

سیستم‌های ژئودزی

ترجمه و تألیف: مهندس عباسعلی صالح‌آبادی

عضو هیات علمی دانشکده نقشه‌برداری

هر کمیت عددی یا هندسی و یا مجموعه‌ای از کمیت‌های دارای مقدار عددی، که به‌عنوان یک مرجع یا مبنا برای کمیت‌های دیگر به خدمت گرفته می‌شوند را سطح مبنا یا دیتم گویند.

در ژئودزی دو نوع سطح مبنا مختلف در نظر گرفته شده است، یکی سطح مبنا مسطحاتی، که پایه و اساس محاسبات دقیق نقشه‌برداری افقی را تشکیل می‌دهد که در آن انحناى سطح زمین در نظر گرفته می‌شود و دیگری سطح مبنا ارتفاعی که ارتفاع نقاط نسبت به آن اندازه‌گیری و محاسبه می‌شوند. به عبارت دیگر در نقشه‌برداری‌های ژئودتیک، مختصات نقاط مختلف، از یک سری نقاط اولیه مختصات دار یا پارامترهای دیتم و سطح مبنا به دست می‌آیند. به دلیل توسعه روش‌های مختلف در نقشه‌برداری چندین دیتم یا سطح مبنا تعریف و ایجاد شده است. امروزه برای توسعه نقشه‌برداری و روش ژئودزی‌ماهوره‌ای چندین دیتم یا سطح مبنا تعریف و ایجاد شده است، در این روش نیازی به داشتن بیش از یک سطح مبنا نیست، اما این به معنی تعویض کامل یک سطح مبنا نیست از آن جهت که در عمل، پارامترها و کمیت‌های نقشه‌برداری اولیه وجود دارند که هر کدام به سطوح مبنای مختلف وابسته هستند. از طرفی با تعویض کلی سطح مبنا موجب می‌گردد تا تبدیل تمامی اطلاعات موجود در نقشه‌های یک کشور به سطح مبنا جدید یک قرن طول بکشد. بطور مثال مسئله تعیین حق حاکمیت خطوط مرزی کشور ایالات متحده از قرن‌ها پیش مطرح بوده و حتی هنوز هم با تهیه نقشه از مرزهای مورد اختلاف، استفاده کنندگان نظامی و غیر نظامی، به علت موارد خاص سیستم‌های قدیمی اندازه‌گیری نقشه‌برداری را بر سیستم‌های جدید ترجیح داده و مایل به استفاده از آنها هستند، لذا انجام تغییرات کلی در تعیین سطح مبنا نه تنها مشکلی را حذف نمی‌کند بلکه ممکن است متغیر دیگری را نیز به مشکلات اولیه اضافه نماید.

سطح مبنا مسطحاتی (Horizontal geodetic datums)

سطح مبنا افقی یا مسطحاتی همان‌طور که در نگاره (۱) مشاهده می‌شود شامل طول و عرض جغرافیایی یک نقطه معلوم به نام نقطه مبدأ و آزیموت یک امتداد مشخص شده به این مبدأ و پارامترهای مشخصه بیضوی انتخابی برای محاسبات یعنی طول نصف قطر بلند آن و فشرده‌گی آن و جدایی ژئوئید از بیضوی در نقطه مبدأ می‌باشد.

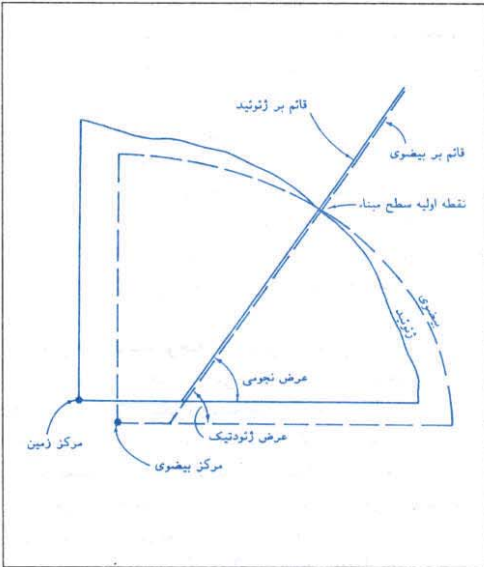
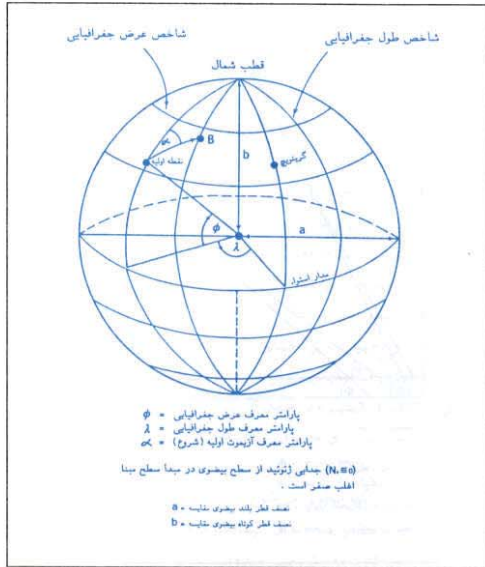
تعریف یک بیضوی، به تنهایی یک سطح مبنای مسطحاتی را تعریف نمی‌کند. بلکه با تعریف آن تنها یکی از چندین کمیت مورد لزوم جهت تعیین سطح مبنا معین می‌شود. کوچکترین تغییر در هر یک از پارامترهای مشخص کننده سطح مبنا، مختصات تمامی نقاط محاسبه شده بر روی آن سطح را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

لذا چون مختصات نقاط موجود در یک دستگاه مختصات، از نظر دقت



مختصات نجومی هر دو نقطه امکان محاسبه آزیموت نجومی بین آن دو از طریق روابط حاکم در مثلث کروی وجود دارد. مختصات ما و آزیموت‌های نجومی مشاهداتی در نقطه اولیه بدون هیچ‌گونه تغییری به‌عنوان مختصات و آزیموت‌های ژئودتیک همان نقطه روی سطح بیضوی مرجع در نظر گرفته می‌شود. به عبارتی در نقطه اولیه بیضوی مرجع انتخاب شده بر ژئوئید منطبق می‌شود.

از طرفی این تصور انطباق دو سطح در نقطه اولیه امری عادی می‌باشد و زاویه انحراف قائم نسبی برای آن صفر است. لذا اگر این روش از توجیه بیضوی مرجع نسبت به ژئوئید یا تعیین سطح مبنا ژئودتیک پذیرفته و مورد قبول باشد، در آن صورت تصور بر آن است که قائم بر بیضوی در نقطه اولیه بر قائم بر ژئوئیدی که از آن نقطه می‌گذرد منطبق است به آن معنی فرض بر این است که در نقطه اولیه قائم بر بیضوی همان قائم بر ژئوئید است. نقطه اولیه، در واقع نقطه‌ای است با مختصات نجومی معلوم که بدون هیچ‌گونه تغییری، مختصات آن به مختصات ژئودتیک روی سطح بیضوی



۸. نگاره (۲) توجیه بیضوی با یک نقطه نجومی

تبدیل می‌شود و نحوه محاسبه مختصات ژئودتیک کلیه نقاط ژئودزی موجود در شبکه (گسترده شده در آن منطقه مورد نظر)، از نقطه اولیه است بنابراین به آن، نقطه شروع دیتم ژئودتیک نیز گفته می‌شود.

لذا در این روش، توجیه دیتم (نسبت به ژئوئید) تمامی موقعیتهای محاسبه شده نسبت به مختصات نجومی نقطه اولیه تصحیح و سرشکن می‌شوند. به عبارتی محورهای بیضوی دورانی مرجع نسبت به محورهای ذاتی ژئوئید در نقطه اولیه توجیه و موازی می‌شوند.

۸. نگاره (۱) سطح مبنا مسطحی

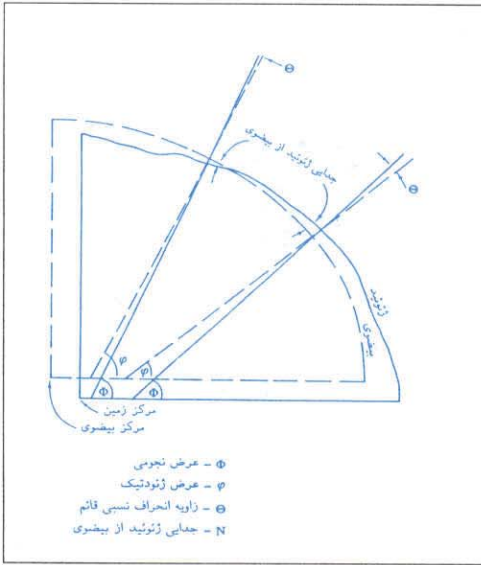
مستقیماً به پارامترهای مشخصه سیستم همانند انتخاب مبدا و جهت محورها وابسته می‌باشد لذا مشاهداتی همچون فاصله یا آزیموت که در سطوح مبنا مختلف برای انجام محاسبات ما بین نقاط فوق حاصل می‌شود متناسب با انتخاب سطوح مبنا، متفاوت هستند، و این تغییرات خود تابعی از تفاوت موجود در تعیین پارامترهای مشخصه سطوح مبنا مختلف است.

* توجیه بیضوی نسبت به ژئوئید

۱) توجیه و تعیین یک دیتم مسطحی به وسیله یک نقطه نجومی

دیتم مسطحی با بیضوی دورانی مرجع با معرفی اندازه نصف قطر ۱ طول و مقدار فشردگی آن تعیین می‌شود. ساده ترین راه برای بدست آوردن سه پارامتر (سه درجه آزادی) دیگر جهت توجیه و استقرار یک دیتم ژئودتیک در منطقه مورد نظر به وسیله انتخاب یک ایستگاه معلوم از شبکه ژئودزی مثلث بندی (درجه یک) کشور انجام می‌شود، به گونه‌ای که ایستگاه انتخاب شده ترجیحاً در مرکز منطقه شبکه گسترده شده باشد.

چنین ایستگاهی به‌عنوان نقطه اولیه در تعریف و توجیه بیضوی یا دیتم ژئودتیک در نظر گرفته می‌شود. پس از انتخاب نقطه مزبور جهت توجیه محورها دیتم آزیموت نجومی همان نقطه نسبت به یک ایستگاه مشخص از شبکه ژئودزی مورد نظر به طریق مشاهدات نجومی اندازه گیری و محاسبه می‌شود. از طرفی جانشین دیگری که به جای مشاهده آزیموت در نقطه اولیه می‌توان انتخاب نمود تعیین آزیموت نجومی از طریق معلوم بودن مختصات نجومی نقطه‌ای دیگر در نزدیکی نقطه اولیه است. با معلوم بودن



۸. نگاره (۳) - توجیه نجوم - ژئودیتیکی بیضوی نسبت به ژئوتید

فقط نقطه لاپلاس که به نام ریاضیدان فرانسوی آقای پیر - سیمون لاپلاس (۱۷۴۹ - ۱۸۲۸) نام‌گذاری شده است، نقطه‌ای است که دارای مختصات ژئودزی و مختصات نجومی است. در واقع نقطه‌ای است ژئودزی است که روی آن مشاهدات نجومی (همانند آزیموت و طول و عرض نجومی) قرائت شده است. این مشاهدات به‌عنوان کنترل جهت جلوگیری از تجمع خطاهای اتفاقی در طول اجرا یک زنجیره گسترده از شبکه‌های ژئودزی انتخاب شده‌اند. علت مشاهده طول نجومی در این نقاط بدان جهت است که به وسیله آن زاویه بین قائم محل (خط شاغولی یا قائم بر ژئوتید) با قائم بر بیضوی ماربر آن نقطه را تعیین نمایند. این زاویه که انحراف قائم نسبی نام دارد، بیشترین اثر خود را روی اندازه گیری آزیموت نشان می‌دهد. از این جهت معادله لاپلاس بسیار مورد توجه است زیرا این معادله به‌طور مستقیم تابع اختلاف موقعیتهای ژئودیتیکی و موقعیتهای نجومی و همچنین تابع اختلاف آزیموت‌های ژئودیتیکی و نجومی می‌باشد. زاویه انحراف قائم نسبی که در اصل زاویه بین قائم بر ژئوتید و قائم بر بیضوی در یک نقطه روی سطح زمین است، معمولاً به دو مؤلفه تجزیه می‌شود. یکی مؤلفه شمالی - جنوبی است که ناشی از اختلاف مابین عرضهای نجومی و ژئودیتیک است و دیگری مؤلفه شرقی - غربی است که آن نیز متناسب با اختلاف مابین طول ژئودیتیک و طول نجومی نقطه موردنظر تغییر می‌کند. به‌عبارتی معادله لاپلاس امکان تصحیح مشاهدات آزیموت در اثر انتخاب هر یک از اشکال ژئوتید یا بیضوی را برای زمین

این عمل برای تعیین مختصات نقاط محلی چندان مهم نیست ولی در عوض خطاهای سیستماتیک بزرگی را به‌عنوان خطاهای نقشه‌برداری در تهیه نقشه‌های پوششی مملکتی گسترش می‌دهد. باید توجه داشت که اگر چه زاویه انحراف قائم نسبی و جدایی بیضوی از ژئوتید (آندولیش) را در نقطه اولیه شبکه (روی سطح دایره) صفر فرض کرده، به‌عبارتی مختصات ژئودیتیک را برابر مختصات نجومی در نظر گرفته‌ایم ولی این مورد بدان معنی نیست که زاویه انحراف قائم نسبی یا جدایی بیضوی از ژئوتید در سایر نقاط شبکه ژئودزی از دایره ژئودیتیک (سطح مبنای مسطحانی) فوق واقعاً صفر است. لذا هنگامی که عرض و طول ژئودیتیک یک نقطه از شبکه مزبور را با عرض و طول نجومی همان نقطه مقایسه کنیم، می‌توانیم اندازه زاویه انحراف قائم نسبی و یا میزان جدایی ژئوتید از بیضوی را از نظر مقداری در همان نقطه اندازه‌گیری نماییم.

بنابر این سطح مبنایی که توسط یک نقطه نجومی نسبت به ژئوتید توجیه می‌شود، یا بیضوی که در یک نقطه نجومی (نقطه اولیه) با ژئوتید منطبق می‌شود. ممکن است در اثر این عمل خطاهای سیستماتیک فاحشی در تعیین جدایی ژئوتید از بیضوی تولید شود. بدیهی است که چنین بیضوی که به‌صورت فوق توجیه می‌شود، معرف یک سطح مبنای محلی است که قطعاً مرکز بیضوی آن بر مرکز ثقل زمین قرار ندارد. بلکه فقط محورهای بیضوی با محورهای واقعی زمین موازی است.

یکی از عیوب اصلی چنین روش تعیین دایره ژئودیتیک در مختصات به‌دست آمده از سطوح مبنای مختلف است. بدین معنی که چون مرکز تمامی آنها در مرکز ثقل زمین قرار دارند، (بعلا و وجود پارامترهای جدایی و شیفت) امکان مقایسه مختصات به‌دست آمده در این دایره‌ها با یکدیگر وجود ندارند، چون هیچ وجه اشتراکی مابین آنها موجود نیست.

۲) تعیین دایره توسط توجیه ژئودیتیکی - نجومی

مقدار زاویه انحراف قائم نسبی در تعدادی از نقاط شبکه ژئودزی که هم دارای مختصات ژئودیتیکی و هم مختصات نجومی و نیز به نقاط لاپلاس معروف هستند، قابل مشاهده و اندازه‌گیری است. این نقاط جهت تعیین توجیه بیضوی نسبت به ژئوتید به روش ژئودیتیکی و نجومی کاربرد دارد. این روش به‌عنوان دومین روش تعیین دایره ژئودیتیکی یا سطح مبنای مسطحانی در ژئودزی مطرح است.

در این روش (همانند نگاره (۳) تصحیحی به‌مقدار عددی مختصات ژئودیتیکی یا نجومی نقطه اولیه دایره اعمال می‌شود. مقدار تصحیح از مینیمم کردن مجموع مربعات اختلافهای موجود در مختصات ژئودیتیکی و نجومی تمامی نقاط لاپلاس در شبکه دایره به‌دست می‌آید.

در این روش توجیه، یکی از نقاط لاپلاس که همراه با دیگر نقاط لاپلاس در سرشکن کردن شبکه جهت تعیین دایره شرکت دارند بطور اختیاری به‌عنوان نقطه اولیه دایره انتخاب می‌شوند، به‌گونه‌ای که انتخاب آن نقطه موجب مینیمم شدن مجموع اختلاف مختصات موجود در بین موقعیتهای ژئودیتیکی و نجومی دیگر نقاط لاپلاس در شبکه می‌شود.

فراهم می‌سازد.

در فرآیند سرشکنی شبکه دیتیم یا شبکه‌های ژئودزی معادله لاپلاس شروطی را جهت انجام کترلهای مختصات و آزیموتی فراهم می‌سازد به گونه‌ای که مختصاتهای ژئودتیک (یا ژئودزی) تعدیل شده برابر با مختصات‌های نجومی (یافیکس) می‌شوند و همچنین آزیموت ژئودتیک پس از تعدیل برابر با آزیموت نجومی (یا مشاهداتی) می‌شود. بنابراین به جای معرفی یک زاویه انحراف قائم نسبی صفر در نقطه اولیه دیتیم یا به عبارتی انطباق صددرصد یک نقطه از بیضوی به همان نقطه روی سطح ژئوئید، که بحث آن در مورد توجیه دیتیم با یک نقطه نجومی گفته شده است، یک مقدار اولیه مخالف با صفر برای زاویه انحراف قائم نسبی نقطه اولیه انتخاب می‌شود. همچنین به‌طور مشابه می‌توان یک مقدار اولیه غیر صفر نیز برای جدایی بیضوی از ژئوئید در نقطه موردنظر (نقطه اولیه) انتخاب کرد و مجدداً سطح بیضوی را نسبت به سطح ژئوئید توجیه نمود. به گونه‌ای که بهترین انطباق بین بیضوی و ژئوئید در منطقه تحت پوشش شبکه و نقاط لاپلاس دیتیم به‌وجود آید. در نتیجه سطح مبنای مسطحاتی که به روش ژئودتیک - نجومی به‌دست می‌آیند می‌توانند در مناطق وسیع‌تری نسبت به آنهایی که توسط یک نقطه نجومی (نقطه اولیه) توجیه می‌شوند، به کار برده شوند به‌عنوان مثال روش ژئودتیک - نجومی چندین سال پیش در استرالیا به کار برده شده است. نحوه کار بدین صورت بود، که ابتدا نقطه‌ای را به‌عنوان نقطه اولیه و شروع سطح مبنا انتخاب کرده و مختصات نجومی آن را با مختصات ژئودتیک نقطه یکسان فرض کردند و سپس با این فرض که شبکه ژئودزی شامل نقطه اولیه بوده و جهت تعیین دیتیم گسترده شده است آن را محاسبه نمودند و مختصات تمامی نقاط آن را بدست آوردند.

پس از محاسبات و انجام یک سری مشاهدات نجومی روی بعضی از نقاط شبکه (نقاط لاپلاس) زاویه انحراف قائم نسبی را در طول شبکه بدست آورده و از طریق مقادیر آنها مقدار متوسطی را برای زاویه انحراف قائم نسبی به‌عنوان مقدار اولیه انتخاب کرده و در نقطه شروع دیتیم (نقطه اولیه) معرفی کردند و مجدداً محاسبات مربوط به تعیین مختصات نقاط شبکه دیتیم را انجام دادند. پس از تکرارهای متوالی نتایجی را برای زاویه قائم نسبی در نقطه اولیه و سایر نقاط لاپلاس بدست آوردند که معرف یک سطح ریاضی به نام بیضوی دورانی بود که به طرز مناسبی در منطقه استرالیا بر ژئوئید منطبق شده، به گونه‌ای که جدایی ژئوئید از بیضوی در آن منطقه در حد قابل قبول و کمتر از ده متر بود. بدین وسیله بهترین بیضوی دورانی که قابل انطباق با ژئوئیدی باشد را در منطقه استرالیا معرفی کردند و با بدست آوردن المانهای توجیه این دیتیم ژئودتیک یک سطح مبنا مسطحاتی را برای شبکه ژئودزی و ملی کشور استرالیا تعریف نمودند.

توجیه بیضوی نسبت به ژئوئید بوسیله روش ژئودتیک - نجومی دارای معایبی است. یکی از معایب نسبی بودن دیتیم زوایای انحراف قائم نسبی باقی‌مانده در شبکه دیتیم می‌باشد. (نگاره ۴). به‌عبارتی اگر بیضوی تغییر کند در آن صورت این زاویه انحراف قائم نسبی باقی‌مانده نیز تغییر خواهد کرد. از طرفی جهت مقایسه موقعیتهای ژئودتیک و نجومی نقاط

شبکه باید ابتدا یک بیضوی مرجع را نسبت به ژئوئید توجیه (تعریف) نماییم تا بتوانیم زوایای انحراف قائم را نسبت به آن محاسبه نماییم. توجیه چنین بیضوی مرجعی بوسیله یکسان فرض کردن مختصات نجومی ژئودتیک یکی از نقاط شبکه دیتیم که بنام نقطه اولیه معروف است، انجام می‌پذیرد. مختصات این نقطه حکم مقادیر فیکس را در تعیین موقعیت سایر نقاط شبکه ایفاء می‌کند، لذا هرگونه تغییر در کمیتها و مقادیر آنها موجب تغییر زوایای انحراف قائم نسبی در سایر نقاط شبکه می‌شود.

در نهایت زوایای انحراف قائم نسبی ناشی از روش توجیه ژئودتیک - نجومی دیتیم بستگی به نحوه معرفی دیتیم یا سطح مبنای ژئودتیک دارد و کاربرد اطلاعات و مختصات حاصل از این روش توجیه در انحصار مناطق با ابعاد کوچک است.

دیتیمهای ماهواره‌ای

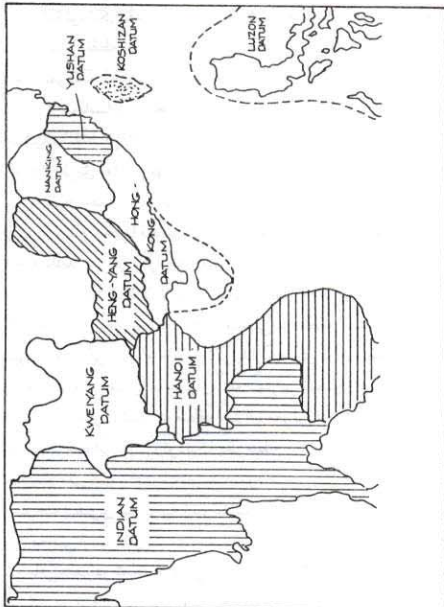
این روش تعیین دیتیم جهت مشاهده اندازه‌گیریهای ماهواره‌ای است. دیتیمهای ماهواره‌ای به ایستگاههای کنترل ماهواره‌ها و مدل ژئوتانسبل انتخاب شده زمین و ضرائب دیگری بستگی دارد که در سیستمهای مختصات زمینی قراردادی (C.T.) با آنها سروکار نداشته‌ایم. این ضرائب شامل سرعت نور، میزان سرعت دورانی زمین، تصحیحات مربوط به نوسانات ساعت و ضریب ثابت نیوتن و جرم زمین است. بدیهی است که مبدأ چنین سیستمی در مرکز ثقل زمین قرار دارد و این همان سیستمی است که جهت تعیین افریزهای دقیق بکار گرفته می‌شود. بیضوی مقایسه اشاره شده توسط چنین روشی دارای یک سیستم مختصات می‌باشد که مبدأ آن در مرکز ثقل بیضوی است. به‌وسیله این سیستم مختصات می‌توان مختصات ژئودتیک (طول و عرض ژئودتیک) تمام نقاط را بدست آورد. این مختصات در نهایت نسبت به سطح بیضوی مرجع بدست می‌آید.

* جدایی بین دیتیمهای مختلف

در منطقه اتصال شبکه‌های مثلث‌بندی کشورها به یکدیگر، چون هر کدام از این شبکه‌ها روی سطوح مبنا مختلفی محاسبه شده‌اند، بنابراین مختصات نقاط اتصال در دو سطح مبنای مختلف با یکدیگر تفاوت دارند. این تفاوت به‌علت تعریف و تعیین بیضویهای مختلف در هر یک از کشورها به‌عنوان سطوح مبنا ژئودتیک است، از طرفی محل نقطه اولیه هر کدام از این دیتیمها با یکدیگر تفاوت دارد. بر همین اساس مقادیر زاویه انحراف قائم نسبی یا جدایی ژئوئید از بیضوی در هر کدام از این نقاط اولیه (شروع دیتیمها) با یکدیگر تفاوت دارد. بنابراین با فرض نمودن مقادیر متفاوتی از زاویه انحراف قائم نسبی در نقاط اولیه دیتیمها مقادیر مختلفی از طول و عرض ژئودتیک نقاط از طریق موقعیت نجومی آنها حاصل می‌شود که این مقادیر (طول و عرض ژئودتیک) نشان‌دهنده جابه‌جایی و شیف‌ت هر کدام از دیتیمها با بیضویها نسبت به یکدیگر است البته باین فرض که محورهای هر دو دیتیم با یکدیگر موازی می‌باشند. این شیفتهای اختلافی موجود در موقعیت ژئودتیک نقاط اولیه هر دیتیم نشان‌دهنده جدایی و انحراف مبدأ

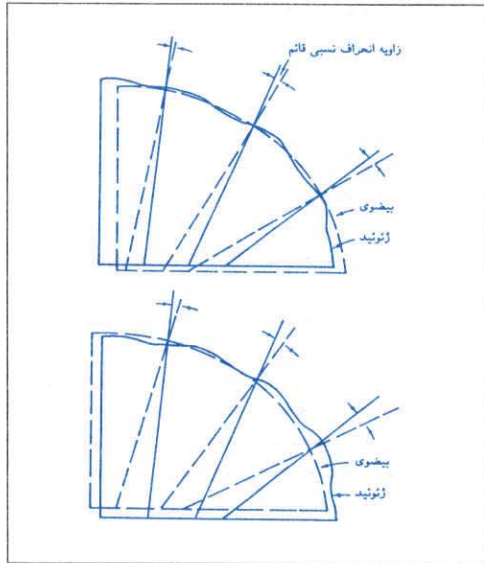
مشترک که هم روی بیضوی باشد و هم روی ژئوئید، آن دو سطح را نسبت به هم توجیه نمود بگونه‌ای که در تمامی نقاط دیگر این دو سطح این انطباق به‌طرز مناسبی وجود داشته باشد. بنابراین بدون دانستن پارامترهای ترانسفورمسیون بین این نوع دیتماها شامل موقعیت و آزیموت ژئودتیک نقطه اولیه آنها و مؤلفه‌های زاویه انحراف قائم نسبی و جدایی ژئوئید از بیضوی در آن نقاط است هرگونه انتقال اطلاعات یا مختصات از یک دیتم به دیتم دیگر غیر ممکن است. صرف‌نظر از دقت مربوط به هر دیتم ژئودتیک، که کاربردش در محاسبات مربوط به شبکه‌های ژئودزی ایجاد شده بر روی آن دیتم است. روش دقیقی جهت به‌دست آوردن اختلاف شیفتها و دورانها بین سیستم‌های مختصات مربوط به دیتماهای ژئودتیک مختلف در نقاط اتصالی شبکه دیتماها وجود ندارد.

با توسعه موشکهای میان برد و دور برد مسائل ژئودتیک نیز دچار بحران شدند. لذا برای رفع نیازهای نظامی قرار بر این شد که از مناطق استراتژیک مهم، اطلاعات پوششی و گرافیکی بیشتری جمع‌آوری شود. بگونه‌ای که از این اطلاعات گرافیکی جمع‌آوری شده بتوان در اغلب محاسبات ژئودتیک مربوط به مناطق استراتژیک و موقعیت مکانی سکوها یا پرتاب موشکهای بالستیک که اغلب روی دیتماهای ژئودتیک متفاوت قرار دارند، استفاده نمود. از آن جهت ضرورت برقراری ارتباط و یکی شدن اکثر دیتماهای ژئودتیک به یکدیگر و تعریف یک دیتم ژئودتیک جهانی بیشتر احساس شد.



۸نگار (۵) نمونه‌ای از دیتماهای ژئودتیک (سطوح مبنای مسطحاتی) در جنوب شرقی آسیا

سیستم‌های ژئودتیک مربوط به دیتماهای مختلف نسبت به یکدیگر است، این شیفتها حاصل این واقعیت است که محورهای بیضویهای مختلف (محورهای سیستم ژئودتیک آنها) بر محور دورانی زمین منطبق نبوده بلکه موازی هستند و مراکز بیضویها نسبت به مرکز ثقل زمین که محلی ثابت است دارای جدایی و شیفت هستند. به‌علاوه خطای انحراف و جدایی موجود در آزیموتهای نجومی و ژئودتیک نقاط اولیه دیتما نسبت به هر نقطه اختیاری از همان دیتما موجب دوران نسبی سیستم ژئودتیک آنها نسبت به سیستم مختصات قراردادی زمین (C.T) می‌شود.



۸نگار (۴) نمایش نسبی زوایای انحراف قائم نسبی حاصل از روش توجیه ژئودتیک-نجومی بنابراین کوچکترین خطا در مقیاس (در موقعیت ژئودتیک نقطه اولیه دیتم) باعث کشیدگی و انحراف در طول اضلاع شبکه ژئودزی مربوط به دیتم می‌شود. همچنین کوچکترین خطا در اندازه‌گیری مؤلفه‌های زاویه انحراف قائم نسبی باعث ایجاد خطا در آزیموت ژئودتیک بدست آمده از آزیموت نجومی نقطه اولیه می‌شود و در نهایت اثر آن موجب انحراف و دوری شبکه از مسیر اصلی خود می‌گردد. در مجموع در دیتماهایی که به روش نجومی - ژئودتیک نسبت به یک منطقه در سطح ژئوئید توجیه می‌شوند، در مقایسه با آن دسته از دیتماهای ژئودتیک که فقط با معلوم بودن مختصات یک نقطه نجومی نسبت به ژئوئید توجیه می‌گردند از تفاوت‌های کمتری نسبت به هم برخوردار هستند. به‌عبارتی تفاوت‌ها و اختلافات بین دیتماها یا سطوح مبنای مختلفی که فقط با یک نقطه نجومی تعیین شده‌اند از مقادیر بیشتری برخوردار است. زیرا در عمل نمی‌توان به‌خوبی در یک نقطه