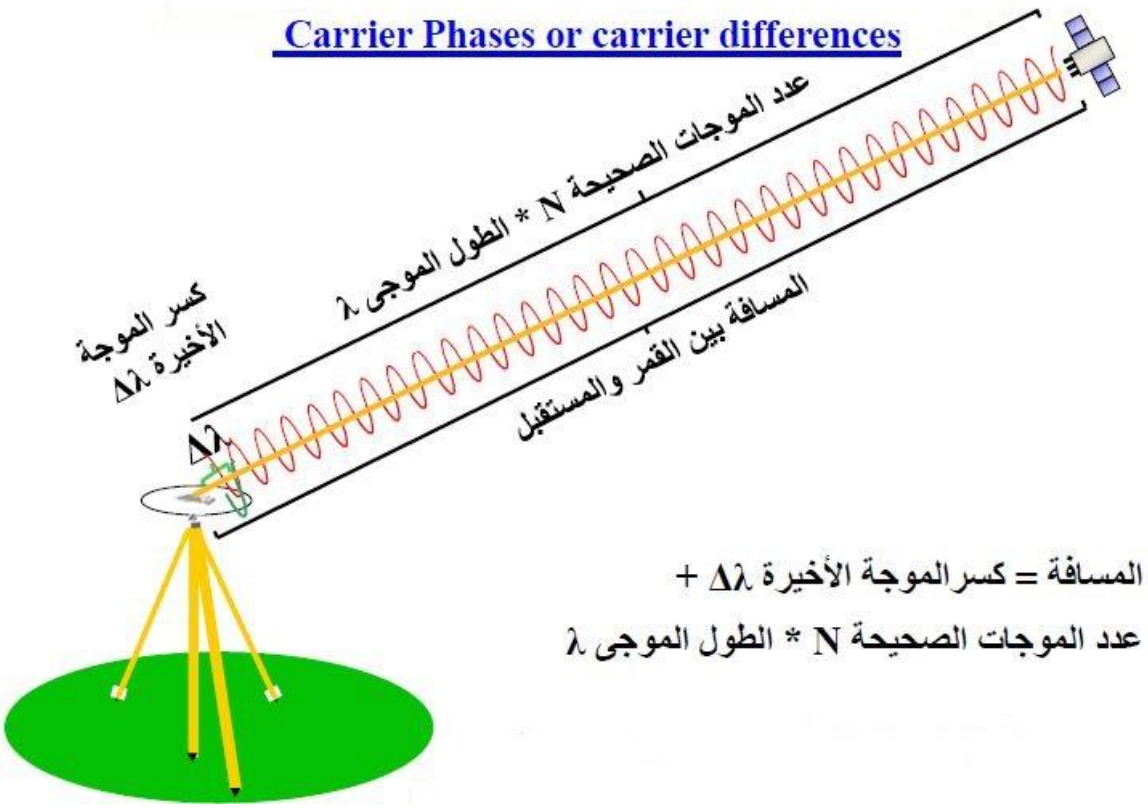
4. بعد حساب فرق الطور والطول الموجي يمكن حساب المسافة من المعادلة التالية :-

$$\text{Distance} = N\lambda + \Delta\lambda$$

حيث ان :-

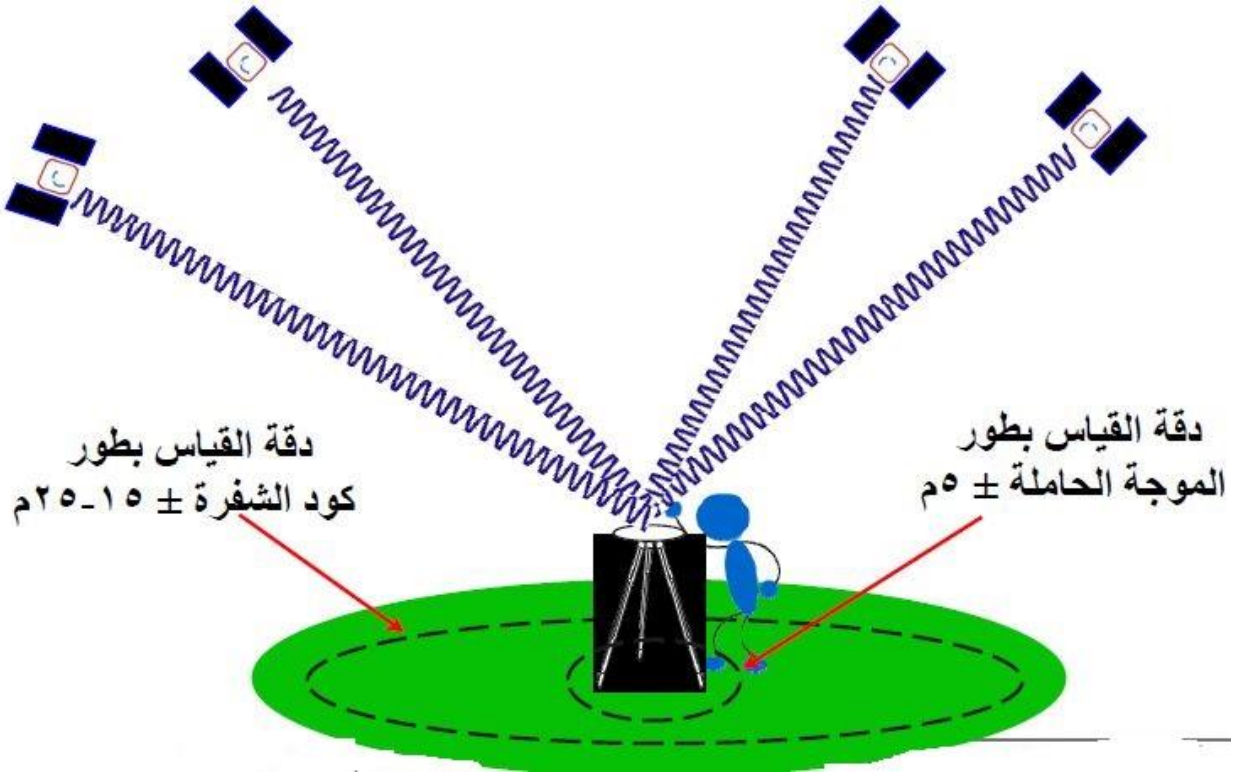
$\Delta\lambda$ = فرق الطــور

$N\lambda$ = الطول الموجي

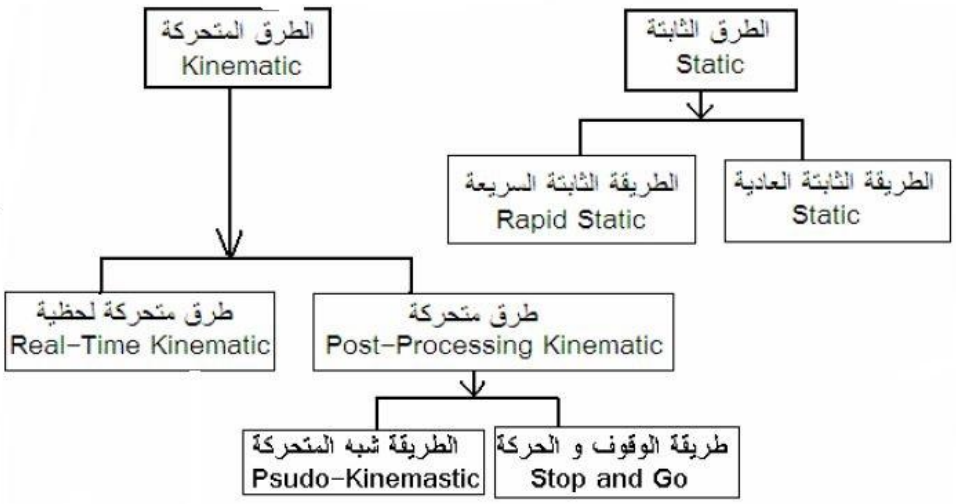


المسافة = كسر الموجة الأخيرة $\Delta\lambda$ +

عدد الموجات الصحيحة N * الطول الموجى λ



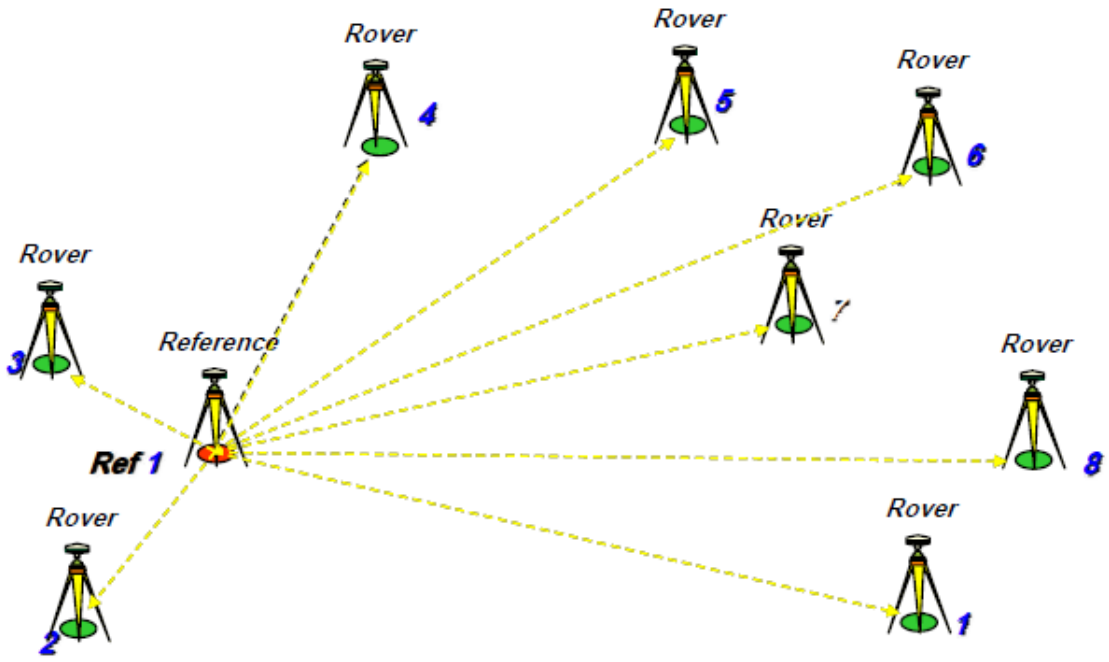
طرق الرصد في(GPS)



1. **(طريقة الرصد الثابتة)Static Observation :- والتي هي ادق انواع الرصد تستخد للشبكات الجيودسية والقياسات الدقيقة جدا ويصل الخطا المتوقع من هذه الطريقة 5mm±1ppm حيث يتم نصب الجهاز على نقطة معلومة في نفس الوقت الذي يوجد هناك جهاز واحد او مجموعة اجهزة منصوبة على نقاط معلومة ومن ثم جمع ارصادات الاقمار لفترة تتراوح من 30 دقيقة الى عدة ساعات تبعا لطول خط القاعدة بين النقطة المجهولة والنقاط المعلومة وتستخدم فيها الاجهزة الثنائية التردد لمسافات طويلة تتراوح مئات الكليومترات واحيانا احادية التردد للمسافات التي لا تزيد عن 20كم ومن ثم يتم معالجة البيانات في البرامج الملحقة مع الجهاز(Post Process) Software للمسافات اقل من 30كم و معالجة البيانات التي تزيد عن هذه المسافة ببرامج خاصة(Precise Post Process Software) عبر ارسال بيانات الرصد الى مراكز عالمية من خلال شبكة الانترنت ومن ثم يصار الى معالجتها وارسال النتائج الى المستخدم بصورة مجانية وتوجد في العالم 5 مواقع لهذا الغرض توفر هذه الخدمة وهناك الكثير من التفاصيل حول هذا الموضوع الذي من الممكن التطرق اليه لاحقا وهذه المواقع هي :**

- **موقع AUSPOSالاسترالي** http://www.ga.gov.au
- **موقع PPP الكندي** http://www.geod.nrcan.gc.ca

موقع OPUS الامريكي http://www.ngs.noaa.gov **والذي مستخدم في العراق لكون العراق مشارك مع هيئة المساحة الجيدوسية الامريكية في برنامج الـ CORS ولدى العراق 6 محطات رصد ثابتة جزء من هذا النظام.**



Rapid Static Observation (طريقة الرصد الثابت السريع):- وهي تقريبا نفس طريقة الرصد السابقة مع اختلاف فترة الرصد حيث تتراوح من 5-15 دقيقة ولخطوط قاعدة لا تزيد عن 20كم وتستخدم في انشاء نقاط الضبط الارضي للاعمال الطبوغرافية وشبكات الضبط الارضي التي لا تحتاج الى دقة عالية والخطا المتوقع من هذه الطريقة 10mm±1ppm وتستخدم البرامج الملحقة مع الجهاز لمعالجة البيانات (Post Process Software). وفي الجدول التالية الفترات الزمنية للرصد حساب المواصفات الامريكية والعربية :

TABLE 14.1 TYPICAL SESSION LENGTHS FOR VARIOUS OBSERVATION METHODS

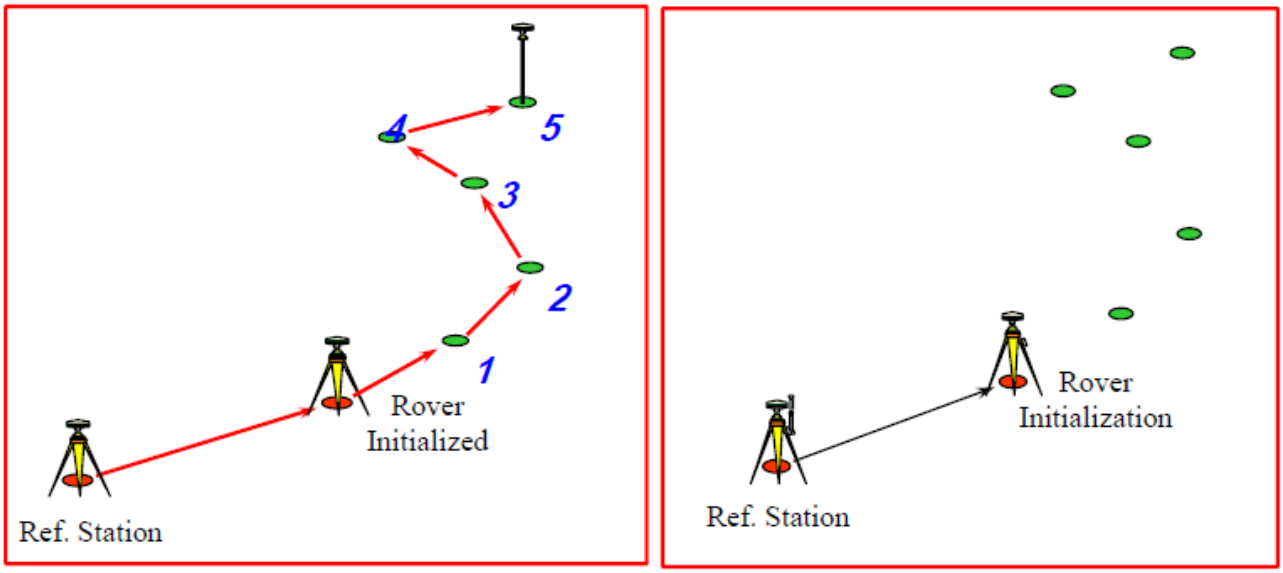
Method of Survey	Single Frequency	Dual Frequency
Static	30 min + 3 min/km	20 min + 2 min/km
Rapid Static	20 min + 2 min/km	10 min + 1 min/km

طول خط القاعدة (كم)	عدد الأقمار الصناعية المتوفرة	معامل الدقة GDOP	وقت الرصد (دقيقة)
أولا: الرصد الثابت التقليدي:			
أقل من ١ كم	أكثر من ٤	أقل من ٦	١٠-٣٠
١ - ٥	أكثر من ٤	أقل من ٦	٣٠-٦٠
٥-١٠	أكثر من ٤	أقل من ٦	٦٠-٩٠
١٠-٢٠	أكثر من ٤	أقل من ٦	٩٠-١٢٠
٢٠-٥٠	أكثر من ٤	أقل من ٦	٢-٣ ساعات
٥٠-١٠٠	أكثر من ٤	أقل من ٦	أكثر من ٣ ساعات
أكثر من ١٠٠	أكثر من ٤	أقل من ٦	أكثر من ٤ ساعات
ثانيا: الرصد الثابت السريع:			
أقل من ١ كم	أكثر من ٤	أقل من ٥	أقل من ٥ دقائق
١-٥	أكثر من ٤	أقل من ٥	٥-١٠ دقائق
٥-١٠	أكثر من ٤	أقل من ٥	١٠-١٥ دقيقة
١٠-٢٠	أكثر من ٤	أقل من ٥	١٠-٣٠ دقيقة

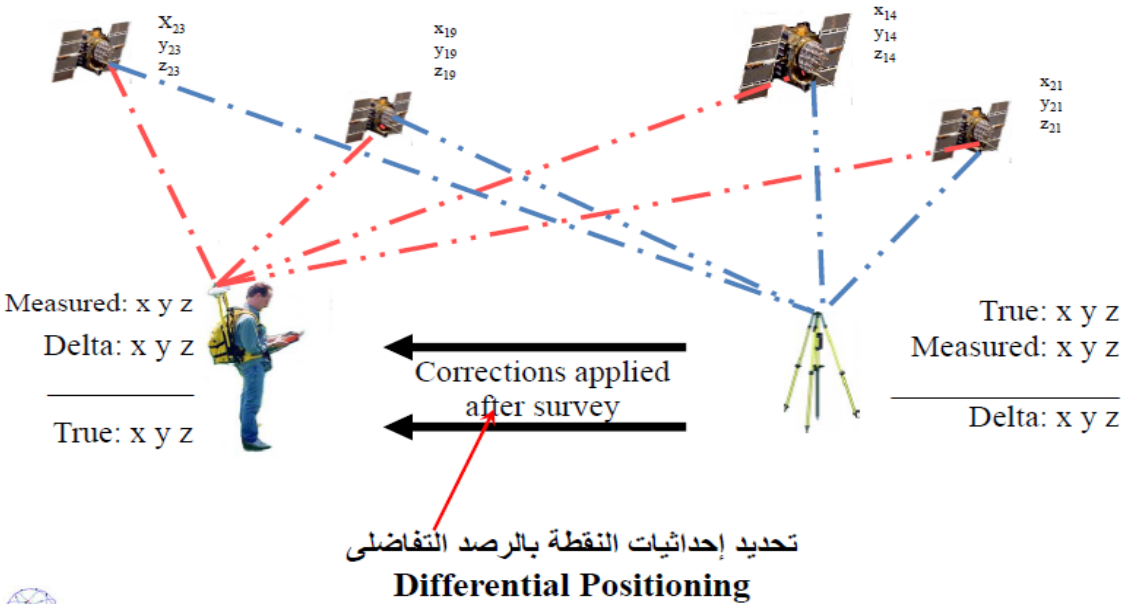
طرق الرصد المتحرك

- **Post Process kinematic(طريقة الرصد المتحرك والحساب المكتبي) وهي الطريقة التي يتم بها نصب جهاز على نقطة معلومة الاحداثيات Base والتحرك مع جهاز اخر او مجموعة اجهزة على النقاط المجهولة حيث يصار في هذه الطريقة الى تصحيح البيانات في المكتب بعد انتهاء العمل الحقلي من خلال البرنامج الملحق مع الجهاز ويتطلب هنا ان يتم نصب الجهاز المتحرح لمدة 10 دقائق تقريبا يجمع فيها عدد من ارصاد الاقمار لحل قيمة الغموض (Ambiguity) او مايدعىInitialization والتي هي حساب العدد الصحيح لعدد دورات الموجة Integer Number of Cycle من القمر الى المستلم Antenna Phase Centerلحساب المسافة بين القمر والمستلم وبعد ذالك يمكن رصد اي نقطة مجهولة لفترة من 1-5ثواني على شرط عدم انقطاع الاشارة بين الاقمار والجهاز المتحرك خلال فترة الرصد وتستخدم هذه الطريقة في الاعمال**

الطبوغرافية ورفع العوارض ويمكن العمل بهذه الطرقة لخطوط قاعدة لا تزيد عن 20كم ودقة هذه الطريقة تتراوح من 2-5سم .



- **Real Time kinematic (طريقة الرصد المتحرك والحساب الانى)** وهي نفس الطريقة السابقة مع فرق ان الاحداثي المستنتج في الحقل هو احداثي مصحح ولايوجد حاجة للرجوع الى المكتب لاجراء عملية معالجة بيانات وتعتمد هذه الطريقة على نقل قيمة التصحيح من المحطة الثابتة Base والمنصوبة على نقطة معلومة الاحداثيات انيا" الى المحطة المتحركة Rover عبر وسائط مختلفة منها الاشارة الراديوية او عبر منظومة الهاتف النقال ومن خلال شبكة الانترنت ويستفاد من هذه الطريقة في كونها توفر الكثير من الجهد والوقت والكلفة في اعمال المساحة المختلفة اضافة الى كونها الطريقة الوحيدة المستخدةلاغراض تسقيط المعالم stakeout لكون عملية التسقيطتحتاج الى احداثي مصحح في الحقلوالتي تصل دقتها من 2-5سم .



المصادر :

1- أسس المساحة الجيودسية والجي بي أس . د. جمعة محمد داوود 2012/1433

اساسيات منظومة تحديد الموقع العالمي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل . مركز التحسس الناني / اعداد : صباح حسين.