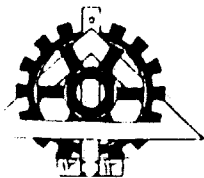
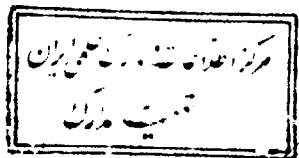


۱۳۷۸ / ۹ / ۲۰



دانشگاه تهران
دانشکده فنی
گروه مهندسی نقشه برداری

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی نقشه برداری - ژئودزی

موضوع:

ارائه یک مدل محلی جهت محاسبه اثر یونوسفر برای استفاده
کنندگان گیرنده های تک فرکانسه GPS

ارائه دهنده:

علی سلطانیپور

استاد راهنما:

دکتر حسین نهایوندچی

۱۴۴۷۴

شهریورماه ۱۳۷۸

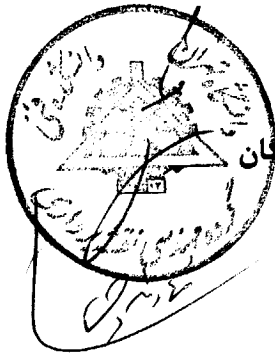
۲۷۴۶۶

ارائه یک مدل محلی جهت محاسبه اثر یونسفر برای استفاده کنندگان گیرنده های تک فرکانسه GPS

توسط
علی سلطانیپور

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته
مهندسی عمران - نقشه برداری
گرایش ژئودزی

از این پایان نامه در تاریخ ۱۳۷۸/۶/۲۷ در حضور هیئت
داوران دفاع بعمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت



مدیر گروه آموزشی: مهندس فرهاد صمدزادگان

استاد راهنما: دکتر حسین نهاوندچی

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر محمود رضا دلاور

هیئت داوران:

مهندس محمد علی شریفی

مهندس محمد رضا ملک

مهندس محمود محمد کریمی

۲۷۴۹۹

چکیده

یونوسفر لایه ای از اتمسفر می باشد که از ارتفاع ۶۰ کیلومتری تا ۱۰۰۰ کیلومتری سطح زمین گسترش یافته است. در این لایه ، گازهای موجود به صورت یونیزه می باشند و انتشار امواج متاثر از چگالی الکترونیهای موجود و فرکانس موج می باشد. اثر یونوسفر روی امواج GPS به صورت تاخیر کد و تقدم فاز ظاهر می شود که مقدار آن وابسته به میزان الکترونیهای موجود در مسیر سیگنال و فرکانس سیگنال است. فعالیتهای خورشیدی و میدان مغناطیسی عمده عواملی هستند که مقدار الکترونها را تحت تاثیر قرار می دهند. خطای فاصله ناشی از این تاخیر بر روی امواج GPS از یک متر تا بیش از ۱۰۰ متر تغییر می کند. استفاده از گیرنده های دو فرکانسه می تواند بخش عمده ای از این خطا را در کارهای دقیق حذف نماید ولی در مواردی که فقط از اطلاعات یک فرکانس استفاده می شود یا گیرنده دو فرکانسه در دسترس نیست، باید این خطا را که در مواقع حداکثر فعالیت خورشیدی به چند ppm نیز می رسد، به طریقی مدله و حذف نماییم. روشهای ارائه شده تاکنون به منظور محاسبه و حذف خطای یونوسفری عبارتند از : استفاده از روشهای تفاضلی در طولهای کوتاه ، مدلسازی تاخیر یونوسفری به روشهای مختلف و استفاده از روش واگرایی که در این پایان نامه مدل چهار پارامتری و روش واگرایی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصله با مقادیر بدست آمده از اطلاعات دوفرکانسه (Ionospheric free) و مدل کلوبوچار مقایسه می شود.

مدلهای مختلفی تاکنون برای محاسبه تاخیر یونوسفری ارائه شده اند ولی به دلیل پیچیده بودن تغییرات در لایه یونوسفری قادر به حذف کامل اثر یونوسفری نمی باشند. به همین دلیل در اینجا از یک مدل چهار پارامتری برای مدلسازی یونوسفر استفاده شده است که از اطلاعات دو فرکانسه موجود در منطقه استفاده می کند. با استفاده از این روش که در آن از مشاهدات فاز (L1-L2) استفاده می شود، اثر یونوسفر روی دو طول باز ۱۵ و ۷۲ کیلومتری به ترتیب به میزان ۱/۶۸ و ۱/۰۷ ppm کاهش یافت. در ادامه پایان نامه روش واگرایی به عنوان یک روش مناسب که تنها از مشاهدات یک فرکانس استفاده می کند ، مورد استفاده قرار گرفت. با اعمال این روش که از مشاهدات فاز L1-کد C/A استفاده می کند، اثر یونوسفر روی طول باز ۷۲ کیلومتری به میزان ۰/۸۵ ppm کاهش یافت ولی در مورد طول باز ۱۵ کیلومتری به دلیل نویز زیاد مشاهدات ، بهبود دقت مشاهده نگردید.

تشکر و قدردانی

سیاس بیکران خدای سبحان را که یاری نمود تا بتوانم دوره تحصیلی کارشناسی ارشد خود را با ارائه این پایان نامه به اتمام برسانم. قبل از هر چیز بر خود لازم میدانم که از راهنمایی های ارزنده استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر نهاوندچی که نقش اصلی را در هدایت این پایان نامه داشته اند تقدیر و تشکر نمایم.

از آقای مهندس نیلفروشان که در مراحل اولیه پایان نامه با کمکهای علمی خود اینجانب را در انتخاب راهکارهای مناسب یاری نمودند و همچنین از آقای مهندس نانکلی به خاطر کمکهای علمی شان در طول انجام پایان نامه صمیمانه سپاسگزارم.

از مسئولین محترم سازمان نقشه برداری کشور خصوصاً از مدیریت محترم نقشه برداری زمینی جناب آقای مهندس توکلی که در طول انجام این پایان نامه یاری دهنده و کمک رسان بوده اند و امکانات لازم جهت استفاده از مشاهدات مورد نیاز و انجام محاسبات را فراهم نمودند، تشکر می کنم. همچنین از تمامی همکاران در مدیریت نقشه برداری زمینی که به نوعی در مراحل مختلف تکوین این پایان نامه مرا یاری نمودند، تشکر می نمایم.

از ریاست محترم دانشگاه تهران، ریاست محترم دانشکده فنی، و مدیریت های محترم وقت گروه مهندسی نقشه برداری جناب آقایان دکتر عزیززی، دکتر سراجیان و مهندس صمدزادگان بخاطر زحمات فراوانی که در طول دوره تحصیل متقبل شده اند و از سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه نقشه برداری جناب آقای دکتر دلاور قدردانی می شود.

در پایان از پدر، مادر و خانواده ارجمندم بخاطر حمایت ها و مساعدتهایشان که جهت تحصیل در این دوره و مقاطع قبلی داشته اند و به نحوی تحت تاثیر اوقات صرف شده در طول این دوره و بویژه انجام این پایان نامه قرار گرفته اند، فراوان سپاسگزارم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	i
تشکر و قدردانی	ii
فهرست مطالب	iii
فهرست اشکال	v
فهرست جداول	vii
۱- مقدمه	۱
۲- سیستم تعیین موقعیت GPS	۵
۱-۲- توصیف سیستم	۵
۲-۲- سیگنال های GPS	۷
۳-۲- محدودیت دقت در سیستم GPS	۸
۴-۲- مشاهدات GPS	۹
۵-۲- منابع اصلی خطا در GPS	۱۲
۶-۲- خطاهای موجود در سیستم تعیین موقعیت GPS	۱۳
۱-۶-۲- خطای موقعیت ماهواره	۱۳
۲-۶-۲- خطای ساعت	۱۴
۳-۶-۲- تاخیر یونوسفری	۱۵
۴-۶-۲- تاخیر تروپوسفری	۱۶
۵-۶-۲- اثر چند مسیری (Multipath)	۱۷
۶-۶-۲- خطای گیرنده (نویز)	۱۷
۳- یونوسفر و تاثیر آن بر مشاهدات GPS	۱۹
۱-۳- یونوسفر	۱۹
۲-۳- تاثیر یونوسفر بر روی امواج GPS	۲۳
۱-۲-۳- سرعت فاز و سرعت گروه	۲۳
۴: روشهای مقابله با خطای یونوسفری	۳۰
۱-۴- اندازه گیری مستقیم TEC	۳۱
۲-۴- مدل صفحه ای	۳۱
۳-۴- مدل نقطه یونوسفری	۳۲

۳۴	..... مدل Klobuchar (مدل انتشاری GPS)
۳۶	..... ۴-۵- تصحیح خطای یونوسفر با استفاده از دو فرکانس
۳۹	..... ۴-۶- روش واگرایی Divergence
۴۳	..... ۵- محاسبات مربوط به مدل‌سازی تاخیر یونوسفری
۴۴	..... ۵-۱- اثر یونوسفر در تعیین موقعیت نسبی به کمک GPS
۶۲	..... ۵-۲- مدل‌سازی تاخیر یونوسفری
۶۶	..... ۵-۳- تصحیح مشاهدات تک فرکانسه
۶۷	..... ۵-۴- محاسبات و نتایج
۶۷	..... ۵-۴-۱- اعمال مدل چهار پارامتری
۷۲	..... ۵-۴-۲- اعمال روش واگرایی
۷۷	..... ۶- نتیجه گیری
۷۹	..... مراجع

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲- آرایش فضائی ماهواره های GPS ۶
- شکل ۲-۲- تولید سیگنال در ماهواره های GPS ۷
- شکل ۱-۳- منحنی یونیزاسیون Chapman ۱۹
- شکل ۲-۳- نمودار چگالی الکترون بر حسب ارتفاع از سطح زمین در هنگام شب و روز ۲۰
- شکل ۳-۳- لایه های یونوسفری به همراه ارتفاع از سطح زمین ۲۰
- شکل ۴-۳- منحنی چگالی الکترون بر حسب ارتفاع (CASE1 مربوط به حالت نرمال $TEC = 1.38 \times 10^{18} m^{-2}$ و CASE2 مربوط به زمان حداکثر تشعشعات خورشیدی $TEC = 4.55 \times 10^{18} m^{-2}$ می باشد) ۲۱
- شکل ۵-۳- منحنی ضریب انکسار N نسبت به ارتفاع برای امواج مایکروویو. (تروپوسفر Nt ، یونوسفر Ni) ۲۲
- شکل ۶-۳- نمودار متوسط مقدار فعالیت خورشیدی ۲۳
- شکل ۷-۳- هندسه تاخیر یونوسفری ۲۸
- شکل ۸-۳- مدل جهانی تاخیر یونوسفری در حالت ماکزیمم فعالیت خورشیدی (اعداد در واحد متر می باشند) ۲۹
- شکل ۱-۴- هندسه نقطه یونوسفری ۳۳
- شکل ۱-۵- موقعیت نسبی نقاط جاسک ، ۱۶۳۷ و ۱۵۳۲ نسبت به یکدیگر ۴۴
- شکل ۲-۵- الف- مشاهدات فاز حامل L1 مربوط به ماهواره های ۲۷، ۱۹، ۱۳، ۲ از ایستگاه جاسک ۴۵
- شکل ۲-۵- ب- مشاهدات فاز حامل L2 مربوط به ماهواره های ۲۷، ۱۹، ۱۳، ۲ از ایستگاه جاسک ۴۶
- شکل ۲-۵- ج- مشاهدات شبه فاصله کد C/A مربوط به ماهواره های ۲۷، ۱۹، ۱۳، ۲ از ایستگاه جاسک ۴۷
- شکل ۳-۵- الف- تاخیر نسبی یونوسفر روی مشاهده فاز L1 ماهواره ۲ از ایستگاه جاسک به همراه ارتفاع و آزمون ماهواره ۵۱
- شکل ۳-۵- ب- تاخیر نسبی یونوسفر روی مشاهده فاز L1 ماهواره ۱۹ از ایستگاه جاسک به همراه ارتفاع و آزمون ماهواره ۵۲
- شکل ۳-۵- ج- تاخیر نسبی یونوسفر روی مشاهده فاز L1 ماهواره ۲۷ از ایستگاه جاسک به همراه ارتفاع و آزمون ماهواره ۵۳
- شکل ۴-۵- الف- تاخیر نسبی یونوسفر در حالت تفاضلی ساده برای ماهواره های ۲، ۱۹ و ۲۷ مربوط به طول باز ایستگاه جاسک به ایستگاه ۱۶۳۷ (متر) ۵۴
- شکل ۴-۵- ب- تاخیر نسبی یونوسفر در حالت تفاضلی ساده برای ماهواره های ۲، ۱۹ و ۲۷ مربوط به طول باز ایستگاه ۱۶۳۷ به ایستگاه ۱۵۳۲ (متر) ۵۵
- شکل ۵-۵- الف- تاخیر نسبی یونوسفر در حالت تفاضلی دوگانه روی مشاهدات ماهواره های ۲، ۱۹ و ۲۷ مربوط به طول باز جاسک به ۱۶۳۷ (متر) . ماهواره ۱۳ به عنوان ماهواره مرجع در نظر گرفته شده است ۵۶
- شکل ۵-۵- ب- تاخیر نسبی یونوسفر در حالت تفاضلی دوگانه روی مشاهدات ماهواره های ۲، ۱۹ و ۲۷ مربوط به طول باز ۱۶۳۷ به ۱۵۳۲ (متر) . ماهواره ۱۸ به عنوان ماهواره مرجع در نظر گرفته شده است ۵۷

- شکل ۵-۶-الف- باقیمانده مشاهدات تفاضلی دوگانه فاز حامل مربوط به محاسبه طول باز جاسک به ۱۶۳۷ برای ماهواره های ۱۲ و ۱۹ و ۲۷. ماهواره ۱۳ ماهواره مرجع می باشد..... ۵۸
- شکل ۵-۶-ب- باقیمانده مشاهدات تفاضلی دوگانه فاز حامل مربوط به محاسبه طول باز ۱۶۳۷ به ۱۵۳۲ برای ماهواره های ۱۲ و ۱۹ و ۲۷. ماهواره ۱۸ ماهواره مرجع می باشد..... ۵۹
- شکل ۵-۷-الف- خطای نسبی ناشی از تاخیر یونوسفری بر روی مختصات بدست آمده از پردازش طولهای باز مختلف در مقایسه با نتایج حاصله از پردازش دو فرکانسه برحسب ppm ۶۱
- شکل ۵-۷-ب- خطای نسبی ناشی از تاخیر یونوسفری بر روی طولهای باز مختلف در مقایسه با نتایج حاصله از پردازش دو فرکانسه برحسب ppm ۶۲
- شکل ۵-۸- تاخیر نسبی ناشی از یک لایه یونوسفری همگن..... ۶۳
- شکل ۵-۹- تاخیر نسبی یونوسفری بر حسب ارتفاع ماهواره ۶۴
- شکل ۵-۱۰- تاخیر قائم یونوسفری به دست آمده از اطلاعات دو فرکانسه ایستگاه جاسک ۱۷ دسامبر ۱۹۹۸ ساعت ۱۳:۳۰ به وقت محلی ۶۸
- شکل ۵-۱۱- تاخیر یونوسفری روی مشاهدات ماهواره های ۱۸، ۱۳، ۲ و ۲۷ مشاهده شده از ایستگاه ۱۶۳۷ به همراه مقادیر محاسبه شده از مدل چهار پارامتری و مدل Klobuchar ۷۰
- شکل ۵-۱۲- اختلاف مدل چهار پارامتری از مقدار تاخیر به دست آمده از مشاهدات دو فرکانسه برای مشاهدات ایستگاه ۱۶۳۷..... ۷۱
- شکل ۵-۱۳-الف- تاخیر نسبی یونوسفر روی مشاهدات موج L1 ایستگاه جاسک به دست آمده از روش واگرایی... ۷۴
- شکل ۵-۱۳-ب- تاخیر نسبی یونوسفر روی مشاهدات موج L1 ایستگاه ۱۵۲۲ به دست آمده از روش واگرایی..... ۷۵
- شکل ۵-۱۴-الف- اختلاف مدل واگرایی از مقدار تاخیر به دست آمده از اطلاعات دو فرکانسه برای ایستگاه جاسک ۷۶ ۷۶
- شکل ۵-۱۴-ب- اختلاف مدل واگرایی از مقدار تاخیر به دست آمده از اطلاعات دو فرکانسه برای ایستگاه ۱۶۳۷..... ۷۶
- شکل ۵-۱۴-ج- اختلاف مدل واگرایی از مقدار تاخیر به دست آمده از اطلاعات دو فرکانسه برای ایستگاه ۱۵۳۲... ۷۶

فهرست جداول

جدول ۱-۲- خطاهای اصلی در GPS و تاثیر آنها	۱۳
جدول ۲-۲- دقت نسبی و خطای مدار ماهواره	۱۴
جدول ۳-۲- تاخیر تروپوسفری روی مشاهدات GPS	۱۶
جدول ۴-۲- خطای نویز گیرنده بر روی مشاهدات GPS	۱۷
جدول ۱-۳- اثر خطای طولی یونوسفر به تفکیک جملات رابطه (۱-۳) در واحد متر	۲۵
جدول ۱-۵- الف- نتایج حاصل از اعمال مدل چهار پارامتری در حل طولهای باز	۷۱
جدول ۱-۵- ب- نتایج حاصل از اعمال مدل چهار پارامتری در حل طولهای باز	۷۱
جدول ۲-۵- الف- نتایج حاصل از اعمال مدل واگرایی در پردازش طول باز ایستگاه جاسک به ایستگاه ۱۶۳۷	۷۳
جدول ۲-۵- ب- نتایج حاصل از اعمال مدل واگرایی در پردازش طول باز ایستگاه ۱۶۳۷ به ایستگاه ۱۵۳۲	۷۳

فصل ۱ - مقدمه

سیستم تعیین موقعیت Navstar GPS (Navigation System with Time and Ranging System) یک سیستم تعیین موقعیت ماهواره ای با استفاده از امواج رادیویی می باشد که به کمک آن می توان به موقعیت سه بعدی دقیق به همراه مولفه زمانی دست یافت. این سیستم در تمام مدت شبانه روز و در هر نقطه از کره زمین و تحت هر شرایط جوی قابل استفاده است [Seeber 1993].

سیستم GPS در ابتدا به منظورهای نظامی آمریکا ایجاد گردید ولی به واسطه پتانسیل دقت بالای سیستم و توسعه تکنولوژی گیرنده ها، کاربردهای غیرنظامی آن مورد توجه قرار گرفت. امروزه استفاده از GPS در علوم نقشه برداری تنها بخش کوچکی از طیف گسترده کاربردهای GPS را شامل می شود. کاربردهای سیستم GPS در علوم نقشه برداری در سه دسته خلاصه می شوند: ۱- Static GPS Surveying: در این روش گیرنده ها به مدت چندساعت تا چند روز روی ایستگاهها مستقر می شوند. هدف اصلی در این روش رسیدن به دقت های بسیار بالا می باشد. کاربرد اصلی آن در ایجاد شبکه های محلی، منطقه ای و یا حتی جهانی می باشد. دقت نسبی در این روش به $0.1 / 1000000$ ppm می رسد [Qiu, 1993].

۲- Rapid Static Surveying: این روش مشابه روش Static می باشد با این تفاوت که زمان استقرار گیرنده ها به چند دقیقه کاهش می یابد. اطلاعات کد و فاز به کمک برنامه های آماری رفع ابهام پردازش می شوند. استفاده در کاداستر و سیستم های اطلاعات جغرافیایی GIS دو کاربرد اصلی این روش می باشند. ۳- Kinematic Surveying: این روش به منظور تعیین موقعیت و سرعت لحظه ای در ناوبری زمینی، هوایی و دریائی استفاده می شود و نیازمند حل سریع ابهام در فاز در آغاز مشاهدات و بعد از رفع Cycle Slips احتمالی می باشد.

خطاهای متعددی اعم از سیستماتیک و تصادفی در سیستم GPS وجود دارند. خطاهای اصلی در GPS، نویز گیرنده، خطای ساعت ماهواره و گیرنده، خطای مدار ماهواره، خطای مرکز فاز آنتن و خطاهای اتمسفری (شامل اثر یونوسفر و اثر تروپوسفر) و خطای Multipath می باشند.

خطای نویز گیرنده به ساختار الکترونیکی گیرنده بستگی دارد و در گیرنده های جدید سعی شده است که این خطا برای مشاهدات فاز به زیر یک میلی متر و برای مشاهدات کد به مقدار دسی-متر کاهش یابد. خطای ساعت و خطای مدار ماهواره با تشکیل مشاهدات تفاضلی دوگانه و استفاده از اطلاعات دقیق مدار ماهواره (Precise Ephemeris) قابل حذف است. مدل های مختلفی به منظور تعیین تاخیر تروپوسفری ارائه شده اند. مولفه خشک در این مدل ها با دقت ۱٪ ± تصحیح می شود در حالی که مولفه تر به کمک اطلاعات آب و هوایی محیط با دقت ۳-۴ سانتیمتر تعیین می شود [Wells et al., 1987]. در صورتی که ایستگاههای مورد اندازه گیری نزدیک به هم باشند، خطای تروپوسفری در حالت تفاضلی حذف می شود ولی برای طول های بلند اندازه گیری مستقیم شرایط جوی لازم است.

اگرچه اندازه گیری های مختلفی به منظور کاهش خطای Multipath در روش های Kinematic و Rapid Static پیشنهاد می شود ولی این خطا در برخی موارد کماکان اجتناب ناپذیر است. در طول بازهای کوتاه این خطا موجب می شود که زمان مورد نیاز برای حل ابهام در فاز افزایش یابد.

تأخیر یونوسفری یکی از عمده ترین خطاها در سیستم GPS می باشد زیرا مقدار این خطا برای ماهواره های زنبیتی در زمان حداکثر فعالیت خورشیدی به ۵۰ متر می رسد. این خطا برای ماهواره هایی که در نزدیکی افق قرار دارند به ۳ برابر افزایش می یابد [Wells et al., 1987]. خطای یونوسفر با استفاده از گیرنده های دو فرکانسه تقریباً به طو رکامل مدله و حذف می شود. ولی بسیاری از گیرنده های مورد استفاده کاربران، گیرنده های تک فرکانسه ارزان قیمت می باشند که نمی توانند خطای یونوسفری

را حذف کنند. به همین دلیل روش های متعددی برای حذف و یا کاهش اثر یونوسفری به منظور استفاده در کاربردهای تعیین موقعیت دقیق پیشنهاد شده اند.

به دلیل ویژگی های متغیر و نامنظم یونوسفر کوشش های متعددی به منظور به دست آوردن مدل های مناسب که تعیین کننده اثر یونوسفری در سطح دقت قابل قبولی باشد صورت گرفته است. مدل یونوسفر رفرانس بین المللی (International Reference Ionosphere) IRI با دقتی در حدود ۳۰٪ قادر به پیش بینی مقدار TEC (Total Electron Contents) که مهمترین پارامتر در محاسبه اثر یونوسفر است می باشد.

مدلی که هم اینک توسط سیستم GPS در اختیار استفاده کنندگان تک فرکانسه قرار می گیرد مدل Klobuchar نام دارد که تقریباً ۵۰٪ از خطای یونوسفر را حذف می کند. در سال ۱۹۸۸ Geogiadou و Kleusberg از یک مدل تاخیر یونوسفری به دست آمده از اطلاعات یک گیرنده دوفرکانسه در منطقه مورد نظر به منظور حذف اثر تاخیر یونوسفری استفاده کردند. Xia و Cohen در سال ۱۹۹۲ روشی به منظور برآورد تاخیر یونوسفری با استفاده از اطلاعات کد و فاز ارائه کردند. در سال ۱۹۹۳ نیز Dim روش دیگری با استفاده از خاصیت واگرایی کد و فاز ارائه داده است. موفقیت این روش در حذف خطای یونوسفر ۹۰٪ اعلام شده است [Qiu 1993].

این پایان نامه، خطاهای اصلی در سیستم تعیین موقعیت GPS را به طور خلاصه مورد بحث قرار می دهد و سپس به خطای یونوسفری روی مشاهدات GPS و روشهای مقابله و کاهش اثر آن در تعیین موقعیت نسبی می پردازد. در ادامه، یک مدل یونوسفری با استفاده از اطلاعات گیرنده های دو فرکانسه (مدل چهار پارامتری) به همراه نتایج حاصل از اعمال آن بر روی دو طول باز کوتاه و بلند ارائه می شود. در انتها، از روش واگرایی به منظور کاهش اثر یونوسفر استفاده شده و نتایج با نتایج مدل چهار پارامتری و اطلاعات دوفرکانسه مقایسه می شود.

پایان نامه شامل ۶ فصل بشرح زیر می باشد :

فصل ۱- مقدمه ،

فصل ۲- شامل معرفی سیستم GPS، بخش های مختلف آن ، امواج مورد استفاده در GPS ، مشاهدات مختلف مورد استفاده در GPS ، منابع خطا در GPS و سهم هر کدام آنها می باشد.

فصل ۳ با معرفی یونوسفر و تغییرات مکانی و زمانی آن، خطای ناشی از تاخیر یونوسفری بر روی مشاهدات GPS ، اثرات فعالیتهای خورشیدی و میدان های مغناطیسی در یونیزاسیون در لایه یونوسفر را مورد بحث قرار می دهد.

فصل ۴ - مدل های مختلف کاربردی به منظور حذف یا کاهش خطای یونوسفری را مورد بررسی قرار می دهد.

فصل ۵- خطای یونوسفری در تعیین موقعیت نسبی را بررسی کرده و سپس جزییات مدل پیشنهادی به منظور حذف خطای یونوسفری روی مشاهدات تک فرکانسه را به همراه نتایج حاصل از اعمال مدل پیشنهادی و روش واگرایی بر روی دو طول باز کوتاه و بلند را ارائه کرده و نتایج حاصل را با نتایج به دست آمده از اطلاعات دوفرکانسه مقایسه می کند.

فصل ۶- نتیجه گیری های حاصل از این پروژه به همراه پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی را شامل می گردد.

فصل ۲ - سیستم تعیین موقعیت GPS

در این فصل، سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS معرفی می شود. به واسطه وجود مراجع متعدد در این زمینه مانند [Wells, 1987; Leick, 1990]، در اینجا به طور خلاصه اصول سیستم ارائه شده و بخش هایی مانند مشاهدات GPS و منابع خطاها با جزییات بیشتری مورد بحث قرار می گیرند.

۲-۱- توصیف سیستم

سیستم Navstar GPS یک سیستم تعیین موقعیت جهانی ماهواره ای می باشد که توسط وزارت دفاع آمریکا (Department of Defense) و در ابتدا به منظورهای نظامی ایجاد گردید. این سیستم کاربران را قادر می سازد تا بتوانند در هر نقطه از کره زمین و در هر زمان و تحت هرگونه شرایط جوی، موقعیت سه بعدی دقیق خود را همراه سرعت و زمان در یک سیستم مرجع مشترک (WGS 84) تعیین کنند [DMA Report, 1996]. با راه اندازی این سیستم و مشخص شدن کارایی آن در کاربردهای غیرنظامی، استفاده از این سیستم به منظورهای غیرنظامی مورد بررسی قرار گرفت و با دقت مطلق پایین تر ممکن گردید.

سیستم GPS به طور کلی دارای سه بخش می باشد: ۱- بخش فضایی ۲- بخش کنترل و

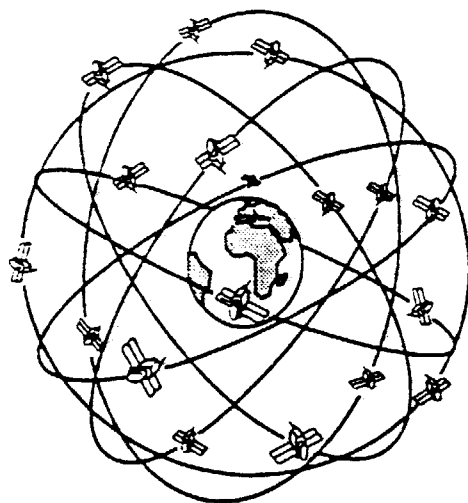
۳- بخش کاربران.

بخش فضایی سیستم GPS شامل ماهواره هائی است که در مدارهای خود حول زمین گردش

می کنند. این ماهواره ها در ۶ مدار مایل بازایه میل ۵۵ درجه قرار دارند به طوری که در هر مدار ۴

ماهواره قرار می گیرد. ماهواره ها در مدارهای تقریباً دایره ای در ارتفاع حدود ۲۰۰۰۰ کیلومتری از

سطح زمین با پرپود تقریبی ۱۲ ساعت نجومی حول زمین گردش می کنند. انواع ماهواره های GPS به پنج کلاس شامل بلوکهای I ، II ، IIA ، IIR و IIF تقسیم می شوند. سه بلوک اول در مدار زمین قرار گرفته اند و بلوکهای آتی در آینده در مدار قرار خواهند گرفت. برخی از ماهواره های GPS مجهز به رفلکتورهایی به منظور استفاده برای سیستم SLR نیز می باشند. آرایش فضائی ماهواره ها در شکل (۱-۲) نشان داده شده است.



شکل ۱-۲- آرایش فضائی ماهواره های GPS

بخش کنترل سیستم GPS، کنترل ماهواره ها را در مدارهای خود به طور پیوسته به عهده دارد. پیش بینی مختصات مداری ماهواره، ساعت ماهواره و بهنگام سازی پیامهای ناوبری ماهواره به طور متناوب از وظایف این بخش می باشد. این بخش از پنج ایستگاه کنترل زمینی تشکیل شده است. ایستگاه کنترل اصلی Master (MCS) در Colorado Spring آمریکا و ایستگاههای دیگر در Kwajalein ، Ascension ، Diego Garcia و Hawaii قرار دارند. اطلاعات شبه فاصله از تمامی ایستگاهها به ایستگاه Master منتقل می شوند و سپس در این ایستگاه، مدار ماهواره و تصحیح ساعت ماهواره به همراه پیامهای ناوبری تهیه شده و به ماهواره ها مخابره می شوند.