المبحث السابع :نظام تحديد المواقع العالمي GPS وعلاقته ب GIS

تعد البيانات التي يتم الحصول عليها من أقمار تحديد المواقع العالمي GLOBAL POSTINING SYSTEM من مصادر المعلومات المهمة التي تعتمد عليها GIS,والتي لا تقتصر على الأغراض العسكرية والملاحية فقط بل يستفاد منها الباحثون في مجالات متعددة,ولا يحتاج ذلك الى جهود كبيرة,حيث يتم استخدام أجهزة يدوية سهلة الاستعمال مثل motarola LDT1ooo والتي من خلالها يمكن الحصول على ما يأتي:

أ- الإحداثيات الجغرافية للموقع(خطوط الطول ودوائر العرض).

ب- ارتفاع الموقع عن مستوى سطح البحر.

ج- اتجاه وسرعة المركبات والسفن والطائرات التي يتم تتبعها بواسطة هذا النظام.

د- المسار الخطي للمركبات والطائرات والسفن الى الهدف المحدد لها.

هـ- تقدير وقت الوصول الى الهدف.

و- التعرجات في المسار.

ز- نوع القمر الاصطناعي ووقت عمله وتاريخه.

ويمكن استخدام تلك المعلومات في تصميم قاعدة معلومات جغرافية بسرعة وعلى درجة عالية من الدقة حيث يمكن قراءة المعلومات التي تنتجها أجهزة الاستقبال بواسطة برامج GIS مثل ERDAS أو ARCINFO.[12]

كما تشترك GIS مع GPS في العديد من التطبيقات مثل متابعة المركبات والطائرات والسفن,وفي المجال العسكري على نطاق واسع,سيتم تناول ذلك في الفقرات اللاحقة والفصل القادم.

أن موضوع تحديد المواقع التقريبية والدقيقة من بين الأهداف التي حظت باهتمام العاملين في مجال الفضاء وقد تم تخصيص برامج خاصة بذلك,وظهرت نتائج ذلك في مجالات عدة الملاحية والمساحية والجيوديسية والتي توقف بعضهما عن العمل وأستمر البعض الأخر,

ومن تلك الأنظمة .

1- VLBI (LONG BASELINE INFEROMRETRY)

2- LLR (ZUNAR LASER RANGING)

3- SLR (SATELLITE LASER RANGING)

4- LAGEOS

5- DOPPLER

6- GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM

ويعد نظام تحديد المواقع العالمي من أهم الأنظمة التي تم استخدامها على نطاق واسع في مجالات عدة,ونظام تحديد المواقع يعني

NAVIGATION SATELLITES FOR TIMING AND RANING / GLOBAL POSITIONING SYSTEM (NAVSTAR/ GPS)

أي الأقمار الاصطناعية الملاحية لتحديد الوقت والمدى / نظام تحديد المواقع العالمي

GPS .

يستخدم هذا النظام وزاره الدفاع الأمريكية والتي قامت بإطلاق أول قمر لهذا الغرض سنة 1981 والتي لازالت تتولى أدارته والأشراف عليه,وكان الهدف منه تحديد المواقع في أي مكان على سطح الأرض على مدار الساعة وفي جميع

الظروف,حيث يقوم المستخدم باستقبال إشارات من الأقمار الاصطناعية دون الحاجة الى أي إشارات منه,وقد سمحت فيما بعد بالاستفادة من هذا النظام للأغراض المدنية،فقد تم تطوير أساليب معالجة البيانات مما زاد من كفاءة أداء مهام تلك الأقمار الاصطناعية, ومن مزايا هذا النظام ما يأتي:

1- لا يحتاج الى وجود رؤيا متبادلة بين النقاط الموجودة في الأعمال المساحية .

2- يوفر معلومات طول الوقت دون توقف وفي أي مكان على سطح الأرض .

3- لا يتأثر بالظروف المناخية المختلفة .

4- ذو كفاءة عالية في توفير المعلومات .

5- لا يحتاج استخدام أيدي عاملة كثيرة .

6- تحديد المكان والزمان بدقة كبيرة .

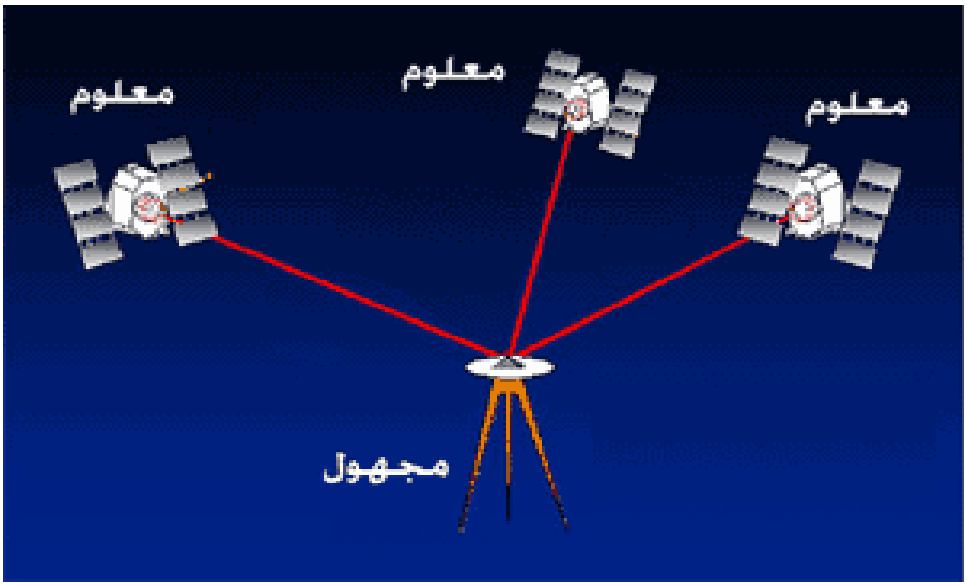
7- توفر الأجهزة التي تستخدم لهذا الغرض وبأسعار متفاوتة حسب دقتها .

مبادئ عمل النظام .

يعتمد النظام على مبادئ أساسية معروفة جيداً في مجال المساحة الأرضية هي :

1- مبدأ التقاطع العكسي RESECTION والذي ينص على أنه في حالة معرفة إحداثيات ثلاثة نقاط أو أكثر يمكن حساب إحداثيات أي نقطة مجهولة وذلك بالوقوف عليها وقياس المسافات الى تلك النقاط,كما في الشكل رقم (4-46) .

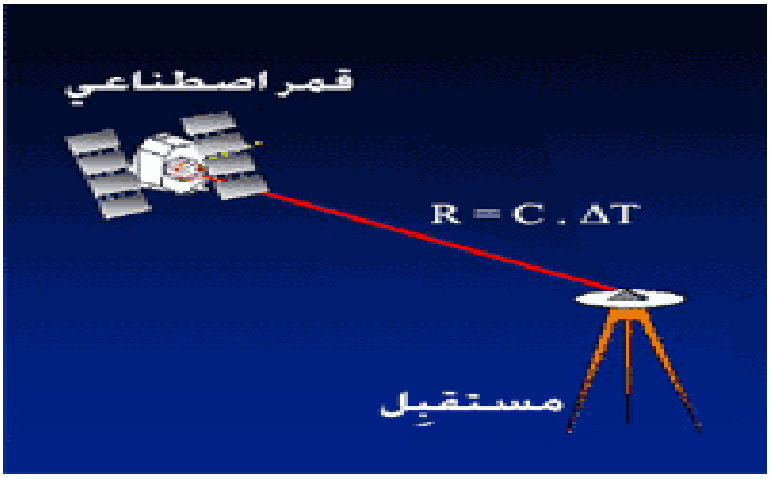
شكل رقم (4-46) يوضح النقاط المعلومة والنقطة المجهولة



2- قياس المسافة بواسطة زمن سرعة الإشارة :

يمكن من معرفة زمن سرعة الإشارة مـن القمـر الـى المسـتقبل (RECEIVER) على الأرض ويضربه بسـرعة الضـوء (300,000 كـم / ثانيـة) يتـم الحصـول علـى المسافة شكل رقم (4-47) .

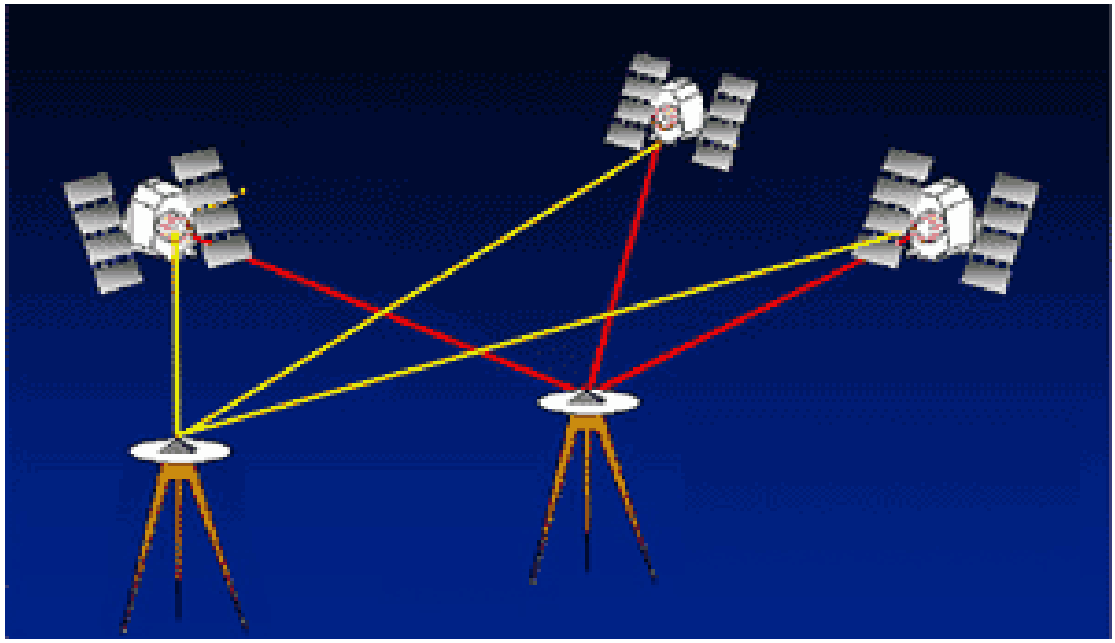
شكل رقم (4-47) المسافة بين القمر الاصطناعي والمستقبل



3- التصحيح النسبي للأرصاد :

يعد هذا النظام مـن النظـم النسـبية (RELATIVE SYSTEM) والـتي تعتمـد علـى عمل جهاز ين أو أكثر في نفس الوقت,ومن ثم حساب إحـداثيات النقـاط المجهولـة ROVERS بالنسـبة الـى النقطـة المعلومـة REFERENCE ويمكـن بهـذه الطريقـة الوصول الى مستويات عالية جداً في الدقة, شكل رقم (4-48) .

شكل رقم (4-48) إحداثيات النقاط المجهولة بالنسبة الى المعلومة



ويمكـــن اســـتخدام النظـــام وفقـــاً لمفهـــوم الأنظمـــة المطلقـــة (ABSOLUTE SYSTEMS) التي تعتمد على جهاز منفرد ألا أن دقة المعلومات ستكون منخفضة كما هو الحال في الأعمال الملاحية .

أقسام النظام

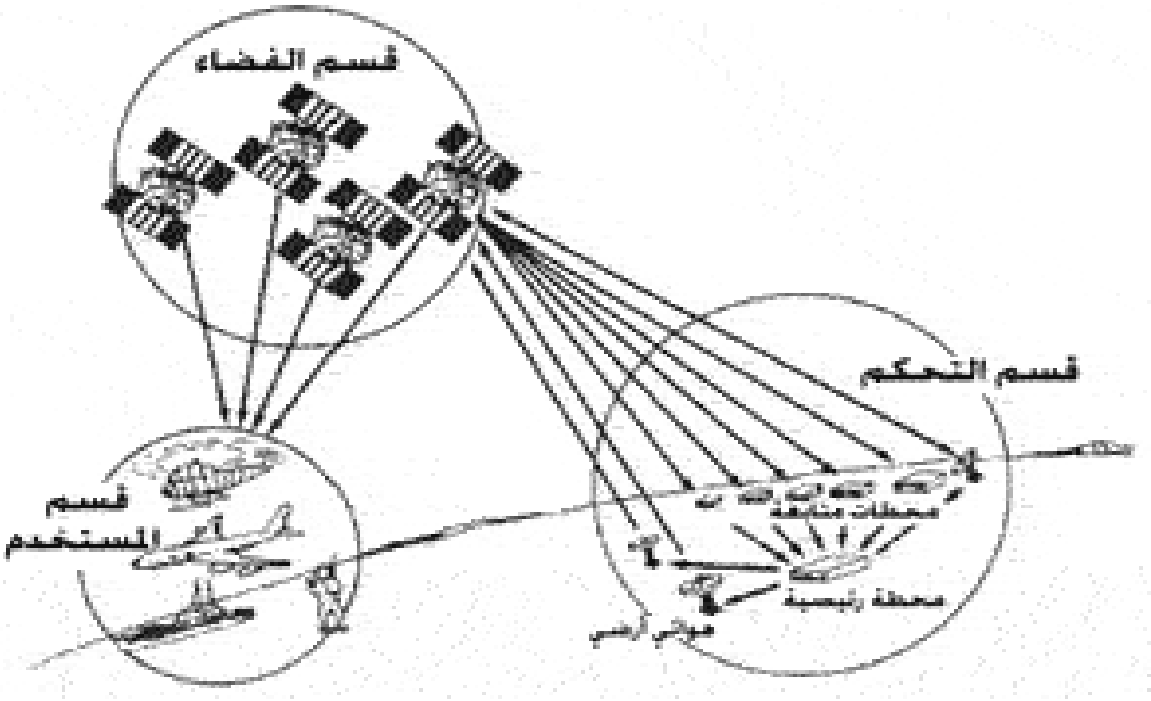
يتألف GPS من ثلاثة أقسام أساسية هي :

1- قسم الفضاء SPACES EGMENT

2- قسم التحكم CONTORAL SEGMENT

3- قسم المستخدم USER SEGMENT شكل رقم (4-49)

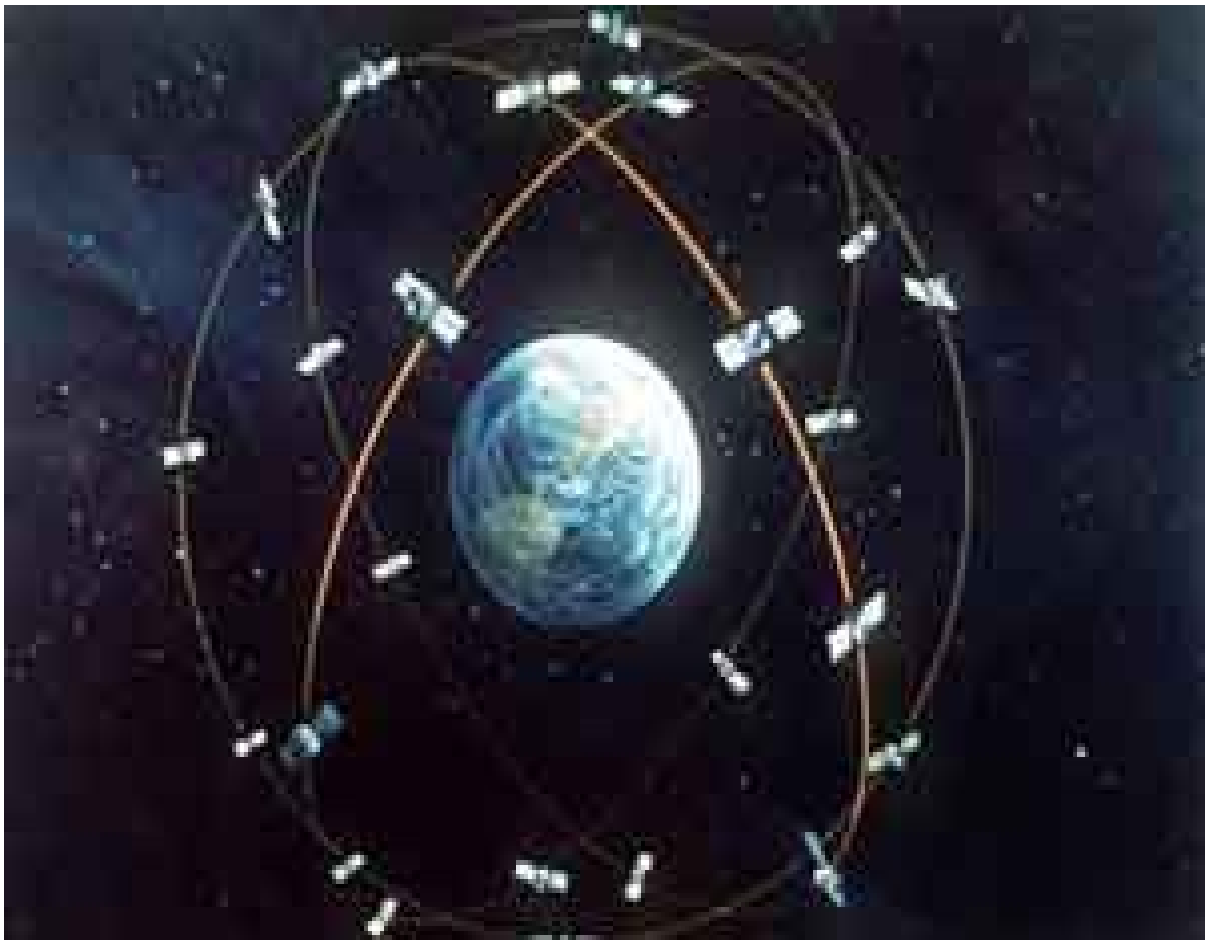
شكل رقم (4-49) أقسام GPS



1- **قسم الفضاء** :

يتألف من مجموعة من الأقمار يصل عددها الى 31 قمراً تدور حول الأرض على ارتفاع يصل متوسطه الى حوالي 20200 كم حيث تعمل مجموعة من الأقمار وهي حوالي ثلاثة أرباعها والباقية احتياطية,أي يعمل منها بشكل متواصل 24 قمرا,وتتم دورتها حول الأرض في 11 ساعة و 58 دقيقة, وتدور حول الأرض مرتين في اليوم،وهي موزعة في ستة مدارات شكل رقم (4-50) .

شكل رقم (4-50) مدارات الأقمار حول الأرض

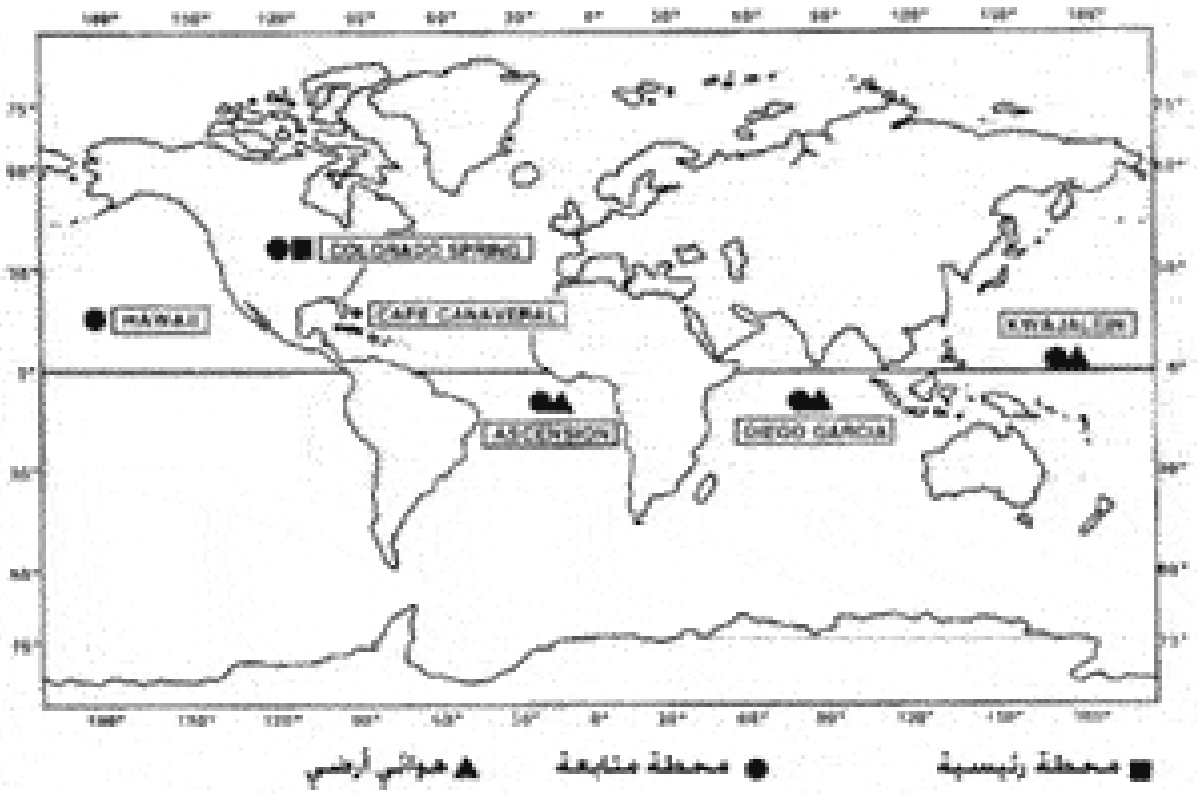


و’صمم النظام على أساس إطلاق الأقمار على شكل أجيال متعاقبة بحيث يتم إحلال 31 قمرا,العاملة منها فعلاً 28,كلفة القمر الواحد 100 مليون دولاراً .
ويقوم كل قمر بإرسال أشارة باتجاه الأرض تتألف من مجموعة أجزاء وتظم كمية كبيرة من البيانات,والتي تستخدم لقياس المسافة بين القمر والمستقبل على الأرض,ولحساب إحداثيات القمر في كل لحظة أثناء حركته في الفضاء,وبالتالي يستطيع المستقبل من حساب إحداثيات التوقف .

2- **قسم التحكم** .

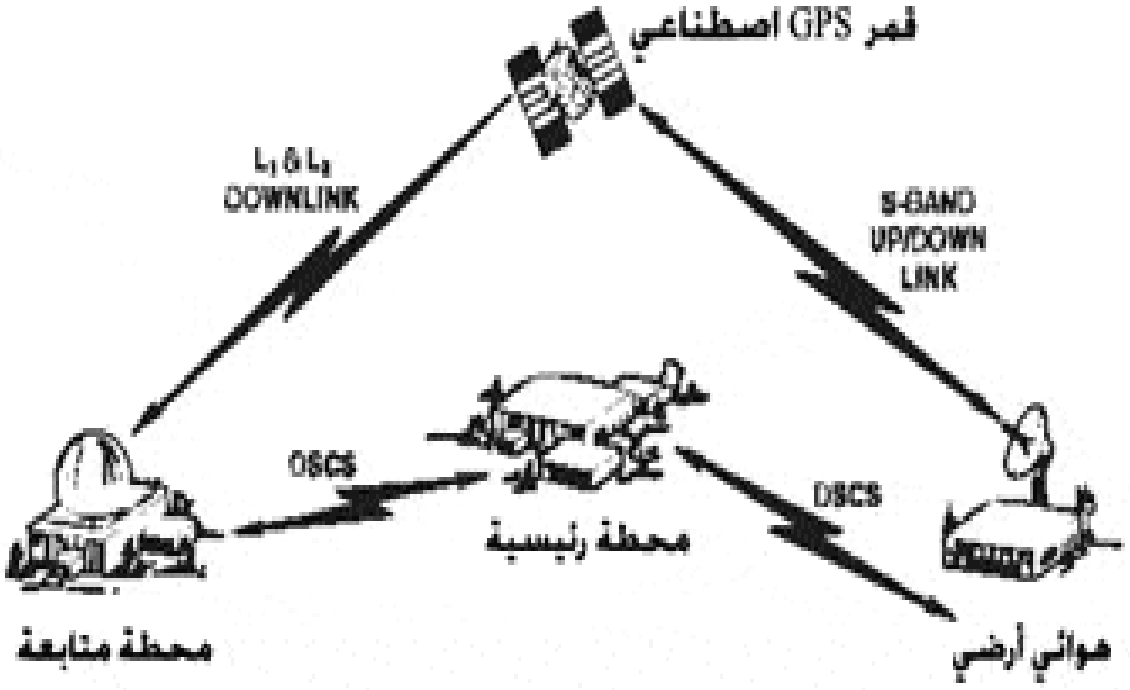
أن مهمة قسم التحكم هو متابعة ومراقبة الأقمار بشكل مستمر وذلك من أجل التأكد من استمرار عملها بشكل دقيق,وفي حالة حدوث أخطاء أثناء دورانها حول الأرض يتم تصحيحها،ويتكون هذا القسم من خمس محطات متابعة واستقبال,ومحطة رئيسية للمعالجة وثلاث هوائيات شكل رقم (4-51)

شكل رقم (4-51) مواقع محطات المتابعة والاستقبال على الأرض



حيث تقوم محطات المتابعة برصد الأقمار خلال أليوم وإرسال بيانات الرصد الى المحطة الرئيسية للمعالجة،وتقوم بحساب الانحرافات في مدار الأقمار وحساب التصحيحات اللازمة لها,ومن ثم تقوم بإرسال هذه البيانات الى الهوائيات التي تتولى عملية إرسال البيانات الى الأقمار أثناء دورانها حول الأرض للمحافظة على البيانات التي يرسلها القمر حديثة ودقيقة ليتم حساب إحداثيات النقاط على سطح الأرض بشكل دقيق كما في الشكل رقم (4-52).

شكل رقم (4-52) مخطط لمتابعة البيانات بين القمر والمحطات الأرضية.



3- **قسم المستخدم** .

يتكون قسم المستخدم من قسمين عسكري ومدني،ومن مميزات النظام تغطية تطبيقات متعددة تتفاوت فيما بينها من حيث الدقة وأسعار الأجهزة والمعدات المستخدمة فيما,بعض التطبيقات التي تتطلب دقة منخفضة,مثل أعمال النقل بأنواعه بري أو بحري أو جوي والتي تحتاج الى أجهزة رخيصة الثمن وسهلة الاستعمال والتطبيقات,وتتطلب مستوى متوسط من الدقة, في حين تحتاج الأعمال المساحية الى أجهزة أفضل من النوع السابق,و خبرة أكبر في مجال استعمالها,بينما تحتاج تطبيقات أخرى الى مستوى عال من الدقة لذا تحتاج الى أجهزة أكثر تطوراً من السابقة والى خبرة عالية للتوصل الى نتائج دقيقة .[13]

وتقوم الأقمار الاصطناعية بإعطاء معلومات عن الوقت والموقع لكي تتمكن أجهزة استقبال GPS من حساب المواقع على الأرض,ويجب استقبال أشارة من ثلاثة أقمار على الأقل لتحديد موقع جهاز الاستقبال حسب دوائر العرض وخطوط الطول,أو أي شكل أخر تابع لشبكة الإحداثيات المحلية إذ تم تعريفها في جهاز الاستقبال,فيما يتطلب حساب ارتفاع الموقع وجود إشارات إضافية من قمر اصطناعي رابع .

وتستخدم تقنية GPS للحصول على بيانات متجهة عن المواقع الجغرافية وتوفر بعض أجهزة الاستقبال المتطورة لرصد النقاط والخطوط والمضلعات وتخزينها في

طبقات منفصلة فوق بعضها البعض مع جداول أعداد البيانات,فضلاً عن إمكانية تصديرها الى GIS مثال ذلك الحصول على المعلومات عن الآبار في قرية حيث يقوم المستخدم GPS أولاً بإنشاء جدول لتخزين البيانات الوصفية (يسمى بمعجم البيانات) يتضمن أسم المالك رقم الترخيص وعمق البئر,ثم يجري مسح ميداني لرصد المواقع من خلال استخدام الجهاز المعد لذلـك حيث يتم الضغط على زر خاص في لوحة المفاتيح بعد الوقوف عند البئر مباشرة, شكل رقم(4-53), وبالتالي يتم الحصول على البيانات المكانية وصفاتها وهي بيانات جاهزة للاستخدام في معظم برامجيات GIS .

شكل رقم (4-53) تحديد موقع بئر

ويهيمن الجانب العسكري الأمريكي على معلومات GPS والذي عمل على تظليل الدقة في المعلومات لفترة من الوقت تصل الى حوالي 100 م حيث تستخدم تلك القوات العسكرية أسلوب التوفر الانتقائي،حيث تمت برمجة الأقمار الاصطناعية بشكل يعطي معلومات غير دقيقة عن الوقت والمواقع وذلك لمنع القوات المعادية من الاستفادة من تلك المعلومات,وبعد ذلك تم تخفيض التوفر الانتقائي SELECTIRE AVAILABILITY
الى 10 م،وأذا كانت هذه الدقة لاتفي بالغرض المطلوب يمكن استخدام أجهزة استقبال متطورة لتحليل الإشارة الملتقطة من الأقمار الاصطناعية ومقارنتها

بالإشارة المستقبلة من المحطات الأرضية للحصول على معلومات أكثر دقة تصل الى أقل من 1م,ويسمى هذا الأجراء بالتصحيح التفاضلي ويطلق على أجهزة الاستقبال القادرة على القيام بهذه المهمة أسم DGPS أختصاراً الى (DIFFERENTIAL).[14]

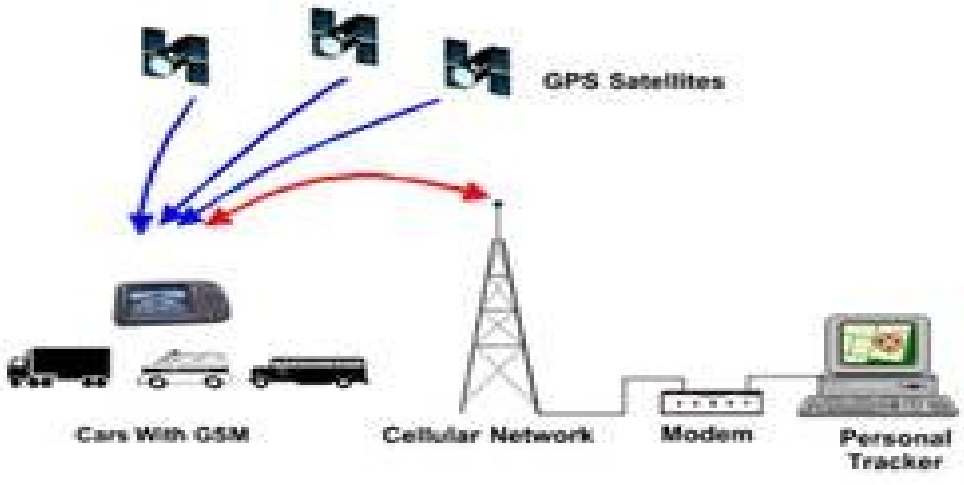
استخدام GPS في متابعة المركبات .

تستخدم أجهزة GPS في متابعة المركبات،حيث تحتاج الكثير من الوكالات والشركات الى تلك الميزة في مراقبة تحرك مركباتها وفي مناطق مختلفة ضمن الدولة الواحدة أو المتنقلة بين عدة دول,لضمان مستويات أداء عالية وتوفر الأمان واختصار الوقت والمسافات ومعالجة بعض الحالات والمشاكل التي تتعرض لها المركبات بسرعة .

حيث تستخدم برامج متطورة في تتبع حركة المركبات بشكل آلي وعن بعد ويكون ذلك بواسطة حاسب آلي(جهاز مراقبة).

ويتم حفظ كافة البيانات الخاصة بمتابعة المركبة في ملفات يتم الرجوع أليها عند الحاجة وتكون آلية النظام كما في شكل رقم (4-54أ,ب,ج) .

شكل رقم 4- 54أ



شكل رقم 4-54ب

شكل رقم (4-53)

Symbol	Vehi N.	Driver Name	Speed	Date	Time	Direction
	1	Mohammid	120 Km	10/04/00	13:12:49	North
	2	Ali M.	140 Km	10/04/00	13:12:51	West
	3	Waleed	80 Km	10/04/00	13:12:59	North West
	4	Naser	40 Km	10/04/00	13:13:01	North West
	5	Ahmed	40 Km	10/04/00	13:13:07	East
	6	Fahad	100 Km	10/04/00	13:13:13	North West
	7	Tariq	180 Km	10/04/00	13:13:15	South East
	8	Talal	60 Km	10/04/00	13:13:17	North
	9	Sameer	120 Km	10/04/00	13:13:21	West

ويتكون نظام المراجعة عبر الأقمار الاصطناعية من خرائط رقمية معدلة بالإحداثيات العالمية ويتم خزنها في أجهزة خاصة تقوم باستقبال موجات من الأقمار الاصطناعية تسمى موجات (GPS) والتي يتم تحليلها بواسطة برنامج التشغيل والذي يظهر موقع المركبة على الخريطة ومن خلال شاشة عرض مرتبطة بنفس الجهاز حيث يوضح موقع المركبة أو مستخدم جهاز الملاحة كنقطة أو سهم على الخريطة .

وهذا يساعد سائق المركبة على التعرف على معالم المدينة التي يمر بها والطرق الرئيسية والفرعية فيها،ومن ثم تحديد الخيارات المتاحة للوصول الى المكان المقصود,فضلاً عن تحديد خط السير وأقصر مسافة والزمن المطلوب،ويمكن إرشاد السائق عبر الصوت من قبل المستخدم ، كما يوضح الجهاز حالة الطقس في

ذلك الوقت,وقد تثبت الشاشة أمام السائق لمتابعة الإحداثيات,شكل رقم (4-54) .

شكل رقم (4-54) شاشة جهز المركبات

ويتكون نظام المراقبة من ثلاثة أقسام هي :

1- أجهزة التشغيل .

2- أنظمة الاتصالات .

3- برامج التشغيل .

1- أجهزة التشغيل :

تعد أجهزة المراقبة أجهزة صماء في صناديق صغيرة يتم تركيبها في السيارة وألتي تتضمن جهاز GPS وجهاز اتصال وهوائي للبث ويحتوي الجهاز جهاز تحكم بالمركبة من عدة نواحي حيث يمكن التحكم بإطفائها عن بعد وفتح الأبواب والإضاءة الداخلية وبعض الجوانب الأخرى التي تتم السيطرة عليها لاسلكياً .

2- أنظمة الاتصالات :

توجد عدة أنواع من أنظمة الاتصالات اللاسلكية فبعضها يعمل ضمن شبكة الهاتف الجوال (GSM) أو مع شبكة الراديو أو عبر الأقمار الصناعية .

3- البرامج التشغيلية :

وتعد من عناصر النظام المحكمة والتي بواسطتها يتم دمج الخريطة ببرنامج تحديد المواقع والتحكم بها وتتبع حركة المركبة واستقبال المعلومات من الأجهزة المركبة بالسيارة فضلاً عن إمكانية التحكم بخصائص البرنامج للتحكم بطول أو عدد من السيارات في أن واحد كما يعطي البرنامج مرونة التحكم تجربة السيارات الأكثر من وإمكانية ربطها بشبكة إنترنت .

أنتجت شركة تر مبل TRIMBLE سلسلة LEOEXPLORERأجهزة

يدوية تعمل بنظام التشغيل ويندوز سي ي وتتضمن نظام عالمي لتحديد المواقع GPS حيث يمتلك النموذج (GEOXM) دقة تتراوح ما بين 2 و 5 متر . أما (GEOXT) فتكون الدقة أقل من 1م,تقنية EVEREST التي تجعل النظام قادراً على العمل في بيئات صعبة مثل العمل في المناطق المغطاة أو في الوديان الضيقة .[15)