

«عملیات و پژوهشهای ژئوفیزیکی در اکتشاف منابع ذغال سنگ کرمان»

نوشته

عبدالرحیم جواهریان

شرکت سهامی خاص ذغال سنگ کرمان

چکیده:

ناحیه مورد مطالعه که بررسی نتایج عملیات ژئوفیزیکی انجام شده در آن موضوع این بحث را تشکیل می‌دهد سنکلین کرمان است که حدود 700 کیلومترمربع وسعت داشته و موقعیت آن نسبت به شهر کرمان در تصویر I آورده شده است.

رسوبات ذغالدار این سنکلین که اکتشافات تفصیلی بمنظور شناخت آنها صورت می‌گیرد مربوط به تریاس فوقانی و ژوراسیک تحتانی و میانی بوده و از لایه‌های **Coal , Siltstone , Shale , Sandstone** , **Limestone** تشکیل شده است.

در اکتشاف منابع ذغالسنگ کرمان ، علاوه بر حفر ترانشه‌ها و تونلهای اکتشافی گمانه‌های بسیار حفر گردیده که در آنها عملیات ژئوفیزیکی شامل رویه‌های مختلف **Well Logging** انجام گرفته است .

عملیات **Well Logging** جهت تکمیل اطلاعات زمین شناسی عمقی بمنظور تعیین ستون لیتولوژی مقاطع حفاریها بخصوص لایه‌های ذغال از نظر ضخامت ، ساختمان ، عمق ، درجه حرارت و همچنین زونهای خرد شده و لایه‌های آبدار انجام گرفته است .

با استفاده از دیاگرامهای ژئوفیزیکی و اطلاعات زمین شناسی هر منطقه ، نقشه‌های کراسیون لایه‌های ذغال مقاطع حفاریها تهیه شده است .

با مطالعه بیش از 2000 نمونه آزمایشگاهی و دیاگرامهای ژئوفیزیکی ثبت شده در 150,000 متر حفاری در مناطق ذغالخیز کرمان ، دیاگرامهایی تنظیم شده که بکمک آنها میتوان درصد خاکستر ،

درجه متامورف ذغالسنگها و خواص فیزیکومکانیکی لایه های مجاور آنها را در مناطق در حال اکتشاف تعیین نمود.



شکل ۱

عملیات و پژوهشهای ژئوفیزیکی در سنگلین کرمان در چهار قسمت بشرح زیر مورد بررسی قرار گرفته میشود.

- I - روشهای اندازه گیری.
- II - خواص فیزیکی سنگها که در اندازه گیریها مؤثرند.
- III - تجزیه و تحلیل دیاگرامهای Well Logging
- IV - استفاده از دیاگرامهای ژئوفیزیکی در تعیین درصد خاکستر، بدرجه متامورفیسیم و کیفیت تکنولوژی ذغالسنگها و خواص فیزیکومکانیکی لایه های مجاور آنها.

I - روشهای اندازه گیری

روشهای ژئوفیزیکی که در حفاری های مناطق ذغالخیز کرمان بکار رفته بشرح زیر است :

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| | 1) Lateral |
| | 2) Normal |
| Electrical Logs | 3) Laterolog |
| | 4) Laterolog - Gradient |
| | 5) Resistivity Log |
| Radiometry Logs | 6) Gamma - Ray Log |
| | 7) Gamma - Gamma Log |
| | 8) Temperature Log |
| | 9) Caliper Log |
| | 10) Inclinometry |
| | 11) Sampling |

در رویه های الکتریکی دستگاههای اندازه گیر دارای الکترودری بوده که فرستنده ها و گیرنده های دستگاه را تشکیل میدهند .

دستگاههای **Gradient - Laterolog, Laterolog, Normal, Lateral** تحت تأثیر مقاومت مخصوص الکتریکی لایه ها واقع میشوند .

در **Resistivity Log** زونهای خردشده که از طریق آنها محلول حفاری نشت کرده و بهدر میرود و همچنین لایه های آبدی بطور کامل مشخص میگرددند .

در **Radiometry Logs** با استفاده از اشعه گامائی که به کنتورهای سنتیلاسیون میرساند رادیواکتیویته طبیعی و وزن مخصوص نسبی لایه ها اندازه گیری میشوند .

در **Temperature Log** با ثبت درجه حرارت محلول درون گمانه گرادینت ژئوترمی در آن محل تعیین میشود .

در **Caliper Log** قطر چاه در مقابل تمام لایه ها بطور پیوسته ثبت میگردد .

در **Inclinometry** انحراف و آزیموت محور گمانه اندازه گیری میشود .

در **Sampling** بکمک دستگاه نمونه گیر ژئوفیزیکی از لایه های ذغالداریکه درصد کرن گیری از آنها کافی نباشد بقواصل ده سانتیمتری از یکدیگر نمونه جهت تعیین درصد خاکستر لایه ذغال انتخاب میشود .

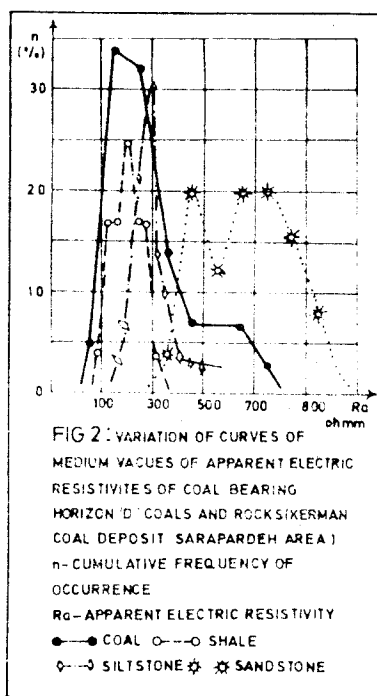
II - خواص فیزیکی سنگها که در اندازه گیریها مؤثرند.

تغییرات مقاومت مخصوص الکتریکی، رادیواکتیویته طبیعی، وزن مخصوص و قابلیت هدایت حرارت

سنگها اساس اندازه گیریهای ژئوفیزیکی را در حفاریهای سنگین ذغالدار کرمان تشکیل میدهد که بترتیب مورد مطالعه قرار گرفته میشوند .

—مقاومت مخصوص الکتریکی

مقاومت * مخصوص الکتریکی سنگها در مقیاس وسیعی از اجزاء اهم متر تا هزاران اهم متر تغییر میکند، این تغییر زیاد امکان مطالعه آنها را از روی مقاومت الکتریکیشان تأمین مینماید. با استفاده از دستگاههای Normal , Lateral در حفاریها مقاومت مخصوص الکتریکی ظاهری لایه ها (Ra) تعیین میشود. در تصویر ۲ تغییرات (Ra) رسوبات ذغالدار زون D یکی از مناطق اکتشاف شده کرمان را نشان میدهد .



از این تصویر نتیجه گرفته میشود که مقاومت مخصوص الکتریکی لایه های Sandstone زیاد Siltstone متوسط Shale کم و Coal بین Siltstone, Shale تغییر میکند.

(این اختلاف زیاد در مقاومت مخصوص الکتریکی لایه ها ویژگی کاربرد روشهای Gradient - Laterolog Laterolog, Normal, Lateral را در تفکیک برخی از لایه های رسوبات ذغالدار کرمان از یکدیگر میرساند).

* مقاومت مخصوص الکتریکی هر سنگ به نوع محلولهای موجود در خلل و فرج آن از نظر ترکیب شیمیایی، غلظت، درجه حرارت و همچنین به مقاومت مخصوص الکتریکی مینرالهای مشکل سنگ، مقدار، اندازه و شکل آنها، ساخت و بافت سنگ بستگی دارد.

در تصویر ۳ ارتباط* بین R_t و R_a که از طریق ثبت دیاگرامهای Normal , Lateral با فواصل الکتردی مختلف حاصل شده دیده میشود .

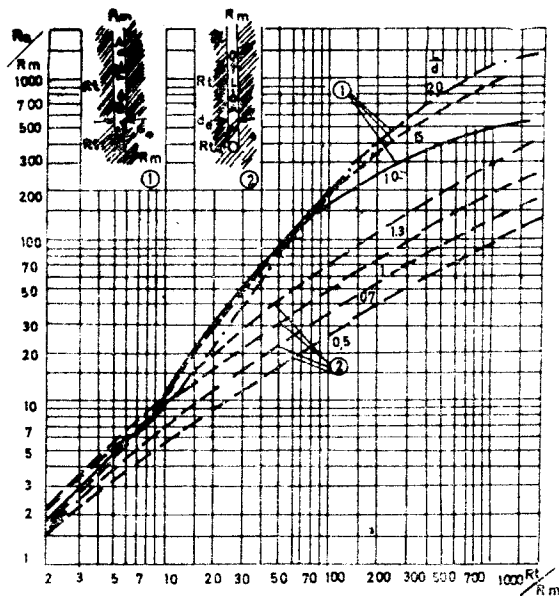


FIG3: DEPENDENCE OF APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY ON TRUE ELECTRIC RESISTIVITY WITH DIFFERENT VALUES OF ELECTRIC RESISTIVITY OF DRILLING MUD AND RATIO OF SONDE LENGTH TO BOREHOLE DIAMETER
 1 - LATERAL DEVICE : A 195 M 0,1 N.
 2 - NORMAL DEVICE : N 195 M 0,1 A.
 R_a - APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY,
 R_t - TRUE ELECTRIC RESISTIVITY,
 R_m - MUD RESISTIVITY,
 $\frac{L}{d_0}$ - RATIO OF SONDE LENGTH TO BOREHOLE DIAMETER.

جهت حذف اثر مقاومت مخصوص محلول حفاری « R_m » در تنظیم این تصویر از نسبتهای

$$\frac{R_a}{R_m} \text{ و } \frac{R_t}{R_m} \text{ استفاده شده است.}$$

در رسوبات ذغالدار زون D کرمان برای لایه‌هایی که قابلیت نفوذشان کم بوده و نسبتاً ضخیم

هستند ($D/d \leq 2, h \geq 3L$) با در نظر گرفتن اینکه $R_m \geq 30 \text{ ohm.m}$ بوده وابستگی بین R_t و R_a

از طریق دیاگرامهای Lateral بصورت $R_t = R_a(0.7 \pm 0.1)$ تأیید شده است .

—راديو اکتیویته طبیعی

در تصویر ۴ تغییرات راديو اکتیویته رسوبات ذغالدار یکی از مناطق اکتشاف شده کرمان آورده

شده، با بررسی آن نتیجه گرفته میشود که راديو اکتیویته لایه‌های Shale حداکثر ولایه‌های ذغال

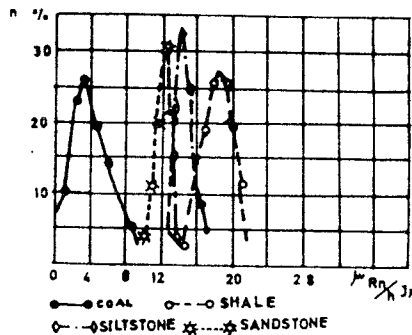
* ارتباط بین R_t , R_a به قطر چاه «d» ، عمق ناحیه آغشته «D» ، فواصل بین الکتردها ، طول سوند

«L» ، مقاومت مخصوص محلول حفاری « R_m » بستگی دارد .

حداقل است (راديو اکتیویته رسوبات ذغالدار کرمان مربوط به ایزوتوپ K^{19}_{40} است که در کانیهای رسی وجود دارد).

در رسوبات ذغالدار کرمان اکثراً لایه های Shale همبر ذغالسنگها هستند و بعلت اختلاف زیاد بین شدت راديو اکتیویته آنها رویه Gamma-Ray اهمیت بسزائی در تعیین لایه های ذغال از نظر ضخامت، ساختمان و عمق دارد.

بر روی دیاگرام Gamma-Ray در رسوبات ذغالدار سنکلین کرمان ماسه سنگهای خیلسی تمیز ولایه های آهکی مانند ذغالسنگها و برش گسلهائی که از مواد رسی تشکیل شده مانند لایه های Shale نمایان میشوند.



VARIATION OF CURVES OF MEDIUM VALUES OF GAMMA RADIATIONS OF COAL BEARING HORIZON «D» COALS AND ROCKS (KERMAN COAL DEPOSIT HASHYUNI AREA).

n - CUMULATIVE FREQUENCY OF OCCURRENCE

FIG 4

— وزن مخصوص

تصویر تغییرات وزن مخصوص رسوبات یکی از مناطق ذغالخیز کرمان را که از نتایج آزمایشگاهی حاصل شده نشان میدهد.

بعلت تغییر زیاد وزن مخصوص لایه های رسوبی مناطق ذغالخیز کرمان رویه Gamma-Gamma اهمیت بسزائی در تفکیک لایه های مختلف از یکدیگر دارد.

در رسوبات ذغالدار کرمان گسلها وزونهای خرد شده بدلیل کم بودن وزن مخصوصشان همانند لایه های ذغال در روی دیاگرام Gamma-Gamma نمایان میشوند.

— درجه حرارت

یکی از پارامترهای مهم در طراحی کارگاههای استخراج، درجه حرارت لایه مورد نظر بمنظور محاسبه تهویه لازم جهت کارگاههای معدنی میباشد، بدین جهت برداشتهای ترمومتری در کدیه حفاریهای

* عنصر ناپایدار K^{40}_{19} با انتشار اشعه β به عناصر ثابت Ca^{40}_{20} و Ar^{40}_{18} تبدیل شده و اشعه γ از خود ساطع مینماید، نیمه عمر این تبدیل در مورد Ca^{40}_{20} $1,19 \times 10^{10}$ سال و در مورد Ar^{40}_{18} $1,47 \times 10^9$ سال است.

عمیق تر از 300m در سنکلین کرمان انجام گرفته است .

ثبت دیاگرامهای ترمومتری در حفاریهای کرمان آنچنان انجام گرفته که حداکثر اختلاف بین - درجه حرارت محلول درون گمانه و سنگها کمتر از 0.3°C باشد (جهت نیل باین هدف ثبت درجه حرارت پس از $16^* - 12$ ساعت که محلول حفاری بحالت آزاد بوده انجام گرفته است).
مطالعات ژئوترمی در رسوبات ذغالدار کرمان نشان داده است که گرادیانت ژئوترمی بین $1/2 - 2/2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ تغییر میکند.

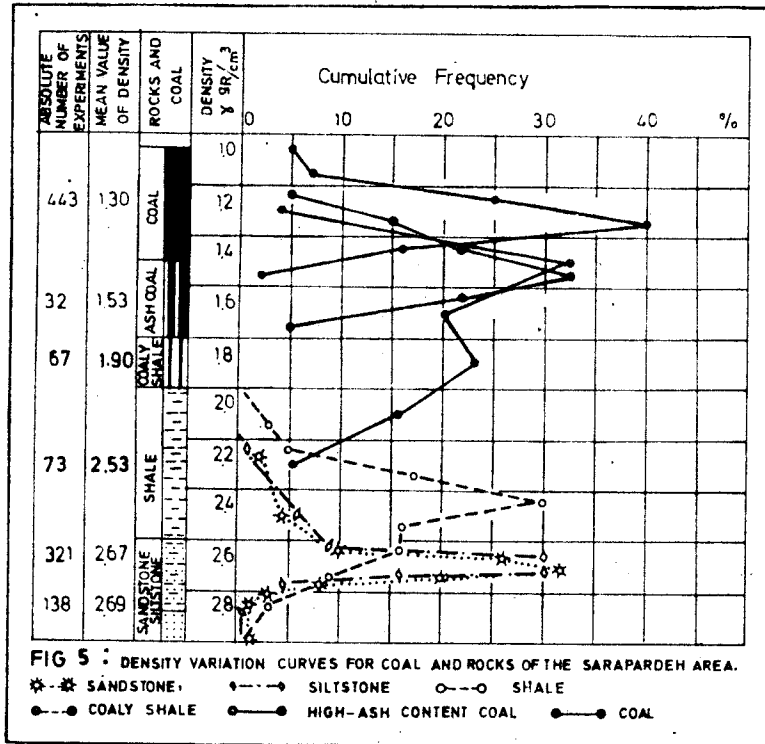


FIG 5 : DENSITY VARIATION CURVES FOR COAL AND ROCKS OF THE SARAPARDEH AREA.

●---● SANDSTONE, ---○--- SILTSTONE, ○---○ SHALE
●---● COALY SHALE, ●---● HIGH-ASH CONTENT COAL, ●---● COAL

تصویر ۶ تغییرات درجه حرارت رسوبات یکی از مناطق ذغالخیز کرمان را با عمق نشان میدهد .
از این تصویر نتیجه گرفته میشود که متوسط گرادیانت ژئوترمی در این منطقه $1,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ است .

تصویر ۷ یک پروفیل عرضی از یکی از مناطق ذغالخیز کرمان را نشان میدهد که بر روی آن تصویر قائم پنج حفاری دیده میشود .

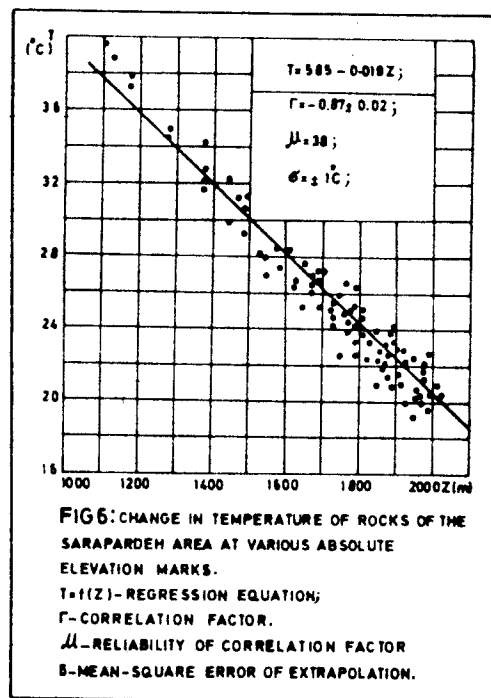
خطوط ایزوترم، مناطق شکستگی، گسلها و لایه های ذغال بر روی این پروفیل ترسیم گشته اند، همچنین گرادیانت ژئوترمی و درجه حرارت در هر صد متر در امتداد محور حفاریها نوشته شده است .

* این ارقام از رابطه $\Delta T = \Delta T_0 \cdot (1 - e^{-\frac{d}{16at}})$ حاصل شده است ، در این رابطه ΔT_0 ، اختلاف نهائی و ابتدائی درجه حرارت لایه ها با محلول درون چاه ، d قطر چاه ، a قابلیت هدایت حرارتی سنگها و t مدت زمانی که محلول درون چاه بحالت آزاد بوده است .

بامطالعه این پروفیل و پروفیل‌های دیگر نتیجه‌گیری شده است که گرادیانت ژئوترمی در اطراف گسلها افزایش زیادی مینماید (در این پروفیل در حفاری شماره 29 در حوالی گسلها، گرادیانت ژئوترمی به $2.9^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ در حفاریهای 8 و 37 به $2.8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ میرسد) که این امر کمک شایانی به شناخت گسلها در حفاریهای مناطق ذغالخیز کرمان مینماید.

III - تجزیه و تحلیل دیاگرامهای Well Logging

بمنظور تکمیل ستون زمین شناسی حفاریها و تعیین محل گسلها لایه‌های آبدار در رسوبات ذغالدار سنکلیین کرمان مطابق تصویر 8 دیاگرامها $\text{Gamma-Ray, Normal, Lateral, Resistivity, Temperature, Caliper, Gamma-Gamma}$ در مقیاس عمقی I:200 ثبت شده‌اند.



در این تصویر دیاگرامهای ذکر شده بااستثنای **Resistivity** در مقابل قسمتی از لایه‌های یکی از حفاریهای منطقه خمروود آورده شده است :

مطالعه دیاگرامهای ژئوفیزیکی در رسوبات ذغالخیز کرمان نشان داده است که:

لایه‌های **Sandstone** دارای مقاومت مخصوص الکتریکی زیاد، رادیواکتیویته کم تا متوسط و وزن مخصوص زیاد

لایه‌های **Siltstone** دارای مقاومت مخصوص الکتریکی متوسط، رادیواکتیویته متوسط و وزن مخصوص زیاد

لایه‌های **Shale** دارای مقاومت مخصوص الکتریکی کم تا متوسط، رادیواکتیویته زیاد و وزن مخصوص متوسط

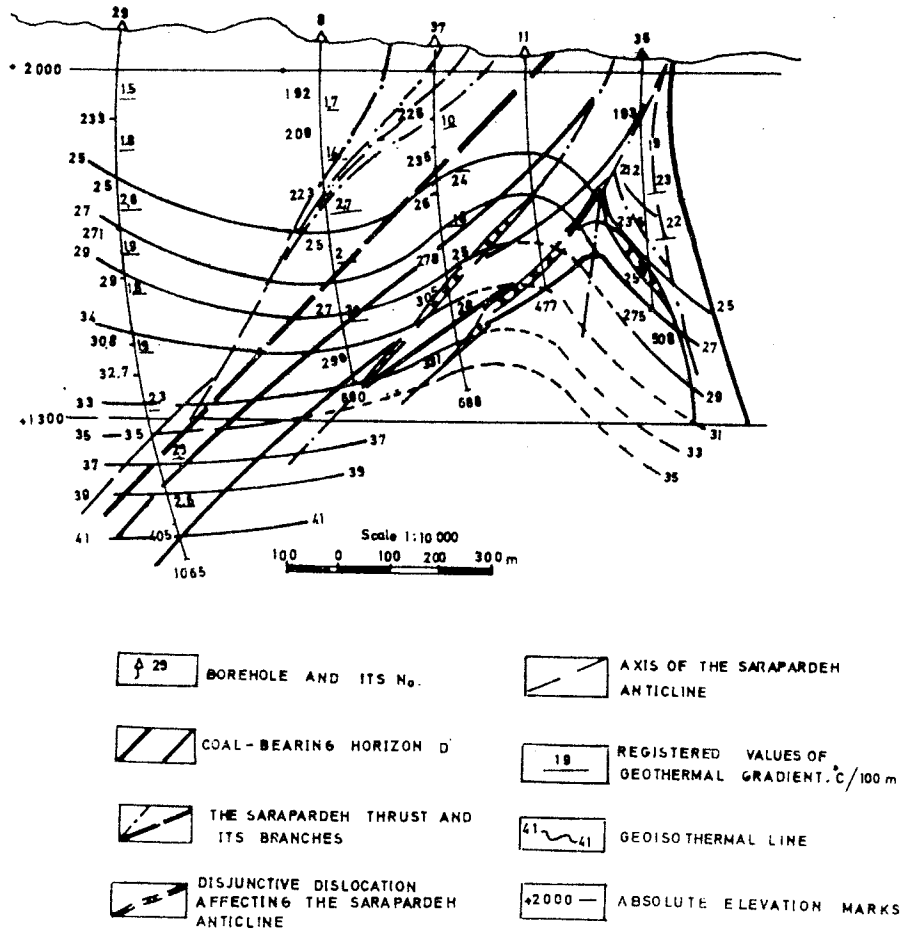


FIG 7 :

لایه‌های Coal دارای مقاومت مخصوص الکتریکی کم تا متوسط، رادیواکتیویته کم تا متوسط و وزن مخصوص کم

لایه‌های Limestone دارای مقاومت مخصوص الکتریکی زیاد، رادیواکتیویته کم و وزن مخصوص زیاد و مناطق گسیلده وزونهای خرد شده مقاومت مخصوص الکتریکی کم، رادیواکتیویته زیاد و وزن مخصوص متوسط هستند جهت مشخص نمودن لایه‌های ذغال از نظر ضخامت، ساختمان و عمق در- رسوبات ذغالدار سنکالین کرمان مطابق تصویر (ه) دیاگرامهای - Laterlog, Gamma-Gamma, Gamma-Ray, Caliper, Gradient - Laterolog در مقیاس عمقی 1:50 ثبت شده‌اند.

در این تصویر دیاگرامهای مذکور در مقابل قسمتی از لایه‌های یکی از حفاریهای منطقه خمروند آورده شده است.

همانطور که در این تصویر دیده میشود از لایه‌های ذغالی که درصد کرن گیری از آنها کافی نبوده یا ساختمان و ضخامت آنها از طریق حفاری و ژئوفیزیک اختلاف زیاد داشته باشد با استفاده از دستگاه نمونه-گیر، بفواصل ده سانتیمتری از یکدیگر نمونه گیری میشود.

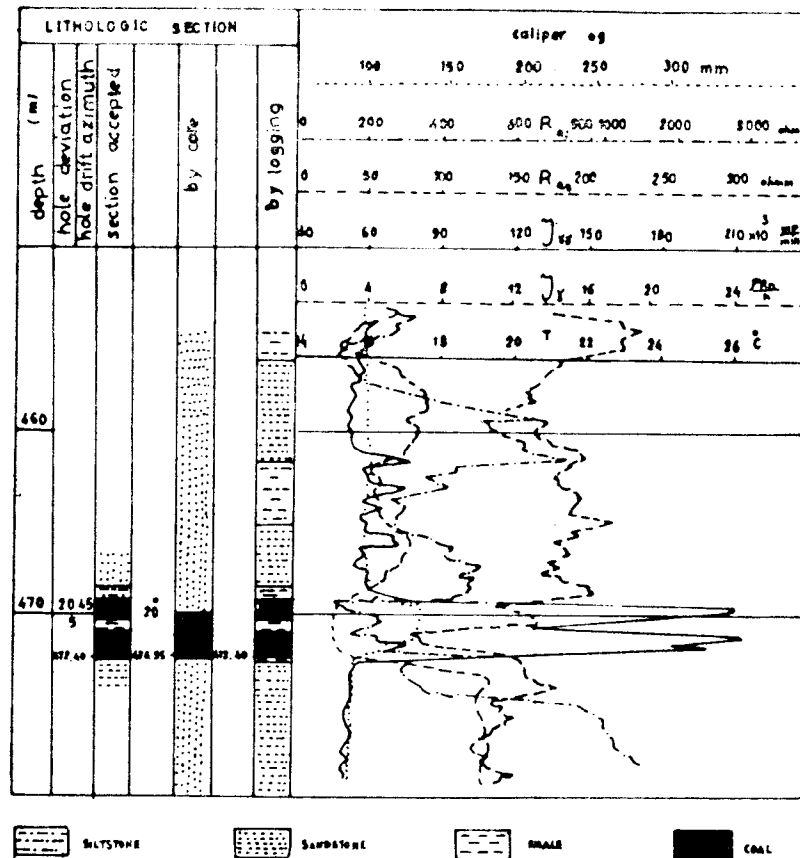


FIG. 8: COMPLEX OF GEOPHYSICAL METHODS OF COAL BOREHOLES INVESTIGATIONS USED IN SEARCHING

IV - تعیین درصد خاکستر ، درجه متامورفیسم و کیفیت تکنولوژی لایه‌های ذغال و خواص

فیزیکومکانیکی لایه‌های مجاور آنها از طریق دیاگرامهای ژئوفیزیکی .

IV - I - تعیین درصد خاکستر لایه‌های ذغال از طریق دیاگرام‌های ژئوفیزیکی تجزیه شیمیائی

بمنظور شناخت کیفی و کمی خاکستر ذغالسنگها بر روی کلیه نمونه‌های حاصل از حفاریها در رسوبات ذغالدار کرمان انجام میگردد .

بعلت شکننده بودن لایه‌های ذغالی رسوبات کرمان گاهی اوقات در صد کرن گیری از آنها

آنچنان کم است که کافی جهت سنجشهای آزمایشگاهی نمیشود، در اینحالات، مدارک حاصل از Well Logging یگانه منابعی هستند که میتوانند مورد استفاده واقع شوند .

جهت تعیین درصد خاکستر لایه‌های ذغال از طریق ژئوفیزیک دیاگرامهای Gamma - Gamma،

Gamma - Ray مربوط به حفاریهای مناطق اکتشاف شده کرمان مورد مطالعه قرار گرفته و با استفاده از نتایج آزمایشگاهی دیاگرامهایی تهیه شده که بکمک آنها میتوان درصد خاکستر لایه‌های ذغال را از طریق ژئوفیزیک مشخص نمود که بترتیب مورد مطالعه قرار گرفته میشوند .

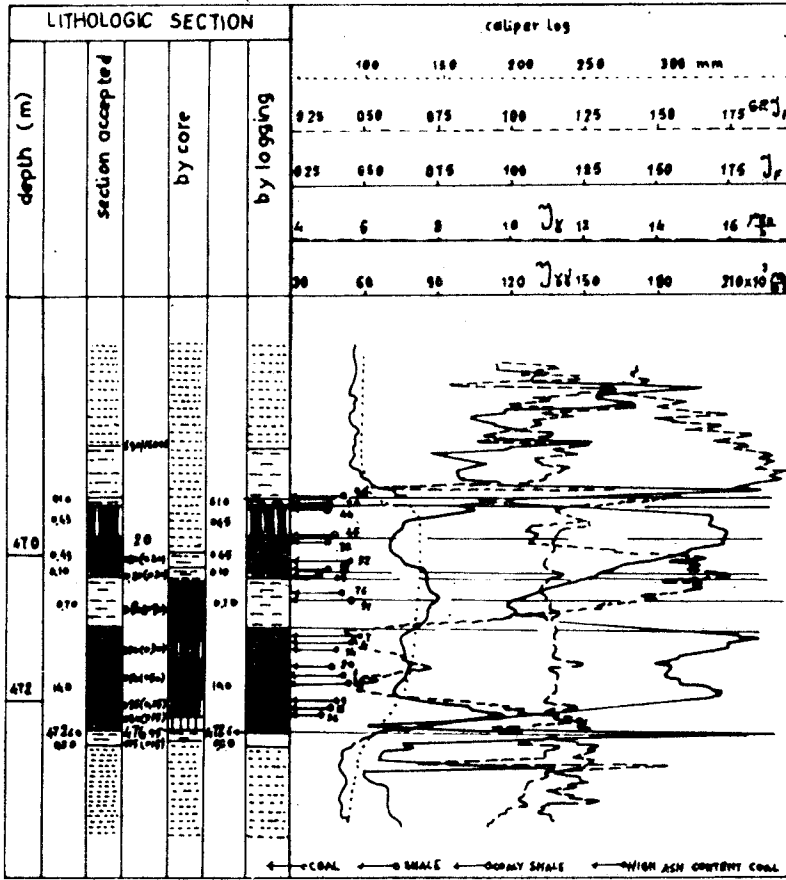
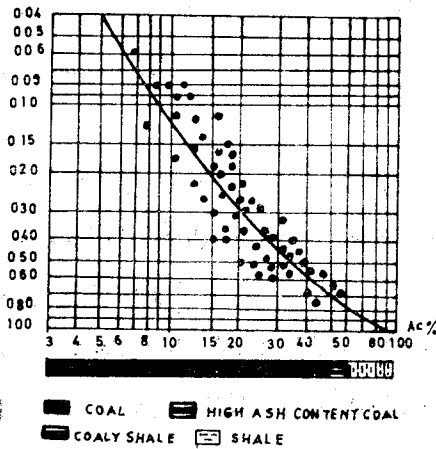


FIG. 9: STUDY OF COAL SEAMS STRUCTUR BY DIAGRAMS OF SCATTERED GAMMA - RADIATION ($J_{\gamma\gamma}$), NATURAL GAMMA - RADIATION (J_{γ}), CURRENT METHOD (J_F), FOCUSING PROBE CURRENT METHOD ($GRAD J_F$)

Gamma - Ray

نتایج آزمایشگاهی ذغالسنگهای کرمان نشان داده است که افزایش درصد خاکستر ذغالسنگها



DEPENDENCE OF RELATIVE INTENSITY OF NATURAL GAMMA - RADIATION ON COAL ASH CONTENT.
 $J_{\gamma C}$, $J_{\gamma sh}$ - INTENSITY OF NATURAL GAMMA - RADIATION IN COALS AND SHALES

FIG 10

متناسب با افزایش درصد کانیهای رسی موجود در آنها میباشد و از آنجا که عنصر ناپایدار در رسوبات ذغالدار کرمان ایزوتوپ K_{19}^{40} است که در کانیهای رسی وجود دارد بنابراین ارتباطی بین دامنه دیاگرام - Gamma-Ray و درصد خاکستر لایه های ذغال وجود خواهد داشت .

تصویر 10 ارتباطی بین درصد خاکستر لایه های ذغال مناطق اکتشاف شده کرمان را با رادیواکتیویته طبیعی آنها پس از حذف اثر خطاهای* وارد در اندازه گیری شدت رادیو اکتیویته طبیعی نشان میدهد .

Gamma - Gamma Log

نتایج آزمایشگاهی سنگهای رسوبات ذغالدار کرمان وجود ارتباط بین وزن مخصوص و درصد - خاکستر لایه های ذغال را مطابق تصویر II تأیید مینماید .

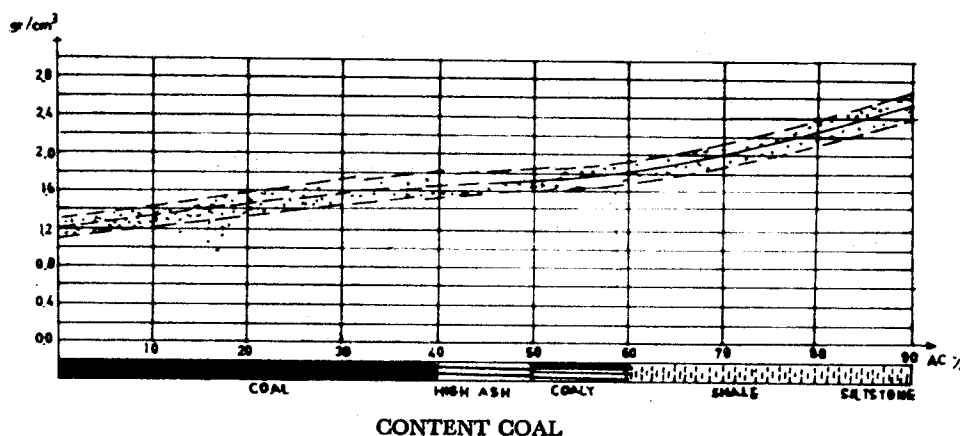


FIG 11- VOLUME WEIGHT ASH CONTENT RELATION FOR COALS AND ROCKS

همانطور که ملاحظه میگردد با افزایش وزن مخصوص ذغال درصد خاکستر آن نیز افزایش مییابد و از آنجا که دامنه دیاگرام Gamma - Gamma تابعی از وزن مخصوص لایه ها میباشد، لزوماً ارتباطی بین دامنه این دیاگرام و درصد خاکستر لایه های ذغال وجود خواهد داشت .

بررسی دیاگرامهای ژئوفیزیکی مناطق اکتشاف شده کرمان این امر را مطابق تصویر 12 پس از حذف اثر تغییرات قطر چاه در اندازه گیری نشان میدهد (جهت حذف اثر تغییرات قطر چاه در تنظیم تصویر 12 ، دامنه دیاگرام Gamma - Gamma در مقابل لایه ای که قطر چاه در برابر آن «d» بوده بدامنه آن دیاگرام در مقابل همان لایه هنگامیکه قطر چاه 120m.m باشد مطابق تصویر 13 تبدیل شده است).

* خطاهائی که حذف اثر آنها در اندازه گیری شدت رادیواکتیویته طبیعی لایه ها لازم است عبارتند از:

الف - ضخامت و رادیواکتیویته لایه های مجاور

ب - سرعت حرکت رادیومتر و ثابت زمانی آن

ج - تغییرات قطر چاه

د - شدت رادیواکتیویته محلول حفاری

در تأیید سنجش درصد خاکستر ذغال سنگها از طریق دیاگرامها رادیومتری در مقابل لایه های ذغال از جدار گمانه نمونه گیری بعمل آمده است .
 با مقابله درصد خاکستر ذغال سنگها از طریق دیاگرامهای رادیومتری تأیید شده است که میتوان درصد خاکستر لایه های ذغال را که دارای ساختمان نسبتاً ساده و شیب متوسط هستند از طریق ژئوفیزیک با خطای نسبی قابل قبول تعیین نمود .

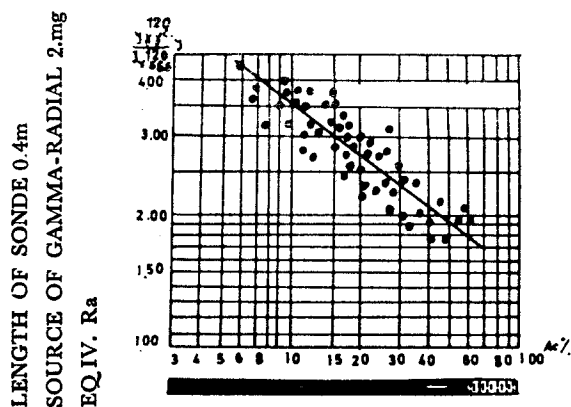


FIG 12 : DEPENDENCE OF RELATIVE INTENSITY OF GAMMA - GAMMA RADIATION ON COAL ASH CONTENT.

$J_{\gamma\gamma}^{120} C, J_{\gamma\gamma}^{120} SSt$ INTENSITY OF GAMMA - GAMMA RADIATION IN COALS AND SANDSTONES

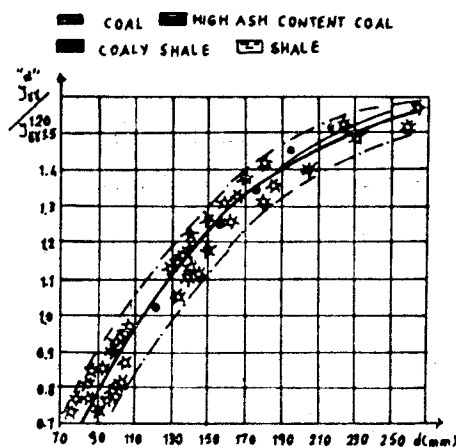


FIG 13 : RELATIONSHIP BETWEEN RELATIVE INTENSITY OF SCATTERED GAMMA - RADIATION AND BOREHOLE DIAMETER (KERMAN COAL DEPOSIT) $J_{\gamma\gamma}^{120}$ - INTENSITY IN BOREHOLE Dia «d» $J_{\gamma\gamma}^{120}$ - INTENSITY IN BOREHOLE Dia « 120 mm »

- THE CURVE HAS BEEN DRAWN ACCORDING TO MEASUREMENTS IN MEDIUM - DENSITY COAL 1.48 g/cm^3
- THE CURVE HAS BEEN DRAWN ACCORDING TO MEASUREMENTS IN MEDIUM - DENSITY SANDSTONES AND SILTSTONE 2.67 g/cm^3

II - تعیین درجه متامورفیزم و کیفیت تکنولوژی لایه های ذغال از طریق دیاگرامهای ژئوفیزیکی
 تحقیقات پتروگرافی بر روی نمونه های ذغال سنگ کربن کربان نشان میدهد که تغییر درجه متامورفیزم

ذغالسنگهای کرمان مربوط به ژئوئوال متامورفیزم است ، بنابراین درجه متامورفیزم لایه های ذغالی که بفواصل کمی رویهم قرار گرفته اند تفاوت محسوسی بایکدیگر نداشته و میتوان به اندازه گیری درجه متامورفیزم یکی از لایه ها در شرایط نرمال زمین شناسی اکتفا کرد .

بدین ترتیب مطالعه بر روی دیاگرامهای ژئوفیزیکی بمنظور یافتن ارتباط بین خواص فیزیکی لایه هایی که در طول زون ذغالی شناخته شده هستند با تغییرات فاکتورهای مشخص کننده درجه متامورفیزم و کیفیت تکنولوژی ذغالسنگهای نزدیک آن لایه ها آغاز گردید .

در نتیجه این تحقیقات وابستگی نزدیک بین پارامترهای فیزیکی و فاکتورهای مشخص کننده درجه متامورفیزم و کیفیت تکنولوژی لایه های ذغال تأیید گردید .

تصویر 14 خطوط Isoresistivity لایه ماسه سنگ بالای زون ذغالدار «D» در مورد یکی از مناطق اکتشاف شده کرمان را نشان میدهد .

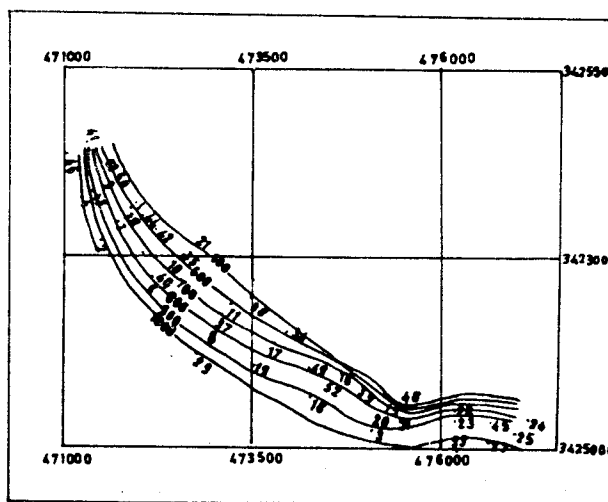


FIG 14: CHART OF APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY OF SANDSTONES OF THE COAL-BEARING HORIZON «D» ROOF-600-LINES OF ELECTRIC RESISTIVITY EQUAL VALUES ($R_a=1.67.R_t$)

● BOREHOLES.

ضمن بررسی این تصویر نتیجه گیری میشود که جهت افزایش مقاومت مخصوص الکتریکی در جهت شیب لایه هاست .

بررسی بر روی فاکتورهای مشخص کننده درجه متامورفیزم لایه های ذغال در این منطقه نیز تأیید کرده است که افزایش درجه متامورفیزم ذغالسنگها در جهت شیب آنها میباشد .
بنابراین وجود ارتباط بین مقاومت مخصوص الکتریکی ماسه سنگ بالای زون «D» با درجه متامورفیزم - لایه های ذغالی آن زون تأیید میگردد .

* در اینجا منظور از پارامترهای فیزیکی ، مقاومت مخصوص الکتریکی و گرادیانت ژئوترمی و از فاکتورهای مشخص کننده درجه متامورفیزم و کیفیت تکنولوژی لایه های ذغال ، قدرت انعکاس نوری ویرینیت (IOR) ، درصد مواد فرار (V.M.) و ضریب پلاستوستری (Y) میباشد .

تصویر 15 وابستگی بین مقاومت مخصوص الکتریکی ظاهری لایه های Siltstone, Sandstone زون «D» یکی از مناطق اکتشاف شده کرمان را با قدرت انعکاس نوری و ویتترینیت ذغالسنگهای نزدیک آنها نشان میدهد.

همانطور که ملاحظه میگردد با افزایش مقاومت مخصوص الکتریکی لایه های مذکور، قدرت انعکاس نوری و ویتترینیت ذغالسنگها افزایش مییابد.

تصویر 16 ارتباط بین مقاومت مخصوص الکتریکی ماسه سنگ بالای زون «D» منطقه خمرو دریا با ضریب پلاستومتری لایه ذغالی d_2 نشان میدهد (در شکل بالائی این تصویر تغییرات ضریب پلاستومتری لایه d_2 و در شکل پائین تغییرات مقاومت مخصوص الکتریکی ماسه سنگ بالای زون «D» آورده شده است).

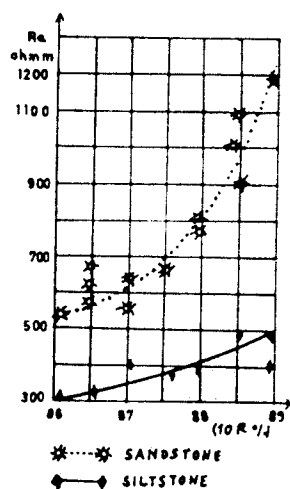


FIG 15: RELATIONSHIP BETWEEN APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY OF ROCKS OF SARAPARDEH AREA ZONE «D» AND VITRINIT. REFLECTIVITY OF COAL SEAMS.

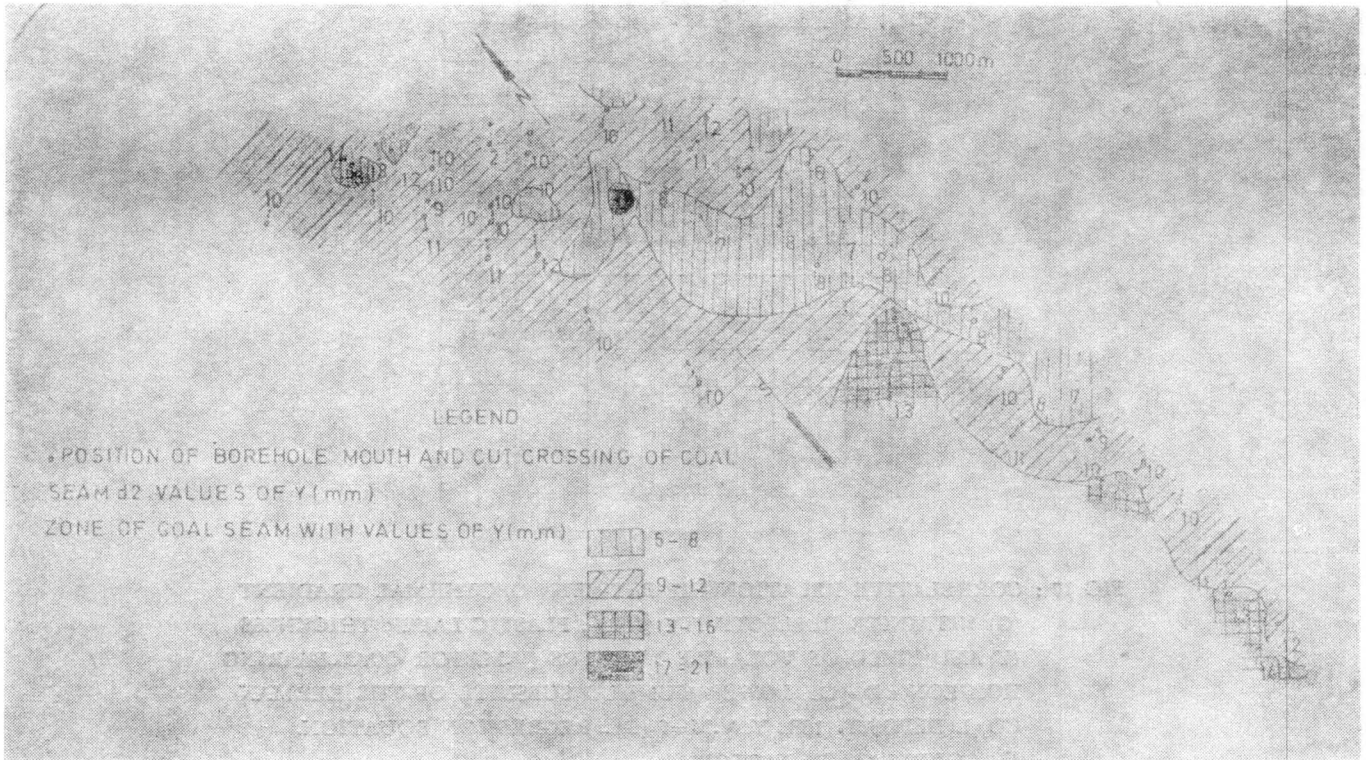
— SANDSTONE
 ●—● SILTSTONE

با مقایسه این دو شکل نتیجه گیری میشود که افزایش (Ra) لایه ماسه سنگ بالای زون «D» منجر به کاهش (Y) لایه ذغالی d_2 می شود.

تصویر 17 وابستگی بین گرادیانت ژئوترمی که از طریق دیاگرامهای ترمومتری محاسبه شده با قدرت انعکاس نوری و ویتترینیت (شکل a) ضریب پلاستومتری (شکل b) و درصد مواد فرار (شکل c) لایه ذغالی d_2 نشان میدهد.

بدین ترتیب ملاحظه میگردد باسنجش خواص فیزیکی سنگها از طریق ژئوفیزیک میتوان به تغییرات درجه متامورفسم و کیفیت تکنولوژی لایه های ذغال مجاور آنها پی برد که این امر کمک شایانی به شناخت بیشتر رسوبات ذغالدار مناطق در حال اکتشاف مینماید.

SKETCH MAP OF COAL CAKING ABILITY OF SEAM d₂ OF THE KHCMRUD AREA OF THE KERMAN COAL DEOSIT



SKETCH MAP OF ISOLINES OF APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY OF SANDSTONE OF COAL SEAM d₂ FLOOR AT THE KHOMRUD AREA

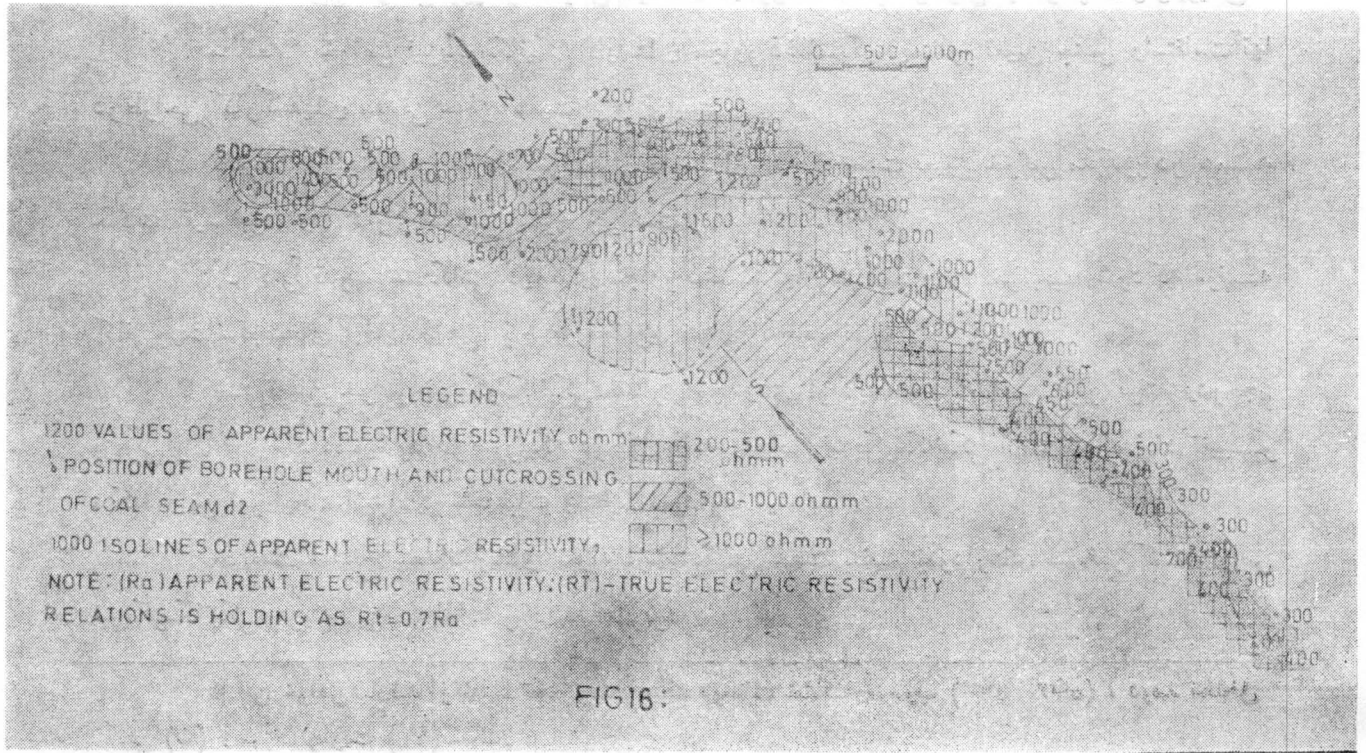


FIG 16:

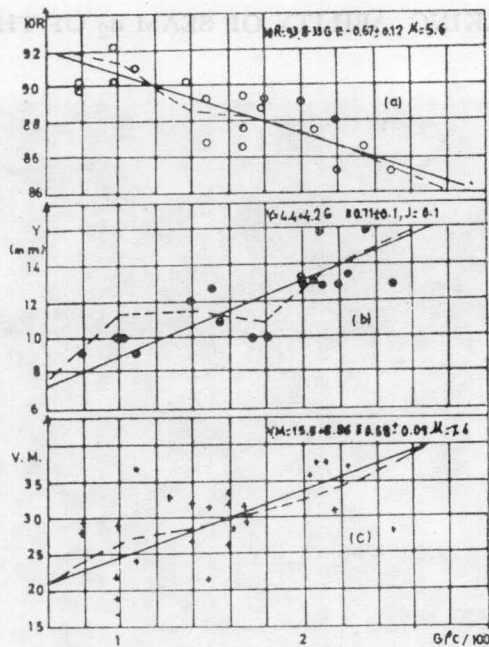


FIG 17 : CORRELATIVE RELATIONSHIP BETWEEN GEOTHRMAL GRADIENT (G) VITRINITE REFLECTIVITY (10R) , PLASTIC LAYER THICKNESS (Y) AND YIELD OF VOLATILE MATTERS (V.M.) FOR COAL-BEARING HORIZON « D » OF LOWER GUMRUD SUBSUITE OF THE KERMAN COAL DEPOSIT. $10R, Y, V.M.=f(G)$ - REGRESSION EQUATION. Γ - CORRELATION FACTOR .

μ - RELIABILITY OF CORRELATION FACTOR.

III - تعیین خواص فیزیکومکانیکی لایه‌های مجاور ذغالسنگها از طریق دباگرآمهای ژئوفیزیکی

- مطالعه* خواص فیزیکومکانیکی لایه‌های مجاور ذغالسنگها بمنظور تعیین جنس واستقامت آنها در طراحی کارگاههای معدنی حائز اهمیت فراوان است .
- تحقیقات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های حاصل از حفاریها جهت تعیین خواص مذکور در همه حالات مفید بوده ولی دارای معایبی بشرح زیر است :
- ۱- اکثراً قدرت استحکامی لایه‌های مجاور ذغالسنگها کم است و این امر سبب میشود که نمونه کافی جهت سنجشهای آزمایشگاهی از طریق حفاری نتوان انتخاب نمود .
 - ۲- در تعیین خواص فیزیکومکانیکی، مقداری محدودی از لایه، مورد آزمایش قرار گرفته و در حجم بزرگی از آن تعمیم داده میشود، در صورتیکه در طول لایه، خواص فیزیکومکانیکی آن با احتمال زیاد تغییر میکند و این امر ایجاد اشتباه در محاسبات و تنظیم نمودارها مینماید .
 - ۳- به علت احتیاج بتعداد زیادی نمونه آزمایشگاهی جهت تنظیم نمودارهای مشخص کننده خواص فیزیکومکانیکی، هزینه این مطالعات زیاد خواهد بود .

* این خواص عبارتند از قابلیت تحمل فشار سنگ در حالت خشک و مرطوب (σ_{dry} , σ_{wet}) ، درصد تخلخل کلی (Φ) و میزان رطوبت (W) سنگ .

از آنجا که خواص فیزیکی مکانیکی سنگها به تراکم، تخلخل، رطوبت، ترکیب شیمیایی و مینرالوژی، ساخت، بافت، شرایط رسوبگذاری کیفیت دیاژنز و عوامل تکنیکی بستگی دارد و این پارامترها در میزان کمیت - های مقاومت مخصوص الکتریکی و رادیواکتیویته طبیعی لایه ها که از طریق عملیات **Well Logging** مشخص میشوند، تأثیر زیاد دارند لذا بررسی بر روی دیاگرامهای ژئوفیزیکی مناطق اکتشاف شده کرمان با مقابله نتایج آزمایشگاهی بر روی لایه های نسبتاً متجانس زون D که ضخامتشان بیشتر از 6m بوده - و بمنظور یافتن ارتباط بین خواص فیزیکی و فیزیکی مکانیکی آغاز گردید .

تصویر 18 تغییرات مقاومت مخصوص الکتریکی ظاهری و میزان کمیت های خواص فیزیکی مکانیکی قسمتی از لایه های یکی از حفاریهای مناطق ذغالخیز کرمان را نشان میدهد ، همانطور که ملاحظه میشود با افزایش مقاومت مخصوص الکتریکی، قابلیت تحمل فشار سنگ افزایش و درصد تخلخل و رطوبت آن کاهش مییابد .

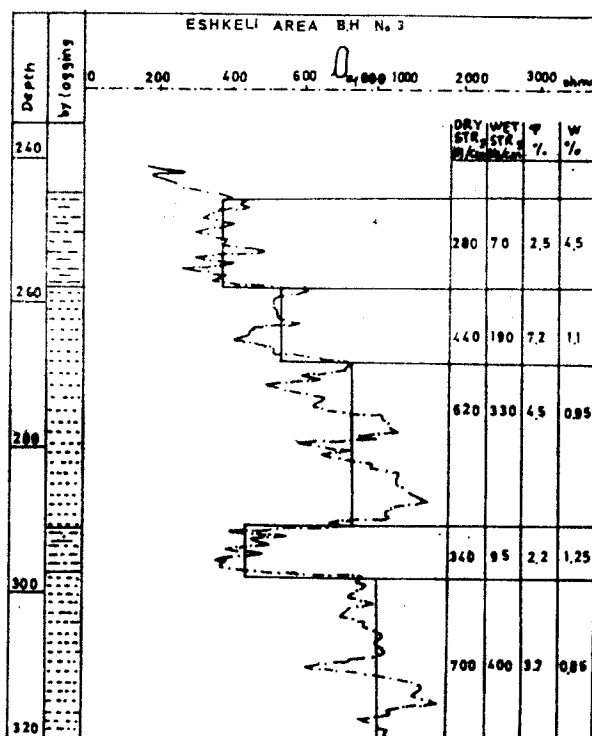
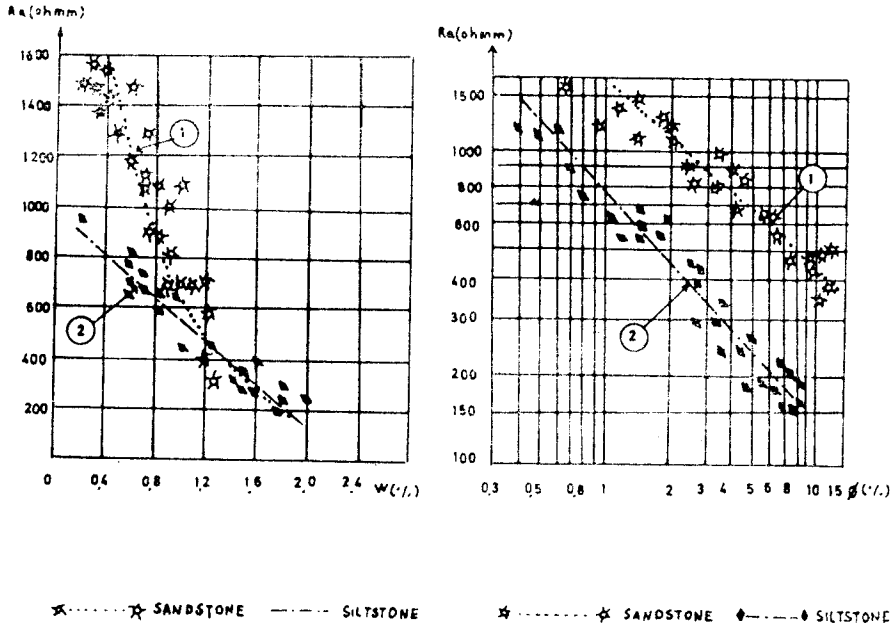


FIG 18 DETERMINATION OF SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS BY APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY OF LATERAL LOG :

در تصویر 19 ارتباط بین مقاومت مخصوص الکتریکی لایه های **Sandstone, Siltstone** رسوبات ذغالدار زون D مناطق اکتشاف شده کرمان با درصد تخلخل و رطوبت آنها آورده شده است . تصویر 20 وابستگی بین مقاومت مخصوص الکتریکی ظاهری و شدت رادیواکتیویته طبیعی لایه های **Sandstone, Siltstone** رسوبات ذغالدار زون D یکی از مناطق اکتشاف شده کرمان با قابلیت تحمل فشار آنها در حالت خشک و مرطوب نشان میدهد . (منحنی های 1 , 2 مربوط به مقاومت مخصوص الکتریکی و منحنی 3 مربوط به شدت رادیواکتیویته طبیعی است).



RELATIONSHIP BETWEEN APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY AND ROCKS WATER SOLUBILITY, (HORIZON «D»)

RELATIONSHIP BETWEEN APPARENT ELECTRIC RESISTIVITY AND ROCKS TOTAL POROSITY. (HORIZON «D»)

FIG 19:

بدین ترتیب تأیید میگردد که بین خواص فیزیکی و فیزیکومکانیکی رسوبات ذغالدار سنگلین - کرمان وابستگی نزدیک وجود دارد، بنابراین با استفاده از نتایج دیاگرامهای ژئوفیزیکی در تنظیم نمودارهای مشخص کننده خواص فیزیکومکانیکی لایه های مجاور ذغالسنگها میتوان آن خواص را بطور مطمئن تری ارزیابی کرد .

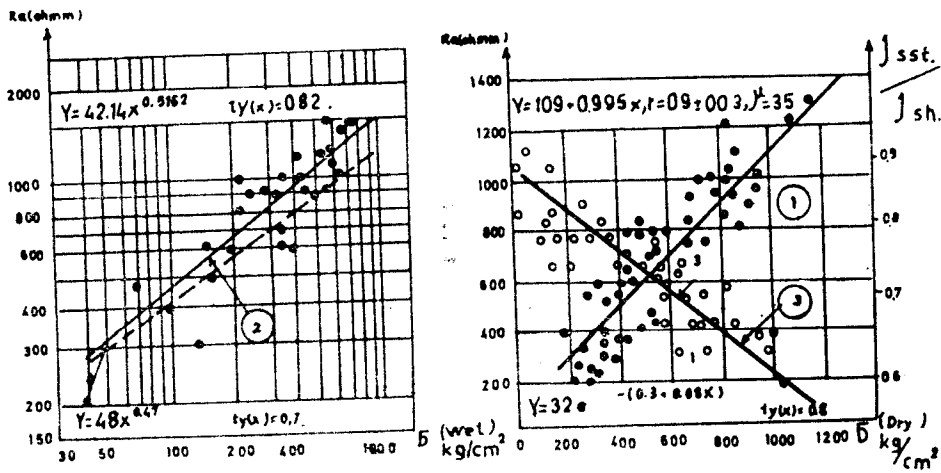


FIG 20: DEPENDENCE OF ROCKS ELECTRIC RESISTIVITY ON COMPRESSIVE STRENGTH 1- IN DRY STATE 2- IN WET STATE 3- DEPENDENCE OF ROCKS NATURAL GAMMA RADIATION INTENSITY ON COMPRESSIVE STRENGTH FOR DRY ROCKS.

--- SANDSTONE --- SILTSTONE FIG 20

- استفاده از روشهای ژئوفیزیکی در تعیین خواص فیزیکومکانیکی سنگها دارای امتیازاتی بشرح زیر است :
- ۱- خواص فیزیکومکانیکی لایه‌هایی که دارای شکاف فراوان بوده و کرن‌گیری از آنها مشکل است ، در شرائط استقرار طبیعی از طریق دیاگرامهای ژئوفیزیکی مشخصی خواهند شد .
 - ۲- تعیین خواص فیزیکومکانیکی لایه‌ها با استفاده از دیاگرامهای ژئوفیزیکی هزینه اضافی در بر نخواهد داشت
 - ۳- با استفاده از نتایج ژئوفیزیکی بمیزان قابل ملاحظه‌ای از تعداد نمونه‌هاییکه جهت سنجش‌های آزمایشگاهی لازم است میتوان کاست .
 - ۴- نمودارهای مشخص‌کننده خواص فیزیکومکانیکی لایه‌ها که با استفاده از دیاگرامهای ژئوفیزیکی تهیه میشوند دارای دقت و واقعیت خوبی خواهند بود .

منابع

- ۱ - مهندس میرافضلی، چاه پیمائی « Well Logging » فن اکتشاف درچاههای نفت و موارد استعمال آنها در ارزیابی مخازن جلد اول و دوم .
- 2 - Pirson, S.J. (1963) Hanbook of Well Log Analysis.
- 3 - Dobrin M.B. Introduction to Geophysical Prospecting.
- 4 - Barsukov, O.A., Blinova, N.M., Vibornikh, S.F., Dakhov, V.N., Kholin O.O.A. (1958) Radioaktivnie Issledovania Neftyanikh i Gazovikh Skvazhin.
- 5 - Bogopolsky R.I., Oogryoomov V.A. 1972 Instrooktsia po Opredeleenio Zolnosti Oogley po Kpivim Gamma - Karotazha
- 6 - Dakhnov V.N. (1972) Interpritatsia Resoolation Geophyzicheskikh Issledoyany Razrezov Skvazhin