

تعیین دقت ترازیبی با

GPS

در ایران

مهندس رامین کیامهر
عضوهیئت علمی دانشگاه زنجان

چکیده

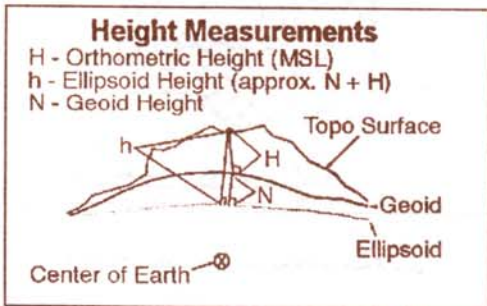
تعیین اختلاف ارتفاع نقاط از طریق روش ترازیبی هندسی با استفاده از دوربین‌های ترازیب از جمله متداول‌ترین روشها در اجرای طرحهای عمرانی و توسعه کشور می‌باشد. اجرای پروژه‌هایی نظیر تهیه پروفیل‌های طولی مسیر رودخانه‌ها، راهها، خطوط انتقال نیرو و... نیازمند کار ترازیبی می‌باشند. علاوه بر این از این روش در اجرای شبکه‌های ترازیبی سراسری کشوری و ایجاد نقاط پایه (کنترل زمینی) برای تبدیل عکسهای هوایی و ماهواره‌ای به نقشه استفاده می‌گردد. با وجود دقت بسیار بالای روش ترازیبی سنتی اجرای این روش بسیار زمان‌بر و پرهزینه بوده و تاکنون روش جایگزینی نیز برای نقشه‌برداران متصور نبوده است. هدف این تحقیق تعیین دقت نسبی قابل حصول از روش ترازیبی با GPS با استفاده از فایل موجود ژئوئید جاذبی ایران در مناطق مختلف کشور بوده است. نتایج تحقیق امکان استفاده از این روش را برای حصول به دقت ترازیبی معمولی (درحد درجه ۳) در اکثر مناطق کشور تأیید می‌نماید.

۱ - مقدمه

امروزه با گسترش استفاده از سیستم‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای (GPS) این امکان فراهم شده که بتوان ارتفاع ژئودتیکی هر نقطه را نسبت به بیضی مقایسه به راحتی و در کمترین زمان ممکن با کمترین هزینه تعیین کرد. حسن این روش در عدم نیاز به دیدی مستقیم بین دو نقطه برای تعیین موقعیت، استقلال این روش از شرایط جوی و امکان کار در

شب بدور از شرایط سخت ترازیبی سنتی می‌باشد. این ارتفاع متأسفانه با ارتفاع ارتومتریک (ارتفاع از سطح متوسط دریا) اختلافی دارد که مقدار آن تابع وضعیت توپوگرافی منطقه و مقدار تجمع گرانی و ارتفاع نسبی نقطه نسبت به سطح متوسط دریاست. اصطلاحاً در ژئودزی به این مقدار اختلاف ارتفاع «ژئوئید» گویند: (نگاره ۱)

$$h = H + N \quad (1)$$



نگاره ۱: ارتباط بین ارتفاع ژئوئید و ارتفاع ارتومتریک

واضح است در صورت داشتن مقدار ارتفاع ژئوئید در یک نقطه به راحتی می‌توان ارتفاع ژئودتیکی را به ارتفاع ارتومتریک تبدیل کرد، در این میان بدیهی است هر چقدر ارتفاع ژئوئید با دقت بیشتری تعیین گردد نتیجه امر دقیق‌تر خواهد بود.

تعیین مقادیر تفاضل اختلاف ارتفاع نسبی ژئوئید از مدل ژئوئید جاذبی و GPS مقدار اختلاف نسبی ارتفاع ژئوئید بین دو مدل تعیین شد. در این حال با استفاده از رابطه (۱) می توان نوشت:

$$\delta\Delta N = \Delta N(FFT) - \Delta N(GPS) \quad (2)$$

حال با اعمال قانون انتشار خطاها روی رابطه (۲) خواهیم داشت:

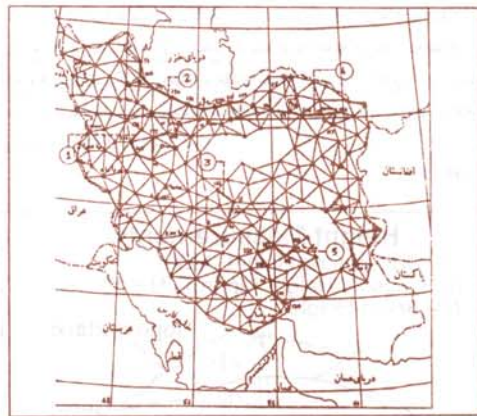
جدول (۱): اطلاعات نسبی ژئوئیدهای محلی در مناطق مختلف (واحد متر)

PROFILE	FROM	TO	DIST.	δN		$\delta\Delta N$
				GPS	FFT	
NO.1 WEST	150	172	75799.752	2.96	3.94	0.98
	172	14	115468.25	-1.24	-1.92	-0.68
	14	148	83342.661	0.32	1.56	0.74
	148	236	75794.119	3.22	2.40	-0.81
NO.2 NORTH	236	196	82796.101	-0.73	0.33	1.06
	13	107	70087.121	1.61	0.15	-1.46
	107	191	82520.000	0.436	-4.68	0.18
	191	190	105683.22	0.38	0.68	-0.12
	190	174	80522.991	-3.46	-5.54	-2.08
	174	9	78508.409	-2.35	-3.78	-1.43
NO.3 CENTER	9	211	52197.933	-3.34	-1.61	1.73
	211	80	68455.972	-0.06	-0.74	-0.68
	80	100	58910.232	-0.70	-1.94	-1.24
	158	15	105675.21	-3.34	-2.09	1.25
NO.4 EAST	15	66	97701.55	1.70	0.33	-1.37
	66	2	109820.95	-0.68	-0.00	0.68
	2	50	79103.297	-0.33	-1.14	-0.31
NO.5 SOUTH-EAST	57	150	97426.739	2.30	3.14	0.84
	160	59	79393.579	-2.50	-3.19	-0.59
	59	200	73695.239	-1.36	-0.95	0.41
	200	171	100525.08	-2.11	-1.01	1.10
	171	154	70673.079	-1.8	-1.34	0.46
NO.6 SOUTH-EAST	154	197	59336.705	1.68	1.32	-0.36
	123	32	58381.593	1.53	2.75	1.10
	32	187	77031.760	-1.03	-1.11	-0.08
	187	220	84700.258	0.79	0.15	-0.64
	220	228	89223.529	-1.18	-0.96	0.22
	228	44	56935.584	-1.71	-3.55	-1.84
	44	101	71088.915	-8.31	-5.08	3.23
101	130	76064.332	-6.24	-8.99	-2.75	

با توجه به تعیین ژئوئید ایران توسط مؤسسه ایفان آلمان با همکاری سازمان نقشه برداری کشور و مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران در سال ۱۹۹۰ میلادی نگارنده درصدد برآمد قابلیت این ژئوئید را برای استفاده منظور ترازبایی طرحهای عمرانی در نقاط مختلف کشور ارزیابی کرده و دقت نسبی استفاده از روش ترازبایی با (GPS) را از این طریق تعیین نماید. تعیین این دقت می تواند نقش بسزایی را در کاهش هزینه های طرحهای عمرانی کشور و تسریع در اجرای آنها داشته باشد.

۲- تعیین ژئوئید محلی با استفاده از GPS و نقاط شبکه ترازبایی کشوری

در این طرح ۵۵ ایستگاه مشترک از نقاط مشترک شبکه ترازبایی سراسری درجه یک و شبکه درجه یک GPS کشور انتخاب و از این مجموعه ۵ پروفیل مستقل در مناطق مختلف استخراج و انتخاب گردید. نگاره (۲) محل انتخاب پروفیلهای ژئوئید را در مناطق مختلف کشور نشان می دهد. آنچه از نظر ترازبایی با GPS اهمیت دارد تعیین دقت اختلاف ارتفاع نسبی نقاط می باشد و دقت ارتفاع مطلق عملاً کاربرد چندانی ندارد. براین اساس برآورد دقت نسبی نقاط دارای اهمیت بیشتری خواهد بود.



نگاره (۲): موقعیت پروفیلهای پنجگانه در نقشه کشوری

۲-۱- تعیین دقت نسبی ژئوئیدهای محلی

برای تعیین دقت نسبی ژئوئیدهای محلی در مناطق فوق الذکر ابتدا مقادیر ارتفاع ژئوئید برای همه نقاط از مدل های ژئوئید جاذبی ایران (FFT) و روش ترازبایی با GPS به تفکیک استخراج گردید. نتایج این بخش در جدول (۱) مشخص گردیده است. سپس از طریق رابطه (۱) و از طریق

بهتری را خواهد داشت. ضمناً استفاده از این روش در تعیین ارتفاع نقاط کنترل عکسی (با توجه به دقت‌های مورد نیاز در این خصوص) کاملاً توصیه می‌شود. در این بررسی دقت نسبی حاصله از مدل ژئوئید ایران در مقایسه با مدل جهانی OSU91A نتایج بهتری را ارائه نمود لکن مقایسه جدیدی با مدل جهانی جدید EGM96 برای تحقیق‌های آتی توصیه می‌گردد.

$$\sigma_{\Delta N}(\text{FFT}) = \sqrt{\sigma_{\delta \Delta N}^2 + \sigma_{\Delta N}(\text{GPS})^2} \quad (3)$$

در این حالت می‌توانیم مقدار پارامتر دقت نسبی را از طریق رابطه ذیل برای اضلاع مختلف پروفیل‌ها تعیین نماییم. در این رابطه (Di) مقدار فاصله بین نقاط برحسب کیلومتر می‌باشد.

$$\sigma_{\Delta N}(\text{FFT})/D_i(\text{km}) = \text{دقت نسبی هر طول برحسب (PPM)}$$

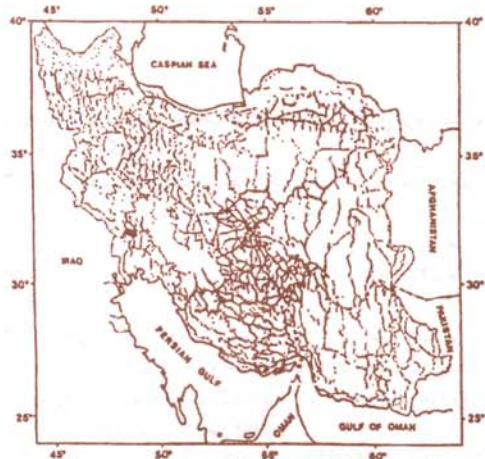
معمول است که این نسبت را در نقشه برداری به صورت PPM بیان نمایند. نتایج جدول (۲) بیانگر برآورد دقت نسبی در حد 36 PPM برای کل کشور (۵۵ نقطه) و مقادیر بین ۵۸ الی 22 PPM برای ژئوئیدهای محلی پنجگانه به تفکیک می‌باشد. در این میان بدترین نتایج در مناطق شمال و جنوب شرق می‌باشد که ناشی از کمبود شدید داده‌های گرانی در این مناطق در تعیین ژئوئید جاذبی ایران بوده است. (نگاره ۳)

جدول (۲) آنالیز آماری دقت نسبی ژئوئیدهای محلی تلفیق تراز یابی با GPS (واحد متر)

PROFILE	STATISTICAL	$\delta \Delta N(\text{GPS})$	$\delta \Delta N$
	C		
NO.1	RMS	2.05	2.24
WEST	PPM	$\delta \Delta N(\text{FFT})/D=$	26.5
NO.2	RMS	2.30	2.60
NORTH	PPM	$\delta \Delta N(\text{FFT})/D=$	35.23
NO.3	RMS	2.06	2.37
CENTER	PPM	$\delta \Delta N(\text{FFT})/D=$	21.32
NO.4	RMS	2.09	2.19
EAST	PPM	$\delta \Delta N(\text{FFT})/D=$	28.29
NO.5	RMS	3.65	4.14
SOUTH-EAST	PPM	$\delta \Delta N(\text{FFT})/D=$	57.66
ALL OF FIVE PROFILES	RMS	2.70	1.07
	PPM	$\delta \Delta N(\text{FFT})/D=$	35.75

منابع

- 1 - Amoui, T. (1992), Iranian GPS satellite geodetic network. Proceeding of the 1st International surveying conference, Tehran, pp. 61-86 (in persian)
- 2 - Ardalan, R. (1992), Iranian gravimetric network, M.Sc. thesis K. N. Toosi university, Tehran.
- 3 - Denker, H. and G. Inzel (1988), Local geoid determination comparison with GPS results, Bull. Geod. No. 4, pp. 346-366.
- 4 - Hamesh, M. (1992), Iranian gravimetric geoid determination (Second step), N.C.C. Surveying journal, vol. 6, pp. 17-24, 52-63 (in persian).
- 5 - Nilforoushan, F. (1995/1996), Adjustment of Iranian GPS network, M.Sc. Thesis K.N. Toosi university, Tehran.
- 6 - Weber, G. (1995), personal communications.



نگاره (۳): توزیع داده‌های گرانی در سطح کشور

نتیجه گیری

نتیجه این تحقیق نمایانگر این واقعیت است که توان ژئوئید ایران برای تراز یابی به طور متوسط در حد 36 PPM می‌باشد. با صرف نظر کردن از نتایج پروفیل‌های جنوب شرقی و شمال کشور در این بررسی، دقت حاصله در مقایسه با استانداردهای تراز یابی کشوری را می‌توان در حد تراز یابی درجه ۳ (معمولی) و پایین تر ارزیابی نمود. براین اساس استفاده از این روش در اجرای طرح‌های عمرانی در اکثر مناطق کشور می‌تواند کارساز باشد. بدیهی است با توجه به ماهیت رفتاری نرم ژئوئید استفاده از این روش در مناطق محدود (خصوصاً شهری) و مناطق نسبتاً هموار کارآیی به مراتب