الباب الثالث

تقنية النظام الكوني لتحديد الموقع (GPS)

الباب الثالث

تقنية النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)

3-1 نبذة تاريخية :

مع بداية الستينات من القرن العشرين الميلادي إهتمت عدت جهات حكومية في الولايات المتحدة الامريكية مثل [وزارة الدفاع DOD ووزارة النقل DOT وهيئة طيران الفضاء ناسا (NASA)] بتطوير نظام ملاحي يعتمد على رصد الاقمار الاصطاعية ، وتم اطلاق نظام ترانزيت Transit في عام 1964م ، إلا انه سرعان ما لم يلبي حاجات القطاعات العسكري والمدني وخاصة لعنصري الدقة والاتاحية وبدا التفكير اما في تطوير هذا النظام او البحث عن بديل جديد له ، بدات عدة جهات علمية وحكومية اقتراح نظم جديدة . في عام 1969م قامت وزارة الدفاع بانشاء برنامج جديد تحت اسم البرنامج العسكري للملاحة بالاقمار الاصناعية (DNSS)(Defense Navigation Satellite System)لتوحيد الجهود وراء اطلاق نظام ملاحي جديد .

وبالفعل تم إقتراح تقنية جديدة تحت اسم "النظام الكوني الملاحي لتحديد المواقع بقياس المسافة والزمن باستخدام الاقمار الاصناعية "Navigation Satellite Time and Ranging (Global Positioning System)" أو إختصاراً بإسم NAVSTAR GPS ، إلا أنه عرف على نطاق واسع بعد ذلك بإسم النظام الكوني لتحديد المواقع ، تم اطلاق أول قمر إصناعي في هذا النظام في 22 فبراير 1978م وفي 8 ديسمبر 1993م تم اعلان اكتمال النظام مبدائيا ، اما الاعلان النهائي لإكتمال النظام رسمياً فقد كان في 27 أبريل 1995م ، وفي بداياته كان هذا النظام مقصوراً على الاستخدامات العسكرية للقوات المسلحة الأمريكية وحلفاؤها ، حتى اعلن الرئيس الامريكي ريجان في عام 1984م السماح للمدنيين بإستخدام (لكن ليس جميع مميزاته أو مستوى الدقة العالية في تحديد المواقع) ، وكان ذلك بعد حادثة إسقاط القوات المسلحة الروسية لطائرة ركاب كورية مدنية بعد دخولها بالخطاء في المجال الجوي الروسي ، يُدار هذا النظام من خلال وزارة الدفاع الامريكية وهي الجهة المسؤلة عن اطلاق الاقمار الاصطناعية ومراقبتها والتاكد من كفاءة تشغيلها واستبدالها كل فترة زمنية بحيث تكون إشارات هذه التقنية متاحة 24ساعة يومياً وعلى مدار كل الايام لجميع المستخدمين على سطح الارض .

3-2 مكونات نظام GPS:

يتكون نظام الجي بي اس من ثلاثة اجزاء أو اقسام هي

- قسم الفضاء space segment
- قسم التحكم والسيطرة control segment

- قسم المستقبلات الأرضية أو المستخدمون user segment

3-2-1 قسم الفضاء أو الأقمار الصناعية:

يتكون قسم الفضاء من 24 قمراً صناعياً (21قمر عمال +3أقمار احتياطية موجودة في الفضاء) موزعة في 6 مدارات بحيث يكون هنالك 4 اقمار صناعية في كل مدار مما يسمح بالتغطية الدائمة (أي وجود علي الاقل 4اقمار صناعية) لكل موقع على سطح الأرض في أي لحظة طوال اليوم . وقد يصل عدد الاقمار الصناعية فيوقت معين إلى ما هو اكثرمن 24 قمرا طبقا لخطة اطلاق الأقمار الصناعية . وتدور الأقمار الصناعية في مدارات شبه دائرية علي ارتفاع 20200 كيلو متر من سطح الأرض ليكمل كل قمر صناعي دورة كاملة حول الارض في مدة 11 ساعةو56 دقيقة بالتوقيت الزمني الأرضي العالمي GMT . ويتراوح وزن القمر الصناعي بين 400 و 850 كيلوجرام ويبلغ عمرة الافتراضي (للأجيال الحديثة من الاقمار الإصناعية) حوالي سبعة سنوات ونصف ، ويستمد طاقتة من خلال صفيحتين لالتقاط الطاقة الشمسية بالأضافة لوجود ثلاثة بطاريات احتياطية من النيكل تزودة بالطاقة عندما يمر بمنطقة ظل الأرض .

ويقوم كل قمر صناعي بتوليد موجتين على ترددين Frequencyمختلفين يسموا L1 و L2 بالأضافية لشفرتين Codes و رسالة ملاحية Navigation Message يتم بثهم على هذين الترددين ، كما يحتوي كل قمر صناعي على عدد من الساعة الذرية Atomic Watch سواء من نوع السيزيوم cesium أو الرابيديوم rubidium.

3-2-2 قسم التحكم والمراقبة :

يتكون قسم التحكم والمراقبة من محطة التحكم الرئيسية في ولاية كلورادو الأمريكية وأربعة محطات مراقبة في عدة مواقع حول العالم . تستقبل محطات المراقبة كل اشارات الاقمار الصناعية وتحسب منها المسافات لكل الأقمار المرصودة وترسل هذة المعطيات بالاضافة لقياسات الاحوال الجوية إلي محطة التحكم الرئيسية والتي تستخدم هذه البيانات في حساب المواقع اللاحقة للأقمار وسلوك (تصحيحات) ساعاتها وبالتالي تكون الرسالة الملاحية لكل قمر صناعي ، تقوم محطة التحكم الرئيسية بعمل التصحيحات الازمنة لمدارات الاقمار الإصناعية وكذالك تصحيح ساعات الأقمار ، ثم تقوم بارسال هذه المعلومات للأقمار الإصناعية (مرة كل 24 ساعة) والتي تقوم بتعديل مساراتها وازمانها وبعد ذلك ترسل هذه البيانات المصححة كإشارات الي اجهزة الإستقبال الأرضية .

3-2-3 قسم المستقبلات الارضية :

هي عبارة عن أجهزة تستخدم من قبل الراصد وهي مكونة من هوائي ومستقبل تستقبل اشارات الاقمار الصناعية وتحللها للحصول علي عدة ارصاد (قيم) والمستقبلات مزودة بساعة دقيقة لحساب الزمن الذي تستغرقة الموجة .

تحتاج المستقبلات الي اربعة اقمار صناعية لحساب (x,y,z) للموقع بالاضافة الى الزمن يكتشف الهوائي الموجات الكهرومغناطسية القادمة من الاقمار الإصناعية يقوم بتحويل طاقة الموجة الي تيار كهربائي ويزيد من قوة الموجة يجب ان يكون الهوائي حساس جداً بحيث يتمكن من التقاط الموجات الضعيفة الصادرة من الاقمار الإصناعية

. بصفة عامة يتكون جهاز الاستقبال من

- هوائي مع مضخم إشارة.
- وحدة الإشارات .
- مولد ترددات .
- وحدة تأمين الطاقة الكهربائية .
- وحدة التحكم .
- وحدة ذاكرة لتخزين القياسات .

3-3 الفكرة الاساسية لايجاد الاحداثيات بواسطة GPS:

أن نظرية عمل نظام الملاحة او الجيوديسيا بالأقمار الصناعية تعتمد علي مبدأ قياس الزمن الذي تستغرقة الموجة الرادوية منذ صدورها من وحدة البث (القمر الصناعي) وحتى وصولها لوحدة الاستقبال (المستقبل) ، ومن ثم يمكن حساب المسافة بين القمر الصناعي وجهاز الاستقبال من المعادلة

$$D = c\,(dt+Et)$$

حيث D المسافة بين القمر الصناعي وجهاز الاستقبال ، c سرعة الاشارة وتساوي سرعة الضوء = 300,000 كيلو متر /ثانية .

dt فرق الزمن = زمن الاستقبال - زمن الارسال لهذه الموجة الرادوية.

يمكن التعبير عن هذه المسافة بدلالة الاحداثيات الجيوديسية الكارتيزية لكلا من القمر الصناعي كالاتي :

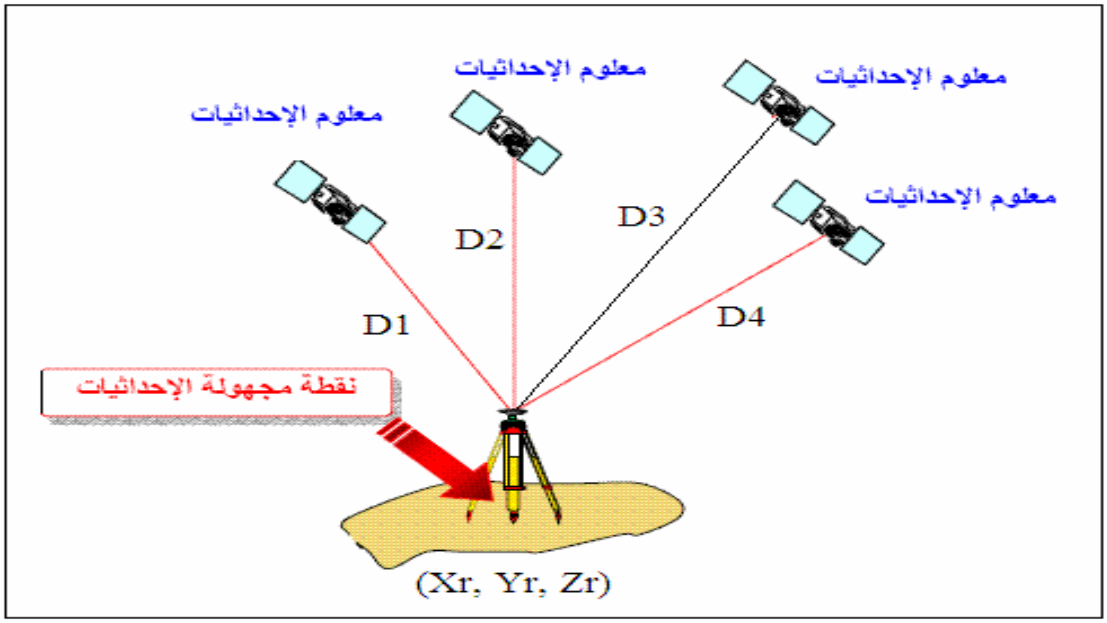
$$D=\sqrt{((Xs-Xr)2+(Ys-Yr)2+(Zs-Zr)2)}$$

وان احداثيات القمر الصناعي في اي لحظة تكون معلومة وتحتوي هذه المعادلة علي ثلاثة قيم مجهولة وهي احداثيات جهاز الاستقبال (Xr, Yr, Zr) ويلزم وجود ثلاث معادلات للحل لايجاد قيم الاحداثيات الثلاثة لجهازالاستقبال وهذا يلزم جهاز الاستقبال رصد ثلاثة اقمار في نفس اللحظة .

$$D1 + dD1 = \sqrt{((Xs1 - Xr)2 + (Ys1 - Yr)2 + (Zs1 - Zr)2)}$$
$$D2 + dD2 = \sqrt{((Xs2 - Xr)2 + (Ys2 - Yr)2 + (Zs2 - Zr)2)}$$
$$D3 + dD3 = \sqrt{((Xs3 - Xr)2 + (Ys3 - Yr)2 + (Zs3 - Zr)2)}$$
$$D4 + dD4 = \sqrt{((Xs4 - Xr)2 + (Ys4 - Yr)2 + (Zs4 - Zr)2)}$$

حيث D1، D2، D3 ، D4 المسافة المقاسة بين جهاز الاستقبال والأقمار الصناعية الأربعة

(Xs1, Ys1, Zs1) و (Xs2Ys2Zs2) و (Xs3Ys3Zs3) و(Xs4Ys4Zs4)تمثل إحداثيات الأقمار الأربعة ، (Xr, Yr, Zr) تمثل إحداثيات جهاز الاستقبال



شكل (3-1) مبدأ الرصد في الجي بي اس

3-4 إشارات الاقمار الصناعية GPS :

يقوم كل قمر صناعي من اقمار الجي بي اس بإرسال إشارتين راديويتين على ترددين و بالإضافة للرسالة الملاحية ، ويكون محمل عليهما نوعين من الشفرات الرقمية تردد الاشارة الاولى يسمى L1 بينما يسمي تردد الاشارة الثانية L2 ، السبب الرئيسي وراء وجود ترددين صادرين من كل قمر صناعي هو تقدير و حساب الخطاء الذي تتعرض له الإشارات عند مرورها في طبقات الغلاف الجوي ، اما طريقة وضع الشفرة على التردد الحامل له فتختلف من قمر صناعي لآخر حتى يتم تقليل اخطاء تداخل الإشارات .

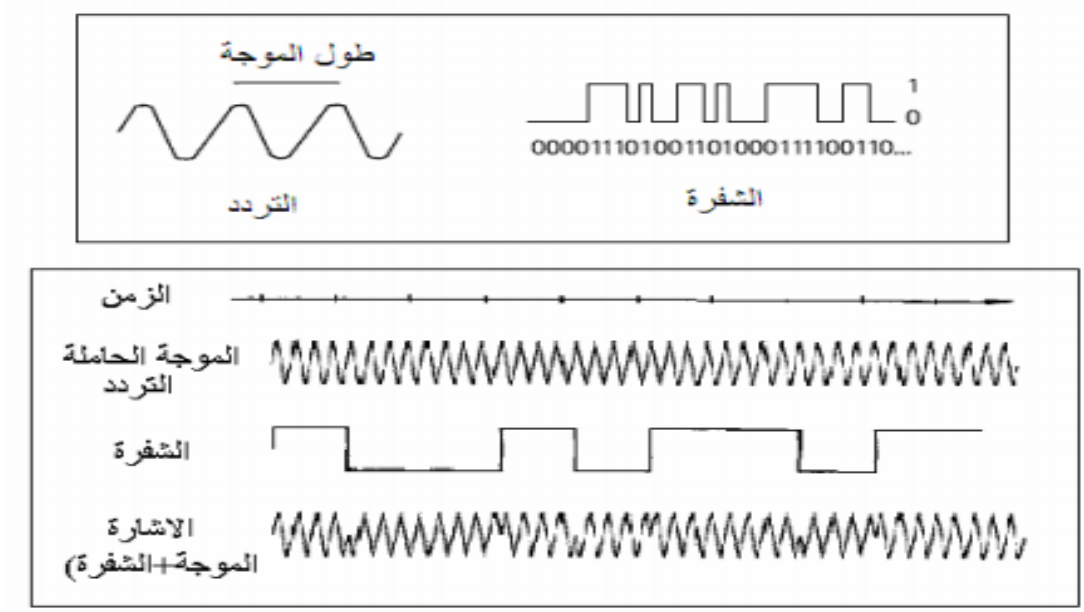
الشفرة الاولى تسمى شفرة الحصول الخشن اي الشفرة المدنية (لأنها تتيح للأجهزة المدنية للتعامل معها و قراءة محتوياتها) ، بينما الشفرة الثانيه يطلق عليها اسم الشفره الدقيقه اي الشفرة العسكرية (لانها دقيقة في التعامل و قراءتها لا تتم الا باستخدام اجهزة استقبال خاصة غير متاحة الا لأفراد الجيش العسكري). تتكون كل شفرة من سيل من الارقام صفر وواحد،ولذلك تعرف الشفرةبمصطلح الضجة العشوائية الزائفة PRNأوPseudo Random Noise ، لان الشفرة تشبه الإشارة العشوائية لكن في الحقيقة فأن الشفرة يتم توليدها من خلال نموذج رياضي .

و بذلك ان نظام GPSيقدم نوعين من الخدمات :

ـ *خدمة التحديد القياسي للمواقع و التي تعتمد على استقبال و* قراءة و استخدام البيانات من الشفرة المدنية .

ـ خدمة التحديد الدقيق للمواقع و قراءة و استخدام البيانات من الشفرة الدقيقة .

تتكون الرسالة الملاحية لكل قمر صناعي من مجموعة من البيانات ، و هي تضاف على كلا الترددين الاول و الثاني ، تحتوي بيانات الرسالة الملاحية على إحداثيات القمر الصناعي ، معلومات عن حالة و كفاءة القمر (صحة القمر) و ايضا الاقمار الاخرى ، تصحيح خطاء ساعة القمر ، الإحداثيات المتوقعة او المحسوبة للقمر الصناعي ولباقي الأقمار في الفترة المستقبلة وتسمى almanac ، بالإضافة لبيانات عن الغلاف الجوي .



شكل (3-2) التردد و الشفرة في إشارات الاقمار الإصناعية

5-3 مميزات نظام GPS :

تشمل تقنية النظام الكوني لتحديد المواقع العديد من المميزات التي ساعدة علي انتشارها بصورة افضل منها:

- متاح طوال ال 24 ساعة ليلا ونهاراً علي مدار العام .

- يغطي جميع أنحاء العالم .

- لا يتأثر بأي ظروف مناخية مثل درجات الحرارة والمطر والرطوبة .

- الدقة العالية في تحديد المواقع لدرجة تصل الي مليمترات في بعض التطبيقات

وطرق الرصد الجيوديسية أو دقة أمتار في التطبيقات الملاحية .

- الوفرة الإقتصادية بحيث أن تكلفة إستخدام النظام تقل بنسبة أكبر من 25% مقارنة مع اي نظام ملاحي اخر .

- لا يحتاج لخبرة تقنية متخصصة لتشغيل أجهزة الأستقبال (خاصة المحمولة يدوياً) .

(6-3) التطبيقات المساحية لنظام GPS :

تتعددت التطبيقات المساحية لهذه التقنية بصورة كبير في السنوات الماضية وتشمل

بعضها :

- إنشاء الشبكات الجيوديسية للثوابت الأرضية الدقيقة وتكثيف الشبكات القديمة .

- رصد تحركات القشرة الأرضية .

- رصد إزاحة أو هبوط المنشأت الحيوية كالكباري والجسور والسدود والقناطر .

- اعمال الرصد المساحي التفصيلي والطبوغرافي .

- إنتاج خرائط طبوغرافية

7-3 مصادر الاخطاء في قياسات GPS:

كأي تقنيه بشريه توجد عدة مصادر للأخطاء الطبيعية العشوائية و أيضا الأخطاء المنتظمة تؤثر على جودة ودقة عملGPS ، أمكن للعلماء استنباط طرق و نماذج رياضية للتغلب على هذه الأخطاء او على الاقل الوصول بها الى ادنى حد ممكن حتى يمكن الحصول على دقة عالية في تحديد المواقع .

من اهم مصادر الأخطاء في نظام GPS:

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

3-7-1 خطاء الاتاحية المنتقاة:

الاتاحية المنتقاة (Selective Availability) هو خطأ متعمد حيث تضيف وزارة الدفاع الأمريكية قيمة معينة من الخطأ لتقليل الدقة التي يمكن للمستخدم ان يحسب احداثياته اللحظية ، كان الهدف وراء فرضه هو منع التطبيقات العسكرية للجيوش المعادية للولايات المتحدة من التمتع بمميزات دقة الجي GPS، وتتم معالجته في مرحلة الحسابات المكتبية بعد انتهاء العمل الحقلي ، و اخيرا قامت الحكومة الأمريكية بإيقاف العمل بهذا المصدر لتجعل اشارات الاقمار الصناعية في حالتها الطبيعية .

3-7-2 تأثير طبقة التروبوسفير في الغلاف الجوي:

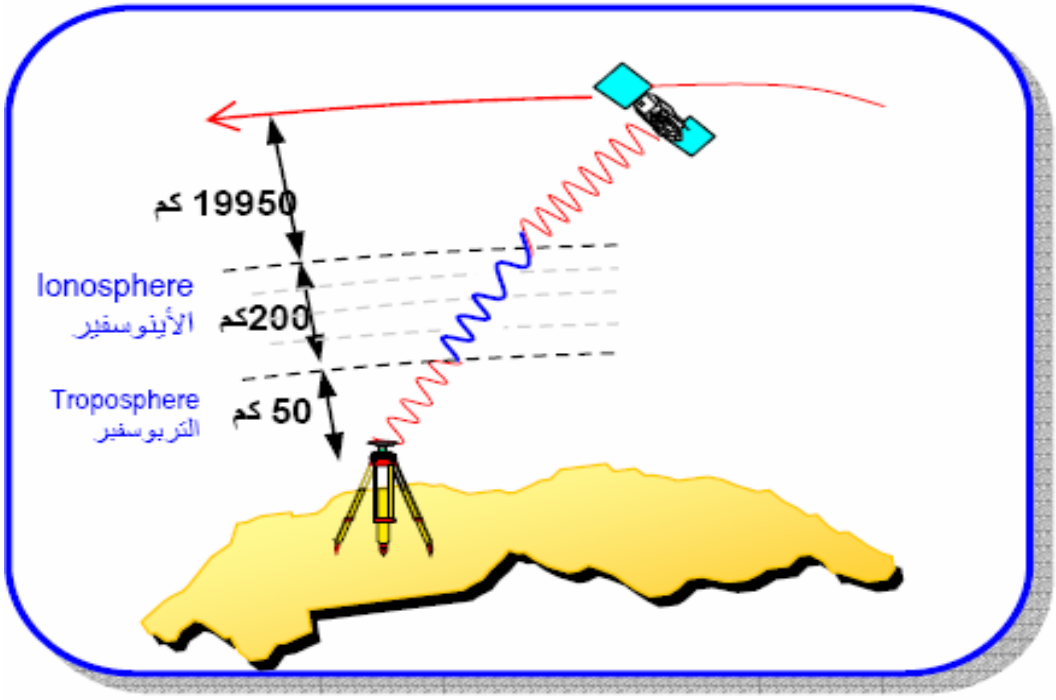
هي طبقة من طبقات الغلاف الجوي للأرض تمتد حوالي 50 كيلو متر من سطح الأرض تتسبب هذه الطبقة عند مرور اشارات القمر الصناعي بها في تأخير او ابطاء سرعة الاشارة و بالتالي سينتج خطأ في تحديد موقع الرصد ، أبتكر العلماء عدة نماذج رياضيه تمكن من تقدير قيمة خطأ التروبوسفير بدقة معقولة .

3-7-3 تأثير طبقة الايونوسفير في الغلاف الجوي:

في الطبقات العليا من الغلاف الجوي للأرض فان الأشعة فوق البنفسجية و الأشعة السينية تتفاعل مع جزيئات و ذرات الغازات ، مما ينتج عنه الكترونيات و ذرات حرة في احدى طبقات الغلاف الجوي، تسمى هذه الطبقة بالايونوسفير او التأين الحر و هي تمتد من ارتفاع حوالي 50 كيلو متر من سطح الأرض الى ارتفاع حوالي 1000 كيلو متر او اكثر ، تؤثر طبقة الايونوسفير على اشارات الجي بي اس المرسلة من الاقمار الإصناعية بصورة تجعل الاشارة اسرع قليلا من سرعة الضوء ،مما سينتج عنه خطأ في تحديد احداثيات موقع الرصد .

حيث ان تأثير الايونوسفير يختلف باختلاف تردد الموجة فقد تمكن العلماء من استنباط طرق رياضية لحساب هذا التأثير عند استخدام اجهزة استقبال ثنائية التردد ، و هذا هو السبب وراء

استخدامها في الاعمال الجيوديسيه التي تتطلب دقة عالية في تحديد المواقع ، بينما الاجهزة احادية التردد تستخدم في تطبيقات الرفع المساحي التي لا تطلب الا دقة سنتيمترات .



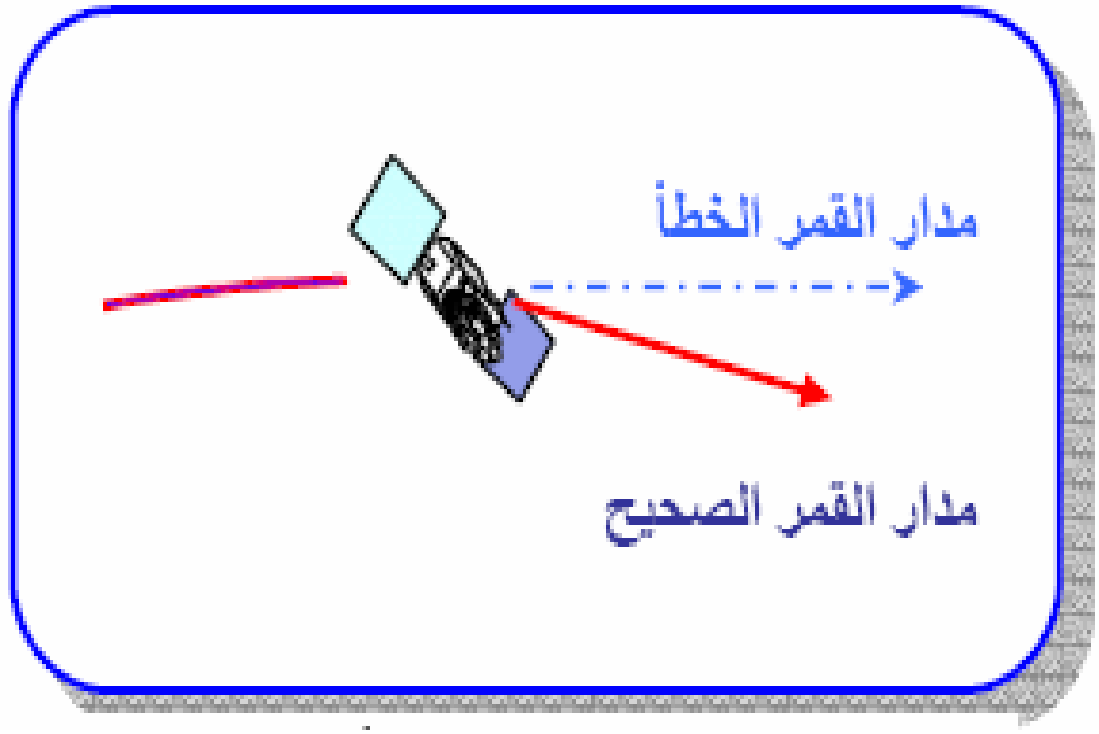
شكل (3-3) : طبقتي الايونسفير و التروبوسفير في الغلاف الجوي

3-1-4 خطأ ساعة القمر الصناعي :

مع ان الساعات الموجودة في الاقمار الصناعية هي ساعات ذرية دقيقة جدا ، الا انهاليست تامة الدقة Perfect وينتج هذا الخطأ من إنحياز ساعة القمر وإختلاف المسارات .

3-1-5 خطأ مدار القمر الصناعي :

القوى الحقيقية في الفضاء الخارجي المؤثرة على حركة القمر الصناعي في مداره لا تكون في الصورة المثلى المستخدمة في النماذج الرياضية لحساب مدار كل قمر صناعي ، مما سينتج عنه اختلاف بين المدار المحسوب و المدار الحقيقي ، عامة يبلغ خطأ المدار قيمة تتراوح بين 2 و 5 متر .



شكل (3-4) : خطاء مدار الاقمار الصناعية

6-1-3 خطأ ساعة جهاز الاستقبال :

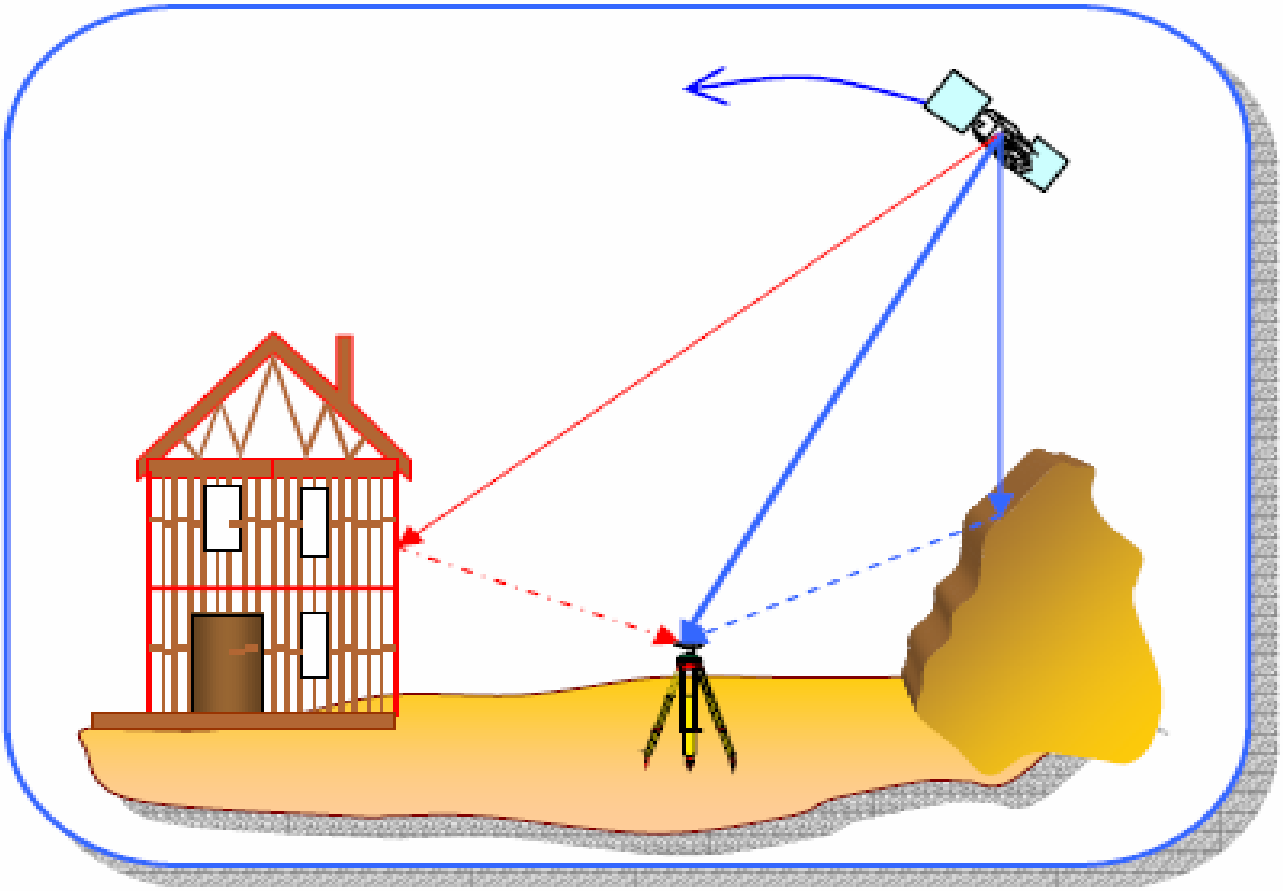
تستخدم اجهزة الاستقبال في قياس الزمن ساعات ارخص و اقل دقة من الساعات الذرية الموجودة في الأقمار الصناعية ، مما ينتج عنه خطأ في قياس المسافة بين القمر و المستقبل تكون قيمته اكبر بكثير من خطأ ساعة القمر الصناعي ، لكن اخطاء ساعة جهاز الاستقبال يمكن معالجتها بعدة طرق منها طريقة اضافة مجهول اثناء عملية حل المعادلات في حساب احداثيات جهاز الاستقبال .

7-1-3 خطأ هوائي جهاز الاستقبال :

تختلف قيمة خطأ الهوائي باختلاف نوع الهوائي ذاته ، ويكون عادة في حدود سنتمترات قليلة ، وتوجد انواع من الهوائيات للأجهزة المساحية العادية وانواع اخرى للأجهزة الجيوديسية التي تتطلب دقة عالية في تحديد المواقع .

8-1-3 خطأ تعدد المسار :

يعد خطا تعدد المسار من اهم و اخطر انواع مصادر الاخطاء في قياسات GPS ، ينتج هذا الخطأ عندما تصل اشارات الاقمار الصناعية الى جهاز الاستقبال من خلال مسارات متعددة ، من هنا جاءت اهمية اختيار اماكن اجهزة الاستقبال بصورة مناسبة لتفادي هذا الخطأ كما توجد ايضا انواع من هوائيات اجهزة الاستقبال تقلل بنسبة كبيرة من اخطاء تعدد المسار .



شكل (3-5) خطاء تعدد المسار

3-1-9 تأثير الوضع الهندسي للأقمار الصناعية :

ان التوزيع الجيد لمواقع الأقمار الصناعية في السماء يعطي دقة جيدة في حساب مواقع المستقبلات الارضيه يتم التعبير عن تأثير مواقع الاقمار باستخدام معامل يسمى " معامل الدقة " و هنالك عدة انواع :

معامل الدقة الافقية ويرمز له بالرمز HDOP .

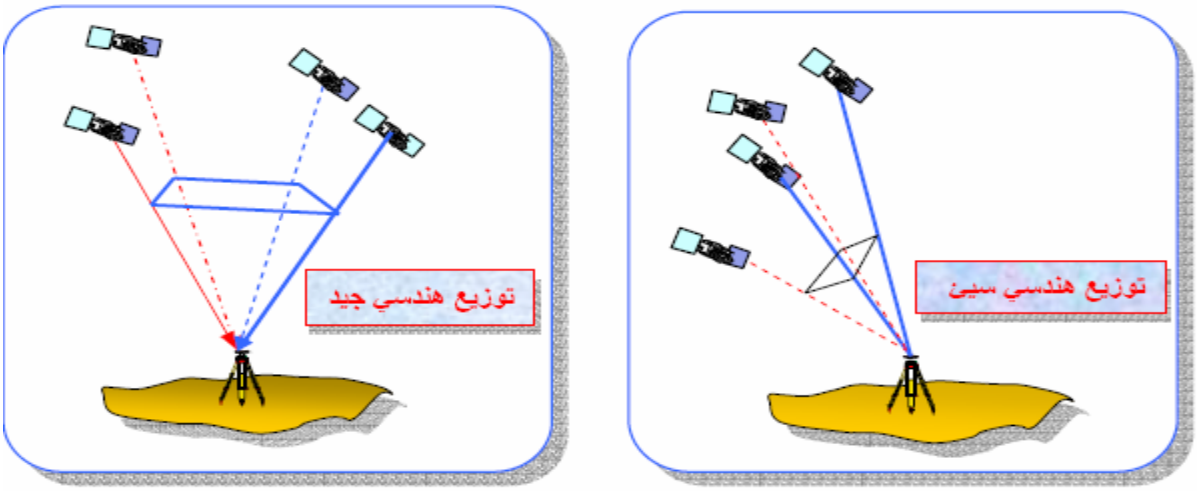
معامل الدقة الرأسية ويرمز له بالرمز .VDOP

معامل الدقة ثلاثي الأبعاد ويرمز له بالرمز PDOP.

معامل الدقة الهندسية (رباعي الأبعاد)ويرمز له بالرمز GDOP.

معامل الدقة الزمنية ويرمز له بالرمز TDOP.

اذا عرفنا الموقع الجغرافي التقريبي المطلوب العمل به فيمكن لبرامج حسابات الجي بي اس ان تقوم بحساب قيم المعامل ليوم الرصد المطلوب ، و من هنا يمكن اختيار الفترات الزمنية التي يكون فيها معامل الدقة احسن ما يمكن و تجنب تلك الفترات التي بها توزيع الأقمار الصناعية سيئا و هذه الخطوة مهمة بالفعل للأعمال الجيوديسية التي تتطلب دقة عالية في تحديد المواقع ، للوصول لدقة عالية في تحديد المواقع يوصى بأن يكون معامل الدقة ثلاثية الابعاد .

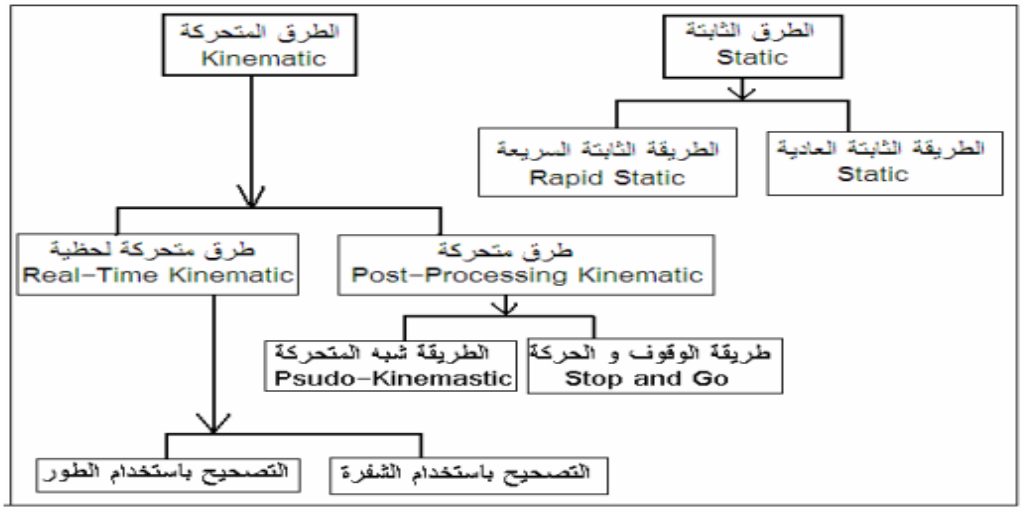


شكل (3-6) : خطاء توزيع الاقمار الصناعي

3-8 طرق الرصد :

لتحديد احداثيات موقع او نقطة معينه يكفي استخدام جهاز استقبال واحد يقوم باستقبال الموجات المرسلة من الاقمار الإصناعية ، و هذا ما يطلق عليه التحديد المطلق للمواقع لكن دقة هذه الاحداثيات تكون في حدود عدة امتار مما يجعله مناسب للتطبيقات الملاحية او للخرائط ذات مقياس الرسم الصغير

تتعد طرق الرصد المساحية بنظام الجي بي اس بطريقة كبيرة بناء على عدة عوامل مثل عدد اجهزة الاستقبال و الدقة المطلوبة او طبيعة المشروع و تعتمد هذه الطرق لتجميع الارصاد على اسلوب الرصد النسبي او الرصد التفاضلي Relative or Differential حيث يكون هناك جهازي استقبال احداهما يسمى القاعدة او الجهاز المرجعي يكون موجود على نقطة مساحية معلومة الاحداثيات و الجهاز الثاني يسمى المتحرك و هو الذى يتولى رصد النقاط المطلوب تحديد موقعها بصفه عامة يمكن تقسيم طرق الرصد الى مجموعتين رئيسيتين الطرق الثابتة ـ ومنها طريقة تقليدية و طريقة حديثة- و الطرق المتحركة و منها طرق تعتمد على الحساب اللاحق و اخرى تعتمد على استقبال تصحيحات بهدف اكمال عمليه حساب الاحداثيات في الموقع المباشر



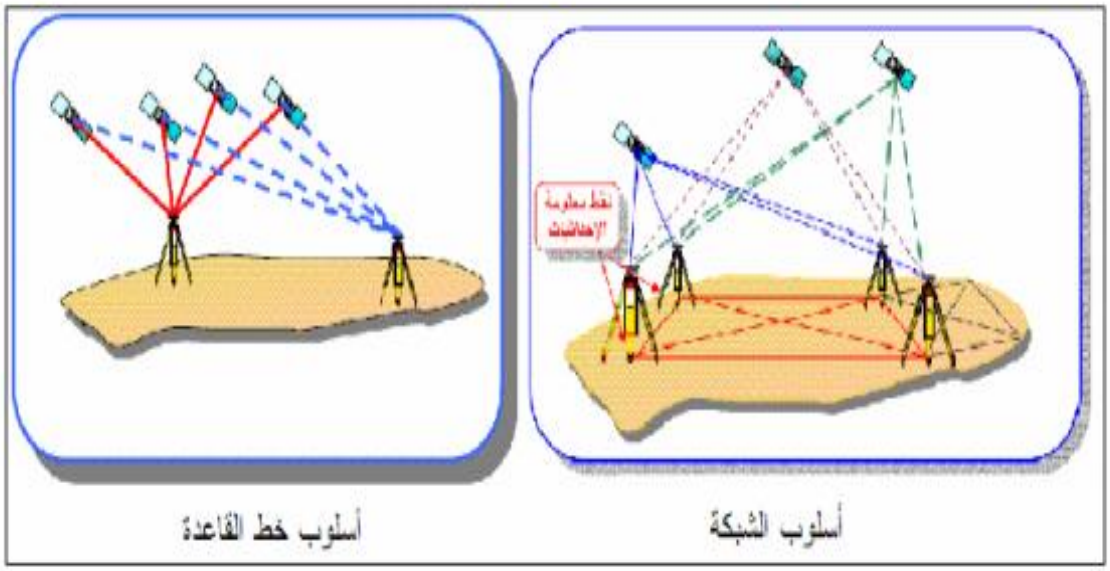
شكل (3-7) طرق رصد GPS

3-8-1 طرق الرصد الثابت Static :

تعد طرق الرصد الثابتة انسب طرق الجي بي اس للتطبيقات المساحية و الجيوديسية التي تتطلب دقة عالية في تحديد المواقع .

3-1-8-1 طريقة الرصد الثابت التقليدي :

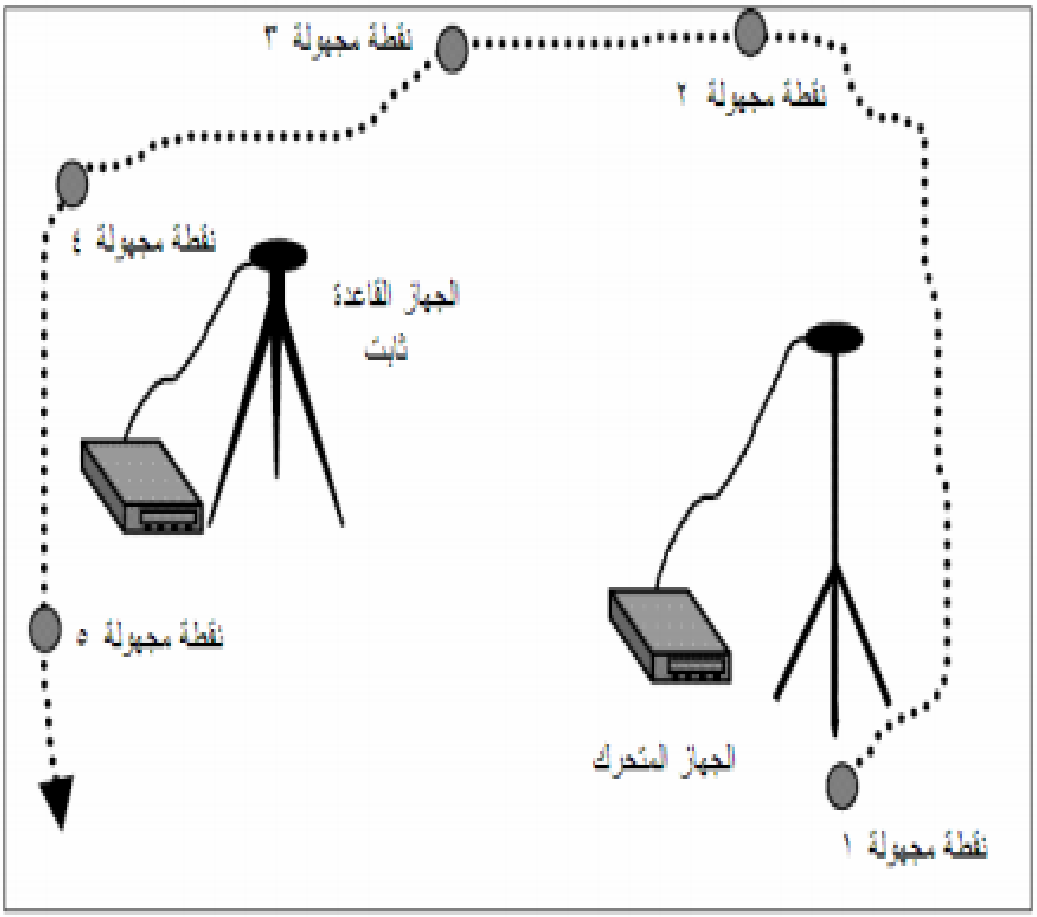
يحتل الجهاز الثابت في هذه الطريقة نقطة معلومة الاحداثيات بينما يقوم الجهاز الاخر باحتلال نقطة مجهولة مطلوب تحديد موقعها . الاجهزة الجيوديسية ثنائية التردد هي الاجهزة المستخدمة في هذه الطريقة حتى يمكن الوصول لمستوى الدقة المطلوبة ، و ان كان يمكن استخدام الاجهزة احادية التردد للمسافات الصغيرة التي لا تتجاوز 20 كيلو متر ، تتراوح فترة الرصد المشترك التي تعمل خلالها اجهزة الاستقبال بين 30 دقيقة و عدة ساعات طبقا لطول المسافات بين الجهاز الثابت و الاجهزة الاخرى (ما يطلق علية خط القاعدة) تقوم اجهزة الاستقبال بتجميع الارصاد بمعدل رصدة كل 15 - 20 ثانية ، الدقة المتوقعة لطريقة الرصد الثابت التقليدية تكون 5 مليمتر .



شكل (3-8) أساليب الرصد الثابت التقليدي

3-8-1-2 طريقة الرصد الثابت السريع Rapid static :

في حالة وقوع النقاط المجهولة في نطاق مسافة قصيرة ـ في حدود 10-15 كيلومتر ـ من موقع النقطة المعلومة او المرجعية فيمكن للجهاز المتحرك ان يرصد نقطة مجهولة لمدة زمنية بسيطة، ثم ينتقل لرصد نقطة مجهولة ثانية و ثالثة و هكذا . يكون الجهاز القاعدة مستمر في تجميع الارصاد طوال فترات الرصد كلها لتتوفر ارصاد مشتركة مع الجهاز المتحرك عند كل نقطة مجهولة يقوم برصدها . لذلك سميت هذه الطريقة بالرصد الثابت السريع .تتراوح فترة الرصد عند كل نقطة مجهولة بين 2 - 10 دقائق ، و بمعدل رصد كل 15 - 20 ثانية مثل الطريقة الثابتة التقليدية . و ايضا يتم نقل الارصاد من كلا الجهازين الى الحاسب الالي لإجراء عمليات الحسابات و استنتاج احداثيات النقاط المجهولة التي تم رصدها تتميز طريقة الرصد الثابت السريع انها تقلل بدرجة كبيرة من الوقت اللازم لتجميع البيانات الحقلية ، مما يجعلها مناسبة للأعمال المساحية التفصيلية و الطبوغرافية في منطقة صغيرة .



شكل (3-9) طرق الرصد الثابت السريع

3-8-2 طرق الرصد المتحركة Kinematic :

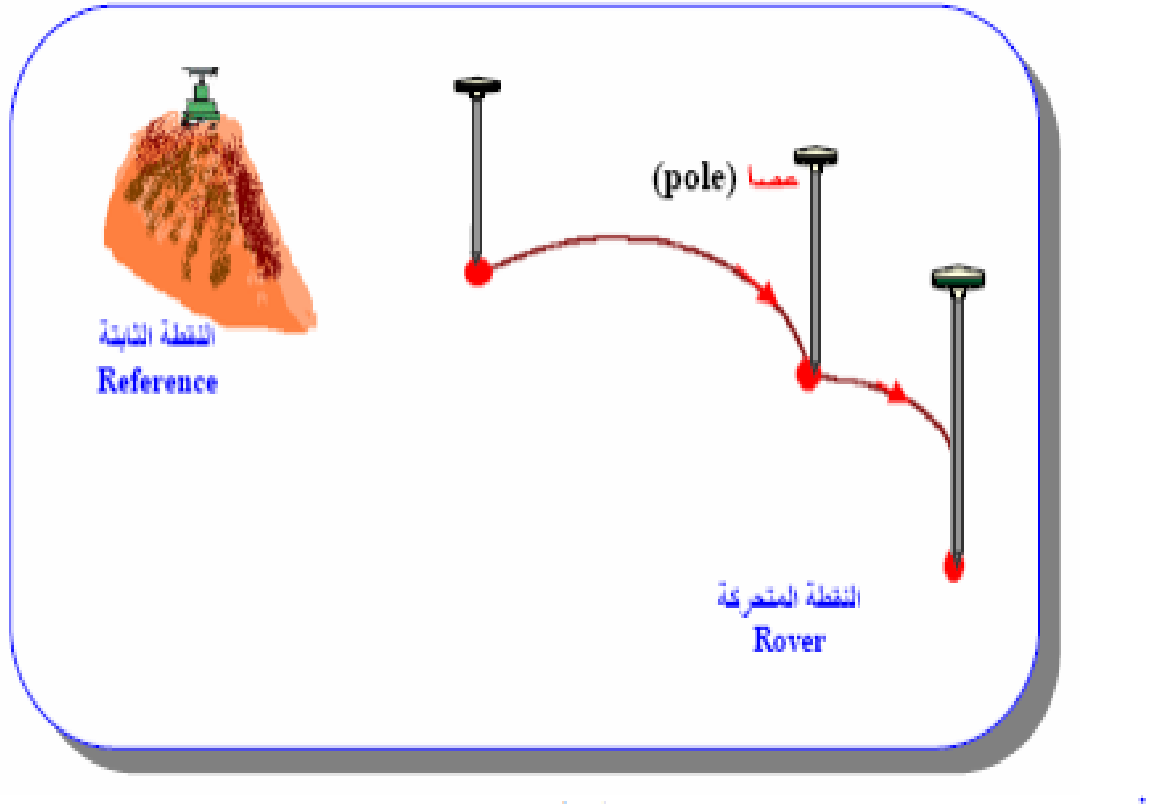
تعتمد فكرة الرصد المتحرك على وجود جهاز ثابت مرجعي على النقطة المعلومة بينما يتحرك الجهاز الاخر لرصد عدد من النقاط المجهولة ، تختلف طرق الرصد المتحرك بناء على عاملين (اسلوب حركة الجهاز الثاني ، طريقة نقل التصحيحات من الجهاز الثابت لباقي الاجهزة) .

3-8-2-1 طرق الرصد المتحرك و الحساب لاحقا :

في هذه النوعية من اساليب الرصد المتحرك يتم الاعتماد على التصحيحات ـ التي يقوم بحسابها الجهاز المثبت فوق النقطة المعلومة ـ سيتم نقلها الى ارصاد الاجهزة المتحركة عن طريق برنامج الحساب في الحاسب الالي بعد انتهاء الاعمال الحقلية أي ان حساب احداثياتالنقاط المرصودة سيكون في المكتب Post – processing و ليس في الحقل وتسمى هذة الطرق PPK إختصار (Post processing Kinematic)

اولى هذه النوعية طريقة الذهاب و التوقف و فيها يتوقف الجهاز المتحرك لمدة 15 ـ 30 ثانية ليرصد كل نقطة من النقاط المجهولة . في اولى النقاط المجهولة يتوقف جهاز الاستقبال لمدة 5 ـ 10 دقائق يجمع فيها عدد من ارصاد الاقمار الإصناعية يسمح بحساب قيمة الغموض و تسمى هذه الخطوة الاعداد ، ثم يبدا التحرك الى النقطة الثانية و هكذا ، طالما لم ينقطع الاتصال بين المستقبل والاقمار فتستمر حركة الجهاز ، اما اذا انقطع الاستمرار (أي حدث خطأ تغير الدورة) فيجب العودة لأخر نقطة مرصودة والبقاء اعلاها في وضع السبات و تناسب هذه الطريق الرفع المساحي التفصيلي في حدود 10 ـ 15 كيلومتر حول النقطة المعلومة .

ثاني طرق الرصد المتحرك هي ما تعرف بالرصد شبة Pseudo-kinematic المتحرك و اهم مميزاتها انها لا تتطلب الوقوف عند كل نقطة مجهولة ، انما تكتفي برصدها حتى و لو ثانية واحدة ، ايضا لا تتطلب طريقة الرصد هذه إجراء عملية الاعداد لأنها تطبق مبدأ رياضي حديث يسمح بحساب قيمة الغموض اثناء بدء حركة الجهاز من الى اخرى (يسمى الحل الطائر) ، ايضا يتم ضبط جهاز الاستقبال بحيث يسجل الارصاد أليا كل فترة زمنية معينة (مثل كل ثانية) و لا توجد حاجة للمستخدم لإعطاء امر الرصد في جهاز الاستقبال عند كل نقطة مجهولة ، كل هذه المميزات جعلت هذه الطريقة اكثر جاذبية و اسهل و ارخص لتطبيقات الرفع المساحي .



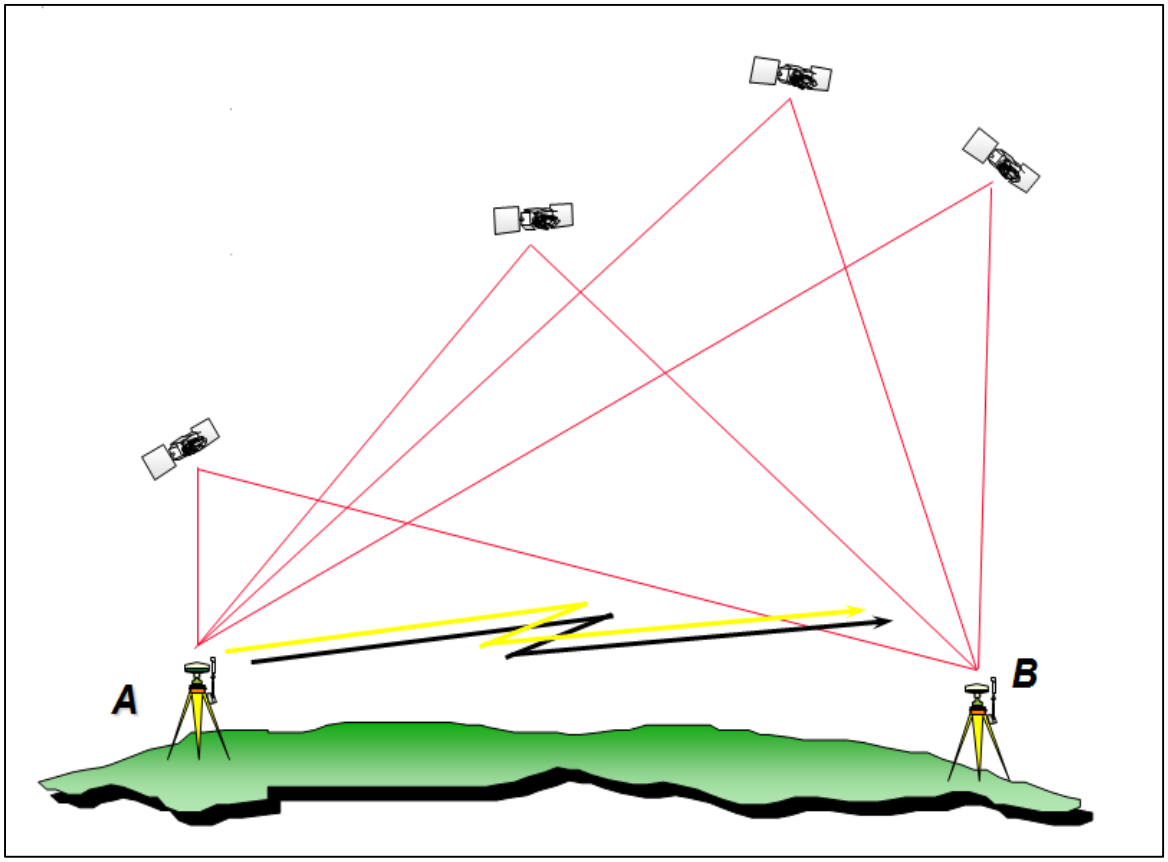
شكل (3-10): طريقة الذهاب و التوقف

3-8-2-2 طرق الرصد المتحرك مع الحساب اللحظي :

كانت الطرق التقليدية للرصد المتحرك تعتمد على فكرة تجميع الارصاد في الموقع ثم اجراء الحسابات على الحاسب الالي في المكتب ، لكن وجد مهندسو المساحة ان هنالك حالات ـ مثل توقيع نقاط معلومة الاحداثيات على ارض الواقع تحتاج حساب احداثيات النقط المرصودة في نفس لحظة الرصد .

من هنا بدأ تطوير هذه الطرق و تعتمد على وجود جهاز راديو عند النقطة الثابت يقوم بإرسال التصحيحات التي يقوم الجهاز المرجعي بحسابها الي الجهاز المتحرك و الذي بدورها يكون متصل بجهاز راديو لاسلكي اخر من ارصاد الاقمار يقوم الجهاز المتحرك بحساب احداثيات النقطة المرصودة (لكن الاحداثيات غير دقيقة) و من تصحيحات الجهاز المرجعي يقوم الجهاز المتحرك بتصحيح الاحداثيات للوصول الى قيم دقيقة Real – Time في نفس اللحظة ، و لذلك تسمى بطرق الرصد المتحرك الآني بناء على نوع التصحيحات التي يحسبها الجهاز الثابت توجد طريقتين من طرق الرصد المتحرك مع الحساب اللحظي ، اذا كانت التصحيحات خاصة بأرصاد الشفرة فان الطريقة تسمى الجي بي اس التفاضلية (Differential GPS) بينما ان كان الجهاز الثابت يقوم بحسابو تصحيح ارصاد طور الموجة تسمى بالرصد المتحرك اللحظي (Real-Time Kinematic) وكما سبق الاشارة فان ارصاد طور الموجة تكون اكثر دقة من ارصاد الشفرة مما

يؤدي الى ان دقة الطريقة التفاضلية تكون عدة ديسيمترات او اقل من المتر ، بينما تصل دقة المتحرك اللحظي الى 5-2 سنتيمتر ، و لذلك فان الرصد التفاضلي يستخدم في التطبيقات الملاحية و نظم المعلومات الجغرافية بينما طريقة الرصد المتحرك اللحظي هي المطبقة في الأعمال المساحية.



شكل (3-11) طريقة الرصد المتحرك اللحظي