

## بررسی اثر آلیازینگ در بهینه‌سازی شبکه برداشت مغناطیس و تعیین مرز با استفاده از سیگنال تحلیلی

احسان منصوریان<sup>۱</sup>؛ حسین جانجانی آورزمان<sup>۲</sup>؛ دکتر غلامحسین نوروزی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

### چکیده

سیگنال تحلیلی با استفاده از مشتق در جهات مختلف اثر روند منطقه‌ای که از نوع درجه اول می‌باشد را در سه جهت حذف می‌کند و با حذف اثر آنومالی‌های سطحی (نوفه) بدنه مغناطیسی را بهتر نشان می‌دهد. سیگنال تحلیلی یکی از روش‌های تفسیر داده‌های میدان پتانسیل است. ماکزیمم در دامنه سیگنال تحلیلی میدان بی‌هنجاری کل مستقل از جهت مغناطیس شدگی است و در تعیین بدنه مغناطیسی راهنما است. به کارگیری این روش برای تعیین مرز بدنه مغناطیسی باعث کاهش محاسبات پیچیده و نیز کاهش اثر تداخل می‌شود.

مشکلات این روش یکی فاصله بدنه مغناطیسی نسبت به سطح زمین است که هر چه نزدیک‌تر باشد پاسخ مناسب‌تری داریم و دیگری اختلاف اثر خودپذیری بدنه مغناطیسی و سنگ‌های اطراف است که هر چه اختلاف بیشتر باشد نقشه سیگنال تحلیلی واضح‌تر است. در این مقاله تلاش شده است تا اثر آلیازینگ بر نقشه‌های پربندی میدان مغناطیسی و سیگنال تحلیلی بصورت کیفی نشان داده شود و تاثیر چگالی شبکه برداشت بر نقشه‌های سیگنال تحلیلی و میدان کل بررسی شود و شبکه مناسب نیز بررسی شود. در این مطالعه برای تهیه نقشه‌ها از نرم‌افزار سرفرا<sup>۱</sup> استفاده شده است. همچنین نقشه‌های سیگنال تحلیلی و تخمین عمق با استفاده از بسته نرم افزاری USGS با نام PF و ورژن ۲/۲ می‌باشند.

کلمات کلیدی: اثر آلیازینگ، سیگنال تحلیلی، دایک شیبدار، میدان مغناطیس

## Evaluation of Effect of Aliasing at Optimization of Grid Magnetic Field and Determination of Edge Detection by Using Analytic Signal

Ehsan Mansuryan, Hossein Janjani and Gholam Hossein Noruzi

### Abstract

Analytic signal derived from the three orthogonal gradient of total magnetic field that can avoid from trend effect also can reduce noise of near surface structures and better show magnetic source body. Analytic signal is one of the methods developed for interpretation of potential field data. in earlier studies, it was stated that the use of the analytic signal results in source body characteristics and the direction of the body magnetization was not needed for these estimations. The amplitude of the analytic signal of the total magnetic field produces maximum over magnetic contacts regardless of the direction of magnetization and this maximum help us to find magnetic source body.

A problems of this method is that near surface structures is better advantage to find magnetic source body and another problem is that amplitude of analytic signal dependent on magnetization strength of magnetic source body and bedrock.

in this paper, it is trying to show the effect of aliasing and spacing of grid on magnetic total field and analytic signal and optimization grid will be select.

in this study, maps generated by Surfer software and USGS v2.2 software used for preparing of analytic signal maps and estimation of depth of boundary.

**Keywords:** Aliasing, Analytic Signal, Dipping Dyke, Magnetic Field

<sup>1</sup> Surfer y

## ۱- مقدمه

نبیقیان، (۱۹۷۲) نشان داد که مشتق افقی و قائم آنومالی مغناطیسی تولید شده توسط تبدیل هیلبرت در فرم دو بعدی و تعریف سیگنال تحلیلی می باشد. یکی از خصوصیات مهم سیگنال تحلیلی دو بعدی این است که میدان نوسان آن پیچشی از سیگنال اساسی آن می باشد [۱۴].

مکلود و همکاران، (۱۹۹۲) نشان دادند که تصحیح انتقال به قطب چه تاثیری در جابجایی سیگنال تحلیلی داده‌ها در عرض‌های جغرافیایی کم و تفسیر دایک‌ها دارد [۱۳]. سو و همکاران، (۱۹۹۸) نشان دادند که سیگنال تحلیلی چگونه باعث تفسیر بهتر عمق بدنه مغناطیسی می‌گردد [۱۱]. فوندا بیلیم و عبدالله آتس، (۲۰۰۳) تاثیر انتقال به قطب را روی داده‌ها در جابجایی سیگنال تحلیلی در عرض‌های جغرافیایی کم نشان دادند [۱۰].

بر اساس مطالعات انجام شده در این زمینه لی و همکاران تاثیر میدان اولیه مغناطیس و کاهش رزونانس فرکانس در فرآیند مرحله‌ای با بزرگتر شدن مقدار عرض باند و کاهش آلیازینگ در هر مرحله را نشان داده‌اند. همچنین روش متناوبی را برای کد کردن آلیازینگ با ساختن دو یا چند میدان محلی اولیه همسان و میدان مغناطیسی اصلی به همراه سیم پیچ کمکی پیشنهاد دادند [۱۲].

آلیاز شدن پدیده‌ای است که ممکن است در مورد هر وسیله‌ای که با نمونه‌گیری از اطلاعات سروکار داشته باشد، روی دهد و به نوعی، تداخل الگوها محسوب می‌شود. این پدیده بیشتر در جایی روی می‌دهد که نسبتی بین نرخ نمونه‌گیری و ساختار تکراری داده‌ها برقرار شود. چشم انسان این نسبت را به صورت یک الگوی تداخلی مشاهده می‌کند و بر طبیعت اصلی تصویر تاثیر می‌گذارد. تئوری نمونه‌گیری نشان می‌دهد که وضعیت از تصور ما بدتر است و اگر تعداد پیکسل‌های (نمونه) کافی برای ثبت جزئیات تصویر نداشته باشیم، کیفیت تصویر افت بیشتری می‌کند؛ بررسی آلیازینگ نشان می‌دهد برای پرهیز از این اثر در تصویر به چه تعداد پیکسل نیاز داریم؟ ساده‌ترین مثال برای نشان دادن اثر این پدیده، خطوط موازی با فاصله یکسان هستند شکل ۱- الف [۲].

## ۲- اثر آلیازینگ

طبق تعریف دگرنامی یا آلیازینگ عبارت است از طول موجی که در اثر نداشتن تعداد کافی نمونه از طول موج حقیقی متفاوت بوده و باعث تغییر طول موج حقیقی به گونه دیگر می‌شود. بدین ترتیب فرکانس حقیقی یک تابع نیز در صورت عدم نمونه‌برداری<sup>۱</sup> به اندازه کافی آلیاز می‌شود؛ اگر فرکانس تابع نمونه‌گیری شده بیش از فرکانس نایکویست<sup>۲</sup> باشد، تفاوت جدی بین تابع اصلی و آنچه از نمونه‌گیری انتظار می‌رود، به وجود می‌آید که این پدیده در شکل ۱- ب نشان داده شده است. طیف حقیقی میدان مغناطیسی نبایستی شامل توان‌های قابل توجه در طول موج‌های کوتاه‌تر از مقدار انتخاب شده  $\lambda_N$  باشد [۷].

برای کاهش پدیده آلیازینگ، در طراحی شبکه برداشت علاوه بر توجه به هندسه کانسار به عمق کانسار نیز بایستی توجه شود. همانطور که در مورد فرکانس نایکویست گفته شد به طریق مشابهی می‌توان کوتاه‌ترین طول موج فضایی  $\lambda_N$  - که امکان تعیین درست آن توسط یک خط برداشت مستقیم با فاصله نمونه برداری  $\Delta x$  - میسر باشد را به عنوان طول موج نایکویست در نظر گرفت؛ مقدار آن برابر  $2\Delta x$  ( $\lambda_N = 2\Delta x$ ) می‌باشد [۹]. آلیازینگ ویژگی درونزادی در تمام سیستم‌های نمونه‌برداری است و بنابراین نه تنها به نمونه‌برداری رقمی، بلکه به سایر موارد مانند ژئوفون نیز مربوط می‌شود [۱].

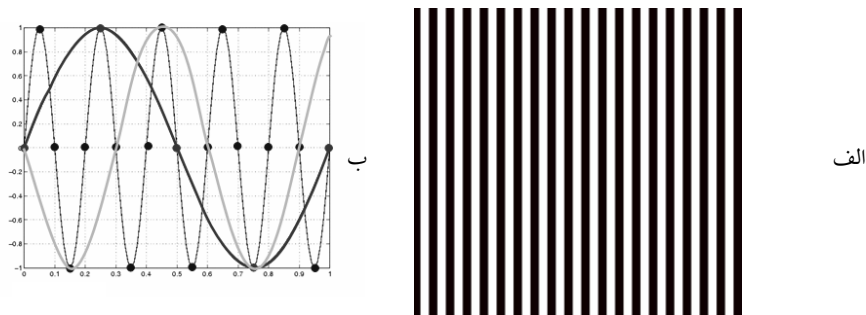
فرکانس نمونه‌گیری، تعداد نقاط نمونه‌گیری در واحد زمان یا واحد فاصله است. نصف فرکانس نمونه‌گیری را فرکانس نایکویست  $F_N$  می‌نامند و فاصله نایکویست عبارت از گستره فرکانسی صفر تا  $F_N$  (یعنی  $F_N = \frac{1}{2\Delta t}$  و  $\Delta t$ : فاصله نمونه‌گیری) هر طول موج کوتاه‌تر از  $\lambda_N$  در طول موج بزرگ‌تر از  $\lambda_N$  آلیاز می‌شود [۷].

برای جلوگیری از این پدیده قبل از نمونه برداری صافی‌های آلیازینگ به کار می‌رود تا مولفه‌های فرکانس بالاتر از فرکانس نایکویست برداشته شوند. این کار باید قبل از نمونه برداری انجام شود زیرا پس از آن علامت‌های آلیازینگ قابل تمایز نیستند

<sup>1</sup> Sampling  
<sup>2</sup> Nyquist Frequency

<sup>7</sup> Comb Function  
<sup>8</sup> Box Car

[۱]. فیلتر آنتی-آلیازینگ<sup>۱</sup> عبارت است از یک فیلتر فرکانس پایین‌گذر<sup>۲</sup> با یک آستانه تند که مولفه‌های فرکانس بالاتر از نایکوست را حذف یا به یک سطح دامنه ناچیز کاهش می‌دهد [۷].



شکل ۱- نشان دادن کمبود تعداد نمونه در افزایش اثر الیازینگ در الف. خطوط موازی (خطای چشم). ب. نمودار سینوسی [۲].

### ۳- طیف توان مورد انتظار

مطالعات مختلفی در زمینه تبدیل میدان (گرانی و مغناطیس) به صورت طیفی صورت گرفته است. اسپکتور و گرانت نشان داده‌اند که پروفیل طیف توان مورد انتظار  $E(r)$  از یک مجموعه بلوک‌های مغناطیسی زمانی که به قطب شمال مغناطیسی منتقل می‌شوند توسط رابطه زیر بیان می‌شود [۷]:

$$\langle E(r) \rangle = 4\pi^2 \bar{k}^2 \exp(-\sqrt{2}hr) \langle c^2(r) \rangle \langle s^2(r) \rangle \quad (1)$$

که  $r$  عدد موج و  $h$  اختلاف ارتفاع بین گیرنده دستگاه و عمق بالایی بدنه مغناطیسی است،  $\bar{k}$  میانگین گشتاور مغناطیسی در واحد عمق و  $\bar{h}$  میانگین عمق است که شرط  $r \times \Delta h < 0.5$  باید رعایت شود [۷].

$\langle c^2(r) \rangle$  جمله‌ی وابسته به گسترش عمق منابع بی‌هنجاری<sup>۳</sup> است و مقدار عددی آن برای منابعی که دارای عمق قابل توجه باشند (ضخامت زیاد) نزدیک به یک است و  $\langle s^2(r) \rangle$  عبارت وابسته به ابعاد سطوح بالایی بلوک‌ها است و در شرایطی که منابع دارای گسترش سطحی اندک باشند مقدار عددی آن به سمت یک میل می‌کند. بدین ترتیب رابطه ۱ برای حالت خاص که گسترش سطحی منبع اندک و ضخامت آن زیاد باشد به شکل ساده زیر بیان می‌شود [۸]:

$$\langle E(r) \rangle = 4\pi^2 \bar{k}^2 \exp(-\sqrt{2}hr) \quad (2)$$

اگر فاصله نقاط در شبکه برداشت دلخواه  $\Delta x$  باشد، برای محاسبه عدد موج نایکوست  $r_N$  داریم:

$$r_N = \frac{2\pi}{\lambda_N} = \frac{\pi}{\Delta x} \quad (3)$$

و قسمت آلیاز شده طیف توان از رابطه ۴ محاسبه می‌شود [۸].

$$F_T = \frac{\int_{-N}^{\infty} (E(r)dr)}{\int_{-\infty}^{\infty} (E(r)dr)} = \exp\left(\frac{-\sqrt{2}rh}{\Delta x}\right) \quad (4)$$

جدول ۱ درصد توان آلیاز شده برای  $h/\Delta x$  مختلف را نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> Anti-Aliasing

<sup>2</sup> Low-pass Filter

جدول ۱- محاسبه آلیازینگ بر اساس نسبت عمق به فاصله نمونه برداری [۸]

$h/\Delta x$	$(/.)F_T$	$F_G$ یا $F_M$
۰/۲۵	۲۱	۷۹
۰/۵	۴/۳	۳۹
۱	۰/۱۹	۵
۲	$۳ \times ۱۰^{-۴}$	۰/۰۳
۴	---	$۴ \times ۱۰^{-۷}$

$F_M$  و  $F_G, F_T$  قسمت آلیاز شده طیف توان در کاوش‌های میدان کلی (رسم نقشه پربندی)، کاوش‌های گرادیان (گرادیان قائم) و مدل‌سازی بی‌هنجاری‌های منفرد (میدان مغناطیس کل) هستند [۸].  
شرط  $r \times \Delta h < ۰/۵$  برای بیان اعتبار رابطه ۱ اختصاص یافته و تغییرات  $h$  را محدود می‌کند، در غیر این صورت یک فاکتور سینوس هایپربولیک در رابطه ۱ وارد می‌شود و طیف توان عدد موج را افزایش می‌دهد و در نتیجه ارزیابی حاصل از رابطه ۳ از آلیازینگ مورد انتظار کمتر خواهد شد.

#### ۴- نمونه برداری و آلیازینگ (دگرنامی)

در اثر صرف نظر کردن از داده‌های موجود در فاصله بین لحظه‌های نمونه برداری اطلاعاتی از دست می‌رود، برای جلوگیری از این پدیده از تابع نمونه برداری یا تابع شانه استفاده می‌شود که شامل مجموعه‌ای بی‌پایان از ضربه‌های واحد با فاصله‌های منظم می‌باشد. قابل ذکر است که تبدیل فوریه یک شانه مجدداً یک شانه است [۱]:

$$comb(t) \Leftrightarrow k, comb(f) \quad (۵)$$

که در آن  $k_1$  بستگی به فاصله نمونه برداری دارد. اگر شانه در حوزه زمان عنصرهایی به فاصله زمانی ۴ میلی ثانیه داشته باشد، تبدیل فوریه آن عنصرهای فاصله  $\frac{1}{4} = ۰,۲۵ Hz$  دارد [۱].

کانولوشن هم‌ارز جایگزینی هر عنصر از داده‌ها (هر ضربه از تابع شانه) با تابع دیگر است. پس از انجام این عمل تابع اصلی با تمام جزئیات دوباره ایجاد می‌شود یعنی می‌توان طیف تابع اصلی را با ضرب کردن طیف تابع نمونه برداری در یک تابع واگن ایجاد نمود.

این نکته قابل ذکر است که طیف فرکانس تابع نمونه برداری از طیف پیوسته در این مثال به علت تکرار طیف‌ها متفاوت است. در این مثال هیچ اطلاعاتی در طول فرآیند نمونه برداری و درونیابی از دست نرفته است ولی اگر تابع پیوسته دارای طیفی بود که مولفه فرکانسی بیش از ۱۲۵ هرتز داشت، ضرب کردن تابع نمونه برداری در حوزه زمان می‌توانست در طیف فرکانس لب پوشی بوجود آورد و ایجاد مجدد تابع اصلی به شکل صحیح و اولیه امکان نداشت. در نتیجه دوباره‌سازی شکل موج اصلی، بستگی به وجود فرکانس‌های بالاتر از نصف فرکانس نمونه برداری در شکل موج دارد [۱].

بر اساس قضیه نمونه برداری (مطالب فوق) هیچ گونه اطلاعاتی در یک نمونه برداری منظم از دست نمی‌رود، مشروط بر اینکه فرکانس نمونه برداری بزرگتر از دو برابر فرکانس مولفه بزرگترین فرکانس در شکل موجی باشد که نمونه برداری می‌شود. بدین معنی که لازم است بیش از دو نمونه برای هر چرخه در بالاترین فرکانس موجود باشد. بنابراین قضیه، نمونه برداری مقدار کمینه نمونه برداری قابل استفاده را تعیین می‌کند. چون این نمونه برداری کمینه قادر است که شکل موج را کاملاً باز یابد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاربرد نمونه برداری ظریفتر، بهره بیشتری به دست نخواهد داد، بنابراین نمونه برداری به میزان ۲ و ۴ میلی ثانیه نگاشت مطمئنی به دست می‌دهد در صورتی که هیچ یک از طیف‌های علامت به ترتیب بیش از ۲۵۰ و ۱۲۵ هرتز نباشد [۱].

### ۵- طراحی شبکه برداشت با توجه به فاصله کانسار و گیرنده

در روش‌های دینامیکی آرایش مناسب شبکه برداشت بایستی بر اساس عمق دفن احتمالی کانسار انتخاب شود، بدین ترتیب تا حدودی می‌توان اثر عمق را کنترل کرد. نکته قابل ذکر مساله آلیازینگ در برداشت‌های استاتیکی و بخصوص هوایی بدلیل کنترل میدان اولیه توسط زمین و زیاد بودن فاصله عمودی مساله دگرنامی تاثیر بیشتری دارد و دقت بیشتری طلب می‌کند [۷].

انتخاب فاصله ایستگاهی به جز گسترش نهشته کانساری در امتداد پروفیل برداشت، تحت تاثیر عمق دفن نهشته کانساری نیز قرار می‌گیرد. هر بی‌هنجاری ژئوفیزیکی همیشه گسترش بیشتری از منبع اصلی ایجاد آن دارد. بنابراین لازم است فاصله ایستگاهی طوری انتخاب شود تا بتوان بی‌هنجاری را آشکار سازی کرد البته نه آنچنان کم که از نظر اجرایی زمان بسیار طولانی و از نظر هزینه مقدار زیادی را طلب کند [۷].

با توجه به تاثیر مستقیم فواصل نمونه برداری بر میزان آلیازینگ حاصل به عنوان فاکتور نامساعد (با افزایش فواصل نقاط نمونه برداری آلیازینگ که بیانگر میزان استتار بی‌هنجاری محلی با طول موج کوتاه به عنوان هدف اکتشافی در بی‌هنجاری ناحیه‌ای با طول موج بلند به عنوان عامل گمراه کننده در این مرحله از اکتشافات است افزایش می‌یابد) ابعاد شبکه به گونه‌ای طراحی و انتخاب می‌شود که توان آلیاز شده مورد نظر برای هر مرحله از اکتشاف از مقدار حداکثر تجاوز نکند [۴]. فاصله گیرنده تا سطح زمین ۱/۷۷ متر و عمق بدنه مغناطیسی ۰/۵ متر در نظر گرفته شده است [۴]. برای برداشت میدان کل مغناطیسی فاصله شبکه برداشت در سطح اعتماد ۹۵٪ از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\Delta x = 2h \quad (6)$$

برای برداشت گرادین مغناطیسی فاصله شبکه برداشت در سطح اعتماد ۹۵٪ از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\Delta x = h \quad (7)$$

### ۶- نمونه مورد مطالعه

معدن مروارید در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی زنجان و نزدیک روستای علی‌آباد قرار دارد که برای اکتشاف آنومالی‌های اطراف معدن، برونزدهای نزدیک منطقه برداشت مغناطیسی شدند. میدان مغناطیسی متوسط منطقه ۴۷۷۰۰ نانوتسلا (گاما) و زاویه انحراف مغناطیسی ۵۵ درجه و زاویه میل مغناطیسی ۴ درجه می‌باشد. ابتدا تصحیح کاهش به قطب روی داده‌های میدان پتانسیل مغناطیسی انجام شد و سپس سیگنال تحلیلی اعمال شد [۳] و [۶]. در منطقه دو برونزد مشاهده می‌شد که حداکثر ارتفاع آن ۰/۵ متر، عرض متوسط ۸ الی ۱۰ متر و طول تقریبی آن در قسمت غربی حدودا ۱۲۰ متر و در قسمت شرقی ۲۵۰ متر بود، که روی نقشه سیگنال تحلیلی با مقیاس مشخص شده است [۶]. پردازش‌های لازم روی نقشه داده‌های میدان پتانسیل و سیگنال تحلیلی انجام شد و مرز بدنه مغناطیسی مشخص شد که نقشه‌ها و نتایج آن ارایه شده است.

#### ۶-۱- شبکه ۲۰×۲۰

در ابتدا نقشه‌های حاصل از نتایج برداشت با شبکه ۲۰×۲۰ بررسی شد که نقشه پربندی میدان مغناطیس کل پس از کسر مقدار ۴۷۷۰۰ نانوتسلا از کل داده‌ها در شکل ۲- الف و نقشه پربندی سیگنال تحلیلی در شکل ۲- ب آورده شده‌اند. شبکه برداشت در نقشه پربندی میدان مغناطیسی کل نشان داده شده‌اند. در کلیه نقشه‌ها اثر میدان ناحیه‌ای از بی‌هنجاری کسر شده‌اند [۳] و [۵].

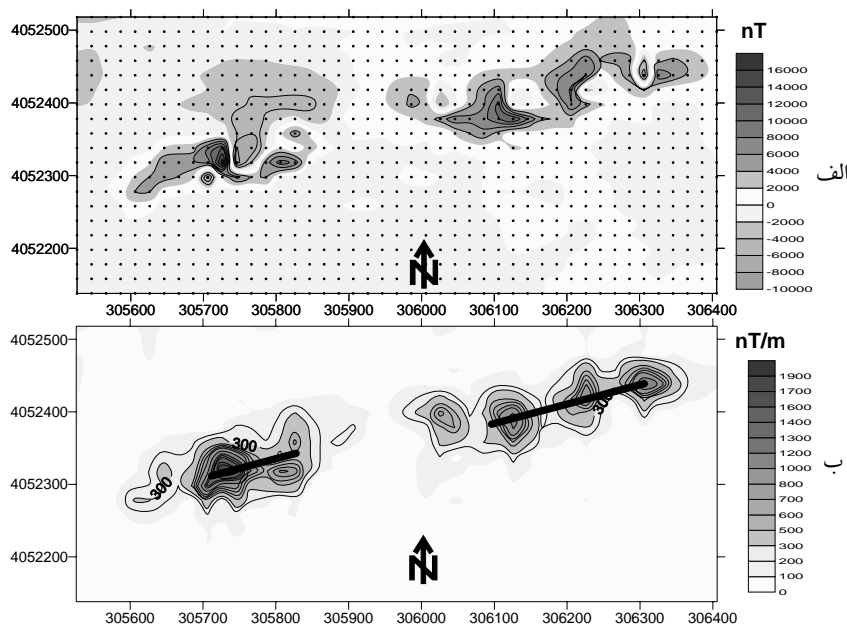
دایک شمالی و جنوبی است و زاویه انحراف منطقه ۵۵ درجه و زاویه میل آن ۴ درجه است راستای شبکه برداشت شمالی- جنوبی است. در شکل ۲ مقادیر منفی که در شمال غربی نقشه و قسمت‌های شمالی بی‌هنجاری مشاهده می‌شود اثر زمین شناسی (نوفه) و گسل در منطقه است که باعث جدایی بی‌هنجاری شده است [۵].

با وجود این که مدل دو بعدی نقاط شروع مناسبی برای مقایسه دارد اما دقیقاً بطور سه بعدی محل بدنه را مشخص نمی کند که علاوه بر اثر نویز بدلیل اثر آلیازینگ است که اهمیت شبکه بندی در نمونه برداری را مشخص می کند [۱۵]. قابل ذکر است که در شرایطی که عرض دایک از عمق آن باشد لبه های سیگنال تحلیلی ادغام می شوند [۱۳].

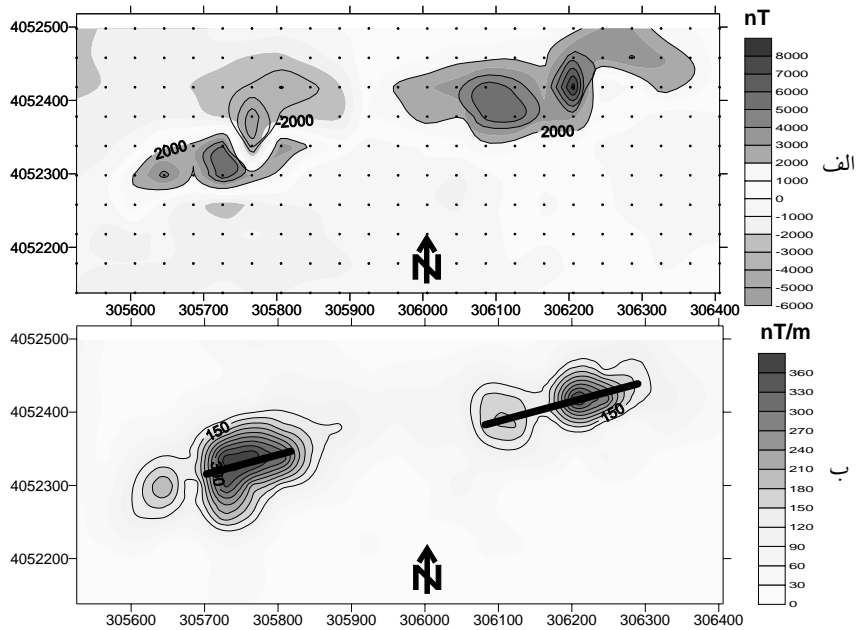
#### ۶-۲- شبکه ۴۰×۴۰

شکل ۳- الف نقشه پربندی میدان مغناطیسی کل و شکل ۳- ب نقشه سیگنال تحلیلی را برای شبکه ۴۰×۴۰ نشان می دهد. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود شبکه ۴۰×۴۰ گسل را به خوبی شبکه ۲۰×۲۰ نشان نمی دهد و دلیل آن آلیاز شدن سیگنال است. اما همانطور که انتظار می رود سیگنال تحلیلی در این شبکه پاسخ نزدیک تری به واقعیت دارد. همانطور که مشاهده می شود شبکه ۴۰×۴۰ نیز به خوبی شبکه ۲۰×۲۰ مرز بی هنجاری را نشان می دهد تفاوت عمده آن در جزئیات نقشه است که شامل تفاوت بین مقادیر مینیمم و ماکزیمم و حذف مقادیر منفی کوچک است که اثر نویز زمین شناسی (نوفه) در نزدیکی بی هنجاری وارد شده است.

اما در نقشه سیگنال تحلیلی شکل ۳- ب تفاوت عمده بین نقشه ها مشاهده می شود چرا که شکل ۲ سه ساختار را نشان می دهد در حالی که برونزد در منطقه مغایر با این نقشه است و با شکل شبکه ۴۰×۴۰ مشابه تر است، دلیل این امر اثر نویزهای زمین شناسی در نقشه است که شبکه کوچک تر جزئیات بیشتری نشان می دهد که باعث افزایش مقدار نقشه سیگنال تحلیلی در این نقاط می شود. در هر صورت سیگنال تحلیلی پاسخ قابل قبول تری نسبت به میدان مغناطیسی دارد.



شکل ۲- نقشه پربندی الف) میدان مغناطیسی کل ب) سیگنال تحلیلی برای شبکه ۲۰×۲۰



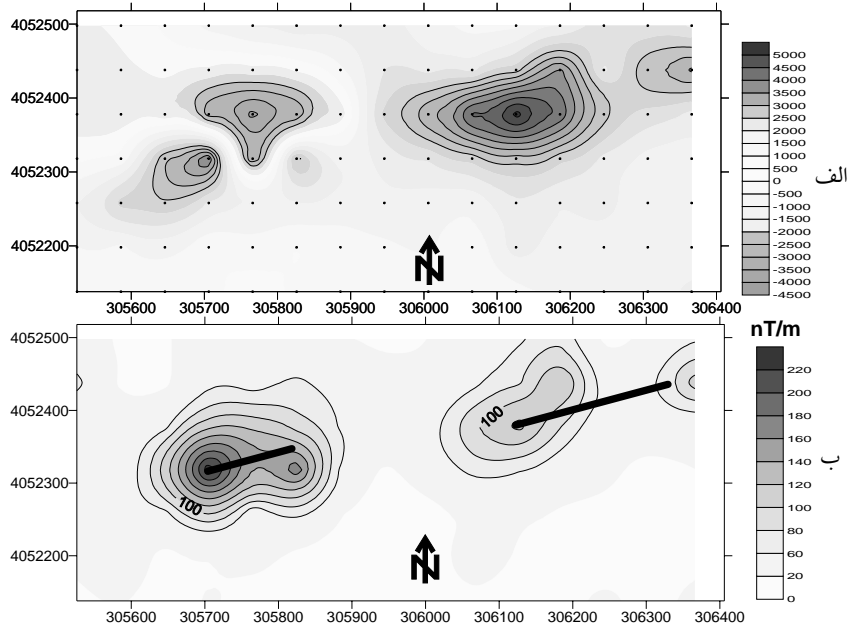
شکل ۳- نقشه پربندی الف) میدان مغناطیسی کل ب) سیگنال تحلیلی برای شبکه ۴۰×۴۰

#### ۶-۳- شبکه ۶۰×۶۰

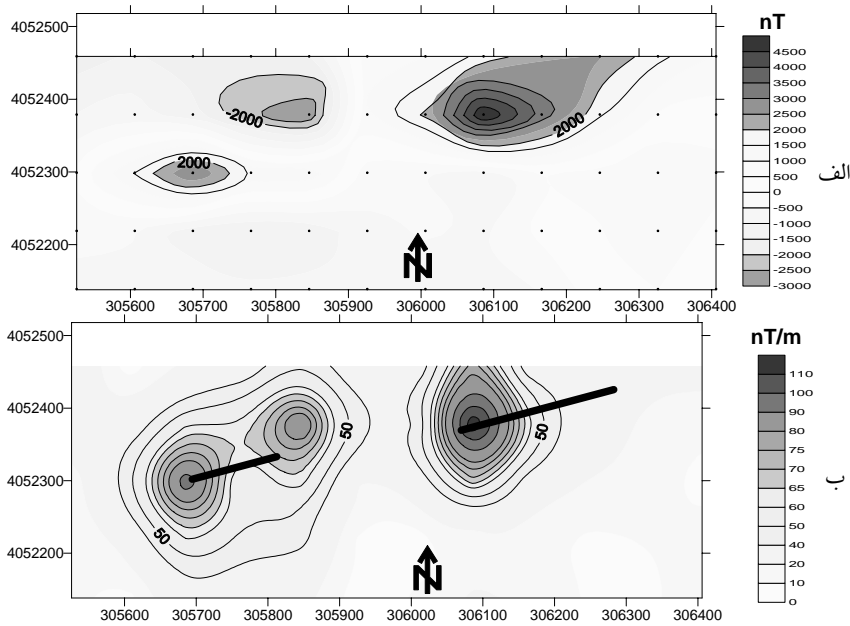
در شبکه ۶۰×۶۰ (شکل ۴- الف) نقشه‌ی پربندی میدان مغناطیسی کل تغییرات محسوسی داشته در واقع برونزد غربی بیشتر شبیه به دو قطبی شده و اثر گسل تبدیل به قطب منفی بی‌هنجاری شده ولی این اثر در بی‌هنجاری شرقی تأثیر زیادی نداشته و تنها باعث بزرگ‌تر نشان داده عرض بی‌هنجاری شده، و نقشه سیگنال تحلیلی (شکل ۴- الف) پاسخ نامناسبی ارائه داده است و در مورد بی‌هنجاری غربی به دلیل ظاهر شدن قطب منفی نقشه سیگنال تحلیلی مناسب‌تر است که شاید قابل اطمینان نباشد و در بی‌هنجاری شرقی مرز بی‌هنجاری را به سمت شمال کشیده است.

#### ۶-۴- شبکه ۸۰×۸۰

از شکل ۵- الف مشاهده می‌شود نقشه شبکه ۸۰×۸۰ برای میدان مغناطیسی شبکه مناسبی نیست و آلیازینگ مانع از ظاهر شدن بی‌هنجاری است، نقشه سیگنال تحلیلی شکل ۵- ب نیز خطای زیادی دارد و مرز دایک را به خوبی مشخص نمی‌کند، با توجه به این که بی‌هنجاری غربی کوچک‌تر است، مرز آن در شبکه‌های با چگالی کمتر ۸۰×۸۰ بهتر نشان داده شده است و آلیازینگ تأثیر کمتری بر آن داشته که دلیل آن کمتر بودن عمق آن می‌باشد.



شکل ۴- نقشه پربندی الف) میدان مغناطیسی کل ب) سیگنال تحلیلی برای شبکه ۶۰×۶۰



شکل ۵- نقشه پربندی الف) میدان مغناطیسی کل ب) سیگنال تحلیلی برای شبکه ۸۰×۸۰

#### ۷- نتیجه

برداشت و تفسیر با شبکه  $20 \times 20$  بخوبی مرز بدنه را مشخص می‌کند، ساختارها بخوبی دیده می‌شوند و قابل تفسیر هستند و دلیل آن نمونه برداری با فاصله مناسب و طول موج کمتر از حد نایکویست است. در حالی که شبکه  $60 \times 60$  و  $80 \times 80$  نرخ نمونه برداری را بیش از حد کاهش می‌دهند و سیگنال دریافتی بیش از مقدار مجاز آلیاز شده و باعث محو شدن اثر بی‌هنجاری‌ها می‌گردد. شبکه  $40 \times 40$  برای برداشت و تفسیر دایک در این مورد مناسب است و تنها باعث از دست رفتن اندکی جزئیات است. گرچه برای مطالعه و برداشت شبکه  $20 \times 20$  انتخاب شده اما شبکه بهینه از نظر اقتصادی برای برداشت در این منطقه شبکه  $40 \times 40$  می‌باشد.



در این مقاله تعیین مرز بدنه مغناطیسی با شبکه های مختلف برداشت، اثر آلیازینگ در داده های میدان مغناطیسی و سیگنال تحلیلی بررسی شده است و مقایسه نتایج تخمین عمق سیگنال تحلیلی و میدان مغناطیسی کل در شبکه های مختلف بیانگر تشابه در نتایج حاصل است [۴] و [۵].

اثر آلیازینگ در هر دو دسته داده های میدان مغناطیسی و سیگنال تحلیلی تقریباً مشابه می باشد ولی نرخ آن متفاوت است. اما نکته جالب این است که با وجودیکه سیگنال تحلیلی مشتق از داده های میدان است اما اثر لب پوشی آلیازینگ روی آن کمتر است [۴] و [۶].

اثر آلیازینگ نیز تنها در مورد شبکه برداشت (فاصله افقی در جهت  $x, y$ ) بحث شده و فاصله عمودی برداشت در کل برداشتها ثابت و حدود ۱/۷۰ متر در نظر گرفته شده که حداکثر فاصله است و بیش از آن برای برداشت زمینی مقدور نیست اما می توان در روش هوابرد در مورد آن بحث کرد و عمق بهینه را تعیین کرد.

## ۸- مراجع

- [۱] تلفورد، دبلیو،ام، جلدارت، ال، پی،، شریف، آر، ایی،، کیز، دی،آ. ۱۳۷۵؛ ژئوفیزیک کاربردی، ترجمه حسین زمردیان، حسن حاجب حسینی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چاپ دوم، جلد اول.
- [۲] سایت اینترنتی به نشانی <http://www.akkasee.com/articles/007274>
- [۳] منصوریان، ا.، فتحیان پور، ن. آبان ۱۳۸۵؛ "تصحیح اثر توپوگرافی روی داده های مغناطیس سنجی هوابرد با استفاده از بسته نرم افزاری USGS"، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس معدن، ص ۲۵۷-۳۶۸.
- [۴] منصوریان، ا.، نوروزی، غ.ج. بهمن ۱۳۸۶؛ "اثر آلیازینگ بر میدان مغناطیسی و سیگنال تحلیلی در تخمین عمق"، مجموعه مقالات بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.
- [۵] منصوریان، ا.، نوروزی، غ.ج. بهمن ۱۳۸۶؛ " تخمین عمق دایک شیبدار با استفاده از پیش اوپلر بر سیگنال تحلیلی"، مجموعه مقالات بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.
- [۶] منصوریان، ا.، نوروزی، غ.ج. اردیبهشت ۱۳۸۷؛ " تعیین مرز بدنه مغناطیسی با استفاده از سیگنال تحلیلی سه بعدی"، سیردهمین کنفرانس ژئوفیزیک.
- [۷] نوروزی، غ.ج. طراحی پروژه های ژئوفیزیکی، جزوه درسی رشته کارشناسی ارشد اکتشاف معدن. دانشگاه تهران.
- [۸] نوروزی، غ.ج. آذر ماه ۱۳۷۶؛ "طراحی بهینه شبکه برداشت در مطالعات مغناطیسی"، نشریه دانشکده فنی. جلد ۳۰، شماره ۲. شماره پیاپی ۶۰، ص ۴۱-۵۱.
- [۹] یوسفی، س.، نوروزی، غ.ج. " مطالعات مغناطیس سنجی روی نهشته احتمالی منگنز در منطقه آب بند داراب"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده معدن، دانشگاه تهران
- [10] Bilim, F., Ates, A., May 2003; "Analytic Signal Inferred From Reduced To The Pole Data", Journal of the Balkan geophysical society, Vol. 6, No. 2, p. 66 – 74, 10 figs.
- [11] Hsu, Sh.K., Coppensz, D., Shyu, Ch.T., November-December 1998; "Depth to magnetic source using the generalized analytic signal", Geophysics, Vol. 63, No. 6, P. 1947–1957, 11 Figs.
- [12] Lee, K.J., 2003; "Magnetic resonance imaging with steeped B0 fields", Magnetic Resonance Imaging 21 P. 625-629.
- [13] Macleod, I.N., Jones, K., Dai, T.F., 1992; "3-D Analytic Signal in The Interpretation of Total Magnetic Field Data At Low Magnetic Latitudes".
- [14] Nabighian, June 1972; N.M, "The Analytic Signal of Two-Dimensional Magnetic Bodies With Polygonal Cross-Section : Its Properties and Use for Automated Anomaly Interpretation", Geophysics, Vol. 37, No. 3, , P. 507-517.
- [15] Phillips, J.D. 2000; "Locating magnetic contacts: a comparison of the horizontal gradient, Analytic signal, and local wavenumber method", SEG Expanded Abstracts.