

سامانه ناوبری ماهواره ای جهانی (GNSS)

صنعت هوانوردی به عنوان یک صنعت بین المللی دارای ریشه ای بسیار قدیمی است که به اختراع هواپیما و انجام اولین پرواز در سای ۱۹۰۳ برمی گردد. ولی نقطه عطف آن سال ۱۹۴۴ یعنی سالی که پیمان شیکاگو با حضور ۵۲ کشور از جمله ایران شکل گرفت. از آن سال به بعد با تشکیل سازمان جهانی هواپیمایی کشوری (ICAO) کشور ما به عنوان یکی از اعضای فعال در این پیمان که اکنون ۱۹۱ عضو دارد همواره در جلسات حضور داشته و ضمن انجام تعهدات خود و رعایت استانداردهای بین المللی از امتیازات آن بهره مند شده است.

برای مقابله با تنگناهای پیش روی این صنعت و تسریع در توسعه آن که یک خواست جهانی و نیاز جوامع بشریست طرح ها و مطالعات زیادی مطرح شدند. از سال ۱۹۸۳ طرحی توسطه ایکائو تحت نام FANS آغاز شد که در ادامه به نام CNS/ATM معروف و برای بررسی به مجمع ایکائو ارائه شد. پس از تصویب طرح جهانی CNS/ATM در سال ۱۹۹۴ توسط مجمع ایکائو و ارائه برنامه پیاده سازی طرح طی سند ۹۷۵۰ ، در سال ۱۹۹۸ کشور ما نیز طرح ملی CNS/ATM خود را به دفتر منطقه ای ایکائو در قاهره ارسال نمود و به عنوان یکی از اعضای گروه برنامه ریزی منطقه خاورمیانه (MIDANPIRG) همراه با سایر اعضای این گروه که کشور های عربستان، امارات، عمان، کویت، بحرین، مصر و لبنان هستند برنامه های اجرایی توسعه هوانوردی منطقه را در قالب این طرح تدوین و برای اجرا ابلاغ می نمایند.

همانطور که از نام طرح CNS/ATM مشخص است بخش های اصلی فعالیت های برنامه ریزی در چارچوب ارتباطات (Communication)، ناوبری (Navigation)، نظارت (Surveillance) و مدیریت ترافیک هوایی (Air Traffic Management) قرار دارند.

سامانه ناوبری ماهواره ای جهانی (GNSS- Global Navigation Satellite System)

در این بخش فقط به موضوع ناوبری در طرح CNS/ATM پرداخته می شود و ضمن طرح اهمیت موضوع برای حل مشکلات سامانه های ناوبری سنتی به مسائل و افق جدید ناوبری ماهواره و بررسی امتیازات و چالش های آن خواهیم پرداخت.

برای مقابله با مشکلات ناوبری هوایی و نارسایی های سامانه ناوبری سنتی که پرواز هواپیما ها را در فضا ها و فرودگاه های فاقد امکانات ناوبری ناممکن می ساخت ایکائو طرح بهره برداری از سامانه ناوبری ماهواره ای جهانی (GNSS) را بعنوان راه حل مناسب تصویب و برنامه اجرایی آن را در سال ۲۰۰۳ طی سند ۹۸۴۹ به کشور ها عضو ابلاغ نمود.

پیاده سازی و بهره برداری از خدمات ناوبری بر مبنای ماهواره کشور را ملزم می نماید که روند پذیرش یا تصویب ارزیابی ایمنی را که پشتیبان اجرای آموزش، ایمنی فضا، تجهیزات و دستورالعمل های مراقبت پرواز و سایر سامانه های مرتبط برای مطابقت با مقررات مربوطه را کامل نماید.

عرضه کنندگان خدمات ناوبری هوایی و متصدیان هواپیما (شرکت های هواپیمایی ، دارندگان هواپیما) نیز بطور متعارف تحلیل اقتصادی برای اجرای خدمات ناوبری بر مبنای ماهواره را کامل می نمایند.

انتقال از ناوبری سنتی به خدمات ناوبری بر مبنای ماهواره تغییرات چشمگیری را برای صنعت هوانوردی در بردارد بنابراین بازنگری در همه موارد مرتبط از جمله، مقررات مطابق با دیدگاه جدید، عرضه خدمات مربوطه، فضای مورد نظر، تجهیزات و دستورالعمل های مراقبت پرواز و عملیات هواپیما ها الزامی است. انتقال موفق، به نگرشی جامع و برنامه آموزش فراگیر که در برگیرنده همه طرف ها ذینفع شامل تصمیم ساز ها در سازمانهای هوانوردی باشد، نیاز دارد. کارکنان سازمان های تدوین کننده مقررات (سازمان هواپیمایی کشوری) و عرضه کننده خدمات ناوبری هوایی (شرکت فرودگاه ها و ناوبری هوایی ایران) نیاز به آموزش هایی برای درک بهتر چگونگی مشارکت در اجرای عملیاتی خدمات ناوبری ماهواره ای دارند. این آموزش ها باید شامل تئوری پایه عملیات ناوبری ماهواره ای، قابلیت ها و محدودیت ها، کارایی اویونیک هواپیما و صحت آن، مقررات مربوطه و اصول عملیاتی ناوبری ماهواره ای و ارزیابی ایمنی آن باشد.

کاربردهای عملیاتی ناوبری ماهواره ای

ناوبری ماهواره ای امکان اجرای ناوبری مبتنی بر عملکرد (PBN) را فراهم می سازد و هدایت های ناوبری برای تمامی مراحل پرواز از مرحله پرواز در راه هوایی تا طرح فرود دقیق را ارائه می نماید. ناوبری ماهواره ای با فراهم نمودن اطلاعات موقعیت کارکرد ADS-B و ADS-C ، نمایشگر ها با نقشه متحرک ، سامانه آگاهی از عوارض زمینی و هشداردهنده (TAWS- Terrain Awareness and Warning Systems) و سامانه های دید ترکیبی را امکان پذیر می نماید. فرستنده تعیین موقعیت در وضعیت اضطراری (ELT) دیجیتال نیز با استفاده از اطلاعات موقعیتی ناوبری ماهواره ای کار می کند. علاوه بر این سامانه ناوبری ماهواره ای به دلیل سیستم زمان سنجی دقیقی که دارد از تجهیزات کاربردی متعددی که نیاز به زمان دقیق دارند پشتیبانی می نماید. کشور های زیادی هستند که پیش از این، استفاده از خدمات ناوبری ماهواره ای برای ارائه خدمات بهتر به هواپیما ها در مکان هایی که سامانه ناوبری سنتی مناسب وجود ندارد را آغاز نموده اند. سامانه ناوبری ماهواره ای برای فرودگاه های دورافتاده، مناطق کوهستانی فاقد تجهیزات ناوبری و حتی جزایر کوچکی که امکان نصب سامانه کمک ناوبری مناسب ندارند قابل استفاده می باشد.

مصوبات ایکائو

بهره برداری از سامانه ناوبری ماهواره ای این امکان را فراهم می نماید که مطابق با مصوبه مجمع ایکائو به شماره الف ۳۷-۱۱ اقدام نمود. این مصوبه کشور ها را ملزم می نماید که طرح اجرایی ناوبری بر مبنای کارایی (PBN) را در اسرع وقت تکمیل نمایند این طرح شامل:

۱. عملیات ناوبری منطقه ای (RNAV) و کارایی ناوبری مورد نیاز (RNP) مطابق با برنامه زمانبندی شده و مطابق با اهداف میانی، برای مراحل پرواز در مسیر و مناطق پایانه به اجرا در آورند.

۲. به اجرا در آوردن طرح های تقرب همراه با هدایت عمودی (APV) شامل طرح های تقرب هدایت عرضی برای تمامی باند های فرود مجهز به دستگاه نیز می گردد که به عنوان طرح اصلی تقرب و یا طرح تقرب پشتیبان برای طرح های دقیق تا سال ۲۰۱۶ قابل استفاده هستند. این طرح دارای اهداف میان مدت است که باید ۳۰ درصد فرودگاه ها تا سال ۲۰۱۰ و ۷۰ درصد تا سال ۲۰۱۴ تجهیز شوند.

۳. به اجراء آوردن طرح تقرب مستقیم فقط با هدایت عرضی، به عنوان استثناء موارد بند ۲ فوق، برای همه باند های مجهز به دستگاه که اطلاعات فشارسنج محلی در دسترس نیست و هواپیما های دارای حداکثر وزن پرواز ۵۷۰۰ کیلوگرم یا بیشتر نیز به تجهیزات مورد نیاز فرود با هدایت عمودی مجهز نیستند. سامانه های در نظر گرفته شده برای حل مشکلات ناوبری جهانی با کمک ماهواره (GNSS) عملاً در انحصار دو سامانه GPS آمریکایی و GLONASS روسی قرار گرفته است، از آنجایی که سامانه ناوبری ماهواره ای جهانی باید قادر باشد در تمامی مراحل پرواز پاسخگوی دقت مورد نیاز ناوبری باشد بتدریج نارسایی هایی مشخص شدند و علیرغم حذف خطای عمدی SA در سال ۲۰۰۰ از طرف آمریکا بهره برداری از ماهواره های ناوبری نارسایی های متعددی را در زمینه های Accuracy, Integrity, Availability, Continuity نشان دادند که نیاز به تجهیزات نظارت بر جامعیت (Integrity monitoring) و سامانه های افزایش دهنده دقت یا مکمل (Augmentation system) را در این مرحله مطرح نمودند لذا برای مراحل مختلف پرواز سامانه های مختلف پیشنهاد شد.

سامانه ناوبری ماهواره ای

GPS (Global Positioning System)

دولت امریکا سامانه GPS را توسط نیروی هوایی خود اداره می نماید. در سال ۱۹۹۴ امریکا پیشنهاد بهره برداری از GPS برای پشتیبانی از نیاز مکان یابی هواپیمایی کشوری بین المللی را ارائه نمود. در سال ۲۰۰۷ ضمن تأکید بر ارائه اطلاعات GPS عنوان نمود که دولت امریکا به تعهد

خود مبنی بر عرضه اطلاعات سامانه GPS بصورت استاندارد (SPS) بطور مستمر و در سطح جهانی، بدون هیچگونه هزینه مستقیم پای بند بوده و امکان بهره برداری از مکانیابی و زمان سنجی (PNT) فضا بنیان را بشکل بازو دسترسی آزاد به اطلاعات مورد نیاز برای ایجاد و ساخت تجهیزات برای بهره برداری از آن را نیز فراهم می نماید لذا شورای ایکائو هر دو پیشنهاد را مورد پذیرش قرارداد، پیام ناوبری از سه بخش اصلی تشکیل می گردد، بخش اول حاوی اطلاعات GPS و زمان بعلاوه وضعیت ماهواره و علامتی برای سلامت آن است. بخش دوم حاوی اطلاعاتی بنام موقعیت دقیق مداری (Ephemeris) می باشد که به گیرنده اجازه می دهد موقعیت ماهواره را محاسبه نماید. بخش سوم Almanac نامیده می شود که موقعیت و کداتفاقی ساختگی ((Pseudo-random noise (PRN) ماهواره ها را به گیرنده داده و اجازه می دهد مشخص شود کدام ماهواره ها در دید قرار دارند. عملکردی مکانیابی استاندارد GPS سطح تعهد کارایی آن را برای کاربران کشوری براساس استاندارد تعیین شده مشخص می نماید. استاندارد عملکردی GPS بصورت محافظه کارانه تدوین شده است. در این استاندارد فقط کارکرد ۲۱ ماهواره عملیاتی تضمین شده است. خدمات ناوبری ماهواره ای بدین ترتیب باید براساس کارایی محافظه کارانه تضمین شده طراحی گردد اما در بیشتر مواقع در دسترس بودن ماهواره ها از سطح طراحی شده بیشتر است. در حال حاضر تعداد ماهواره های در مدار از ۳۰ ماهواره بیشتر است.

الف- ارائه خدمات GPS و سامانه های افزایش دقت بر مبنای روش جاری و در سطح جهانی بدون هزینه مستقیم برای کاربران.

ب- بهبود کارایی GPS و سامانه های افزایش دقت

ج- تلاش برای حصول اطمینان از تعامل سامانه های بین المللی با بخش غیر نظامی GPS و سامانه های افزایش دقت آن، یا حداقل سازگاری با آن ها.

د - دسترسی آزاد و بدون مانع به اطلاعات لازم برای ساخت دستگاه برای کار بران

امریکا خط مشی مکانیابی، ناوبری و سنجش زمان GPS را برای نشان دادن روند تلاش خود برای توسعه سامانه ناوبری ماهواره ای GPS و افزایش دهنده های دقت آن، بصورت زیر تدوین نموده است:

موقعیت استاندارد GPS با استفاده از کد C/A (Coarse acquisition) روی فرکانس ال یک (۱۵۷۵/۴۲ مگاهرتز) طراحی شده است تا به کاربران جهانی موقعیت یابی صحیح ارائه دهد. سرویس موقعیت یابی دقیق GPS که از کد دقیق PPS استفاده می کند روی فرکانس ال ۲ (۱۲۲۷/۶ مگاهرتز) است و قابلیت ارائه موقعیت صحیح تری را دارد ولی رمزگذاری شده و استفاده از آن فقط برای خدمات گیرندگان دارای مجوز (بخش نظامی) میسر می باشد. سامانه

GPS برای ارسال اطلاعات از روش CDMA استفاده می کند یعنی همه ماهواره ها روی یک فرکانس اطلاعات خود را پخش می کنند و اختلاف آنها فقط با ارسال کد PRN مخصوص بخود مشخص می گردد.

بخش فضایی سامانه GPS بصورت اسمی از ۲۴ ماهواره در شش مدار تشکیل گردیده. ماهواره ها در مدار نزدیک به قطب در ارتفاع ۲۰۲۰۰ کیلومتر (۱۰۹۰۰ مایل) با زاویه ۵۵ درجه نسبت به خط استوا حرکت می کنند. هر ماهواره مدار خود را ظرف ۱۱ ساعت و ۵۶ دقیقه کامل می کند. بخش کنترل GPS دارای ۱۷ ایستگاه نظارتی و چهار آنتن زمینی با امکان ارسال اطلاعات به ماهواره ها می باشد. ایستگاه های نظارتی از گیرنده های GPS برای مسیر یابی ماهواره های در دید خود برای گردآوری اطلاعات فاصله یابی استفاده می کنند. ایستگاه کنترل مرکزی اطلاعات گردآوری شده را برای تعیین وضعیت ساعت و مدار ماهواره پردازش نموده و پیام ناوبری هریک از ماهواره ها را بهنگام می نماید. اطلاعات بهنگام شده توسط آنتن های زمینی برای ماهواره ها ارسال می شوند این آنتن ها برای دریافت و ارسال اطلاعات سلامتی و کنترل ماهواره های نیز بکاربرده می شوند.

دردسترس بودن تجهیزات افزایش دقت ناوبری داخل هواپیما (ABAS) و بر مبنای ماهواره (SBAS) بصورت حاضر و آماده، از نظر اقتصادی ناوبری بر مبنای عملکرد (PBN) را برای شرکت های هواپیمایی قابل حصول نموده است. این امر به کشور ها اجازه می دهد با طراحی مسیر و پایانه هایی با حداکثر ظرفیت، نسبت به پشتیبانی از مسیر و ارتفاع مطلوب شرکت های هواپیمایی اقدام نمایند.

به علت محدودیت در ارائه اطلاعات بیشتر در مورد منظومه های گلوناس روسی، گالیلیو اروپا و کامپس چینی در این قسمت به نوشتار خاتمه داده و توجه علاقمندان به اطلاعات بیشتر را به سند ۹۸۴۹ ناوبری ماهواره ای جهانی چاپ ۲۰۱۳ جلب می نماید.