

مطالعه نظری روی دایک قائم نازک توسط آرایشهای مختلف خطی

نیکو نیکبین^۱ و دکتر میرستار مشین چی اصل^۲

چکیده

مطالعات بسیاری بر روی ناپیوستگی‌های جانبی مثل گسل و دایک با روش مقاومت ویژه الکتریکی صورت گرفته است. یکی از ساده‌ترین روشها برای تعیین مقاومت ویژه ظاهری، تئوری تصویر چشمه جریان است که این روش تنها در حالت‌های خاصی مانند مرز تخت و یا کره قابل ارائه است.

در این تحقیق با استفاده از تئوری تصویر به تعیین محل و آشکارسازی محل دایک قائم نازک پرداخته شده و تغییرات جانبی مقاومت ویژه با عملیات پروفیل‌زنی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصله با استفاده از آرایه‌های ونر، شلومبرژه، نیم شلومبرژه و دوقطبی - دوقطبی مورد بررسی قرار گرفته است.

در این تحقیق ابتدا برای وضعیت‌های مختلف الکترودها پتانسیل محاسبه شده و سپس برای بدست آوردن مقاومت ویژه ظاهری برنامه‌ای با نرم افزار (MATLAB) نوشته شده و توسط آن تغییرات مقاومت ویژه ظاهری نسبت به فاصله نقطه وسط الکترودهای پتانسیل تا مرکز دایک برای K های (ضرایب بازتاب) مختلف رسم شده است. در نهایت آشکارسازی دایک برای مقاومت ویژه‌های متفاوت با آرایه‌های مختلف مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است.

نتایج به دست آمده نشانگر اینست که تئوری تصویر چشمه جریان، نتایج قابل توجهی را برای آشکارسازی دایک قائم نازک ارائه می‌دهد، بطوریکه آرایه‌های مختلف حساسیت‌های متفاوتی را در آشکارسازی دایک قائم نشان می‌دهد، که این تفاوت‌ها به موقعیت الکترودها و پهنای دایک و تفکیک الکترودها وابسته است. بطور کلی نتایج به دست آمده قابلیت در خور توجه هر چهار آرایه را در آشکارسازی دایک نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: دایک قائم، مقاومت ویژه ظاهری، پروفیل زنی، تئوری تصویر چشمه جریان، ضرایب بازتاب.

Theoretical Investigation of Thin Vertical Dike with different Resistivity Arrays

Nikoo Nikbin and Dr. Mirsattar Meshinchi Asl

Abstract

Many studies have been performed on lateral discontinuities such as faults and dikes by means of resistivity Method. Several methods have been proposed to determine potential difference and therefore apparent resistivity.

One of the simple methods to determine apparent Resistivity is the Electric Current Image Theory which is only applicable in specific cases like plane boundary or sphere conditions.

In the present study, Image Theory has been utilized to location and detects the position of thin vertical dikes and lateral changes in resistivity have been assessed by obtained results. The profiling operation itself has been assessed by means of Wenner, Schlumberger, Half-Schlumberger and Dipole-Dipole Arrays.

In the present study, primarily, potential have been calculated for different electrode positions and consequently a MATLAB code has been written to derive apparent resistivity

which plots variation in apparent resistivity versus the distances from mid point of potential electrodes to that of the center of dike for different values of K (reflection coefficients). Finally, detection of the dike has been examined and compared for different resistivities.

Obtained results show that the Electric Current Image Theory exhibits remarkable results in detecting the position of thin vertical dike in a way that different arrays show different levels of sensitivity. The revealed differences depend on the position of electrodes, width of the dyke and electrodes resolution. In general, the obtained results display the remarkable capability of all four arrays in detection of the dike.

Keywords: vertical dike, apparent resistivity, profiling, Electric Current Image Theory, reflection coefficients.

مقدمه:

بررسی دایک با آرایه‌های مختلف

در این تحقیق به بررسی دایک قائم نازکی با مقاومت ویژه ρ_2 که در محیطی با مقاومت ویژه ρ_1 قرار گرفته، پرداخته شده است. ضخامت دایک b فرض شده و با آرایه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

فاصله C_1 تا M ، هنگامیکه C_1 در سمت چپ M باشد برابر S و فاصله C_2 تا M هنگامیکه C_2 در سمت چپ M باشد برابر S' و هنگامیکه C_1 و C_2 در سمت راست M قرار گیرند، $-S$ و $-S'$ در نظر گرفته شده است. فاصله C_1 تا P_1 برابر r_1 و فاصله C_2 تا P_1 برابر r_2 و فاصله C_1 تا P_2 برابر r_3 و فاصله C_2 تا P_2 برابر r_4 می‌باشد.

با روش پروفیل زنی الکترودهای جریان و پتانسیل از روی دایک عبور داده می‌شود. و بنا بر فرض که دایک نازک در نظر گرفته شده، هنگام عبور الکترودها از دایک، هیچیک از الکترودها در درون دایک قرار داده نمی‌شود. در ابتدا حالت‌های مختلف عبور الکترودها برای آرایه‌هایی با چینش الکترودی $C_1P_1P_2C_2$ مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس با آرایه دوقطبی-دوقطبی به بررسی دایک پرداخته می‌شود.

بررسی دایک با چینش الکترودی $C_1P_1P_2C_2$ حالت

اول: چهار الکتروود در محیط

در این پیمایش، چهار الکتروود در سمت چپ دایک قرار داشته (شکل ۱) و پتانسیل حاصل از هر یک از چشمه‌های جریان و تصاویر آن در محل الکترودهای

در کاوش‌های معدن، به نقشه در آوردن الکتریکی (پروفیل زنی) دارای اهمیت به سزایی است. برای تفسیر در اکتشاف معدن، شامل تعیین محل همبریه‌های عمودی همچون گسل‌ها (Griffiths and King, ۱۹۸۶)، دایک‌ها، مناطق برشی، رگه‌های تندشیب و اجسام سه بعدی (Parasnis, ۱۹۸۶) همچون سولفیدهای متراکم با رسانندگی بی‌هنجار از روش پروفیل زنی استفاده می‌شود. در روش پروفیل زنی الکتریکی (HES) تغییرات جانبی مقاومت ویژه الکتریکی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و مقادیر به دست آمده به نقطه وسط آرایه مقارن نسبت داده می‌شود. در این روش ابعاد آرایه ثابت مانده و مجموعه الکترودها معمولاً به طول یک پروفیل جابه‌جا می‌شوند. در این نوع به نقشه در آوردن می‌توان هر کدام از آرایه‌های الکتریکی را بکار برد، ولی نتایج بدست آمده کاملاً متفاوت خواهند بود (Reynolds, ۱۹۹۷).

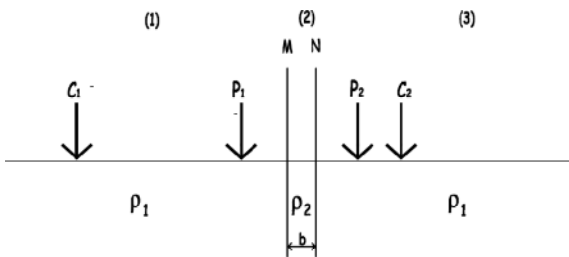
در این تحقیق به بررسی تاثیر آرایه‌های مختلف الکترودی بر روی دایک و نحوه استقرار الکترودها و همچنین تاثیر مرز دایک بر روی مقادیر مقاومت ویژه ظاهری پرداخته شده است. لازم به ذکر است که محاسبات نظری جهت بدست آوردن روابط ρ_a روی دایک نازک قبلاً فقط برای تک الکتروود جریان و تک الکتروود پتانسیل انجام شده است (Telford et al., ۱۹۸۹). در این تحقیق آرایشهای مختلف چهار الکترودی در نظر گرفته شده و محاسبات برای موقعیت‌های مختلف الکترودها نسبت به دایک بطور ریاضی انجام شده است.

$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_3} \right) + k \left(\frac{1}{2s-r_1} - \frac{1}{2s-r_3} \right) - k(1 - k^2) \left[\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b+2s-r_1} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b+2s-r_3} \right] - k(1 - k^2) \left[\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb+r_2} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb+r_4} \right] \right\}$$

حالت سوم: الکتروده C1 و P2 در محیط (۳) و الکتروده

C1 و P1 در محیط (۱)

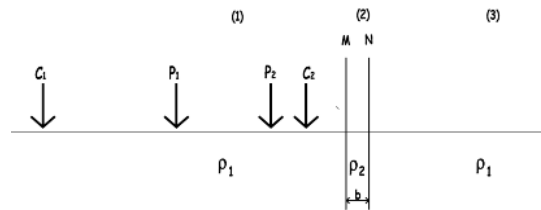
در این پیمایش، الکتروده جریان C2 و الکتروده P2 از روی دایک عبور کرده و در محیط (۳) قرار گرفته‌اند و الکتروده C1 و P1 در محیط (۱) قرار دارد (شکل ۳). در این حالت نیز اختلاف پتانسیل بین دو الکتروده P2 و P1 محاسبه می‌گردد. (رابطه ۳).



شکل ۳. چینش الکترودها نسبت به دایک قائم (الکتروده P2 و C2 در محیط (۳) و C1 و P1 در محیط (۱))

$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_4} \right) + k \left(\frac{1}{2s-r_1} + \frac{1}{2r_3+r_4-2(s+b)} \right) - (1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb+r_2} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb+r_3} \right) - k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b+2s-r_1} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb-2s+2r_3+r_4} \right) \right] \quad (3)$$

پتانسیل بطور جداگانه محاسبه شده و سپس اختلاف پتانسیل بین دو الکتروده پتانسیل محاسبه می‌گردد (رابطه ۱).

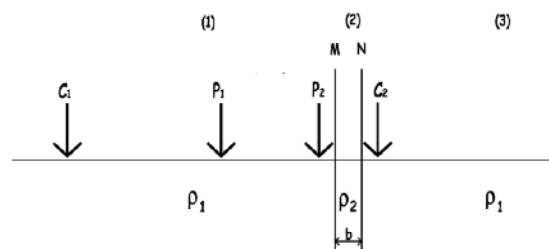


شکل ۱. چینش الکترودها نسبت به دایک قائم (چهارالکتروده در محیط (۱))

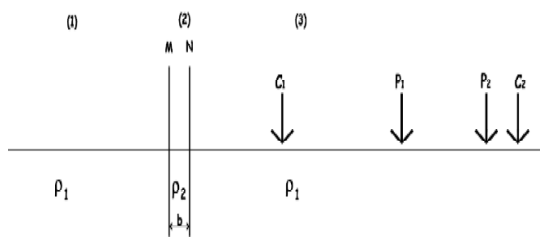
$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) + k \left[\left(\frac{1}{2s-r_1} - \frac{1}{2s-2r_1-r_2} \right) - \left(\frac{1}{2s-r_3} - \frac{1}{2s-2r_3-r_4} \right) \right] - k(1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b+2s-r_1} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b+2s-2r_1-r_2} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b+2s-r_3} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b+2s-2r_3-r_4} \right) \right\}$$

حالت دوم: الکتروده C2 در محیط (۳) و بقیه الکترودها در محیط (۱)

در این پیمایش، الکتروده جریان C2 از روی دایک عبور کرده و در محیط (۳) قرار گرفته است و بقیه الکترودها در سمت چپ دایک در محیط (۱) قرار دارند (شکل ۲)، اختلاف پتانسیل بین الکترودهای پتانسیل از رابطه (۲) بدست می‌آید:



شکل ۲. چینش الکترودها نسبت به دایک قائم (الکتروده C2 در محیط (۳) و بقیه الکترودها در محیط (۱))



چینش الکترودها نسبت به دایک قائم (۴) الکتروود در شکل ۵.

محیط (۳)

$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) - k \left(\frac{1}{2b + 2s - r_1} - \frac{1}{2b + 2s - 2r_1 - r_2} - \frac{1}{2b + 2s - r_3} + \frac{1}{2b + 2s - 2r_3 - r_4} \right) - k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + r_1} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 2r_1 + r_2} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + r_3} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 2r_3 + r_4} \right)$$

بررسی دایک قائم نازک با آرایه ونر

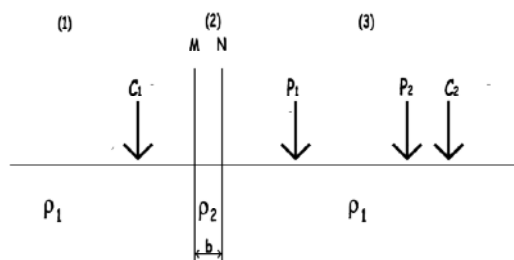
در این حالت با آرایه ونر به بررسی دایک قائم پرداخته شده است. و فرض بر این است که $a > b$ و $r_1 = r_4 = a$ و $r_2 = r_3 = 2a$ باشد. در این بررسی با استفاده از اختلاف پتانسیل در پنج حالت مختلف بدست آمده، مقاومت ویژه ظاهری بر مقاومت ویژه محیط با توجه به رابطه (۶) محاسبه می‌شود.

$$\rho_a = 2\pi \left(\frac{1}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}} \right) \frac{\Delta V}{I} \quad (6)$$

حالت اول :

حالت چهارم: الکتروود C1 در محیط (۱)، بقیه الکترودها در محیط (۳)

در این پیمایش، همه الکترودها بجز الکتروود C1 از روی دایک عبور کرده و در محیط (۳) قرار گرفته‌اند (شکل ۴). در این حالت اختلاف پتانسیل بین الکترودهای P1 و P2 به صورت رابطه (۴) می‌باشد.



شکل ۴. چینش الکترودها نسبت به دایک قائم C1 در محیط (۱) و بقیه الکترودها در محیط (۳)

$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left(\frac{1}{r_4} + \frac{1}{r_2} \right) - k \left(\frac{1}{-2s - 2b + 2r_1 + r_2} - \frac{1}{-2s - 2b + 2r_3 + r_4} \right) + (1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + r_1} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + r_3} \right) + k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{-2s + 2mb + 2r_1 + r_2} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{-2s + 2mb + 2r_3 + r_4} \right) \quad (4)$$

حالت پنجم: چهار الکتروود در محیط (۳)

در این حالت ۴ الکتروود در سمت راست دایک قرار دارند و فاصله C1 تا مرز M برابر -S و فاصله C2 تا مرز M برابر S می‌باشد. (شکل ۵) و پتانسیل حاصل از هر یک از چشمه‌های جریان و تصاویر آن در محل الکترودهای پتانسیل بطور جداگانه محاسبه شده و سپس اختلاف پتانسیل بین دو الکتروود پتانسیل بدست می‌آید. (رابطه ۵).

حالت پنجم :

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \left[1 + ka \left(\frac{1}{a-2s-2b} - \frac{1}{2a-2s-2b} - \frac{1}{4a-2s-2b} + \frac{1}{5a-2s-2b} \right) - k(1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb-2s+a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb-2s+2a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb-2s+4a} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb-2s+5a} \right) \right] \quad (11)$$

آشکارسازی دایک با آرایه ونر

در برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB

اعداد مناسب برای فاصله الکترودی (a)، عرض دایک (b) و ضریب بازتاب (k) جایگذاری شده و محدوده‌های مناسب برای مقادیر مختلف S برای ۵ حالت وضعیت الکترودها انتخاب شده و منحنی‌های مقاومت ویژه ظاهری بر مقاومت ویژه محیط $\left(\frac{\rho_a}{\rho_1}\right)$ ، بر حسب فاصله مرکز آرایه تا مرکز دایک $\left(z = -\left(s - \frac{3a}{2} + \frac{b}{2}\right)\right)$ ترسیم شده‌اند. در اینجا به دو مثال اشاره شده‌است:

آشکارسازی دایکی با ضخامت ۲ متر با آرایه ونر

دایکی با شرایط (b=2m) و (a=10m) در نظر گرفته و پیمایش با فاصله ۲ متری انجام شده است. فاصله مرکز آرایه تا مرکز دایک $z = -(s - 14)$ می‌باشد. منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = +0.1$ و $k = +0.5$ و $k = +0.9$ در شکل (۶.الف) نشان داده شده است و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = -0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (۶.ب) نشان داده شده است. در حالت (الف) که ضریب بازتاب مثبت است، دایک مقاوم‌تر از محیط می‌باشد. و در حالت (ب) که ضریب بازتاب منفی است، محیط از دایک مقاوم‌تر می‌باشد. در هر دو حالت شکل (۶) دایک آشکارسازی شده است.

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \left[1 + ka - k \left(1 - k^2 \right) a \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - 4a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - 2a} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - 5a} \right) \right]$$

حالت دوم :

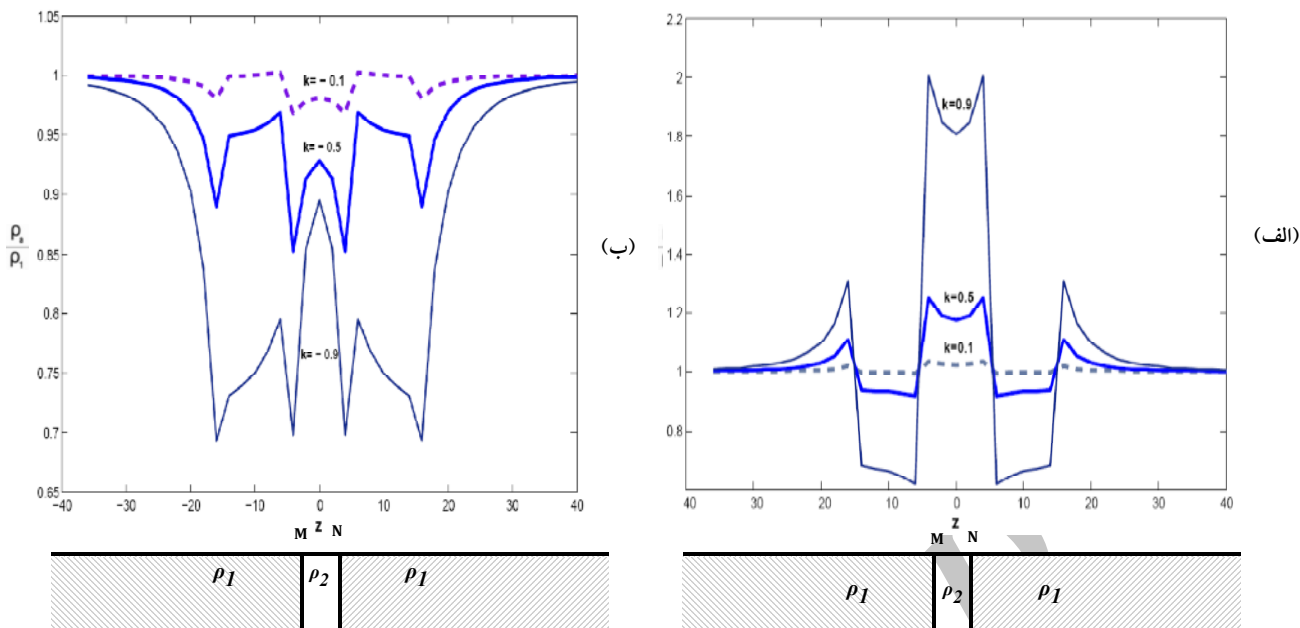
$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \left[\frac{1}{2} + ka \left(\frac{1}{2s-a} - \frac{1}{2s-2a} \right) - k \left(1 - k^2 \right) a \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - 2a} \right) - (1 - k^2) a \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + 2a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + a} \right) \right] \quad (8)$$

حالت سوم :

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \left[2 + ka \left(\frac{1}{2s-a} - \frac{1}{5a-2s-2b} \right) - ka \left(1 - k^2 \right) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - a} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 5a} \right) - 2(1 - k^2) a \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + 2a} \right) \right] \quad (9)$$

حالت چهارم :

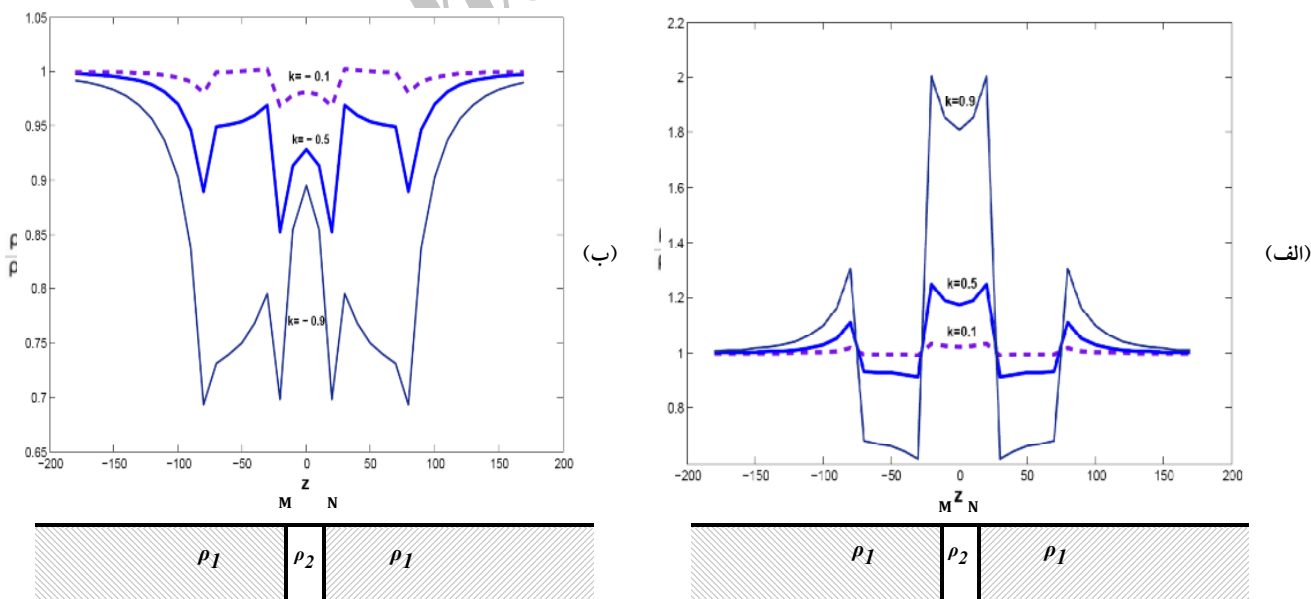
$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \left[\frac{1}{2} - ka \left(\frac{1}{-2s+2b+4a} - \frac{1}{-2s+2b+5a} \right) + (1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + 2a} \right) - ka \left(1 - k^2 \right) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{-2s + 2mb + 4a} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{-2s + 2mb + 5a} \right) \right] \quad (10)$$



شکل ۶. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه ونر بر روی دایکی با عرض ۲ متر الف: دایک مقاومتر از محیط ب: محیط مقاومتر از دایک

شده است و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = -0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (الف) که ضریب بازتاب مثبت است، دایک مقاومتر از محیط می‌باشد. و در حالت (ب) که ضریب بازتاب منفی است، محیط از دایک مقاومتر می‌باشد. در هر دو حالت شکل (الف) دایک آشکارسازی شده است.

آشکارسازی دایکی با ضخامت ۱۰ متر با آرایه ونر دایکی با شرایط $(a=50m)$ و $(b=2m)$ در نظر گرفته و پیمایش با فاصله ۱۰ متری انجام شده است. فاصله مرکز آرایه تا مرکز دایک $(z = -(s - 70))$ می‌باشد. منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = 0.5$ و $k = 0.9$ در شکل (الف) نشان داده



شکل ۷. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه ونر بر روی دایکی با عرض ۱۰ متر الف: دایک مقاومتر از محیط ب: محیط مقاومتر از دایک

تحلیل منحنی‌های حاصل از آرایه ونر

در این قسمت به تحلیل منحنی‌هایی که از آرایه ونر حاصل شده، پرداخته می‌شود. بطور کلی تلاقی هر یک از الکترودها با مرز دایک باعث افزایش یا کاهش ناگهانی مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ می‌شود و یک نقطه تیز در منحنی ایجاد می‌شود.

با توجه به عکس‌العمل منحنی‌ها در مقابل دایک، حالت قرینه در منحنی‌ها دیده می‌شود که نقطه وسط آن نشان دهنده مرکز دایک می‌باشد. یعنی هنگامیکه دایک بین الکترودهای C_2, P_2 و الکترودهای C_1, P_1 احاطه شده است، تقریباً محل دقیق دایک آشکارسازی می‌شود.

ضریب بازتاب (k) بر روی منحنی‌ها اثرگذار است بطور کلی هر چه مقدار ضریب بازتاب (k) بیشتر می‌شود، مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ افزایش می‌یابد و منحنی‌ها تیزتر می‌شوند.

با بررسی پهنای مختلف دایک مشاهده می‌شود که هر چه دایک باریکتر باشد، دایک در دامنه کمتری بر روی منحنی عکس‌العمل نشان می‌دهد و هر چه دایک پهن‌تر باشد دامنه عکس‌العمل بیشتر است.

بررسی دایک قائم نازک با آرایه شلومبرژه

در این مرحله با آرایه شلومبرژه به بررسی دایک قائم نازک پرداخته شده است و فواصل الکترودی به صورت $r_1=r_4=L-l$ و $r_2=r_3=L+l$ می‌باشد.

در این حالت، اختلاف پتانسیل در ۵ حالت مختلف چینش الکترودی بدست آمده و سپس نسبت مقاومت ویژه ظاهری بر مقاومت ویژه محیط با توجه به رابطه (۱۲) محاسبه شده است.

$$\rho_a = 2\pi \left(\frac{L^2 - l^2}{4l} \right) \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (12)$$

حالت اول

$$\begin{aligned} \frac{\rho_a}{\rho_1} &= 1 \\ &+ \left(\frac{L^2 - l^2}{4l} \right) \left[k \left(\frac{-2l}{(2s-L)^2 - l^2} + \frac{2l}{(2s-3L)^2 + l^2} \right) \right. \\ &- k(1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L + l} \right. \\ &- \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - 3L + l} \\ &- \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L - l} \\ &\left. \left. + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - 3L - l} \right) \right] \quad (13) \end{aligned}$$

حالت دوم:

$$\begin{aligned} \frac{\rho_a}{\rho_1} &= \frac{1}{2} \\ &+ \frac{L^2 - l^2}{4l} \left[k \left(\frac{2l}{(2s-L)^2 - l^2} \right) \right. \\ &- k(1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L + l} \right. \\ &- \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L - l} \left. \right) \quad (14) \\ &- (1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L + l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L - l} \right) \left. \right] \end{aligned}$$

حالت سوم:

$$\begin{aligned} \frac{\rho_a}{\rho_1} &= \frac{L+l}{2l} \\ &+ \frac{L^2 - l^2}{4l} \left[k \left(\frac{1}{2s-L+l} + \frac{1}{3L+l-2(s+b)} \right) \right. \\ &- k(1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L + l} \right. \\ &+ \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 3L + l} \left. \right) \\ &- (1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L + l} \right) \left. \right] \quad (15) \end{aligned}$$

حالت چهارم:

تا مرکز دایک $Z = -(s - L + \frac{b}{2})$ ترسیم شده‌اند. در اینجا به دو مثال اشاره می‌شود:

آشکارسازی دایکی با ضخامت ۲ متر با آرایه شلومبرژه دایکی با شرایط $(b=2m)$ و $(L=40m)$ و $(l = 10m)$ در نظر گرفته و پیمایش با فاصله ۲ متری انجام شده است. فاصله مرکز آرایه تا مرکز دایک $Z = -(s - 39)$ می‌باشد.

منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = 0.5$ و $k = 0.9$ در شکل (۸الف) و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = -0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (۸ب) نشان داده شده است. در حالت (الف) که ضریب بازتاب مثبت می‌باشد، دایک مقاوم‌تر از محیط می‌باشد. و در حالت (ب) که ضریب بازتاب منفی می‌باشد، محیط از دایک مقاوم‌تر می‌باشد. در هر دو حالت شکل (۸) دایک آشکارسازی شده است.

آشکارسازی دایکی با ضخامت ۱۰ متر با آرایه شلومبرژه دایکی با شرایط $(b=10m)$ و $(L=80m)$ و $(l = 30m)$ در نظر گرفته و پیمایش با فاصله ۲ متری انجام شده است. فاصله مرکز آرایه تا مرکز دایک $Z = -(s - 75)$ می‌باشد.

منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = 0.5$ و $k = 0.9$ در شکل (۹الف) نشان داده شده است و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = -0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (۹ب) نشان داده شده است.

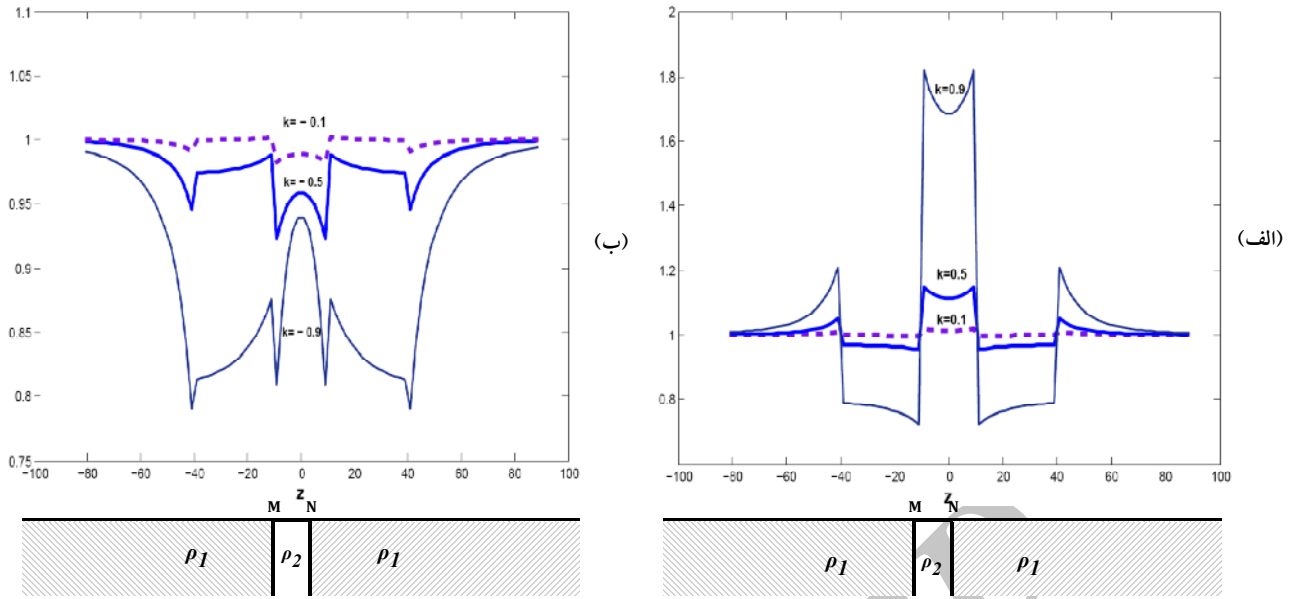
$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \frac{1}{2} + \frac{L^2 - l^2}{4l} \left[k \left(\frac{1}{-2s - 2b + 3L - l} - \frac{1}{-2s - 2b + 3L - l} \right) + (1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L - l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L + l} \right) + k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 3L - l} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 3L + l} \right) \right]$$

حالت پنجم:

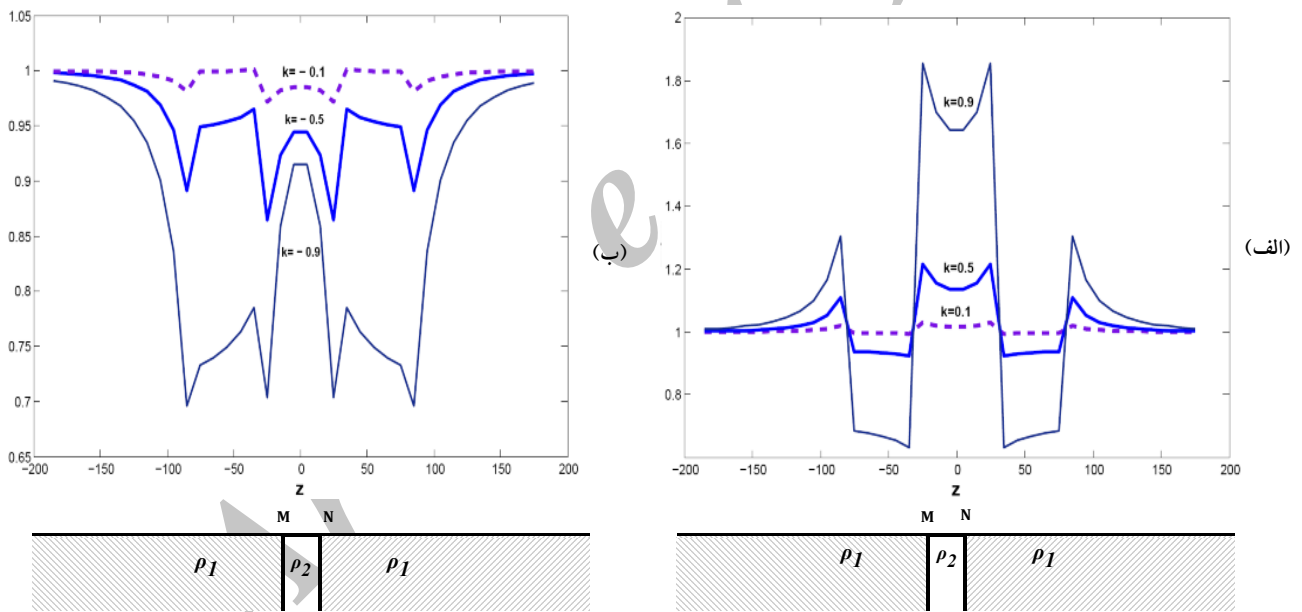
$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1 + \frac{L^2 - l^2}{4l} \left[k \left(\frac{1}{-2b - 2s + L - l} - \frac{1}{-2b - 2s + L - l} \right) - \frac{1}{-2b - 2s + L + l} + \frac{1}{-2b - 2s + L + l} \right] + (1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + L - l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + L + l} \right) + k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 3L - l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + 3L + l} \right) \quad (17)$$

آشکارسازی دایک با آرایه شلومبرژه

در این قسمت با ذکر دو مثال به بررسی دایکی با آرایه شلومبرژه، پرداخته شده است. برای بررسی هر دایک، فواصل الکتروودی ثابت در نظر گرفته شده و برای پیمایش الکتروودها از روی دایک، پنج حالت مختلف مورد بررسی قرار گرفته است به کمک برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB تغییرات مقاومت ویژه ظاهری بر مقاومت ویژه محیط $(\frac{\rho_a}{\rho_1})$ ، بر حسب فاصله مرکز آرایه



شکل ۸. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه شلومبرژه بر روی دایکی با عرض ۲ متر الف: دایک مقاومت از محیط ب: محیط مقاومت از دایک



شکل ۹. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه شلومبرژه بر روی دایکی با عرض ۱۰ متر الف: دایک مقاومت از محیط ب: محیط مقاومت از دایک

هنگامیکه دایک بین الکترودهای C_2 , P_2 و الکترودهای C_1 , P_1 احاطه شده است، محل تقریبی دایک به کمک نقاط M و N مشخص می‌شود و عرض تقریبی دایک را مشخص می‌کند.

ضریب بازتاب (k) بر روی منحنی‌ها اثر گذار است بطور کلی هر چه مقدار ضریب بازتاب (k) بیشتر می‌شود، مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ افزایش می‌یابد و منحنی‌ها تیزتر می‌شوند. با

تحلیل منحنی‌های حاصل از آرایه شلومبرژه

در این قسمت به تحلیل منحنی‌هایی که از آرایه شلومبرژه حاصل شده، پرداخته شده است. بطور کلی تلاقی هر یک از الکترودها با مرز دایک باعث افزایش یا کاهش ناگهانی مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ می‌شود و یک نقطه تیز در منحنی ایجاد می‌شود.

حالت چهارم: سه الکتروود در محیط (۳)

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1 + \frac{L^2 - l^2}{2l} \left[-k \left(\frac{1}{2b + 2s - L + l} - \frac{1}{2b + 2s - L - l} \right) - k^2 \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + L - l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + L + l} \right) \right]$$

آشکارسازی دایک با آرایه نیم شلومبرژه

در این قسمت به بررسی دایک با عرض‌های متفاوت و پروفیل‌های حاصل از آنها با آرایه نیم شلومبرژه، پرداخته می‌شود. برای بررسی هر دایک، فواصل الکتروودی ثابت در نظر گرفته شده و برای پیمایش الکتروودها از روی دایک، چهار حالت مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB اعداد مناسب برای فاصله الکتروود جریان C_1 تا مرکز آرایه (L) و فاصله الکتروودهای پتانسیل تا مرکز آرایه (l) و عرض دایک (b) و ضریب بازتاب (k) انتخاب شده است. منحنی‌های $\left(\frac{\rho_a}{\rho_1}\right)$ بر حسب فاصله بین P_1 و P_2 تا مرکز دایک $\left(z = -\left(s - L + \frac{b}{2}\right)\right)$ ترسیم شده‌اند. در اینجا به ذکر دو مثال می‌پردازیم.

آشکارسازی دایکی با ضخامت ۲ متر با آرایه نیم شلومبرژه

دایکی با مشخصات ($b=2m$) و ($L=40m$) و ($l=5m$) در نظر گرفته و پیمایش با فاصله ۲ متری انجام گرفته است. فاصله مرکز آرایه تا مرکز دایک $z = -(s - 39)$ می‌باشد.

منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = 0.5$ و $k = 0.9$ در شکل (۱۰الف) نشان داده شده است و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (۱۰ب) نشان داده شده است.

بررسی دایک با پهناهای مختلف مشاهده شده است که هرچه پهنا دایک بیشتر باشد نقاطی که مرز دایک را مشخص می‌کنند واضحتر بوده و عرض دایک بهتر آشکارسازی می‌شود.

بررسی دایک قائم نازک با آرایه نیم شلومبرژه

در اینجا با آرایه نیم شلومبرژه به بررسی دایک قائم می‌پردازد. در این حالت الکتروود C_2 در فاصله بسیار دور در نظر گرفته شده است و در نتیجه فواصل الکتروودی بصورت $r_1=L-l$ و $r_3=L+l$ و $r_2=r_4=0$ می‌باشد. با استفاده از روابط (۲)، (۳)، (۴) و (۵) در چهار حالت مختلف چینش الکتروودی نسبت مقاومت ویژه ظاهری بر مقاومت ویژه محیط با توجه به رابطه (۱۸) محاسبه شده است.

$$\rho_a = 2\pi \left(\frac{L^2 - l^2}{2l} \right) \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (18)$$

حالت اول: سه الکتروود در محیط (۱)

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1 - \frac{k(L^2 - l^2)}{(2s - L)^2 - l^2} - k(1 - k^2) \left(\frac{L^2 - l^2}{2l} \right) \left[\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L + l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L - l} \right] \quad (19)$$

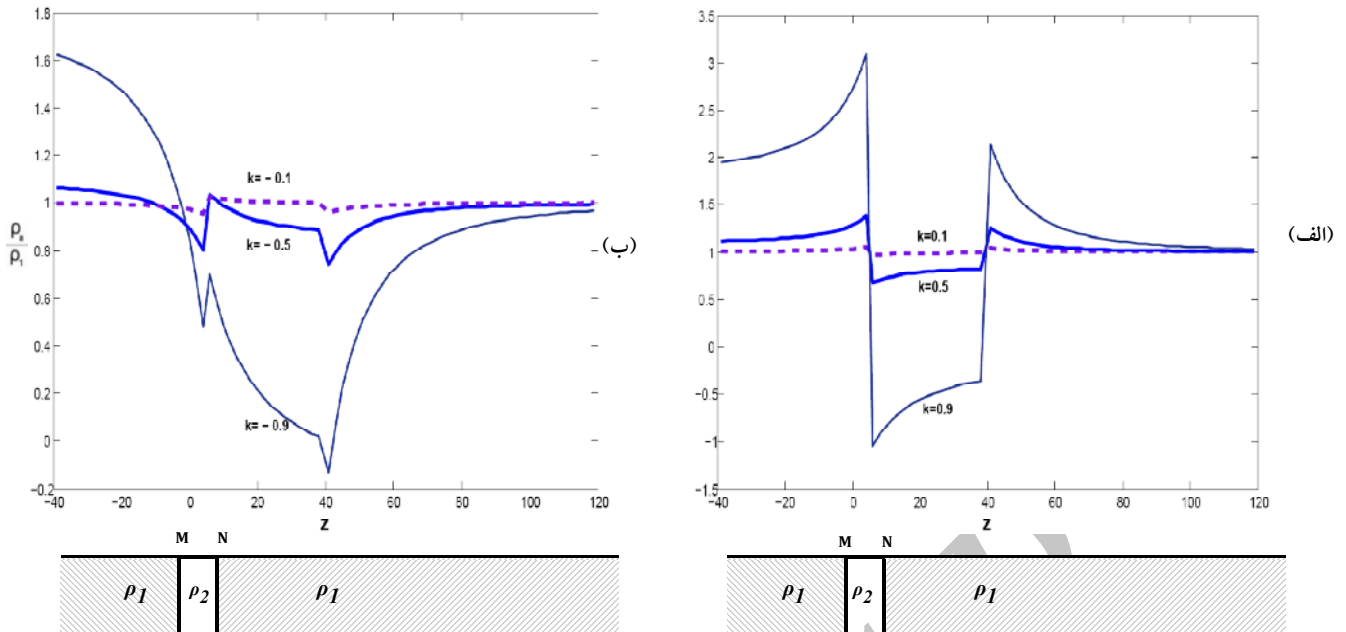
حالت دوم:

P_2 در محیط (۳) و بقیه الکتروودها در محیط (۱)

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \frac{L+l}{2l} + \frac{L^2 - l^2}{2l} \left[\frac{k}{2s - L + l} - (1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L + l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - L + l} \right) \right] \quad (20)$$

حالت سوم: P_1 و P_2 در محیط (۳) و C_1 در محیط (۱)

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = \left(\frac{L^2 - l^2}{2l} \right) (1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L - l} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + L + l} \right) \quad (21)$$



شکل ۱۰. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه نیم شلومبرژه بر روی دایکی با عرض ۲ متر الف: دایک مقاومت از محیط ب: محیط مقاومت از دایک

تلاقی هر یک از الکترودها با مرز دایک باعث افزایش یا کاهش ناگهانی مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ می‌شود و یک نقطه تیز در منحنی ایجاد می‌شود. در اینجا این افزایش و کاهش به طور نامتقارن بوده و اولین عکس‌العمل محل دایک را نشان می‌دهد، بی‌هنجاری دیگری در فاصله دورتر وجود دارد که باعث گمراه شدن می‌شود، مخصوصاً در حالتی که محیط مقاومت از دایک است (k منفی است)، بی‌هنجاری دوم واضحتر از بی‌هنجاری اول است.

ضریب بازتاب (k) بر روی منحنی‌ها اثرگذار است، بطوریکه با افزایش ضریب بازتاب، مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ افزایش یافته و منحنی‌ها تیزتر شده‌اند. با بررسی دایک‌ها با پهناهای مختلف مشاهده شده است که در تمام منحنی‌ها اولین عکس‌العمل که در منحنی ایجاد می‌شود، محل دایک را نشان می‌دهد و هر چه عرض دایک بیشتر باشد، عکس‌العمل بعدی در فاصله دورتر از دایک قرار می‌گیرد.

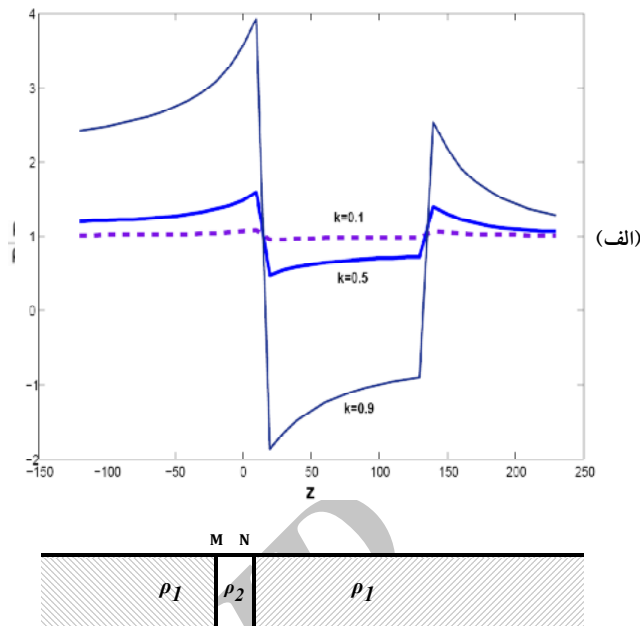
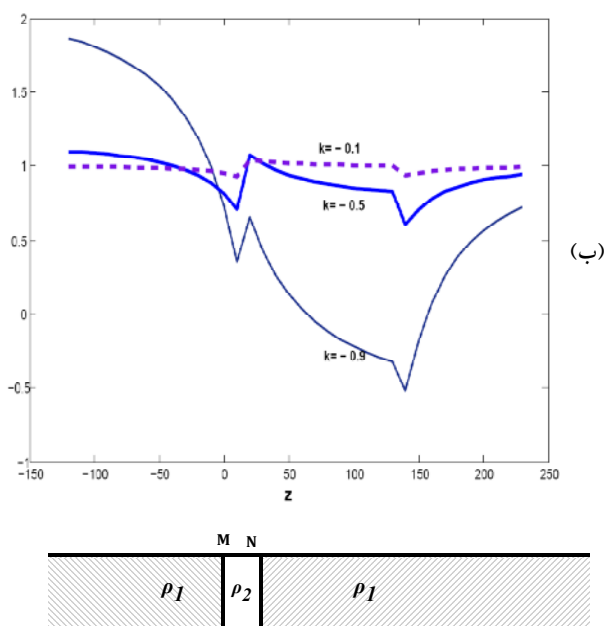
آشکارسازی دایکی با ضخامت ۱۰ متر با آرایه نیم شلومبرژه

در این حالت دایکی با مشخصات $(b=10m)$ و $(L=135m)$ و $(l=15m)$ در نظر گرفته شده است و پیمایش با فاصله‌های ۱۰ متری انجام شده است. فاصله مرکز آرایه تا مرکز دایک $z = -(s - 130)$ می‌باشد.

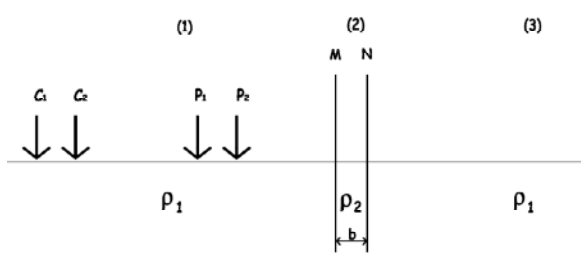
منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = 0.5$ و $k = 0.9$ در شکل (الف) نشان داده شده است و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = -0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (ب) نشان داده شده است.

تحلیل منحنی‌های حاصل از آرایه نیم شلومبرژه

در این قسمت به تحلیل منحنی‌هایی که از آرایه نیم شلومبرژه حاصل شده، پرداخته می‌شود. بطور کلی



شکل ۱۱. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه نیم شلومبرژه بر روی دایکی با عرض ۱۰ متر الف: دایک مقاومتر از محیط ب: محیط مقاومتر از دایک



شکل ۱۲. چینش الکترودهای دوقطبی - دوقطبی نسبت به دایک قائم

اختلاف پتانسیل بین الکترودهای پتانسیل بصورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \frac{I\rho_1}{2\pi} \left[\left(\frac{2}{(n+1)x} - \frac{1}{nx} - \frac{1}{(n+2)x} \right) \right. \\ &+ k \left(\frac{1}{2s - (n+1)x} - \frac{2}{2s - (n+2)x} \right. \\ &+ \left. \left. \frac{1}{2s - (n+3)x} \right) \right. \\ &- k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - (n+1)x} \right. \\ &- \left. \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - (n+2)x} \right. \\ &+ \left. \left. \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - (n+3)x} \right) \right] \end{aligned}$$

بررسی دایک قائم نازک با آرایه دوقطبی - دوقطبی

در این قسمت به بررسی دایک قائم با آرایه دوقطبی - دوقطبی پرداخته شده است. فاصله دو الکترودهای جریانی با دو الکترودهای پتانسیل با هم برابر و مساوی X و فاصله الکترودهای C₂ و P₁ برابر nx می‌باشد. فواصل الکترودهای بصورت r₁=r₄=(n+1)x و r₂=nx و r₃=(n+2)x می‌باشد و S - S' = r₁ - r₂ = r₃ - r₄ می‌باشد.

در این حالت اختلاف پتانسیل در سه حالت مختلف چینش الکترودهای محاسبه شده و نسبت مقاومت ویژه ظاهری بر مقاومت ویژه محیط اطراف باتوجه به رابطه زیر محاسبه گردیده است.

$$\rho_a = 2\pi \left(\frac{1}{\frac{2}{(n+1)x} - \frac{1}{nx} - \frac{1}{(n+2)x}} \right) \frac{\Delta V}{I} \quad (23)$$

حالت اول: چهار الکترودهای در محیط (۱)

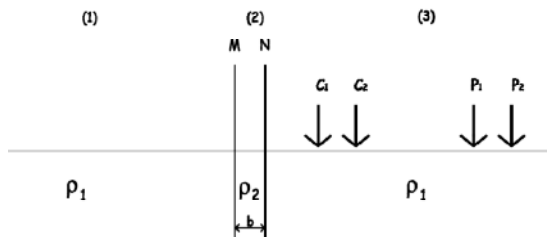
در این حالت فاصله الکترودهای C₁ تا سطح M، برابر S و فاصله الکترودهای C₂ تا سطح M، برابر S' در نظر گرفته شده است.

مقاومت ویژه ظاهری نیز از رابطه (۲۳) بدست می آید.

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1 + \frac{1}{\frac{2}{(n+1)x} - \frac{1}{nx} - \frac{1}{(n+2)x}} (1 - k^2) \left[\sum_{m=0}^{\infty} \frac{2k^{2m}}{2mb + (n+1)x} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + nx} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + (n+2)x} \right] \quad (27)$$

حالت سوم: چهار الکتروود در محیط (۳)

در این حالت فاصله C_1 تا سطح M برابر S و فاصله C_2 تا سطح M برابر S' در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۴. چینش الکتروودهای دوقطبی - دوقطبی نسبت به دایک قائم

اختلاف پتانسیل بین دو الکتروود پتانسیل بصورت زیر می باشد.

$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left[\left(\frac{2}{(n+1)x} - \frac{1}{nx} - \frac{1}{(n+2)x} \right) + k \left(\frac{1}{-2b - 2s + (n+1)x} - \frac{1}{-2b - 2s + (n+2)x} + \frac{1}{-2b - 2s + (n+3)x} \right) - k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + (n+1)x} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2k^{2m}}{2mb - 2s + (n+2)x} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s - (n+3)x} \right) \right] \quad (28)$$

(۲۴)

و در نهایت با قرار دادن اختلاف پتانسیل در رابطه

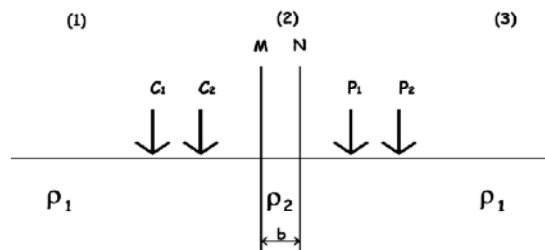
(۲۳) و ساده کردن آن عبارت زیر بدست می آید:

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1 + \frac{1}{\frac{2}{(n+1)x} - \frac{1}{nx} - \frac{1}{(n+2)x}} \left[k \left(\frac{1}{2s - (n+1)x} - \frac{1}{2s - (n+2)x} + \frac{1}{2s - (n+3)x} \right) - k(1 - k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - (n+1)x} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - (n+2)x} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2(m+1)b + 2s - (n+3)x} \right) \right] \quad (25)$$

حالت دوم: الکتروودهای پتانسیل در محیط (۳) و

الکتروودهای جریان در محیط (۱)

در این حالت فاصله C_1 تا سطح M برابر S و فاصله C_2 تا سطح M برابر S' در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۳. چینش الکتروودهای دوقطبی - دوقطبی نسبت به دایک قائم

اختلاف پتانسیل بین الکتروودهای پتانسیل بصورت زیر

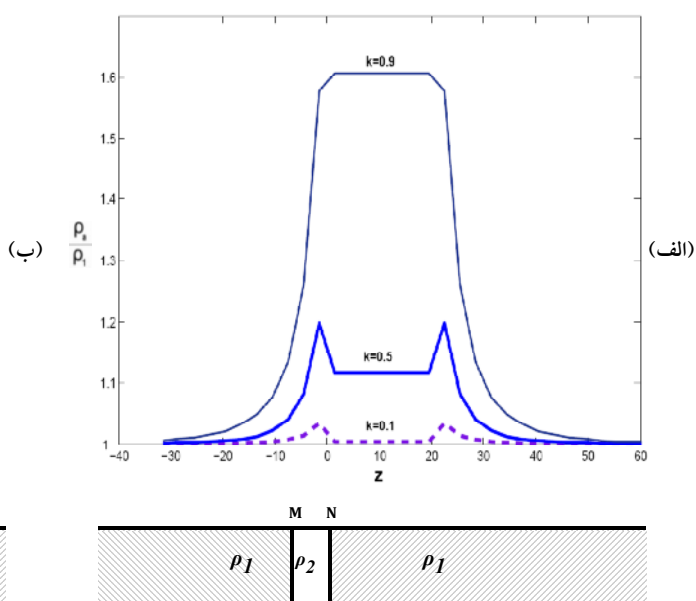
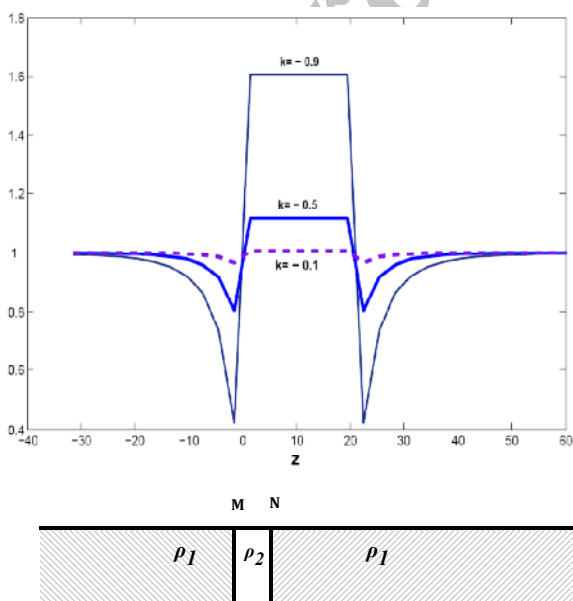
می باشد:

$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{2\pi} (1 - k^2) \left[\sum_{m=0}^{\infty} \frac{2k^{2m}}{2mb + (n+1)x} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + nx} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb + (n+2)x} \right] \quad (26)$$

بازتاب (k) جایگذاری شده و محدوده‌های مناسب برای مقادیر مختلف S برای سه حالت وضعیت الکترودها انتخاب شده و در نهایت براساس برنامه فوق به آشکارسازی دایک پرداخته شده است. منحنی‌ها $(\frac{\rho_a}{\rho_1})$ بر حسب فاصله وسط P_1 و P_2 تا مرکز دایک $(z = -(s - nx - \frac{3x}{2} + \frac{b}{2}))$ ترسیم شده‌اند. در اینجا به ذکر چند مثال می‌پردازیم.

آشکارسازی دایکی با ضخامت ۲ متر با آرایهٔ دوقطبی - دوقطبی

در این حالت دایکی با مشخصات $(b=2m)$ و $(x=1m)$ و $(n=20m)$ در نظر گرفته شده و پیمایش با فاصله ۳ متری انجام گرفته است. فاصله وسط دو الکترودها پتانسیل تا مرکز دایک $(z = -(s - 20.5))$ می‌باشد. منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = 0.5$ و $k = 0.9$ در شکل (الف.۱۵) نشان داده شده است و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = -0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (ب.۱۵) نشان داده شده است.



شکل ۱۵. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه دوقطبی-دوقطبی بر روی دایکی با عرض ۲ متر الف: دایک مقاومت از محیط ب: محیط مقاومت از دایک

و در نهایت با قرار دادن اختلاف پتانسیل در رابطه (۲۳) و ساده کردن آن عبارت زیر حاصل می‌گردد:

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1 + \frac{1}{\frac{2}{(n+1)x} - \frac{1}{nx} - \frac{1}{(n+2)x}} \left[k \left(\frac{1}{-2b - 2s + (n+1)x} - \frac{1}{-2b - 2s + (n+2)x} + \frac{1}{-2b - 2s + (n+3)x} \right) - k(1-k^2) \left(\sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + (n+1)x} - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + (n+2)x} + \sum_{m=0}^{\infty} \frac{k^{2m}}{2mb - 2s + (n+3)x} \right) \right] \quad (29)$$

آشکارسازی دایک با آرایه دوقطبی - دوقطبی

در این قسمت به بررسی دایک با ضخامت‌های متفاوت و پروفیل‌های حاصل از آنها با آرایه دوقطبی - دوقطبی، پرداخته شده است. برای بررسی هر دایک، فواصل الکترودها ثابت در نظر گرفته شده و برای پیمایش الکترودها از روی دایک، سه حالت مختلف که در بالا بحث کردیم مورد بررسی قرار گرفته است. در برنامه نوشته شده اعداد مناسب برای فاصله دو الکترودها جریان و همچنین فاصله دو الکترودها پتانسیل (x)، ضریب جفت الکترودهای داخلی (n)، عرض دایک (b) و ضریب

افزایش یا کاهش ناگهانی مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ شده و یک نقطه تیز در منحنی ایجاد می‌شود. با توجه به منحنی‌ها دو عکس‌العمل در منحنی دیده می‌شود که در نقطه اول دایک آشکارسازی شده است ولی عکس‌العمل در نقطه دوم گمراه کننده است.

ضریب بازتاب (k) بر روی منحنی‌ها اثرگذار است، بطوریکه با افزایش ضریب بازتاب، افزایش مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ مشاهده شده است و منحنی‌ها تیزتر شده‌اند. این افزایش در حالتی که ضریب بازتاب مثبت است بیشتر از حالتی است که ضریب بازتاب منفی است.

با بررسی دایک‌ها با پهناهای مختلف مشاهده شده است که هر چه دایک باریکتر باشد فاصله دو بی‌هنجاری بر روی منحنی کم شده و در دایک پهن‌تر فاصله دو بی‌هنجاری زیاد شده و باعث گمراهی می‌شود.

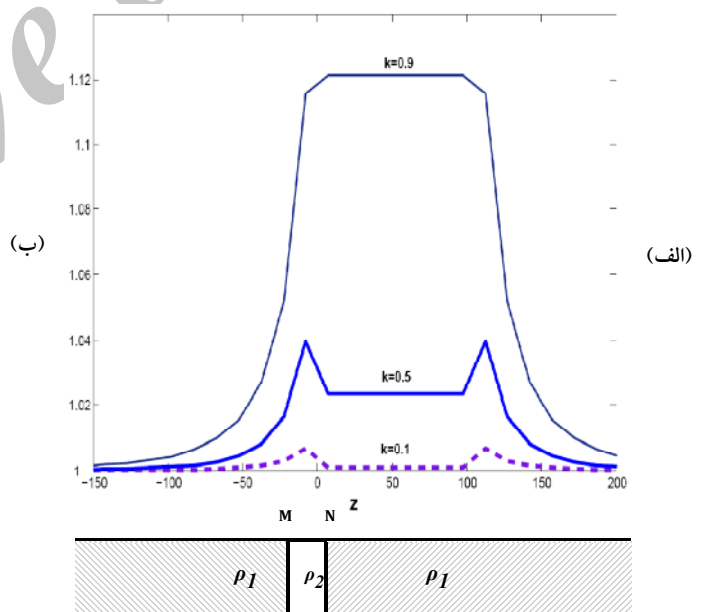
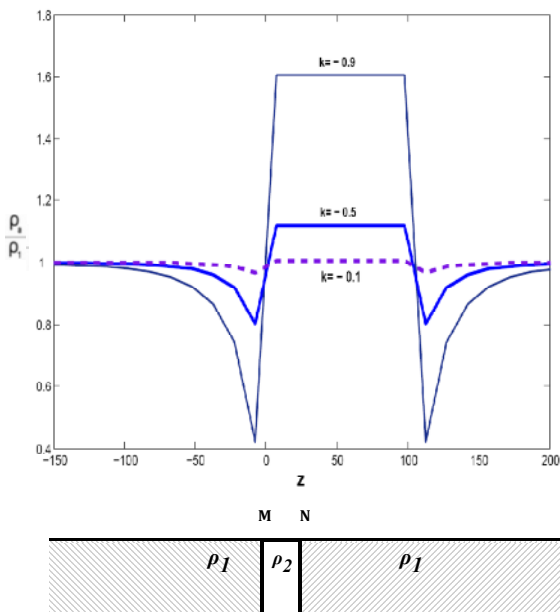
آشکارسازی دایکی با ضخامت ۱۰ متر با آرایه دوقطبی - دوقطبی

در این حالت دایک دیگری با مشخصات ($b=10m$) و ($x=5m$) و ($n=20m$) در نظر گرفته شده و پیمایش با فاصله ۱۵ متری انجام گرفته است. فاصله وسط دو الکتروود پتانسیل تا مرکز دایک $z = -(s - 102.5)$ می‌باشد.

منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = 0.1$ و $k = 0.5$ و $k = 0.9$ در شکل (الف) نشان داده شده است و منحنی‌های حاصل از ضرایب $k = -0.1$ و $k = -0.5$ و $k = -0.9$ در شکل (ب) نشان داده شده است.

تحلیل منحنی‌های حاصل از آرایه دوقطبی - دوقطبی

در این قسمت به تحلیل منحنی‌هایی که از آرایه دوقطبی - دوقطبی حاصل شده، پرداخته می‌شود. بطور کلی تلاقی هر یک از الکتروودها با مرز دایک باعث



شکل ۱۶. پروفیل حاصل از پیمایش آرایه دوقطبی-دوقطبی بر روی دایکی با عرض ۱۰ متر الف: دایک مقاومت از محیط ب: محیط مقاومت از دایک

نتیجه گیری

۱- با پروفیل زنی با آرایه‌های ونر، شلومبرژه، نیم‌شلومبرژه و دوقطبی-دوقطبی محل دایک با دقت مناسبی قابل تعیین است که در آرایه ونر مرکز دایک و در آرایه شلومبرژه مرزهای دایک با دقت بالایی آشکارسازی می‌شود و در حالت نیم شلومبرژه و دوقطبی-دوقطبی محل دایک با درصد خطای کم آشکارسازی می‌شود.

۲- تلاقی هر یک از الکترودها با مرز دایک باعث افزایش یا کاهش ناگهانی مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ می‌شود و یک نقطه تیز در منحنی ایجاد می‌شود که مقدار دامنه آن بسته به ضرایب بازتاب مختلف می‌باشد. با استفاده از آرایه نیم‌شلومبرژه افزایش و کاهش مقدار $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ ، به صورت محسوس تری قابل مشاهده است.

۳- ضریب بازتاب (k) به صورت قابل ملاحظه‌ای بر روی منحنی‌ها تاثیر می‌گذارد بطوریکه با افزایش ضریب بازتاب، آشکارسازی دایک واضح تر می‌شود. تاثیر افزایش ضریب بازتاب در محل آشکارسازی دایک در حالتی که دایک مقاومتر از محیط است (ضریب بازتاب مثبت) بیشتر از حالتی است که محیط مقاومتر از دایک است (ضریب بازتاب منفی).

۴- با بررسی دایک با پهناهای متفاوت مشاهده شد که هرچه پهنا دایک بیشتر باشد، دایک در دامنه بیشتری بر روی منحنی‌ها عکس‌العمل نشان می‌دهد. در بررسی دایک با آرایه شلومبرژه، هرچه پهنا دایک بیشتر باشد، مرزهای دایک با دقت بیشتری آشکارسازی می‌شود و در حالت نیم شلومبرژه و دوقطبی - دوقطبی که دارای دو نقطه بی‌هنجار می‌باشد، با افزایش پهنا دایک فاصله این نقاط از یکدیگر زیاد شده و بی‌هنجاری دوم باعث گمراه شدن می‌شود و در فاصله دورتر از دایک انتظار وجود ناپیوستگی دیگری می‌رود.

منابع

- Griffiths, D.H. and King, R.F., 1986, Applied Geophysics for Geologists and Engineers, Pergamon Press Oxford.
- Parasnis, D.S., 1986, Principles of Applied Geophysics, Chapman and Hall.
- Reynolds, H. and John M., 1997, An introduction to applied and environmental Geophysics, John Wiley and Sons
- Telford, W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E., 1989, Applied Geophysics, Cambridge University Press.