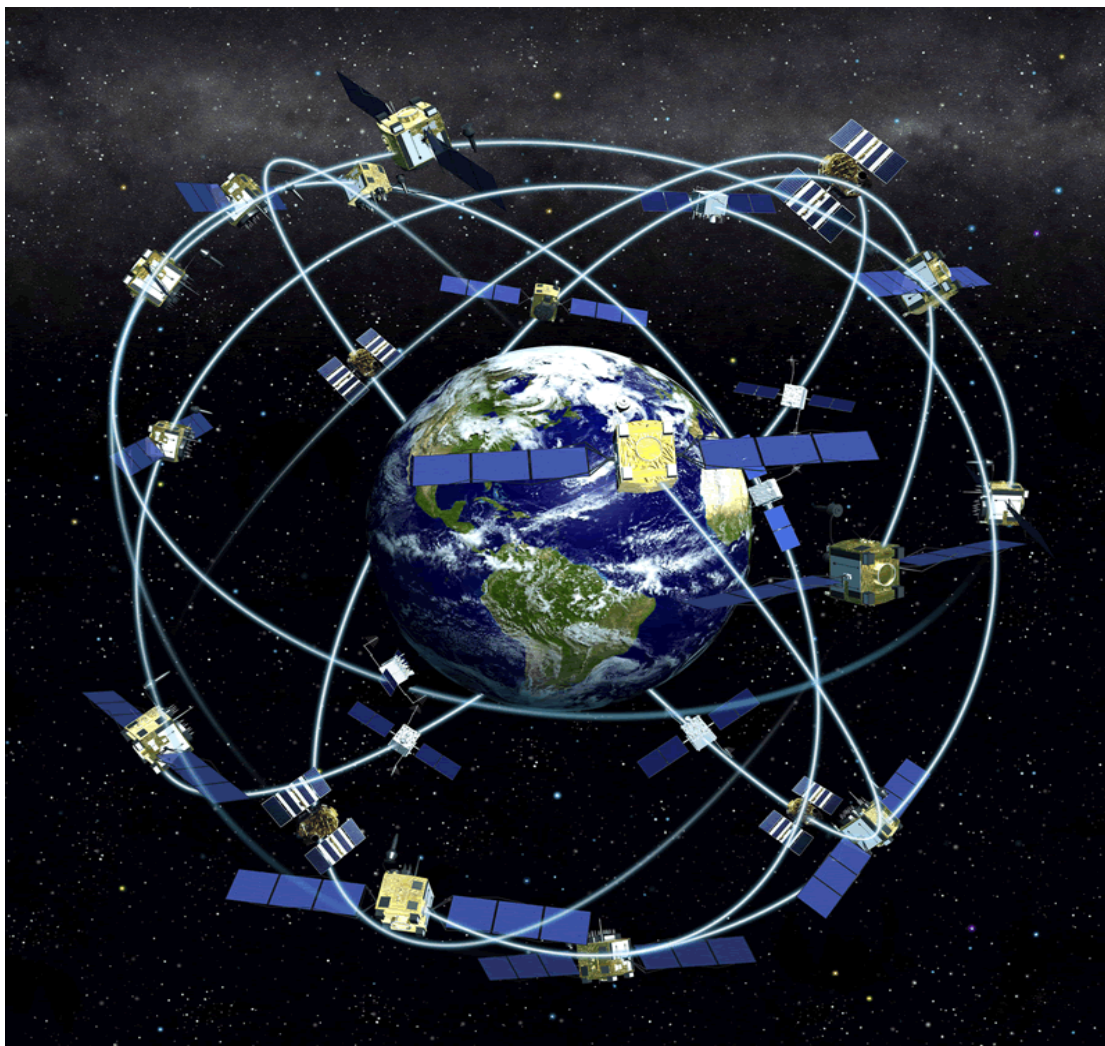


## معرفی مختصر سیستمهای ناوبری جهانی



اداره کل طرح و توسعه شبکه های ماهواره ای  
معاونت توسعه کاربرد و خدمات فضایی  
سازمان فضایی ایران  
خرداد ۹۶

## مقدمه

سیستمهای ناوبری مجموعه‌ای از ماهواره‌ها (عمدتاً non-GSO) و بخش‌های زمینی می‌باشند که می‌توانند انواع سرویس‌های موقعیت‌یابی، ناوبری و زمانی را ارائه دهند. چنانچه این مجموعه (بخشهای زمینی و فضایی) از لحاظ کیفی و عملکردی بهینه تر باشد، دقت ارائه سرویس‌ها نیز افزایش خواهد یافت. در ضمن قابل ذکر است که بکارگیری چند سیستم ناوبری با یکدیگر می‌تواند به افزایش دقت ارائه سرویس کمک نماید که این امر مستلزم سازگاری آنها با یکدیگر است. در این گزارش به معرفی اجمالی در خصوص مهمترین سیستمهای ناوبری جهانی موجود خواهیم پرداخت که شامل سیستمهای: GPS، Glonass، Beidou و Galileo می‌باشد.

## نیازها و کاربردهای تعیین موقعیت و زمان سنجی

در سال ۱۹۹۸ سازمان جهانی ITU فقط در بخش غیرنظامی، ۱۵۹ کاربرد از موقعیت‌یابی تعریف کرد. سازمان ناسا در سال ۲۰۰۵ تعداد این کاربردها را بیش از ۲۷۰ عنوان اعلام کرد.

کاربردهای غیر نظامی:

هوانوردی، دریا نوردی، حمل و نقل ریلی و جاده‌ای (تجاری)، هواشناسی و اتمسفر شناسی، علوم زمین، عمران، نقشه برداری، صنایع نفت و گاز، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS، سامانه‌های فضایی، مدیریت ترافیک، مسیر یابی خودروئی شخصی، انفرادی، حقوقی و امنیتی، صیادی، کشاورزی دقیق، کنترل کالا، خدمات اجتماعی، محیط زیست، خدمات اورژانس، تفریح و سرگرمی

کاربردهای نظامی:

ناوبری (مسیریابی)، کشف هدف (هدف‌یابی)، پشتیبانی هوایی نزدیک، هدایت موشک و تسلیحات شلیک شونده، فرماندهی و کنترل، بمباران هوایی (در تمام شرایط آب و هوایی)، استقرار حسگرها، استخراج نقشه دقیق، تعیین محل وعده‌گاه، بمباران (گلوله باران) هماهنگ، کنترل وسایل پرنده بدون سرنشین، فرود اضطراری، جستجو و نجات، شناسایی تصویری، اندازه‌گیری برد و فاصله، مین‌گذاری و ضد آن، جنگ ضد زیردریایی، کنترل گذرگاه‌ها، فرود در هر شرایط جوی

کاربردهای زمانسنجی:

همزمان سازی و مدیریت شبکه‌های توزیع برق، همزمان سازی زیرساخت‌های تبادل اطلاعات، همزمان سازی شبکه‌های ارتباطات بی‌سیم (تلفن همراه)، همزمان سازی تراکتهای بین بانکی، همزمان سازی عملیات ماهواره

## دارائی های موقعیت یابی و زمانسنجی کشورهای دنیا

ایالات متحده / کانادا	GPS
روسیه	Glonass
چین	Compass/Beidou
اتحادیه اروپا	Galileo
ژاپن	QZSS در دست راه اندازی
هند	IRNSS در دست راه اندازی
سایر کشورها	-

### سیستم ناوبری GPS

این سیستم ناوبری جهانی متعلق به آمریکا بوده و شامل بخشهای اصلی زیر می باشد:

#### بخش فضایی

بخش فضایی GPS شامل منظومه ای از ۲۴ ماهواره می باشد که به کاربر سیگنالهای رادیویی ارسال می کنند بطوریکه میزان دسترسی ۲۴ ماهواره GPS عملیاتی شامل ۹۵٪ از زمان می باشد. ماهواره های GPS در مدار MEO در ارتفاع تقریبی ۲۰۲۰۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارند. ماهواره ها در شش Plane قرار دارند و هر Plane شامل ۴ ماهواره می باشد. چیدمان این ۲۴ ماهواره بگونه ای است که کاربران می توانند در هر نقطه ۴ ماهواره را مشاهده نمایند. جزئیات فنی در خصوص مدارات، پوشش و میزان کارایی منظومه ماهواره GPS در استانداردهای کارایی GPS موجود می باشد. منظومه GPS ترکیبی از ماهواره های جدید و قدیمی می باشد و ماهواره ها در حال مدرن شدن می باشند. از آوریل ۲۰۱۷ بطور کلی ۳۱ ماهواره عملیاتی در منظومه GPS وجود دارند.

#### بخش کنترل

بخش کنترل GPS شامل یک شبکه جهانی از تجهیزات زمینی می باشد که ماهواره های GPS را ردیابی و مانیتور می کنند. در ضمن آنالیزهای ارسال و دریافت داده نیز صورت می گیرد. در حال حاضر بخش کنترل شامل یک ایستگاه کنترل فرمان، یک ایستگاه کنترل فرمان پشتیبان، تعداد ۱۱ آنتن TT&C و ۱۶ سایت مانیتورینگ می باشد. جزئیات مکانی آنها در سند مربوطه موجود می باشد. ایستگاه کنترل ماموریت (MCS) در کلرادو می باشد.

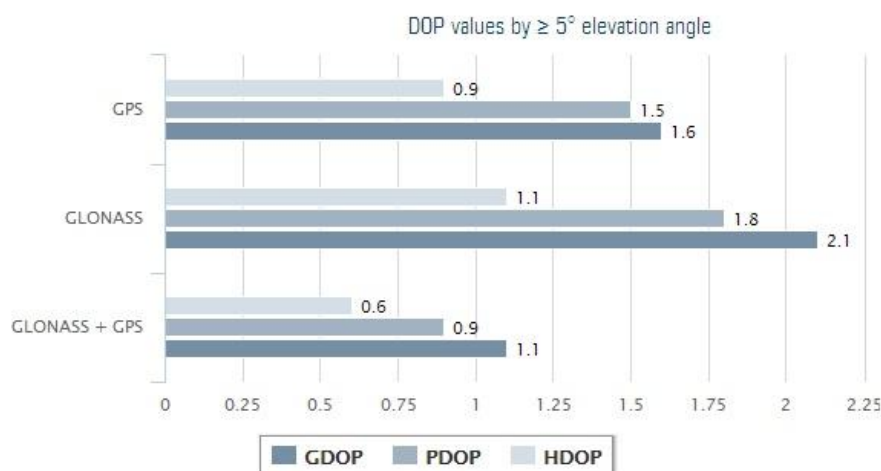
## سیستم ناوبری Glonass

این سیستم روسی بوده و تعداد کل ماهواره های موجود در منظومه ۲۷ ماهواره می باشد که تعداد ۲۴ ماهواره از آنها عملیاتی است. شبکه ایستگاه جهانی شامل شبکه ایستگاه روسی SDCM (ایستگاهها در محدوده کشور روسیه و نیز دو ایستگاه در Antarctica) و ایستگاههای مربوط به سازمانهای کشورهای دیگر مانند: IGS, Eufref, TrigNet, RBMC و غیره، می باشد. همانطور که در شکل زیر مشاهده میشود ترکیب Glonass و GPS می تواند باعث بهبود معیار GDOP گردد:

HDOP - Horizontal dilution of precision

PDOP - Position delusion of precision

GDOP - Geometrical delusion of precision



## سیستم Beidou

این سیستم ناوبری متعلق به کشور چین می باشد. در این سیستم نیز مشابه GPS تقسیم بندی بصورت: بخش فضایی، بخش زمینی و بخش کاربر صورت گرفته است. بخش فضایی شامل ۵ ماهواره GEO و ۳۰ ماهواره non-GEO می باشد. بخش زمینی شامل: ایستگاههای کنترل اصلی، ایستگاههای تزریق و ایستگاههای مانیتورینگ می باشد. و بخش کاربر شامل ترمینالهای سیستم Beidou و تعدادی سیستم سازگار با دیگر سیستمهای ماهواره ای ناوبری است. در فاز اول این سیستم ناحیه آسیا-اقیانوسیه را پوشش می دهد که شامل سرویسهای موقعیت یابی، ناوبری، زمانی و پیغام کوتاه می باشد و تا سال ۲۰۲۰ کل دنیا را پوشش خواهد داد. این سیستم در آینده کل دنیا را با ارائه سرویسهای موقعیت یابی، ناوبری و زمانی پوشش خواهد داد. بطور کلی سرویسهای ارائه شده شامل دو نوع مد سرویس است: Open Service و Authorized Service یا بعبارت دیگر سرویس باز و سرویس مجاز. در سرویس باز که بصورت Free می باشد، دقت موقعیت یابی ۱۰ متر، دقت سرعت ۰/۲ متر بر ثانیه و دقت زمانی ۱۰ نانو ثانیه می باشد. ولی در سرویس مجاز دقت بسیار بالاتر است.

## سیستم Galileo

ساختار کلی این سیستم اروپایی شامل موارد زیر می باشد:

یک منظومه ماهواره شامل ۳۰ ماهواره MEO که هر کدام شامل ترانسپندر ناوبری (Navigation Payload) و ترانسپندر جستجو و نجات (Search and Rescue) می باشد. ۱۶ ایستگاه سنسور که در کل دنیا پخش شده است و ۲ مرکز کنترل که در اروپا واقع شده است. تعداد ۵ ایستگاه Uplink و ۵ ایستگاه TT&C نیز موجود می باشد. فاز تعریف، توسعه و In-Orbit Validation (IOV) توسط سازمان فضایی اروپا (ESA) انجام شده است.



سازمان فضایی ایران  
IRANIAN SPACE AGENCY