



جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان نقشه برداری کشور

دستورالعمل پردازش داده های GNSS با

استفاده از نرم افزار GAMIT/GLOBK

(نسخه ۱۰,۷)

استاندارد/دستورالعمل شماره

آخرین ویرایش: ۱۴۰۲-۰۴-۰۱

<http://www.ncc.gov.ir>

سازمان نقشه برداری کشور

گروه استانداردسازی

اداره کل نظارت، کنترل فنی و

استاندارد

پیشگفتار

کشور ایران در بخشی از جهان با خطر لرزه‌ای بالا واقع شده است. پوسته زمین در این منطقه به علت قرار گرفتن بین صفحه اوراسیا در شمال و صفحه عربستان در جنوب، دچار دگرگونی و تغییر شکل بوده، که نرخ متوسط کوتاه‌شدگی آن در حدود 2 ± 24 میلی‌متر در سال برآورد می‌گردد. حرکات پوسته زمین در این منطقه، موجب رخ دادن زمین‌لرزه‌های ویرانگر بسیاری در گذشته شده و با توجه به تداوم این حرکات انتظار وقوع چنین حوادثی در آینده نیز بسیار محتمل است. زلزله‌خیز بودن این سرزمین پهناور و خسارات جانی و مالی ناشی از آن، متخصصین و مسئولین امر را بر آن داشت تا با ایجاد شبکه‌های ژئودینامیکی، مطالعات جامعی را جهت درک و شناخت بهتر از حرکات پوسته زمین و تغییر شکل‌های تکتونیکی در ایران انجام دهند.

مطالعات ژئودینامیک در ایران از سال ۱۳۷۷، به منظور پایش تغییرات پوسته زمین و حرکات تکتونیکی مربوط به آن در اداره کل ژئودزی و نقشه‌برداری زمینی آغاز گردید و از همان زمان فعالیتها و تحقیقات ویژه‌ای در این راستا آغاز شد. این مطالعات عمدتاً با همکاری مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی کشور، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه‌های فرانسوی نظیر مونت پلیه، ژوزف فوریه و استراسبورگ انجام گرفته‌اند. در همین راستا و پس از مطالعات اولیه، شبکه ایستگاه‌های دائمی ژئودینامیک و GNSS در سال ۱۳۸۳ توسط سازمان نقشه‌برداری کشور ایجاد گردید و فاز اول آن، شامل ۱۰۶ ایستگاه در اوایل دی ماه ۱۳۸۵ به بهره‌برداری رسید و گزارش مربوط به پردازش اولیه ارائه و مختصات نقاط شبکه در چارچوب مرجع مختصاتی ITRF2000 و سیستم مختصات WGS84 با اعمال پارامترهای ترانسفورماسیون محاسبه گردید. سپس با افزایش تعداد ایستگاه‌های شبکه و جمع‌آوری طولانی مدت داده‌ها، پردازش مجدد در سال ۱۳۸۹ انجام و مختصات ۱۱۲ ایستگاه شبکه در چارچوب مرجع مختصاتی ITRF2005 و سیستم مختصات WGS84 با اعمال پارامترهای ترانسفورماسیون ارائه گردید. پس از آن در سال ۱۳۹۲ با خرید گیرنده‌های جدید، فاز دوم شبکه ایستگاه‌های دائم تا ۱۲۷ ایستگاه تکمیل گردید و آخرین گزارش نتایج حاصل از پردازش داده‌های این شبکه در چارچوب مختصاتی ITRF2014 در تابستان ۱۳۹۸ منتشر شد. سپس، به منظور گسترش شبکه ژئودینامیک و همچنین با هدف راه اندازی شبکه DGNS، تعدادی ایستگاه با کاربرد دو منظوره به شبکه اضافه شد که با احتساب آنها و حذف و جابجایی‌های مورد نیاز در شبکه، تعداد ایستگاه‌های شبکه در حال حاضر به ۱۵۴ ایستگاه رسید. علیرغم گسترش قابل توجه ایستگاه‌های شبکه ژئودینامیک تا پایان سال ۲۰۱۹، و استفاده از آنها در بررسی آنالیز تغییر شکل پوسته ایران، اما با توجه به پهناور بودن گستره کشور ایران، بدیهی است که این طرح نیازمند توجه، تکمیل و توسعه بیشتر می‌باشد.

اگر چه هدف اولیه از راه اندازی این شبکه، مطالعات ژئودینامیکی بوده است، لیکن از داده‌های مربوط به آن می‌توان بعنوان نقاط چارچوب مرجع ملی تعیین موقعیت دقیق در کشور، و به جهت انجام بسیاری از پروژه‌های نقشه‌برداری،

عمرانی، اکتشافی، استخراج نفت، ارسال تصحیحات تعیین موقعیت آنی، مطالعات جوی، هواشناسی و غیره نیز استفاده نمود.

تمامی این داده ها با کمک نرم افزار GAMIT/GLOBK و تحت سیستم عامل اینوکس پردازش و آماده می گردد.

تیر ۱۴۰۲

تهیه و کنترل «.....» استاندارد/دستورالعمل شماره

اعضای گروه تهیه کننده:

نام و نام خانوادگی اکرم السادات	نام محل کار سازمان نقشه	نام مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد
علیچانزاده	برداری	ژئوفیزیک-زلزله شناسی
نام و نام خانوادگی حمیدرضا نانکلی	نام محل کار سازمان نقشه	نام مدرک تحصیلی دکتری ژئودزی
	برداری	

اعضای گروه نظارت :

نام و نام خانوادگی	نام محل کار	نام مدرک تحصیلی
--------------------	-------------	-----------------

اعضای گروه تأیید کننده :

نام و نام خانوادگی	نام محل کار	نام مدرک تحصیلی
نام و نام خانوادگی	نام محل کار	نام مدرک تحصیلی

اعضای گروه هدایت و راهبری:

نام و نام خانوادگی	نام محل کار	نام مدرک تحصیلی
--------------------	-------------	-----------------

فهرست مطالب

عنوان

مقدمه	۱
فصل اول- کلیات	۱
فصل دوم- نرم افزار GAMIT/GLOBK	۶
فصل سوم- اندازه گیری و آنالیز داده های GNSS	۹
۱-۳- تعیین موقعیت با روشهای مشاهدات فاز و شبه فاصله	Error! Bookmark not defined.
۲-۳- مدل کردن حرکت ماهواره ها و ایستگاهها	Error! Bookmark not defined.
۳-۳- برآورد پارامترها	Error! Bookmark not defined.
فصل چهارم- پردازش اتوماتیک داده ها با استفاده از GAMIT و GLBOK	Error! Bookmark not defined.
۱-۴- تنظیمات	Error! Bookmark not defined.
۲-۴- خلاصه ای از جریان برنامه	Error! Bookmark not defined.
۳-۴- آماده سازی فایل های کنترلی پردازش	Error! Bookmark not defined.
۴-۴- کاربرد sh_gamit و sh_glbred	Error! Bookmark not defined.
فصل پنجم- ارزیابی نتایج حاصل از پردازش روزانه	Error! Bookmark not defined.
فصل ششم- تولید سری های زمانی و میدان های سرعت	Error! Bookmark not defined.
۱-۶- ترکیب h-file ها	Error! Bookmark not defined.
۲-۶- ویرایش داده ها	Error! Bookmark not defined.
۳-۶- وزن دار کردن داده ها به منظور بدست آوردن عدم اطمینان بهتر	Error! Bookmark not defined.
۴-۶- تعیین چارچوب مبنا	Error! Bookmark not defined.
۵-۶- پردازش های تولید سری های زمانی و سرعت	Error! Bookmark not defined.
فصل هفتم- پردازش شبکه GNSS سراسری ایران (IPGN)	Error! Bookmark not defined.
۱-۷- جمع آوری داده ها	Error! Bookmark not defined.
۲-۷- پردازش داده ها	Error! Bookmark not defined.
۳-۷- بررسی نتایج	Error! Bookmark not defined.
۴-۷- ترکیب با شبکه جهانی IGS و تولید سری زمانی و مختصات	Error! Bookmark not defined.

Error! Bookmark not defined......تولید مختصات نهایی و میدان سرعت

Error! Bookmark not defined......آرشیو شبکه GNSS دائمی ایران

Error! Bookmark not defined......آرشیو داده های شبکه IPGN

Error! Bookmark not defined......فرمت نامگذاری فایل های مشاهداتی ایستگاههای دائمی GNSS

Error! Bookmark not defined......ذخیره سازی داده های ایستگاه های GNSS دائم

Error! Bookmark not defined......آرشیو نتایج حاصل از پردازش شبکه IPGN ایران

Error! Bookmark not defined......ارائه نتایج

.....پیوست

Error! Bookmark not defined......منابع و مآخذ

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ وضعیت فعلی پراکندگی ایستگاههای شبکه GNSS دائم ایران **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱-۲ پراکندگی جهانی ایستگاههای شبکه IGS **Error! Bookmark not defined.**

فصل اول

کلیات

در شبکه ایستگاههای دائمی ژئودینامیک و GNSS ایران، گیرنده‌ها به صورت ۲۴ ساعته و با نرخ ۳۰ ثانیه به ردیابی و ثبت سیگنالهای دریافتی از ماهواره‌های GNSS می‌پردازند. داده‌های جمع‌آوری شده در هر ایستگاه که شامل فایل‌های مشاهداتی^۱، ناوبری^۲، داده‌های هواشناسی^۳ و تیلت متر می‌باشد، که به صورت روزانه در مراکز اصلی پردازش دریافت می‌شوند. در این مراکز داده‌های دریافت شده، پس از کنترل کیفیت و تبدیل فرمت^۴ آماده ورود به نرم افزارهای پردازش داده‌های GNSS می‌شوند.

از آنجا که در پردازش داده‌ها با نرم افزارهای تجاری علاوه بر اینکه پردازشگر امکان دخالت زیاد در تعیین استراتژی پردازش داده‌ها را ندارد، ناچار است از بسیاری تصحیحات کوچک نیز صرف نظر کند. به همین دلیل معمولاً نرم افزارهای تجاری برای پردازش خط مبنای بلند (بیش از چند صد کیلومتر) توصیه نمی‌شوند. در عوض نرم افزارهای علمی پردازش داده‌های GNSS نظیر Bernese و GAMIT-GLOBK علیرغم پیچیدگی‌های کار با آنها، به پردازشگر امکان دخالت در هر مرحله از پردازش را می‌دهد و ورود و اعمال انواع تصحیحات کوچک و بروز و مدلسازی نیز در آنها فراهم است. اهم این تصحیحات که بیان مدل‌های ریاضی آنها خارج از حوصله این دستورالعمل است ولی باید در پردازش‌های دقیق مد نظر قرار گیرند عبارتند از:

- تأخیرهای اتمسفری (Atmospheric Delays)
- جدایی مرکز فاز آنتن ماهواره و گیرنده (Satellite & Receiver Antenna Phase Center Offsets)
- تغییرات مرکز فاز آنتن ماهواره و گیرنده (Phase Center Variations)
- جزر و مد زمین صلب (Solid Earth Tide)
- بار ناشی از جزر و مد اقیانوسها (Ocean Tide Loading)
- پارامترهای دوران زمین (Earth Rotation Parameters)
- فشار تشعشعات خورشیدی (Solar Radiation Pressure)

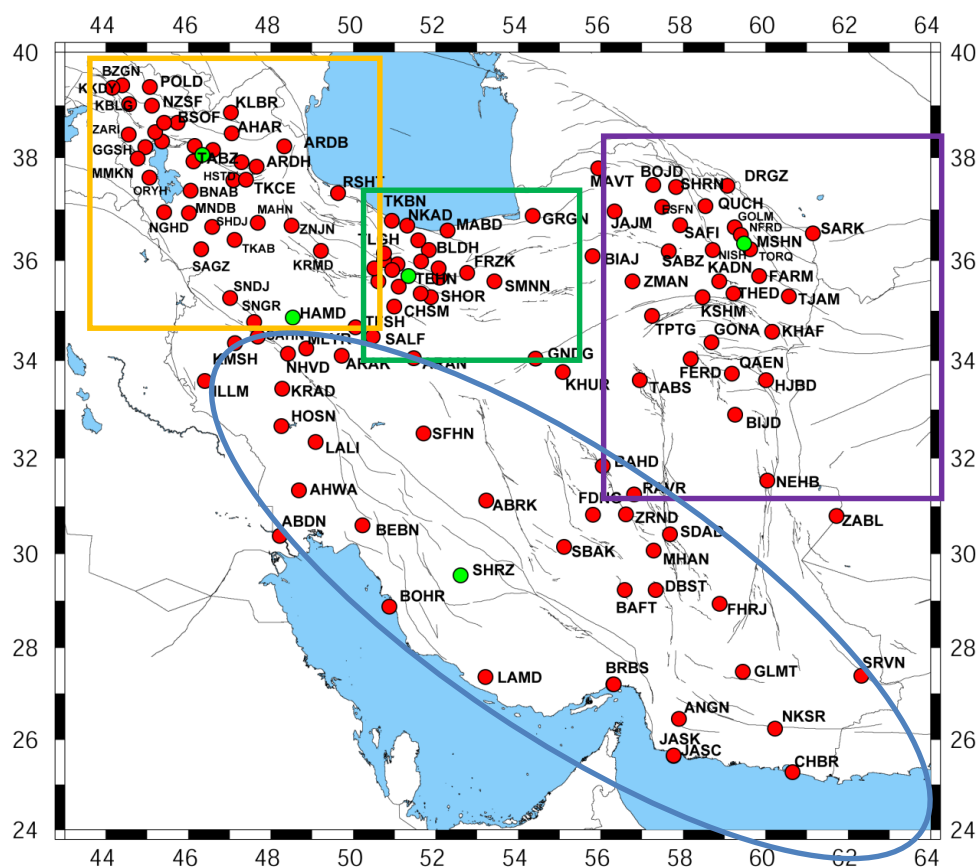
یکی از وجوه برتری نرم افزارهای علمی پردازش داده‌های GNSS به نرم افزارهای تجاری امکان سرشکنی، برآورد و ارائه مختصات دقیق ماهواره‌ها، پارامترهای دوران زمین، پارامترهای تأخیر تروپوسفری در زمان مشخص برای هر ایستگاه و ... می‌باشد.

پردازش داده‌های خام حاصل از ایستگاه‌های GNSS در شبکه ژئودینامیک سراسری ایران به کمک نرم افزار GAMIT-GLOBK انجام می‌شود که یکی از دقیق‌ترین نرم‌افزارهای علمی موجود جهان در زمینه مطالعه حرکات پوسته زمین و تجزیه و تحلیل مشاهدات ژئودتیک است، که در سال ۱۹۷۰ توسط دانشگاه MIT به منظور تجزیه و تحلیل دقیق اطلاعات GNSS طراحی شده است.

^۱ Observation
^۲ Navigation
^۳ Meteorological data
^۴ TEQC

پردازش‌ها به دو صورت روزانه با اطلاعات مداری غیر دقیق و پردازش‌های نهایی با استفاده از اطلاعات مداری دقیق و با دو هفته تاخیر نسبت به پردازش‌های روزانه انجام می‌شوند، و مختصات دقیق ایستگاهها در چارچوب مرجع مختصاتی ITRF2014 محاسبه می‌شود. نتایج پردازش‌های انجام شده بوسیله نرم‌افزار GAMIT در نرم‌افزار GLOBK با یکدیگر تلفیق شده و برای هر ایستگاه یک سری زمانی به دست می‌آید که بیانگر میزان تغییرات موقعیت ایستگاه نسبت به زمان است. همچنین امکان محاسبه بردارهای سرعت و استرین ایستگاه‌ها در این نرم‌افزار وجود دارد.

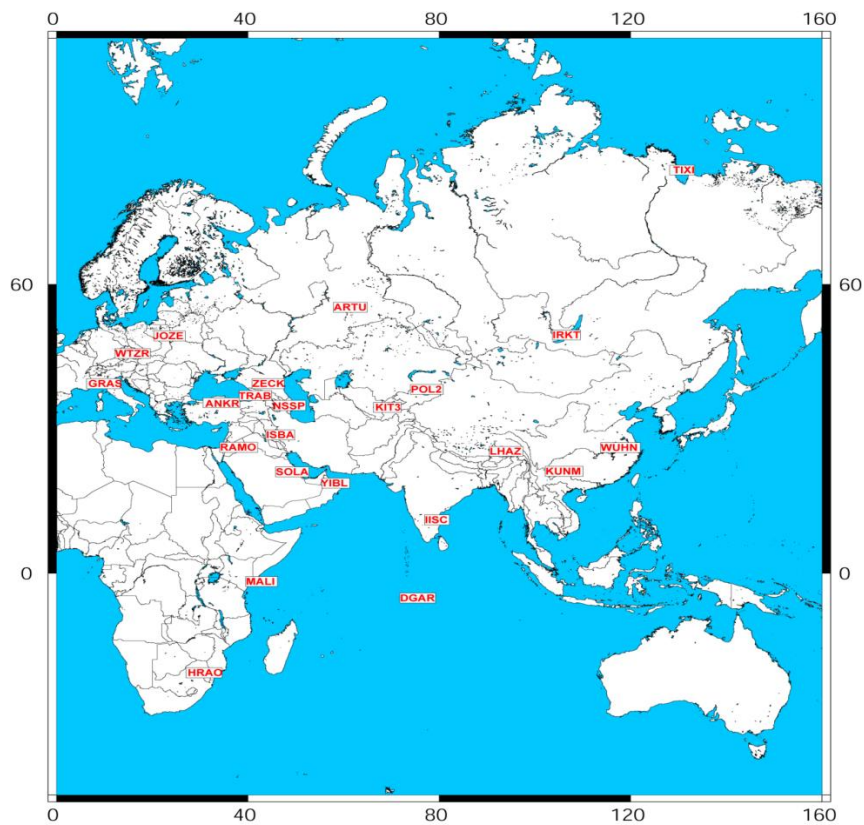
در این پردازش‌ها شبکه ایستگاههای دائمی به ۴ زیر شبکه به نامهای آذربایجان، تهران، خراسان و خوزستان-همدان تقسیم شده که در شکل (۱-۱) محدوده تقریبی زیر شبکه‌ها با باکس‌های رنگی نشان داده شده است. دایره‌های سبز رنگ نشانگر ۵ ایستگاه مشترکی (TEHN, SHRZ, TABZ, MSHN, HAMD) هستند که در هر چهار شبکه بطور مشترک پردازش شده‌اند. همچنین پردازش این شبکه با اتصال به 16 ایستگاه شبکه IGS جهانی انجام می‌شود که در شکل (۲-۱) پراکندگی ایستگاههای IGS قابل مشاهده است.



شکل ۱-۱: وضعیت فعلی پراکندگی ایستگاههای شبکه GNSS دائم ایران

برای تهیه سری زمانی و بردارهای سرعت در مرحله GLOBK، hfile های پردازش شده توسط دانشگاه گرونوبل فرانسه به نام “glob” که شامل تعدادی ایستگاه IGS پراکنده در سراسر جهان می‌باشد با hfile های شبکه ایران ترکیب

شدند. به منظور انتخاب ایستگاههای IGS نیز معیارهایی نظیر عمر ایستگاه، کیفیت داده‌های آن و بررسی سری زمانی مربوطه لحاظ شده است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲: پراکندگی جهانی ایستگاههای شبکه IGS مورد استفاده در شبکه ژئودینامیک ایران

در ادامه به تفصیل نحوه عملکرد و الگوریتم برنامه GAMIT/GLOBK را توضیح داده و روند کار با این برنامه را

بیان می‌کنیم.

فصل دوم

نرم افزار GAMIT/GLOBK

نرم افزار Gamit/Globk، برای پردازش و آنالیز داده های GNSS به منظور برآورد مختصات، سرعت ایستگاههای GNSS، تعیین دگرشکلی های پس لرزه ای، تاخیرات اتمسفری، تعیین مدار ماهواره ها و پارامترهای توجیه، در بخش علوم زمین، اتمسفری و نجومی دانشگاه MIT (Massachusetts Institute of Technology) تهیه شده است. هرچند در حال حاضر راهنمای^۱ این نرم افزار، توسط سه نویسنده اصلی در دانشگاه MIT، پشتیبانی و نگهداری می شود، ولی افراد زیادی در تهیه آن شرکت و همکاری داشته اند.

برای کنترل پردازش، نرم افزار از اسکریپت های C-shell (موجود در مسیر /com که غالباً با sh_ آغاز می شوند) استفاده می کند. این اسکریپت ها، برنامه های C و Fortran کامپایل شده موجود در مسیرهای /kf و /libraries و /gamit را فراخوانی میکنند. نرم افزار تحت هر سیستم عاملی که x-windows را پشتیبانی کند، مانند Linux و MacOS اجرا می شود.

منطق پارامتری^۲ برنامه برای پردازش حداکثر ۹۹ ایستگاه امکان پذیر می باشد و توزیع استاندارد برای ۸۰ ایستگاه در نظر گرفته شده است. ولی از آنجایی که اجرای برنامه با مکعب تعداد پارامترها متناسب است، می توان شبکه های بزرگ را در قالب زیرشبکه های متصل و به صورت موازی پردازش کرد.

فصل سوم، تئوری مختصری درباره آنالیز داده های GNSS برای خواننده فراهم میکند. در فصل چهارم چگونگی تنظیم جداول و دستورات جهت انجام اتوماتیک پردازش و بدست آوردن سری زمانی ارائه شده است و فصل پنجم به ارزیابی نتایج می پردازد. در فصل ششم درباره روشهای مختلف تولید سری زمانی و تعیین میدان سرعت ایستگاهها در بازه های زمانی چندساله بحث می شود. اطلاعات جامع تر درباره این نرم افزار در ایستگاه www.gpsg.mit.edu ویا از طریق راهنمای اسکریپت ها در خود برنامه موجود است. و در ادامه در فصل هفتم به نحوه پیاده سازی الگوریتم های شبکه های GNSS در ایران می پردازیم.

فصل سوم

اندازه گیری و آنالیز داده های GNSS

۳-۱- تعیین موقعیت با روشهای مشاهدات فاز و شبه فاصله

دو نوع اندازه گیری (تعیین موقعیت) با استفاده از مشاهدات GNSS امکانپذیر است: مشاهدات فازموج حامل (یا اختلاف فازحامل) و مشاهدات کد (شبه فاصله). در اندازه گیریهای دقیق ژئودتیک از مشاهدات فاز استفاده می شود. مشاهده فازموج حامل بر اساس اندازه گیری اختلاف فازموج حامل دریافت شده از ماهواره با فازموج حامل بازسازی شده توسط نوسان ساز گیرنده استوار است.

مشاهدات شبه فاصله بر اساس کدهای ارسالی از ماهواره بدست می آیند. تعیین موقعیت به روش شبه فاصله، دقت کافی برای کارهای دقیق ژئودتیک را ندارند ولی برای برآورد آفست ساعت گیرنده، حل ابهام فازها و ترمیم جهش فاز در مشاهدات فاز مفید هستند.

همانطور که می دانیم تعیین موقعیت ماهواره ای را می توان به روشهای تفاضلی یگانه^۱ (مرتبه اول)، دوگانه^۲ (مرتبه دوم) و سه گانه^۳ (مرتبه سوم) برای مشاهدات کد و مشاهدات فاز حامل انجام داد. در تفاضلی یگانه بین دو گیرنده، خطای ساعت ماهواره حذف می شود. اگر روش تفاضلی مرتبه اول بین دو ماهواره صورت گیرد، خطای ساعت گیرنده حذف خواهد شد.

جهش فاز، یکی از منابع مهم خطا در تعیین موقعیت با GNSS می باشد. فاز مشاهده شده عبارتست از بخش کسری بعلاوه بخش عدد صحیح فاز، که به آن ابهام در فاز می گویند. چنانچه به هر دلیل فاز مشاهده شده دچار قطعی گردد، این قطعی، بخش عدد صحیح را دچار اختلال می نماید. این امر باعث می گردد تا موقعیت نقاط به طور دقیق تعیین نگردیده و به این پدیده اصطلاحاً جهش فاز گفته می شود.

روش تفاضلی دوگانه بین گیرنده ها و اپک های مختلف عاری از ترم ابهام فاز بوده و اغلب برای ترمیم جهش فاز بکار می رود.

برای ترمیم جهش فاز، از تفاضلی سه گانه استفاده می شود. برای دو ایستگاه و دو ماهواره ابهام فاز به زمان وابسته نمی باشد، لذا با کم کردن معادلات تفاضلی مرتبه دوم از همدیگر رابطه تفاضلی مرتبه سوم بدست می آید و ابهام فاز اولیه از این معادلات حذف می شود. با استفاده از این معادلات جهش های فاز قابل حل است. همچنین مختصات تقریبی حاصل از روش تفاضلی سه گانه در معادلات تفاضلی دو گانه به کار می رود. از آنجایی که بایاس فاز ماهواره و نوسان سازه گیرنده

^۱ Osicalltor
^۲ Cycle slip
^۳ Single-difference
^۴ Doubly differenced
^۵ Triple differences

در اپک اولیه از طریق مشاهدات تفاضلی دوگانه حذف می شوند، فاصله بدست آمده از تفاضلی دوگانه (بر حسب واحد فاز) برابر است با فاز اندازه گیری شده به علاوه عدد صحیح سیکل ها.

GAMIT دارای الگوریتم های عملگر- تفاضلی است که فازهای موج حامل را به فازهای تفاضلی دوگانه و یگانه نگاشت می کنند. این الگوریتم ها حداکثر اطلاعات مربوط به تعیین موقعیت نسبی را بدون توجه به تعداد قطعی داده ها از داده های فاز استخراج می کنند و همبستگی های مشاهده شده در فرآیند تفاضل یابی را در نظر می گیرند. (برای بحث مفصل درباره این الگوریتم ها به بک و همکاران [۱۹۸۶] و شفرین و بک [۱۹۸۸] مراجعه کنید.) یک روش جایگزین، (تقریباً) معادل ریاضی برای پردازش داده های فاز GNSS، استفاده رسمی از فازهای موج حامل یک طرفه^۱ و تخمین آفست فاز ناشی از ساعت های ایستگاه و ماهواره است. این روش توسط برنامه autcln در GAMIT برای محاسبه مانده فاز یک طرفه برای ویرایش، نمایش و تخمین تأخیر اتمسفری و یونسفری استفاده می شود.

جهت دستیابی به حداکثر حساسیت به پارامترهای هندسی، مشاهدات فاز حامل بایستی در هر اندازه گیری بطور پیوسته ردیابی شوند. اگر به دلیل وقفه (قطع و وصل شدن) در سیگنال، قفل شدن^۲ به ماهواره از دست برود، جهش فاز اتفاق می افتد و مقدار عدد صحیح ابهام فاز تغییر خواهد کرد. ممکن است این ناپیوستگی به دلیل پایین بودن نسبت سیگنال به نویز، فقط چند سیکل باشد، و یا به دلیل وقوع انسداد سیگنال ماهواره در محل گیرنده هزاران سیکل باشد. برای به دست آوردن تقریب اولیه موقعیت ایستگاه یا پارامترهای مداری در صورت وجود جهش فاز، پردازش اولیه داده های

فاز اغلب با استفاده از تفاضل زمانی معادلات تفاضلی دوگانه (تفاضلی سه گانه یا مشاهدات داپلر) انجام می شود. نرم افزار GAMIT در ویرایش از معادلات تفاضلی سه گانه استفاده می کند، اما در تخمین پارامترها از آن استفاده نمی کند. الگوریتم های مختلفی برای شناسایی و تصحیح جهش فاز توسط بلویت [۱۹۹۰] و همچنین در فصل ۴ راهنمای مرجع GAMIT reference Manual شرح داده شده است.

یکی از منابع خطای عمده در اندازه گیری های GNSS تک فرکانسه، تاخیر یونسفری می باشد. خوشبختانه یونسفر محیطی^۱ برای امواج GNSS می باشد و از طریق ایجاد ترکیب خطی (LC) مشاهدات فاز L1 و L2 می توان این خطا را تا حد میلی متر یا کمتر کاهش داد. (به عنوان مثال، به باک و همکاران [۱۹۸۶]، یا دونگ و باک [۱۹۸۹] مراجعه کنید):

$$\varphi_{LC} = 2.546 \varphi_{L1} - 1.984 \varphi_{L2} \quad (۱-۳)$$

با این حال، ایجاد LC به افزایش اثر منابع دیگر خطا می انجامد. برای خطوط مبنای کمتر از چند کیلومتر، خطاهای یونسفری تا حد زیادی حذف می شوند، و رفتار با L1 و L2 به عنوان دو مشاهده مستقل، به جای تشکیل ترکیب خطی آنها بهتر است.

در بررسی داده های فاز برای جهش فاز، اغلب ترسم نمودار چند ترکیب مختلف از باقیمانده L1 و L2 مفید است. جهش های فاز تکی^۲ در امواج L1 یا L2 GNSS به ترتیب به شکل پرش های ۲،۵۴۶ یا ۱،۹۸۴ سیکل ظاهر می شوند. single-cycle slip در هر دوی L1 و L2 GNSS (یک اتفاق شایع تر) به شکل پرش های ۰،۵۶۲ سیکل در LC ظاهر می شود که با وجود کوچکتر بودن، ممکن است به دلیل حذف یونسفر، از پرش های L1 و L2 مشهودتر باشد. ترکیب مفید، دیگر تفاضل بین L1 و L2 که هر دو برحسب واحد مسافت بیان شده:

$$\varphi_{LG} = \varphi_{L2} - 0.779 \varphi_{L1} \quad (۱۲-۳)$$

که «LG» نامیده می شود، چون فاز L2 با نسبت «gear» مقیاس بندی می شود (= 60/77 = f2/f1) در فاز LG، همه تأخیرهای هندسی و غیرپراکنده^۳ (مثلا تاخیر تروپوسفر) حذف می شوند،

^۱ Dispersive
^۲ Single-cycle slip
^۳ Nondispersive

به طوری که یک اندازه گیری مستقیم از تغییرات یونسفری در اختیار داریم. تشخیص جهش های تک سیکل^۱ در L1 و L2 در فاز LG در حضور نویز زیاد یونسفری دشوار است، زیرا آنها از نظر GNSS، صرفاً معادل با سیکل ۰,۲۲۱ LG هستند. در صورت وجود شبه فاصله دقیق (P-code) برای هر دو فرکانس GNSS، می توان ترکیبی widelane (WL) از L1، L2، P1 و P2 تشکیل داد که بدون اثرات یونسفری و هندسی بوده و صرفاً به شکل تفاضل ابهامات صحیح L1 و L2 است:

$$WL = n_2 - n_1 = \varphi_{L2} - \varphi_{L1} + (P_1 + P_2)(f_1 - f_2)/(f_1 + f_2) \quad (3)$$

روش WL برای فیکس شدن جهش فاز در داده های یک طرفه قابل استفاده است [Blewitt, 1990]. این ترکیبات مختلف مشاهدات فاز و شبه فاصله علاوه بر ویرایش داده ها، در رفع ابهام فاز به کار می رود. هنگام استفاده از LC، ابهامات L1 و L2 را با حل $n_2 - n_1$ (WL) و سپس n_1 (narrow lane) تعیین می کنیم. GAMIT امکان انتخاب روش مورد استفاده را به شما می دهد، که می تواند شبه فاصله (LC_AUTCLN) و یا محدودیت یونسفری (LC_HELP) باشد. هنگام استفاده از روش شبه فاصله با انواع گیرنده های مختلف، باید از DCB هایی که توسط مرکز تعیین مدار در اروپا (CODE) <http://www.aiub.unibe.ch/ionosphere.html> از روی داده های ردیابی محاسبه شده و توسط MIT به طور ماهانه در قالب فایل dcb.dat به روز می شود، استفاده شود. پس از رفع ابهام خط پهن برای ترکیب تفاضلی دو گانه، رفع ابهام خط باریک برای این ترکیب به سطح نویز گیرنده، خطای چندمسیره بودن، تروپوسفر و دقت مدل های به کار رفته برای موقعیت و حرکت ایستگاه ها و ماهواره ها بستگی دارد. به طور کلی رفع این ابهامات برای خطوط مبنای طولانی دشوارتر است، اما برای داده های به دست آمده از سال ۲۰۰۰ به بعد معمولاً می توان ۸۰ تا ۹۵ درصد ابهامات در یک تحلیل جهانی را رفع کرد. هرچند GAMIT می تواند داده های گیرنده های تک فرکانس را پردازش کند، خطاهای یونسفری بسته به زمان روز، عرض جغرافیایی و سیکل لکه خورشیدی، دقت مکان یابی نسبی برای ایستگاه های با فاصله بزرگتر از ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ متر را محدود می کنند. بنابراین در اکثر کاربردها، استفاده از دو فرکانس برای حذف اثرات یونسفری مرتبه اول لازم است. هرچند برخی ماهواره های GNSS، سیگنال ها را در سه فرکانس یا بیشتر انتقال می دهند، در حال حاضر GAMIT صرفاً محدود به استفاده از دو سیگنال است. GAMIT همچنین در آن واحد فقط می تواند داده های یک

^۱ one-cycle slip
^۲ Wide-lane ambiguity
^۳ Narrow-lane ambiguity

GNSS را پردازش کند، هرچند برآوردهای موقعیت GAMIT حاصل از چند GNSS ردیابی شده در طول جلسه، به راحتی در GLOBK قابل ترکیب هستند.

3-2- مدل کردن حرکت ماهواره ها و ایستگاهها

اولین لازمه انجام هر اندازه گیری ژئودتیک با استفاده از داده GNSS، یک مدل دقیق از حرکت ماهواره ها است. دقت (۳ بعدی) خطوط مبنا، به شکل کسری از طول آن، تقریباً برابر با دقت کسری افمیزیهای مداری مورد استفاده است. دقت مدار ناوبری^۱ محاسبه شده توسط GNSS مراکز کنترل با استفاده از اندازه گیریهای شبه فاصله کمتر از ۱۵ ایستگاه ردیابی به طور معمول ۱ تا ۵ قسمت در $۱۰^۷$ (۲ تا ۱۰ متر) است، این دقت برای پروژه های ناوبری مناسب است، اما برای مطالعه تغییر شکل پوسته به حد کافی دقیق نیست. با این حال، سرویس بین المللی^۲ GNSS با استفاده از مشاهدات فاز یک شبکه جهانی شامل بیش از ۱۰۰ ایستگاه [Beutler et al., 1994a]، قادر به تعیین حرکت ماهواره ها با دقت ۱ قسمت در $۱۰^۹$ (۵ تا ۲۰ سانتی متر در سال های اولیه؛ به <http://acc.igs.org> مراجعه کنید) است. برای نقشه برداری های GNSS قبل از سال ۱۹۹۴، شبکه جهانی ردیابی خیلی کوچکتر بود، اما با این وجود برای دستیابی به نتایج دقیق برای نقشه برداری منطقه ای قابل استفاده بود. اگر پارامترهای مداری را تخمین بزنیم و مشاهدات مربوط به ایستگاه های با فاصله زیاد از هم را که مختصات آنها کاملاً معلوم است، در تحلیل خود بگنجانیم، دقت کسری خطوط مبنای ایجاد شده توسط این ایستگاه ها از طریق مدارها به خطوط مبنای یک شبکه منطقه ای منتقل می شود. به عنوان مثال، عدم قطعیت ۱۰ mm در موقعیت نسبی ایستگاه های با فاصله ۲۵۰۰ کیلومتر از هم، در اجزای یک خط مبنای ۲۵۰ کیلومتری تنها عدم قطعیت حدود ۱ mm را نشان می دهد. این طرح حتی با استفاده از ایستگاه های مورد اعتماد منطقه ای می تواند با موفقیت مورد استفاده قرار گیرد؛ به عنوان مثال، انتقال دقت نسبی خطوط مبنای ۲۵۰ تا ۵۰۰ کیلومتری به شبکه ای با اندازه کمتر از ۱۰۰ km، روش مفیدی برای نقشه برداری های انجام شده، قبل از در دسترس قرار گرفتن مدارهای دقیق جهانی است.

حرکت ماهواره را می توان به طور کلی توسط مجموعه ای از شش شرط اولیه (موقعیت کارترین و سرعت، یا مؤلفه های کپلری) و مدل نیروهای وارده روی ماهواره در طی مسیر آن توصیف کرد. برای مدل سازی دقیق حرکت ماهواره به دانستن شتاب ناشی از جاذبه گرانشی خورشید، ماه، جزر و مد زمین و اقیانوس ها و ابزارهایی برای لحاظ کردن عمل نیروهای غیر گرانشی ناشی از فشار مستقیم تابش خورشید، تابش منعکس شده از زمین، تابش گسیلی توسط انتقال رادیویی فضاپیما و انتشار گاز توسط باتری فضاپیما و سیستم کنترل وضعیت نیاز داریم. برای همه ماهواره های GNSS، مدل سازی نیروهای غیر گرانشی سخت ترین کار است و منشأ تحقیقات قابل توجهی در طول ۲۰ سال گذشته بوده است (برای اطلاعات بیشتر به کلمبو [۱۹۸۶]، بوتلر و همکاران [b1۹۹۴]، و زیبارت و همکاران [۲۰۰۲] مراجعه کنید).

در اصل، یک مسیر می تواند با عبارات تحلیلی یا انتگرال گیری عددی معادلات حرکت ایجاد شود. در عمل به خاطر دقت و سهولت تقریباً همیشه از انتگرال گیری عددی استفاده می شود. سپس از روی جدول (افمیزیها) ایجاد شده از طریق

انتگرال گیری عددی، موقعیت ماهواره به شکل تابعی از زمان خوانده می شود. در GAMIT انتگرال گیری توسط برنامه arc با استفاده از معادلات داده شده توسط (Ash 1972) انجام می شود.

علاوه بر حرکت مداری ماهواره، باید مقادیر آفست بین مرکز جرم و مرکز فاز آنتن مخابره کننده را نیز در نظر بگیریم، از جمله گردش موقت چند دسی متری که در طی حرکاتی که ماهواره ها برای نگه داشتن پنل های خورشیدی خود در مقابل آفتاب، هنگامی که صفحه مداری تقریباً همسو با جهت زمین و خورشید است، انجام می دهند، می تواند تا نیم ساعت طول بکشد. برای ماهواره های موجود در هر صفحه مداری، این همسویی دو بار در سال به مدت چند هفته اتفاق می افتد، که به فصل کسوف^۱ معروف است. یوآز بارسور و همکاران در JPL تلاش زیادی صرف توسعه مدل های جهت یابی ماهواره ها کردند، تا جایی که توانستند با مجاب کردن وزارت دفاع آمریکا به اعمال یک انحراف کوچک حول محور yaw ماهواره های GNSS، این رفتار را پیش بینی پذیرتر کنند؛ تغییری که به تدریج بین ژوئن، ۱۹۹۴ و نوامبر ۱۹۹۵ انجام شد. برای اطلاعات بیشتر در زمینه GPS yaw به بارسور [۱۹۹۶] و کوبا [۲۰۰۹] و برای دیگر ماهواره های GNSS به مونتنبروک و همکاران (۲۰۱۵) مراجعه کنید.

موقعیت ایستگاه زمینی در سیستم اینرشیال زمین محور تعریف شده توسط مدار ماهواره ها تحت تأثیر تعدادی از پدیده های ژئوفیزیکی است. این پدیده ها شامل چرخش زمین، حرکت پرسیشن و نوتیشن، حرکت محور چرخش نسبت به پوسته^۲، جزر و مد خورشیدی و بارگذاری پوسته توسط جزر و مد اقیانوس و اتمسفر هستند. همه این اثرات در مدل مشاهدات فاز و شبه فاصله محاسبه شده در برنامه model نرم افزار GAMIT گنجانده شده است.

در مدل سازی مشاهدات فاز و شبه فاصله، همچنین باید تغییرات فاصله ظاهری ناشی از تغییر در مراکز فاز آنتن های فرستنده و گیرنده را در نظر بگیریم. با وجود آنتن های زمینی همسان در شبکه منطقه ای، این اثرات تقریباً حذف می شوند، اما برای خطوط مبنای طولانی تر و یا انواع مختلف آنتن، آنها می توانند در مقادیر ارتفاع تخمین زده شده به چندین سانتی متر برسند. مدل های آفست مرکز فاز (PCO) و تغییرات مرکز فاز (PCV) با ارتفاع و آزمون برای آنتن های زمینی اغلب مورد استفاده از طریق اندازه گیری های الکترومکانیکی [http://gnpcvdb.geopp.de] Schmid [http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL]، و برای آنتن های ماهواره ای از طریق تحلیل داده های ردیابی جهانی [et al., 2007] تعیین شده اند.

همچنین بخشی از مدل فاز و شبه فاصله تحت تأثیر تأخیر انتشار ناشی از قسمت خنثی جو زمین است. این تأثیر توسط "تأخیر زنیت" به عنوان یک تابع وابسته به زمان، نشان داده می شود که تأخیر را به سایر زوایای ارتفاعی گسترش می دهد، و یک تابع ساده برای شیب های شمالی-جنوبی و شرقی-غربی را وارد مشاهدات می کند. تأخیر هیدرواستاتیک زنیت ("خشک") (ZHD) را می توان با فشار سطحی به خوبی نشان داد، از یک تابع تجربی از عرض جغرافیایی، طول

^۱ Eclipse season
^۲ Wobble

جغرافیایی و فصل (مدل GPT2 لگرو و همکاران، ۲۰۱۳) یا در فواصل شش ساعته از یک مدل هوای عددی که توسط TU وین (VMF) محاسبه شده است (Boehm و همکاران، ۲۰۰۶) و در فایل های شبکه سالانه توسط MIT برای کاربران GAMIT توزیع می شود. توابع نقشه برداری هیدرواستاتیک و "مرطوب" نیز بخشی از مدل های GPT2 و VMF1 هستند. مؤلفه تأخیر زینت به دلیل بخار آب (تأخیر زینت "مرطوب"، ZWD) و شیب محلی حتی با استفاده از یک مدل هواشناسی عددی نمی تواند به طور دقیق تعیین شود و باید از داده های GNSS تخمین زده شود. جزئیات این مدل ها در فصل ۷ کتابچه راهنمای مرجع GAMIT توضیح داده شده است. همانطور که در بالا ذکر شد، اثر مرتبه اول یونسفر بر تأخیر سیگنال با ترکیب اندازه گیری های L1 و L2 تقریباً ناچیز می شود. با این حال، در دوره هایی از فعالیت یونسفر بالا، اثرات مرتبه ۲ و ۳ در سطح میلی متر تا سانتی متر امکان پذیر است و با استفاده از رویکرد توصیف شده توسط پتری و همکاران [2010] می توان در GAMIT مدل سازی کرد.

3-3- برآورد پارامترها

مکانیسم حل برنامه در GAMIT، شامل یک الگوریتم حداقل مربعات وزن دار شده برای تخمین موقعیت های نسبی مجموعه ای از ایستگاه ها، پارامترهای مداری و دوران زمین، تأخیرهای زینت و ابهامات فاز با کمک انطباق مشاهدات فاز به روش تفاضلی دوگانه است. از آنجا که مدل عملکردی (ریاضی) مربوط به مشاهدات و پارامترها غیرخطی است، GAMIT دو پردازش را تولید می کند، در پردازش اولیه، هدف به دست آوردن مختصات با دقتی به اندازه چند دسی متر و پردازش ثانویه با هدف بدست آوردن تخمین نهایی دقیق مختصات ایستگاههاست. (بحث را در بخش ۲،۲ کتابچه راهنمای مرجع GAMIT ببینید).

در تمرین فعلی، معمولاً از پردازش GAMIT برای به دست آوردن برآوردهای نهایی موقعیت ایستگاه از یک بررسی استفاده نمی شود. در عوض، ما از GAMIT برای تولید تخمین و ماتریس کوواریانس همراه "شبه مشاهدات" موقعیت های ایستگاه و پارامترهای دوران زمین و مدارها استفاده می کنیم. سپس این اطلاعات وارد GLOBK یا برنامه های مشابه دیگر می شوند تا در آن داده ها را با یکدیگر ترکیب کنیم. این ترکیب بین شبکه های دیگر و زمانهای دیگر مشاهدات برای برآورد موقعیتها و سرعتهای دقیق ایستگاه ها اتفاق می افتد [Feigl et al.1993] و [دونگ و همکاران، ۱۹۹۸].

GLOBK از فیلتر کالمن (معادل حداقل مربعات متوالی در صورت عدم وجود پارامترهای تصادفی در ترکیب) استفاده می کند که به جای معادلات عادی، روی ماتریس کوواریانس کار می کند و از این رو نیاز دارد که شما برای هر پارامتر تخمین زده شده، محدودیت اولیه^۱ غیر نامحدود^۲ تعیین کنید. به عنوان مثال، هیرینگ و همکاران [۱۹۹۰]، به منظور عدم تعصب در ترکیب، GAMIT از ترکیب مورد استفاده توسط GLOBK، با محدودیتهای ضعیف در پارامترها استفاده می کند. از آنجا که ابهامات مرحله باید در پردازش فاز برطرف شود (در صورت امکان)، GAMIT همچنین قبل

از از بین بردن محدودیت ها برای پردازش نهایی، چندین پردازش میانی را با محدودیت های تعریف شده توسط کاربر ایجاد می کند. این مراحل در بخش ۴-۳ از راهنمای مرجع GAMIT به تفصیل شرح داده شده است.

در برآورد پارامتر با استفاده از روش کمترین مربعات، معیار اندازه گیری رایج برای بهترین برازش، همان شاخص χ^2 (مربع کای) است. این آماره برای داده های ناهمبسته به صورت مجموع مربعات هر یک از باقیمانده های مشاهدات (یعنی مشاهداتی پس از برازش منهای مشاهده محاسبه شده، "o-c") تقسیم بر عدم قطعیت تخصیص یافته به آن تعریف می شود. در تحلیل GNSS، (حتی اگر به صورت وزن های داده های اصلی هم بیان نشده باشند) همبستگی بین پارامترها مطرح می شود، بنابراین محاسبه χ^2 در GAMIT یا در GLOBK شامل یک سری عملیات ماتریسی پیچیده است (Dong et al., [1998] را ببینید)، اما ایده ی کار یکی است. مقدار χ^2 را معمولاً با تقسیم بر درجات آزادی، تعداد مشاهدات منهای تعداد پارامترهای برآورد شده نرمال می کنند، به طوری که مقدار ایدآل برای مشاهدات موزون و مستقل تصادفی برابر با ۱٫۰ خواهد شد. بر عکس، فارغ از هر روشی که به وسیله ی آن، وزن پیشین به مشاهدات داده می شود، با ضرب عدم قطعیت های پارامتر برآوردی در ریشه ی دوم χ^2/df "خطاهای رسمی" (انحراف معیارهای رسمی) برای پارامتر به دست می آید. با در نظر گرفتن نویز سفید، این عدم قطعیت های رسمی، واقعی بوده و با ریشه ی دوم تعداد مشاهدات، نسبت عکس خواهند داشت (این بدان معنا است که به شدت به بازه ی نمونه برداری بستگی دارند).

در هر صورت، برای عدم قطعیت هایی که در یک تحلیل GNSS وجود دارند، نمی توان از آماره ی نویز سفید استفاده نمود، زیرا خطاهای مرتبط با همبستگی های موقت، هم بر روی مشاهدات فاز و هم بر روی برآوردهای مربوط به مختصات ایستگاه (شبه مشاهداتی که به GLOBK وارد می شوند) غالب هستند. در باقیمانده های فاز نیز (از cview یا نمودارهای فضایی که توسط sh-gamit تولید می شوند)، نویز قابل مشاهده از نوسانات چند مسیری و تروپوسفری معمولاً بر روی گستره ی از ۱۵-۳۰ دقیقه دارای همبستگی است. این موضوع ایجاب می نماید که تنها نمونه هایی که در این بازه ها گرفته شده اند، مستقل هستند و برای یک تقریب اول، ما می توانیم عدم قطعیت های واقعی را با ضرب خطاهای رسمی در ریشه ی دوم نسبت این بازه در بازه ی نمونه برداری مورد استفاده به دست آوریم، مثلاً برای یک نمونه برداری ۲ دقیقه ای که معمولاً از آن در solve استفاده می شود، می توانیم عدم قطعیت ها را با ضربی برابر با ۳-۵ افزایش دهیم. همچنین خطاهایی با زمان های همبستگی طولانی تر هم وجود دارند که خود را در باقیمانده ها نشان نمی دهند، اما در تنظیمات پارامترها جذب می شوند. بررسی بزرگی این خطاها مستلزم آن است که ما از نویز مرئی در باقیمانده ها (فاز یا مختصات) استفاده کنیم تا بتوانیم شاخصه ی نویز در فرکانس های پایین تر را نیز استنباط نماییم. همچنین تحقیقاتی بسیار عالی در زمینه ی ویژگی های خطاها در فایل ارائه ی ما با نام 'Error_Analysis.ppt' وجود دارد که مربوط به کارگاه های آموزشی اخیر ما بوده و در صفحه ی Documentation در وبسایت GAMIT/GLOBK قرار دارد (مثلاً می توان به Mao et al. [1999]

Dixon et al. [2000], and Williams [۲۰۰۳] اشاره نمود). وقتی که شما یک روش مشخص برای وزن دهی ویژه به داده‌ها را انتخاب کردید، پس از آن معمولاً می‌توان از دانش خارجی در خصوص رفتار مورد انتظار مختصات یا سرعت‌ها برای صحه‌گذاری بر روی عدم قطعیت‌ها استفاده نمود McClusky et al. [2000], Davis et al. [2003], and McCaffrey et al. [۲۰۰۷].

در GAMIT/GLOBK روش‌های زیادی برای کنترل عدم قطعیت‌هایی که از مختصات و سرعت‌ها به دست می‌آورید، وجود دارد و نکته‌ی مهم این است که باید بدانید که این روش‌ها چگونه کار می‌کنند. عدم قطعیت‌هایی که توسط solve به دست می‌آیند و از طریق h-file به GLOBK وارد می‌شوند، توسط یک خطای اولیه که به مشاهدات فازی و بازه‌ی نمونه‌برداری تخصیص داده شده‌اند، تعیین می‌شوند. مقیاس solve با ریشه‌ی دوم χ^2/df (یعنی "prosfits nrms" در q-file) تغییر نمی‌کند. در پردازش اولیه^۱ ما یک عدم قطعیت ۱۰ میلی‌متری را به هر یک از فازهای L1 یک‌طرفه نسبت می‌دهیم. با استفاده از معادله‌ی (۱)، عدم قطعیت تخصیص یافته به یک فاز LC برابر با ۳۲ mm می‌شود. rms میانگین برای باقیمانده‌های یک‌طرفه‌ی LC معمولاً تقریباً برابر با ۹-۶ mm است، به طوری که nrms محاسبه شده توسط solve برابر با ۰.۲ - ۰.۳ می‌شود. در پردازش نهایی^۲، ما معمولاً با استفاده از یک جمله‌ی ثابت و وابسته به ارتفاع که در ویرایش داده توسط actcln برنامه از باقیمانده‌های فاز واقعی (LC یک‌طرفه) محاسبه شده است، مشاهدات را مجدداً وزن دهی می‌کنیم. برای آن که کل وزن‌ها تقریباً برابر با خطای ثابت ۱۰ mm باقی بماند، مقادیری که توسط actcln محاسبه می‌شود (یعنی جدول ATELV در فایل autcln.post.sum) را پیش از آن که (از طریق N-file) در solve وارد شود، در یک ضریب دلخواه برابر با ۱.۷ (به صورت اسکریپت sh_sigelv)، ضرب می‌کنند. ما از مقادیر بزرگ‌شده برای خطای فاز پیشین استفاده کرده و مقیاس را توسط nrms تغییر نداده‌ایم تا بتوانیم عدم قطعیت‌های مختصاتی تولید نماییم که (در صورت وجود نویز همبسته)، در نمونه‌برداری ۲-دقیقه‌ای واقعی باشند. یکی از روش‌هایی که به همین اندازه هم معتبر است، این است که مقیاس به وسیله‌ی nrms دوباره تعیین شود (یعنی با قراردادن $\chi^2/df = 1.0$) و سپس، عدم قطعیت‌های کوچک غیرواقعی جبران شوند. فارغ از هر روش وزن دهی که شما از آن در solve استفاده می‌نمایید، اما در هر صورت می‌توانید با تعیین مجدد مقیاس برای تمامی کوواریانس‌های موجود در h-file یا با اضافه نمودن نویز سفید یا یک نویز با حرکت تصادفی به واریانس‌های موجود در هر یک از ایستگاه‌ها، عدم قطعیت‌های مختصات مورد استفاده در GLOBK را افزایش دهید. ما در بخش ۳-۶ بیان خواهیم نمود که چرا روش آخر نسبت به بقیه‌ی روش‌های دیگر ارجحیت دارد.

به منظور به دست آوردن برآوردهایی معنادار از حرکت روی پوسته، ضروری است تا با تعریف یک سری محدودیت برای مسأله، یک چارچوب مرجع تعریف شود. این کار به دو شکل انجام می‌شود: با محدودیت‌های محدود^۳ می‌توانیم یک سری عدم قطعیت اولیه به مختصات‌های و سرعت‌ها در یک یا چند محل تخصیص دهیم. این تنها گزینه‌ای است که در

^۱ solution Preliminary
^۲ solution Final
^۳ Finite constraints

GAMIT وجود دارد و در GLOBK هم موجود است. یک محدودیت حداقل (غیراضافی) در این روش به صورت محدود کردن انتقال با مقید کردن سه مختصات در یک محل با ثابت کردن یا تنگ تر کردن و همچنین با محدود کردن گردش با مقید ساختن جهت گیری زمین است. مقید ساختن محل های دیگر، افزونگی ایجاد می نماید اما می تواند منجر به اعوجاج در شبکه شده و توانایی شما برای کشف خطاها در این محل ها، به جز از طریق افزایش χ^2 را از بین ببرد. دومین نوع محدودیت که از طریق برنامه ی glorg در GLOBK در دسترس است، محدودیت عمومی است. در این روش، یک مجموعه ی تا حد ممکن بزرگ از محل ها با یک سری مقادیر پیشین خوب را انتخاب کرده و تنظیمات آن ها را حداقل می نماییم و با این کار، انتقال کلی، گردش و مقیاس (پارامترها هلمرت) شبکه را برآورد می نماییم. از آن جا که تمامی محل های تعریف کننده ی چارچوب می توانند به صورت آزادانه حرکت نمایند، بنابراین مقادیر پرت را می توان به آسانی شناسایی کرده و حذف نمود. علاوه بر این، در صورت وجود محدودیت های عمومی هیچ اعوجاج داخلی در شبکه نمی تواند وجود داشته باشد: تمامی تحقق های چارچوب مرجع حاصل از یک مجموعه داده ی مشخص، صرفا اندکی از نظر انتقال و گردش با هم تفاوت دارند. در خصوص روش های ریاضی مرتبط با هر یک از این روش ها، تحقیق دانگ و همکاران در سال ۱۹۹۸ را ببینید.

فصل چهارم

پردازش اتوماتیک داده ها با
استفاده از GAMIT و GLBOK

GAMIT از چندین برنامه‌ی مجزا تشکیل شده است که داده‌ها را برای پردازش آماده می‌سازند (makexp و makex)، مدار مرجع و مقادیر گردش را برای ماهواره‌ها آماده می‌سازند (arc, yawtab)، مقادیر مختص به زمان و مکان را برای مدل‌های اتمسفری و بارگذاری درونیابی می‌نماید (grdtab)، مشاهدات باقیمانده را محاسبه کرده (O-C's) و مشتقات جزئی را از یک مدل هندسی می‌گیرد (model)، مقادیر پرت یا شکستگی‌های درون داده‌ها را تشخیص می‌دهد (autcln) و تحلیل حداقل مربعات را انجام می‌دهد (solve). هر چند هر یک از این ماژول‌ها را می‌توان به صورت جدا و انفرادی هم

اجرا نمود، اما این داده‌ها به واسطه‌ی جریان داده‌ها به ویژه نام‌گذاری فایل‌ها با هم ارتباط دارند، به طوری که بهترین پردازش به وسیله‌ی اسکریپت‌های پوسته و ترتیبی از فایل‌های دسته‌ای که توسط یک ماژول درایور (fixdrv) برای مدل‌سازی، ویرایش و برآورد تنظیم می‌شوند، حاصل می‌شود. از آن‌جا که ویرایش داده‌ها همیشه به صورت خودکار انجام می‌شود، بنابراین باقیمانده‌های راه‌حل را می‌توان به صورتی نمایش داده یا ترسیم نمود که داده‌های مشکل‌دار، شناسایی و مشخص شوند (cview).

به همین ترتیب، GLOBK نیز از طریق یک سری برنامه‌ی مجزای از یکدیگر کار می‌کند. این برنامه‌ها را می‌توان از طریق یک فرمان تکی یا به صورت جداگانه اجرا نمود. از توابع اولیه برای ترکیب شبه مشاهدات یا h-file های GAMIT/GLOBK یا فرمت‌های SINEX مورد قبول در سطح بین‌المللی از چندین شبکه و یا چندین دوره‌ی زمانی (globk یا glred) و همچنین برای تحمیل یک چارچوب مرجع مناسب برای اهداف علمی (glorg) به این راه‌حل، استفاده می‌شود. توجه داشته باشید که golbk و glred برنامه‌های یکسانی هستند که به شکل‌های مختلف نام‌گذاری شده‌اند. glred برای خواندن داده‌های یک روز در یک زمان برای تولید سری‌های زمانی، globk نیز برای دسته بندی کردن چندین دوره‌ی زمانی برای به دست آوردن یک موقعیت و یا سرعت میانگین.

ترتیب کامل گام‌هایی که شما را از داده‌های فاز به سمت سری‌های زمانی می‌برد، از طریق دو اسکریپت پوسته انجام می‌شود: sh-gamit به دنبال داده‌های RINEX در محدوده‌ای از روزها می‌گردد و برنامه‌های GAMIT را فراخوانی می‌نماید تا بتواند برآوردهایی مقید و ضعیف از مختصات به همراه نمودارهای فضایی برای داده‌های فاز به عنوان یک رکورد از پردازش به دست آورد؛ sh-glred نیز از نتایج GAMIT استفاده می‌کند تا سری‌های زمانی مربوط به تکرارپذیری روز به روز تولید نموده و یا از یک h-file ترکیبی استفاده می‌کند که باز هم می‌توان آن را با h-file حاصل از دوره‌های زمانی دیگر ترکیب نمود تا برآوردی از سرعت‌های ایستگاه به دست آید. تنها کارهایی که برای آماده‌سازی باید انجام شوند، این است که متادیتاهای موجود در فایل log ایستگاه اضافه شوند؛ فایل‌های کنترل تنظیم شوند که بیشتر این فایل‌ها در تمامی تحلیل‌های مربوط به یک دوره وجود دارند؛ و فایل‌های RINEX ای که نمی‌توان آن‌ها را از یک آرشیو عمومی در یک یا چند دایرکتوری بر روی سیستم به دست آورد نیز اضافه شوند.

تمامی اسکریپت‌ها و برنامه‌هایی که از یک کنترل با خط فرمان استفاده می‌کنند، به خودی خود مستندسازی نمی‌شوند: برای دیدن فرمان‌های ورودی، فقط کافی است تا اسکریپت یا نام برنامه را بدون هیچ آرگومانی تایپ کنید.

1-4- تنظیمات

اولین گام برای اجرای اسکریپت‌ها این است که یک دایرکتوری برای پروژه (مثلاً emed18 یا emed/2018) برای داده‌های سال ۲۰۱۸ از مدیرانه‌ی غربی) با دو زیردایرکتوری ایجاد شود: rinex و tables. تمامی فایل‌های RINEX محلی که می‌خواهید در پردازش از آن‌ها استفاده کنید را درون دایرکتوری rinex/ کپی نمایید. GAMIT می‌تواند با فرمت‌های RINEX2 یا RINEX3 کار کند، اما فایل‌های RINEX3 را باید بر اساس طرح نام‌گذاری ۱۰ کارکتری RINEX2 تغییر نام دهید (یعنی با حروف کوچک sssddds.tto و brdcddds.yyn؛ این کار در sh-gamit به صورت اتوماتیک انجام می‌شود).

برای آن که فایل‌های RINEX برای دایرکتوری‌های IGS به صورت اتوماتیک در حین پردازش دانلود شوند، با استفاده از ورودی‌هایی مشخص در یک فایل کنترلی (site.defaults) مشخص می‌شوند (بخش 2.3 در زیر و بخش 6.3 در کتابچه راهنمای مرجع GAMIT را ببینید). سپس sh-setup را اجرا نمایید تا کنترل‌های مقتضی و فایل‌های داده در دایرکتوری [project]/tables لینک یا کپی شوند. تمامی تمپلیت‌ها و جدول‌های مورد نیاز در gg/tables قرار دارند که gg~ یک نام ساختگی مورد نیاز است که به بالاترین سطح از نصب GAMIT/GLOBK اشاره می‌نماید. با اجرای sh-setup نیز sh-links.table فراخوانی می‌شود تا به جداول داده‌های استاندارد (در بخش ۶-۱) لینک داده شده و هشت فایل کنترل و داده به شرح زیر نیز کپی می‌شوند:

process.defaults: هر یک از این فایل‌ها را ویرایش کنید تا محیط محاسباتی شما مشخص شود. همچنین منابع مربوط به داده‌های داخلی و بیرونی و فایل‌های مدار شما، زمان شروع و بازه‌ی نمونه‌برداری، دستورالعمل‌های لازم برای دستیابی به نتایج و همچنین آدرس ایمیل برای به دست آوردن خلاصه‌ای از اجرا تعیین شوند.

sites.defaults: این فایل را ویرایش کنید تا مشخص شود که قرار است تا از کدام یک از ایستگاه‌های محلی و IGS استفاده شود و همچنین تعیین شود که چگونه با متادیتاهای ایستگاه کار می‌شود.

station.info: این فایل حاوی اطلاعاتی مانند نوع آنتن و ارتفاع ابزار (HI) به عنوان تابعی از زمان برای تمامی ساکنین در ایستگاه است که شما از این اطلاعات استفاده خواهید نمود. هر چند این فایل را می‌توان در حین پردازش و با استفاده از sh-gamit تولید نمود، اما بهترین کار این است که فایل را به طور معمول، پیش از پردازش و با استفاده از ابزارهایی که در بخش ۴-۳ تشریح شده است، ایجاد نمایید.

coordinate files: sh_gamit دو فایل مربوط به یک مختصات پیشین را در دایرکتوری آزمایش tables/. نگهداری می‌نماید. این فایل که نام آن با apr. خاتمه می‌یابد (به صورت aprf در process.defaults و itr14_comb.apr در تمپلیت تنظیم می‌شود) حاوی مختصات کارتیزی (مکان و سرعت) مربوط به ایستگاه‌هایی است که شما تمایل دارید تا در حین پردازش، تغییر نکنند. فایل L-file (lfile.) که می‌تواند حاوی مکان و سرعت کارتیزی (به صورت پیش‌فرض همان نام apr. را دارد) یا مکان کروی (در مدل قدیمی GAMIT از گزینه‌ی oldfmt_lfile- در sh_setup استفاده می‌شود) باشد، در صورتی پس از هر روز به روزرسانی می‌شود که تنظیمات از یک مقدار مشخص شده (که به صورت پیش‌فرض برابر با m 3.0 است) بیشتر شود. در صورتی که شما مختصات خوب برای ایستگاه‌ها را (نه در یک فایل apr) در اختیار داشته باشید، اگر بخواهید که بدون تغییر باقی بمانند، باید فایل خود را به این فایل apr-file ضمیمه نمایید. برای ایستگاه‌هایی که مختصات آن‌ها در فایل lfile. وجود نداشته باشد، sh_gamit سعی می‌کند تا مختصات را از طریق یک راهکار شبه‌فاصله به دست آورد و یا (در صورتی که use_rxc Y در process.defaults باشد) از مختصات موجود در هدر RINEX استفاده

می‌نماید. وقتی که GAMIT اجرا می‌شود، این مختصات از راه حل فاز در `[expt]/tables/lfile` به روز می‌شود، به طوری که برای روزهای بعدی که همان ایستگاه مشاهده می‌شود، از مختصات دقیق استفاده خواهد شد.

`sestbl.` and `sittbl.` این فایل‌ها را ویرایش نمایید تا گزینه‌های مناسب برای تحلیل خود را تعیین نمایید. اطمینان حاصل نمایید که تمامی ایستگاه‌هایی که برای آن‌های قیدهای بسته‌ای را در `sittbl.` مشخص کرده‌اید، مختصات دقیقی را در فایل `apr` دارند.

`autcln.cmd`: شامل کنترل‌هایی برای تمیزکردن داده‌ها در برنامه‌ی `autcln` است. این فایل معمولاً نیازی به ویرایش ندارد، مگر آن‌که در حین پردازش با داده‌های غیرمعمولی برخورد کنید.

پس از آن‌که فایل‌های تمپلیت را به صورت مناسب ویرایش کردید، سپس می‌توانید از درون دایرکتوری آزمایش شروع به پردازش نمایید. برای این کار باید یک کد چهار حرفی برای پروژه یا زیرشبکه (که با نام `test` مشخص شده است) و محدوده‌ی روزهایی که باید پردازش شوند، به `sh_gamit` بدهید:

```
sh_gamit -expt emed -d 2018 034 035 036 >&! sh_gamit.log
```

فرمان `sh_gamit` در سطح دایرکتوری پروژه اجرا می‌شود. پهنه‌ی زمانی را همچنین می‌توان با استفاده از `-s` `<start_day>` `<stop_day>` مشخص نمود تا نشان‌دهنده‌ی محدوده‌ای از روزهای متوالی باشد. همچنین می‌توان آن را به صورت `-r <days>` مشخص نمود تا نشان دهید که تمایل دارید تا یک روز تک `<days>` پیش از تاریخ فعلی را پردازش نمایید.

در صورتی که برنامه‌ریزی کرده‌اید تا داده‌های مربوط به بیش از GPS را پردازش کنید، از gnss [sys] - استفاده کنید که در آن sys همان G برای GPS، R نیز برای Glonass، C برای Beidou، E برای Galileo و I برای IRNSS است. شما همچنین ممکن است برخی از پارامترهای مشخص‌شده در process.defaults را نیز تحت‌الشعاع قرار دهید:

<type> -orbit نوع مدار (مانند sh_orbits؛ igsf igsr igsu codm gfmz siof مانند) را ببینید؛ پیش‌فرض igsf (است)

<name> -eops سری EOP مورد استفاده (usno [default], usnd)

-sessinfo: بازه‌ی نمونه‌برداری، #epochs، زمان شروع (HH MM) (مثلاً 00 00 2880 30)

-copt: فهرستی از فایل‌ها که باید در دایرکتوری روز فشرده شوند (پیش‌فرض x, k, autcln.out, d)

-dopt: فهرست فایل‌هایی که باید از دایرکتوری روز پاک شوند (پیش‌فرض فقط فایل‌های C هستند)

-pres ELEV: فاز ترسیم در برابر ارتفاع و به عنوان نمودارهای فضایی (پیش‌فرض، صفر)

-nogifs: فایل‌های gif برای نمودارهای فضایی تولید نمی‌شوند (پیش‌فرض این است که از پست‌اسکرپت تولید

شوند)

-ytext: پیشوند سال به نام‌ها در دایرکتوری‌های روز اضافه می‌شوند

<char> -netext: (کاراکتر) پسوند به دایرکتوری‌های روز اضافه می‌شوند

-noftp: سعی نکنید تا هیچ اطلاعاتی خارج از سیستم خود را بر روی ftp قرار دهید (پیش‌فرض این است که بر

روی ftp قرار گیرد).

در بیشتر موارد، پارامترها به نفع مقادیری که شما در process.defaults برای کل آزمایش مشخص نموده‌اید، نادیده گرفته می‌شوند. این صرف‌نظر کردن‌ها می‌توانند مفید باشند، اما اگر بخواهید که اثر پردازش در یک روز در مدارهای مختلف، جدول EOP یا طول نشست یا به ازای GNSS های مختلف را آزمون کنید، در این حالت می‌توانید با اضافه کردن یک کاراکتر به نام دایرکتوری موجود، یک دایرکتوری دوم ایجاد نمایید (مثلاً t netext - برای تولید 034t). زمانی که -gnss مشخص می‌شود، دایرکتوری‌های روز به صورت خودکار با کد GNSS به عنوان پسوند نام‌گذاری می‌شوند (مثلاً 034E برای Galileo). سپس شما می‌توانید با مشخص کردن نام کامل مسیر مربوط به دایرکتوری پردازش با <path> -dir، sh_gamit را از هر محلی بر روی سیستم خود اجرا نمایید. وقتی که این اسکرپت اجرا می‌شود، یک رکورد از هر گام بر روی صفحه نمایش داده می‌شود و شما می‌توانید به سمت یک فایل هدایت شوید (مثلاً به سمت sh_gamit.log). بررسی log فایل‌های روی صفحه به همراه کامنت‌ها و کد منبع در gg/com/sh_gamit و فایل GAMIT.fatal به شما امکان می‌دهد تا بتوانید نقطه‌ی مورد نظر و دلیل شکستی که اتفاق می‌افتد را شناسایی نمایید.

وقتی که پردازش برای تمامی روزها کامل شد، sh_gamit یک پیام برای شما ارسال می‌کند (mailto) در process.defaults). این پیام شامل اطلاعاتی همچون تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده، rms مربوط به باقیمانده‌های فاز یک‌طرفه برای بهترین دو ایستگاه و بدترین دو ایستگاه از فایل خلاصه‌ی تناسب بعدی autcln، مقادیر nrms از Q-file،

تعداد ابهامات برطرف شده و فهرستی از تمام تنظیماتی است که بر روی مختصات ایستگاه‌ها اعمال شده است. این اطلاعات آماری این امکان را برای شما فراهم می‌آورند تا بتوانید تصمیم بگیرید که آیا نیازی به بررسی خروجی GAMIT برای پردازش‌های بیشتر بعدی وجود دارد یا خیر.

به منظور استفاده از sh_glred برای به دست آوردن یک سری زمانی از برآوردهای مکانی، باید بتوانید یک و یا در صورت امکان تعداد بیشتری از فایل‌های کنترلی در دایرکتوری /gsoln که به وسیله‌ی sh_setup ایجاد شده است را ویرایش نمایید. در ساده‌ترین حالت که در آن، شما می‌خواهید از تمامی محل‌ها در راه‌حل‌های GAMIT خود استفاده نمایید و این راه‌حل‌ها با h-file های مربوط به منبع بیرونی ترکیب نمی‌شوند، شما فقط باید glorg.cmd را ویرایش نمایید تا مشخص نمایید که از کدام محل‌ها برای تعریف چارچوب مرجع خود استفاده خواهید نمود. در صورتی که بخواهید از برخی از محل‌ها صرف‌نظر نموده یا این‌که بخواهید نشان دهید که از کدام‌یک از گام‌ها باید در سری‌های زمانی استفاده شود تا ملاحظات زلزله یا تغییرات در ابزار هم مد نظر قرار گیرند، در این صورت لازم است تا globk.cmd و یک فایل earthquake/rename را هم ویرایش نمایید. سپس مثلاً خط زیر را اجرا کنید:

```
sh_glred -expt emed -s 2018 34 2018 36 -opt H G T >&! sh_glred.log
```

گزینه‌ی H به sh_glred می‌گوید که h-file های GAMIT در دایرکتوری روز را به h-file های باینری GLOBK تبدیل نموده و آن‌ها را در glbf/ قرار دهد؛ G نشان‌دهنده‌ی آن است که قرار است تا glred اجرا شود (شما در صورت تمایل می‌توانید از sh_glred استفاده نمایید تا h-file را تبدیل نمایید)؛ و T نیز نشان می‌دهد که نمودارهای سری زمانی با استفاده از sh_plot_pos تولید می‌شوند (ابتدا برنامه tssum فراخوانی می‌شود که مختصات را از خروجی فایل org. در glred استخراج می‌نماید تا فایل‌های pos. تولید شوند). پیش از نسخه‌ی 10.6، امکان استخراج مختصات، صرفاً با برنامه‌های ensum و multibase فراهم بود تا فایل‌های mb تولید شده و با sh_plotcrd ترسیم شوند. این گزینه هنوز هم در نسخه‌ی 10.7 با حرف کلید E وجود دارد، اما در نسخه‌های بعدی به تدریج حذف خواهد شد. در نهایت می‌توانید h-file هایی که در دایرکتوری‌های روز ایجاد کرده‌اید را با استفاده از hfnd در [project]/process.defaults با h-file های جهانی یا منطقه‌ای که توسط یک مرکز پردازش بیرونی (مثلاً MIT یا SOPAC) تولید شده است، با هم ترکیب نمایید (بخش ۳-۴ را ببینید).

در sh_glred از گزینه‌ی netext- با یک یا تعداد بیشتری از کدهای GNSS (یا netext دیگر) استفاده می‌شود تا دایرکتوری‌های روز مورد نظر برای دسترسی به h-file ها در GAMIT انتخاب شود. برای این کار، یک حرف (کوچک) برای h-file های باینری GLOBK اضافه می‌شود تا بین فایل‌هایی که در فهرست globk gdl وجود دارد، تمایز ایجاد شود.

2-4- خلاصه‌ای از جریان برنامه

برای این‌که بدانید که چگونه باید کنترل‌های ورودی را تنظیم کنید و راه‌حل خود را ارزیابی نمایید، باید فایل‌های داده و راه‌حلی که در هر یک از گام‌ها تولید شده‌اند را در ذهن داشته باشید. مثال‌های زیر مربوط به تحقیق انجام‌شده

برروی ۵ ایستگاه دارای GNSS در کالیفرنیا جنوبی مربوط به تاریخ سوم فوریه سال ۲۰۰۰ (یعنی روز ۰۳۴ از سال) است که از آن برای تست نصب در نسخه‌های قبلی استفاده شده است.

فایل	مثال نام	شرح
RINEX	blyt0340.05o	فایل مشاهده‌ی RINEX، ورودی به makex
x-files	xblyt0.034	فایل‌های مشاهده‌ی GAMIT ASCII، مشابه با RINEX، اما زمان‌های شروع/توقف و بازه‌های نمونه‌برداری در تمامی محل‌ها با هم برابر هستند؛ خروجی makex، ورودی برای model
c-files	cblyt0.034	فایل‌های باینری برای مشاهدات GAMIT، حاوی o-c's و مشتقات جزئی و همچنین مشاهدات؛ خروجی model، ورودی و خروجی autcln، ورودی به solve. ششمین پله‌ی افزایش کاراکتر ... a, b, در تکرارهای متوالی.
q-file	qscala.034	گزارش کامل پردازش از solve؛ ششمین کاراکتر p راه‌حل مقدماتی را نشان می‌دهد، a نیز نشان‌دهنده‌ی راه‌حل نهایی است.
GAMIT h-file	hscala.00034	برآوردهای ضعیف برای راه‌حل مقید و کوواریانس‌ها از solve.
GLOBK h-file	h0002031200_scal.glx	h-file باینری برای GLOBK که توسط htoglb تولید شده است.
org file	globk..org	گزارش پردازش از glorg.

توجه داشته باشید که فایل‌های GAMIT با یک یا دو رقم برای سال و شماره‌ی روز از سال نام‌گذاری شده‌اند و دارای یک فرمت الزامی هستند، اما نام فایل‌ها در GLOBK به صورت دلخواه انتخاب می‌شوند، اما نام این فایل‌ها نیز از قدیم به این صورت هستند که دو رقم برای سال در نظر گرفته شده و شامل ماه، روز، ساعت و دقیقه هم می‌شود.

تشریح کاملی از مراحل پیش پردازش انجام شده توسط makexp و makex برای ایجاد x-file ها و فایل های مختصات، ساعت و مدار مورد استفاده توسط model را می توان در فصل ۲ دستورالعمل مرجع GAMIT یافت؛ نامگذاری c-file و تشریحی از q-file و o-file که توسط solve تولید شده اند در فصل ۵ می باشد. از فایل های تولید شده GAMIT، تنها h-file ها در نامشان دارای بیش از یک رقم می باشند چراکه تنها فایل‌هایی هستند که فرای پردازش، برای یک عملیات نقشه برداری استفاده می شوند. فایل org هم در فصل ۵ تشریح شده است.

در ذهن داشتن شیوه ای که فایل ها، داده های خروجی، فراداده های نقشه برداری و فایل های دستوری را از موقعیت طبیعی خود گرفته و برای پردازش به بخش day هدایت می کنند نیز مفید می باشد. فایل های “Global”، که شامل اطلاعات مفید نهفته در gg/tables برای عملیات متعدد می باشند، توسط sh_gamit به بخش tables / پروژه پیوست

شده اند (دستور sh_link_tables) و سپس معمولاً با نامی مشابه به بخش day (دستور links.day) هدایت می شوند. این فایل ها عبارتند از:

جداول EOP از IERS: ut1. pole.
 تقویم های نجومی قمری-شمسی: nbody
 GPST-UTC: leap.sec
 کدهای گیرنده/آنتن IGS: rcvant.dat
 کدهای گیرنده/آنتن تعریف شده توسط کاربر: guess_rcvant.dat
 ابعاد مکانیکی آنتن زمینی: hi.dat
 بلوک ماهواره ای #s PRN، #s، اجرام: svnav.dat
 مدل های مرکز فاز آنتن زمینی/SV: antmod.dat
 کد بایاس های P1-P2، P1-C1: dcb.dat
 ZHD تجربی و عملیات نقشه برداری (MF): gpt.grid
 ZHD و MF وابسته به فضا و زمان: map.grid, map.list
 بارگذاری اقیانوس: otl.grid, otl.list
 بارگذاری جزر و مد اتمسفریک: atl.grid, atl.list
 بارگذاری غیر جزر و مدی اتمسفریک: atml.grid, atml.list

نسخه مشخصی از هر یک از این فایل ها توسط لینک در gg/tables یا مسیر tables/ پروژه مشخص شده است. برای مثال، مدل بارگذاری اقیانوس FES2004، توسط پیوست دادن otl.grid به otl.FES2004 در gg/tables انتخاب شده است. در جداول EOP، منبع (به عنوان مثال IERS Bulletin A، که به صورت usno یا usnd کدگذاری شده) در process.defaults یا خط دستور sh_gamit مشخص شده است و به وسیله لینک درون مسیر tables/ پروژه اجرا شده است. لینکی در مسیر tables/ پروژه برای فایل های بارگذاری اتمسفریک غیر جزر و مدی (otl.grid) و تأخیر اتمسفریک (map.grid) در نسخه ی gg/tables برای سال مناسب ایجاد شده است. از آنجا که فایل های شبکه ای برای VMF1، بارگذاری جزر و مدی اتمسفریک و بارگذاری غیر جزر و مدی اتمسفریک، برای اکثر تحلیل ها نیاز نیستند، بنابراین لینک آن ها می تواند خالی باقی بماند (برای ورودی های sestbl. قسمت زیر را ببینید). تمام این جداول کلی باید هر چند وقت یکبار به روز رسانی شوند. فایل های شبکه EOP و VMF1 و ATML باید به صورت روزانه یا هفتگی در صورت پردازش نزدیک به آنی؛ dcb.dat، ماهانه؛ leap.sec، سالانه؛ svnav.dat، هر موقع که ماهواره جدیدی پرتاب می شود؛ و جداول گیرنده/آنتن هر موقع که نصب آن ها صورت می گیرد. توجه داشته باشید که در انتشار نسخه 10.7 برنامه، موقعیت های زمین و خورشید که از یک جدول بندی ۲۰ ساله به دست می آیند، در فایلی به نام nbody قرار دارد که می تواند در

gg/tables یا به فایل MIT/CfA به نام nbody740.2020.asc که در گذشته برای تولید فایل های soltab و luntab برای هر سال استفاده می شدند، یا به فایل JPL.DE200 به نام JPL متصل و پیوست شود که استاندارد IGS می باشد. ما تفاوت چشمگیری در دقت مداری GNSS بین این دو تقویم نجومی نیافتیم و بنابراین برای حفظ پیوستگی لینکی در gg/tables به فایل MIT/CfA پیوست کردیم. چرخش زمین، که در nutabl برای هر سال از یک روتین تولید شده توسط IERS جدول بندی شده، اکنون از این روتین به صورت درونی محاسبه می شود. اگر لینک nbody خالی باشد، GAMIT به استفاده از [soltab.[yyyy], [luntab.[yyyy] و [nutabl.[yyyy] رجوع می کند که از سال ۲۰۱۸ در دسترس می باشند، ولی در آینده دیگر تولید نخواهد شد.

فایل های دستوری (فایل های process.defaults, sites.defaults, sestbl, sittbl, autcln.cmd و GLOBK) معمولاً مختص به یک پروژه نقشه برداری مشخص یا پردازش خاص می باشند بنابراین نسخه اصلی و کامل این فایل ها معمولاً در بخش [projects]/tables یا یک بخش سطح بالاتر رایج برای پروژه های متعدد نگهداری می شود که هر یک از آن ها می تواند تنها متعلق به داده های یک سال باشد. البته امکان وارد کردن چندین سال در یک پروژه با پیش پیوست سال به بخش های روزانه وجود دارد ولی این کار پیچیدگی هایی را در لینک کردن یک سال تک، فایل های هواشناسی و بارگذاری به بخش [project]/tables ایجاد می کند. زمانی که sh_gamit اجرا می شود این فایل ها به هر بخش روزانه لینک می شود. اگرچه، اگر یک فایل با نامی مشابه در بخش روزانه وجود داشته باشد، حذف خواهد شد، بنابراین اگر به تنظیمات متفاوتی برای یک روز نیاز دارید (مثلاً، یک فایل autcln.cmd مختص یک روز) می توانید آن را درون بخش روزانه ایجاد کنید و آن فایل در طول پردازش های تکراری آن روز باقی خواهد ماند.

سومین مجموعه از فایل ها شامل آن هایی هستند که مختص روز می باشد. این ها شامل فایل های داده نشان داده شده در ابتدای این بخش و نیز فایل های مدار، ساعت و مختصات ایجاد شده در حین پردازش می باشد. اطلاعات مداری اولیه برای GAMIT (کوتاه، ascii) فایل g (مثلاً، g0.034) به طوری که 'f' اول کلمه final در دستور -orbt توسط 'g' اول GNSS جایگزین شده است) می باشد که برای هر ماهواره شامل مقادیر موقعیت و سرعت در یک دوره مشخص (معمولاً در ساعت ۱۲:۰۰ در روزی که پردازش می شود) و ضرایب مدل فشار-تابش خورشیدی ۹ مولفه ای می باشد. این ۱۶ پارامتر برای arc برای تولید یک تقویم نجومی جدولی (فایل t باینری، مثلاً، tigsg0.034) برای استفاده در محاسبات مقدار نظری مشاهدات در مدل کافی می باشند. در پردازش معمولی، فایل g توسط sh_gamit (با استفاده از sh_sp3fit) در بخش /igs با برازش مدل arc به یک تقویم نجومی جدولی ascii (در فرمت IGS sp3) از یک منبع خارجی تولید می شود. سپس sh_gamit فایل g را در بخش /gfiles کپی می کند و لینکی از بخش روز به فایل در بخش /gfiles تولید می کند. این روند پیچیده به دو دلیل مفید می باشد: ۱) GAMIT به مشتقات جزئی موقعیت مداری با توجه به پارامتر های اولیه برای تخمین آن ها نیاز دارد و این پارامتر ها در فایل sp3 در دسترس نیستند، ۲) بخش های /igs و /gfiles را می توان برای ایجاد مدارهای چند روزه برای پردازش داده های پیش از IGS به کار برد. فایل ساعت ماهواره (مثلاً، jcord0.034 یا jbrdc0.034) و فایل های ساعت گیرنده (مثلاً، kblty0.034، iscal0.034) همگی فقط درون بخش

روزانه وجود دارند. شرحی از هر یک از این فایل ها را می توان در فصول ۱ و ۲ از دستورالعمل مرجع GAMIT یافت. فایل اصلی مختصات نقشه برداری به نام lfile نامگذاری شده و در بخش tables/ پروژه نگهداری می شود. زمانی که sh_gamit اجرا می شود، یک لینک مختص روز تولید می کند، مثلاً lscal0.034 در بخش روزانه، به طوری که به روز رسانی آن ها با هر یک از دو روند انجام می شود و نام های lscal0.034 و lscalb0.034 به طور نمونه به آن ها داده می شود. در مورد قوانین به روز رسانی tables/lfile... را در بخش ۴-۴ بحث می کنیم.

3-4- آماده سازی فایل های کنترلی پردازش

جریان برنامه درون sh_gamit و sh_glred توسط process.defaults که در زیر با تفسیر در هر قسمت نشان داده

شده است کنترل می شود:

```
## LOCAL DIRECTORIES
# Directory for translation of raw data (may have links to /rawfnd)
set rawpth = "/data13/simon/mitnet/raw"
# Directory path for raw archives (search all levels); e.g. /data18/simon
set rawfnd = ""
# Input files for RINEX translators
set mpth = "$procdir/mkrinex"
# RINEX files directory
set rpth = "$procdir/rinex"
# Directory path for RINEX archives (search all levels); e.g. /data18/simon
set rnxfnd = ""
# Directory for RINEX navigation files (Broadcast orbits)
set bpth = "$procdir/brdc"
# IGS files directory
set ipth = "$procdir/igs"
# Directory for g-files
set gpth = "$procdir/gfiles"
# GAMIT and GLOBK tables directory
set tpth = "$procdir/tables"
# Globk solution directory
set glbpth = "$procdir/qsoln"

# Globk binary h-file directory
set glfpth = "$procdir/glbh"
# Output directory for skyplots (converted from ps to gif to save space)
set gifpth = "$procdir/gifs"
# Place to store temporary control files
set cpth = "$procdir/control"
# Archive root directory (cannot be null even if not used)
set archivepth = "$procdir/archive"
```

این

بخش اول به سادگی قسمت ها را نام گذاری می کند تا در پردازش از آن ها استفاده شود. بسته به این که شما ورودی را شامل کنید و این که در واقع از این بخش استفاده کنید یا خیر اکثر بخش ها با این نام ها تولید می شوند. تنها ورودی که

شما احتمالاً آن را تغییر می دهید glbpth می باشد که اگر شما از روش sh_glred موازی با استفاده از مثلاً ترکیب های متفاوتی از داده استفاده می کنید، ممکن است بخواهید نام های متفاوتی به بخش ها اختصاص دهید.

```
## GAMIT
# Set sampling interval, number of epochs, and start time for processing
set sint = '30'
set nepc = '2880'
set stime = '0 0'
# Variables for updating station.info tables (see sh_upd_stnfo)
set stinf_unique = "-u"
set stinf_nosort = "-nosort"
set stinf_slthgt = "2.00"
# Set "Y" to use RINEX header coordinates if not in lfile or apr file
set use_rxc = "N"
# 4-character code for broadcast orbits
set brdc = 'brdc'
# Set the ftp archives to be searched for RINEX files
set rinex_ftpsites = ( sopac cddis unavco )
# Minimum x-file size to be processed (Def. 300 blocks)
set minxf = '300'
# Set search window for RINEX files which might contain data for day
set rx_doy_plus = 1
set rx_doy_minus = 1

# Default apr file for sh_gamit
set aprf = igs14_comb.apr
# Set compress (copt), delete (dopt), an archive (aopt) options
set copt = ( x k ao )
set dopt = ( c )
set aopt = " "
```

متغیر ها در این جا به صورت پیش فرض تعیین شده اند ولی می توان آنها را با گزینه sessinfo- در خط دستور sh_gamit تغییر داد. آن ها به ترتیب بازه نمونه برداری، تعداد دوره ها (۲۸۸۰)، برابر با ۲۴ ساعت با دوره های ۳۰ ثانیه ای می باشد) و زمان شروع (ساعت، دقیقه) را مشخص می کنند. چهار ورودی بعدی به شما اجازه می دهند تا نحوه به روز رسانی L-file و station.info را کنترل کنید. آن ها با ورودی های sites.defaults کار می کنند که در بخش بعدی تشریح می شوند. گزینه rinex_ftpsites مشخص می کند که کدام آرشیو های از راه دور باید برای فایل های RINEX جستجو شوند؛ شما می توانید آرشیو های منتخب خود را با تدوین gg/tables/ftp_info اضافه کنید. گزینه سائز مینیوم فایل x به شما اجازه می دهد که داده های با مدت خیلی کوتاه که قابل استفاده نمی باشند را از پردازش GAMIT خارج کنید. پیش فرض بلوک -۳۰۰ (۳۰۰ Kb در اکثر دستگاه ها) حد را حدود ۳ ساعت ردیابی تنظیم می کند؛ برای پردازش های کوتاه می توانید این عدد را به یک عدد کوچکتر تغییر دهید. گزینه های پنجره جستجو sh_gmit را برای یافتن فایل های RINEX نام گذاری شده با روز متفاوتی از روزی که در حال پردازش است هدایت می کنند. این کار اطمینان حاصل می کند که شما داده های محلی درون یک فایل با نام روز قبلی را از دست نخواهید داد (rx_doy_minus) و برای قسمت های نیمه شب شما از ftp استفاده خواهید کرد و داده های IGS حاصل از بخشی از روز بعدی را وارد خواهید کرد (rx_doy_plus). در صورت داشتن فایل های RINEX که چندین روز را پوشش می دهند، گزینه rx_doy_minus ممکن است نیاز به افزایش داشته باشد (ماکزیمم در GAMIT برابر با ۷ می باشد). اگر بدانید که تمام داده های شما در بازه ۲۴-

• ساعته مورد انتظار می باشد، تغییر این ها به صفر، مقداری از زمان صرفه جویی می کند. هر دوی این گزینه ها را می توان در خط دستور sh_gamit در صورت تمایل بر اساس روز-به-روز تغییر داد.

```
## RESOURCES
# Minimum raw disk space in Kbytes
set minraw = '30000'
# Minimum RINEX disk space in Kbytes
set minrinex = '30000'
# Minimum archive disk space in Kbytes
set minarchive = '20000'
# Minimum working disk space in Kbytes
set minwork = '200000'
```

تنظیمات منبع در صورتی که فضای کافی برای کامل کردن پردازش وجود نداشته باشد از شروع شدن آن جلوگیری می کند.

```
## OPERATING-SYSTEM-DEPENDENT SETTINGS
# UNIX df command to return free space in kilobytes
set udf = 'df -k'
# old HP
# set udf = 'bdf -k'
# UNIX mail command to allow subject in the command line
set umail = 'mail -s'
# old HP
# set umail = 'mailx -s'

# Mail address for the processing report (if null will default to #
`whoami` in sh_gamit)
set mailto = ' '
# Host name for email and anonymous ftp password use
# (if null will default to `hostname` in sh_gamit)
set machine = ' '
# Ghostscript path
set gspath = '/usr/bin'
# ImageMagick path for 'convert', used for gif conversion
set impath = '/usr/bin'
# set impath = '/usr/bin/X11'
```

تنها تنظیمات وابسته به سیستمی که احتمالاً نیاز به تغییر دارد، مسیر برنامه convert می باشد، که برای تبدیل نقشه های آسمان از پست اسکرپیت به png استفاده می شود. اگر تنظیمات UNIX شما دسترسی به convert ندارد، از nopngs- در خط دستور sh_gamit استفاده کنید تا در بخش روزانه به صورت پست اسکرپیت باقی بماند.

فایل site.defaults مشخص می کند که از هر ایستگاه به چه صورت در پردازش استفاده خواهد شد. از آن جایی که تمامی ایستگاه های درون بخش rinex/ شما به صورت اتوماتیک در پردازش وارد خواهد شد، در اکثر موارد شما تنها باید ایستگاه هایی که می خواهید به صورت اتوماتیک داده های حاصل از یک آرشیو از راه دور در آن بارگیری شود را لیست کنید (ftprnx نشانه). این عمل بر این فرض می باشد که شما نمی خواهید ایستگاه هایی را از به روز رسانی در

satation.info (نشانه xstinfo) خارج یا به آن وارد کنید، یا آن ها را از پردازش ایستگاه هایی که برای آن ها فایل های RINEX در بخش rinex/ موجود است، خارج کنید (نشانه xsite). توجه کنید که باید پس از نام هر ایستگاهی ۴ کاراکتر از نام "آزمایشی" که در پردازش از آن استفاده می کنید را استفاده کنید (در مثال زیر به صورت scal نشان داده شده

است). این الزام برگرفته از ویژگی امکان انتخاب ایستگاه ها sites.defaults مورد استفاده در هر تعداد زیرشبکه به هنگام پردازش چندین زیرشبکه می باشد.

```
# File to control the use of stations in the processing
#
# Format: site  expt  keyword1  keyword2  ....
#
# where the first token is the 4- or 8-character station name;
# the second token is the 4-character experiment name,
# and the remaining tokens, read free-format, indicate how the station is
# to be used in the processing. All stations for which there are RINEX
# files in the local directory will be used automatically in the GAMIT
# processing and do not need to be listed.
#
# ftprnx = sites to ftp from rinex data archives.
# ftpraw = sites to ftp from raw data archives.
# xstinfo = sites to exclude from automatic station.info updating.
# xsite  = sites to exclude from processing, all days or specified days
#
all_sites scal xstinfo
blyt_gps  scal ftprnx
jplm_gps  scal ftprnx
math_gps  scal ftprnx
# ttth_gps  scal xstinfo xsite:1999_256-1999_278
```

گزینه xsite را می توان در خط دستور sh_gamit نیز استفاده کرد.

پردازش درون خود GAMIT (solve, autcln, model, arc) توسط sestbl, sittbl و autcln.cmd کنترل می

شود. ورودی های sestbl که شما احتمالاً در تنظیمات پردازش خود در نظر می گیرید، در زیر نشان داده شده اند:

```

Choice of Experiment = BASELINE. ; BASELINE/RELAX./ORBIT
Satellite Constraint = N ; Y/N ( N ignores the next two lines, giving constraints in ppm
and %)
all a e i n w M rad1 rad2 rad3 rad4 rad5 rad6 rad7 rad8. rad9
0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 1 1 .1 .1 .1 .1 .1 .1

Choice of Observable = LC_AUTCLN ; LC_HELP/L1 ONLY/L2 ONLY/LC ONLY/L1 RECEIVER/L1,L2 INDEP
Ambiguity resolution WL = 0.15 0.15 1000. 99. 15000.; increase chi-sq ratio to stop search
Ambiguity resolution NL = 0.15 0.15 1000. 99. 15000.; set dist = 500. for LC_HELP
Ionospheric Constraints = 0.0 mm + 8.00 ppm; set for mid-solar max -used only for LC_HELP
D
Map = GMF ; GMF(default)/NMFH/VMF1
WMap = GMF ; GMF(default)/NMFH/VMF1
Map.grid = Y ; YES/NO (default NO)
Met obs source = GPT 50 ; hierarchical list: RNX UFL GPT/STP [humid value]
Zenith Delay Estimation = YES ; YES/NO
Interval Zen = 2 ; zenith-delay parameters at 2-hr-intervals
Zenith Variation = 0.02 100. ; zenith-delay variation, tau in meters/sqrt(hr), hrs
Elevation cutoff = 0. ; elevation cutoff for SOLVE; default 0 to use autcln cutoff
Atmospheric gradients = YES ; YES/NO (default no)
Number gradients = 2 ; number of gradient (E/W or N/S) parameters (default 1)
Gradient Constraints = 0.01 ; gradient at 10 deg elevation in meters
Gradient Variation = 0.01 100. ; gradient variation, tau in m/sqrt(hr), hrs (default .01 100)
Output met = N ; write the a priori met values to a z-file

Update T/L files = L_ONLY ; L_ONLY (default), T_AND_L , T_ONLY, NONE

AUTCLN Command File = autcln.cmd ; filename; default none (use default options)
Station Error = ELEVATION 10. 0.0001 ; a**2 + b**2/sin(elev)**2 in mm, default = 4.3 7.0

Decimation Factor = 4 ; decimation factor in solve
Quick-pre observable = LC_ONLY ; for 1st ('prefit) soln; default same as Choice of Observ
Quick-pre decimation factor = 10 ; autcln pre, default same as Decimation Factor

Antenna Model = ELEV ; NONE/ELEV/AZEL default = NONE
Tides applied = 31 ; Binary: 1 earth (2 Kl for IERS92)) 4 pole 8 ocean loading
16 remove mean pole 32 atm; default = 31
Use otl.list = N ; Station-list file for ocean tidal loading (default N)
Use otl.grid = Y ; Global grid file for ocean tidal loading (default N)

```

مقادیر نشان داده شده برای پردازش ناحیه ای یا کلی برای اکثر داده های به دست آمده پس از ۱۹۹۵ مناسب می باشند. با تنظیم choice of experiment = BASELINE، شما مدارها را ثابت کرده و پارامترهای مداری حاصل از پردازش GAMIT و خروجی h-file ها را حذف می کنید. اگر قصد ترکیب کردن h-file های خود را با h-file های حاصل از پردازش کلی، به طور مثال در MIT یا SOPAC دارید، یا در حال پردازش یک GNSS با مدارهای ضعیف می باشید، بنابراین باید choice of experiment = BASELINE را تنظیم کنید و محدودیت هایی به پارامترهای مداری اعمال کنید. مقادیر داده شده برای پارامترهای مداری (۱ قسمت در 10^9 یا حدود ۲ سانتی متر) برای مدارهای IGS فعلی منطقی می باشند (برای دقت مداری در طول زمان به <http://acc.igs.org> مراجعه کنید).

چهار ورودی بعدی مشاهدات مورد استفاده و حل ابهام را کنترل می کنند. LC_HELP و LC_AUTCLN انتخاب های معمول با گیرنده های دو فرکانسی و کوتاه ترین خطوط پایه می باشند. با گزینه LC_AUTCLN، ابهامات خط عریض اعمال می شوند و با استفاده از شبه بازه ها در autcln حل می شوند. با LC_HELP، ابهامات خط عریض با اعمال محدودیت یونوسفریک حل می شوند (مراجعه به دونگ و همکاران، ۱۹۹۸). برای داده های به دست آمده توسط گیرنده های بدون کد (پیش از ۱۹۹۴) باید از LC_HELP استفاده شود. پارامترهای حساسیت برای ابهامات هر دو خط عریض (با LC_HELP) و خط باریک به طور محافظه کارانه تنظیم می شوند ولی اگر نیاز به دقت بیشتر از مشاهدات کوتاه باشید ممکن است نیاز باشد که تغییر کند. برای جزئیات بیشتر به دونگ و همکاران [۱۹۹۸] و بخش ۳-۵ دستورالعمل مرجع GAMIT مراجعه کنید. برای خطوط پایه کمتر از چند کیلومتر، استفاده از L1 و L2 به طور مستقل یا تنها L1 می

تواند نویز را در مقایسه با استفاده از ترکیب بدون یونوسفر کاهش دهد. برای کنترل سائز خطاهای یونوسفریک، استفاده از LC_HELP, L1_ONLY, L2_ONLY و L1 و L2_INDEP و مقایسه نتایج آنها، کار عقلانی است. اگر داده های شما توسط یک گیرنده تک فرکانسی به دست آمده اند، باید L1_RECEIVER را در sestbl تنظیم کنید و همچنین دستور L1only را در autcln.cmd اضافه کنید چون autcln به طور پیش فرض در پاکسازی از هر دوی L1 و L2 استفاده می کند (حتی اگر L1_ONLY برای solve درخواست شده باشد).

سری بعدی ورودی ها، مدلسازی و تخمین تأخیر اتمسفریک را کنترل می کند. دستور اول عملکرد نقشه برداری را برای استفاده در نشان دادن تأخیر زینت برای زاویه ارتفاع ماهواره ها مشخص می کند. از عملکرد های مختلفی باید برای تأخیر هیدرواستاتیک ("خشک")^۱ و تأخیر "مرطوب"^۲ به دلیل بخار آب استفاده کرد. عملکرد پیش فرض که برای دقیق ترین مطالعات ارتفاعات و برای مطالعات هواشناسی کافی می باشد، "عملکرد نقشه برداری کلی" (GMF) می باشد که توسط بوئم و همکارانش [۲۰۰۶a] از طریق برازش داده های مدل عددی آب و هوا (NWM) در طول ۲۰ سال توسعه داده شده است. بازسازی دقیق تری از داده NWM را می توان با استفاده از درون یابی ضرایب عملکرد نقشه برداری مرطوب و هیدرواستاتیک به عنوان تابعی از زمان و مکان حاصل از فایل های شبکه کلی (بزرگ) تألیف شده توسط گروه وین به دست آورد [بوئم و همکاران، ۲۰۰۶]. شما با دانلود فایل های شبکه ای VMF1 برای هر سال از pub/GRIDS در Everest.mit.edu و تنظیمات map.grid = Y و DMap = VMF1 و WMap = VMF1 به این مقادیر دسترسی خواهید داشت. دستور بعدی منبع فشار (مهمتر از بقیه، به همراه دما) را برای یک تأخیر هیدرواستاتیک زینت پیشین (ZHD) کنترل می کند. دقیق ترین مقادیر، اگر در دسترس باشند، حاصل از اندازه گیری های محلی فشار سطحی می باشند که می توانند در فایل های RINEX نوشته شوند و در یک بخش /met برای استفاده توسط sh_gamit ذخیره شوند. تنظیم اولین گزینه Met obs source = RNX به GAMIT می گوید که از این ها برای هر ایستگاهی که در دسترس هستند استفاده کند. دقیق ترین منبع بعدی مقادیر ZDH حاصل از فایل های شبکه ای VMF1 می باشد. از آن جایی که GAMIT فایل شبکه را برای تمامی ایستگاه های استفاده شده برای روز می خواند و مقادیر را در U-file می نویسد، شما این گزینه را با تنظیمات Met obs source = UFL و map.grid = Y انتخاب می کنید (اگر شما از یک فایل لیست - ایستگاه VMF1 استفاده می کنید، map.list، گزینه دوم، GPT یا UFL را می توان برای ایستگاه هایی که در لیست نیستند استفاده کرد). از آن جایی که تنها منبع داده های NWM ZDH جدول بندی شده فعلی برای GAMIT شبکه های نقشه برداری VMF1 می باشند، فایل های met.grid و met.list هنوز پشتیبانی نشده اند. در نهایت، با توجه به توابع نقشه برداری، گروه وین یک مدل تحلیلی از داده های NWM ایجاد کرده است که برای "دما و فشار کلی" (GPT2) طراحی شده است، (لاگلر و همکاران ژئوفیز. رسل. لت. ۴۰، doi:10.1002/grl50288، ۲۰۱۳). مقادیر تأخیر هیدرواستاتیک زینت (ZDH)، دما، نرخ

چرخش و عملکرد های نقشه برداری خشک و مرطوب به عنوان تابعی از طول و عرض جغرافیایی و روز-سال که میانگین هایی از یک برازش ماهانه ۱۰ ساله از یک مدل عددی آب و هوای کلی می باشد از جدول gpt.grid در gg/tables خوانده می شود. گزینه STP ثابت های استاندارد (۱۰۱۳,۲۵ hpa، ۲۰ درجه سانتی گراد) استفاده شده برای نسخه ۱۰,۳ را به دست می دهد. برای حفظ خطاهای زیر ۲ میلی متر در تخمین های ارتفاع، شما به دقتی نزدیک به ۱۰ hPa در یک فشار پیشین نیاز دارید [ترگونینگ و هرینگ، ۲۰۰۶].

دستور Interval Zen، تعداد پارامترهای تاخیر زینت، که با استفاده از session برآورد می شود را کنترل می کند. برای مطالعات ژئودتیکی، برآورد مقادیر در فواصل ۲ ساعته، با محدودیت های داده شده، بیش از اندازه مورد نیاز کافی است و دقت لازم را می دهد. در مطالعات هواشناسی، ممکن است بخواهید پارامترهای بیشتری را تخمین بزنید و یا محدودیت ها را تغییر دهید (به فصل ۷ کتابچه راهنمای مرجع GAMIT مراجعه کنید). در تغییرات جوی، ما اجازه اعمال یک تغییر خطی در طول این جلسه^۱ (دو پارامتر برای هر یک از گرادیان های N/S و E/W) را می دهیم.

دستور به روزرسانی L-file این اطمینان را می دهد که پردازش ثانویه^۲ تنظیماتی در یک محدوده خطی خواهد داشت و به sh_gamit اجازه می دهد تا مختصات به روز شده را در پردازش روزهای متوالی اعمال کند. ضوابط بر روزرسانی، به طور پیش فرض برای تنظیمات بالاتر از ۳۰ سانتی متر، تنظیم شده است (اگرچه این تنظیمات را می توان با دستور sestbl تغییر داد، که در اینجا نمایش داده نشده است). اگر می دانید که کلیه مختصات های اولیه شما دارای دقت چند سانتی متری است و نمی خواهید داده های خراب، مختصات موجود در L-file را تخریب نماید، می توانید تنظیمات را به صورت update T/L files =NONE انجام دهید.

سه دستور بعدی چگونگی وزن گیری داده های فاز را در پردازش های اولیه^۳ و ثانویه کنترل می کنند. ورودی خطای ایستگاه^۴ (نشان داده شده، به دستور solve می گوید که چگونه از ارتفاع وابسته وزنی برای تاریخ فاز، استفاده کند. در پردازش اولیه، خطای اختصاص داده شده ۱۰ میلی متر با ارتفاع، وابسته قابل اغماض است. مطابق آنچه که در فایل چاپی خروجی ثبت شده است، با استفاده از AUTCLN postfit=Y (پیش فرض Type of analysis = 1-ITER)، پردازش ثانویه با تخصیص وزن به داده های فازی بر اساس پراکندگی واقعی محاسبه شده توسط autcln در ویرایش "postfit" اجرا می شود، که شامل هر دو عبارت ثابت و وابسته به ارتفاع می باشد. وزن دهی وابسته به ارتفاع، تقریباً برای همه تجزیه و تحلیلها توصیه می شود. تنها یک استثنا وجود دارد و آن هم زمانی ممکن است که بررسی مربوط به آزمایش مدلهای حساس به ارتفاع کم (به عنوان مثال توابع نقشه برداری) باشد.

نمونه گیری از داده ها برای پردازش وابسته به خطای وزنی آنها می باشد. برای شفافیت و گویایی اهداف مشخص (مدل، autcln)، نمونه گیری کامل از x-file (معمولاً ۳۰ یا ۱۵ ثانیه) استفاده می شود. با این حال، از آنجا که خطاهای

^۱ Session^۲ Second solve solution^۳ Preliminary solution^۴ Station Error

فازی در دقایق بسیاری به یکدیگر وابسته هستند، نیازی به استفاده از نمونه گیری با این تکرار در solve نیست. ضریب عدم تجزیه به طور پیش فرض (۴)، و در نتیجه نمونه گیری ۲ دقیقه ای برای مورد متداول می باشد، عدم قطعیت های رسمی را ارائه می دهد، که معمولاً در صورت وجود یک یا دو عامل معقول بوده و این در حالی است که زمان را به میزان قابل توجهی کاهش می دهند (به بحث عدم قطعیت ها در بخش 3-3 مراجعه کنید). در پردازش اولیه استفاده شده برای دستیابی به تراز مختصات دسی متری، به منظور ویرایش و برای جلوگیری از غیر خطی بودن در تنظیمات نهایی، نمونه برداری ۵ دقیقه ای کافی است.

بیش از یک دوجین ورودی. sestbl وجود دارد که مدل های مورد استفاده در پردازش داده ها را کنترل می کنند. همه اینها در پایین فایل الگو در gg/tables آورده شده و در بخش 2.۳ از مرجع راهنمای GAMIT، پیرامون آنها بحث شده است. سه نمونه نشان داده شده در اینجا، مواردی هستند که به احتمال زیاد برای برنامه های فعلی نیاز به ویرایش دارند. تغییر مدل آنتن (Antenna Model)، به None، اجازه عبور از مسیری فرعی به فایل تغییرات مرکزی فاز antmod.dat (PCV) را می دهد، البته استفاده از این گزینه فقط در صورت استفاده از آنتن های یکسان در یک شبکه منطقه ای کوچک توصیه می شود. گزینه Tides applied بصورت کدگذاری باینری است و امکان استفاده از هر ترکیبی از مدل های مختلف جزر و مدی را دارد. در اکثر برنامه های کاربردی ممکن است تنظیمات پیش فرض را حفظ کنید، یعنی اعمال تمام اثرات جزر و مدی که در حال حاضر در GAMIT وجود دارد (اگرچه ۲ بیت برای K1 با مدل فعلی IERS 2003 برای جزر و مدهای با بدنه صلب لازم نبوده و جزر و مد قطبی را نیز می توان بعداً در GLOBK اعمال کرد). اگر داده های شما به شدت تحت تأثیر بارگذاری جزر و مدی اقیانوس ها قرار نمی گیرند، ("otl")، یا نمی خواهید از روی فایل های بزرگ شبکه بارگیری اقیانوس کپی کنید، ممکن است این مدل را حذف کنید، و تنظیمات Tides applied = 23 را به جای ۳۱ اعمال کنید. پارامترهای otl از یک لیست ایستگاه یا یک شبکه جهانی خوانده می شوند که مقادیر لیست ایستگاه در صورت استفاده از otl.list = Y دارای تقدم هستند که در آن ایستگاه های شبکه حداکثر در فاصله ۱۰ کیلومتری یک ایستگاه موجود در فایل قرار دارند. اگر شما ایستگاه های محلی نزدیک به ایستگاه IGS دارید، توصیه می شود از این شبکه بطور انحصاری استفاده کنید تا در حرکات نسبی دو ایستگاه مصنوعات و داده های غیرواقعی را وارد نکنید.

sittbl شامل گزینه هایی است که می توانند بر اساس مبنای ایستگاه به ایستگاه تنظیم شوند. عرض جدول، با ورودی هایی که توسط سرصفحه ستون موجود، مشخص می شود، متغیر است. نسخه کامل به صورت gg/tables/sittbl.long در دسترس است، اما نسخه کوتاه نشان داده شده در زیر، تنها شامل ورودی هایی است که به احتمال زیاد تمایل دارید که تغییر دهید: محدودیت های اولیه ایستگاه که در GAMIT اعمال شدند، به منظور بهبود

دقت ابهام فاز و دستیابی به پردازشی که امکان بازرسی چشمی را به شما بدهد (فرض می شود که پردازش نهایی شما از GLOBK خواهد آمد).

```

SITE          --COORD.CONSTR.--
      << default for regional stations >>
ALL          100.  100.  100.
      << Stations to constrain >>
BLYT Blythe_    0.010 0.010  0.02
JPLM JPL Mesa   0.010 0.010  0.02
MATH Lake Matthews 0.010 0.010  0.02

```

نام ایستگاه که دارای ۴ کاراکتر می باشد باید در چهار ستون اول، نام ۱۲ کاراکتری دارای طول دلخواه در زیر یک عنوان خالی نشان داده شوند، و محدودیت های مختصات که با فرمت آزاد هستند، اما باید در ستون های مشخص شده توسط عنوان COORD.CONSTR قرار بگیرند. محدودیت ها به ترتیب برای مولفه های North, East, Up و بر اساس متر هستند.

فایل کنترلی باقی مانده برای GAMIT، فایل autcln.cmd می باشد. محتویات این فایل، پیچیده است اما تقریباً همیشه می تواند بدون تغییر باقی بماند. مواردی که ممکن است بخواهید تنظیمات پیش فرض را تغییر دهید شامل داده هایی از گیرنده های بدون کد، ایستگاه هایی که برای آنها نمی توانید مختصات اولیه ای بهتر از ۱۰ متر داشته باشید، یا مشاهدات مسیرهای کوتاه (>۳ ساعت) می باشد. برای بحث دقیق تر در مورد تنظیمات autcln، به 2.4 راهنمای مرجع GAMIT مراجعه کنید.

دو فایل کنترلی برای دستور sh_glred مورد نیاز می باشد. این دو فایل، globk.cmd و glorg.cmd هستند که توسط اسکریپت تنظیم شده اند، اما با استفاده از گزینه های دستورهای globk_cmd و glorg_cmd می توان آنها را نادیده گرفت. بر خلاف sestbl. و sittbl. در GAMIT که در آنها هر کدام از داده های ورودی می بایست از ستون اول آغاز شوند، تمامی فایل های GLOBK، همانند فایل های کنترلی sh_gamit و process.defaults و site.defaults، از این قرارداد پیروی می کنند که خالی نبودن ستون اول نشان دهنده یک یادداشت می باشد (* و # در مثال های آورده شده در زیر) به غیر آن می توانید شروع کلمات کلیدی (دلخواه) رادر خط ۱ که با لیست <options> در انتهای خط دستور globk/glred مطابقت دارد، مشخص نمایید. اگر کلمه کلیدی به عنوان یک گزینه داده شود، در فایل دستور globk /

glred جایگزین کلید واژه با یک جای خالی خواهد شد و بدین ترتیب دستور را فعال می کنید. برای مثال، فایل دستوری که در زیر نشان داده شده است، از این نمونه است:

```
sh_glred -expt emed -s 2018 34 2018 36 -ncomb 3 -globk_prefix COMB -opt G
```

این فایل دستوری را از یک سری دستور مناسب برای سری زمانی (پردازش برای هر روز) به حالتی که تمام روزها را در کنار هم جمع می کند و یک h-file ترکیبی را برای دوره بررسی می سازد، تبدیل می کند.

```
* globk/glred command file for time series, short-term combinations
* and velocity solutions
* Set COMB as a globk command line option for short-term combinations;
* since these commands follow the commands for repeatabilities, they
* will take precedence when invoked.
* Set VEL as a globk command-line option for velocity; since these
* commands follow the commands for repeatabilities, they will
* take precedence when invoked.
* Set KEEP to allow glorg to be run separately after run; useful
* for testing as a globk command-line option.
* Any combination, e.g. COMB+KEEP or VEL+KEEP will use both (or more)
* options.
* Lasted edited 180601

* << column 1 must be blank if not comment >>

* Use wild-cards in file names so that parallel runs do not overwrite
* each other. The "@" symbol is replaced with the .gdl-file name root.

* This group of commands must appear before any others:

eq_file ~/gg/tables/igs14_comb.eq
ITRF08 eq_file ~/gg/tables/itrf08_comb.eq
# Optionally add a second eq_file for analysis-specific renames
x eq_file my_eq_file.eq

# For time-series runs, it's faster not to use the "com_file" command
# (com_file need not be created; only needed if glorg or glsave are
# to be run by themselves after globk completes).
* This group of commands must appear before any others:
KEEP com_file @.com ! Allows parallel runs
srt_file @.srt
srt_dir +1

# Normally for combined files, make_svs is not needed. Only needed if
# orbits are to be estimated.
x make_svs @.svs A

* End of commands that must appear first

* Solution file pointed to by the com file, if used
VEL sol_file @.sol
```

```

* ITRF 2014 augmented by now-defunct sites and recent IGS solutions;
* matched to igs14_comb.eq (ITRF2014; default)
apr_file ~/gg/tables/igs14_comb.apr
ITRF08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb.apr
# Optionally add additional apr files for other sites

# Do not used an a priori rotation file with multi-day H-files
x in_pmu ~/gg/tables/pmu.usno

* Set maximum chi2, prefit coordinate difference (m), and rotation
* (mas) for an h-file to be used;
max_chii 13 3 100

# increase tolerances to include all files for diagnostics
x max_chi 100 5.0 20000

* Correct the pole tide when not compatible with GAMIT.
* Use caution here is binary hfiles from SINEX are used since these
* file do not contain status of pole tide correction.
app_ptid all

* Invoke glorg
org_cmd glorg.cmd

* Print file options
crt_opt NOPR
prt_opt NOPR GDLF CMDS
org_opt PSUM CMDS GDLF FIXA RNRP
VEL org_opt ERAS PSUM CMDS GDLF VSUM FIXA RNRP
# The output .org-file will be generated from the
# .prt-file name from the globk command line
# sh_glred will name the glorg print files
# To set an explicit name for the glorg print file
# globk print file name from the globk command line
x org_out glred_-----.org
xVEL org_out globk_-----.org

* Coordinate parameters to be estimated and a priori constraints
apr_site all 10 10 10 0 0 0
VEL apr_site all 10 10 10 1 1 1

```

```

* Rotation parameters to be estimated and a priori constraints
apr_wob 10 10 1 1
apr_utl 10 1
# EOP tight if translation-only stabilization in glorg (also comment out
mar_wob, mar_utl)
x apr_wob .25 .25 .1 .1
x apr_utl .25 .1
* For multiday combinations allow EOP's to change between days.
* The rate terms here depend on nature of gamit solutions:
* For RELAX. solutions, EOP rates are estimated and when combined
* with daily MIT .GLX-files, the rates are allowed to change and
* will be jointly estimated between the MIT and local file. When
* baseline processing is used, the rates would only apply to MIT
* files.
COMB mar_wob 3650 3650 365 365
COMB mar_utl 365 365
VEL mar_wob 3650 3650 0 0
VEL mar_utl 365 0

# Allow translation and scale variations for pre-1995 data and
# for data analyses that feature a change in SV PCVs (e.g.
# operational, pre-repro1 MIT or SOPAC h-files before Week 1400, Nov
2006)
x apr_tran 1 1 1 0 0 0
xVEL apr_tran 1 1 1 1 1 1
xVEL mar_tran 3.65 3.65 3.65 0 0 0
SCALE apr_scale 10 0
xVEL apr_scale 10 1.

xVEL mar_scale 365 0

* If orbits free in GAMIT (RELAX.) and you want them fixed, use:
x apr_svs all F F F F F F FR
* but if you are combining with globk h-files, better to leave them
* on but, if the models are incompatible, turn off radiation-pressure
* parameters,
x apr_svs all 100 100 100 10 10 10 OR

* When using MIT GLX files, which have satellite phase center positions
* estimated, fix antenna offsets to IGS a priori values by using:
apr_svan all F F F

* When combining multiple h-files from the same epoch,
* estimate atmospheric zenith delay at common sites
apr_atm common 1
COMB mar_atm common 3.65
VEL mar_atm common 3.65

```

```

* Optionally put a uselist and/or sig_neu and mar_neu reweight in
* a source file
x source ../tables/uselist
x source ../tables/monthly_reweights

* Turn off quake log estimates if in the eq_file
free_log -1

* Write out a combined H-file
# Can substitute your analysis name for 'COMB' in the file name below
COMB out_glb H-----_COMB.GLX
VEL out_glb @.GLX

* Remove scratch files for repeatability and combination runs
del_scr yes
KEEP del_scr no

```

گروه اول، دستورات فایل هایی را که توسط glred / globk استفاده شده اند و باید در اول فایل دستور قرار بگیرند تا این برنامه به درستی کار کند، تعریف می کند. برای محاسبات سری زمانی، تمامی فایل ها جز eq_file را می توان به عنوان فایل موقتی در نظر گرفت. فایل eq_file، که در زیر شرح داده شده است، به شما این امکان را می دهد که ایستگاههایی را حذف کرده یا تغییر نام دهید تا وقعه های ناشی از زمین لرزه و یا تغییرات تجهیزات ایستگاه را بتوانید در آن لحاظ کنید.

دو ورودی بعدی، فایل های اولیه را برای جهت یابی زمین و مختصات، مشخص می کنند. اگر این فایلها حذف نشوند، مقادیر آنها، از h-file به دست می آیند (به عنوان مثال، پردازش GAMIT)، که ممکن است در بسیاری از شرایط خوب باشد.

در globk، با بررسی یک باقیمانده با مقدار بزرگ میتوان به اختلاف زیاد بین مختصات به دست آمده با مقادیر قبلی آن و یا چرخش بزرگی از شبکه، پی برد و در این صورت دستور max_chi اجازه می دهد تا در صورت خرابی داده ها، به طور خودکار یک h-file را از ورودی مشاهدات حذف کرد. برای شبکه ای با وسعت کمتر از ۱۰ کیلومتر، ممکن است لازم باشد این محدودیت را کمی ضعیف تر اعمال کنید، زیرا در غیر این صورت، چرخش در این شبکه ها به خوبی آشکار نخواهد شد.

با در نظر گرفتن نام فایل دستوری (org.cmd, glorg.cmd)، به globk می گوید که پس از اجرای globk، glorg را برای تعریف چارچوب ثابت فراخوانی کند. دستور org_opt نیز آنچه که در خلاصه چاپی glorg موجود است (فایل "org") را تعیین می کند. PSUM به معنی خلاصه ای از تنظیمات موقعیت است، GDLF به معنای لیست کردن نام h-file های ورودی است. و CMDS به معنای تکرار فایل های دستوری globk و glorg است. اگر شما در حال فراخوانی glorg هستید، چاپ globk چندان مفید نخواهد بود و توسط prt_opt NOPR متوقف می شود.

دستوراتی که به شکل apr_ در globk هستند، پارامترها را تخمین زده و محدودیت ابتدایی که باید از آن استفاده شود را تعیین می کند. اگر با برآورد تفسیری و چرخشی در glorg، به دنبال تثبیت داده ها می باشید (در یک شرایط معمول با یک شبکه قوی)، پس باید همانطور که در بالا نشان داده شد، محدودیت های مختصات (apr_neu) و EOP

(apr_ut1 apr_wob) ضعیف تر اعمال شوند. اگر فقط می خواهید تفسیر را در glorg تخمین بزنید، که این مورد برای شبکه های کمتر از چهار ایستگاه یا کمتر از ۱۰۰۰ کیلومتر ترجیح داده می شود، باید EOP (و مدارها) را بیشتر محدود کنید. برای اعمال محدودیت های کمتر (توصیه نمی شود)، مقادیر apr_neu را برای هر ایستگاه مناسب تعیین کنید و از glorgفراخوانی نکنید (خط org_cmd را تبدیل به توضیح کنید).

ایستگاههایی که در پردازش مورد استفاده قرار می گیرند در use_site انتخاب شده و یا لغو آن انتخاب می شوند. پیش فرض به این صورت است که کلیه ایستگاهها موجود در h-file ها را در نظر بگیرید، اما می توانید به یک زیر مجموعه ای که شروع لیست آن با دستور clear می باشد، دستوری را بنویسید، این نام می تواند چهار کاراکتر و یا هشت کاراکتر کامل نام ایستگاه باشد (برای انتخاب فقط در نسخه های خاص برنامه)، لیست کردن ایستگاه ها با یک علامت منفی در قبل از اسم آنها باعث حذف آنها از لیست می شود. در این مثال ما به جای اینکه دستورات use_site را در فایل اصلی فرمان قرار دهیم، به یک فایل جداگانه در مسیر (./tables/uselist) اشاره کردیم که مورد استفاده قرار گیرد. برای انتخاب ایستگاه از h-file در پردازش کلی، می توانید از use_pos برای در نظر گرفتن و یا کنار گذاشتن ایستگاه ها در یک منطقه جغرافیایی استفاده کنید (به فایل راهنما globk یا بخش 1.3 کتابچه راهنمای مرجع GLOBK مراجعه کنید).

دستور out_glb، هنگام فراخوانی، به globk می گوید که پردازش را به صورت h-file بنویسید. این برای جمع آوری داده ها به طور متوسط هفتگی یا ماهانه و یا ترکیب پردازش داده های شما با فایل های جهانی یا منطقه ای با استفاده از منبع خارجی، مفید می باشد (به فصل ۶ مراجعه کنید).

اگر شما نیاز به ایجاد تغییرات مرحله ای در مختصات (یا سرعت) و یا حذف ایستگاه ها در طی دوره های خاص دارید، می توانید از فایل (eq_file) در globk استفاده کنید. این فایل دارای دو نوع ورودی است. اولین ورودی موجب تغییر نام ایستگاه ها به طور خودکار بر اساس نزدیکی آنها با یک زلزله می شود (ایستگاه های منطقی جدیدی را برای globk ایجاد می کند):

```
# November 3, 2002, UT=22:12 Lat = 63.52 Lon -147.53 Depth=5 km M 7.9
eq_def DN 63.52 -147.53 700 5. 2002 11 3 22 12
eq_cosei DN 1.0 1.0 1.0 1.8 1.8 0.7
eq_post DN 100 0.1 0.1 0.1 1.8 1.8 0.7 Postseismic: 0.1 mm**2/day
eq_rename DN
```

با در نظر گرفتن خطوط فوق در eq_file، کلیه ایستگاه های در فاصله ۷۰۰ کیلومتری زمین لرزه دنالی (آلاسکا) در سال ۲۰۰۲ برای h-file ها با زمان شروع و توقف بعد از ساعت ۲۲:۱۲ در ۳ نوامبر سال ۲۰۰۲ (gdn → gps) تغییر نام داده می شوند. دستورات eq_cosei و eq_post محدودیت های اعمال شده برای تغییرات حین لرزه ای و پس لرزه ای را تعیین می کند. (به فایل راهنما globk و بخش ۳-۱ کتابچه راهنمای مرجع GLOBK مراجعه کنید). نوع دوم

دستور، ایستگاهها را طبق دستورالعمل صریحی تغییر نام می دهد تا تغییرات در کیفیت داده یا ابزار دقیق را به حساب آورد.

```
rename mate_gps mate_lps          1999 6 18 0 0
rename kit3_gps kit3_xcl          1997 5 14 0 0  1997 5 18 0 0
rename madr_gps madr_xhi  emed    1996 9 26 0 0  1996 10 27 0 0
```

اولین خط از این مجموعه دستورات با معرفی گیرنده جدیدی در Matera تغییر موقعیت را نشان می دهد. دومین خط برخی از داده های بد در Kitab را برای یک دوره چهار روزه حذف می کند. خط سوم برای استفاده از ارتفاع آنتن نادرست در h-file ها که نام آنها شامل بستر "emed" است، می باشد. ممکن است شما از ویژگی equate در glorg استفاده کنید تا تنظیمات افقی برای madr_gps و madr_xhi را یکسان کنید (به فصل ۶ مراجعه کنید). همچنین می توان از

دستور تغییر نام برای تغییر موقعیت یک ایستگاه بدون معرفی ایستگاه جدید استفاده کرد، که برای جبران انحرافات شناخته شده از اندازه گیری های محلی و یا فرضی از مدل زلزله مفید است.

```
rename tigr_gni tigr_gni 2001 2 28 0 0 2100 1 1 0 0 0.0032 0.0033 0.0000 NEU
```

این ورودی شامل ۳ میلیمتر انحراف از مختصات شمالی و شرقی ایستگاه بر اساس یک مدل اولیه برای زلزله Nisqually (NI) در نزدیکی سیاتل واشنگتن است. برای ایستگاه های ITRF فایل igs14_comb.eq مجموعه ای از تغییر نامهای سازگار با فایل igs14_comb.apr را ارائه می دهد (به طور مشابه با itr08_comb.apr و itr08_comb.eq).

فایل دستور (glorg_comb.cmd) glorg فرمی به صورت زیر دارد:

```
* glorg command file for time series, short-term combinations and
* velocity solutions
* Set VEL as a globk command-line option for velocity; since these
* commands follow the commands for repeatabilities, they will take
* precedence when invoked.
* Add choice of plate for final reference frame (e.g. EURA14 for
* Eurasia defined by Altamimi et al.'s (2017) ITRF2014 plate motion
* model, NOAM08 for North America defined by Altamimi et al's (2012)
* ITRF2008 plate motion model, NA1214 for North America defined
* by Blewitt et al. (2013) using rotated ITRF2014 velocities, etc.

* Last edited by MAF 180519

* << column 1 must be blank if not comment >>

* Parameters to be estimated
pos_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot
VEL rate_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot
# Optionally, if estimated scale in GLOBK:
SCALE pos_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot scale
xSCALE rate_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot

# or if translation-only
```

```

x pos_org xtran ytran ztran
xVEL rate_org xtran ytran ztran

* Downweight of height relative to horizontal (default is 10 10)
# Heavy downweight if reference frame robust and heights suspect
x cnd_hgt 1000 1000

* Controls for removing sites from the stabilization
# Vary these to make the stabilization more robust or more precise
stab_it 4 0.8 3.0
x stab_it 4 0.5 4.0

* A priori coordinates to define the analysis reference frame
apr_file ~/gg/tables/igs14_comb.apr
ITRF08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb.apr

# ITRF2014 plate motion model as defined by Altamimi et al. (2017)
AMUR14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_amur08.apr
ANTA14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_anta.apr
ARAB14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_arab.apr
AUST14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_aust.apr
CARB14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_carb08.apr
EURA14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_eura.apr
INDI14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_indi.apr
NAZC14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_nazc.apr
NOAM14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_noam.apr
NUBI14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_nubi.apr
PCFC14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_pcfc.apr
SOAM14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_soam.apr
SOMA14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_soma.apr
SUND14 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_sund08.apr
# North America as defined by Blewitt et al. (2013)
NA1214 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_na12.apr
# Nubia and Somalia as defined by Saria et al. (2013)
NU1314 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_nu13.apr
SO1314 apr_file ~/gg/tables/igs14_comb_so13.apr

```

```

# ITRF2008 plate motion model as defined by Altamimi et al. (2012)
AMUR08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_amur.apr
ANTA08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_anta.apr
ARAB08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_arab.apr
AUST08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_aust.apr
CARB08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_carb.apr
EURA08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_eura.apr
INDI08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_indi.apr
NAZC08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_nazc.apr
NOAM08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_noam.apr
NUBI08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_nubi.apr
PCFC08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_pcfc.apr
SOAM08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_soam.apr
SOMA08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_soma.apr
SUND08 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_sund.apr
# North America as defined by Blewitt et al. (2013)
NA1208 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_na12.apr
# Nubia and Somalia as defined by Saria et al. (2013)
NU1308 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_nu13.apr
SO1308 apr_file ~/gg/tables/itrf08_comb_sol3.apr

# Use a regional stablization if available from a prior solution
(comment out the itrf08 file)
x apr_file ../tables/regional.apr

* List of stabilization sites
# This should match the well-determined sites in the apr_file
stab_site clear
x source ~/gg/tables/igs14_hierarchy.stab_site
source ~/gg/tables/igs14_comb.stab_site
xITRF08 source ~/gg/tables/igb08_hierarchy.stab_site
ITRF08 source ~/gg/tables/itrf08.stab_site
# Use a regional stabililization if available from a prior solution
x source ../tables/regional_stab_site

* Estimate rotation (Euler) vectors to be used with sh_org2vel to
* to rotate the solution to a block- or region-specific reference frame
xVEL plate eurasia kosg_2ps onsa_2ps nyal_4ps graz_2ps tlse_2ps
kit3_2ps
xVEL plate eurasia vill_3ps mars_3ps cbre
xVEL plate weura kosg_2ps tlse_2ps vill_3ps mars_3ps
xVEL plate aegean milo kyra xris dioa leon mkn2 bodr roml omal koun
seva
# Constrain the center-of-mass to the apr-file in plate estimate
(comment out for global solutions)
xVEL NOPLATETRAN

```

```

* Equate the velocities of co-located sites
VEL eq_dist 1000 ndot
VEL eq_dist 1000 edot
VEL eq_dist 1000 udot

* Equate a few horizontal velocities for sites farther apart
VEL equate trab_gps ndot akto_gps ndot
VEL equate trab_gps edot akto_gps edot

* Unequate velocities that are incompatible
VEL unequate mad2_gps ndot
VEL unequate mad2_gps edot
VEL unequate mad2_gps udot

```

تعریف چارچوب (تثبیت یا فیلتر مکانی) در glorg با مشخص کردن مجموعه ای از ایستگاه ها که مختصات اولیه در سطح مورد نظر شما مشخص می شوند، انجام می شود. (معمولاً ۱-۲ میلی متر افقی ، ۲-۵ میلی متر عمودی) و پارامترهایی که می خواهید تخمین بزنید به منظور به حداقل رساندن تنظیمات مختصات برای این ایستگاهها. اگر فایل apr در فرمان glorg گنجانده شود ، مختصات آن از موارد استفاده شده در GAMIT یا globk برتری می یابد ، بنابراین استفاده از همان مختصات اولیه برای هر سه برنامه ضروری نیست. از نظر glorg ، تنها مختصات مهم، تثبیت شده ها هستند. دستور pos_org پارامترهایی را که باید تخمین زده شوند ، یا فقط برگردانده (سه ورودی آخر) را حذف می کند و یا چرخش را مشخص می کند. قوانین مربوط به stab_site همانند موارد برای use_site دستورات globk است. برای بحث بیشتر در مورد تعریف چارچوب مرجع ، به بخش ۴-۶ مراجعه کنید.

دو ورودی بعدی موجود در کنترل فایل، وزن ناظر بر شبه مشاهدات (مختصات ایستگاه) را در تثبیت نهایی کنترل می کند. برای cnd_hgtv دو مقدار اول (به ترتیب برای موقعیت و سرعت) وزن کم ارتفاع نسبت به مختصات افقی را مشخص می کند. پیش فرض ۱۰ است با این فرض که عدم قطعیت ها در ارتفاعات حدود سه برابر بیشتر از مختصات افقی است. با این حال، اگر می خواهید فقط یک چارچوب افقی را تعریف کنید یا می دانید که برآورد ارتفاع غیرقابل اعتماد است، می توانید این نسبت را افزایش دهید. دو مقدار گذشته محدودیت هایی را در عدم قطعیت در ارتفاع مجاز به داشتن یک ایستگاه در نظر می گیرند و برای حذف ایستگاه های تعیین شده ضعیف از پایداری استفاده می کنند. برای stab_ite مقدار اول تعداد تکرارهای مورد استفاده در تثبیت، دوم مقدار وزن دهی است که می تواند بین تکرارها انجام شود و سوم نسبت باقیمانده به عدم قطعیت (سیگما) مجاز قبل از حذف یک ایستگاه از تثبیت نهایی است. شما می توانید آخرین

مقدار را برای تنظیم دقیق گنجاندن یا حذف ایستگاهها از تعریف چارچوب تغییر دهید. این دستورات با جزئیات بیشتر در فایل راهنما glorg و بخش ۳,۲ کتابچه راهنمای مرجع GLOBK بحث شده است.

۴-۴- کاربرد sh_gamit و sh_glred

اکنون که ما فایل های جریان و کنترل برنامه را توصیف کردیم، کاربرد sh_gamit و sh_glred را در پردازش شبکه کوچک در جنوب کالیفرنیا که قبلاً (قبل از ۱۰,۷) در gg/ مثال ارائه شده بود می بینیم.

```
_gamit -expt scal -d 2000 034 035 036 -noftp -pres ELEV -copt x k p -dopt c ao >&! sh_gamit.log
```

در این مثال ، ما با تمام داده هایی که در حال حاضر در rinex / موجود هستند پردازش می کنیم. اگر می خواهید داده های اضافی موجود از یک یا چند ایستگاه جهانی یا منطقه ای را اضافه کنید، شما می توانید نام ایستگاه ها را در sites.defaults مشخص کنید، اطلاعات ftp را (در صورتیکه داده در حال حاضر موجود است) در مسیر /gg/tables/ftp_info

وارد کرده و noftp - را از فراخوان دستور sh_gamit حذف کنید. در نتیجه دستور داده شده sh_gamit برای هر روز اجرا میشود و مراحل زیر در sh_gamit.log ذخیره میشود:

(۱) پارامترها را برای جریان برنامه اختصاص می دهد، و اولویت اول را به خط فرمان می دهد. آرگومان ها، و سپس به پارامترهای تعیین شده در process.defaults و sites.defaults، و پس از آن به تکالیف پیش فرض در خود sh_gamit . در این حالت، ورودی خط فرمان noftp - به طور پیش فرض به جستجوی فایل های مشاهداتی و ناوبری و EOP در آرشیو می پردازد. ورودی های خط فرمان برای حذف یا آرشیو فایل ها در انتهای پردازش در process.defaults تعریف شده است.

(۲) day-directory و تمام دایرکتوری های استاندارد مورد نیاز را در صورت موجود نبودن ایجاد کنید. این موارد قبلاً در gg/example آورده شده است.

(۳) جداول استاندارد را به day-directory (/۰۳۴) لینک کرده (که در دستور links.day آورده شده است) و RINEX فایل ها که حاوی داده هایی برای بازه مشخص شده هستند. (۲۴:۰۰-۰۰:۰۰ همانطور که در process.defaults تنظیم شده است.)

(۴) فایل های مداری sp3 را از مراکز داده جهانی دانلود میکند و با استفاده از دستور sh_get_orbits در GAMIT g-file را تشکیل می دهد.

(۵) دستور sh_upt_stninfo را که برنامه mstinf را فراخوانی می کند را برای به روزرسانی station.info از روی سر تیر فایل های RINEX اجرا می کند. (پیشنهاد می شود از این مرحله با تنظیم xstinfo[expt] بر روی همه ایستگاهها در sites.defaults صرف نظر شود).

(۶) دستور makexp را برای ایجاد فایل های ورودی و makex(scal.makex.batch) و fixdrv ایجاد میکند (dscal0.034).

(۷) دستور sh_check_sess را اجرا میکند تا از وجود تمام ماهواره های موجود در مشاهدات RINEX در navigation فایل مطمئن شود.

(۸) دستور sh_makej را برای ایجاد فایل تخمین ساعت ماهواره j-file از sp3 file یا navigation اجرا می کند.

(۹) دستور makex را برای ایجاد x-file (مشاهدات) و k-file (تخمین ساعت گیرنده) با استفاده از فاز و شبیه فاصله از مشاهدات RINEX و پارامترهای مداری از navigation فایل ها و ساعت ماهواره از j-file اجرا می کند. خطوط makex نشان دهنده داده های یافت شده و مشکل دار وارد شده در نوشتن scal.makex.infor می باشد.

(۱۰) دستور fixdrv را برای ایجاد دسته فایل های پردازش GAMIT اجرا می کند. اگر چه به صورت مستقیم استفاده نمی شود ، fixdrv همچنین kfile را برای مقادیر ساعت اپیزودیک خوانده و چند جمله ای مرتبه اول را به آن به عنوان چک خام و اولیه برای پرش و دریافت سریع در ساعت گیرنده برازش می دهد (fixdrv.out).

(۱۱) مجموعه دستورات جهت ایجاد جدول پارامترهای تصحیحات مداری (arc)، مدل کردن مشاهدات فازی (model)، تصحیح داده ها (autcln) و تخمین پارامترها (solve) را اجرا کنید که این روال دو بار تکرار می شود تا autcln بر روی باقی مانده های مسطح عمل کند و نتایج نهایی سرشکنی در solve در محدوده خطی به دست آید. خروجی این اجرا در sh_gamit.log ثبت نمی شود (برای ذخیره فضا) ولی در GAMIT.atatus و GAMIT.warning و GAMIT.fatal قابل دسترسی است.

(۱۲) خلاصه تصفیه cleaning summery (autcln.post.sum) را در autcln.post.sum.scal ذخیره می کند. (جهت آرشیو که برای این مثال انجام نشده است). و اطلاعات کلیدی model و solve را در فایل تاریخچه ذخیره می کند که علی رغم بقیه فایل ها در day directory به جای نوشتن، در حین اجرا ضمیمه شده است و از اجرای قبلی باقی مانده است.

(۱۳) آرایش فضایی باقی مانده های فاز و فاز را به جای زاویه ارتفاعی با استفاده از فایل هایی که دارای کد DPH محاسبه شده در مرحله autcln هستند را ترسیم می کند. در صورت وجود برنامه تبدیل در برنامه Image Magic ترسیم را از postscript به png تبدیل کرده و به مسیر /figs منتقل می کند.

(۱۴) برنامه sh_cleanup را برای پاک کردن یا فشرده سازی فایل هایی که توسط dopt یا copt- مشخص شده را فراخوانی می کند.

رایج ترین مشکلات در sh_gamit اطلاعات اشتباه یا فقدان اطلاعات در مورد گیرنده یا آنتن در ststion.info و از دست دادن داده به دلیل رد یابی بد و یا مختصات نادرست است.

دو رویکرد جهت تهیه متادیتا برای GAMIT وجود دارد. در صورت وجود فایل rinex که از صحیح بودن هدر^۲ آن اطمینان وجود دارد، می توان با فراخوانی sh_upd_stnfo توسط sh_gamit , station.info برای هر روز به ازای هر ورودی هدر به روزرسانی می شود. (در صورت تطابق station.info با اطلاعات هدر rinex، به روزرسانی انجام نخواهد شد). در صورتی که اطلاعات ارتفاع آنتن صحیح باشد ولی نام آنتن و گیرنده، استاندارد IGS نباشند، نیز می توان از این ویژگی استفاده کرد، در صورتی که بستری را در gg/tables/guess_rcvant.dat/ جهت تطابق با آنچه منحصر در هدر وجود دارد، آماده کرده باشید. در صورت اطلاع از اینکه تمامی گیرنده ها و یا آنتن ها از یک مدل هستند، می توان نرم افزار رابا مشخص کردن آنها به عنوان آنتن پیش فرض و گیرنده پیش فرض در guess_rcvant.dat مجبور به پردازش کرد. در صورتی که می خواهید sh_gamit اطلاعات station.info را از اطلاعات هدر rinex فایل ها به روز رسانی کند، باید تمامی نامهای گیرنده ها و آنتن ها قبل از شروع، چک شود. ارتفاع آنتن همچنین می تواند مشکل ساز باشد. در استاندارد فایل rinex، مقدار وارد شده در هدر بایستی ارتفاع عمودی نقطه مرجع باشد در صورتیکه اغلب در فایل ارتفاع مایل داده شده است. اگر مورد دوم باشد، stinf_slthgt در station.info بایستی روی ارتفاعی تنظیم شود که بالاتر از آن، به عنوان ارتفاع

مایل تا لبه بیرونی در نظر گرفته شود. (تنظیم stinf_slthgt روی ۰ یا عددی بزرگ باعث میشود ارتفاع به عنوان ارتفاع قائم تفسیر گردد.)

در صورت وجود هر گونه شک نسبت به اطلاعات هدر rinex بهتر است قبل از پردازش gamit ، station.info ساخته شود. شما می توانید با اجرای دستی sh_upd_stnfo فایل را با تمام ورودی های متناسب با پروژه با استفاده از rinex فایلها ساخته و سپس اصلاح نمایید. برای ساختن این فایل بهتر است از الگوهای station.info جهانی ارائه شده توسط MIT یا SOPAC استفاده شود (قابل دسترسی از incremental_updates/tables/). می توان به راحتی از فایل جهانی ورودی های ایستگاههای پیوسته را به فایل اضافه کرد. این الگوها می توانند فقط شامل هدر باشند، ولی رویکرد ارجح ، استفاده از station.info کامل جهانی و استفاده از گزینه [sitelist] -l در sh_upd_stnfo برای استخراج دقیق ایستگاههای مورد نیاز حتی از لیست موجود و یا ساخت خودکار با sh_upd_stnfo از ایستگاههایی که ftpnrx در sites.defaults و یا از اسم فایل های موجود در دایرکتوری rinex/پروژه است. پس در صورت وجود کپی station.info از MIT یا SOPAC در gg/tables/ با اجرای دستور sh_setup آن را در دایرکتوری tables/ پروژه کپی کنید و sites.defaults تصحیح شده جهت مشخص کردن rinex فایل های مورد نیاز از آرشیو خارجی خواهید داشت (با استفاده از ftpnrx).
با اجرای دستور

```
sh_upd_stnfo -ref station.info -l sd
```

station.info.new با ورودی های جهانی برای ایستگاههای ftpnrx ساخته خواهد شد.

(در صورتیکه ایستگاه مورد نیازی را از فایل جهانی station.info بخواهید که در sites.defaults گزینه ftpnrx را نداشته باشد ولی در دایرکتوری rinex موجود باشد می توانید از sdrnx -l یا rnx -l در sh_upd_stnfo استفاده کنید.)
از فشرده نبودن فایل های rinex در دایرکتوری rinex اطمینان حاصل کنید. station.info.new را به station.info تغییر نام داده و سپس دستور

```
sh_upd_stnfo -files ../rinex/*o
```

را در table/ اجرا کنید.

sh_upd_stnfo به ورودی ایستگاهها این امکان را می دهد که station.info از فایل IGS log یا فایل SINEX ساخته شود. در صورتیکه station.info را از قبل ساخته اید، در sites.defaults گزینه ی xstinfo [expt] را برای همه ایستگاهها فعال کنید تا از به روزرسانی هدر rinex فایل ها توسط sh_gamit جلوگیری گردد. مختصات اولیه بد باعث تشخیص cycle slips های زیادی در مرحله autcln و حذف همه داده ها خواهد شد، که نتیجه واضح آن در محدوده rms در بالای فایل autcln.prefit.sum و مقدار 0 برای DATA AMOUNTS در همان فایل می باشد. در صورت وقوع چنین حالتی بایستی در [project]/tables/lfile به دنبال منبع استفاده از مختصات گشت. در صورتیکه مختصات اولیه ایستگاه از پردازش های قبلی در L-file یا apr file وجود نداشته باشد ، sh_gamit به صورت پیش فرض برنامه sh_rx2apr شبیه

فاصله سنجی را فرا می خواند. مختصات با دقت 10-20 متر از نزدیکترین ایستگاه مورد اعتماد استخراج می شود، ولی رویکرد بهتر استفاده از روش تفاضلی با استفاده از مختصات شناخته شده از rinex فایل ایستگاه جهانی IGS است. برای این کار بایستی ftpmx را در sites.default فعال کرده و rinex فایل ها را در دایرکتوری /rinex یا از طریق ftp از آرشیو داده های IGS در دسترس قرار داد. (می توان از این تنظیمات جهت شبیه فاصله سنجی تفاضلی استفاده کرد حتی اگر از -noftp در sh_gamit استفاده شده باشد، قبل از پردازش داده های IGS را در مسیر پردازش قرار می دهد). در صورتیکه از روش تفاضلی شبه فاصله سنجی استفاده شد و هنوز مختصات بد وجود داشت، به صورت دستی از دستور sh_rx2apr برای چندین روز از آن داده استفاده کرده و مختصات ها را مقایسه کنید. ممکن است آن روز ناهنجار باشد و دارای داده کوتاه یا داده شبه فاصله بد باشد. برای sh_rx2apr و استفاده از مختصات حاصل از هدر rinex گزینه use_rxc = Y را در process.defaults تنظیم کنید. این گزینه زمانی قابل استفاده است که می دانید مقادیر هدر rinex فایل همیشه در دسترس و صحیح است و یا rinex نسخه ۳ است که svpos و svdiff توسط sh_rx2apr فراخوانده شود را پشتیبانی نمی کند. توجه داشته باشید که مقدار بالای سرشکنی مختصات ها به دلیل داده بد یا کوتاه در یک روز می تواند بر روز بعد، به دلیل به روز رسانی lfile ایجاد مشکل کند. برای جلوگیری از این به روز رسانی می توان هر مختصاتی را که درست می دانید در فایل aprf. کپی کنید. L-file با این مقدار وارد پردازش می شود. در صورت عدم دسترسی به فایل های rinex جهانی یا پارامترهای دقیق مداری IGS (از طریق CDDIS یا SOPAC) پردازش sh_gamit متوقف می شود و معمولاً در پیام GAMIT.fatal مشخص می کند که کدام فایل موجود نیست. در اینصورت اتصال ها را بررسی کرده و پردازش را

مجدد انجام دهید. اغلب با تصحیح ساده، ایراد مشکل ساز در پردازش قابل رفع است. (مثلا ورودی نادرست در station.info).

هرچند فایل مشکل دار قبلی در پردازش مورد استفاده قرار خواهد گرفت:

الف) مگر اینکه در خط فرمان Y remakex را مشخص کنید که تمامی x-file ها دوباره در پردازش استفاده خواهند شد و آنها را به عنوان ورودی صحیح قلمداد خواهد کرد (در غیر اینصورت پردازش متوقف خواهد شد).

ب) تمام فایل های لینک شده به دایرکتوری روز موجود فرض می شوند در صورتی که فایلی در دایرکتوری مرجع حذف یا تغییر نام داشته باشد که برای سیستم قابل تشخیص نخواهد بود.

ج) در صورت وجود، مختصات L-file استفاده خواهد شد. در صورتی که ورودی ناقص باشد بایستی حذف شده و مختصات صحیح در apr-file قرار داده شود.

برای تهیه سری زمانی از سه روز پردازش شده در مثال توسط GAMIT در مسیر پروژه (2000/) دستور زیر را تایپ نمایید

```
sh_glred -expt scal -s 2000 034 2000 036 -opt H G T >&! sh_glred.log
```

دستورات به روش زیر اجرا می شوند. و در خروجی صفحه با نام sh_glred.log ذخیره می شوند :

۱) تمامی دایرکتوری های 034 تا 036 را برای یافتن h-files های GAMIT جستجو می کند. سپس اجرای دستور htoglb آنها را برای اجرای glred به فایل باینری تبدیل می کند. هر h-file در GAMIT شامل دو پردازش است، یکی با تخمین ابهام فار به عنوان عدد حقیقی (بدون بایاس) و یکی به عنوان حل ابهام فاز (بایاس ثابت). Htoglb دو مدل

فایل باینری می سازد، یکی (GAMIT loose free) glr و دیگری (GAMIT loose fixed) glx و در مسیر glbf/ و با نام سال/ماه/روز/ساعت/دقیقه ذخیره می شوند.

مانند h0002031200_scal.glx برای روز 034

(۲) برای هر روز در مسیر /gsoln فایل gdl را می سازد.

(۳) دستور glred را به صورت زیر برای هر روز اجرا می کند.

`glred 6 globk_scatt_00034.prt globk_scal_00034.log globk_scal_00034.gdl globk.cmd`

فایل های log و .org حاوی خروجی برنامه هستند.

(۴) دستور sh_plot_pos را جهت فراخوانی برنامه tssum به منظور ساخت فرمت PBO از فایل pos. اجرا می

کند و نرم افزار GMT را جهت ترسیم سری زمانی فرا می خواند.

با مشخص کردن E به جای T در خط فرمان می توان از برنامه ensum جهت تولید mb_files ها برای ترسیم با

دستور sh_plotcrd استفاده کرد .

این روند را می توان به صورت جداگانه از طریق اجرای مستقیم htoqlb و تشکیل فایل gdl در مسیر /gsoln و با

استفاده از 'ls ../glbf/h*glx' و اجرای دستور glred به جای sh_glred با استفاده از gdl فایل و اجرای sh_plot_pos انجام داد.

در واقع برای محاسبه سرعت و سری زمانی با استفاده از ترکیب فایل ها بایستی از این روش استفاده کرد (فصل

۶).

مزایای استفاده از این روش سه مورد زیر است:

(۱) دستورات کمتر

(۲) اجازه ترکیب روزانه h-file های دیگر شبکه های خارجی محلی را با استفاده از گزینه های LA, LB و LC

فراهم می کند.

(۳) تشکیل فایل هایی ترکیب شده به صورت هفتگی یا ماهیانه با استفاده از گزینه ncomb- (می توان با تایپ

sh_glredhelp بدون هیچ آرگومان مشاهده کرد) را مهیا می کند.

می توان دو روش را به صورت ترکیبی استفاده کرد (استفاده از sh_glred با اجرای مستقیم glred) ولی باید دو

تفاوت را در نظر داشت :

(۱) sh_glred مانند sh_gamit در مسیر اصلی پروژه اجرا می شود، در صورتیکه برای اجرای glred بایستی در

مسیر /gsoln/ بود.

۲) sh_glred برای هر روز یک gdl-file می سازد در صورتیکه اجرای glred یک فایل gdl شامل تمامی h-file ها برای همه روزها می سازد. در gdl-file علامت + برای نشان دادن این است که برای ورود به محاسبه در glred تمامی h-file ها بایستی با هم ترکیب شوند. به عنوان مثال استفاده از

```
../glbf/h1211021200_pan1.glx 1.0 +
../glf/h1211021200_pan2.glx 1.0 +
../glbf/h1211021200_pcnw.glx 1.0 +
../glbf/nmt17125.e.glb 1.0
../glbf/h1211031200_pan1.glx 1.0 +
../glbf/h1211031200_pan2.glx 1.0 +
../glbf/h1211031200_pcnw.glx 1.0 +
../glbf/nmt17126.e.glb 1.0
```

glred قبل از انجام یک پردازش، هر چهار h-file را برای روز ۲۰۱۲/۱۱/۲ ترکیب می کند و سپس همان کار را برای چهار فایل روز ۲۰۱۲/۱۱/۳ انجام می دهد. (اجرای globk، به جای glred، تمام فایل های نام برده شده در یک پردازش اولیه را چه علامت "+" ها حضور داشته باشند یا نداشته باشند، ترکیب می کند).
گزینه های دیگر sh_glred، داشتن قابلیت انتقال داده ها از بایگانی راه دور (F)، حذف h-file های قدیمی از مسیر gdlf (R) و فشردن سازی h-file های انتهایی اجرا (C) را مشخص می کند. برای دیدن همه گزینه ها sh_glred را به بدون آرگومان تایپ کنید.

برای جلوگیری از رونویسی از h-file های مفید یا استفاده از فایل های معیوب، مهم است که قوانین اولویت اسکریپت را همیشه به یاد داشته باشید. برای داده های محلی (مسیرهای روز sh_gamit)، تعیین گزینه H باعث می شود که htoglb مجدداً برای همه مسیرها در بازه زمانی مشخص شده چه یک فایل باینری باشد یا نه و یا لینک در مسیر /glbf وجود داشته باشد یا نه، دوباره اجرا شود. حذف H باعث ایجاد هیچ فایل باینری جدید نمی شود، بنابراین در این صورت امکان تغییر مجدد گروه مشخصی از h-file های ascii وجود نخواهد داشت. با این وجود، این یک محدودیت مهم نیست، زیرا htoglb به سرعت اجرا می شود. برای h-file های جهانی اسکی، ftp'd از SOPAC، تنظیم H باعث می شود که htoglb مجدداً در هر h-file اسکی موجود یا متصل (توسط LA) در مسیر (glbf) H-file دوباره اجرا شود، اما می توانید با اطمینان F را تنظیم کنید، چرا که اسکریپت هیچ H-FILE از (ascii) موجودی را دوباره منتقل نمی کند.

توجه داشته باشید که بسیاری از اسکریپت های پوسته به نام های sh_gamit و sh_glred می توانند به صورت مستقل برای کارهای پردازش خاص اجرا شوند. مفیدترین این موارد sh_make_rinex (قالب های اجرای teqc برای ترجمه فایل های داده خام)، sh_get_orbits، sh_get_rinex، sh_get_nav، sh_update_eop، sh_sp3fit

sh_oneway.sh_link_rinex، (برای دریافت نقشه های آسمان از فایل های DPH) و sh_get_hfiles هستند. برای دیدن توضیحات، اسم اسکریپت را بدون آرگومان تایپ کنید.

فصل پنجم

ارزیابی نتایج حاصل از پردازش روزانه

سه معیار اصلی وجود دارد که شما باید از آنها استفاده کنید تا تعیین کنید که پردازش فاز شما نتیجه خوبی داشته است:

(۱) تمام داده‌های مورد انتظار در نظر گرفته شوند.

(۲) داده‌ها در سطح قابل قبولی متناسب با مدل باشند.

(۳) عدم قطعیت‌ها به اندازه قابل قبولی کم باشد.

در بیشتر موارد، می‌توانید این سه مورد را به سرعت با استفاده از خلاصه GAMIT که توسط sh_gamit (و ذخیره‌شده به عنوان sh_gamit_ddd.summary در مسیر روزانه) به همراه نمودارهای برنامه‌های تکراری روزانه ایجادشده توسط sh_glred، به شما ایمیل شده است، ارزیابی کنید. در زیر فایل خلاصه‌ای از روز ۰۳۴ از مثال جنوب کالیفرنیا آمده است:

```
Input options -expt scal -d 2000 034 -netext a -orbit IGSF -noftp -remakex Y
Processing 2000 034 GPS week 1047 4 Raw 0

/chandler/data30/rwk/active/example/034a
Disk Usage: 37537 Free 31764.5 Mbyte. Used 55%

Number of stations used 5 Total xfiles 5
Postfit RMS rms, total and by satellite
RMS IT Site All 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 13 14 15 16 17 18 19 21 22 23 24 25 26 27 29 30 31
RMS 26 ALL 4.4 46 35 56 42 38 42 42 38 51 44 61 41 0 42 44 40 40 42 36 52 40 40 38 49 38 37 45 55
Best and Worst two sites:
RMS 26 JPLM 3.2 3 3 4 3 3 3 3 3 4 3 3 3 0 3 3 3 3 3 3 4 3 3 3 4 3 3 4 4
RMS 26 MATH 3.5 4 2 5 4 4 3 4 4 4 4 4 3 0 3 3 3 3 3 3 4 3 3 3 4 3 3 3 4
RMS 26 7001 5.2 6 4 7 5 4 5 4 5 6 6 6 5 0 5 6 5 5 5 4 7 4 4 4 6 4 4 5 5
RMS 26 BLYT 5.5 6 4 7 5 5 5 6 5 6 5 7 5 0 6 6 5 5 5 4 6 5 5 4 6 4 5 5 7

Double difference statistics
Prefit nrms: 0.25309E+01 Postfit nrms: 0.19379E+00
Prefit nrms: 0.25241E+01 Postfit nrms: 0.20241E+00
Prefit nrms: 0.25309E+01 Postfit nrms: 0.18607E+00
Prefit nrms: 0.25241E+01 Postfit nrms: 0.18889E+00
Number of double differences: 15098

Phase ambiguities (Total WL-fixed NL-fixed: 100 96 88
Phase ambiguities WL fixed 96.0% NL fixed 88.0%
```

ابتدا بررسی کنید که تمام داده‌هایی که انتظار دارید در پردازش قرار بگیرند. تعداد کلی x-file ها باید با تعداد فایل‌های خام یا rinex موجود برابر باشد. اگر تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده، از تعداد کل x-file ها کمتر باشد، به این معنی است که برخی از x-file ها ایجادشده بودند، اما به دلیل اینکه در برابر مقدار minxf که در process.default تعیین کرده بودید، خیلی کوچک بودند (مرحله ردیابی خیلی کوتاه یا دور انداخته شدن داده‌ها توسط makex) یا به این دلیل که آنها را با گزینه xsite در sites.deafault یا در خط فرمان با sh_gamit حذف کرده‌اید، دور انداخته‌شده‌اند.

سه علامت برای کیفیت داده‌ها وجود دارد و هر یک موارد متفاوتی را اندازه می‌گیرند. بلوک سطرهایی که با "RMS" شروع می‌شوند، به کلی از autcln.post.sum استخراج شده است و باقی‌مانده‌های جذر متوسط مربع یک طرفه حاصل از ماهواره و ایستگاه را نشان می‌دهند. در خط دوم RMS، مقدار اول، rms کلی، به میلی‌متر است. بقیه مقادیر در آن خط، پراکندگی ماهواره را تجزیه می‌کنند و مقادیر آن را به صورت دهم میلی‌متر گزارش می‌کنند تا امکان تشخیص بهتری از تفاوت‌هایی که ممکن است نشانگر یک مدل مداری بد برای یک ماهواره باشد، ایجاد کنند. چهار خط آخر مقادیر

را برای دو محل با کمترین (JPLM و MATH در مثال) و بیشترین (۷۰۰۱ و BLYT) پراکندگی گزارش می‌دهد. در یک پروژه معمولی، بهترین مکان‌ها مقادیر ۳-۵ میلی‌متر و بدترین مکان‌ها مقادیر ۷-۹ میلی‌متر دارند. مقادیر بین ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر میزان نویز زیاد ولی مقادیر قابل قبول را نشان می‌دهد، اما اگر داده‌ها را با استفاده از autcln (پیش‌فرض و توصیه‌شده) دوباره وزن‌دهی کنید، عدم قطعیت در برآورد موقعیت برای این ایستگاه‌ها ۲-۳ برابر بیشتر از ایستگاه‌های بهتر خواهد بود. مقادیر RMS بیشتر از ۱۵ میلی‌متر، ردیاب گیرنده ضعیف، محیط دارای خطای چند مسیر، هوای خراب یا مشکل همگرایی در autcln را نشان می‌دهد که معمولاً به دلیل مختصات ضعیف یا داشتن دوره کوتاهی از مشاهدات ایجاد می‌شود.

اگر مختصات مکان از زمان اجرای اولیه تنظیمات زیادی داشته است (به عنوان مثال، چون این اولین روز پردازش یک مکان جدید بود) و مقدار RMS زیاد است، کفایت سعی کنید برنامه روز را با مختصات به‌روز شده دوباره اجرا کنید. برای مکان‌هایی که دارای پراکندگی زیادی هستند، ممکن است بررسی نمودارهای مربوط به آسمان و نمودارهای فاز در مقابل ارتفاع در مسیر gifs/ به درک علت نویزها کمک کند. اگر هر دو مکان خیلی بد، دارای rms های بالایی هستند، برای بررسی سایر ایستگاه‌ها باید به autcln.post.sum مراجعه کنید، که ممکن است آنجا نیز دارای مقادیر بالایی باشد، اما دو مورد برتر را در خلاصه قرار نداده باشد.

اگر یکی یا هر دوی ایستگاه‌های برتر دارای RMS برابر صفر باشند، سپس تمام داده‌های این موقعیت‌ها توسط autcln حذف شوند، شایع‌ترین دلیل این است که autcln علامت‌های بایاس (شناسایی یک خطای احتمالی در چرخه) بسیار زیادی، به دلیل ضعف در مختصات قبلی یا عملکرد ضعیف گیرنده تولید کرده است. جداول موجود در

autcln.post.sum به شما این امکان را می‌دهد که دلیل آن را مشخص کنید. اگر مختصات اولیه بد باشد، rms شبه‌فاصله در بالای فایل بلافاصله این موضوع را روشن می‌کند.

AUTCLN SUMMARY FILE: Version 3.22I

Clock and Range noise statistics at iteration 3

Site/PRN	Allan SD@100 #	Range rms #
sec (ppb)	(mm)	
7001	1.552388 716	772.9 5353 ASH
BLYT	0.448878 2876	329.3 21905 ASH
JPLM	0.138763 2879	1101.2 19487 TRB
LNCO	38.975374 2877	1026.4 19982 TRM
MATH	100.000000 2876	482.8 18834 TRM

به عنوان مثال، حداکثر مقادیر ۱-۲ متر، معمول است. اگر مقدار از ۵ متر بیشتر باشد، احتمالاً مشکل ناشی از مختصات ایستگاه است. شما می‌توانید ارزیابی خود را با استفاده از جدولی که نشانگر آنچه autcln با علامت‌های بایاس انجام داده است تأیید کنید.

BIAS FLAG REPORT: Types

ORG-Original JMP-Big Jump ION-Ion Jump GAP-Data Gap DDS-DD scan WLS-Wide Lane DDC-DD cleaning									
SITE # Flagged					# Remaining				
ORG	JMP	ION	GAP	DDS	WLS	DDC	ORG	JMP	ION
7001	0	0	17	21	1	0	0	12	9
BLYT	0	0	3	27	3	0	0	0	6
JPLM	0	0	32	266	16	0	0	22	10
LNCO	0	1	26	61	2	0	0	8	9
MATH	0	0	15	87	0	0	0	14	10

بلوک دارای برچسب #flagged گزارش می‌دهد که در ابتدا چند علامت بایاس برای هر ایستگاه اسکن شده و دلیل مسئله فاصله یا پرش در داده‌ها چیست. به عنوان مثال، ستون DDS اعداد اضافه‌شده به باقیمانده‌های دارای اختلاف دو برابر در حین اسکن را نشان می‌دهد. اگر این عدد بزرگ باشد یعنی autcln ناپیوستگی‌های بسیاری را تشخیص داده است، که می‌تواند ناشی از اختلال در داده‌های فاز باشد، اما می‌تواند حاصل وجود انحراف در باقیمانده‌ها به دلیل وجود مختصات یا مدارهای ضعیف نیز باشد. بلوک #remaining گزارش می‌دهد که چند علامت پس از اتمام ویرایش توسط autcln باقی مانده است. شاید بخواهید همه ایستگاه‌ها مانند BLYT به نظر برسند، اما این مسئله به ندرت اتفاق می‌افتد. بلوک #Edited تعداد علامت‌های بایاس از بین رفته از طریق حذف داده‌های تحت تأثیر علامت بایاس را نشان می‌دهد (برخلاف حذف علامت از طریق تعیین تعداد عدد صحیح چرخه‌ها بین بخش‌های داده‌ها در حد قابل اطمینان). تأیید عملکرد autcln در گزارش ویرایش زیر آورده شده است:

EDITING REPORT AND SITE PARAMS

SITE	nCLN	MnOUT	SNR	LSNR	GF03	RCLK	GF02	BEND	BCLS	DDSC	PFED	GFUN	BDL2	NODD	ELEV	EDIT	MMRG	ELCL	Good
(deg)	(deg)	L1	L2																
7001	10.0	10.0	0	0	0	0	0	0	74	40	0	17	0	0	12	7	0	0	5210
BLYT	10.0	10.0	0	0	0	0	0	104	239	26	0	2	0	0	1091	3512	0	0	20547
JPLM	10.0	10.0	0	0	0	0	0	9	59	677	0	26	0	0	677	8	0	0	18055
LNCO	10.0	10.0	0	0	0	0	0	0	274	404	0	5	0	0	430	2076	0	0	19148
MATH	10.0	10.0	0	0	0	0	0	0	14	44	0	8	0	0	0	0	0	0	18768

توجه داشته باشید که تعداد داده‌های خوب هر مکان در حد مورد انتظار است یا نه (در این مثال فاصله زمانی نمونه‌گیری اصلی برای ۷۰۰۱، در مقایسه با ۳۰ ثانیه برای گیرنده‌های دیگر، ۱۲۰ ثانیه بوده است، بنابراین تعداد داده‌ها چیزی است که انتظار داریم). اگر مکانی داده‌های حذف‌شده بسیاری را نشان می‌دهد، عناوین ستون‌ها دلیل آن را به شما

می‌گوید، برای توضیحات مربوط به هر عنوان ستون، به مسیر راهنمای autcln و بخش ۴،۲ از راهنمای مرجع GAMIT مراجعه کنید.

آخرین قسمت از فایل خلاصه sh_gamit از قسمت solve در q-file استخراج شده است. لیست چهار خط اول، به ترتیب، RMS نرمال شده (جذر مربع x^2 در هر درجه آزادی) برای راه‌حل محدود به آزادی نامعلوم، راه‌حل محدود به رفع ابهام، راه‌حل آزاد با آزادی نامعلوم^۳ و راه‌حل آزاد با رفع ابهام^۴ است. با توجه به وزن فعلی مشاهدات فاز، همه این موارد باید حدود ۰،۲ باشد. اگر مقادیر nrms محدود به طور قابل توجهی بزرگ‌تر از مقادیر nrms آزاد باشند، داده‌ها خوب هستند اما محدودیت‌هایی که شما در پردازش‌های GAMIT روی مختصات (sittbl) یا مدارها (sestbl) اعمال کرده‌اید خیلی سخت‌گیرانه هستند. در این صورت، سعی کنید فقط مطمئن‌ترین مکان را محدود کنید و به تنظیمات دیگر در q-file ها نگاه کنید. آخرین سطر در خلاصه، درصد ابهامات رفع شده مسیر پهن (WL) و مسیر باریک (NL) را نشان می‌دهد. (توجه: این شکل خلاصه برای LC_AUTCLN است؛ با LC_HELP فقط دو عدد وجود دارد که اولین مورد تعداد ابهامات برآورد شده، WL + NL، مربوط به دو برابر عدد اول در خلاصه LC_AUTCLN و دومی تعداد ابهامات NL برطرف شده است.) با LC_AUTCLN معمولاً بیش از ۹۰٪ ابهامات WL برای هر شبکه با هر اندازه‌ای برطرف می‌شود مگر اینکه دوره کوتاه یا شبه‌فاصله شلوغ داشته باشید و یا از جدول dcb.dat استفاده نکنید که شامل مقادیر تخمینی برای دوره اطلاعات شما است. درصد ابهامات NL برطرف شده بستگی به طول دوره، اندازه و پیکربندی شبکه، کیفیت مدارها و مختصات اولیه و شرایط جوی دارد. اگر کمتر از حدود ۸۰٪ باشد، ممکن است نواقصی وجود داشته باشد که می‌توانید با یک روش تحلیل متفاوت آن را برطرف کنید.

بررسی قطعی داده‌ها و پردازش با سری زمانی ایجادشده توسط sh_glred به عنوان فایل های postscript در gsoln/ انجام می‌شود. با دوره‌های ۲۴ ساعته و تثبیت قدرتمند، باید عدم قطعیت‌ها و تکرارپذیری‌ها را در سطح ۱-۲ میلی متر برای مختصات افقی و ۳-۵ میلی‌متری برای ارتفاعات به دست آورید. با دوره‌های ۸ ساعته، تراز باید ۲-۴ میلی‌متر و ارتفاع ۱۰-۱۵ میلی متر باشد. اگر عدم قطعیت تنها برای برخی از مکان‌ها زیاد است، طول دوره (rinex یا x-file)، تعداد داده‌های حذف‌شده (خلاصه ویرایش autcln.post.sum) و نویز داده‌ها (جدول RMS و زاویه ارتفاعی وابسته به محاسبات RMS مربوط به autcln.post.sum و یا مدل خطای اندازه‌گیری گیرنده اولیه در q-file) را بررسی کنید. اگر عدم قطعیت برای

^۱Constrained solution with ambiguities free

^۲Constrained solution with ambiguities resolved

^۳Loose solution with ambiguities free

^۴Loose solution with ambiguities resolved

همه ایستگاه ها زیاد است، سپس گزارش‌های مربوط به glred و glorg را بررسی کنید، به عنوان مثال globk_scal_00034.org

```

+++++
+ GLOGR Version 5.11I +
+++++
Stabilization with 20.0% constant, 80.0% site dependent weighting.
Delete sites with 4.0-sigma condition.
Height variance factor 10.00 Position, 10.00 Velocity
For Position: Min dH sigma 0.0050 m; Min RMS 0.0030 m, Min dNE sigma 0.00050 m
For Velocity: Min dH sigma 0.0050 m/yr; Min RMS 0.0030 m/yr, Min dNE sigma 0.00010 m/yr
Sigma Ratio to allow use: Position 2.00 Velocity 2.00
=====
Starting Position stabilization iteration 1 L0002031200_scal.glx

For 5 sites in origin, min/max hgt sigma 451.3 452.8 mm; Median 452.2 mm, Tol 10.0 mm

Position system stabilization results
-----
X Translation (m) 0.24048 +- 0.00264 Iter 1 L0002031200_scal.glx
Y Translation (m) 0.29123 +- 0.00398 Iter 1 L0002031200_scal.glx
Z Translation (m) -0.25412 +- 0.00330 Iter 1 L0002031200_scal.glx
Condition Sigmas used 0.0000 0.0000 0.0000
Sites and relative sigmas used in stabilization
BLYT_GPS 1.00 7001_GPS 1.00 MATH_GPS 1.00 JPLM_GPS 1.00 LNCO_GPS 1.00
For 15 Position Iter 1 Pre RMS 0.0908 m; Post RMS 0.00362 m L0002031200_scal.glx
For 5 sites in origin, min/max NE sigma 1.29 1.96 mm; Median 1.43 mm, Tol 1.00 mm

```

قسمت بالای فایل مکان‌های تثبیت‌شده را نشان می‌دهد. از آنجایی که glorg تثبیت را تکرار می‌کند مکان‌هایی را که در مقایسه با عدم قطعیت‌ها دارای عدم قطعیت زیادی در ارتفاع یا تراز و یا باقی‌مانده ارتفاع هستند حذف می‌کند. در تکرار نهایی، باید حداقل سه مکان (و ترجیحاً تعداد بیشتر) در تثبیت باقی‌مانده باشند و Post RMS باید در سطح انتظار شما از عدم قطعیت‌ها (۵-۱ میلی متر) باشد. قسمت بعدی فایل (نمایش داده نشده) فایل‌های دستور globk و glorg را تکرار می‌کند (مشروط بر اینکه CMDS در org_opt تنظیم شده باشد). اطمینان حاصل کنید که این‌ها مطابق آنچه شما در نظر داشتید باشند. بخش مفید بعدی خلاصه موقعیت است که تنظیمات و عدم قطعیت‌های هر یک از موقعیت‌های شمال، شرق و بالا را نشان می‌دهد:

```

SUMMARY POSITION ESTIMATES FROM GLOBK Ver 5.11I
Long. Lat. dE adj. dN adj. dE +- dN +- RHO dH adj. dH +- SITE
(deg) (deg) (mm) (mm) (mm) (mm)
245.285 33.610 -3.78 2.72 1.59 1.37 -0.062 37.86 6.07 BLYT_GPS*
243.531 34.560 0.12 -0.37 1.02 0.98 0.039 -9.53 4.71 7001_GPS*
242.563 33.857 1.33 -0.64 0.86 0.83 0.012 -1.86 4.04 MATH_GPS*
241.827 34.205 0.50 -0.51 0.85 0.80 0.031 -4.66 3.87 JPLM_GPS*
240.942 36.360 -0.27 0.42 1.43 1.37 -0.103 -8.82 5.64 LNCO_GPS*
POS STATISTICS: For 5 RefSites WRMS ENU 1.36 1.01 14.27 mm NRMS ENU 1.30 1.02 3.07

```

ایستگاه‌های ستاره‌دار مواردی هستند که در تثبیت استفاده می‌شوند (در این مورد از آنجایی که apr-file بر اساس یک پردازش قبلی است، شامل تمامی موارد می‌شود). در صورت وجود فراوانی کافی، اعمال تنظیمات خاصی در تعیین اینکه آیا کیفیت (rms) تثبیت با در نظر گرفتن ایستگاه‌های خاص کم می‌شود، مفید خواهد بود. آمار تثبیت در انتهای خلاصه‌ی موقعیت برای هر مؤلفه (شمال، شرق و بالا) به جای ترکیبی از این سه در بالای فایل خروجی، نشان داده شده است. بحث مفصل‌تر درباره خروجی globk و glorg را می‌توان در بخش ۳،۵ کتابچه راهنمای مرجع GLOBK یافت.

فصل ششم

تولید سری‌های زمانی
و میدان‌های سرعت

در هنگام ورود به GLOBK به عنوان شبه مشاهده، h-file ها می توانند به صورت جداگانه (glred) در نظر گرفته شوند تا سری های زمانی تولید کنند و یا به عنوان یک گروه (globk) برای تخمین موقعیت ها و سرعت مورد استفاده قرار

گیرند. در هر دو صورت، مهم‌ترین تصمیم برای تحلیل نحوه ویرایش و وزن‌دهی داده‌ها و چگونگی تعریف و شناسایی چارچوب مرجع است. در اتخاذ این تصمیمات، باید توجه کنید که چه ایستگاه‌هایی صریحا در نظر گرفته شوند، چگونه با مدارها و پارامترهای جهت‌یابی زمین (EOP) برخورد شود و چه محدودیت‌های عملی در زمینه سرعت محاسبه و ذخیره داده‌ها وجود دارد. در این فصل استراتژی‌هایی را که ممکن است برای دستیابی به اهداف تحلیل خود با ابزارهای موجود در مجموعه برنامه‌های GLOBK استفاده کنید، بحث می‌کنیم. محاسبات راه‌حل‌های چندساله ممکن است به راحتی در یک مسیر (به عنوان مثال $/vsoln$) به موازات مسیرهایی که برای هر پیمایش یا سالی از داده‌های پیوسته استفاده می‌شود، انجام شود. در همین سطح، ممکن است شما بخواهید یک مسیر $/tables$ اضافی که حاوی فایل‌های مشترک برای همه سال‌ها و راه‌حل‌های سرعت است، ایجاد کنید. اگر شما یکسری تجزیه و تحلیل‌های چندساله را انجام می‌دهید، پس فایل‌های موجود در مسیر پردازش اضافی ($/asoln$, $/bsoln$, ...) نیز می‌توانند از همان مسیر ($.../tables$) برای این فایل‌های معمول استفاده کنند.

۶-۱- ترکیب h-file ها

بنا به دلایل مختلفی شما ممکن است قبل از تولید یک سری زمانی یا پیدا کردن سرعت، h-file های پردازش روزانه GAMIT خود با سایر h-file ها ترکیب کنید. وقتی شما بیش از ۵۰ ایستگاه در یک شبکه منطقه‌ای دارید، پردازش این موارد در شبکه‌های GAMIT با ۳۰ تا ۵۰ ایستگاه و ترکیب آنها در GLOBK نسبت به استفاده از یک شبکه بزرگ (حد GAMIT، ۹۹ ایستگاه است) کارآمدتر و به همان اندازه دقیق است. علاوه بر این، اگر شما در حال پردازش یک شبکه منطقه‌ای هستید و می‌خواهید آن را دقیقا به یک ساختار بزرگ‌تر مرجع منطقه‌ای یا جهانی تطابق دهید، می‌توانید این کار را با ترکیب h-file های خود با آنهایی که توسط MIT یا SOPAC از پردازش IGS یا پردازش مراکز آنالیز دیگر در شبکه‌های منطقه‌ای پیوسته ایجاد شده‌اند، انجام دهید. سرانجام، برای به دست آوردن آمار طولانی مدت مفیدتر از سری‌های زمانی خود، جهت تقویت ساختار مرجع برای مشاهدات حالت پیمایش و یا کاهش زمان محاسباتی برای به دست آوردن سرعت، ممکن است بخواهید که ابتدا h-file ها را از ۳۰-۵ روز با h-file تنها برای استفاده در راه‌های بعدی ترکیب کنید. ما در بخش ۳-۶ و ۴-۶ در مورد منافع و معایب این استراتژی‌ها بحث می‌کنیم، اما اجرای مکانیکی آنها ساده است. برای پردازش یک روز واحد، sh_glrred پردازش GAMIT را از چندین زیرگروه GNSS یا چند گزینه با استفاده از گزینه netxt- ترکیب می‌کند و شامل شبکه‌های منطقه‌ای یا جهانی مستقل پردازش شده با استفاده از گزینه‌های LA، LB یا LC می‌شود. اجرای sh_glrred برای یک روز با COMB globk_prefit- مشخص شده، globk را جهت ذخیره یک h-file ترکیبی برای پردازش بیشتر هدایت می‌کند. برای چندین روز، این گزینه به همراه ncomb- داده‌ها را طی چند روز جمع می‌کند.

sh_glrred به طور خودکار به شما این امکان را می‌دهد تا h-file ها را از یک منبع خارجی بارگیری کنید و یا فایل‌های خود را به آن وصل کنید. اگر گزینه F انتخاب شده باشد، h-file های ضمنی با گزینه net- از MIT یا SOPAC در مسیر اصلی h-file ها بارگیری می‌شوند (با glfpath در process.defaults و به صورت اسمی با glbf مشخص می‌شوند). از طرف دیگر، می‌توانید h-file ها را از قبل در مسیر مشخص شده توسط hfnd در process.defaults جمع‌آوری کرده و

سپس گزینه‌های LA، LB و LC را برای پیوست این فایل‌ها به glbf/تنظیم کنید. LA به اسکی در h-file (نیاز به ترجمه htoglb) از فرم h[net][expt]?.yyddd (به عنوان مثال فایل‌های شبکه SOPAC)، LB به فایل‌های باینری h-file به صورت h[net][expt].gl? (با توجه به اولویت glx نسبت به glr)، و LC به f-file های باینری به صورت Hyyddmdd_[net][expt].GLX (به عنوان مثال، h-file های ترکیبی MIT) مربوط می‌شود. به عنوان مثال، برای استفاده از پردازش محلی در ترکیب با h-file های جهانی MIT که قبلاً روی سیستم شما بارگیری شده است، دستور تولید یک سری زمانی ۳۰ روزه برای آزمایش "emed" به صورت زیر خواهد بود:

```
sh_glred -expt emed -s 2009 121 2009 150 -net MIT -opt H LC G T
```

از آنجا که sh_glred به دنبال تمام h-file های باینری در مسیر glbf/ خواهد بود که شما قبلاً هنگام ایجاد سری زمانی آن ایجاد کرده‌اید می‌توانید هنگام ترکیب فایل‌ها گزینه‌های -net، H و LA را کنار بگذارید. این ویژگی به ویژه در حالتی که روزهایی که می‌خواهید جمع کنید پیوسته نباشد (مثلاً از یک پروژه نقشه‌برداری) و از گزینه -local در دستور sh_glred برای ایجاد سری زمانی ایجاد کرده باشید، مفید است.

اگر در حال جمع‌آوری داده‌ها در بازه نسبتاً طولانی‌هستید که خطا در سرعت اولیه هر یک از موقعیت‌های شما به اندازه کافی بزرگ است که باعث ایجاد خطا در موقعیت می‌شود، باید سرعت را در ترکیب تخمین بزنید، با این حال، به طور کلی بهتر است که طول ترکیب را به اندازه کافی کوتاه کنیم که این موضوع به یک مسئله جدی تبدیل نشود.

۶-۲- ویرایش داده‌ها

اگر داده‌هایی را در نظر بگیرید که از محدوده داده‌ها خارج هستند، پردازش‌های شما خراب می‌شود. برای یک سری زمان از h-file های مستقل، خطایی در یک جزء از مختصات یک موقعیت روی موقعیت دیگری هیچ تأثیری نمی‌گذارد (و ممکن است تأثیر حداقل بر روی سایر مؤلفه‌ها داشته باشد)، اما به محض ترکیب h-file ها با پارامترهای مشترک، با چندین شبکه در یک روز و یا نتایج حاصل از چند روز، برآوردهای مختلف از پارامتر مشترک از بین می‌رود، χ^2 بالا می‌رود و پردازش منحرف می‌شود. دو روش برای حذف داده‌های پرت وجود دارد:

(۱) استفاده از دستور rename برای eq_file

(۲) استفاده از دستور sig_neu به طور مستقیم در خط فرمان globk.

در فرمان با تغییر نام، در صورت تعیین مقدار XCL_، موقعیت همیشه حذف خواهد شد. با XPS_ موقعیت از هرگونه پردازش برای بیش از یک روز خارج می‌شود اما همچنان در سری‌های روزانه ظاهر می‌شود. به عنوان مثال:

```
rename MIT algo_gps algo_xcl 1997 5 14 0 0 1997 5 17 24 0
```

مشاهدات ALGO را در هر h-file که حاوی ویژگی‌های MIT باشد بین ۱۴ تا ۱۷ مه ۱۹۹۷ از پردازش حذف می‌کند. توجه داشته باشید که طول تاریخ مشخص شده باید به طور کامل منطبق بر زمان شروع اولین h-file و زمان پایان آن منطبق بر آخرین h-file باشد. ممکن است ورودی انتخاب‌کننده h-file و/یا تاریخ‌ها برای حذف گسترده‌تر از بین بروند.

با دستور sig_neu می‌توانید با افزودن نویز کافی که دارای وزن ناچیز است، اثر خطا را در یک جزء خاص حذف کنید. به عنوان مثال:

```
sig_neu MIT algo_gps 0 0 .5 1997 5 14 0 0 1997 5 18 0 0
```

می‌تواند اثر خطا در ارتفاع را با افزودن ۰,۲۵ مترمربع در چهارگوش به واریانس مؤلفه ارتفاع موجود در h-file های مشخص‌شده، کاهش دهد.

اینکه کدام یک از این رویکردها را شما انتخاب می‌کنید، بر اساس سلیقه است و می‌تواند به ابزارهایی که برای ویرایش استفاده می‌کنید بستگی داشته باشد. برای داده‌های پیوسته، هنگامی که می‌توانید بدون ضعیف کردن پردازش، بسیاری از داده‌های پرت را حذف کنید، استفاده از گزینه nsigma از برنامه tsfit (به فصل ۴ کتابچه راهنمای GLOBK مراجعه کنید). برای تولید خودکار دستورات XPS یا برنامه تعاملی tsview (<http://www.gpsg.mit.edu/~tah/GGMatlab>) در MATLAB برای تولید دستورات XPS با یک کلیک ماوس بسیار مناسب است. برای تاریخ حالت پیمایش، هنگامی که هر مشاهده‌ای شمارش می‌شود و شما اغلب می‌خواهید از ارتفاعات کم وزن استفاده کنید اما اجزای افقی نداشته یا فقط یک جزء افقی داشته باشید، استفاده از دستورات sig_neu راحت تر است. می‌توان از دستور grw در ابزار GAMIT برای تولید دستورات sig_neu با چند ضربه کلید استفاده کرد.

۳-۶- وزن دار کردن داده‌ها به منظور بدست آوردن عدم اطمینان بهتر

همان طور که در بخش ۳-۲ ذکر شد، اغلب خطاها در مشاهدات GNSS تصادفی نیست، بلکه دارای همبستگی زمانی از چند دقیقه (چندمسیره، بخار آب) تا روزها یا ماه‌ها (حرکات ایستگاه به دلیل ناپایداری سازه و بارهای جوی، هیدرولوژیکی، اقیانوسی و نیروهای غیر گرانشی روی ماهواره‌ها) است. نادیده گرفتن این همبستگی‌ها منجر به عدم قطعیت‌هایی خواهد شد که بسیار خوش‌بینانه بوده و برای مشاهدات چند روز ملایم و برای داده‌های پیوسته بسیار شدید هستند. در این بخش فرض می‌کنیم که شما مبانی نظری و تجربی برای رویکردهای مختلف را می‌دانید و ما نحوه اجرای آنها در GLOBK را شرح می‌دهیم. (برای مشاهده برخی از پیشینه‌های نظری، به ارائه «تحلیل خطا» از یک کارگاه آموزشی اخیر درباره اطلاعات وب‌ایستگاه GAMIT / GLOBK مراجعه کنید).

مطالعات مربوط به سری‌های بلندمدت مختصات GNSS نشان داده است که نویزها در طی دوره‌های چند روز تقریباً سفید هستند اما برای دوره‌های طولانی به طور پیوسته افزایش می‌یابد. با داده‌های پیوسته می‌توانیم سری‌های زمانی را تجزیه و تحلیل کنیم و بر اساس ویژگی‌های نویز طی دوره‌های هفتگی تا سالانه، نویزها را در دوره‌های طولانی مربوط به تخمین خطای سرعت موقعیت یا تخریب در طولانی‌مدت در اثر زلزله درک کنیم. فیلتر کالمن مانند globk نمی‌تواند بدون هیچ‌گونه مشکلی همه مدل‌های خطای احتمالی را تشخیص دهد (به ویژه مدل نویز فلیکر که بیشترین برآزش را با بیشتر سری‌های زمانی GNSS دارد)، اما به راحتی می‌تواند دو مدل “عضو نهایی”^۲ نویز سفید و گام تصادفی-

را تشخیص دهد، که باهم به ما این امکان را می‌دهند تا به آمار کوتاه‌مدت معنی‌داری برای ویرایش داده‌ها و عدم قطعیت‌های واقعی برای سرعت تخمین زده‌شده دست یابیم.

افزایش χ^2 محاسبه‌شده توسط globk در هنگام ترکیب h-file ها، عدم هماهنگی در برآورد مختصات حاصل از پردازش فعلی و تخمین‌های حاصل از h-file جدید را نشان می‌دهد که معمولاً در سری‌های زمانی قابل مشاهده است. اگر داده‌های همه موقعیت‌ها به درستی برای پراکندگی کوتاه مدت آنها وزن‌دهی شده باشد، χ^2 آن سری‌های زمانی و افزایش χ^2 باید تقریباً برابر یک شود. در صورت وجود افزایش کم یا کم وزن کردن داده‌ها برای رسیدن به تخمین‌های واقعی تر از سرعت، افزایش χ^2 یک متر از یک خواهد بود. اگر مجموع‌ها (سیگماها) در h-file ها بسیار کوچک باشند یا در برآورد مختصات، مقادیر خارج از محدوده وجود داشته باشد، مقادیر بیشتر از یک اتفاق خواهد افتاد. این مقادیر باید با استفاده از سری زمانی پیدا شوند و مطابق با بخش ۶-۲ اصلاح شوند.

قبلاً خاطر نشان کرده‌ایم که وزن داده‌های فاز در GAMIT به گونه‌ای است که عدم قطعیت‌ها در مختصات‌های h-file نسبت به پراکندگی روزانه نسبتاً بدبینانه هستند، بنابراین هنگام جمع کردن این فایل‌ها در globk باید انتظار مقادیر χ^2 بین ۰٫۳ تا ۱ را داشته باشید. البته اگر روزهای زیادی را باهم جمع کنید، عدم قطعیت h-file، توسط ریشه مربع تعداد روزهای جمع شده، کوچک‌تر می‌شود و مقادیر χ^2 به صورت خطی با تعداد روزها افزایش می‌یابد. شما می‌توانید این مسئله را با اضافه کردن نویز سفید به برآورد مختصات با استفاده از دستور sig_neu در خط فرمان جبران کنید. مقادیر اضافه‌شده را می‌توان از پراکندگی کوتاه مدت در سری زمانی تعیین کرد. افزودن نویز سفید برای شبکه یکنواخت از ایستگاه‌های پیوسته، به طور دقیق، ضروری نیست، زیرا عدم قطعیت واقعی در برآورد سرعت بر نویزهای طولانی‌مدت افزوده‌شده با استفاده از فرمان mar_neu (گام تصادفی) حاکم خواهد بود، اما می‌تواند در ویرایش با ایجاد یک نسبت واقع‌بینانه‌تر بین عدم قطعیت‌ها در یک h-file که ترکیبی از داده‌های پیوسته و حالت پیمایشی است مفید باشد. به عنوان مثال، اگر برخی تخمین ایستگاه‌ها در h-file بر اساس سی دوره ۲۴ ساعته و برخی دیگر بر اساس دو دوره ۲۴ ساعته انجام شود، عدم قطعیت‌های موقعیت در h-file برای موقعیت‌های ۳۰ روزه چهار برابر کوچک‌تر از موقعیت‌های ۲ روزه خواهد بود حتی اگر عدم قطعیت واقعی آنها به دلیل تسلط بر نویزهای مربوطه تقریباً یکسان باشد. به عنوان مثال، فرض کنید عدم قطعیت رسمی و پراکندگی در مختصات افقی برای همه موقعیت‌ها از یک دوره ۲۴ ساعته ۱٫۰ میلی‌متر است. در h-file ترکیبی، عدم اطمینان برای موقعیت ۳۰ روزه ۰٫۲ میلی‌متر و برای موقعیت ۲ روزه ۰٫۷ میلی‌متر خواهد بود. اگر به صورت درجه دو ۰٫۷۵ میلی‌متر نویز سفید را به مختصات افقی کلیه موقعیت‌های موجود در h-file ها اضافه کنیم (sig_neu all 0.00075 0.00075)، آنگاه عدم قطعیت‌های استفاده‌شده در پردازش‌های موقعیت‌های ۳۰ روزه ۰٫۸ میلی‌متر و برای موقعیت ۲ روزه ۱٫۰ میلی‌متر خواهد بود و به صورت دقیق‌تر منعکس‌کننده پراکندگی آنها (و از این رو سهم χ^2) خواهد بود. همچنین ممکن است بخواهید به ایستگاه‌های مجزا که سطح بالاتری از پراکندگی کوتاه مدت را نسبت به عدم قطعیت‌هایشان نشان می‌دهند، نویز سفید اضافه کنید، این یک nrms بالاتر در سری‌های زمانی روزانه است.

برای وزن دهی مجدد استفاده از دستور sig_neu نسبت به ضریب واریانس مورد استفاده در h-file ها در لیست gdl ترجیح داده می شود زیرا سطح نویز زیاد معمولاً فقط با زیرمجموعه موقعیت ها در h-file همراه است. یک استثنا در مواردی رخ می دهد که شما h-file های سنجش از دور GAMIT را با زمان های مختلف نمونه برداری دارید که در این حالت ضریب واریانس برای تعادل وزنی با سایر h-file های پردازش برای شما مفید است.

راه اصلی ما برای نویزهای طولانی مدت که بیشترین تأثیر را بر تخمین سرعت دارد، اضافه کردن یک گام تصادفی به مدل خطای مورد استفاده توسط globk است. برای موقعیت هایی که ۱۰۰ تا یا بیشتر تخمین موقعیت دارند، می توان مقدار مناسب گام تصادفی را برای هر مؤلفه با استفاده از برون یابی گاوسی-مارکو فاز مرتبه اول^۱ (FOGMEX) یا الگوریتم سیگمای واقعی هیرینگ^۲ (۲۰۰۳) و تجزیه و تحلیل خطای ارائه شده در کارگاه های آموزشی تعیین کرد. الگوریتم با استفاده از پراکندگی در سری زمانی برای همه ی زمان های میانگین ممکن (به عنوان مثال ۱ روز تا ۶۰۰ روز برای یک سری زمانی ۱۲۰۰ روزه) جهت تعیین نحوه جدا شدن آمار سری زمانی از نویز سفید استفاده می کند. اگر نویز سفید باشد، rms باید به اندازه ریشه مربع زمان متوسط کاهش یابد، و nrms ثابت بماند. هرچند در عمل، برای سری های زمانی GNSS، rms با زمان متوسط، بسیار کندتر کاهش می یابد، و nrms افزایش می یابد (چون عدم قطعیت رسمی کاهش می یابد). با برازش nrms (در واقع χ^2) در برابر زمان متوسط برای یک تابع نمایی (برای یک فرایند گاوسی-مارکوف مرتبه اول انتظار می رود) و ارزیابی این عملکرد برای مدت زمان متوسط نامحدود، الگوریتم تعیین کننده ی هر دوضریب مقیاسی است که باید روی سیگمای نویز سفید سرعت برای به دست آوردن یک سیگمای واقعی تر و ارزش گام تصادفی که باعث تولید این سیگما در راه حل globek می شود، اعمال شود. برای به دست آوردن دستورات mar_neu، اجرا کنید:

sh_gen_stats -ts SUM.tsfit

که در آن SUM.tsfit خروجی یک اجرای sh_plot_pos است که با استاندارد به tsfit (یا مستقیماً با tsfit)، یا

sh_gen_stats -ir va[root].ens

جایی که [root] شناسه انتخاب شما بوده و نام فایل ورودی va [root].ens است، که با تغییر نام فایل VAL از

اجرای sh_plotcrd بدست آمده است.

همچنین می توانید الگوریتم FOGMEX را از طریق tsview با انتخاب Realistic Sigma فراخوانی کنید.

برای ایستگاههایی که تخمین کمتر از ۱۰۰ دارند، مقادیر مورد استفاده برای random walk لزوماً دقت کمتری خواهند داشت، بنابراین ممکن است برای مثال از مقدار متوسط sh_gen_stats در سری های زمان استفاده کنید.

۴-۶- تعیین چارچوب مبنا

اگرچه ماهواره های GNSS یک چارچوب پویای طبیعی زمین محور را فراهم می کنند، اما مشاهدات فاز تفاضلی دوگانه (یا معادل آن، مشاهدات فاز غیر تفاضلی با ساعتهای تخمین زده شده یا ارائه شده)، ایستگاه زمینی با آرایش فضایی

^۱ Order Gauss-Markov Extrapolation
^۲ Realistic sigma algorithm

مدارها توان تامین دقت مورد نیاز در حد میلی متر که برای مطالعات علمی ما مورد نیاز است را ندارد. در عوض ما با اعمال محدودیت ناشی از چند ایستگاه ثابت در شبکه، یک چارچوب زمینی ثابت برای آن تعریف می کنیم. به منظور انجام این کار GLOBK دو رویکرد دارد: ساده ترین آن که در GAMIT نیز مورد استفاده قرار می گیرد، اعمال محدودیت در فایل

دستوری globk است که عدم قطعیت های ثابت را در مختصات (موقعیت ها و سرعت) یک یا چند ایستگاه از شبکه را ثابت فرض می کند. به طور مثال:

```
apr_neu all 1 1 1 .1 .1 .1
apr_neu algo .001 .001 .003 .001 .001 .003
apr_neu drao .002 .002 .002 .003 .003 .010
```

این رویکرد محدودیت کنترل شده^۱ به ندرت در GLOBK مورد استفاده قرار می گیرد ، زیرا اگر محدودیت های تعیین شده برای مختصات و داده های پیشین صحیح نباشد ، می تواند باعث تحریف شبکه شود .
یک رویکرد دقیق تر برای تحقق چارچوب از طریق محدودیت های عمومی^۲ است، که در آن می توانید تنظیمات مختصات ایستگاههای تعیین کننده چارچوب را در هنگام انتقال ، چرخش ، و گاه مقیاس (پارامترهای هلمرت^۳) در حین پردازش به حداقل برسانید.

با استفاده از این رویکرد، همه ایستگاههای مرجع امکان سرشکنی آزاد دارند و هر چارچوب تحقق یافته با مجموعه خاصی از ایستگاه های مرجع با یک چارچوب تحقق یافته با مجموعه دیگر از ایستگاه ها، فقط در انتقال، چرخش (و مقیاس) متفاوت خواهند بود . (بدون اعوجاج داخلی)
شما این روش را با حفظ محدودیت در globk اعمال می کنید.

```
apr_neu all 1 1 1 .1 .1 .1
# EOP loose if estimating rotation in glorg
apr_wob 10 10 10 10
apr_ut1 10 10
mar_wob 3650 3650 365 365
mar_ut1 365 365
# EOP tight if estimating only translation in glorg
x apr_wob .25 .25 .1 .1
x apr_ut1 .25 .1
```

و استناد به glorg برای اعمال محدودیت های عمومی (تثبیت سازی^۴ در GLOBK)

```
pos_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot
rate_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot
# translation-only
x pos_org xtran ytran ztran
x rate_org xtran ytran ztran
```

برآورد هر دو انتقال و چرخش در glorg برای شبکه های منطقه ای جهانی و بزرگ ضروری است و برای هر شبکه بیش از ۵۰ کیلومتر نیز ترجیح داده می شود. (معمولا می توان پارامتر مقیاس را حذف کرد).
با این حال، تخمین چرخش علاوه بر انتقال ، تنها در صورتی مورد اعتماد است که حداقل شش ایستگاه تثبیت کننده با توزیع هندسی خوب داشته باشید. اگر تنها یک ایستگاه در لبه بیرونی شبکه وجود داشته باشد، همه خطای آن

در جهت ترکیب پارامترهای چرخش در یک جهت قرار می گیرد. وقتی این اتفاق بیفتد، عدم اطمینان آن ایستگاه بسیار ناچیز خواهد بود و دقت کافی برای تأمین ثبات در شبکه وجود نخواهد داشت و دقت تثبیت کمتر خواهد بود. وقتی این اتفاق بیفتد، هم عدم اطمینان و هم باقیمانده آن ایستگاه بسیار ناچیز خواهد بود، و دقت کافی برای تأمین ثبات در شبکه وجود نخواهد داشت و نتایج تثبیت سازی کمتر معنی دار خواهد بود. وقتی فقط جابجایی را تخمین می زنید، هندسه ایستگاههای مورد استفاده در تثبیت کردن شبکه اهمیت متری داشته و شما می توانید با کمترین تعداد ایستگاه ها عمل تثبیت سازی شبکه را انجام دهید.

ساده ترین و قوی ترین رویکرد برای تحقق چارچوب برای همه موارد به جز کوچکترین شبکه ها، قرار دادن ۱۰ یا چند ایستگاه دیگر است که مختصات آنها با عدم قطعیت های ناچیز در apr-file چارچوب بین المللی مرجع^۵ یا در شبکه IGS آن ایستگاه درج شده باشد. نمونه فایل های دستوری به صورت پیش فرض در GLOBK برای استفاده از igs15_comb.apr نوشته شده است که در آن از ایستگاه های igs 2014 به علاوه ایستگاه های قدیمی تر که در تحقق igs 2014 وجود نداشته اند بهره بگیرد. فایل igs14_comb.eq که همراه این فایل apr است، دستورات را مطابق بر نام ایستگاه های ۸ کاراکتری که در igs14_comb.apr یا (itr14.apr) موجود است را تغییر نام داده است.

می توانید این چارچوب را با درج داده های همه ایستگاه های مرجع انتخاب شده در پردازش GAMIT خود تحقق بخشید، آن را در حالت BASELINE با مدار IGS ثابت و یا با ۳-۴ ایستگاه IGS اجرا کنید. (ایستگاههای مرجع ضرورتی ندارد) که در آن h-file های شما را به h-file های تولید شده توسط MIT یا SOPAC از پردازش جهانی متصل می کند. برای این که در این مورد کاملاً دقیق باشید، باید تخمین مدارها را در اجرای GAMIT خود در حالت RELAX قرار دهید و اجازه دهید فایل h-global مدارها را تعیین کند. با این حال، در تمرین با مدارهای IGS فعلی، می توانید آنها را در پردازش منطقه ای ثابت نگه دارید (حالت BASELINE در GAMIT)، و به آنها اجازه دهید با حذف دستور apr_svs در GLOBK به صورت ضمنی سرشکن شوند.

برای این که مدارها بطور ضمنی یا صریح برای شبکه جهانی تخمین زده شوند، باید یک h-file کاملاً جهانی (مثلاً MIT GLX یا همه فایل های igs h-files SOPAC) را در آن لحاظ کنید، اگرچه لازم نیست صریحاً مختصات همه ایستگاهها را تخمین بزنید. اصل اینجاست که آیا h-file های جهانی همه اطلاعات حاصل از پردازش داده های فاز را شامل می شوند یا پارامترها (مختصات مداری یا ایستگاه) صریحاً تخمین زده می شوند یا خیر. بنابراین شما می توانید صریحاً تخمین بزنید (use_site) فقط ایستگاههایی که نیاز داشته اید برای استفاده در glorg یا آنهایی که از نظر علمی

برای مطالعه شما مهم هستند و بنابراین در مقایسه با تخمین صریح مدارها و مختصات ۳۰۰ ایستگاه در h-files، زمان محاسبات قابل توجهی صرفه جویی می کنید.

استفاده از h-files های GLOBK خروجی ایجاد شده، به شما امکان دسترسی به تعداد زیادی از ایستگاه ها را بدون بار محاسباتی اجرای GAMIT در یک شبکه بزرگ را می دهد. نقطه ضعف احتمالی این است که مدلهایی که شما استفاده کرده اید ممکن است با مدلهای مورد استفاده در مرکز پردازش خارجی مطابقت نداشته باشد و سرباری برای دانلود و ذخیره فایلها (۱۵-۲۰ مگابایت در روز) بر روی سیستم شما تحمیل کند. دستور sh_get_hfiles مستقیماً یا از طریق sh_gfred فراخوانی می شود و دانلود فایل ها را تسهیل می کند.

اگر یک شبکه کوچک با تنها یک یا دو ایستگاه با مختصات خوب دارید، ممکن است بتوانید با ثابت یا محدود کردن یک ایستگاه، یک چارچوب مرجع مناسب را تحقق ببخشید. این امر به آن دلیل است که عدم اطمینان و خطا در "مختصات مطلق" (نسبت به ماهواره ها)، به عدم قطعیت ها و خطاها در مختصات نسبی (هدف اصلی شما) نگاشت می شود، کاهش می دهد و تقریباً ارتفاع ماهواره ای (۲۰،۰۰۰ کیلومتر) به طول پایه کاهش می یابد. به عنوان مثال، یک عدم قطعیت ۱ متر (یا خطا) در مختصات یک ایستگاه محدود باعث عدم قطعیت (یا خطا) تنها ۱ میلی متر بر روی یک خط پایه ۲۰ کیلومتری می شود. (کاهش واقعی به طول سری زمانی و ژئومتری (دقت هندسی) بستگی دارد، اما برای خط پایه کوتاه در تعیین محدودیت اولیه از عرض جغرافیایی قابل توجهی برخوردار هستید). اگرچه می توانید محدودیت های مربوط به دستور apr_neu را در globk اعمال کنید. همانطور که در بالا ذکر شد، ممکن است بخواهید به دلایل دیگری از glorg استفاده کنید و ترجیح می دهید محدودیت های globk را حذف کنید و محدودیت را با استفاده از دستورات محدودیت زیر اعمال کنید:

```
constrain algo npos 0. .001
constrain algo epos 0. .001
constrain algo upos 0. .003
constrain algo ndot 0. .001
constrain algo edot 0. .001
constrain algo udot 0. .003
```

هنگام تولید سری های زمانی و سرعت مورد استفاده برای ارزیابی کیفیت داده ها و رویکرد تحلیلی، تعریف نظری چارچوب مرجع مهم نیست. معمولاً بهتر است این مراحل را در چارچوب بدون چرخش (NNR) از ITRF انجام دهید (و به طور دقیق تر باید بگوییم اگر در حال برآورد کردن مدار نیستید می بایست بخاطر سازگاری با EOP ها، از این چارچوب استفاده کنید). در نهایت، با این وجود، شما می خواهید سرعتها را در یک چارچوب مشاهده کنید که برای تفسیر ژئوفیزیکی طبیعی است.

اگر می خواهید از تحقق چارچوب اصلی همان طور که در مجموعه داده های ITRF تعیین شده است، استفاده کنید، به راحتی می توانید با جایگزینی یکی از فایل های APR چرخش داده شده که در مسیر gg/tables تهیه می شود (به

عنوان مثال itr14_eura.apr) در glorg (نه لزوماً در globk) این کار را انجام دهید. کیفیت تثبیت باید با کاری که با ligs14.apr (NNR) انجام می شود یکسان باشد زیرا حرکت نسبی ایستگاه ها تغییر نکرده است. اگر می خواهید یک صفحه یا بلوک سخت تر را تحقق ببخشید، می توانید با استفاده از دستور صفحه glorg این کار را انجام دهید، به عنوان مثال:

```
plate noam algo nlib piel rcm5 brmu chur
```

با استفاده از این دستور فعلی، glorg، بردار چرخش (قطب اوپلر) را برای یک بلوک (کلاه کروی) حاوی این ایستگاه ها، با توجه به چارچوب تثبیت، برآورد می کند. چاپ org-file شامل اجزاء و عدم قطعیت های بردار دوران خواهد بود و تنظیمات سرعت تثبیت (با توجه به apr-file) را با باقیمانده صفحه ای محتویات آن ایستگاه (تخمین های سرعت خودشان در چارچوب apr-file باقی می ماند) جایگزین می کند.

شما می توانید هر تعداد صفحات را در یک پردازش واحد تخمین بزنید تا زمانی که تقریباً مستقل باشند و هیچ یک از آنها شامل تمام ایستگاههای استفاده شده برای تثبیت نباشند (این یک عدد غیر ثابت ایجاد خواهد کرد). اجرای اسکریپت sh_org2vel با فایل چاپی glorg به عنوان ورودی و صفحه های مشخص شده با نام های مورد استفاده در دستور صفحه، باعث ایجاد فایل های خلاصه سرعت حاوی حرکات همه ایستگاه ها با توجه به هر یک از صفحه ها می شود.

۵-۶- پردازش های تولید سری های زمانی و سرعت

برای تولید سری زمانی یا برآورد سرعت از داده های چند ساله، باید به جای استفاده از sh_glred مستقیماً glred یا globk را اجرا کنید. همانطور که با ایجاد h-files نامنظم و ترکیبی، می توانید فایل gdl را با استفاده از دستور "ls" از دایرکتوری مورد نظر خود برای تجزیه و تحلیل چند ساله ایجاد کنید. به عنوان مثال، برای یک تحلیل چند ساله در pnw vsoln/با استفاده از h-files ترکیبی از هر کدام از ساله‌ها به صورت منحصر بفرد داریم:

```
ls ../pnw??/gsoln/*GLX > pnw_all.gdl
```

یا اگر داده ها را جمع نکرده اید:

```
cat ../pnw??/gsoln/*.gdl > pnw_all.gdl
```

با استفاده از cat همراه gdl های تولید شده توسط sh_glred، به جای ls با glx فایل ها و GLX در glbf / از علائم + برای اضافه کردن چندین فایل در یک روز هنگام اجرای glred برای سریهای زمانی طولانی اجتناب کنید. (هنگام

اجرای globk برای به دست آوردن سرعت، کلیه فایل ها بدون در نظر گرفتن اینکه علائم + در آن حضور دارند یا نه، ترکیب شده اند)

اولین قدم شما باید همیشه تولید سری های زمانی باشد که بتوانید آمار داده های خود را ارزیابی کرده و تعیین کنید که آیا مواردی وجود دارد که پردازش سرعت را دچار انحراف می کند یا خیر. برای اجرای مستقیم glred برای تولید یک سری زمانی از این دستور باید استفاده کرد:

```
glred 6 glred.prt glred.log pnw_all.gdl globk.cmd >&! glred_rep.out
```

پردازش های کلیه h-file ها که به طور مستقل بدست می آیند، در یک فایل چاپی واحد نوشته می شوند (توسط prt_opt برای محدودیت های جزئی که با استفاده از globk تعیین می شوند و org_opt برای محدودیت های کلی که با استفاده از glorg مشخص شده است) بنابراین می توانید نتایج را با دستور زیر پلات کنید:

```
sh_plot_pos -f glred*.org -r -t NONE
```

اولین بررسی پردازش برای هر اپک (epoch)، کیفیت تثبیت است. می توانید خلاصه ای از آمار را با مراجعه به "POS STAT" در فایل پرینت دریافت کنید. مقادیر NRMS برای تثبیت باید در هر سه مؤلفه به یک نزدیک باشد، و WRMS نیز 1-2 میلی متر در حالت افقی و ۳-۱۰ میلی متر در حالت عمودی باشد. (بویژه اگر وزن عمودی بیشتر از فاکتور پیش فرض ۱۰ باشد).

در ادامه هیستوگرام های nrms و wrms را بررسی می کنیم که توسط sh_plot_pos ایجاد شده اند و برای دیدن آن است که آیا توزیع پراکندگی در ایستگاهها تقریباً گاوسی و با میانگین تقریبی ۱۰ برای nrms است یا خیر. در نهایت، اگر شبکه ای از صدها ایستگاه داشته باشید (که در این صورت احتمالاً خیلی به تجربه این فصل نیاز دارید) باید سری های زمانی هر ایستگاه را به صورت مجزا مشاهده کنید.

نگاه کنید به اپکها و ایستگاههای با داده های nrms غیر معمول (2.0-1.5 > ، بسته به میزان وزن دهی در داده ها). اگر تعداد زیادی از ایستگاهها در یک اپک خاص دارای داده های خارج از محدوده هستند، پردازش GAMIT و تثبیت را مجدداً مرور کنید. هنگامی که شما موقعیت های مشکل ساز را شناسایی کرده و دستورات تغییر نام یا sig_neu را برای

حذف آنها ایجاد کردید، باید سری زمانی را تکرار کنید تا تأیید کنید که ورودی های شما با آنچه شما در نظر دارید به انجام رسانده شده است.

هنگامی که از سری زمانی خود رضایت دارید، می توانید globk را با همان فایل gdl اجرا کنید تا اندازه گیری سرعت را بدست آورید.

```
globk 6 globk.prt globk.log.pnw_all.gdl globk..cmd VEL >&! glred_vel.out
```

که در آن گزینه VEL با استفاده از فایل globk.cmd فراخوانی می شود و برآورد سرعت و چاپ را انجام می دهد.

```
apr_neu all 10 10 10 1 1 1
```

```
org_opt PSUM VSUM GDLF CMDS
```

و glorg.cmd، از داخل globk_vel.cmd فراخوانی شده که شامل تثبیت سرعت و همچنین موقعیت است.

```
* Set parameters to estimate in stabilization
pos_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot
rate_org xtran ytran ztran xrot yrot zrot
```

خروجی فایل org شامل اطلاعات تثبیت کننده و جدول خلاصه ای برای سرعت و موقعیت ها خواهد بود.

همچنین، لیست تست های کنونی شامل تمام فایل های استفاده شده است:

EXPERIMENT LIST from vel.srt

#	Name	SCALE	Diag	PPM	Forw Chi2	Back Chi2	Status
1	H950820_PNW.GLX	1.000	0.000		0.115	-1.000	USED
2	H970607_PNW.GLX	1.000	0.000		0.220	-1.000	USED
3	H980813_PNW.GLX	1.000	0.000		0.234	-1.000	USED
5	H990516_PNW.GLX	1.000	0.000		0.184	-1.000	USED
6	H010719_PNW.GLX	1.000	0.000		0.295	-1.000	USED

با یک وزن دهی مختصات، به گونه ای که عدم قطعیت های هر h-file (ترکیب شده) تقریباً ۱ mm افقی و ۰,۵

میلی متر عمودی برآورد شود، افزایش chi-square به طور معمول کمتر از ۰,۵ برای داده های منطقه ای و ۰,۴ تا ۱,۰ برای داده های جهانی است. اگر یک h-file مبتنی بر پردازش ضعیف gamit باشد یا ناسازگاری مدل با h-file های قبلی وجود داشته باشد، افزایش χ^2 غیر عادی خواهد بود.

هنگامی که این اتفاق می افتد، شما نیاز به بازگشت به سری های زمانی دارید تا ببینید کدام ایستگاه ها داده

هایی را نشان می دهند که ناسازگاری را ایجاد می کند. مثال معمول، ارتفاع اشتباه آنتن برای یک ایستگاه است که به عنوان مورد غیرعادی در سریال های زمانی ظاهر می شود. اینکه χ^2 با یک مشکل در یک ایستگاه افزایش می یابد، هم به اندازه خطا و هم به تعداد ایستگاههایی که شرکت داشته اند، بستگی خواهد داشت. مقادیر بسیار زیاد χ^2 می تواند حاصل شود اگر دو ایستگاه شرکت کننده دارای نام یکسان اما در مکانهای مختلف وجود داشته باشد. برای محافظت در برابر این

مشکل، شما باید قبل از شروع پردازش glist را اجرا کنید. (به بخش ۵،۱ کتابچه راهنمای مرجع GLOBK مراجعه کنید) .

برای پلات سرعت ، از دستور زیر استفاده کنید

```
sh_plotvel -f globk_vel.org -R244.5/251/40.5/46.5
```

جایی که آرگومان -f، فایل ، org، prt، vel، از خلاصه سرعت می باشد، و ورودی خط دوم فرمان، دامنه طول و عرض جغرافیایی را برای پلات، با استفاده از دستورات استاندارد GMT ارائه می دهد. اسکریپت های sh_map_calif، sh_map_china و sh_map_elements در gg / com به عنوان الگوها ممکن است مفید باشند.

برای شبکه های بزرگ، به ویژه آنهایی که ایستگاه های مداوم با ناپیوستگی و حرکت غیر خطی در اثر زمین لرزه را شامل می شوند، برنامه های tsvview و velview مبتنی بر متلب می توانند ابزاری قدرتمند باشند. استفاده و نصب آنها به صورت مستند در صفحه GAMIT/GLOBK ثبت شده است.

(<http://www-gpsg.mit.edu/~tah/GGMatlab>).

برای کمک بیشتر برای دستیابی به مجموعه های داده های بزرگ، اخیراً برنامه هایی را ایجاد کرده ایم (Tssum، tsfit)، که امکان "نمونه سازی اولیه GLOBK" با استفاده از دستکاری سری های زمانی، برای تشخیص سریع ناپیوستگی ها و اثرات غیر خطی، را دارد (به فصل ۴ کتابچه راهنمای GLOBK مراجعه کنید).

اغلب به این صورت خواهد بود که مجموعه ایستگاه هایی که برای تثبیت سری زمانی برای اهداف ویرایش چارچوب مرجع استفاده می کنید که ذاتاً در منطقه مورد نظر، ضعیف تر از پردازش سرعت نهایی هست و یا به دلیل اینکه تعداد ایستگاه های شناخته شده موجود برای تثبیت h-file ها منحصر بفرد بسیار کمتر از تعداد کل ایستگاه های موجود در پردازش است.

سریهای زمانی، که بهترین روند را نشان دهند، تثبیت در همه ایستگاهها را بخوبی نمایش می دهند. سپس، شما باید دوباره glred را با یک لیست بزرگ شده stab_sit و یک فایل apr تولید شده از ترکیب پردازش سرعت اجرا نمایید. برای به دست آوردن فایل apr، از sh_exglk استفاده کرده و یک لیست stab_site را برای کلیه ایستگاههایی با عدم قطعیت موقعیت و سرعت تحت برنامه مشخص org2stab ایجاد کنید.

فصل هفتم

پردازش شبکه GNSS

سراسری ایران (IPGN)

۷-۱- جمع آوری داده ها

۷-۱-۱- ایستگاههای GNSS شبکه دائمی IPGN ایران

در راستای تحقق بخشیدن به اهداف ژئودینامیک کشور، شبکه هایی از نقاط GNSS در نقاط مختلف کشور ایجاد گردیده است. مطابق آنچه که در مقدمه راجع به پراکندگی و نحوه شبکه بندی این ایستگاهها اشاره شد، شبکه تهران شامل ۴۲ ایستگاه در منطقه البرز مرکزی، تهران و شمال ایران، شبکه آذربایجان با ۳۳ ایستگاه در منطقه شمال غرب ایران، شبکه خراسان با ۳۸ ایستگاه در مناطق شمال شرق و شرق ایران، شبکه همدان و خوزستان با ۴۸ ایستگاه در مناطق جنوب، جنوب شرقی، جنوب غربی و غرب ایران و در مجموع ۱۶۱ ایستگاه در سراسر ایران پراکنده شده اند. کلیه این ایستگاهها، توسط کارشناسان سازمان نصب و راه اندازی می گردند که به کمک این ایستگاهها می توان تغییرات تکتونیکی هر ایستگاه را بررسی نمود. مشاهدات این ایستگاه ها توسط چندین نوع گیرنده دوفرکانسه ثبت می گردند. این مشاهدات به صورت ۲۴ ساعته (0-24GMT) با نرخ ۳۰ ثانیه، و زاویه ارتفاعی ۱۵ درجه برای هر ایستگاه جمع آوری می گردند. داده های هر گیرنده به صورت دستی و یا اتوماتیک و بسته به نوع گیرنده توسط نرم افزارهای مربوطه، از ایستگاهها دریافت و تخلیه می شوند و پس از آن عملیات تغییر نام، تبدیل فرمت و کنترل کیفیت داده ها بر روی آنها انجام شده و سپس در مسیر داده ها بر FTP سازمان ذخیره می گردند. این فایلها معمولاً تحت دایرکتوری با نام Rinex دارای دو زیر شاخه observation و navigation ذخیره می شوند. در پردازش این ایستگاهها observation فایل مربوط به آنها در سرورهای اختصاصی پردازش سازمان نقشه برداری و در مسیر sharedata/rnxfnd/ نیز کپی می شود. و سپس به همراه مشاهدات ایستگاههای جهانی IGS مورد پردازش قرار می گیرند.

۷-۱-۲- ایستگاههای GNSS شبکه جهانی IGS

IGS سرویس بین المللی GNSS است که در حال حاضر شامل ۴۴۰ ایستگاه دائمی در سطح جهان می باشد که بصورت فایلهای ۲۴ ساعته مشاهدات GNSS را جمع آوری می کند و پس از محاسبات نهایی محصولاتی از قبیل مختصات

دقیق ماهواره‌ها در فرمت SP3*. مختصات ایستگاهها و سرعت آنها، پارامترهای دوران زمین (Xp,Yp,TAI-UT1,UT1-UTC)، مدل یونسفریک، تروپوسفریک و زمان دقیق را از طریق سایتهای اینترنتی در اختیار قرار می دهد.

باتوجه به قابلیت دسترسی آسان به مشاهدات ایستگاههای شبکه جهانی IGS، در پردازش اغلب شبکه‌های محلی، مشاهدات تعدادی از این ایستگاهها نیز به شبکه مورد نظر اضافه می‌گردد. ایستگاههای IGS مورد استفاده در شبکه ژئودینامیک سراسری ایران شامل ۲۷ ایستگاه و به شرح زیر می باشند:

artu, ankr, bahr, dgar, gras, hrao, iisc, irkt, isba, joze, kit3, kunm, lhaz, mali, mas1, nklg, nssp, pol2, ramo, sele, sola, tixi, trab, yibl, wtzr, wuhn, zeck

این ایستگاهها به دلیل استحکام شبکه جهانی IGS، بدست آوردن کمیت‌های حاصل از پردازش در سیستم مختصات جهانی ITRF14 و بالابردن درجه آزادی و دقت در پردازش استفاده می‌گردد. داده های این ایستگاهها شامل فایل‌های مشاهداتی (*.[yr]O) است که از دو طریق زیر قابل دسترسی است:

روش اول با استفاده از دستور

sh_get_rinex -archive cddis -yr 2020 -doy 066 -ndays 01 -sites artu ankr bahr dgar gras hrao iisc irkt isba joze kit3 kunm lhaz mali mas1 nklg nssp pol2 ramo sele sola tixi trab yibl wtzr wuhn zeck
که در آن باید سال و روز و تعداد روزهای متوالی پردازش را به عنوان ورودی تعریف کرد. نتیجه اجرای این دستور داندود مشاهدات این ایستگاهها و ذخیره آنها در مسیر مربوطه است.

همچنین می توان مشاهدات این ایستگاهها را به صورت دستی و از مسیرهای زیر نیز دریافت نمود:

<ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/data/>

<ftp://garner.ucsd.edu/pub/rinex/>

در پردازش شبکه های ژئودینامیک ایران، فایل‌های مشاهدات شبکه IGS به همراه فایل های مشاهداتی شبکه های IPGN در مسیر /sharedata/rnxfnd/ داندود و ذخیره می گردند.

۷-۱-۳- فایل‌های مداری و سایر اطلاعات مورد نیاز

برای پردازش داده ها نیازمند دسترسی به اطلاعات مداری دقیق ماهواره ها یا همان SP3 فایلها هستیم که در نرم افزار GAMIT از طریق دستور زیر قابل دسترسی است:

sh_get_orbits -orbit <orbt> -yr <year> -doy <doy>

که در آن باید پارامترهای نوع پردازش، تاریخ سال و روز پردازش تعیین شود. فرمت نام این فایل به صورت زیر است:

gigs*wwwwd.sp3

که در آن SP3*. فایلها بر اساس هفته‌های GPS (www) و روز از هفته آن (d به صورت متغیر از ۰ الی ۶) و با فرمت های (igsr), rapid orbit (igsu), ultrarapid (igsf) و solution final (igsf) قابل دستیابی هستند.

مثال:

gigsf19882.sp3

به غیر از آن می توان به صورت دستی این فایلها را از مسیر `ftp://cddis.nasa.gov/gnss/products` نیز دانلود نمود و در مسیر پروژه کپی کرد.

نام فایل دانلود شده از هر کدام از روشها در دایرکتوری با نام `igs` در مسیر سرور پردازشی سازمان به آدرس `/sharedata/igs` دانلود و یا کپی شوند. در مرحله پردازش این فایلها به فرمت مطلوب `<doy>.gigsg*` تبدیل شده و وارد پردازش می شوند.

یکی دیگر از فایلهای مورد نیاز در پردازش ایستگاهها `brdc` فایلهاست که در مسیر `/sharedata/brdc` و توسط

دستور

`sh_get_nav -archive cddis -yr <year> -doy <doy> -ndays <n>`

دانلود و ذخیره می گردند، که در آن تاریخ سال و روز از سال پردازش به همراه تعداد روزهای متوالی پردازش به عنوان پارامتر برای آن تعریف می شود. همچنین مانند دیگر داده های مداری این فایل نیز از طریق دستور بالا و به صورت مستقیم و یا از آدرس زیر به صورت دستی قابل دسترسی است.

به غیر از فایلهای `brdc`، `igs` و `rinex` که در بالا به آن اشاره شد، نیازمند فایلهای اصلی پردازش اطلاعات هستیم

که باید در دایرکتوری `tables` پروژه در مسیر `gamit/final/<year>/<netw>/tables` لینک شوند.

در مسیر بالا `<year>` بیانگر سال پردازش و `<netw>` نام شبکه مورد نظر که شامل یک اسم چهار کاراکتری از

شبکه های تعریف شده در IPGN و شامل یکی از شبکه های `azar`, `tehn`, `kzhm`, `khsn` و یا هر شبکه موردی دیگر است.

به منظور جلوگیری از اشتباه در استفاده از به روز ترین فایلهای `tables`، فایلهای مورد نظر در مسیر

`/gamit/source/tables` در سرورهای پردازشی سازمان ذخیره شده و هر چند ماه یکبار بر حسب ضرورت و یا اعلام خطا

در مراحل پردازش گامیت، از سایت های `sopac` و `cddis` و یا به صورت دستی ادیت و یا آپدیت می شوند. کاربران شبکه

با لینک کردن این فایلها از مسیر `gamit/source/tables` بر روی سرورهای سازمان که امکان تغییر آن فقط توسط ادمین سرور ممکن است، به مسیر `<netw>/tables` پروژه مورد نظر، از آن در پردازش داده ها بهره می گیرند.

این لینک با اجرای دستور `links.main` قابل انجام است.

فایلهایی که با این دستور لینک می شوند شامل `station.info`, `sestbl.`, `sittbl.`, `site.default` `process.defaults`, `igs14_comb.apr` و `autcln.cmd` است.

در ادامه به توصیف محتویات هر کدام از فایلها و نحوه تولید آنها اشاره خواهد شد.

`igs14_comb.apr` این فایل شامل مختصات ایستگاهها (x,y,z) در سیستم ITRF۲۰۱۴ می باشد. از دستور زیر

جهت تولید مختصات ایستگاهها در این سیستم با فرمت `apr` استفاده می کنیم :

`sh_rx2apr - site <site> -nav <nav> -ref <ref> -apr <apr>`

که در آن `site` نام فایل `rinex` ایستگاه مورد نظر `-nav` نام فایل ناوبری مربوط به آن `-ref` نام ایستگاه رفرنس

(برای شبکه IPGN ایستگاه `bahr` مستقر در بحرین است) `-apr` هم نام فایل `apr` که تولید می شود، است.

مثال:

`bahr1200.20o -igs14_comb.apr sh_rx2apr - site tehn1200.20o -nav tehn1200.20n -ref`

این فایل یکبار تولید شده و با تغییر و اضافه شدن ایستگاه جدید به روزرسانی می شود.

`site.default`: این یه فایل دست ساز است که محتویات آن نام چهار کارکتری تمام ایستگاه های شبکه IPGN و

شبکه IGS که در پردازش چهار شبکه مورد استفاده قرار می گیر است.

فرمت سطرها و ستون ها در آن به صورت زیر است:

`Artu_gps khsn localrx xstinfo`

`Tehn_gps khsn localrx xstinfo`

که در آن ستون اول نام ایستگاه، ستون دوم نام شبکه مورد نظر است. بدیهی است که ایستگاه های IGS و پنج

ایستگاه مشترک بین شبکه ها باید با نام شبکه هر چهار شبکه با سطرهای جداگانه وارد این فایل شود در غیر این صورت

مشاهدات آنها به پروژه لینک نمی شود و از پردازش ها حذف می گردد.

`process.defaults`: این فایل نیز باید قبل از شروع پردازش، باید به صورت دستی تولید و یا از سایت های مربوطه

دانلود و ویرایش نمود. محتویات این فایل شامل تمامی مسیرهای فایل های مورد نیاز پردازش و خروجی های آن بر روی

سرور است که در پروژه مورد نظر کپی و یا لینک می شود. همچنین استراتژی های پردازش مانند زاویه مشاهدات، نرخ مشاهدات و ... در این فایل تعیین می گردد.

Station.info: این فایل را می توان به صورت دستی ایجاد نمود و یا از اینترنت دریافت کرد و با اضافه کردن مشخصات ایستگاههای خود آنرا تکمیل کرد. این فایل شامل کلیه اطلاعات ایستگاه شامل نوع آنتن، نوع گیرنده، تاریخ شروع و پایان مشاهدات آن و ... است.

sittbl: با ایجاد و یا تکمیل این فایل مدلهای تاخیرات تروپوسفری و وزن ایستگاهها تعیین می شود. همچنین روشهایی برای مدلسازی ساعت گیرنده در نظر گرفته می شود.

sestbl: این فایل را می توان ایجاد نمود و یا با اصلاح فایل دریافتی از سایتهای اینترنتی آنها را مورد استفاده قرار داد. در این فایل استراتژی پردازش ایستگاهها را معرفی می کنیم. در ادامه به چند مورد از این پارامترها اشاره می شود.

• برای پارامتر LC-help chose of observable گزینه

• برای پارامتر relax chose of experiment گزینه

در بحث data weighting (وزن دهی مشاهدات) برای پارامتر station error مدل elevation و برای پارامتر type

of analysis باید گزینه 0-ITER را انتخاب کنیم. یعنی عمل پردازش بدون تکرار مجدد انجام می شود. اما اگر در بررسی

نتایج برای ایستگاهها به مختصات ودقت خوبی نرسیدیم لازم است در این مرحله ابتدا 1-ITER را انتخاب نمود. نرم افزار با دو تکرار پردازش را انجام می دهد.

autcln.cmd: این فایل بصورت خودکار داده ها را پاکسازی می کند. یعنی قطع فاز (cycle slip) را ترمیم نموده و روش حل ابهام فاز را در نظر می گیرد. معمولاً نباید در این فایل تغییری دارد. در موارد بسیاری استثنایی وبا احتیاط کامل این عمل را می توان انجام داد.

بقیه فایلهایی که از مسیر /gamit/source/tables در tables پروژه مورد نظر لینک می شوند (توسط دستور sh_gamit)، شامل فایلهای زیر است:

session: این فایل را نیز می توان ایجاد و یا تکمیل نمود. در این فایل تاریخ، نرخ مشاهدات تعداد اپکها و شماره ماهواره های مورد پردازش لیست می شود. جهت ایجاد این فایل باید از دستور sh_makexp اجرا می شود.

gdetic.dat: این فایل شامل پارامترهای مربوط به سطوح مبنای ژئودتیک است.

ut1: این فایل جدولی است که شامل مقادیر TAI.UT1 است و برای تصحیحات زمان بکار می رود.

pole: این فایل جدولی است که شامل تصحیحات حرکت قطبی می باشد.

leap.sec: این فایل جدولی است که شامل اختلافات (leap seconds) موجود بر روی TAI-UT1 از اول ژانویه

۱۹۸۲ می باشد.

lfile: این فایل با استفاده از فایل igs14_comb.apr و اجرای دستور زیر بدست می آید. این فایل شامل مختصات

ایستگاهها با فرمت N,E,U است که در یک سیستم قراردادی مربوط به نرم افزار می باشد.

gapr-to-l <apr file> lfile. <full name> <date>

مثال:

gapr_to_l igs14_comb.apr lfile. 2019.857

date را می توان به سه صورت وارد نمود.

year.dec : مثال 2019.857

year.day : مثال 2019 312

year mm dd : مثال 2019 11 07

nutabl: فایلی که مربوط به تصحیحات ناشی از حرکات نوتیشن زمین است.

soltab: جدول مربوط به پارامترهای مداری خورشید (solar tabular ephemeris)

luntab: جدول مربوط به پارامترهای مداری ماه (lunar tabular ephemeris)

svs_exclude.dat: در این فایل ماهواره های معیوب در روزهای مربوط معرفی می شوند. در حین پردازش، نرم افزار

با رجوع به این فایل در صورت مشاهده چنین موردی آن ماهواره را بطور خودکار از محاسبات حذف می نماید.

svnav.dat: جدولی است که شامل شماره ماهواره ها (navstar) شماره block (I,II). جرم ماهواره و پارامترهای انحراف مداری هر ماهواره می باشد.

antmod.dat: جدولی است که شامل مقادیر تغییرات مرکز فاز آنتن است و این مقادیر را بعنوان تابعی از ارتفاع و آزمون معرفتی می نماید. بنابراین با استفاده از این فایل می توان تصحیحات مربوط به خطای مرکز فاز آنتن را اعمال نمود.

rcvant.dat: جدولی است که ارتباط میان کدهای ۶ کاراکتری گیرنده ها و آنتنهای معرفتی شده در نرم افزار GMAIT و نام کامل ۲۰ کاراکتری آنها را که در فایل های SINEX, RINEX آمده اند نشان می دهند. این فایل اثری بر روی محاسبات نداشته و فقط جهت اطلاع کاربر است که کدهای ۶ کاراکتری از این فایل استخراج نموده و در فایل station.info وارد نماید.

station.oct: این فایل حاوی تصحیحات جزر و مدی ایستگاهها می باشد.
grid.oct: این فایل نیز حاوی تصحیحات جزرومدی است که بصورت شبکه منظم طول و عرض جغرافیایی معرفتی شده اند.

tform.dat: از این فایل برای تبدیل سیستم مختصاتها (transformation) استفاده می شود.

۲-۷- پردازش داده ها

به منظور پردازش نهایی مشاهدات ایستگاههای شبکه IPGN مطابق آنچه بیان شد، ابتدا فایل های مورد نیاز در مسیرهای لازم قرار داده می شود تا آماده پردازش گردند. فایل rinex ایستگاه های IPGN و IGS در مسیر /sharedata/rnxrfd/، فایل اطلاعات مداری دقیق (و یا غیر دقیق بسته به نوع کاربرد) igs*.sp3 (مانند igs20175.sp3) در مسیر sharedata/igs و فایل اطلاعات ناوبری روز مورد نظر (مانند brdc1200.20n) در مسیر

sharedata/brdc ذخیره می شود و سپس دایرکتوری پروژه مورد نظر در مسیر home مربوط به user ساخته می شود. این دایرکتوری ها در مسیر زیر ساخته می شوند:

/home/gamit/final/<year>/<netw>/tables/

که در آن <year> سال پردازش <netw> اسم شبکه (azar, khsn, kzhm, tehn) خواهد بود.

سپس در tables تمام پروژه ها دستور links.main را اجرا می کنیم. حال پروژه مربوطه آماده پردازش مشاهدات روزهای متوالی از آن سال است. حال برای پردازش خط دستوری زیر را اجرا می کنیم:

sh_gamit -d <year> <doy> -orbit <IGS> -expt <netw> -eops usno -nogifs -fixed_rx_list

که در آن سال پردازش، روز از سال، نوع اطلاعات مداری مورد نظر (IGSF, IGSR, IGSU)، نام پروژه (azar, khsn, kzhm, tehn) تعیین می گردد.

به عنوان مثال:

sh_gamit -d 2020 031 -orbit IGSF -expt kzhm -eops usno -nogifs -fixed_rx_list

می توان با اجرای دستورات پشت سر هم sh_gamit برای روزهای متوالی و یا با تغییر عبارت d به s با آرگومان های روز از سال شروع و آرگومان بعدی، تعداد روزهای متوالی آن و در یک دستور همه آنها را پردازش نمود. مزیت استفاده از روش اول این است که اگر در یک روز پردازش خطایی رخ دهد، پردازش روزهای بعدی متوقف نمی شود.

۷-۳- بررسی نتایج

درحین پردازش فایل های بسیاری ساخته می شود که به کمک تعدادی از آنها کیفیت نتایج بدست آمده ارزیابی می شود. این فایل ها حاوی اطلاعات مهم پردازش و دقت و شامل موارد زیر هستند:

۱- q-file : q[expt]a.[day] (مثال: qtehma.312)

کلیه نتایج حاصل از پردازش دراین فایل مشاهده می شود و موارد زیر را به عنوان بررسی نتایج انجام می دهیم. چون حل نهایی با استفاده از روش تفاضلی دوگانه فاز حامل و کد انجام می شود برای هر ماهواره تعداد مشاهدات تفاضلی دوگانه را در ابتدای فایل می توان بررسی نمود. گاهی اوقات این مقدار برای برخی ایستگاهها صفر است. یکی از دلایل احتمالی، اشتباه بودن مختصات تقریبی ایستگاههاست که باید آنرا تصحیح نمود. درانتهای این فایل مقدار واریانس فاکتور ثانویه (postfit nrms) آمده است که باید حدود 0.2 باشد. این فاکتور نباید از 0.25 بیشترشود. مقدار بسیار کوچک آن نیز نشان از نادرستی پردازش دارد.

نکته: چنانچه هدف از پردازش رسیدن به مختصاتهای روزانه یا اختلاف مختصاتها باشد از همین فایل قابل استخراج می باشند.

۲- o-file: o[expt]a.[day] (مثال: operma.312)

این فایل شامل ماتریس واریانس-کوواریانس است و انحراف معیارها از آن قابل استخراج می باشند.

۳- autcln.post.sum

در این فایل قابلیت تکرارپذیری، دقت، مشاهدات حذف شده و قطع فاز و ... ذخیره می گردد.

autcln.perfit.sum -۴

در این فایل مقادیر اولیه برآورد شده برای تمام مجهولات شامل ماهواره و ایستگاه و ... آورده می شود. این فایلها در مسیر آرشیو پروژه مورد نظر و برای هر روز در یک دایرکتوری به نام همان روز ذخیره می گردند. این مسیر به صورت زیر است:

/gamit/final/<year>/<netw>/archive/<doy>

مثال:

/azar/archive/100۲۰۲۰/gamit/final/

۴-۷- ترکیب با شبکه جهانی IGS و تولید سری زمانی و مختصات

پس از اتمام پردازش روزانه با نرم افزار GAMIT و تولید جوابهای روزانه h فایلها، نوبت به تولید سری زمانی و مختصات نهایی می رسد. بدین منظور از نرم افزار GLOBK استفاده می شود.

۴-۷-۱- اخذ جوابهای روزانه شبکه (h*.* IGS)

همانطورکه در مورد شبکه جهانی IGS در قسمت های پیشین توضیح داده شد یکی از خروجی های روزانه این شبکه، فایلهای حاصل از پردازش با نرم افزار GAMIT برای کلیه ایستگاهها به صورت h-file است. به منظور بالا بردن استحکام و تعریف فریم برای تعیین سیستم مختصات شبکه ایران لازم است، h فایلهای شبکه IPGN با h فایلهای برخی از ایستگاههای IGS ترکیب گردد. به دلیل بزرگ بودن شبکه IGS، این شبکه به زیر شبکه های کوچکتری مانند IGS1،

IGS2, IGS3, IGS4, IGS5, Eura تقسیم می شود که بر اساس اهداف ژئودینامیکی خاصی که دنبال می کنیم از آنها برای ترکیب با ایستگاههای شبکه IPGN استفاده می کنیم.

برای دستیابی به جوابهای روزانه ایستگاههای شبکه های فوق از سایت اینترنتی <http://sopac.ucsd.edu/> استفاده می شود. فایلها پس از دانلود در مسیر پروژه GLOBK کپی و یا لینک می شوند.

۷-۴-۲- مراحل تولید سری زمانی

همانطور که اشاره شد، به منظور بدست آوردن مختصات نهایی و تولید سری زمانی باید از نرم افزار GLOBK استفاده نمود. ورودی این نرم افزار h فایلهای بدست آمده از مرحله پردازش GAMIT و همچنین برای تعریف فریم و دستیابی به دقت بالاتر، h فایلهای شبکه جهانی IGS نیز می باشند. برای این منظور عملیات زیر انجام می گردد:

ابتدا یک دایرکتوری با نام GLOBK ساخته و در آن سه دایرکتوری با نامهای soln , tables, glbf ایجاد می نماییم که محتویات هر دایرکتوری شامل موارد زیر است:

glbf: شامل h فایلهای بدست آمده در پردازش موجود در مسیر sharedata/results / (شامل h فایلهای شبکه IPGN) و h فایلهای شبکه جهانی IGS می باشد.

tables: حاوی فایلهای مختصات ایستگاههای مورد پردازش با فرمت apr می باشد.

soln: شامل کلیه فایلهای دستوری جهت تولید سری زمانی و قابلیت تکرارپذیری می باشد. این فایلهای دستوری عبارتند از:

globk_rep.cmd: یک فایل دستوری مورد نیاز برای اجرای فایل دسته ای run_repeat که در قسمتهای بعدی توضیح داده می شود است.

glorg_rep.cmd: این فایل نیز یک فایل دستوری مورد نیاز برای اجرای run_repeat است. مشخصات stab_site (ایستگاههای IGS مورد استفاده در پردازش GAMIT شبکه های IPGN) در این فایل تعریف می شود.

run_repeat: یک فایل دسته ای حاوی دستورات لازم جهت تولید سری زمانی و قابلیت تکرارپذیری است.

محتوای این فایل دسته ای بشرح زیر است:

۱- جهت پاک کردن کلیه فایلهایی که از پروژه های قبل در دایرکتوری موجود می باشد از دستورات زیر را قرار

می دهیم.

```
/rm globk rep.prt glubkrep.log globk_rep.org
\rm GLOBK.*
\rm GLRED.*
\rm HTOGLB.*
\rm SUM.*
\rm SUMNEW.*
\rm VAL.*
\rm pshist.*
\rm +mp.*
```

۲- برای تبدیل h فایلها به فایلهای باینری glx, glr دستور زیر را قرار می‌دهیم.

```
htoglb ../glbf ../tables/<filename>. apr../glbf/h*.*
```

مثال:

```
htoglb ../glbf ../tables/svs_iran.apr ../glbf/h*.*
```

خروجی این دستور h فایلها با فرمت glx و glr است که در آن glx جوابهای روزانه حل ابهام فاز بصورت صحیح

و glr جوابهای روزانه با حل ابهام فاز به صورت غیرصحیح می‌باشند. این دستور بر روی h فایلهای موجود در دایرکتوری glbf اجرا می‌گردد. خروجی‌های آن نیز (glr و glx) در همان مسیر قرار می‌گیرند.

۳- سپس دستور زیر را اجرا می‌کنیم:

```
/bin/ls-1../glbf/h*.glx <filename>.gdl
```

که در آن تمامی فایلهای h*.glx موجود در glbf، در فایل‌های <file-name>.gdl لیست می‌شوند. دستور

مربوطه به شکل زیر است:

مثال:

```
\bin\ls-l ../glbf/h*.glx > all.gdl
```

۴- سپس دستور زیر با مراجعه به فایل دستوری globk_rep.cmd و فایل gdl (<file-name>.gdl) وظیفه اصلی

تولید سری زمانی را بعهده دارد.

```
6 <file-name>.prt <file-name>.log <file-name>.gdl globk_rep.cmd glred
```

خروجی‌های دستور فوق عبارتند از:

<file-name>.prt: گزارشی از مختصات ایستگاهها و نتایج مربوط به سرشکنی ایستگاهها و طول بازها را نشان

می‌دهد که قابل چاپ اند.

<file-name>.log: اطلاعاتی درباره وجود جوابهای روزانه اشتباه را نشان می‌دهد که از ترکیب آنها با سایر

جوابهای روزانه صرف نظر شده است.

<file-name>.org: کلیه اطلاعات مربوط به آنالیز جوابهای روزانه (h* فایلها) در GLOBK را نشان می‌دهد و

کلیه تغییرات مربوط به طول بازها و ایستگاهها در آن ثبت شده است. در واقع این فایل اصلی‌ترین و مهم‌ترین خروجی

GLOBK است.

مثال:

```
gdl globk_rep.cmd.glred 6 globk_rep.prt globk_rep.log all
```

۵- جهت استخراج تغییرات روزانه ایستگاهها از خروجی اصلی دستور glred، از دستور زیر استفاده می‌کنیم:

```
ensum 2 sum.<site> VAL.<site> <file-name>.org
```

مثال:

```
ensum 2 sum.globk_rep Val.globk_rep globk_rep.org
```

۶- سپس دستور زیر را اجرا می نماییم:

```
multibase Val.<name> -day
```

با استفاده از دستور فوق نتایج به دست آمده در VAL.<name> را بصورت مجزا برای مولفه های H,E,N در فایل های زیر لیست می کنیم:

N (North) : mb_stite_GPS.dat1

E (East) : mb_stite_GPS.dat2

H (Height) : mb_stite_GPS.dat3

که در این فایلها site معرف اسم چهارکاراکتری ایستگاه می باشد.

نکته : اگر day- را به year- تبدیل کنیم مقیاس روزانه تبدیل به مقیاس سالانه می شود.

مثال:

```
multibase VALglobk_rep -day
```

۷- دستورات زیر برای تولید سری زمانی بصورت گرافیکی می باشد:

```
mkdir station
```

```
mv -f mb_* ./station
```

```
cd ./station
```

```
sh_baseline -n<n> -cols <n> -o <value> -res - ps <site> -u <n> -xt -f<input-files>
```

<n> -n: تعداد نمودارهای نشان داده شده در یک ستون را مشخص می کند که بطور پیش فرض 3 می باشد.

(مثال: 3 -n یعنی 3 نمودار برای مولفه های U,E,N در یک ستون)

<n> -cols: تعداد ستونهای نشان داده شده در هر صفحه را مشخص می کند که پیش فرض آن ۲ است در اینجا

۱ در نظر گرفته می شود (مثال: 1 -cols یعنی یک ستون در هر صفحه).

<Value> -o: درجه چند جمله ای جهت برداش مختصات های برآوردی را مشخص می کند اگر 0 در نظر گرفته

شود فقط میانگین و اگر ۱ انتخاب شود سرعت خطی هر مولفه نیز محاسبه می گردد (مثال: 1 -o یعنی سرعت خطی هر مولفه محاسبه شود).

-res: باقی مانده های مختصات را ترسیم می کند.

<Site> -ps: جهت معرفی نام فایل خروجی می باشد. (مثال ps iran - جهت نام iran بعنوان خروجی می باشد).

<value> -u: ضریب مقیاس است که پیش فرض آن ۱ است و در اینجا نیز از پیش فرض استفاده می شود.

مثال: -u1

-xt: برای نشان دادن تغییرات سالانه به کار می رود که پیش فرض آن نمایش تغییرات سالانه را به صورت اعشاری

می باشد.

<input file> -f: جهت معرفی فایل های ورودی می باشد (مثال: -f mb-*).

مثال:

```
sh_baseline -n 3 -cols 1 -day -res -ps ipgn -o 1 -u 1 -f mb_*
```

۸- با استفاده از نرم افزار GMT نتایج بدست آمده برای هر ایستگاه با استفاده از دستور gv قابل مشاهده است:

```
gv <file-name>
```

مثال:

```
gv psbase_iran.tehn
```

که نمودار سری زمانی مربوط به ایستگاههای تهران را نمایش می‌دهد.

۷-۵- تولید مختصات نهایی و میدان سرعت

در این مرحله در مسیر پروژه GLOBK به علاوه بر دایرکتوری هایی که در مرحله تولید سری زمانی نیازمند

آنیم، لازم است فولدری با نام velocity/ نیز ایجاد کنیم. که محتویات آن شامل کلیه فایل‌های دستوری به منظور تولید

مختصات نهایی و میدان سرعت است. قابل ذکر است که محاسبه میدان سرعت نیازمند اطلاعات فولدرهای tables و h فایل‌های دایرکتوری glbf است. که در مرحله تولید سری زمانی آنها را ساخته ایم.

برای محاسبه میدان سرعت از سه سیستم مرجع استفاده می‌شود. این سیستم‌های مرجع عبارتند از:

1- سیستم مختصات جهانی ITRF۲۰۱۴

2- سیستم مرجع پلیت Eurasia

۳- سیستم مرجع پلیت‌های محلی

که بر اساس اهدافی که به دنبال آن هستیم، یکی از این سیستم‌ها را به عنوان چارچوب مرجع برای سنجش بردارهای سرعت و اعمال پارامترهای قطب‌اولر معرفی می‌کنیم.

فایل‌های دستوری و دسته‌ای در دایرکتوری velocity عبارتند از:

globk_vel.cmd : یک فایل دستوری مورد نیاز برای اجرای فایل دسته ای run_vel مورد نیاز است

glorg_vel.cmd : فایل دستوری مورد نیاز برای اجرای فایل دسته ای run_vel است. بر اساس آنکه تعیین

بردارهای سرعت نسبت به کدام سیستم مرجع مد نظر باشد، تغییراتی در این فایل لحاظ می‌شود.

run_vel : یک فایل دسته ای است که از دستورات زیر تشکیل می‌گردد. با اجرای این فایل تمامی دستورات

بصورت خودکار اعمال می‌شود. دستورات بکار رفته در این فایل بشرح زیر است:

۱- برای پاک کردن کلیه فایل‌هایی که از قبل در دایرکتوری موجود می‌باشد دستورات زیر قرارداده می‌شوند.

```
\rm -f *.warning
\rm -f *.status
rm -f *.log
\rm -f *.prt
\rm -f *.org
\rm -f *.com
\rm -f *.srt
\rm -f *.sol
\rm -f *.n
```

۲- سپس دستور زیر را اجرا می‌کنیم:

```
htoglb ../glbf ../tables/<file-name>.apr ../glbf/h*.*
```

دستور فوق برای تبدیل h فایل‌ها به فایل‌های باینری glx (binary) یا glr می‌باشد که در فایل‌های *.glx جواب‌های

روزانه با حل ابهام فاز بصورت عدد صحیح و در فایل‌های *.glr جواب‌های روزانه با حل ابهام فاز بصورت عدد غیر صحیح وجود

دارند. این دستور بر روی h فایل‌های موجود، در دایرکتوری glbf انجام می‌شود، که خروجی‌های آن نیز (*.glr و *.glx) در همان دایرکتوری قرار می‌گیرند.

مثال:

```
htoglb ../glbf ../tables/svs_iran.apr ../glbf/h*.*
```

اگر در مرحله تولید سری زمانی این فایل‌ها را قبلاً ساخته باشیم، در این مرحله نیازمند تولید مجدد آن نیستیم.

۳- مرحله بعد اجرای دستور زیر است:

```
/bin/ls -1 ../glbf/*.glx <file-name>.gdl
```

دستور فوق تمامی فایل‌های glx موجود در glbf را در فایل <file-name>.gdl لیست می‌کند.

مثال:

```
/bin/ls -1 ../glbf/*.glx all.gdl
```

۴- در این مرحله باید دستور زیر را اجرا نمود:

```
globk 6 <file-name>.prt <file-name>.log <file name>.gdl globk_vel.cmd
```

دستور فوق جواب‌های روزانه را باهم ترکیب نموده و خروجی‌های زیر را تولید می‌کند:

<file-name>.prt : گزارشی از مختصات ایستگاه‌ها، نتایج مربوط به سرشکنی ایستگاه‌ها، طول بازها و همچنین

سرعت نقاط را به ما می‌دهد که محتوبات آن قابل چاپ می‌باشد.

<file-name>.log : اطلاعاتی از جواب‌های روزانه اشتباه به ما می‌دهد که از ترکیب آنها با سایر جواب‌های روزانه

صرف نظر شده است.

<file-name>.org : کلیه اطلاعات مربوط به آنالیز جواب‌های روزانه h فایل‌ها در GLOBK را نشان می‌دهد و کلیه

تغییرات طول بازها، ایستگاه‌ها و مولفه سرعت ایستگاه‌ها در آن ثبت شده است. در واقع اصلی‌ترین و مهمترین خروجی

GLOBK همین فایل است.

مثال

```
globk 6 globk_vel.prt globk_vel.log all.gdl globk_vel.cmd
```

۵- به منظور استخراج و نمایش میدان سرعت با استفاده از نرم افزار GMT از دستورات زیر استفاده می‌شود:

```
./ prt2gmt
```

```
input file <file name>.org
```

```
output file <file name>
```

```
prt2gmt
```

```
output file:globk_vel.org
```

output file: veloeura

۶- دستور زیر برای نمایش گرافیکی میدان سرعت می‌باشد:

```
sh_plotvel -f <filename>.org -R/[minlon]/[maxlon]/[minlat]/[maxlat]
```

ورودی این دستور <file-name>-org می باشد و موقعیت منطقه موردنظر با معرفی حداقل و حداکثر طول و عرض جغرافیایی مشخص می شود. خروجی این دستور در فایل <file-name>.org.ps قرار می گیرد.

مثال: برای منطقه ایران با مشخصات $\text{max lat}=48^\circ$, $\text{min lat}=28^\circ$, $\text{max lan}=62^\circ$, $\text{min lan}=42^\circ$

sh_plotve -f globk_vel.org -R/42/62/28/48

۷- با استفاده از دستورات ذیل می توان فایل مختصات نهایی ایستگاهها، به همراه مولفه های سرعت و انحراف

معیارشان را بدست آورد. ورودی این دستور فایل <file-name>.org و خروجی نهایی آن فایل <day>.apr می باشد.

Grep 'unc' <file-name>.org > <file-name>.apr

awk '{print " " \$ 2,\$3,\$4,\$5,\$6,\$7,\$8,\$9,\$10,\$11,\$12}' <file-name>.apr > '<day>'.apr

grep 'unc' globk-vel.org >temp.apr

awk '{print " " \$ 2,\$3,\$4,\$5,\$6,\$7,\$8,\$9,\$10,\$11,\$12}' temp.apr > 002.apr

۷-۶- آرشیو شبکه GNSS دائمی ایران

۷-۶-۱- آرشیو داده های شبکه IPGN

۷-۶-۱-۱- فرمت نامگذاری فایل های مشاهداتی ایستگاههای دائمی GNSS

برای نامگذاری فایل های مشاهداتی از فرمت شبکه جهانی IGS استفاده می شود. بدین طریق که نام هر فایل از هشت کاراکتر و پسوند آن از سه کاراکتر تشکیل شده است که چهار کاراکتر اول آن مربوط به اسم ایستگاه به اختصار و سه کاراکتر بعدی مربوط به شماره روز در سال ('doy') و کاراکتر هشتم به session مربوط می شود. دو کاراکتر اول پسوند فایل مربوط به سال انجام مشاهدات و کاراکتر آخر یا "o" می باشد که نشان دهنده فایل مشاهداتی است یا "n" که نشان دهنده فایل ناوبری است.

cccc d d d s y r c

session : عدد session از 0 تا 9 می تواند باشد همانطور که می دانیم مشاهدات ایستگاههای GNSS دائم ۲۴

ساعته انجام می شود که ممکن است در این ۲۴ ساعت ایستگاه دچار اشکال شده موجب قطعی مشاهدات شود که در این صورت session تغییر می کند.

session 0 : مربوط به فایل هایی است که مشاهدات از ساعت صفر GMT شروع شده و تا پایان ۲۴ ساعت هیچگونه

قطعی نداشته باشد و در صورت داشتن قطعی، فایل مشاهداتی و ناوبری به چند فایل تبدیل می شود که به ترتیب قطعی که صورت گرفته عدد 0 تا 9 به آن نسبت داده می شود.

نکته: کلیه حروف مربوط به نام فایل و پسوند آن با حروف کوچک ذخیره می شوند.

مثال:

۱- فایل ناوبری ایستگاه تهران در روز یکم ژانویه سال 2020 با session ::

tehn0010.20n

۲- فایل مشاهداتی ایستگاه تهران در روز یکم ژانویه سال 2020 با session ::

tehn0010.20o

در صورت داشتن یک جلسه دیگر بنام 1

tehn0011.20o

به سبب کاهش در حجم فایل‌های مشاهداتی و ناوبری آنها را فشرده می‌کنیم برای این کار از دستور ذیل استفاده می‌نماییم. خروجی این دستور فایلی با همان نام با اضافه شدن Z در انتهای نام آن می‌باشد.

```
compress <file names> => <filenames>.Z
```

```
compress tehn0010.04o => tehn0010.04o.Z
```

۷-۶-۲- ذخیره سازی داده های ایستگاه های GNSS دائم

در شبکه IPGN ذخیره سازی داده ها همزمان با جمع آوری آنها انجام می‌شود. در سرور داده های سازمان یک دایرکتوری با نام سالی که در آن مشاهده انجام می‌شود ایجاد و در آن دایرکتوری‌هایی به تعداد روزهای سال ایجاد کرده و در هر روز فایل‌های ناوبری (*.yr[n]) و فایل‌های مشاهداتی (*.yr[0]) قرار می‌گیرد. بنابراین با انتخاب روز موردنظر داده های مربوط به آن روز قابل دستیابی است. در صورت عدم وجود مشاهده به راحتی می‌توان آنرا در دایرکتوری روز مربوط

تشخیص داد. همچنین به منظور دسترسی آسان برای پردازش داده ها، فایل های مشاهدات ایستگاهها در سرور پردازش داده ها و در مسیر `/sharedata/rnxrind` نیز قرار می گیرد.

۷-۶-۲- آرشیو نتایج حاصل از پردازش شبکه IPGN ایران

با توجه به توضیحات آمده در بخش های قبل خروجی های مهم حاصل از پردازش را باید ذخیره نمود تا در اهداف آتی بتوان از آنها استفاده کرد این خروجی ها به صورت زیر هستند.

۱- خروجی های حاصل از پردازش داده ها در GAMIT شامل:

`autcln.post.sum.<netw>, autcln.prefit.sum h<netw>.year0, o<netw>a.190, autcln.post.sum o<netw>p.190, q<netw>a.190, q<netw>p.190`

پسوند ۱۹۰ معرف روز از سال پردازش هاست.

در سرور پردازش سازمان و در مسیر `/sharedara` یک دایرکتوری به نام `results` ایجاد نموده و در آن دایرکتوری هایی با نام سالی که پردازش در آن صورت می گیرد ایجاد می نماییم. و بعد آن بر اساس شبکه های مختلف و روز از سال دایرکتوری هایی ایجاد کرده و نتایج حاصل از پردازش در آن ذخیره می شود.

مثال:

`/home/sharedata/results/2020/azar/2020_190`

۲- خروجی های حاصل از پردازش با GLOBK شامل:

- فایلها و نمودارهای مربوط به قابلیت تکرارپذیری مختصات ایستگاهها (N,E,H)

- فایلها و نمودارهای مربوط به سری های زمانی مولفه های مختلف ایستگاهها (N,E,H)

- فایل مختصات نهایی

- فایل های مربوط به میدان سرعت نقاط

که همه این نتایج در سرور پردازش سازمان و در مسیر GLOBK ذخیره می گردند.

۷-۷- ارائه نتایج

با توجه به اهمیت نتایج محاسبات حرکت پوسته زمین در کاهش خسارتهای ناشی از زمین لرزه، ارائه منظم و هدفمند نتایج آن اهمیت بسزایی دارد. سازمانها و موسسات بسیاری وجود دارند که می توانند از داده های این شبکه چه بصورت خام و چه بصورت پردازش شده استفاده نمایند. از طرفی، داده های شبکه موردنظر تک منظوره نیستند و در امور دیگر نظیر هواشناسی یا حتی پروژه های عمرانی قابل استفاده اند. لذا انتشار مرتب و منظم داده ها بصورتی که برای سایر سازمانها و موسسات قابل استفاده باشد، اجتناب ناپذیر است. بنا بر آنچه تاکنون بدان پرداخته شد، نتایج این شبکه شامل مختصات دقیق ایستگاهها، سری زمانی آنها، بردارهای سرعت مربوط به هریک، میدان استرین ژئودتیکی در هر منطقه و تصحیحات آنالین جهت مشاهدات DGNSS است که در آرشیو سرورهای سازمان نقشه برداری موجود بوده و با هماهنگی های لازم قابل دسترسی اند. به غیر از آن انتشار داده ها و نتایج در کتابچه مخصوصی به نام گزارش سالانه شبکه ژئودینامیک

قابل دسترسی است که گزارش نتایج این شبکه بصورت مفصل معمولاً همراه با تفصیل و تشریح و آنالیزها در آن منتشر می گردد. به غیر از آن تحقیقات و مطالعات متنوعی درباره رفتار پلیت ایران در مناطق مختلف توسط محققین، اساتید

دانشجویان با استفاده از نتایج و داده های شبکه IPGN انجام و نتایج آن در سایتها و مجلات مختلف علوم زمین چاپ می شوند.

پیوست

RINEX مخفف عبارت Receiver Independent Exchange، از مهم‌ترین فرمت‌های داده در تعیین موقعیت ماهواره‌ای است. از فرمت راینکس (RINEX) در پس‌پردازش داده‌های خام GNSS استفاده می‌شود. داده‌های خام ذخیره شده در هر گیرنده با فرمت خاصی ذخیره می‌شود که متفاوت از گیرنده‌های دیگر است. به منظور جلوگیری از معرفی فرمت‌های مختلف به نرم‌افزارهای پردازش داده‌های GNSS، فرمت استاندارد RINEX برای پس‌پردازش این داده‌ها تعریف گردید. این فرمت داده شامل سه نوع فایل ASCII مشاهدات (o.)، اطلاعات ناوبری (n.) و اطلاعات اتمسفری و هواشناسی (m.) است. با توجه به پیشرفت و توسعه سیستم‌های تعیین موقعیت، نسخه‌های مختلفی از فرمت RINEX نیز ارائه گردیده است.

در بخش Header اطلاعاتی همچون فرمت فایل، نوع فایل، نام شرکت تولید کننده، تاریخ مشاهدات، نوع و تعداد آنتن‌ها، نوع گیرنده، مختصات تقریبی ایستگاه، تعداد و نوع مشاهدات، زمان ثبت اولین و آخرین مشاهده وجود دارد. پایان این بخش با عبارت END OF HEADER مشخص شده است.

در بخش Data فایل مشاهدات RINEX سه مقدار اصلی در مشاهدات GNSS وجود دارد:

مشاهده زمان

مشاهده شبه فاصله کد

مشاهده فاز موج حامل

در ابتدای بخش Data تاریخ و زمان هر اپک و تعداد ماهواره‌ها ثبت شده است. اگر این تعداد از ۱۲ بیشتر باشد نام ماهواره‌ها در دو خط نوشته شده، در غیر اینصورت در یک خط نوشته می‌شوند. بعد از آن برای هر ماهواره، مشاهدات در دو خط ثبت می‌گردند.

همان‌طور که اشاره شد فایل ناوبری شامل اطلاعات مداری ماهواره‌ها است. المان‌های کپلری در هر اپک، جهت محاسبه مختصات ماهواره‌ها، در این فایل موجود است. بخش Header نوع نسخه فایل RINEX، شامل ساعت و تاریخ و آفست ساعت و همچنین پارامترهای ION ALPHA و ION BETA به منظور محاسبه خطای یونسفر است. جهت محاسبه خطای ساعت ماهواره از سه ضریب ذکر شده در سطر اول هر اپک (پس از پارامترهای تاریخ و ساعت)، بعد از تاریخ و زمان آن، استفاده می‌شود.

در این فایل برخی پارامترهای اتمسفری و هواشناسی از جمله فشار، دمای خشک، رطوبت نسبی، تأخیر مسیر قائم‌تر، تأخیر مسیر قائم خشک و تأخیر مسیر قائم کلی وجود دارد.

- منابع و مآخذ

- Res., Altamimi, Z., I. Metivier, and X. Collileux, ITRF2008 plate motion model, J. Geophys. 117, B7402, doi:10.1029/2011JB008930, 2012.
- Ash, M. E., Determination of Earth Satellite Orbits, Tech. Note 1972-5, 258 pp., Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, Lexington, 1972.
- Bar-Sever, Y., A new model for GPS yaw attitude, J. Geodesy, 70, 714-723, 1996.
- system Bassiri, S. and G. A. Hajj, Higher-order ionospheric effects on the global positioning observables and means of modeling them, Man. Geodaetica, 18, 280-289. 1993.
- Geodynamics: Beutler, G., I. I. Mueller, and R. E. Neilan, The International GPS Service for Geodesique, 68, 39-70, 1994a. development and start of official service on January 1, 1994, Bull., Beutler, G., E. Brockmann, W. Gurtner, U. Hugentobler, L. Mervart, and M. Rothacher, Extended GPS Service for orbit modeling techniques at the CODE Processing Center of the International Geodynamics (IGS): theory and initial results, Man. Geodaetica, 19, 367-386, 1994b
- to Blewitt, G., Carrier phase ambiguity resolution for the Global Positioning System applied geodetic baselines up to 2000 km, J. Geophys. Res, 94, 1187-1203, 1989.
- Blewitt, G., An automatic editing algorithm for GPS data, Geophy. Res. Lett., 1990.
- Interferometric Bock Y., S. A. Gourevitch, C. C. Counselman III, R. W. King, and R. I. Abbot, analysis of GPS phase observation, Man. Geodaetica, 11, 282-288, 1986.
- Boehm, J. B. Werl, and H. Schuh, Troposphere mapping functions for GPS and very long operational Forecasts baseline interferometry from European Centre for Medium-Range Weather analysis data, J. Geophys. Res., 111, B02406, doi:10.1029/2005JB003629, 2006.
- of space Chen, G., and T. A. Herring, Effects of atmospheric azimuth asymmetry on the analysis geodetic data, J. Geophys. Res., 102, 20489-20502, 1997.
- Colombo, O. L, Ephemeris errors of GPS satellites, Bull. Geodesique, 60, 64-84, 1986.
- errors for Datta-Barua, S., T. Walter, J. Blanch and P. Enge, Bounding higher order ionosphere of the Satellite Division. the dual Frequency GPS user, ION GNSS 19th International Technical Meeting Fort Worth, TX, 26-29 September 2006, ION, 2006.
- the for Davis, J. L., R.A. Bennett, and B. P. Wernicke, Assessment of GPS velocity accuracy Basin and Range Geodetic Network (BARGEN), Geophys. Res. Lett., 30(7), 1411, doi:10.1029/2003GL016961, 2003.
- Sierra Dixon, T. H., M. Miller, F. Farina, H. Wang, D. Johnson, Present-day motion of the North American Nevada block and some tectonic implications for the Basin and Range province, Cordillera, Tectonics, 19, 1-24, 2000.
- applied to Dong, D.-N., and Y. Bock, GPS network analysis with phase ambiguity resolution 1989. crustal deformation studies in California, J. Geophys. Res., 94, 3949-3966,
- Dong, D.-N., T. A. Herring, and R. W. King, Estimating regional deformation from a combination of space and terrestrial geodetic data, J. Geodesy, 72, 200-214, 1998.
- central Feigl, K. L., and 14 co-authors, Space geodetic measurement of crustal deformation in and southern California, 1984-1992, J. Geophys. Res., 98, 21677-21712, 1993.
- Feigl, K. L., Geodetic Measurement of Tectonic Deformation in Central California, Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology, 223 pp., 1991.
- for Fliegel, H., E. Gallini, and E. R. Swift, Global Positioning System radiation force model geodetic applications, J. Geophys. Res., 97, 559-568, 1992.

- Steigenberger, Fritsche, M., R. Dietrich, C. Knofel, A. Rulke, S. Vey, M. Rothacher and P. Res. Lett., 32, L23311, Impact of higher-order ionospheric terms on GPS estimates, Geophys. doi:10.1029/2005GL02434223, 2005.
- in Gurtner, W., G. Mader, and D. MacArthur, A Common Exchange Format for GPS Data, Cruces, New Proceedings of the Fifth International Geodetic Symposium on Satellite Systems, Las Mexico, 1989, and reprinted in CIGNET Bulletin 2 (3), May–June, 1989.
- 2.11, Version Gurtner, W., and L. Estey, RINEX: The Receiver Independent Exchange Format <http://www.aiub.unibe.ch/download/rinex/rinex211.txt>, (also at <ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/data/format/rinex211.txt>), 2006.
- GPS: Hernandez-Pajares, M., J. M. Juan, J. Sanz and R. Ors, Second-order ionospheric term Implementation and impact on geodetic estimates, J. Geophys. Res., 112, B08417, doi:10.1029/2006JB004707, 2007
- 10.1 Herring, T. A., GLOBK: Global Kalman filter VLBI and GPS analysis program Version Internal Memorandum, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2003.
- variations and Herring, T. A., and D. Dong, Measurement of diurnal and semidiurnal rotational tidal parameter of Earth, J. Geophys. Res., 99, 18051-18071, 1994.
- application of Herring, T. A., J. L. Davis, and I. I. Shapiro, Geodesy by radio interferometry: the Geophys. Res., 95, 12561- Kalman filtering to the analysis of very long baseline interferometry data, J. 12581, 1990.
- Hilla, S., The Extended Standard Product 3 Orbit Format (SP3-c), ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/data/format/sp3_docu.txt, 2002.
- Hopfield, H. S., Tropospheric range error at the zenith, Space Research XII, Akademie-Verlag, Berlin, 1972.
- Hoque, M. M. and N. Jakowski, Estimate of higher order ionospheric errors in GNSS positioning, Radio Sci., 43, RS5008, doi:10.1029/2007RS003817, 2008.
- slant delay Lagler, K., M. Schindelegger, J. Bohm, H. Krasna, and T. Nilsson, GPT2: Empirical model for radio space geodetic techniques, Geophys. Res. Lett., xx, doi:10.1002/grl50288, 2013.
- Kouba, J., A simplified yaw-attitude model for eclipsing GPS satellites, GPS Solut., 13:1-12, doi: 10.1007/s10291-008-0092-1, 2009.
- Verlag des McCarthy, D. D., and G. Petit, IERS Conventions (2003), IERS Technical Note 32, Bundesamts fur Kartographie und Geodasie, Frankfurt, 2004
- Geophys. Mao, A., C. G. A. Harrison, and T. H. Dixon, Noise in GPS coordinate time series, J. Res., 104, 2797-2816, 1999.
- Transactions Maus, S. and S. Macmillan, 10th Generation International Reference Field, EOS AGU, 86 (16), 159, 2005.
- in the deformation McCaffrey, R., and 9 co-authors, Plate coupling, block rotations, and crustal Pacific Northwest, submitted to J. Geophys. Res., June, 2006.
- Paris, July, McCarthy, D. D., IERS Standards (1996), IERS Technical Note 21, Observatoire de 1996.
- dynamics in McClusky, S., et al., Global Positioning System constraints on plate kinematics and the eastern Mediterranean and Caucasus, J. Geophys. Res., 105, 5695-5719, 2000

-
- Montenbruck, O., R. Schmid, F. Mercier, P. Steigenberger, C. Noll, R. Fatkulin, S. Kogure, and Space Research, Niell, A. A. As. Gansehan, GNSS satellite geometry and attitude models, *Advances in E., Global mapping functions for the atmospheric delay at radio wavelengths*, *J. Geophys. Res.*, 101, 3227–3246, 1996.
- the GPS Petrie E. J., M. A. King, P. Moore, D. A. Lavallée, Higher-order ionospheric effects on reference frame and velocities. *J. Geophys. Res.* 115, B03417. doi:10.1029/2009jb006677, 2010.
- Petrie E. J., M. Hernández-Pajares, P. Spalla, P. Moore, M. A. King, A review of higher order ionospheric refraction effects on dual frequency GPS, *Surveys in Geophysics*, inpress, 2010, ranging Saastamoinen, J., Atmospheric correction for the troposphere and stratosphere in radio Ser, Vol. 15, edited by S. of satellites, in *The Use of Artificial Satellites for Geodesy*, *Geophys. Monogr.* Union, Washington, D.C., 1992. W. Henriksen et al., pp. 247-251, *American Geophysical Bull.* Schaffrin, B., and Y. Bock, A unified scheme for processing GPS phase observations, *Geodesique*, 62, 142–160, 1988.
- consistent Schmid, R., P. Steigenberger, G. Gendt, M. Ge, M. Rothacher, Generation of a *J. Geod.*, 81(12), 781- antennas, absolute phase center correction model for GPS receiver and satellite 798, doi:10.1007/s00190-007-0148-y, 2007.
- Format SP3, Spofford, P. R., and B. W. Remondi, The National Geodetic Survey Standard GPS ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/data/format/sp3_docu.txt, 1999.
- GPS Tregoning, P. and T. A. Herring, Impact of a priori zenith hydrostatic delay errors on L23303, estimates of station heights and zenith total delays, *Geophys. Res. Lett.*, 33, doi:10.1029/2006/GL027706, 2006.
- from Williams, S. D. P., The effect of coloured noise on the uncertainties of rates estimated geodetic time series, *J. Geod.*, 76, 483-494, doi: 10.1007/s00190-002-0283-4, 2003.
- precisionGPS Ziebart, M., P. Cross, and S. Adhya, Modeling photon pressure: the key to high satellite orbits, *GPS World*, 13(1), 43-50, 2002.



**Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization
National Cartographic Center**

GNSS data processing instructions using GAMIT /GLOBK software

(Version 10.7)

No:

Last Edition: ۲۲-۰۶-۲۰۲۲

National Cartographic Center Standard Department

www.ncc.gov.ir

<http://standard.ncc.gov.ir>

2022