اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

تعیین بیضوی بهینه برای کشور ایران با استفاده از نقاط GPS/Levelling

حمید اشجعی[۱]، هادی کریمی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی عمران-نقشه‌برداری، دانشگاه زنجان
۲- دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی عمران-نقشه‌برداری، دانشگاه زنجان

چکیده :

از لحاظ هندسی بیضوی که نزدیک‌ترین شکل به ژئوئید را داراست، بیضوی با بهترین برازش (بیضوی بهینه) به آن ژئوئید نام دارد. برای تعیین موقعیت در زمین نیاز به دانستن شکل و اندازه زمین است. زمین کره کامل نبوده و شکل بیضوی دارد. با توجه به دقت‌های متفاوت موجود در اندازه‌گیری شکل زمین، بیضوی‌هایی با اندازه و مشخصات متفاوت برای نمایش شکل زمین مورد استفاده قرار داده‌اند. در این تحقیق از ارتفاع ژئوئید (N) نسبت به بیضوی برای بررسی شرط نزدیک‌ترین تقریب استفاده گردیده، به این صورت که از ۲۰ نقطه GPS/Levelling با پراکندگی همگن در سرتاسر کشور ایران استفاده شده است. این نقاط از سیستم مختصات ژئودتیک جهانی ۱۹۸۴ (WGS 84) به سیستم مختصات سایر بیضوی‌های جهانی تبدیل و ارتفاع ژئوئید (N) این نقاط در روی هر یک از بیضوی‌های تبدیل یافته محاسبه و با یک‌دیگر مقایسه می‌شود. بر حسب نتایج بدست آمده بیضوی بهینه برای ایران، بیضوی WGS 72 می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : بیضوی بهینه، ژئوئید، ارتفاع ژئوئید، GPS/Levelling

نویسنده مکاتبه کننده :
آدرس پستی :
تلفن :
آدرس پست الکترونیک :

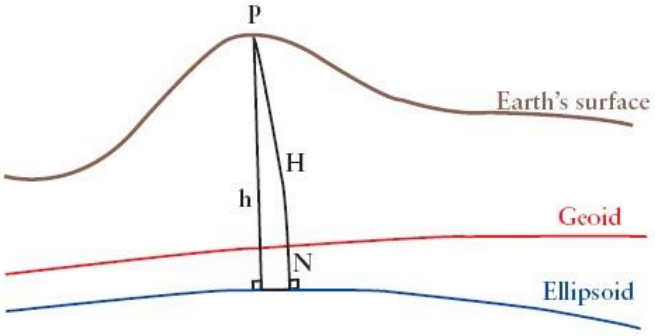
۱- مقدمه

سطح واقعی زمین تعاملی با ریاضیات ندارد و پر از ناهمواری‌ها است. زمین به شکل یک کره نیست و فاقد یک شکل منظم هندسی است. برای محاسبات مربوط به فواصل نقاط و غیره در ژئودزی، زمین را به صورت یک بیضوی در نظر می‌گیرند. زیرا شکل بیضوی نزدیک‌ترین شکل هندسی به شکل کره زمین است.

در نقشه برداری جهت تعیین موقعیت نقاط از یک سطح مبنا استفاده می‌شود و کلیه نقاط را روی آن تصویر می‌کنند. سطح مبنا در نقشه برداری مسطحاتی[1] یک سطح افقی است که عوارض را روی آن تصویر می‌نمایند و همچنین می‌توان ارتفاعات مختلف را نیز نسبت به آن سنجید و در واقع این صفحه افقی، مبنای تعیین ارتفاعات است. یک سطح مبنا چارچوبی را برای اندازه‌گیری‌های مکانی عوارض روی سطح زمین به شکل دقیق برای یک منطقه خاص فراهم می‌سازد. هر زمان که دیتوم تغییر داده می‌شود در واقع سیستم مختصات عوض می‌شود و به تبع آن مقادیر مختصات عوض خواهد شد[۲].

سطح تراز مبنا، سطحی است که در نقشه برداری ژئودتیک، مبنای تعیین ارتفاعات است. به طور فیزیکی سطح تراز مبنا سطحی است که در نقاطش بر امتداد شاقول عمود بوده و به‌علاوه تقریبا بر سطح متوسط دریاها منطبق باشد [2].

در ترازیابی به روش سنتی ارتفاع نقاط نسبت به سطح ژئوئید به دست می‌آید. این ارتفاع تحت عنوان ارتفاع ارتومتریک شناخته می‌شود. ژئوئید یک شکل فیزیکی از زمین است و طبق تعریف عبارت است از یک سطح هم‌پتانسیل صفر یا سطحی که به بهترین وجه به سطح آب‌های آزاد منطبق باشد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت بیضوی نسبت به ژئوئید و سطح زمین

به دلایل مختلف و با توجه به محلی و جهانی بودن موضاعات نقشه‌برداری، بیضوی‌های گوناگونی برای زمین تعریف شده‌اند. بعضی از آن‌ها دو محوری و بعضی سه محوری می‌باشند. بیضوی‌های جهانی یا ژئوسنتریک، مرکزشان بر مرکز ثقل زمین منطبق بوده و محورهای تقارن بیضوی بر محورهای ژئودتیک زمین از جمله محور دورانی زمین منطبق یا موازی است [1].

به طور کلی برای تعریف یک بیضوی در فضا لازم است ۹ پارامتر تعیین گردد. سه پارامتر مختصات مرکز بیضوی نسبت به یک سیستم ژئوسنتریک می‌باشد. سه پارامتر نیز میزان زاویه دوران محورهای تقارن بیضوی با محورهای سیستم طبیعی[2] زمین است. یک پارامتر ضریب مقیاس و دوپارامتر ابعاد بیضوی.

اما دیتوم‌های کلاسیک و ژئودتیک (یا بیضوی‌های محلی) با تعیین پنج پارامتر تعریف می‌شوند. دو پارامتر مربوط به مختصات مبدا و محل تعریف بیضوی در یک منطقه از کره زمین می‌باشد (λ_0, φ_0). یک پارامتر برای توجیه دیتوم در

[1]- Plane Surveying
[2]- Natural Geocentric System

نقطه‌ای که بیضوی برای آن تعیین می‌شود که به آزیموت لاپلاس معروف است ($\alpha\Delta$) و دو پارامتر برای معرفی اندازه و ابعاد بیضوی رفرنس (a, b).

در روشی دیگر برای تعریف بیضوی محلی یا دیتوم کلاسیک، موقعیت مبدا و توجیه دیتوم(λ_0, φ_0, α) به صورت تابعی از مولفه‌های زاویه انحراف قائم نقطه‌ای که بیضوی در آن تعریف می‌شود (ζ, η) و جدایی بین ژئوئید و بیضوی (یعنی انحراف ژئوئید N) بیان می‌شود (a, b, N, ζ, η). در حالت کارتزین تعریف دیتوم با ۷ پارامتر صورت می‌گیرد. سه پارامتر مختصات مرکز بیضوی نسبت به یک سیستم ژئوسنتریک، سه پارامتر زاویه محورهای تقارن بیضوی با محورهای سیستم طبیعی زمین و یک پارامتر ضریب مقیاس می‌باشد.

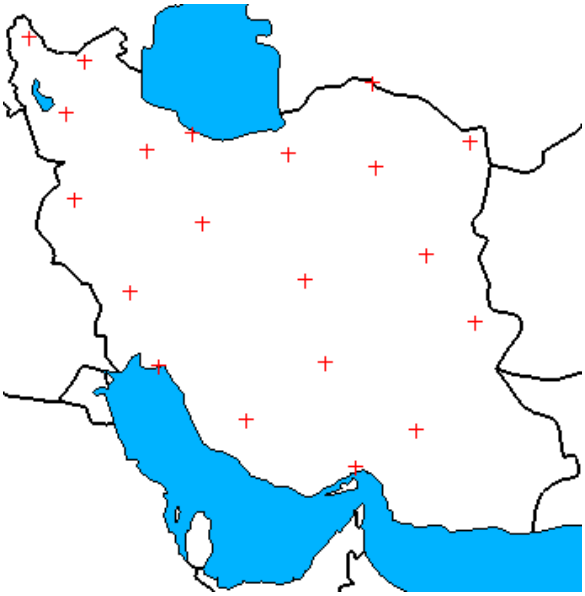
۲- داده‌های مورد استفاده

نقاط GPS/Leveling نقاطی هست که دارای مختصات ژئودتیکی (X,Y) که از طریق دستگاه‌های GPS اندازه‌گیری می‌شوند و همچنین دارای دو ارتفاع ژئودتیکی و اورتومتریک می‌باشد. ارتفاع ژئودتیکی که از طریق دستگاه GPS اندازه گرفته می‌شود، نسبت به سطح بیضوی مبنا است و ارتفاع ارتومتریک از طریق ترازیابی دقیق و گرانی‌سنجی محاسبه شده است و به مدل خاصی از ژئوئید وابسته نیست.

داده‌های مورد استفاد در این تحقیق شامل ۲۰ نقطه GPS/Leveling می‌باشد که مختصات ژئودتیک آن (X,Y,Z) نسبت به بیضوی WGS84 و دارای پراکندگی همگن در سرتاسر کشور ایران می‌باشد.

جدول ۱. داده‌های مورد استفاده برای تعیین بیضوی بهینه برای کشور ایران (۲۰ نقطه GPS/Leveling)

شماره نقطه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع ژئودتیک	ارتفاع اورتومتریک
۱	۵۶.۱۵۴۲۲۴	۲۷.۳۴۲۸۶۷	۲۵۲.۷۹۸۱	۲۸۰.۱۸۱
۲	۵۸.۱۹۲۵۳۷	۲۸.۲۹۷۱۴۲	۸۶۱.۱۵۵۶	۸۷۷.۶۱۵
۳	۵۲.۶۷۲۵۶۲	۲۸.۷۳۷۰۴۰	۱۳۳۴.۰۴۵	۱۳۴۸.۳۱۹
۴	۴۹.۸۲۰۸۵۶	۳۰.۲۲۵۶۲۱	-۱۴.۱۸۵۱	۳.۰۶۷
۵	۵۵.۳۱۴۱۵۶	۳۰.۲۹۷۴۱۴	۲۴۷۸.۴۲۸	۲۴۸۳.۱۷۶
۶	۶۰.۳۳۶۲۳۷	۳۱.۲۱۷۳۸۶	۸۷۱.۴۵۴	۸۸۷.۶۰۹
۷	۴۸.۷۸۹۸۳۹	۳۲.۲۹۲۴۹۲	۹۲.۶۱	۱۰۲.۶۱۷
۸	۵۴.۷۱۵۷۰۶	۳۲.۶۵۳۲۱۰	۱۰۱۱.۱۰۴	۱۰۱۶.۰۸۶
۹	۵۸.۸۲۴۵۹۵	۳۳.۲۲۴۹۹۵	۱۴۳۸.۸۵۸	۱۴۵۱.۳۰۳
۱۰	۵۱.۲۱۳۹۵۰	۳۴.۲۶۶۶۰۴	۱۰۴۹.۶۱۷	۱۰۴۷.۴۹۸
۱۱	۴۶.۷۶۳۳۴۹	۳۴.۷۹۳۳۹۵	۱۷۸۶.۴۷۱	۱۷۷۶.۸۴۸
۱۲	۵۷.۲۱۵۲۲۵	۳۵.۷۷۰۶۹۱	۱۳۴۰.۱۶۴	۱۳۵۱.۵۱۴
۱۳	۴۹.۲۰۵۴۳۷	۳۶.۲۸۷۵۲۲	۱۸۷۴.۴۴۶	۱۸۶۴.۵۵۵
۱۴	۵۴.۱۹۸۰۵۱	۳۶.۲۰۸۶۰۲	۱۴۲۱.۸۸۳	۱۴۲۵.۹۱۷
۱۵	۶۰.۶۰۹۷۲۶	۳۶.۳۰۹۹۲۲	۶۰۱.۸۳۰۹	۶۲۴.۳۹۶
۱۶	۵۰.۸۰۵۹۱۱	۳۶.۷۷۳۷۴۱	۹۹.۵۸۸۷	۹۷.۳۵۲
۱۷	۴۶.۲۹۹۸۵۷	۳۷.۲۱۲۱۸۰	۱۸۹۶.۲۳۹	۱۸۷۹.۳۱۱
۱۸	۵۷.۲۵۱۱۳۴	۳۸.۱۱۴۴۳۲	۱۴۹۶.۳۲۵	۱۵۱۱.۶۱۹
۱۹	۴۶.۸۳۷۵۰۳	۳۸.۷۱۹۴۳۸	۲۵۰۰.۸۲۳	۲۴۸۳.۹۲۴
۲۰	۴۴.۷۹۴۴۶۰	۳۹.۲۷۶۹۷۳	۹۴۰.۲۸۸۸	۹۱۹.۳۳۲

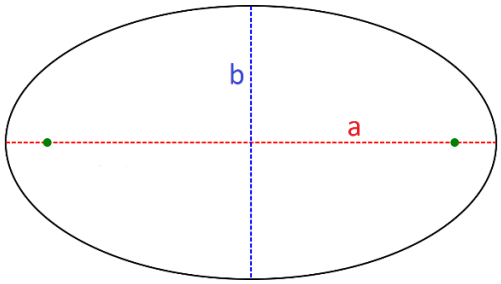


شکل ۲. نمایش پراکندگی ۲۰ نقطه GPS/Leveling

۳- روش انجام تحقیق

بیضوی که در ژئودزی به عنوان سطح مقایسه به‌کار می‌رود، یک بیضوی دورانی است که از دوران یک بیضی حول محور اقصرش b (شکل ۳) پدید آمده باشد. قطر اطول این بیضی با a و میزان مسطح بودن آن با f نشان داده می‌شود، که این عوامل پارامترهای مشخص کننده بیضوی هستند.

$$f = \frac{a-b}{a}$$



شکل ۳. ابعاد یک بیضی

۳-۱- تبدیل مختصات از دیتوم اول به دیتوم دوم

تبدیل دیتوم به دیتوم در تعیین مختصات نقاط نقشه‌برداری و ژئودزی از اهمیت بالایی برخوردار است. زیرا ممکن است در جایی و یا در نقشه‌ای مختصات ژئودتیک نقطه‌ای نسبت به دیتوم و بیضوی خاصی باشد، حال آنکه ما به خاصیت آن نقطه در یک دیتوم و بیضوی دیگری نیاز داریم.

پس از انجام مراحل زیر، می‌توان مختصات را نسبت به دیتوم دیگر بدست آورد. معلومات مسئله عبارتند است از:

ابعاد بیضوی اول و دوم (a_1, b_1 و a_2, b_2)، مختصات مراکز بیضوی (X_1, Y_1, Z_1 و X_2, Y_2, Z_2)، زوایای دوران محورهای بیضوی نسبت به محورهای سیستم مختصات ژئوسنتریک که برای هر دیتوم $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)_{G1}$ و $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)_{G2}$ نشان داده (در این تحقیق به علت استفاده از بیضوی‌های جهانی (ژئوسنتریک) پارامترهای انتقال و دوران (سه مختصات انتقال و

سه زاویه دوران) بیضوی‌ها در انتقال مختصات از یک بیضوی به بیضوی دیگر صفر در نظر گرفته شده است.) و مختصات ژئودتیک نقطه نسبت به دیتوم اول ($\varphi_1, \lambda_1, h_1$). اما مجهولات مساله همان مولفه‌های مختصات ژئودتیک نقطه نسبت به دیتوم دوم می‌باشد ($\varphi_2, \lambda_2, h_2$).

مرحله نخست تبدیل مختصات منحنی الخط ژئودتیک به کارتزین آن در دیتوم اول که روابط آن به صورت زیر می‌باشد:

$(\varphi_1, \lambda_1, h_1), (a_1, b_1) \rightarrow (X_1, Y_1, Z_1)$

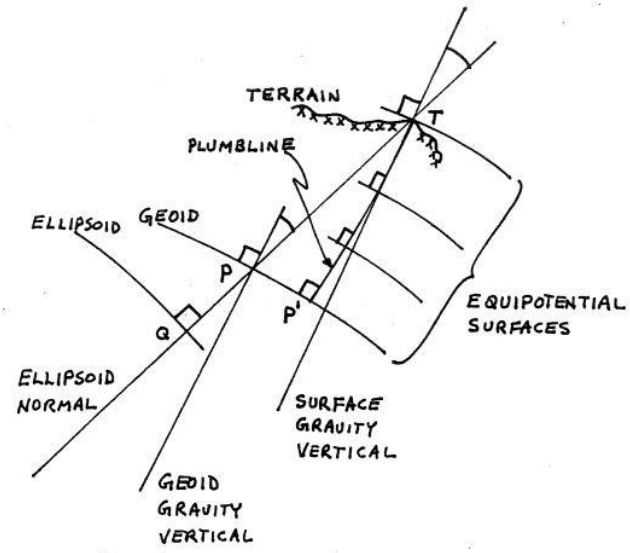
$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2\, cos^2\varphi + b^2\, sin^2\varphi}}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (N_1 + h_1)\, cos\varphi_1\, cos\lambda_1 \\ (N_1 + h_1)\, cos\varphi_1\, sin\lambda_1 \\ (N_1 b_1^2/a_1^2 + h_1)\, sin\varphi_1 \end{bmatrix}$$

سپس در مرحله بعد تبدیل معکوس مختصات کارتزین ژئودتیک دیتوم اول به مختصات منحنی الخط ژئودتیک دوم انجام می‌شود.

۳-۲- محاسبه ارتفاع ژئوئید

بعد از انجام تبدیلات مختصات بین دو دیتوم (بیضوی) ارتفاع بدست آمده مختصات ژئودتیک نقاط GPS/Leveling در دیتوم مورد نظر را از ارتفاع اورتومتریک نقاط GPS/Leveling کم کرده و سپس مقدار ارتفاع ژئوئید برای هر نقطه بدست خواهد آمد.



شکل ۳. توجیه بیضوی نسبت به ژئوئید

فاصله بین سطوح بیضوی و ژئوئید، اندازه‌گیری شده در طول قائم بر بیضوی (QP) ارتفاع ژئوئید (geoid height) است و با N نشان داده می‌شود. فاصله بین بیضوی و زمین، اندازه‌گیری شده در طول قائم بر بیضوی (QT) ارتفاع بیضوی (ellipsoid height) است و با h نشان داده می‌شود. فاصله بین ژئوئید و زمین، اندازه‌گیری شده در طول خط شاقولی (PT) ارتفاع اورتومتریک (orthometric height) نامیده می‌شود و با H معرفی می‌شود. اگر از انحنای شاقولی صرف نظر شود، خواهیم داشت:

$$N = H - h$$

در نقطه اولیه N_0 برابر صفر است. در بقیه نقاط می‌بایست N، مینیمم باشد به نحوی که بهترین بیضوی، بیضوی خواهد بود که به بهترین نحو بر ژئوئید منطبق خواهد بود و پارامترهای آن با استفاده از رابطه زیر و بر پایه بهترین مقادیر قابل تعیین با فناوری روز تعیین می‌شود:

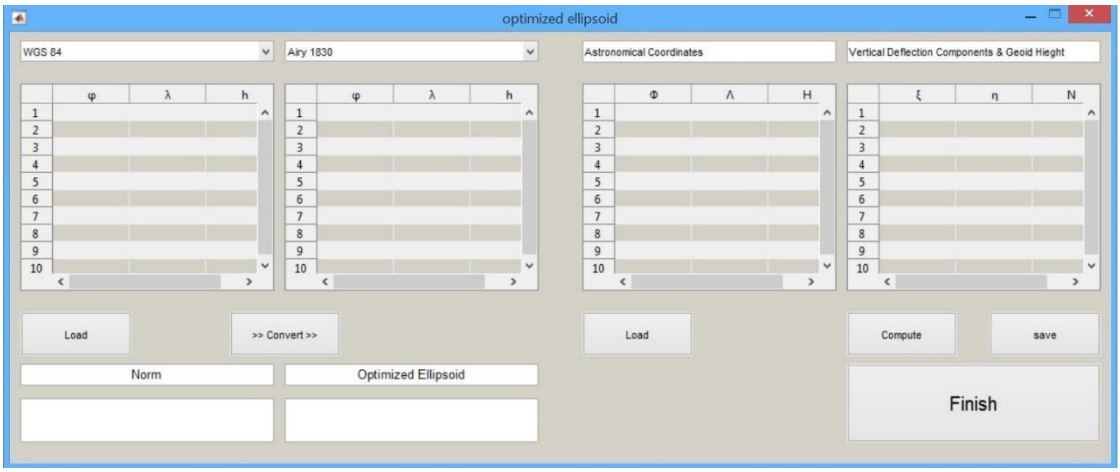
$$\min_{a,f} \oiint_{\delta} N^2 \, d\delta$$

رابطه دیگری نیز برای تعیین بیضوی بهینه وجود دارد که در عمل این بیضوی بهترین را می‌توان فقط به تقریب تعیین کرد چرا که داده کافی در اختیار نیست (با داشتن طول و عرض نجومی نقاط ژئودتیکی موجود می‌توان مولفه‌های قائم اولیه (η) و نصف النهاری (ζ) را بدست آورد و شرط ذیل را بررسی نمود) . اگر در شرط فوق f ثابت نگه‌داشته شود نتیجه یکسان برای a به‌دست خواهد آمد.

$$\min_{f} \oiint_{\delta} (\xi^2 + \eta^2) \, d\delta$$

۴- نتایج

باتوجه به توضیحات داده شده در خصوص روند انجام تحقیق، تمامی محاسبات مربوطه در غالب یک برنامه که توسط که توسط مولفین این مقاله طراحی و برنامه نویسی شده است، انجام گرفته است.



شکل ۳. شمایی کلی از محیط برنامه طراحی شده

مجموع مربعات مقادیر ارتفاع ژئوئید (حاصل از اختلاف ارتفاعات تبدیل شده و ارتفاع اورتومتریک نقاط) هر بیضوی را با یک دیگر مقایسه کرده و کمترین مقدار مربوط به بیضوی بهینه می‌باشد.

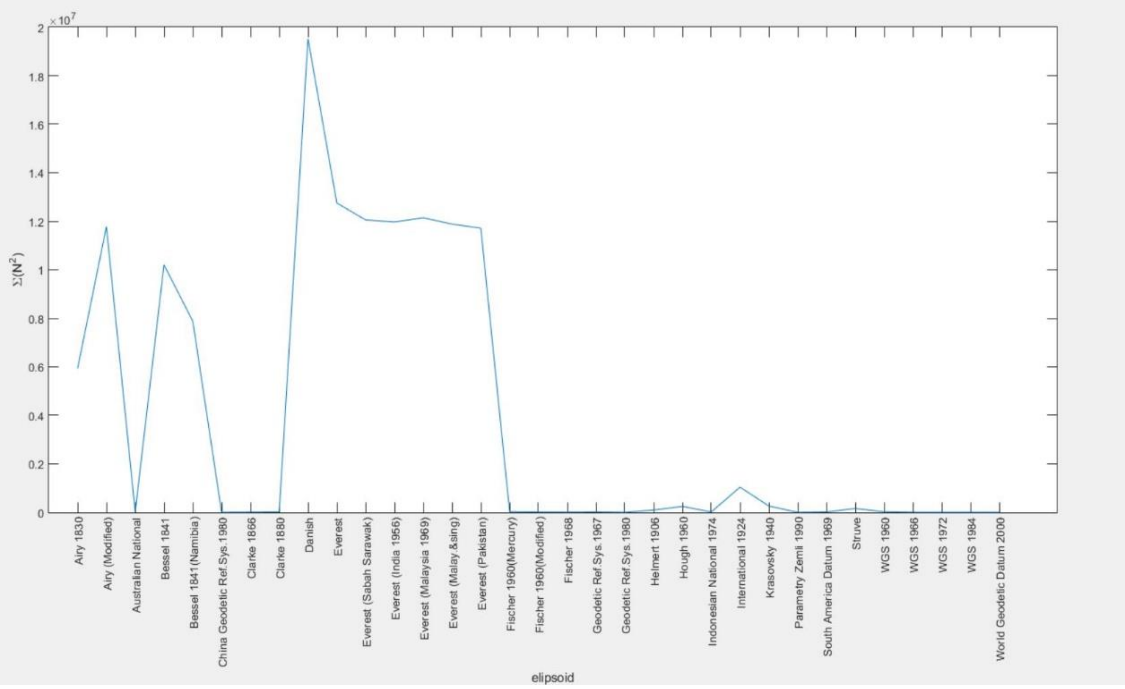
با توجه به محاسبات انجام شده که در ذیل نشان داده شده است، کمترین مقدار مجموع مربعات مقادیر ارتفاع ژئوئید متعلق به بیضوی WGS 72 می‌باشد و بیضوی WGS 72 بیضوی بهینه برای کشور ایران بدست می‌آید.

جدول ۲. مختصات تبدیل یافته نقاط GPS/Leveling در بیضوی WGS 72 و مقدار ارتفاع ژئوئید حاصل از اختلاف ارتفاع اورتومتریک و ارتفاع ژئودتیک تبدیل یافته

شماره نقطه	طول جغرافیایی تبدیل یافته	عرض جغرافیایی تبدیل یافته	ارتفاع ژئودتیک تبدیل یافته	مقدار ارتفاع ژئوئید
۱	۵۶.۱۵۴۲	۲۷.۳۴۲۹	۲۵۴.۷۵۴۸	**-۲۵.۴۲۶۲**
۲	۵۸.۱۹۲۵	۲۸.۲۹۷۱	۸۶۳.۱۰۹۵	**-۱۴.۵۰۵۵**
۳	۵۲.۶۷۲۶	۲۸.۷۳۷۰	۱۳۳۶	**-۱۲.۳۲۱۳**
۴	۴۹.۸۲۰۹	۳۰.۲۲۵۶	-۱۲.۲۳۷۱	**-۱۵.۳۰۴۱**
۵	۳۰.۲۹۷۴	۵۵.۳۱۴۲	۲۴۸۰.۴	**-۲.۸۰۰۱**
۶	۶۰.۳۳۶۲	۳۱.۲۱۷۴	۸۷۳.۳۹۸۹	**-۱۴.۲۱۰۱**
۷	۴۸.۷۸۹۸	۳۲.۲۹۲۵	۹۴.۵۵۱۴	**-۸.۰۶۵۶**
۸	۵۴.۷۱۵۷	۳۲.۶۵۳۲	۱۰۱۳	**-۳.۰۴۲۲**
۹	۵۸.۸۲۴۶	۳۳.۲۲۵	۱۴۴۰.۸	**-۱۰.۵۰۷۱**
۱۰	۵۱.۲۱۴	۳۴.۲۶۶۶	۱۰۵۱.۶	**۴.۰۵۳۶**
۱۱	۴۶.۷۶۳۳	۳۴.۷۹۳۴	۱۷۸۸.۴	**۱۱.۵۵۶۴**
۱۲	۵۷.۲۱۵۲	۳۵.۷۷۰۷	۱۳۴۲.۱	**-۹.۴۲۰۳**
۱۳	۴۹.۲۰۵۴	۳۶.۲۸۷۵	۱۸۷۶.۴	**۱۱.۸۱۹۵**
۱۴	۵۴.۱۹۸۱	۳۶.۲۰۸۶	۱۴۲۳.۸	**-۲.۱۰۵۴**
۱۵	۶۰.۶۰۹۷	۳۶.۳۰۹۹	۶۰۳.۷۵۸۹	**-۲۰.۶۳۷۱**
۱۶	۵۰.۸۰۵۹	۳۶.۷۷۳۷	۱۰۱.۵۱۵۱	**۴.۱۶۳۱**
۱۷	۴۲.۲۹۹۹	۳۷.۲۱۲۲	۱۸۹۸.۲	**۱۸.۸۵۲۷**
۱۸	۵۷.۲۵۱۱	۳۸.۱۱۴۴	۱۴۹۸.۲	**-۱۳.۳۷۲۲**
۱۹	۴۶.۸۳۷۵	۳۸.۷۱۹۴	۲۵۰۲.۷	**۱۸.۸۱۸۹**
۲۰	۴۴.۷۹۴۵	۳۹.۲۷۷	۹۴۲.۲۰۶۵	**۲۲.۸۷۴۵**

جدول ۳. مقادیر مجموع نرم‌های ۲۰ نقطه GPS/Leveling برای هر بیضوی ($\Sigma N2$) که در تعیین بیضوی بهینه مورد بررسی قرار گرفته اند.

نام بیضوی	مقدار (ΣN^2)	نام بیضوی	مقدار (ΣN^2)	نام بیضوی	مقدار (ΣN^2)
Airy 1830	**5927770**	Everest (India 1956)	**11970100**	Indonesian National 1974	**19022.3**
Airy (Modified)	**11776700**	Everest (Malaysia 1969)	**12143100**	International 1924	**1040490**
Australian National	**19092.2**	Everest (Malay.&sing)	**11883100**	Krasovsky 1940	**262465**
Bessel 1841	**10204000**	Everest (Pakistan)	**11712700**	Parametry Zemli 1990	**4009.71**
Bessel 1841 (Namibia)	**7879590**	Fischer 1960 (Mercury)	**27919.3**	South American Datum 1969	**19092.2**
China Geodetic Ref.Sys 1980	**4952.67**	Fischer 1960 (Modified)	**15019.6**	Struve	**160790**
Clarke 1866	**12158.6**	Fischer 1968	**10752.7**	WGS 1960	**26547**
Clarke 1880	**19895.2**	Geodetic Ref.Sys 1967	**19026.2**	WGS 1966	**6961.63**
Danish	**19518600**	Geodetic Ref.Sys 1980	**4184.94**	WGS 1972	**3875.12**
Everest	**12752000**	Helmert 1906	**98327**	WGS 1984	**4184.94**
Everest (Sabah Sarawak)	**12053300**	Hough 1960	**246083**	World Geodetic Datum 2000	**4104.67**



شکل ۲. نمایش مقادیر مجموع نرم‌های ۲۰ نقطه GPS/Leveling برای هر بیضوی به صورت نمودار

۵- پیشنهادات

نتایج این تحقیق، با توجه به یک سری نقاط محدود که به صورت همگن در سراسر کشور پراکنده می‌باشد، بدست آمده است. با این وجود در تحقیقات آتی توصیه می‌شود، اگر تعداد و پراکندگی (اعم از موقعیت جغرافیایی و ارتفاعی) نقاط را افزایش دهیم، دقت نتایج بدست آمده افزایش خواهد یافت.

۵- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق، بررسی بیضوی بهینه با استفاده از یک سری نقاطی که دارای مختصات ژئودتیک (φ,λ,h) و ارتفاع ارتومتریک (H) می‌باشد. برای این منظور به مقایسه ارتفاع ژئودتیک و ارتومتریک پرداخته و جدایی بیضوی از ژئوئید را بدست آوردیم. در ادامه مجموع مربعات ارتفاع ژئوئید همه نقاط را بدست آورده و با مقایسه این مجموع برای هر بیضوی، بیضوی ایده آل را تعیین می‌کنیم. که با توجه به نتایج و محاسبات ارائه شده به این نتیجه رسیدیم که بیضوی WGS 72 بیضوی بهینه برای کشور ایران می‌باشد.

تقدیر و تشکر

مولفین مقاله از سازمان نقشه‌برداری کشور که با در اختیار قرار دادن نقاط GPS/Leveling کمک شایانی در روند انجام تحقیقات ایفا نمودند و استاد اندیشمند جناب آقای دکتر جودکی که با رهنمودهایشان ما را در این راه هدایت نمودند، کمال تشکر و قدردانی داریم.

مراجع

۱. رستمی قاسم و امامی حسن، *ژئودزی و کارتوگرافی ریاضی*، چاپ اول، ۱۳۸۴، تهران: آزاده، ۳۵۰ص.

۲. طالعی محمد، ۱۳۵۴، *کارتوگرافی و نقشه‌سازی عددی*، چاپ اول، ۱۳۹۳، تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۲۲۱ص.

۳. شهامت ابوالفضل، ۱۳۵۶، *ژئودزی پایه*، چاپ اول، ۱۳۸۷، تهران: نشر کتاب دانشگاهی، ۱۲۸ص.

۴. علی محمدی عباس، ۱۳۳۰، *مبانی علوم و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی*، چاپ چهارم، ۱۳۹۲، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، ۲۹۰ص.

۵. صفری عبدالرضا، ۱۳۴۹، *ژئودزی فیزیکی*، چاپ دوم، ۱۳۹۱، تهران: دانشگاه تهران، ۴۵۲ص.

۶. عاصی محمد رضا، *ژئودزی و نجوم ژئودزی*، چاپ اول، ۱۳۹۳، تهران: سیمای دانش، ۲۰۰ص.

[7] Vanicek, peter, krakiwsky, Edward, Geodesy: the concepts, 2nd edition, Amsterdam: North-Holland publications Co., 1986.

[8] Krakiwsky E.J., and D.E WELLS(1971), Coordinates systems in geodesy, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick.

[9] Krakiwsky E.J., and D.B Thomson (1974), Geodetic position computation, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick.

Identify Optimized Ellipsoid For Iran By Using GPS/Levelling Points

Ashjaei, H. *[1], Karimi, H. *[2]

1- Student of Geomatics, College of Engineering, University of Zanjan
2- Student of Geomatics, College of Engineering, University of Zanjan

Abstract

From geometrical point of view, which is the nearest shape to geoid, the ellipsoid with the best fitness to geoid is called optimized ellipsoid. To identify the position on the earth, we should know the shape and size of the earth. The earth is not full sphere and is ellipsoid. Based on the different accuracy available in measuring the earth shape, different ellipsoids with various sizes and specifications have been used to display the earth shape. In this study, according to the geoid height (N) relative to the ellipsoid has been used to evaluate the nearest approximation. This means that from 20 GPS/Levelling points with homogenous dispersal are used in Iran. These points from global geodetic coordinate system 1984 (WGS 84) have been converted to coordinate system of other global ellipsoid and geoid height of these points on the any converted ellipsoids computed and compared with Each other. Based on the given results, the optimized ellipsoid for Iran is WGS 72.

Keywords: optimized ellipsoid, geoid, geoid height, GPS/Levelling

۲- عنوان

۲-۱- زیر عنوان

۲-۱-۱- زیر زیر عنوان

عنوان شکل بایستی زیر شکل به صورت وسط چین باشد.

شکل ۱ : نمودار تغییرات مقادیر منفرد ماتریس نرمال

عنوان جدول باید بالای جدول و به صورت وسط چین باشد.

جدول ۱ : مقادیر میدانهای سرعت بدست آمده