

معرفی شاخص ساختمانی بهینه در روش اویلر دیکانولوشن

ایمان بهنام^۱ و عبدالحمید انصاری^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، یزد، ایران

^۲ عضو هیات علمی دانشگاه یزد، یزد، ایران

چکیده

اساس روش اویلر دیکانولوشن بر مبنای معادلات جزئی اویلر و مفهوم لایه هم ارز بنا شده است که با معرفی یک شاخص ساختمانی می تواند موقعیت توده ها را به دست آورد. از جمله مشکلات کار با این روش، تخمین صحیح شاخص ساختمانی می باشد که به طور مستقیم به ژئومتری توده مربوط می باشد. یکی از روش های تخمین این شاخص، بکارگیری آن بر روی ساختارهای مشخص و شاخصهای ساختمانی مختلف است. راه حل دیگری که در این مقاله شرح داده می شود، تعیین ضریب همبستگی بین آنومالی میدان کل و میدان ناحیه ای است که بهترین شاخص ساختمانی، شاخصی است که کمترین ضریب همبستگی را تولید کند. هر دو روش ذکر شده در بالا بر روی یک کنتاکت مغناطیسی بکار گرفته شده است تا میزان اعتبار آن مشخص گردد.

Abstract

The Euler Deconvolution method is based on Euler homogeneity relationship and equivalent stratum concept that with use of a "structural index", can estimate the location of body from measurements of the magnetic field. One of the considerations with these methods is structural index estimation which is directly related to geometric of causative bodies. One of the estimation methods is using different structural index above definite bodies. Another method which is discussed in this paper is based on determination of correlation coefficient between total and regional fields. In this method the optimum index is that one which provide least correlation. The both above methods were applied on a magnetic contact in order to determinate the validation.

مقدمه

تحقیقات نشان داده است که هر توده مغناطیسی را می توان به کمک یک معادله دیفرانسیل اویلر نشان داد؛ که با حل این معادله می توان مختصات قرارگیری توده در زیر زمین را مشخص ساخت. مفاهیم بنیادی روش اویلر بر مبنای نظریه لایه هم ارز می باشد. طبق این نظریه آنومالی ایجاد شده توسط توده مورد نظر می تواند دقیقاً توسط جایگیری و توزیع مناسب قطب های مغناطیسی روی سطح توده ایجاد شود. مزیت اصلی روش اویلر در این است که هیچ مدل خاص زمین شناسی برای تفسیر در نظر گرفته نمی شود لذا حتی در مواردیکه اطلاع درستی از ساختمان زیرسطحی نداشته باشیم این روش قابل کاربرد می باشد.

روابط اساسی معادلات اویلر

منبع نقطه ای را در نظر می گیریم که در نقطه (x_0, y_0, z_0) قرار گرفته باشد. معادله اویلر شدت میدان مغناطیسی کل حاصل از این منبع نقطه ای را با فرض نویز میدانهای ناحیه ای B می توان به صورت زیر نوشت (با فرض حالت دو بعدی):

$$x_0 \frac{\partial T}{\partial x} + z_0 \frac{\partial T}{\partial z} + NB = x \frac{\partial T}{\partial x} + z \frac{\partial T}{\partial z} + NT(x) \quad (1)$$

در این معادله (x_0, z_0) مختصات موقعیت منبع دو بعدی است که میدان کل آن در نقاط (x, z) تعیین شده است و N نرخ افت میدان مغناطیسی می باشد که به شکل منبع مرتبط می باشد و به نام شاخص ساختمانی شناخته می شود. با حل معادله (۱) می توان تخمین مناسبی از پارامترهای x_0, z_0, B منبع بدست آورد.

$$\tilde{x}_0 = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{\langle x \frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial x} \rangle}{\langle \frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial x} \rangle} \quad (2)$$

$$\tilde{z}_0 = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{z \langle \frac{\partial T}{\partial z}, \frac{\partial T}{\partial z} \rangle + \langle x \frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial z} \rangle + N \langle T, \frac{\partial T}{\partial z} \rangle}{\langle \frac{\partial T}{\partial z}, \frac{\partial T}{\partial z} \rangle} \quad (3)$$

$$\tilde{B}_0 = \lim_{L \rightarrow \infty} \left\{ \frac{1}{N} \left[\frac{\langle K, x \frac{\partial T}{\partial x} \rangle + z \langle K, \frac{\partial T}{\partial z} \rangle}{\langle K, K \rangle} \right] + \frac{\langle K, T \rangle}{\langle K, K \rangle} \right\} \quad (4)$$

که در این معادلات که $\langle u(x), v(x) \rangle$ ضرب نقطه ای دو تابع $u(x)$ و $v(x)$ است که در بازه $(-L, +L)$ طبق معادله زیر تعریف می شوند.

$$\langle u(x), v(x) \rangle \equiv \int_{-L}^{+L} u(x)v(x)dx \quad (5)$$

از آنجا که در عمل با داده های گسسته سروکار داریم باید آنومالی میدان کل و گرادینان هایش را به طور گسسته در معادلات وارد کنیم بنابراین در طول پروفیل یک پنجره متحرک با طول ها و موقعیت های مختلف در نظر می گیریم و با تعریف ضرب داخلی زیر می توان از روابط (۲) تا (۴) برای محاسبه تخمین ها استفاده کرد.

$$\langle u(x), v(x) \rangle = \sum_{m=1}^M u[x^* + (m-1)\Delta x]v[x^* + (m-1)\Delta x] \quad (6)$$

که در این معادله، $M =$ تعداد نقاط قرائت شده در پنجره داده ها، $x^* =$ محل چپ ترین قرائت در پنجره داده ها و $\Delta x =$ فاصله بین قرائت های متوالی می باشد.

انتخاب شاخص ساختمانی

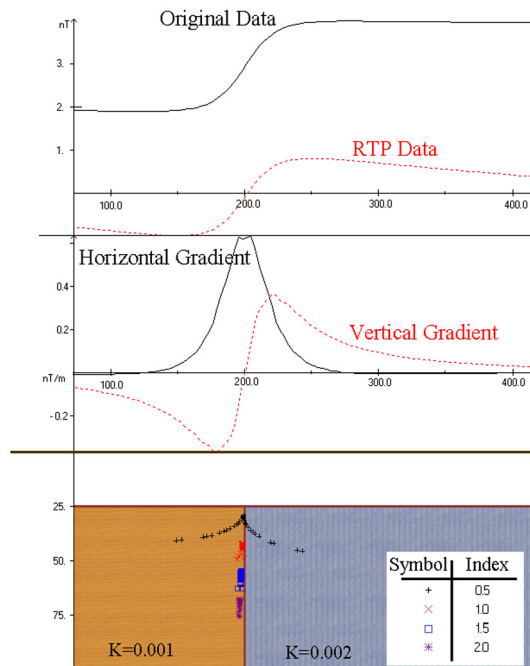
همانطور که ذکر شد برای محاسبه پارامترهای منبع احتیاج به دانش قبلی درباره شاخص ساختمانی توده سبب شونده آنومالی داریم. در حقیقت انتخاب صحیح شاخص ساختمانی اصلی ترین مشکل برای کار با معادله و روش اویلر جهت تخمین پارامترهای منبع می باشد. برای تخمین این شاخص می توان از دو روش زیر کمک گرفت:

۱- آزمون و خطا بر روی داده های ساختگی بدست آمده از منابع مشخص مانند دایک، کنتاکت و.... توسط نرم افزارهای

EULER و MAG2DC.

۲- محاسبه ضریب همبستگی بین آنومالی میدان کل و میدان ناحیه ای.

در راه حل اول، روش اویلر بر روی ساختارهای خاص با شاخص های ساختمانی مختلف بکار گرفته می شود تا مشخص شود که کدام شاخص برای توصیف پدیده مورد نظر مناسب تر می باشد. برای مثال در شکل ۱ این روش در بالای یک کنتاکت مغناطیسی با چهار شاخص ساختمانی مختلف (۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲) بکار رفته است. همانطور که از شکل مشخص است موقعیت x_0 منبع توسط هر چهار شاخص به درستی تخمین زده شده است اما فقط شاخص ۰/۵ نزدیکترین و بهترین تخمین را برای z_0 منبع ارائه داده است.



شکل ۱. جواب روش اولر برای یک کنتاکت مغناطیسی با شاخصهای ساختمانی مختلف.

محاسبه ضریب همبستگی جهت تخمین شاخص ساختمانی بهینه

اگر فرض شود در شرایط $Z=0$ و شاخص ساختمانی صحیح N ، مقادیر $\hat{B}_i, \hat{z}_{0i}, \hat{x}_{0i}$ تخمین زده شوند و $\hat{B}_i, \hat{z}_{0i}, \hat{x}_{0i}$ از حل معادله (۱) به روش حداقل مربعات برای پنجره متحرک قرار گرفته در موقعیت i ام بدست آیند، می توان نوشت:

$$\hat{x}_{0i} \frac{\partial T(x_j)}{\partial x} + \hat{z}_{0i} \frac{\partial T(x_j)}{\partial z} + N \hat{B}_i = x_j \frac{\partial T(x_j)}{\partial x} + NT(x_j) + \alpha_{ij} \quad (7)$$

همچنین فرض می شود که با شاخص اشتباه μ ، مقادیر $\hat{B}'_i, \hat{z}'_{0i}, \hat{x}'_{0i}$ از معادله (۱) با روش حداقل مربعات تخمین زده شوند. مانند معادله بالا می توان چنین نوشت:

$$\hat{x}'_{0i} \frac{\partial T(x_j)}{\partial x} + \hat{z}'_{0i} \frac{\partial T(x_j)}{\partial z} + \mu \hat{B}'_i = x_j \frac{\partial T(x_j)}{\partial x} + NT(x_j) + (\mu - N)T(x_j) + \beta_{ij} \quad (8)$$

با کم کردن معادله (۷) از معادله (۸) خواهیم داشت:

$$\hat{B}'_i = \frac{N}{\mu} \hat{B}_i + \frac{\hat{x}_{0i} - \hat{x}'_{0i}}{\mu} \frac{\partial T(x_j)}{\partial x} + \frac{\hat{z}_{0i} - \hat{z}'_{0i}}{\mu} \frac{\partial T(x_j)}{\partial z} + \frac{(\mu - N)}{\mu} T(x_j) + \frac{(\beta_{ij} - \alpha_{ij})}{N} \quad (9)$$

معادله (۹) نشان می دهد که تخمین \hat{B}'_i به عنوان تابعی از موقعیت پنجره داده های متحرک با آنومالی میدان کل همبستگی دارد. انتخاب یک شاخص ساختمانی صحیح باعث ایجاد یک همبستگی با مقدار صفر بین آنومالی میدان کل و میدان ناحیه ای می شود.

حال روش شرح داده شده در بالا را برای بدست آوردن شاخص ساختمانی صحیح برای آنومالی تولید شده توسط کنتاکت مغناطیسی شکل (۱) به کار می بریم. با استفاده از چهار شاخص ساختمانی مختلف، مقدار ضریب همبستگی محاسبه شده که نتایج آن در جدول ۱ نمایش داده شده است. مشاهده می شود که کمترین ضریب همبستگی برای $\mu = 0.1$ بدست آمده است.

جدول ۴-۳. محاسبه ضریب همبستگی بین T و \hat{B} برای چند شاخص آزمایشی.

شاخص ساختمانی (μ)	ضریب همبستگی (r^{μ})
۰/۱	۰/۶۰۴
۱	۰/۹۴۸
۱/۵	۰/۹۶۱
۲	۰/۹۶۷

نتیجه گیری

روش اویلر دیکانولوشن یک روش سریع برای تفسیر حجم وسیعی از داده های میدان پتانسیل می باشد که به راحتی با در نظر گرفتن یک شاخص ساختمانی برای توده سبب شونده به تخمین موقعیت و میدان ناحیه ای مجهول می پردازد. برای تعیین شاخص ساختمانی توده می توان از دو روش زیر کمک گرفت:

- ۱- بکارگیری روش اویلر بر روی پروفیل های با منبع مشخص جهت تخمین بهترین شاخص
- ۲- محاسبه ضریب همبستگی بین آنومالی میدان کل و میدان ناحیه ای مجهول که کمترین ضریب همبستگی معرف بهترین شاخص می باشد.

همچنین با انجام مطالعات بالا مشخص می شود که کنتاکت های مغناطیسی دارای نرخ افت مغناطیسی کمی هستند لذا با شاخص های ساختمانی پایین شناخته می شوند.

منابع

- Arbosa, V.C.F., B.C. Joao and W.E. Medeiros, 1999. Stability analysis and improvement of structural index estimation in Euler deconvolution. *Geophysics*, 64: 48-60.
- Barongo, J. O., 1984. Euler's differential equation and the identification of the magnetic point-pole and point-dipole sources. *Geophysics*, 49: 1549-1553.
- El Dawi, M.G. and Tianyou, L. (2004) "Depth estimation of 2D magnetic by using Euler Deconvolution method," *American Journal of Applied Sciences*, p:209-214.
- Hansen, R.O. and L. Suci, 2002. Multiplesource Euler deconvolution. *Geophysics*, 67: 525-535.
- Marson, I. and E.E. Klingele, 1993. Advantages of using the vertical gradient of gravity for 3-D interpretation. *Geophysics*, 58:1588-1595.
- Mushayandevu, M.F., van Driel, P., Reid, A.B. and Fairhead, J.D., 1999, "Magnetic imaging using extended Euler deconvolution": Presented at the 69th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys.