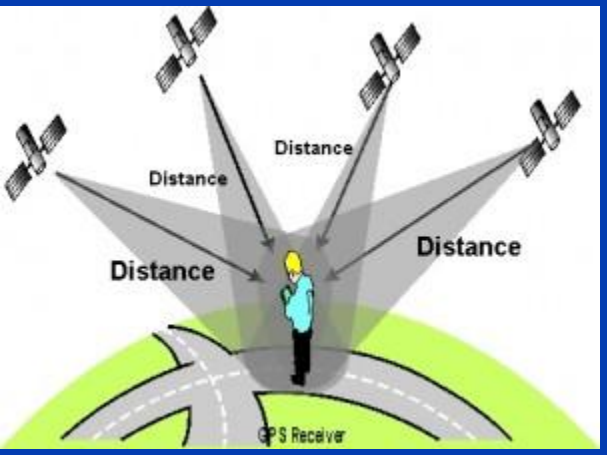
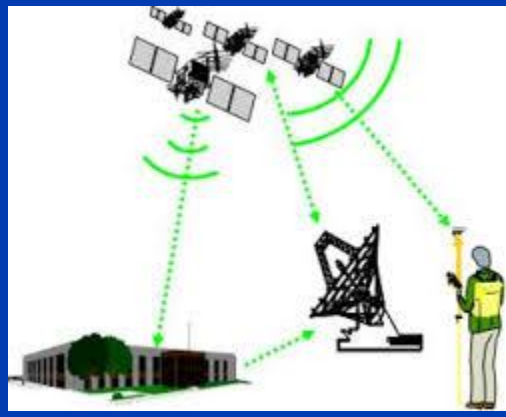
بسم الله الرحمن الرحيم





شبكات الاتصال الرقمية

بحث GPS

إعـــــــــداد

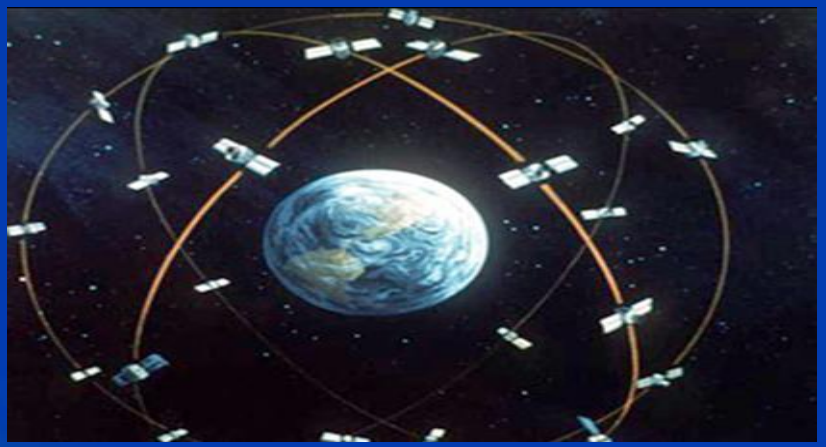
"يارا عودة"

تخصص : تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

نظام تحديد المواقع (GPS)

تعريف تقنية GPS :

نظام تحديد المواقع العالمي (Global Positioning System:GPS): نظام إبحار مؤلف من 24 قمراً اصطناعياً في 6 مدارات حول الكرة الأرضية بالإضافة إلى محطاتها الأرضية، يزود كل منها معلومات دقيقة عن الوقت والموقع لتمكن أجهزة الاستقبال GPS من حساب المواقع على سطح الأرض. يجب استقبال إشارة من ثلاثة أقمار اصطناعية على الأقل لتحديد موقع جهاز الاستقبال في شكل خط عرض وخط طول، أو في أي شكل آخر تابع لشبكة الإحداثيات المحلية إذا تم تعريفها في جهاز الاستقبال، فيما يتطلب حساب ارتفاع الموقع ووجود إشارة إضافية من قمر اصطناعي رابع.



مبدأ عمل GPS:

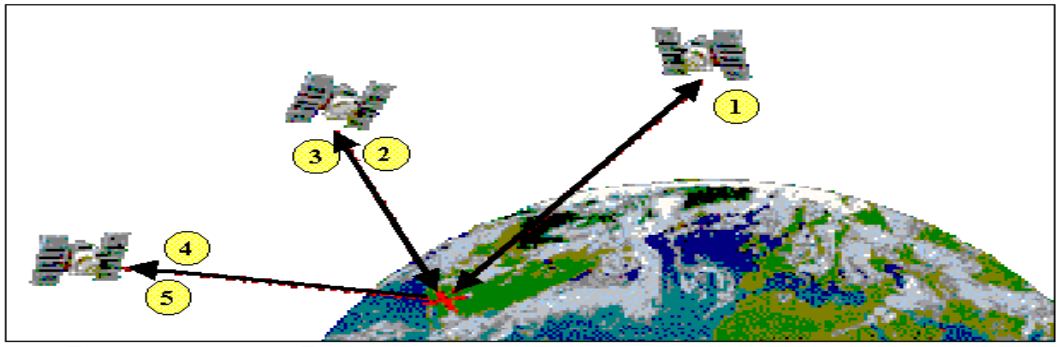
تمسح الأقمار الصناعية الخاصة بـ GPS الكرة الأرضية مرتين يومياً وترسل معلوماتها إلى المحطات الأرضية حيث جهاز الاستقبال الخاص بـ GPS والذي يحلل معلومات الأقمار الصناعية لتحديد إحداثيات الأشياء بدقة، يرصد جهاز الاستقبال الوقت الذي تم فيه إرسال الإشارة التي تحتوي على معلومات أو إحداثيات الهدف المتحرك من القمر الصناعي وكذلك وقت استقبال الإشارة في المحطة الأرضية بحيث أن الفارق بين الوقتين يحدد مسافة الهدف أو بعده عن هذا القمر الصناعي ومع تكرار الإشارات المرسلة من أكثر من قمر صناعي يستطيع جهاز استقبال GPS تحديد موقع الهدف وإظهاره على خريطة موضوعة على الشاشة الالكترونية.

لابد أن يرتبط جهاز الاستقبال بثلاثة أقمار صناعية على الأقل تمده بمعلومات عن الهدف حتى يحدد البعد الأفقي والرأسي للهدف المرصود ولتحديد البعد الثالث للهدف يلزم ارتباط جهاز الاستقبال بأربعة أقمار أو أكثر، أجهزة GPS ترصد أهدافها بدقة وإن كان هناك نسبة خطأ تتراوح بين 3-5 أمتار مع ملاحظة أن الأجهزة الحديثة تحاول التغلب على هذه النسبة.

تلخيص عمل GPS:

يعمل النظام استناداً إلى المعلومات المستقاة من أكثر من 24 قمراً اصطناعياً مدارياً شمسياً والتي تدور حول الأرض بحوالي 12 ألف ميل . حيث يقوم جهاز استقبال GPS Receiver النظام للبحث عن الترددات من ثلاثة أقمار ومن ثم يقوم بتحليل تلك الترددات لتأسيس خطوط الطول والعرض لتحديد الموقع . طور من قبل الجيش الأمريكي في سنة 1987م وكان يطلق عليه نظام NAVSTAR وكان يستقي المعلومات من قمر اصطناعي واحد ومر بعدة أبحاث وتطوير إلى أن أصبح بعمل بصورة كاملة في أوائل التسعينات.

على الرغم من أن نظام تحديد المواقع يستخدم معلومات وأجهزة إلكترونية مطورة طبقاً لتقنيات عالية جداً، إلا أن المبادئ الأساسية وراء ذلك تعد بسيطة للغاية. ولتفسير ذلك يمكن تقسيم هذا النظام إلى خمسة أجزاء حسب الغرض منها كما يوضح الشكل التالي:-

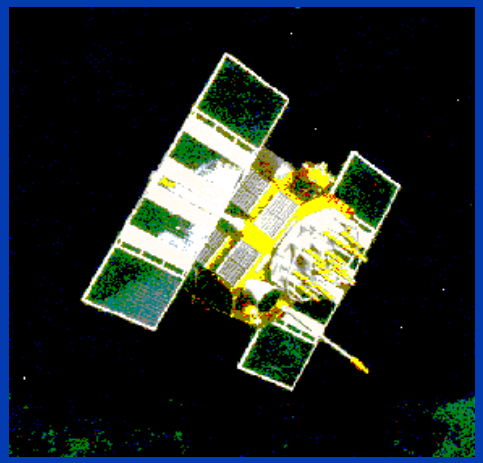


1	2	3	4	5
إستخدام المسح المثلثي (التثليث (من الأقمار الصناعية أساس نظام تحديد الموقع	يقوم نظام تحديد المواقع بقياس المسافة الزمنية التي تستغرقها إشارة الراديو	إستخدام ساعات ذات دقة عالية لقياس الوقت اللازم لقطع هذه المسافة	بعد معرفة المسافة إلى القمر الصناعي، يلزم معرفة موقعه في الفضاء	يتأخر انتقال إشارة نظام تحديد المواقع خلال طبقات الجو العليا (الأيونوسفير (والغلاف الجوي القريب من سطح الأرض (التروبوسفير (

مكونات نظام GPS:

يتكون نظام تحديد المواقع GPS من ثلاثة وحدات رئيسية هي :

1. الأقمار الصناعية GPS Satellites.
2. نظام التحكم الأرضي GPS Ground Control Segment
3. جهاز الاستقبال Receiver



أولاً:- الأقمار الصناعية

تتسم الأقمار الصناعية في نظام GPS بعدة خصائص أهمها :

- يبلغ وزنها حوالي 845 كيلو جرام.
- يصل عمرها الافتراضي إلى سبع سنوات ونصف .
- يتمثل مصدر طاقتها في بطاريات تشحن بالطاقة الشمسية، تبلغ مساحتها 7.25 متراً مربعاً.
- تدور حول الأرض في كل 12 ساعة.
- يبعد القمر الصناعي عن الأرض بمسافة تصل إلى 20200 كيلو متر.

تابع مكونات نظام GPS:

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

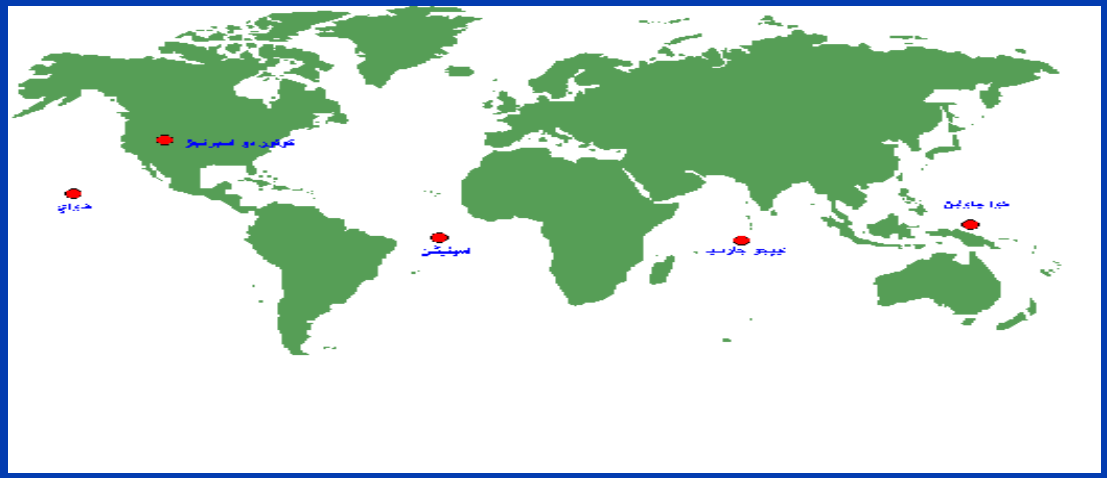
- استقبال وتخزين البيانات المرسلة من محطة التحكم .
- الحصول على التوقيت الدقيق عن طريق ساعات الروبيديوم والسينيزيوم.
- إرسال المعلومات للمستخدم عن طريق إشارات مختلفة.
- المناورة لتعديل المدار عن طريق التحكم الأرضي.

ثانياً: نظام التحكم الأرضى

يتكون نظام التحكم الأرضي من خمس مراكز موزعة على أنحاء الكرة الأرضية وهي من الغرب إلى الشرق هاواي Hawaii وإحداثياتها 46 19° شمالاً، 30 155° غرباً، وكولورادو اسبرنجز 51 38° شمالاً، Colorado Springs 49 104° غرباً ، اسينيشن 0 8° جنوباً، Ascenation 0 13° غرباً ، وديجو جارسيا 20 7° جنوبا، 26 72° شرقاً.

تابع مكونات نظام GPS:

والشكل التالي يوضح ذلك:-



ثالثاً: جهاز الاستقبال

يعد جهاز الاستقبال الآلة الوحيدة التي تمكن مستخدم هذا النظام من الحصول على المعلومات سواء أكانت معلومات عن تحديد الموقع أو معلومات عن الأقمار الصناعية ، ويتكون جهاز الاستقبال من وحدتين رئيسيتين هما معدات الاستقبال Hardware، وبرامج المعالجة Software.

نبذة عن الأقمار الصناعية NAVSTAR

تم في 26 سبتمبر 2005م بنجاح إطلاق صاروخ دلتا 2 الأمريكي، وهو يحمل قمراً اصطناعياً لحساب وزارة الدفاع الأمريكية؛ وهذا القمر الاصطناعي هو NAVSTAR GPS IIR-Mالخاص بالنظام العالمي لتحديد الموقع GPS؛ لكن ما يجعل هذا القمر الاصطناعي مميّزاً كونه القمر الأول من النوع المعدّل من أقمار GPS من الجيل الثاني، وهو ذو مزايا جديدة تختلف عن الأقمار السابقة.

بدأ إطلاق أقمار (نافستار) عام 1978م، وكانت في البداية ذات استخدام تجريبي، واستمر النظام ببطء، فقد تم إطلاق (9) أقمار اصطناعية حتى عام 1985م، معظمها بواسطة مكوك الفضاء. وأدى توقف عمليات إطلاق مكوك الفضاء الأمريكي بسبب تحطّم مكوك الفضاء (تشالينجر) إلى تأخير عمليات إطلاق أقمار (نافستار)، وتم استئنافها باستخدام صاروخ دلتا لإطلاق أقمار (نافستار). واستمر إطلاق هذه الأقمار حتى عام 1989م، وتدور أقمار (نافستار) في ستة مستويات، كل مستوى بثلاثة أقمار اصطناعية، ورابع احتياطي يتم تشغيله في حال تعطُّل أي من الأقمار في هذا المستوى.

تابع نبذة عن NAVSTAR

كل قمر من أقمار GPS يبث بصورة مستمرة بترددين، ويتم تضمين إشارتين من الإشارات الرقمية في هذين الترددين. أما جهاز الاستقبال فيستخدم تقنية التقسيم الشفري متعدد الوصول CDMA للتفريق بين الإشارات الواردة من أقمار مختلفة، وهناك نوعان من الإشارات الرقمية يتم تضمينها: الأولى تدعى (الإشارة المكتسبة غير الدقيقة)، والتي تُعرف اختصاراً ب C/A وهي الإشارة التي يمكن للأجهزة التجارية التعامل معها، أما الإشارة الثانية فتدعى بالإشارة الدقيقة P Code وتقتصر الاستفادة منها على الأجهزة العسكرية الأمريكية.

الوضع الحالي لنظام نافستار

بلغ عدد أقمار (نافستار) أخيراً (29) قمراً اصطناعياً عاملاً، علماً بأن نظام (نافستار) GPS يعمل بصورة متكاملة ب (24) قمراً اصطناعياً؛ وأقدم أقمار (نافستار) يصل عمره إلى (14) عاماً، مقارنة بالعمر الافتراضي لهذه الأقمار البالغ (5،7) أعوام، وأدى استمرار الأقمار القديمة في العمل إلى تأخير عمليات إطلاق الأقمار الجديدة، وبالتالي الاستفادة من مزاياها الجديدة.

ويتوقع المختصون تعطُّل (12) قمراً خلال السنوات الثلاث القادمة، لذلك فإن المسؤولين عن نظام (نافستار) يأملون تسارع عملية إطلاق الأقمار الجديدة من نوع نافستار خلال الفترة القادمة.وتعتبر الأجزاء المعرَّضة للعطل عملياً هي: الساعات الذرية، وعجلات رد الفعل المسؤولة عن حفظ توازن القمر الاصطناعي، بالإضافة إلى انحدار أداء الخلايا الشمسية.

نبذة عن الأقمار الصناعية Galileo

بدأ يوم 28 ديسمبر عام 2005 إطلاق أول قمر صناعي من مشروع نظام الأقمار الصناعية للاتحاد الأوربي المسمى جاليليو. ويتكون المشروع من 30 قمراً صناعياً، بينها 27 للخدمة، و3 لحالات الطوارئ.

ويبلغ وزن القمر الواحد 700 كيلوجرام، ويحلق في مدار على ارتفاع يقدر ب 23 ألف كيلومتر حول الأرض. ويحمل القمر الواحد ساعة ذرية تساعد على معرفة موقعه في لحظة معينة في المدار المحدد له.

ويذكر أن نظام جاليليو الذي بدأ العمل فيه عام 2008 تبلغ تكلفته 3.6 مليار يورو، وهو نظام ملاحة عالمي يعتمد على الأقمار الصناعية، وهو نظام شبيه بالنظام الأمريكي الخاص بتحديد المواقع GPSومن المتوقع أن ينافس جاليليو النظام الأمريكي.

ومشروع جاليليو سوف يساعد على تحسين نظام توجيه المواصلات البرية والملاحة الجوية والبحرية. وسيكون موقع مركز التحكم الرئيسي لجاليليو في مقر المركز الألماني للملاحة الجوية والفضائية في ولاية بافاريا الألمانية حيث سيتم من هناك توجيه الأقمار الصناعية الثلاثين التي يضمها نظام جاليليو.

أنواع أجهزة GPS:

هنالك ثلاثة أنواع لأجهزة GPS تتوزع استخداماتها بأشكال مختلفة تماماً سواء في الإستخدامات المدنية أو الإستخدامات العسكرية أو الإستخدامات العلمية وهي :

1. نظام الملاحة اليدوي :

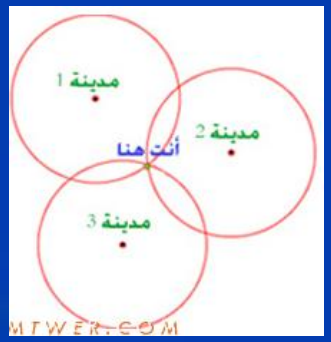
وهو المتوفر في الجوالات و PDA و الأجهزة المحمولة ويسمى Handheld GPS

2. نظام الملاحة للمركبات:

وهو يركب في المركبات ويقوم بإرشاد المركبات حول الطرق التي يجب إتباعها للوصول إلى الهدف ويقوم بعرض أقرب الطرق وما إلى ذالك ومن هذا النوع الذي يستخدم في الملاحة البحرية أو في السيارات والناقلات و يسمى In-***h GPS

3. نظام التعقب:

وهو النظام الذي يحدد مكان حامل الجهاز مرسل الإشارة ويسمى GPS Tracking system



استخدامات GPS:

أولاً: الاستخدامات المدنية:

انتشر وتطور هذا النظام بشكل كبير جداً ويستخدم في مجالات عديدة وأجهزة كثيرة جداً ولن نستطيع حصرها جميعاً لذالك سوف نتطرق على الإستخدامات الأكثر شيوعاً لهذا النظام.

1. **في المركبات :-**

تستخدم تقنية GPS على نطاق واسع فى تتبع المركبات والسيارات و يتكون هذا النظام من وحدة الاستقبال GPS Receiver وهى الوحدة التى يتم تركيبها فى المركبة وأيضاً لابد من وجود محطة تحكم أرضية تديرها وتملكها الشركة المقدمة لخدمة GPS، و جهاز كمبيوتر خادم متصل بالانترنت Web Server، أما جهاز الاستقبال الذي يتم تركيبه في السيارة فيقوم بتحديد إحداثيات السيارة والاتجاه الذي تسير فيه وسرعتها وكذلك الوقت الحالي لهذه البيانات وتتوافر تلك البيانات بعد اتصال وحدة الاستقبال بعدد من الأقمار الصناعية لايقل عن ثلاثة ، هذه المعلومات يتم ضغطها وإرسالها فى صورة رسالة SMS إلى مركز التحكم الأرضي، تقوم وحدة التحكم الأرضية بدورها بإرسال بيانات المركبة إلى جهاز الكمبيوتر أو السيرفر والذي يقوم بدوره بعرض بيانات السيارة على خرائط مخزنة على السيرفر

تابع استخدامات GPS:

هذا النظام يمكنه متابعة العديد من السيارات في وقت واحد وهو ما يفيد الشركات المالكة لأساطيل النقل والتي قد تتحرك في مجموعات كبيرة في وقت واحد ، مستخدم النظام أو الشخص المتابع للسيارات يمكنه الدخول إلى الويب سيرفر من خلال اسم المستخدم وكلمة السر حيث يمكنه متابعة حركة السيارات الخاصة به من خلال خريطة موضح عليها كل سيارة بلون مختلف ، هذه الخريطة يتم تحديثها بصورة مستمرة ويمكن تكبيرها وتصغيرها حسب رغبته، ومن خلال قاعدة البيانات المخزنة على السيرفر يمكن للمستخدم معرفة سجل كامل لحركة السيارة منذ بداية تحركها وحتى توقفها .

تابع استخدامات GPS:

2. في أجهزة الهاتف المحمول :-

مع تطور شبكات الهواتف الخلوية-المحمولة وظهور شبكات الجيل الثالث- 3G، بدأت تقنية GPS فى احتلال مكانة متقدمة في تقنية الهواتف الخلوية وبدأت الشركات المنتجة للهواتف المحمولة في الاهتمام بإنتاج هواتف قادرة على الاستفادة من تقنية تحديد المواقع المعروفة بـ GPS، من المعروف أن الهواتف الخلوية- المحمولة ترسل وتستقبل معلوماتها عبر موجات الراديو- Radio Waves، تتكون شبكة الهاتف المحمول من مجموعات من الأبراج الهوائية والمحطات الأرضية ويطلق على كل مجموعة مستقلة خلية أو Cell وبذلك تكون الشبكة مكونة من مجموعة من الخلايا- Cells، يحتوي أي هاتف خلوي على جهاز إرسال يسمى low-power transmitters وهو الجهاز المسؤول عن تبادل المعلومات مع أقرب برج أومحطة من مكان االهاتف المحمول

تابع استخدامات GPS:

ثانياً: الاستخدامات العسكرية:

هناك استخدامات عسكرية شتى لنظام GPS لا مجال لذكرها، ولكن آخر التطورات في هذا المجال ما يلي:

نقلاً عن صحيفة الحياة الجديدة / بتاريخ: 5 نيسان 2014: **جيش الاحتلال يتزود بقذائف "ذكية"**

القدس المحتلة- ذكرت صحيفة "يديعوت أحرونوت" الاسرائيلية أن جيش الاحتلال يتزود هذه الأيام بقذائف جديدة "ذكية"، مشيرة إلى أن القذائف الجديدة مزودة بمنظومة GPS لتحديد وجهتها وهي من صنع الصناعة العسكرية الإسرائيلية وقد تستخدم لتوجيه ضربات سريعة ودقيقة ضد مطلقي الصواريخ من قطاع غزة. وأضافت الصحيفة أن نجاح التجارب العملية التي أجريت مؤخراً على هذه القذائف، دفع بالصناعات العسكرية في إسرائيل إلى الإعلان عن جهوزيتها للمشاركة في معارك حقيقية. ويبلغ مدى هذه القذائف 8 كيلومترات، ومستوى دقتها هو بضعة أمتار من الإحداثيات التي يتم برمجتها داخل منظومة الـ GPS ويعتبر سعرها منخفضاً نسبياً مقارنة مع أنواع قذائف أخرى. ونقلت الصحيفة عن مسؤول أمني قوله إن "قذائف الهاون كانت تعتبر دائما قنابل (غبية) وكانت دائما تصيب محيط الهدف لكن ليس الهدف نفسه وإن تحويل هذه القذائف إلى قذائف أكثر دقة بواسطة نظام الـ GPS هو ثورة حقيقية". وأشارت "يديعوت" إلى أنه سيتم استعمال القذيفة الجديدة من قبل قسم القذائف في وحدات المشاة في الجيش وسيتم إطلاقها من قاذفات بقطر 120 مليمتر وأن هذه القذيفة يمكن إطلاقها أيضاً من دبابات، وسيتم تعديلها كي تستعملها قوى التحالف في حروبها في العراق وأفغانستان.

تابع استخدامات GPS:

ولقد كان لنظام GPS مشاركة واضحة في الكشف عن الجرائم .. ومن الأمثلة الواقعية التي حدثت في بلادنا من فترة قصيرة ما يلي باختصار:

في تاريخ 4 آذار 2013 تم مقتل الفتاة ميناس القاسم 21 عام من القدس، ولكن كيف كان لنظام GPS دور في الكشف عن القاتل؟؟؟!

وحول عملية الخطف، قال الأب إن ميناس تأخرت عن البيت لمدة نصف ساعة، فانتابنا الخوف والقلق حيال تأخرها. وأضاف: "حاولنا مراراً الاتصال على هاتفها النقال لكنها لم تجب، فأجرينا اتصالات هاتفية مع كل من يعرف ميناس، استخدمنا تقنية GPS للكشف عن موقعها، فتبين انها في منطقة زعيم أي انها قريبة من منزلنا وغادرت عملها، مر الوقت حتى شارف التاسعة مساء زادت شكوكنا وقلقنا حول مصير ابنتنا، اتصلت بصديقي وسألته عن ساعة مغادرتها، فأشار إلى أنها غادرت حوالي الساعة السادسة والنصف. سألنا صاحب الحافلة التي أقلتها، وهو من معارفنا فقال أنه قام بتوصيلها وإنزالها باب المنزل. ولكن في الحقيقة هاتفها ليس معها وإنما مع القاتل وبعد التحري قامت الشرطة بالوصول إلى المنزل الذي يوجد به الهاتف فتبين أنه في بيت خطيبها الذي قام بقتلها ووضعها في منطقة وادي النار وسرقة هاتفها الخلوي، وبعد الوصول إلى القاتل تم القبض عليه واعترف بجريمته الحمقاء وقام بتمثيلها.

فوائد GPS:

يوفر هذا النظام الكثير من الخدمات حيث يتمكن المستخدمون من تحديد أوقات الشروق والغروب والأبعاد والإتجاهات والطرق المؤدية إلى هدف ما، بل طورت بعض الشركات النظام ليوفر إمكانيات مثل تحديد خطوط الطول والعرض التي يمكن أن تعمل بها أي مركبة إضافة إلى إمكانية تشغيل أو إيقاف تشغيل أي مركبة هاتفياً . حالياً لا يمكن لأي سفينة أو طائرة العمل بدونه كما يوفر النظام دقة تصل إلى أكثر من 98% وتكون نسبة الخطأ في الغالب في حدود أمتار معدودة من 1 إلى 3 أمتار أو أقل من ذلك .

المراجع التي استخدمت في البحث

- Understanding The GPS – An Introduction to the Global Positioning System –Gregory T.French
- CAD,GIS,& GPS Magazine
- مجلة أخبار السيارات
- مقال للدكتور المهندس: عدنان محمد أحمد، رئيس قسم المساحة، جامعة البعث، حمص، سوريا
- موقع إسلام أون لاين
- مجلة كلية الملك خالد العسكرية
- الموقع التعليمي الفيزيائي

THE END