

546.185 (SS) An

C2

۱۴۹۸

MFN: 3247

TN

~~۲۷~~ ۲۷)

~~(۱۹)~~

الفن ف/

۱۴۸۱

وزارت معادن و فلزات

طرح اکتشاف معادن فیضیات

گزارش اکتشاف تکمیلی کانسار فیضیات اسفوردی

کتابخانه طرح اکتشافات فسفات

شماره ثبت: ۵۴۴

بهره‌اندازی

سازمان زمین‌شناسی کشور
اموال
سپاره
طبقه

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی

آذرماه ۱۳۶۵

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی
شماره ثبت
۱۹۰۹۸

طرح اکتشاف معدنی فسفات

سرپرست طرح : محمد حسین بلورچی

نشانی : تهران - میدان ولیعصر - ساختمان فولاد طبقه دهم برج شمالی

طرح اکتشاف معدنی فسفات ایران

پیشگفتار

اکتشاف و ذخیره یابی معادن فسفات از نظر نقشی که در تامین ماده اولیه عمده تهیه و تولید کودهای فسفاته دارند، از اهمیت زیادی برخوردار است. این معادن در صورت رسیدن به بهره برداری، نقش چشمگیری در ایجاد و تکمیل ساختار اقتصاد ملی داشته و یکی از حلقه های ارتباطی بیواسطه بین دوا بخش عمده کشاورزی و معدن را تشکیل می دهند.

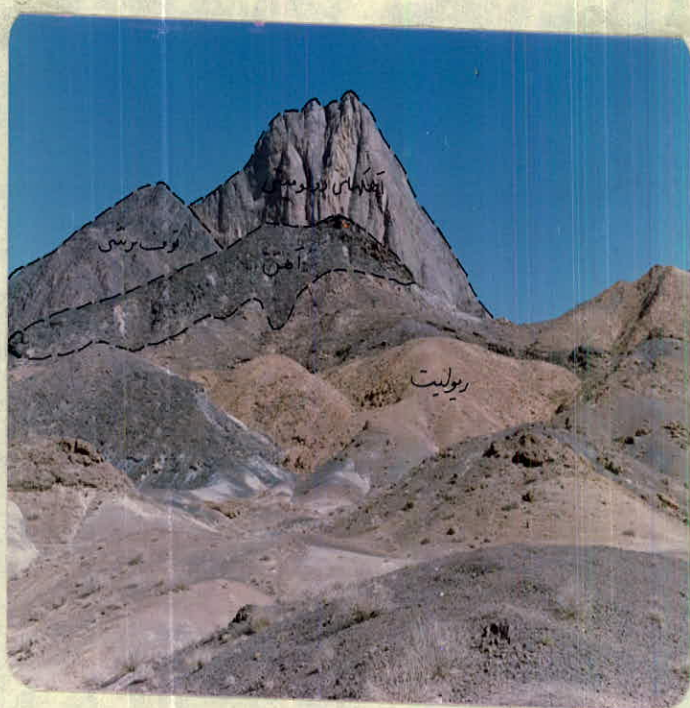
کانسار آپاتیت اسفوردی، تنها کانسار فسفات آذرین شناخته شده (دارای ذخیره بالقوه اقتصادی) در کشور ماست. سابقه شناسائی و اکتشاف زمین شناسی این کانسار به سالیان دور باز می گردد، اما کار اکتشاف معدنی آن تنها در چند سال اخیر میسر گردیده است. در سال ۱۳۶۰ اکتشاف معدنی و تعیین ذخیره بالقوه کانسار بر عهده سازمان زمین شناسی کشور قرار گرفت. نتایج این مهم در گزارش "اکتشافات تفصیلی کانسار آپاتیت اسفوردی توسط منصور صمیمی - نمین، ناصر عابدیان و با همکاری علیرضا باباخانی، سال ۱۳۶۲" انعکاس یافت. چنانکه در این گزارش آمده است، دسترسی به یکی از اهداف عمده پیش بینی شده یعنی تعیین حدود کانسار در قسمتی از محدوده معدنی بدلا یلی مقدور نشد.

با تشکیل طرح اکتشاف معدنی فسفات و با انقطاعی قریب دو سال، مطالعات تکمیلی اکتشاف معدنی از سر گرفته شد و ضمن آن امکان گسترش توده معدنی در بخشهای مجاور محدوده کانسار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعات در گزارش حاضر درج گردیده است. در تنظیم گزارش، نتایج اکتشافات تفصیلی سال ۱۳۶۲ اساس قرار گرفته و با استفاده از اطلاعات بدست آمده در مرحله مطالعات تکمیلی، ارزیابی مجددی از کل نتایج دو مرحله بعمل آمده است. راهنمای عمل در مطالعات این مرحله، برنامه زمانبندی "ادامه عملیات اکتشافی کانسار فسفات اسفوردی" بوده که توسط آقایان هرمز ناصرنیا و کیکاووس امینی تهیه و طرح ریزی شده است. علاوه بر این از گزارش مقدماتی فنی - اقتصادی کانسار اسفوردی جهت رفع نواقص و تکمیل

هرچه بیشتر کار، استفاده شده است *

نگارنده امیدوار است گزارش موجود تداوم بخش کارهای قبلی بوده و پاسخگوی نیازهای

مطالعات فنی - اقتصادی کانسار باشد ؛ تاچه قبول افتد وجه در نظر آید !



عکس شماره ۱- نمایی از کانسار اسفوردی (دید به سمت شمالشرقی)
 در جلو توده آهن و قسمتی از افق آغشته آپاتیتی (قسمتهای برنگ
 روشن) در مجاورت ریولیتها و سنگهای " سری ریزو " دیده میشود.
 دورتر قله اسفوردی متشکل از آهکهای دولومیتی توده ای و توفهای
 برشی سبز تیره در زیر آن هویدا است *

<u>مفحه</u>	<u>فهرست مطالب</u>
۳	پیشگفتار
۱۰	۱- تاریخچه
۱۳	۲- اهداف و روشهای کار ، حجم عملیات انجام شده
۱۹	۳- قدردانی
۲۱	۴- موقعیت جغرافیائی و ژئومورفولوژی منطقه
۲۴	۵- وضعیت آبهای زیرزمینی حوضه کانسار و نواحی اطراف آن
۲۹	۶- زمین شناسی عمومی منطقه
۲۹	۶-۱- چینه شناسی
۳۱	۶-۲- وضعیت ساختمانی و تکتونیک
۳۲	۶-۳- ماکماتیسیم و منامورفیسیم
۳۵	۷- منشاء کانسار و رابطه آن با سنگهای دربرگیرنده
۴۱	۸- نحوه گسترش افقهای معدنی (مورفولوژی کانسار)
۴۶	۹- ویژگیهای سنگ شناسی ، کانی شناسی و شیمیائی افقهای معدنی و سنگهای دربرگیرنده
۵۵	۱۰- عناصر خاکی نادر
۶۱	۱۱- خواص فیزیکی و مکانیکی افقهای معدنی و سنگهای باطله
۶۴	۱۲- برآورد کمی و کیفی ذخایر ، میزان باطله برداری و حدود معدن
۸۹	۱۳- نتایج پژوهش ژئوفیزیکی محدوده کانسار
۹۳	۱۴- نتایج پیشرفت مطالعات کانه آرائی
۱۰۰	۱۵- اشاره ای گذرا به نتایج مطالعات مقدماتی فنی - اقتصادی
۱۰۲	۱۶- نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۰۴	۱۷- بخش ضمیمه
۱۱۰	۱۸- منابع مورد استفاده
	چکیده بزبان انگلیسی

فهرست جداول و اشکال

مفحه

- ۱- عکس شماره يك - نمایی ازكانه اراسفوردی ۵
- ۲- عکس شماره دو - نمایی ازمحدوده كانه ار ۲۵
- ۳- نقشه شماره يك - نقشه راههای بافق ۲۳
- ۴- نقشه شماره دو- موقعیت دشت شیطوره بت به كانسار اسفوردی ونواحی اطراف آن ۲۷
- ۵- نقشه شماره سه- نقشه جغرافیای دیرینه پره کامرین پسین - کامرین پیشین در ایران ۳۴
- ۶- شکل ۱-۲- نمودار روند آزمایشات كانه آرائی ۹۸
- ۷- شکل ۱۵-۳- مدار فرآیند كانه آرائی نمونه ۱ TAP ۹۹
- ۸- تابلو ۲-۲- ارزیابی ترکیب کانی شناسی نمونه ۱ TAP بر حسب اندازه دانه ها ۹۶
- ۹- نمودار شماره يك - موقعیت سنگهای منطقه اسفوردی در دیاگرام Kuno ۳۷
- ۱۰- نمودار شماره دو- موقعیت سنگهای منطقه اسفوردی در دیاگرام Na_2O/K_2O ۳۸
- ۱۱- نمودار شماره سه - موقعیت سنگهای منطقه اسفوردی، میدان دوما یع Immicible در سیستم $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2-(PO_4)_2Ca_3$ ۳۹
- ۱۲- نمودار شماره چهار- موقعیت سنگهای منطقه اسفوردی در دیاگرام تفریق ۲۰
- ۱۳- نمودار شماره پنج - دامنه تغییرات عناصر نادر خاکی بر حسب P_2O_5 ۵۸
- ۱۴- نمودار شماره شش - نتایج چاه پیمائی چاه شماره ۷ (B.H.7) ۹۲
- ۱۵- نمودار شماره هفت - برنامه فعالیت های طرح احداث مجتمع معدنی فسفات اسفوردی ۱۰۱
- ۱۶- جدول شماره يك - حجم عملیات اکتشافی انجام شده ۱۸
- ۱۷- جدول شماره دو - نتایج ذخایر ارزیابی شده دشت بافق ۲۸
- ۱۸- جدول شماره سه- نتایج آزمایشات مکمل تجزیه شیمیائی ۵۱
- ۱۹- جدول شماره چهار- نتایج تجزیه شیمیائی سنگهای منطقه اسفوردی ۵۳

صفحه

- ۲۰- جدول شماره پنج - ترکیب کانیهای نرما تپه سنگهای منطقه اسفوردی ۵۲
- ۲۱- جدول شماره شش - رابطه مقدار عناصر خاکهای نادر با انکلوژیونهای داخل آباتیت ۵۶
- ۲۲- جدول شماره هفت - متوسط مقدار عناصر خاکهای نادر در افقهای معدنی ۵۷
- ۲۳- جدول شماره هشت - نتایج آزمایشات اسپکترومتري نمونه های معرف افقهای معدنی و ۶۰

سنگهای دربرگیرنده آنها

- ۲۴- جدول شماره نه فراوانی خاکهای نادر در سنگهای مختلف ۵۸
- ۲۵- جدول شماره ده - نتایج آزمایشات فیزیکی و مکانیکی نمونه های معرف افقهای معدنی ۶۳

وسنگهای باطله

- ۲۶- جدول شماره یازده - خلاصه اطلاعات و نتایج بدست آمده از چاههای حفاری جهـست ۶۷
- تعیین ذخیره

- ۲۷- جداول محاسبات آماری عیار چاههای اکتشافی و تعیین کلاس کار اکتشافی انجام یافته ۶۸

(۱۶ جدول)

- ۲۸- نمودارهای تغییرات عیار در چاههای اکتشافی جدید (۵ نمودار) ۸۲

پیوست ها :

۱ - نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه بمقیاس ۱:۱۰۰۰ (No. SF . P. 1)

۲ - نقشه توپوگرافی معدن آپاتیت اسفوردی " "

۳ - مقطع زمین شناسی A - A' (No. SF . P. 2)

۴ - " " B - B' (No. SF . P. 3)

۵ - " " C - C' (No. SF . P. 4)

۶ - " " D - D' (No. SF . P. 5)

۷ - " " E - E' (No. SF . P. 6)

۸ - طرح ارزیابی ذخیره (متد چند ضلعی) (No. SF . P. 7)

۹ - نقشه خطوط هم عیار افق پر عیار " سنگهای سبز" (No. SF . P. 8)

۱۰ - نقشه خطوط هم عیار افق آپاتیتی (No. SF . P. 9)

۱۱ - نقشه خطوط هم ضخامت باطله (No. SF . P. 10)

۱۲ - نقشه خطوط هم ضخامت کانسار (No. SF . P. 11)

۱۳ - نمودار مغزبه های حفاری کمانه های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۱۰ (نمودار)

۱- تاریخچه

بررسی و اکتشاف کانسار آپاتیت اسفوردی در ارتباط با آنومالیهای آهن، سرب و روی و دیگر مواد معدنی پرارزش نواحی پشت بادام - بافق، انارك، یزدو کرمان از سابقه‌ای نسبتاً طولانی برخوردار است. علاوه بر این روندهای ساختمانی و چینه‌ای نسبتاً پیچیده این بخش از ایران مرکزی، از دیرباز نظر زمین‌شناسان متعددی را بخود جلب نموده است.

احتمالاً "نخستین بار زمین‌شناسی بنام بون (Boehne) در سال ۱۳۰۸ (۱۹۲۹ میلادی) از این منطقه بازدید نموده و در مورد چگونگی پیدایش آنومالیهای آهن اظهار نظر کرده است. بعداً "زمین‌شناسان دیگری از جمله بایر (۱۳۱۷)، والتر ریتر (۱۳۲۷)، ونزلاف و همکاران (۱۳۴۰)، ایو او زاهدی (۱۳۴۵)، ویلیامز و هوشمندزاده (۱۳۴۵) و در سالهای اخیر افراد متعددی از این منطقه بازدید کرده و نظریات متفاوتی در مورد خاستگاه کانسارهای آن ابراز داشته‌اند. این نظریات دامنه وسیعی از دگرسانی‌های مجاورتی گرفته تا ماگمایی - نفوذی و ولکانیک - رسوبی را در بر میگیرد.

هوکرید و همکاران در سال ۱۳۴۱ و نیز حقی پور در سال ۱۳۵۷ بصورت ناحیه‌ای در این کمر - بند زمین‌شناسی کار کرده و هر یک بگونه‌ای مدشاء معادن منطقه و پدیده‌های آن را بررسی و تفسیر نموده‌اند. علاوه بر این از حوالی سالهای ۱۳۴۵ و بعد از آن، در چارچوب شرکت ملی ذوب آهن ایران و بعداً "شرکت ملی سنگ آهن مرکزی بافق"، بمنظور شناسائی و ذخیره‌یابی آنومالیهای آهن منطقه، بررسیهای زمین‌شناسی و معدنی منظمی توسط کارشناسان شوروی و ایرانی صورت گرفته است. به این فهرست سازمان انرژی اتمی ایران را هم باید افزود که از سال ۱۳۵۹ بدنبال اکتشاف مقدماتی، اقدام به اکتشاف تفصیلی مواد پرتوزا در قسمتهائی از منطقه مورد بحث رانموده است.

در مورد کانسار آهن - آپاتیت اسفوردی، آنچه گفتنی است احتمالاً "نخستین بار

ویلیامز و هوشمندزاده (۱۳۴۵)، براساس مطالعات سنگ شناسی بوجود کانیهای آپاتیت همراه آهن اشاره نموده اند.

کارمتمركز درمورد کانساربه سالهای ۱۳۴۶-۱۳۵۱ مربوط است. طی این سالها برومندی از شرکت ملی ذوب آهن ایران، مطالعات نسبتاً " مفصلی درمورد این کانسار بعمل آورده است. وی مجموعه آپاتیت - پیروکسنیت را تشخیص داده وبوجود رگه ای ضخیم از ماده معدنی آپاتیت دار وانواع مختلف کانسنگ اشاره نموده است. نامبرده باروش فلوئورسنس X-Ray در سنگهای معدنی کانسار، مقادیر قابل ملاحظه ای خاکهای نادر تشخیص داده است.

درسالهای اخیر کانسار اسفوردی مورد توجه بیشتری قرار گرفت. درویش زاده درسال ۱۳۶۰ باتوجه به مشابهت تشکیلات اسفوردی و سری هرمز، به مطالعه سنگ شناسی وعناصر خاکهای نادر کانسار دست یازیده ودر تجزیه وتحلیل نحوه پیدایش آن با ارائه دلایل ژئو- شیمیائی، عملکرد احتمالی بخش فرار ماکمائی کربناتیتی را در ایجاد دگرسانی وتشکیل سنگهای دگرسان شده، موثر می داند.

درسالهای ۱۳۶۰ و ۱۳۶۱ در پی تصمیم اخذ شده مبنی بر انجام مطالعات تفصیلی و تعیین ذخیره نهایی کانسار اسفوردی، گروهی به سرپرستی منصور صمیمی نمین از سازمان زمین شناسی کشور، اجرای کار را برعهده گرفت. این گروه عملیات زمین شناسی را بمنظور تعیین حدود ناحیه کانی سازی دروسعت زیادی آغاز نمود و سرانجام بخشی باوسعت حدود ۴ کیلومترمربع مورد پژوهش زمین شناسی قرار گرفت. سپس نقشه زمین شناسی بامقیاس ۱:۱۰۰۰ در محدوده کانی سازی اصلی تهیه گردید و عملیات معدنی بمنظور شناخت دقیقتر افقهای مختلف کانسار، باحفر ترانشه و گمانه در قسمتهای عمقی ادا مه یافت. چنانکه گزارش "اکتشافات تفصیلی کانسار ۰۰۰" نشان میدهد، مجموعه عملیات اکتشاف معدنی، منجر به در نظر گرفتن سه افق معدنی بامشخصات زیر گردید:

۱ - افق شماره يك ، در قسمت زیرین توده آهن ، متشکل از کانیهای هماتیت ، مگنتیت و آپاتیت ،

با عیار متوسط $12\% / 211$ اکه در واقع بخشی از توده آهن محسوب میگردد .

۲ - افق شماره دو ، در مجاورت بلا فصل توده آهن و در روی آن ، بطور عمده متشکل از کانیهای

آپاتیت ، مگنتیت ، هماتیت و ترمولیت - اکتینولیت ، با عیار متوسط $27\% / 16$ ، 211 اکه

افق اصلی ماده معدنی آپاتیت دار میباشد .

۳ - افق شماره سه ، روی افق اصلی ، بطور عمده متشکل از کانیهای ترمولیت - اکتینولیت ،

آپاتیت ، مگنتیت و هماتیت ، با عیار متوسط $26\% / 12$ ، 211 که در واقع قسمتی از " سنگهای سبز " محسوب میشود .

مجموع ذخایر تخمینی دوافق اخیر که بعنوان ذخیره قابل بهره برداری در نظر گرفته شده ،

معادل $5/6$ میلیون تن سنگ فسفات با عیار $35\% / 14$ ، 211 برآورد گردیده است . علاوه بر

این باتوجه به رابطه مستقیم موجود بین عناصر خاکی نادر و آپاتیتها و بر اساس میزان

متوسط بدست آمده این عناصر در کانسار ، اقدام به تخمین ذخیره آنها شده است .

مطالعات کانه آراشی که روی افقهای آپاتیت دار ۲ و ۳ در آزمایشگاه سازمان زمین-

شناسی کشور صورت گرفته حاوی نتایج مثبتی از نظر تغلیظ 211 تا حدود 20% نبوده است ،

اما از نظر میزان بازیابی و نیز کاهش بیشتر آهن تا مرز قابل قبول در محصول پیر عیار شده ،

موفقیتی حاصل نگردیده است .

تهیه کنندگان گزارش " اکتشافات تفصیلی کانسار ۰۰۰ " باتوجه به مورفولوژی و

ساختمان زمین شناسی کانسار ، استخراج و بهره برداری بصورت روباز را پیشنهاد نموده اند .

۲- اهداف و روشهای کار ، حجم عملیات انجام شده

هدف اصلی انجام مطالعات در این مرحله ، تعیین حدود دقیق کانسار در قسمتهای شمالی و شمالشرقی حوضه معدنی و تعیین ذخیره جدید بوده است . ضمن آن امکان گسترش توده معدنی در بخشهای مجاور محدوده شناخته شده مدنظر قرار گرفته است .
در برپامه زمانبندی " ادامه عملیات اکتشافی ۰۰۰ " چنین گفته میشود :

هرچند کارهای اکتشافی انجام شده " بررسی امکان پذیری مقدماتی " را میسر میسازد ، لیکن جهت انجام ارزیابی نهائی و متعاقبا " طراحی معدن و کارخانه آرایش تکافو نمی نماید .
و سپس لزوم تکمیل اطلاعات در زمینه های زیر تصریح شده است :

۱ - مطالعات کانه آرائی در مقیاس نیمه صنعتی

۲ - حدود دقیق معدن

۳ - ذخیره کلیه افقهای فسلفاتخیز

۴ - حجم سنگ باطله و کیفیت آن در هر بخش معدن

۵ - خواص فیزیکی مکانیکی سنگ باطله و افقهای معدنی

۶ - وضعیت آبشناسی حوضه کانسار

۷ - نقشه تغییرات عیار کانسار

۸ - مشخصات کیفی (شیمیائی ، سنگ شناسی و تکنولوژی)

و جهت رسیدن به اهداف فوق ، عملیات ژئوفیزیک شامل ژئوالکتریک و پرتوسنجی ، حفیر ترانشه و کمانه ، انجام پمپاژ از چند کمانه و در صورت لزوم تکمیل نقشه توپوگرافی و نیسز عملیات کیفی شامل تجزیه شیمیائی ، مطالعه مقاطع نازک سنگ شناسی ، بررسی عناصر خاکهای نادر ، تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی افقهای معدنی و سنگهای دربرگیرنده و آزمایشات تکنولوژی پیش بینی و توصیه شده است .

عملیات ژئوفیزیک در زمستان ۱۳۶۳ در محدوده‌ای بوسعت ۰/۳۴ کیلومتر مربع از حوضه

سعدنی و مناطق اطراف آن با جراد آمد، مطالعات انجام شده شامل روشهای ۱۱، مقاومت

سنجی، منیتومتری و ثقل سنجی بوده و از آرایش مستطیلی با مشخصات زیر استفاده شده است:

$$\text{Rectangle} \begin{cases} AB = 800 \text{ متر} \\ MN = 20 \text{ متر} \end{cases}$$

$$\text{Dipole-Dipole} \begin{cases} AB = 40 \text{ متر} \\ MN = 40 \text{ متر} \end{cases}$$

طی عملیات جمعا " در ۱۲۴۰ نقطه اندازه گیری ۱۱ و بهمان تعداد اندازه گیری

مقاومت سنجی انجام شده و در ۸۱۰ نقطه نیز اندازه گیری مغناطیسی بعمل آمده است، علاوه

بر آن در ۵۳ نقطه که توپوگرافی آرام داشته، اندازه گیری ثقل سنجی صورت گرفته و تعداد ۳

سونداز الکتریک در چاههای شماره ۶ (D. ۱۱. ۰۶) و ۱۱ (D. ۱۱. ۱۱) انجام شده است. نتایج

عملیات بصورت نقشه های شارژ ایلپته، مقاومت مخصوص ظاهری، سه مقاطع دایپل-دایپل

و پیمایش مغناطیسی بیپوست " گزارش اکتشافات ژئوفیزیک منطقه اسفوردی، توسط هارون

بیکلاس، علی محمدی جوادادی و محمد رضا صدیق فر " در اردیبهشت ۱۳۶۴ منتشر شده است.

طی ماههای تیر- آبان سال ۱۳۶۴ عملیات حفاری بطور عمده در بخشهای شمالی و

شمال شرقی حوضه کانسار با جراد آمد، در برنامه زمانبندی، حفاری ۱۰ حلقه گمانه با مجموع

عمق ۷۲۸ متر، طی دو مرحله پیش بینی شده بود، ولی بر اساس نتایج بدست آمده از پژوهش

ژئوفیزیکی کانسار، تغییراتی بدین شرح در برنامه ایجاد شد:

۱- دو حلقه گمانه اکتشافی کاملاً " حذف گردید.

۲- حفاری دو حلقه گمانه، مشروط به حصول نتایج مثبت از حفاریهای مرحله اول گردید.

۳- محلیک گمانه اندکی تغییر یافت (۱۵-۱۰ متر).

۴- به پیشنهاد گروه اعزامی ژئوفیزیک، حفاریک گمانه به عمق نهائی ۱۰۰ متر، بمنظور

بررسی امکان گسترش توده معدنی در نواحی مجاور، در منطقه ای خارج از محدوده شناخته شده حوضه کانسار، در نظر گرفته شد.

در تعیین محل کمانه‌ها و نیز تغییرات ایجاد شده در برنامه، آقای کیکاووس امینی نقش مستقیم داشته و از نظرات گروه اعزامی ژئوفیزیک به منطقه، سودجسته اند.

حفاری کمانه‌ها با عقد قرارداد پیمانکاری و استفاده از امکانات شرکت خدمات اکتشافی کشور صورت پذیرفته است. جمعاً ۹ حلقه کمانه* به عمق کلی ۶۲۷ متر حفر گردید که از این تعداد، حفاری ۸ کمانه بطور عمده در قسمت‌های شمالی و شمال شرقی حوضه شناخته شده معدنی و یک کمانه در شرق محدوده نقشه برداری شده (خارج از حوضه شناخته شده)، با جرا در آمده است. حداکثر قطر کمانه‌ها ۴۲ میلیمتر و میزان بازیافت سئزه در مجموع بالغ بر ۹۰٪ بوده است (بیشتر از میزان حداقل پیش بینی شده). تمام کمانه‌ها قائم حفر شده اند و دلیل عمق کم حفاریها از شیب سنجی (the Clinometry) صرف نظر شده است. شبکه کمانه‌ها بر اساس روش گسترش تدریجی انتخاب گردیده است. ترتیب کمانه‌ها بر اساس الویت بشرح زیر میباشد:

چاههای شماره ۸، ۷، ۱ و ۳ در مرحله اول و چاههای شماره ۲، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب در مرحله بعدی حفاری شده‌اند. از این میان حفاری چاه شماره ۶ (۱۱۰۶)، بمنظور کنترل کیفی نتایج حفاریهای قبلی، در محدوده قبلاً ذخیره یابی شده صورت پذیرفته و نیز بمنظور تعیین حدود دقیق و محرز توده معدنی، چاه شماره ۵، علاوه بر برنامه پیش بینی شده حفاری شده است.

در انجام حفاریها از دو دستگاه ماشین حفاری مدل Ackert مخصوص عمقهای کم و متوسط، سرمته های الماسی (غیر سخت بر) و کل حفاری استفاده شده است.

اطلاعات و نتایج بدست آمده از حفاریهای جدید، انطباق بالنسبه دقیق این نتایج را * کمانه های اکتشافی در مرحله مطالعات تکمیلی، روی نقشه با علامت "۱۱۱۰" مشخص گردیده اند.

دامطالعات مرحله اکتشافات تفصیلی و نیز ارزیابی ژئوفیزیکی انجام شده نشان داده است.

در مهرماه ۱۳۶۴، مطابق برنامه پیش بینی شده، باهماهنگی سازمان انرژی اتمی ایران و توسط گروه اعزامی ژئوفیزیک این سازمان، عملیات چاه پیمائی اشعه کامادر محدوده کانسار با اجرا درآمده است.

سیستم چاه پیمائی مورد استفاده مدل GRI-2000 ساخت کارخانه xploquantum اکانادا بوده و در مجموع بالغ بر ۸۰۰ متر عملیات پرتوسنجی اشعه کامادر کانالهای شمارش کلی و کانالهای اورانیوم صورت گرفته و کانالهای توریوم و پتاسیم نیز کنترل گردیده است.

متأسفانه، بدلیل گرفتگی و پرتشدگی تعدادی از چاههای قدیمی و نیز عدم انطباق قطر سوند دستگاه چاه پیمائی با قطر کمانه های جدید بخصوص در قسمت های عمقی، تهیه نمودار از کلیه چاهها و در همه اعماق ممکن نگردید.

نتایج این عملیات به پیوست نمودارهای پرتوسنجی چاهدار " گزارش نتایج عملیات چاه پیمائی اشعه کامادر کانسار اسفوردی، عباس رضائی آشتیانی، واحد اکتشاف بخش ژئوفیزیک سازمان انرژی اتمی ایران" منتشر شده در اسفند ماه ۱۳۶۴، منعکس میباشد.

نمونه برداری از مغزه ها، بعد از پایان عملیات حفاری، بصورت دستی انجام گردیده و طی آن مغزه ها از طول بدونیمه کم و بیش مساوی تقسیم شده است.

یک نیمه جهت انجام آزمایشات کیفی مورد استفاده قرار گرفته و نیمه دیگر بعنوان شاهد همچنان نگهداری میشود.

طول نمونه برداری قریب ۴۸۰ متر و در مجموع تعداد ۳۸۴ نمونه جهت تجزیه شیمیائی، ۹ نمونه برای آزمایشات فیزیکی و مکانیکی، ۱۱۲ نمونه برای تهیه مقاطع نازک سنگ شناسی و ۲۹ نمونه جهت تجزیه اسپکتر و متری برداشت شده است.

عملیات کیفی انجام شده شامل تجزیه شیمیائی اولیه جهت بدست آوردن میزان γ ، "اومتا قیاد" تجزیه شیمیائی تکمیلی از مخلوط نمونه های اولیه (مجموعاً ۸۸۰ عنصر)، آزمایشات فیزیکی و مکانیکی افقهای معدنی و سنگهای همبر جهت تعیین وزن مخصوص، تعیین

رطوبت و میزان مقاومت سنگها ، تجزیه اسپکترومتری (مجموعاً ۳۰۴ عنصر) و مطالعات
مقدماتی تعدادی مقاطع نازک سنگ شناسی بوده است .

در انجام آزمایشات تجزیه شیمیائی ، تجزیه اسپکترومتری و تهیه مقاطع نازک سنگ
شناسی از امکانات آزمایشگاهی سازمان زمین شناسی کشور استفاده شده و آزمایشات فیزیکی-
مکانیکی نمونه ها توسط آزمایشگاه مصالح غیر فلزی دانشگاه صنعتی شریف صورت پذیرفته
است .

مطالعات دفتری شامل جمع آوری منابع و اطلاعات ، تنظیم گزارش ، رسم مقاطع
و نمودارها در خلال عملیات صحرائی و بعد از آن انجام یافته است . در تنظیم گزارش ، تقریباً
از کلیه گزارشات منتشر شده زمین شناسی ، آب شناسی و سنگ شناسی مقاطع نازک منطقه مورد
مطالعه استفاده شده است . نقشه های تغییر ضخامت و عیار کانه ارنه به گردیده و تغییراتی
در نقشه زمین شناسی محدوده معدنی بعمل آمده است .

باتوجه به اهمیتی که مطالعات کانه آرائی افقهای معدنی کانسار در روند پیشرفت
کار و ارتقاء آن به مرحله ارزیابی نهائی فنی - اقتصادی داشته و دارد ، انجام مطالعات مزبور
بموازات عملیات اکتشاف معدنی و بعد از آن به مرحله اجرا در آمده است . به این منظور ، در
چارچوب عقد قرارداد با شرکت برزیلی پائولو ایب ، مقدار تقریبی ۱۲۰ کیلوگرم نمونه از
افقهای معدنی انتخاب و به آن شرکت ارسال شده است . مطالعات کانه آرائی انجام
شده روی این نمونه ها در مقیاس آزمایشگاهی ، حاوی
نتایج مثبتی جهت پیگیری امر میباشد . علاوه بر این ، بار دیگر بمیزان تقریبی ۲ تن ، اقدام
به برداشت نمونه تکنولوژی از افقهای مختلف کانسار شده و در اختیار بخش کانه آرائی سازمان
زمین شناسی کشور قرار داده شده است . باتوجه به نتایج بدست آمده از مطالعات کانسار -
آرائی شرکت پائولو ایب ، تکمیل و ادامه آزمایشات در مقیاس نیمه صنعتی با استفاده از

همکاری فنی موسسات خارجی تحت بررسی است .

کارهای نقشه کشی بطور عمده توسط آقایان منصور شمسی پور و داود حق جو انجام شده

و از کمکهای دیگر همکاران نیز استفاده شده است .

ماشین نویسی گزارش توسط خانم زهرا بقاشی زاده صورت پذیرفته است .

راهنمایی اصلی در بخش عمدهای از مطالعات محراثی و دفتری را آقای حسن صالحی -

سیاوشانی بعهده داشته اند .

شماره	نوع عملیات انجام یافته	واحد اندازه گیری	حجم عملیات
۱	عملیات ژئوفیزیک		
	الف - عملیات ژئوالکتریک ، مینتومتری و نقل سنجی	کیلومتر مربع	۰/۳۲
	ب - عملیات پرتوسنجی (چاه پیمائی اشعه گاما)	متر	۸۰۰
۲	عملیات حفاری	"	۶۲۷
۳	نمونه برداری	"	۲۸۰
۴	انتخاب نمونه تکنولوژی جهت مطالعات کانه آرایی	کیلوگرم	۲۰۰۰ #
۵	عملیات کیفی		
	الف - تجزیه شیمیائی	نمونه	۳۸۲
	ب - آزمایشات فیزیکومکانیکی	"	۹
	ج - مقاطع نازک سنگ شناسی	مقطع	۱۱۲
	د - تجزیه اسپکترومتری	نمونه	۲۹

جدول شماره ۱ - حجم عملیات اکتشافی انجام شده

۳. قدردانی

طی مراحل مختلف کار اعم از مطالعات محرائی، عملیات آزمایشگاهی و کارهای دفتری از کمکها و همفکری های افراد سازمانهای مختلفی بهره مند بوده ام. بدینوسیله از زحمات یکایک این افراد و سازمانها تشکر مینمایم:

از آقای بهرام سامانی (سازمان انرژی اتمی ایران) که آشنائی های اولیه اینجانب با روندهای فلز زائی، ساختمان زمین شناسی و وضعیت چینه شناسی منطقه مورد مطالعه مرهون ایشان است و تقریباً " در کلیه زمینه ها از همفکری ایشان بهره مند شده ام.

از آقای عبدالرحیم هوشمندزاده (سازمان زمین شناسی کشور)، بخاطر راهنماییهای ارزنده ای که در زمینه مسائل چینه شناسی، فازهای ماگمایی و فلز زائی منطقه ابراز نموده اند. از آقایان کیکاووس امینی و هرمز ناصر نیا از بخش طراحی معادن شرکت ملی فولاد که در زمینه مسائل فنی اکتشاف معدنی همیشه و در هر فرصتی از راهنماییهایشان بهره مند شده ام. از آقای علیرضا باباخانی (سازمان زمین شناسی کشور)، بخاطر در اختیار نهادن نتایج مطالعات سنگ شناسی مقاطع نازک جهت در گزارش.

از آقای حسن صالحی سیاوشانی (طرح اکتشاف معدنی فسفات) که علاوه بر مسئولیتشان در این زمینه، در مورد یافتن برخی معادلهای فارسی و انگلیسی و تنظیم متن نمودارهای حفاری همه گونه همکاری ابراز نموده اند.

از بخش اکتشافات شرکت سنگ آهن مرکزی، بخاطر ابراز همکاری و مساعدت در شکستن مغزه های حفاری و در اختیار نهادن برخی خدمات آزمایشگاهی و فنی.

از پرسنل حفاری و کادر کارشناسی شرکت خدمات اکتشافی کشور، به لحاظ کوششی که در ارتقاء سطح کار و کیفیت مغز گیری بکار برده و بنحوی رضایت بخش عملیات حفاری اکتشافی را پایان برده اند.

اربخش اکتشافات شرکت ملی فولاد ایران و بنحسب از آقای دکتر سجوی ، بخاطر در

اختیار نهادن گزارشها و اطلاعات ضروری مربوط به منطقه مورد مطالعه .

از امور آزمایشگاههای سازمان زمین شناسی کشور که آزمایشات تجزیه شیمی و

دیگر آزمایشات را در کوتاهترین زمان ممکن انجام داده اند .

اربخش اکتشافات سازمان انرژی اتمی به لحاظ ابراز همکاری در اجرای عملیات چاه

پیه ایی اشعه کاسا در حین عملیات حفاری اکتشافی و در اختیار نهادن نتایج مربوطه .

از آقای حسن برومندی (شرکت ملی فولاد ایران) بخاطر پاسخگویی به برخی سوالات

مربوط به منطقه مورد مطالعه .

از کادر کارشناسی و تکنسین طرح اکتشاف معدنی فسفات بویژه آقای محمد ابراهیم -

مجدآبادی بخاطر ابراز همکاری در زمینه های مختلف کار .

و سرانجام از مدیریت طرح اکتشاف معدنی فسفات ، بخاطر ایجاد فضائی مناسب

برای کار و مطالعه در زمینه مورد بحث و در اختیار نهادن اسکانات کافی در کلیه مراحل

مطالعات تکمیلی .



۴. موقعیت جغرافیائی و ژئومورفولوژی منطقه

کانسار آهن - آباتیت اسفوردی در حدود ۳۶ کیلومتری شمال خاوری شهرستان بافق در طول ۳۸° و ۵۵' شرقی و عرض ۴۷° و ۳۱' شمالی در منطقه ای کوهستانی با ارتفاع متوسط ۱۷۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. این منطقه در مجاورت بیابانهای ماسه ای و سنگی واقع شده است. آب و هوای آن گرم و خشک و تابع قانون عمود ناحیه ای میباشد. تغییرات قابل ملاحظه درجه حرارت در فصول مختلف و همچنین در شبانه روز مشاهده میگردد. میزان نزولات جوی نسبتاً کم بوده و هیچگونه جریان آب دائمی وجود ندارد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی با جگون واقع در ۳۵ کیلومتری جنوب محدوده مورد مطالعه، متوسط میزان باران برای دوره ای ۱۰ ساله (۵۵-۱۳۴۵) ۲۷۳/۸، میلیمتر در سال بوده است. تنها رودخانه منطقه رودشور است که بدریاچه شور بافق میریزد و در فصل بارندگی بر اثر رگبارهای نادر پرمیشود.

روند کوههای منطقه بطور عمده شمال غربی - جنوب شرقی است و از رشته های متوالی و گروههایی از کوهها تشکیل شده که معمولاً "زیاد بلند نیستند و در دنبال آنها تپه هایی با دره ها و فرورفتگیهای کم و بیش عریض قرار گرفته است. رشته کوهها دارای شکلی نامنظم با زاویه های تند، ستیغها و قله های نوک تیز و دامنه های پر شیب بوده که بر اثر فرسایش مکانیکی شکافهای زیادی دارند. از علائم مشخصه این کوهها استقرار آنها با شیب تند در روی صفه (Piedestal) میباشد و اکثراً "از جلای بیابان (Vernis) پوشیده شده اند. امتداد آنها در دشتهای مجاور پوشیده از رسوبات آبرفتی گاه بصورت برونزدهایی جزیره کون خودنمایی میکند. جریانهای فرسایشی در تکامل اخیر شکل سطح زمین منطقه (ژئومورفولوژی کنونی) نقش بسزایی ایفا نموده اند.

پوشش گیاهی منطقه نسبتاً "ضعیف اکثراً" شامل بوته ها و کمتر درخت و درختچه و در

ارتفاعات بکلی فاقد روئیدنی است (گیاهان مشخص مناطق Arid و Semi-Arid).

آبهای زیرزمینی منطقه نسبتاً " کم و بعلت وجود املاح فراوان اکثراً " لب شور میباشند . از مهمترین حوزههای آبگیر در نزدیکی منطقه دشت شیطان ، دشت بهاباد و دشت حسن آباد را میتوان نام برد . ذخیره ، ظرفیت آبدی و نوع ترکیب آبهای این مناطق قبلاً " توسط شرکت سنکد آهن مرکزی مورد مطالعه قرار گرفته که در بخش مربوط به خود با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار خواهد گرفت .

دسترسى به کانسار از طریق جاده بافق - بهاباد و راه منشعب از این جاده به معدن کوشک مسیر میباشد . این جاده به تازگی ، اسفالت شده است . راه فرعی منشعب از جاده کوشک تا سر معدن بطول ۳ کیلومتر ، از نوع خاکی درجه ۳ و در قسمتهایی محتاج مرمت است . (نگاه کنید به نقشه راههای منطقه) .

تجمع انسانی منطقه ، اکثراً " بصورت پراکنده در واحههایی کم درخت بوده و در نواحی بزرگی بکلی فاقد سکنه است . شهرستان بافق با جمعیتی بالغ بر ۱۰۰۰۰ نفر و نیز خسرو مهر (شهرک معدنچیان) عمده تجمع انسانی منطقه را تشکیل میدهد . وجود معادن فعال منطقه اثبات چشمگیری در پایبندی مردم و در نتیجه ، احیاء اقتصاد روستائی داشته است .

۵. وضعیت آبهای زیر زمینی حوضه کانسار ونواحی اطراف آن *

منابع آبهای زیرزمینی منطقه بافق ونواحی اطراف آن ، قبلاً " از طرف شرکت ملی فولاد ایران مورد مطالعه قرار گرفته و در بعضی نواحی عملیات اکتشاف تفصیلی نیز با جرا در آمده است . از جمله این حوضه ها ، دشت حسن آباد ، دشت بهاباد ، دشت شیپور و منطقه سنجک میباشد که در اطراف محدوده کانسار اسفوردی قرار دارند . نتایج بدست آمده از این مطالعات ، بطور خلاصه چنین است :

الف - دشت حسن آباد

این منطقه در ۲۵-۳۰ کیلومتری غرب معدن اسفوردی واقع شده است . ارتفاع در محدوده منابع از ۹۹۰ تا ۱۱۴۰ متر متغیر است . میزان ذخایر طبیعی 88992×10^4 متر مکعب و سیران ذخایر مورد بهره برداری ۵۵/۱۹۰۰ لیتر در ثانیه بر آورده شده است . منابع آبهای زیر زمینی منطقه شامل دواقی در رسوبات کواترنری است ؛ یکی افق بدون فشار در قسمت فوقانی با املاح ۱/۶ تا ۶/۲۵ گرم در لیتر و تیپ کلرور سولفات سدیم منیزیم و دیگر افق پرفشار در قسمت تحتانی با املاح ۸/۵۶ تا ۲۰/۲۶ گرم در لیتر و تیپ کلرور سولفات سدیم - کلسیم .^۴ آب باندازه کافی ثابت بوده (۸/۶ - ۶/۸) و با عسق تغییر نمیکند . املاح متوسط عمومی آبهای زیرزمینی شامل ۴/۹۴ و ۵/۵۴ گرم در لیتر میباشد که از حد مجاز (۶ گرم در لیتر) تجاوز نمیکند . نتایج بدست آمده نشان میدهد که تنها آبهای زیرزمینی افق آبدار فوقانی (بدون فشار) در محدوده چاههای قابل بهره برداری آینده مناسب بوده و افق آبدار تحتانی (پرفشار) به علت زیادی املاح نامناسب میباشد . میزان ذخایر محاسبه شده افق آبدار فوقانی (بدون فشار) بدین ترتیب است :

۵۱/۱۸ لیتر در ثانیه در کاتگوری II

* مطالب این بخش بطور کامل از گزارشات آشناسی منطقه بافق ونواحی اطراف آن که توسط شرکت ملی فولاد ایران مورد پژوهش قرار گرفته ، اقتباس شده است .

۱۴۱/۳۳ لیتر در ثانیه در کاتگوری ۱

۵۵۷/۲۹ لیتر در ثانیه در کاتگوری ۲

آبهای زیرزمینی این منطقه دارای خاصیت خوردندگی فلز و گرفتگی فیلترها توسط

رسوبگذاری است.

ب - دشت بهاباد

این منطقه با ارتفاع متوسط ۱۶۰۰ متر در ۳۵-۴۰ کیلومتری شمالشرقی معدن اسفوردی،

بین بخش بهاباد و روستای کریم آباد قرار دارد و طول سفره آب آن به ۷۵ کیلومتر میرسد.

عمده ترین کمپلکس در برگیرنده آبهای زیرزمینی، رسوبات کواترنری با ضخامت

۸۰۰-۷۰۰ متر میباشد. املاح آب این سفره ۲-۶ گرم در لیتر و بطور استثنائی در منتهی الیه

شمالغربی آن به ۱۲ گرم در لیتر نیز میرسد. نوع آب، کلرور سولفات منیزیم - سدیم میباشد.

میزان ذخایر محاسبه شده این منطقه بشرح زیر است:

در کاتگوری II - ۱۵۲ لیتر در ثانیه

در کاتگوری I - ۲۴۶ لیتر در ثانیه

در کاتگوری I - ۲۰۹۰ لیتر در ثانیه

ج - منطقه سنجک

این منطقه با ارتفاع ۲۱۰۰ - ۱۹۰۰ متر در مجاورت بلا فصل محدوده کانسار اسفوردی

قرار دارد (کانسار اسفوردی در منتهی الیه قسمت غربی منطقه سنجک قرار گرفته است).

ابعاد محدوده مورد مطالعه ۵/۲ × ۴/۰ کیلومتر میباشد. لایه آبدار اصلی از کنگلو -

مراها، آهکها و سنگهای آذرین پالئوزوئیک (دیرینه زیستی)، تشکیل شده است. نوع آب،

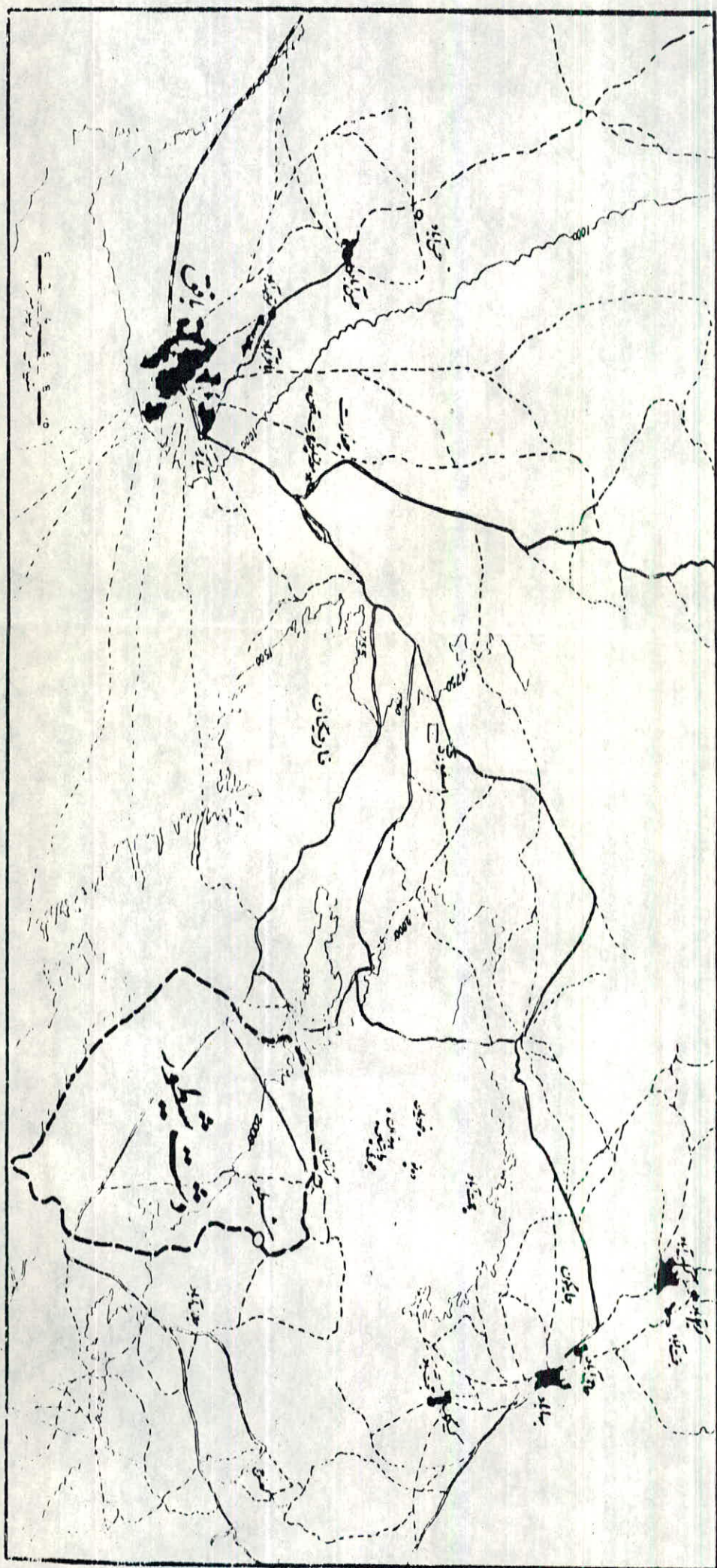
هیدروکربنات سدیم با مینرالیزاسیون ۵/۰ تا ۳/۹ گرم در لیتر میباشد. میزان ذخایر محاسبه

شده در این محدوده ۳/۲۰ لیتر در ثانیه در کاتگوری A بوده که بسیار ناچیز است.

د - دشت شیطور

این دشت با ارتفاع متوسط ۱۹۵۰-۱۹۰۰ متر در فاصله ۲۵-۳۰ کیلومتری جنوب شرقی محدوده کانسار اسفوردی قرار گرفته است. طول سفره آبدار این دشت ۱۲ کیلومتر و عرض آن تا ۶ کیلومتر را در بر میگیرد. لایه آبدی اصلی را رسوبات کوآترنری تشکیل میدهد و دارای ۱۱۱ متر متوسط تابازیک است. ظرفیت آبدی این دشت در کاتکوری ۱۰ به میزان ۴۰ لیتر در ثانیه برآورد شده که با این مقدار برداشت، پس از ۲۷ سال سطح استاتیک سفره آبی بحد مجاز نهای خواهد رسید.

در مطالعات مقدماتی فنی - اقتصادی کانسار اسفوردی، منابع سفره‌های زیرزمینی این منطقه، جهت تامین نیاز آب آشامیدنی و صنعتی مورد استفاده در کارخانه آرایش و معدن پیش بینی شده است (نقشه شماره ۲).



نقشه شماره ۲ - موقعیت شیطان، نسبت به کاسه، مغربی و واحی طرف

نتایج ذخایر ارزیابی شده دشت بافق تا سال ۱۳۶۱

نوع آب	مینرالیزاسیون کلی گرم در لیتر	متر مکعب در شبانه روز لیتر در ثانیه					حوزه مطالعه شده	سازند آبدار
		A	B	C ₁	C ₂	مجموع		
منبعی	~ ۲۰	—	$\frac{۶۵۰۵/۹}{۷۵/۳}$	$\frac{۲۳۷۳۴/۱}{۲۷۴/۷}$	$\frac{۱۶۵۰۲/۴}{۱۹۱}$	$\frac{۴۶۷۴۲/۴}{۵۴۱}$	چاد رملو	کواترنری
"	≤ ۲	—	$\frac{۱۳۳۰۵/۶}{۱۵۴}$	$\frac{۲۱۲۵۴/۴}{۲۴۶}$	$\frac{۱۸۰۵۷۶}{۲۰۹۰}$	$\frac{۲۱۵۱۳۶}{۲۴۹۰}$	بهباد	"
آشامیدنی	≤ ۲	$\frac{۳۷۴۱/۱}{۴۳/۳}$	$\frac{۱۰۰۸۲/۹}{۱۱۶/۷}$	—	—	$\frac{۱۳۸۲۴}{۱۶۰}$	قطروم	"
"	≤ ۲	—	—	$\frac{۳۴۵۶}{۴۰}$	—	$\frac{۳۴۵۶}{۴۰}$	شیطور	"
"	≤ ۱	$\frac{۲۷۶/۵}{۳/۲}$	—	—	—	$\frac{۲۷۶/۵}{۳/۲}$	سجدهك	پالئوزوئيك - مزوزوئيك
"	≤ ۲	$\frac{۲۶۷/۸}{۳/۱}$	—	—	—	$\frac{۲۶۷/۸}{۳/۱}$	ساغند	"
آشامیدنی	—	$\frac{۲۲۸۵/۴}{۴۹/۶}$	$\frac{۱۰۰۸۲/۹}{۱۱۶/۷}$	$\frac{۳۴۵۶}{۴۰}$	—	$\frac{۱۷۸۲۴/۳}{۲۰۶/۳}$		
منبعی	—		$\frac{۱۹۸۱۱/۵}{۲۲۹/۳}$	$\frac{۴۴۹۸۸۵}{۵۳۰/۷}$	$\frac{۱۹۷۰۷۸/۴}{۲۲۸۱}$	$\frac{۲۶۱۸۷۸/۴}{۳۰۳۱}$		

۶- زمین شناسی عمومی منطقه

محدوده اکتشافی دریکی از بالا آمدگیهای (Uplift) قدیمی که قسمتی از " واحد زمین ساخنی " ایران مرکزی را تشکیل میدهد، قرار گرفته است. در تشکیل ساختمان و مورفولوژی کنونی منطقه، تکامل دوره های ژئوسنکلینالی فاز کوهزائی بایکالی و ایجاد شکستگیهای عمیق و تشکیل بلوکهای ساختمانی جداگانه ناشی از فاز کوهزائی آلپی، نقش اساسی ایفا نموده اند. یکی از این بلوکها، بلوک پشت بادام - بافق میباشد که از طرف شرق و غرب بوسیله کسلهای بزرگ "کوه بنان" و "دویران" محدود شده و کمربند تافروزی پره کامبرین ایران مرکزی محسوب میگردد (نقشه شماره ۳). تنوع فازهای ماگمایی که دامنه های از سنگهای تلبایی تا اسیدی و کاملاً اسیدی را در بر میگیرد، دگرسانی و نیز واحدهای چینه ای جدا شده بوسیله کسلهای طولی منظره اصلی این بلوک را تشکیل میدهد.

۶-۱ چینه شناسی

قدیمیترین سنگها شامل سنگهای دگرگونه بارخساره شیت سبز، آمفیبولیت، مرمر و کتیس میباشد که بنامهای کمپلکس سرکوه و کمپلکس بنه شور و نامگذاری شده اند. روی این واحدها راسنکهای بارخساره شیت، کریواک، ماسه سنگ کوارتزیتی و شیل های اسلیتی مربوط به سازندهای تاشک ۱ و تاشک ۲ میپوشاند. سن این مجموعه را بر اساس پرتوسنجی که روی سنگهای دگرگونه آن صورت گرفته به پره کامبرین نسبت داده اند.* سنگهای هم ارز این واحدها در قسمت غرب کسل پشت بادام، بنامهای کمپلکس چاپدونی و کمپلکس پشت بادام خوانده میشوند (به نقشه زمین شناسی بیابانک - بافق با مقیاس ۱:۵۰۰,۰۰۰ تهیه شده توسط الف - حقی پور وج - پلیسیه مراجعه شود). نهشته های انفر اکامبرین بطور عمده * نسبت دادن این واحدها و یا حداقل بخش عمده ای از آنها به پره کامبرین تا حدود زیادی مبتنی بر نظریه قدیمی اشتال دایربر وجود توده میانی "Median mass" بوده است. در سالهای اخیر با مطالعاتی که توسط برخی زمین شناسان در این منطقه و نواحی مجاور آن صورت گرفته، سن نسبت داده شده به اغلب این سنگها مورد تردید قرار گرفته و باید منتظر تحولاتی جدی در این زمینه بود.

متشکل از رسوبات پوشش قاره‌ای شامل دولومیت، گچ، ماسه سنگ و شیل‌های رنگارنگ، سنگ‌های پره‌کامبرین را احاطه نموده و بادگرشیبی روی آنها قرار گرفته‌اند؛ سنگ‌های ولکانیکی با ترکیب اسیدی تا متوسط شامل آندزیتها، بازالتها و ریولیتها (کوآرتزپورفیر) همراه این نهشته ها و در تناوب با آنها دیده میشوند. مجموعه این سنگ‌ها که تشابه زیادی با نهشته‌های هم‌ارز خود در کرمان دارند بنام "سری‌های ریزودزو" خوانده میشوند. برخی توده‌های آذرین نفوذی؟ منطقه از قبیل گرانی‌ت زیرگان نیز هم‌ارز سنگ‌های ولکانیکی این "سری‌ها" گزارش شده است. بین سنگ‌های این سیستم با نهشته‌های کامبرین حد فیزیکی شناخته شده‌ای وجود ندارد. سنگ‌های دوران دیرینه زیستی بار خساره‌ای کم و بیش شبیه به نهشته‌های انفراکامبرین در قسمتهای محدودی از منطقه گسترش دارند. سنگ‌های دوران میانه زیستی با گستردگی بیشتری دیده میشوند. این سنگ‌ها بادگرشیبی روی واحدهای قدیم‌تر از خود قرار دارند و شامل نهشته‌های قاره‌ای تریاس؟ و ژوراسیک و نیز نهشته‌های کرتاسه میباشد که از کنگلومرا و لایه‌های قاره‌ای دیگر در قاعده و سنگ آهک دریائی کم عمق در قسمتهای بالاتر تشکیل شده است. گسترش وضامت سنگ‌های پالئوسن - ائوسن محدود بوده و فقط در طول مناطق گسله (گسل‌های اصلی شمالی - جنوبی) رخنمون دارند. این واحد شامل کنگلومرای قاعده (کنگلومرای کرمان) و لایه‌های قاره‌ای ائوسن میباشد که با مواد آتشفشانی همراه است. لایه‌های قرمز قاره‌ای میوسن با سنگ‌های تبخیری بطور دگرشیب روی سنگ‌های ائوسن و کهن تر قرار گرفته و روی آنرا کنگلومرای اواخر نئوژن تا اوایل کوآترنری، همچنان بادگرشیبی میپوشاند. نهشته‌های کوآترنری، کوهپایه‌ها، فرورفتگی‌ها و نواحی بیابانی وسیع پیرامون رشته کوه‌ها را در بر میگیرد. این نهشته‌ها شامل پادگانه‌های آب‌رفتی، مخروط‌های افکنه از قله‌های سنگ‌ها، آب‌رفت‌های جدید، تلماسه‌ها و رسوبات کویری میباشد.

۶-۲. وضعیت ساختمانی و تکتونیک

اسکلت ساختمانی بلوک پشت بادام - بافق، مانند بسیاری مناطق دیگر ایران تحت تاثیر رخداد زمین ساختی باپکالی (کاتانگایی) شکل گرفته است. در اثر این فاز کوهزایی، پی سنگ پره کامبرین توسط گدلهای خیلی بزرگ شکسته شده و حوضه های گرابنی و ریفتری و بالا آمدکی های بین آنها ایجاد شده است. گسترش وسیع سنگ های ولکانیکی و نفوذ رادراین بلوک به فاز کشتی پیامد این رخداد زمین ساختی نیست میدهد. از آثار این فاز کوهزایی مهم، ایجاد روندهای زمین ساختی بطور عمده شمالی - جنوبی و نیز تشکیل معادن مهم آهن، اورانیوم و برخی کانسارهای دیگر منطقه میباشد. * ظاهراً "بعد از این فاز کوهزایی، ویژگی های اساسی پی سنگ تامدنی حفظ شده و فقط در نتیجه حرکات شاقولی رسوبات قاره ای و دریایی کم زرفا بطور عمده در قسمت های حاشیه ای تشکیل میشده است. اولین حرکات کوهزایی پس از این زمان از دور تبریس آغاز میشود که سبب بالا آمدن قسمتهایی از بالا آمدکی (Uplift) پره کامبرین شده است. مهمترین حرکات کوهزایی مربوط به اوایل کرتاسه است و از دلایل آن وجود دگرشیبی زاویه ای شدید بین رسوبات این دوره و رسوبات قدیم تر از خود میباشد. حرکات کوهزایی طی دوره انهای میانه زیستی و نوزیستی تا قبل از انوسن والیگوسن خاتمه میابد و فقط در دور پلیو - پلیستوسن بلوک پشت بادام - بافق تحت تاثیر پیشروی فرونشسته است. وجود پادگانه های آبرفتی کواترنری نیز ادامه حرکات قبلی را تأیید میکند.

تماس واحدهای چیده شناسی (لیتواستراتیگرافی) در این بلوک ساخته انی اغلب کسله بوده و در جای اصلی خود قرار ندارند. در این کسله ها علاوه بر حرکات قائم، جابجائی های افقی نیز مشاهده میشود که منجر به تشکیل Wrench fault شده است. نتایج مطالعات زمین شناسی طی سالیان متمادی، اهمیت نقش این کسله ها بخصوص کسله های اصلی شمالی -

جنوبی را در ایجاد ساختمانهای متفاوت چینهای و نیز تشکیل کانسارهای مهم منطقه، آشکار
* از نظر زمین شناسی اقتصادی، کوهزایی باپکالی (کاتانگایی) در ایران و سایر نقاط دنیا از اهمیت خاصی برخوردار است و بیشتر ذخایر آهن، اورانیوم و برخی کانسارهای دیگر در نتیجه این فاز کوهزایی مهم تشکیل شده اند.

ساخته است . در واقع شبکه شکستگیها اقالمی برای مناطق ساخته انی (هورستها - گرابنها)
 طرحریزی کرده اند که هر يك دارای تاریخچه ساختمانی و ویژگیهای پالئوژئوگرافی خاص خود
 میباشند .

۶-۳- ماکماتیسیم و متامورفیسیم

عمدهترین مجموعه سنگهای آذرین و دگرگونه در بلوک پشت بادام - بافق به سیستمهای
 پره کامبرین و انفراکامبرین مربوط میشود . سنگهای آذرین منطقه از نظر ترکیب سنگ شناسی
 دامنه وسیعی از سنگهای بازیک تا اسیدی و کاملاً " اسیدی را در بر گرفته و انواع نفوذی، نیمه -
 عمیق و خروجی را شامل میگردد . نسبت همبستگی درونی این سنگها ، بعلت پیچیدگی روند
 رویدادها و ارتباط نزدیک آنها با پدیدههای دگرگونی که هنوز در همه ابعاد آن مورد مطالعه قرار
 نگرفته ، کاملاً " مشخص نیست . به همین دلیل در مورد منشأ ، و نحوه تشکیل این سنگها اتفاق نظر
 وجود ندارد . در منطقه انواع مختلفی از کوارتز پورفیرها ، ریولیتها ، سینیتهها ، مونزونیتها ،
 گرانیتها ، آندزی بازالتها و نیز کوارتز کراتوفیرها ، پلاژیوپورفیرها و آلئیتوفیرها دیده میشوند
 که کم و بیش تحت تاثیر دگرسانی (Metasomatism) واقع شده و یا از آن ناشی شده اند .
 بخش عمدهای از این سنگها به قطب آلکالن گرایش دارند . علاوه بر این در قسمتهای مرکزی
 بلوک ، ماکماتیسیم از نوع پیروکسنیت سینیته - کربناتیتی نیز گزارش شده است . بطور کلی
 ماکماتیسیم موجود در این منطقه بدون ارتباط با دگرگونی و به ترکیب دگرسانی بعنوان
 جزئی از روند دگرگونی ناحیه ای ، قابل بررسی نمیشود .

از عمدهترین تودههای آذرین منطقه " گرانیت زیریگان " را میتوان نام برد . این گرانیت
 برنگ سفید تا صورتی ، تقریباً " فاقد کانیمای تیره بوده و شباهت زیادی به " گرانیت دوران " در
 منطقه زنجان دارد . هاله دگرگونی در مجاورت این گرانیت از یک تا چند متر بیشتر نیست و
 بنظر میرسد با سنگهای خروجی از قبیل ریولیتها و کوارتز پورفیرهای " سری ریزو " که در

وسعت زیادی برورند دارند، بی ارتباط نباشد، بنظر برخی پژوهندگان، تشکیل این توده نفوذی نیمه عمیق (Subvolcanic) وتوده های مشابه، ناشی از ذوب مجدد وتحرك (Remobilization) مواد آتشفشانی بوده واحتمالا دارای خاستگاه آتاکسی (تشکیل که انیت بطریق آتاکسی) میباشد. مطالعات سنگ شناسی انجام شده وجود پدیده های آلپیتی شدن (Albitization) واسکاپولیتی شدن (Scapolitization) را در بخش های عمده ای از این بلوک، تائید میکند. در اثر این پدیده ها، پلاژیوکلازهای موجود در سنگ های آذرین به اسکاپولیت تبدیل شده ونیز پیروکسنها و آمفیبولها به آمفیبولهای سدیک مانند ادنیت، سوداترمولیت وترموولیت تغییر شکل یافته است.* بنظر آنها، یک دگرگونی ناحیه ای استاتیک با کیفیت متاروماتیک بدون دگرشکلی مهم، پیامد فعالیت های آتشفشانی انفراس- کامبرین صورت گرفته که مداخلت سدیم پدیده های آلپیتی شدن (تشکیل اسپیلیت و کراتوفیر) و اسکاپولیتی شدن را موجب گشته و در تشکیل کانسارهای آهن وسایرکانیم ای با ارزش منطقه موثر بوده است. تقریبا همه جا این سنگها وبطور کلی سازندهای پره کامبرین وانفرا کامبرین منطقه، مورد هجوم دایکهای بازیک بطور عمده باترکیب دیابازی، قرار گرفته اند. این دایکها برنگ سبز روشن بطور عمده متشکل از پلاژیوکلاز و پیروکسن است که تا حدود زیادی آلتیره شده اند. عده ای دیگر از پژوهندگان، در فرآیندکانی سازی مناطق مختلف این بلوک، برای این دایکها نقش عمده ای قائل شده اند.

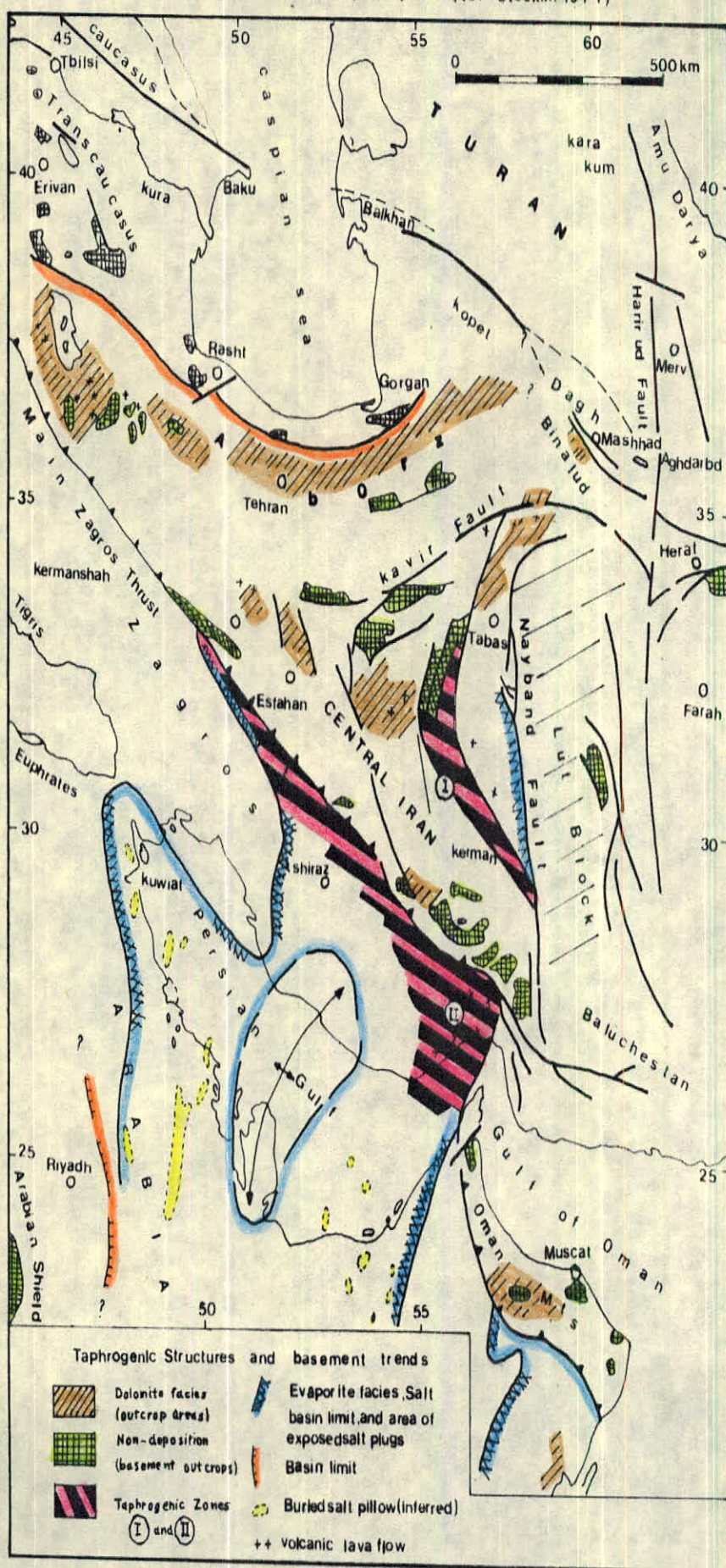
در مناطق مختلف این بلوک، دوفاز پیوسته دگرگونی دینامیک / حرارتی بترتیب با ویژگی فشار زیاد و حرارت زیاد در سنگهای سیستم پره کامبرین تشخیص داده شده که هر یک از نظر دگرشکلی، تشکیل میکماتیتها، سپس آتاکسی ویژگیهای خود را داشته است. در این مجموعه کرائیت، کنیسه ها و میکماتیتها بخش پائینی وسنگهای بارخساره آمفیبولیت و

شیستهای سبز بخش بالائی را تشکیل میدهند.

* نظیر این پدیده ها در سنگهای باترکیب مشابه و از نظر سنی هم ارز، در سایر نقاط دنیا و از جمله در دریای سرخ نیز، گزارش شده است.

Paleogeographic Map of Late Precambrian-Early Cambrian in Iran

By: B.A. Samani (modified after Stocklin 1974)



نقشه شماره ۳ - اقتباس از گزارش

Recognition of uraniferous provinces from the precambrian of IRAN,

By: B.A. Samani

۷- منشأ کانسار و رابطه آن با سنگهای دربرگیرنده*

تاکنون درباره منشأ کانسارهای منطقه بافق - ساغندواز جمله کانسار اسفوردی نظریات گوناگونی ابراز شده است. تنوع فازهای ماگمایی، پیچیده بودن روندها و مورفولوژی های گوناگون کانسارهای منطقه، از دلایل این امر است. مقایسه این نظریات و ارائه شواهد و دلایل، موضوع بحث جداگانه ای است و در این مختصر نمی گنجد.

در محدوده اسفوردی و اطراف آن، سنگهای آذرین با وسعت زیادی دیده می شوند. این سنگها بطور عمده شامل ریولیت های تاحدودی دگرسان شده برنگهای صورتی، سفید و سبز روشن میباشند که در قسمت های جنوب، شرق و جنوب غربی محدوده کانسار، با مورفولوژی های متفاوتی گسترش داشته و قاعده اکثر چاه های اکتشافی را تشکیل میدهند. ارتباط این سنگها با دولومیتها، شیلها و ماسه سنگهای منتسب به "سری ریزو" در محدوده مورد مطالعه کاملاً مشخص نیست و بنظر میرسد آنها را قطع کرده اند. خود این سنگها و نیز سنگهای "سری ریزو" بوسیله دایک هایی با ترکیب بازیک قطع شده اند. این سنگها بطور عمده شامل سنگهای دیابازی برنگ سبز تیره، در قسمتهای مختلفی از محدوده اکتشافی و در بخشهای وسیعی از منطقه کانسار بر و نبرد داشته و دگرسانی پر دامنه ای را موجب شده اند.

بر اساس مطالعات سنگ شناسی انجام شده توسط ع - درویش زاده و ع - باباخانی، تمامی سنگهای آذرین منطقه کانسار از نوع آلکالن میباشند (نمودار شماره یک). ریولیتها در قطب پتاسیک و بقیه انواع سنگهای آذرین منطقه در قطب سدیک قرار گرفته اند و بنظر میرسد بین آنها هیچگونه همبستگی ژنتیکی وجود ندارد (نمودار شماره دو).

سنگهای دگرسانی در محدوده کانسار شامل مجموعه پیروکسنیت - آپاتیت و آمفیبولیت

بطور عمده شامل کانیه های ترمولیت و اکتینولیت میباشند که ارتباط نزدیکی با سنگهای نفوذی * جهت آگاهی بیشتر در این زمینه به مقالات: پتروگرافی و ژئوشیمی کانسار آهن - آپاتیت اسفوردی، توسط علیرضا باباخانی و بررسی فسفات بافق "اسفوردی" دکتر علی درویش زاده، مندرج در نشریه دانشکده علوم دانشگاه تهران مراجعه شود.

بازيك (سنگهای ديابازی) نشان میدهند. مطالعات انجام یافته بوسیله کارشناسان خارجی و ایرانی در طول سالیان گذشته، وجود دگرسانی وسیع و پیرامنه در سنگهای آذرین منطقه کانسار را محقق ساخته است. از جمله ع - حق پور به دگرگونی استاتیک از نوع آلکالن زایی که در مقیاس ناحیه‌ای، اسکاپولیتیزاسیون و آل بیتیزاسیون وسیعی را موجب شده، اشاره نموده است. شواهد مورفولوژیکی از یک طرف و مطالعات سنگ شناسی انجام شده از طرف دیگر، وجود ارتباط و هم پیوندی مجموعه سنگهای معدنی را با دایکهای ديابازی نشان داده است.

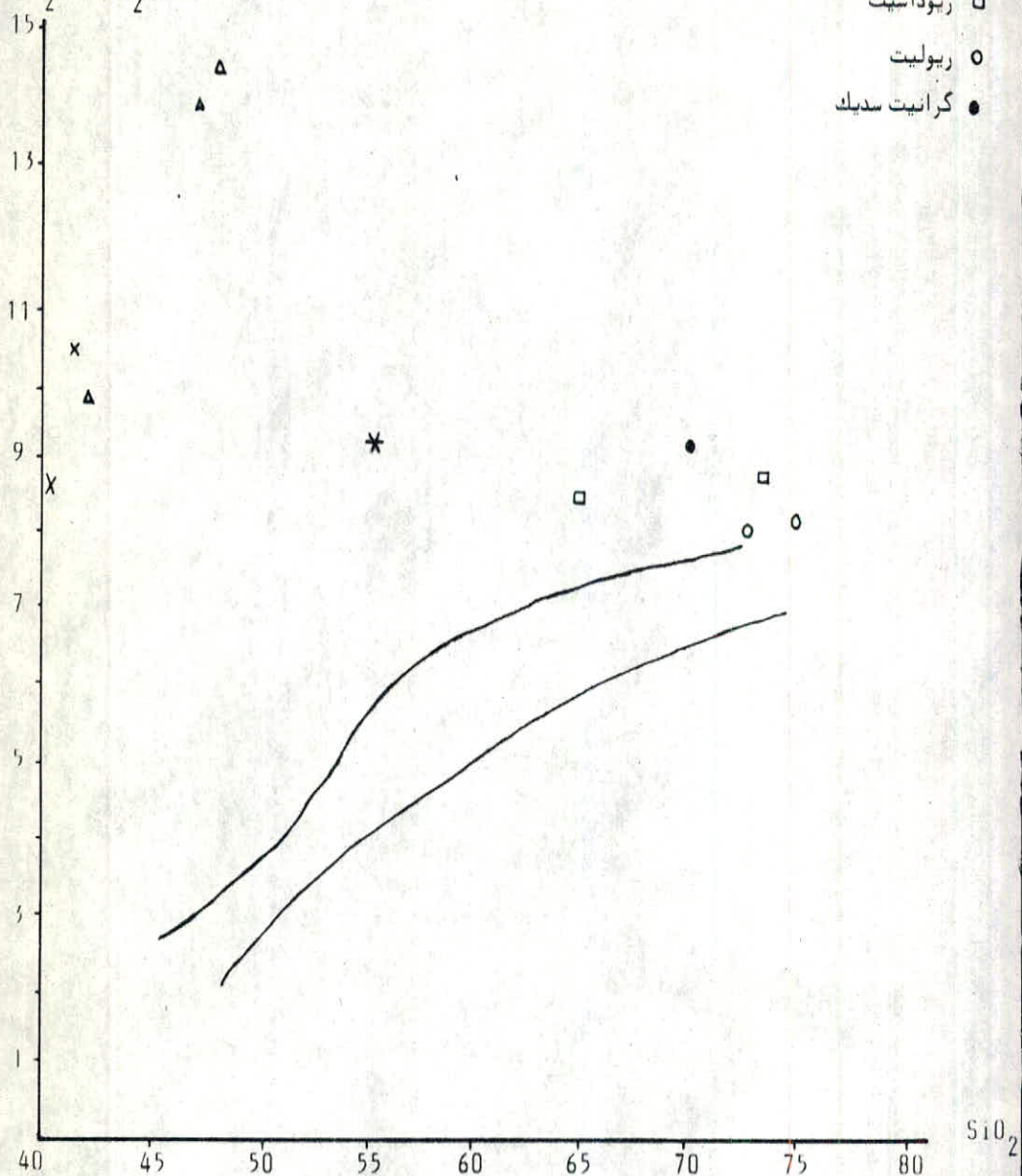
با توجه به نمونه های مشابه کانسار در دیگر مناطق دنیا و انتساب اکثر آنها به ماگماتیزم کربناتی، شاید بتوان چنین خاستگاهی را برای کانسار اسفوردی نیز مطرح نمود. بویژه آنکه شواهدی دال بر وجود این پدیده در مناطق ساغند و جنوب زیرکان یافت شده است. (رجوع شود به

Recognition of uraniferous provinces from the precambrian of Iran

By: Bahram-e-Samani, Aug. 1984, Energy Organization of Iran).

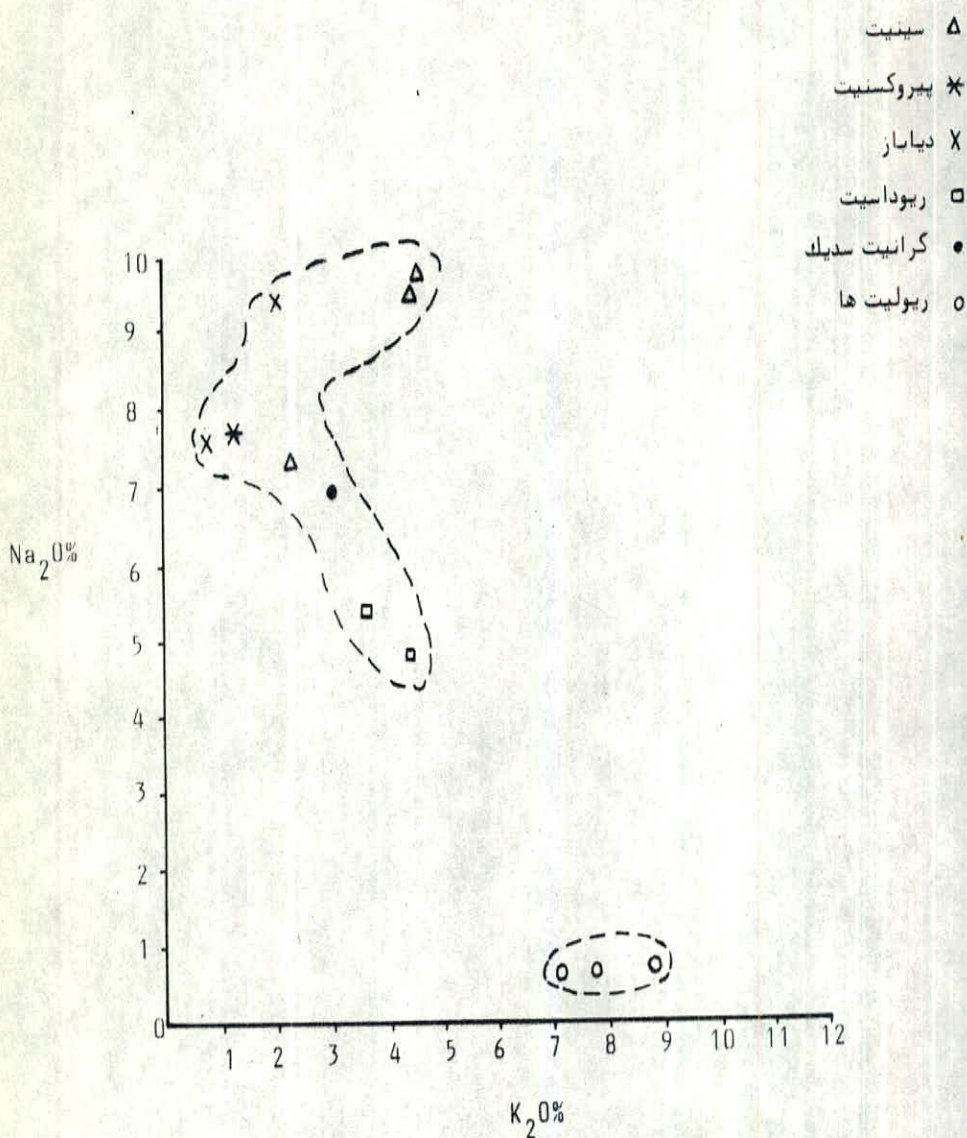
- ▲ سینیت
- × دیاباز
- * پیروکسنیت
- ریوداسیت
- ریولیت
- گرانیت سدیك

% $K_2O + Na_2O$



نمودار شماره يك - موقعیت سنگهای منطقه اسفوردی در دیاگرام Kuno

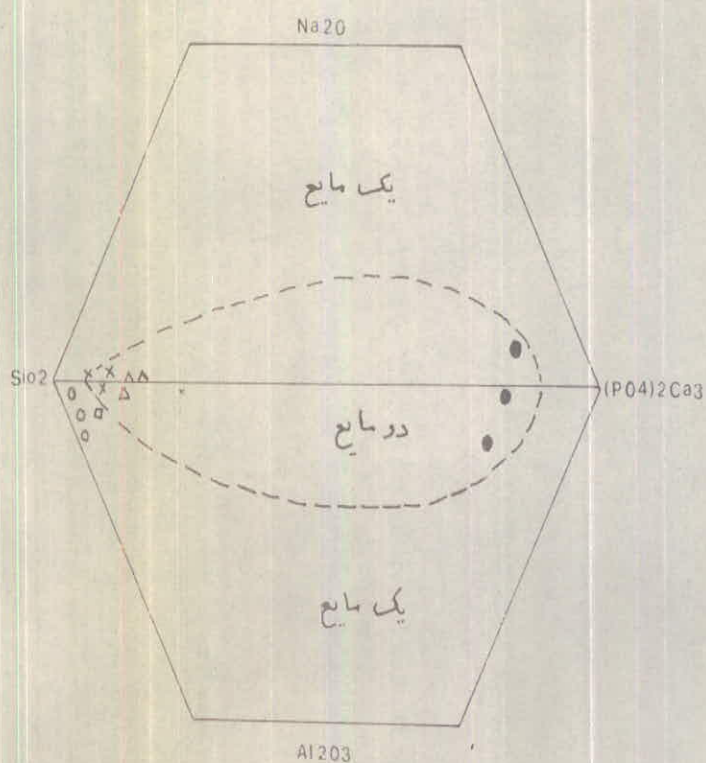
تهیه شده توسط علیرضا باباخانی



نمودار شماره دو - موقعیت سنگهای منطقه اسفوردی در دیاگرام $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$

تهیه و تنظیم از علیرضا باباخانی

- - آپاتیت
- Δ - سینیت
- × - دیماز
- * - پیروکسین
- - ریولیت



نمودار شماره ۲ موقعیت سنگ های منطقه اسفوردی

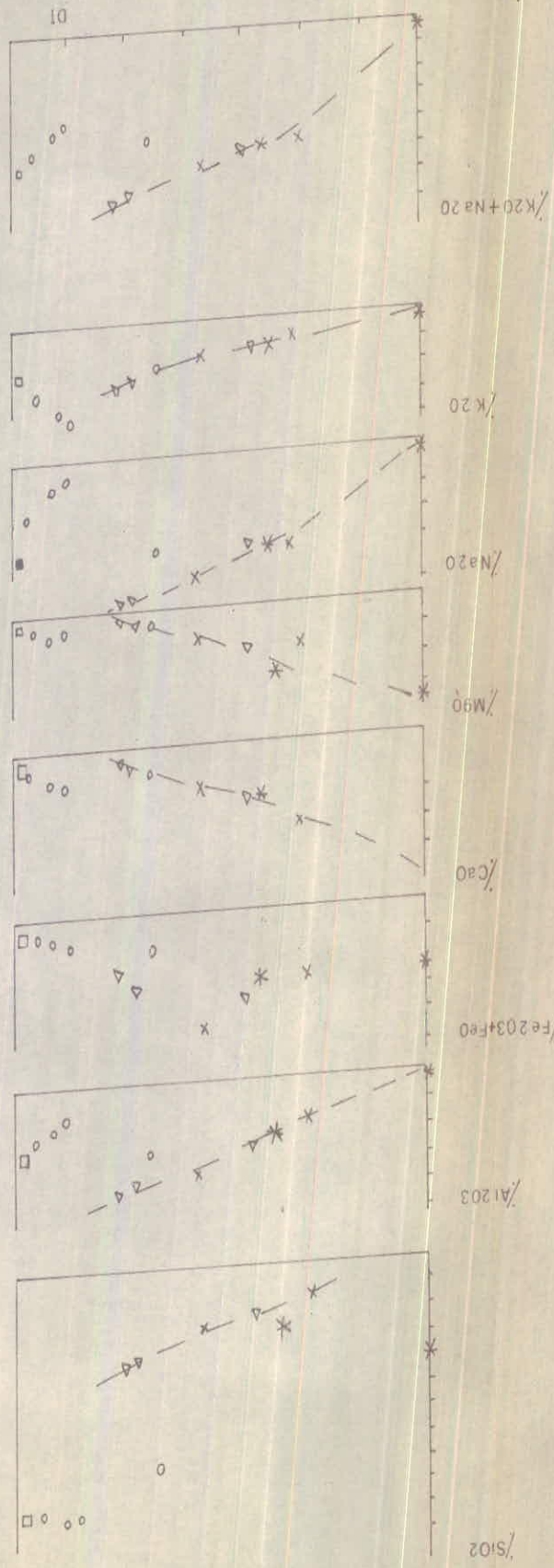
میدان در مایع Immicible در سیستم $Na_2O - Al_2O_3 - SiO_2 - (P_04)_2Ca_3$

(Melentiev and OL Shansky)

تهیه و تنظیم از علیرضا باباعانی

نمودارهای نسبتهای شیمیایی

نسبت های شیمیایی در دایره های مختلف



- دایره
- مربع
- مثلث
- ستاره
- دایره
- دایره
- دایره

۸. نحوه گسترش افقهای معدنی (مورفولوژی کانسار)

افقهای معدنی حاوی آپاتیت بصورت رگه‌هایی باشکل نیم حلقوی، در اطراف و در مجاورت توده آهن* اسفوردی برونزد داشته و در واقع آنرا دربر گرفته‌اند.

توده آهن اسفوردی، بشکل گوه باشیبی نسبتاً " ملایم به سمت شمال کشیده شده و در قسمتهای حاشیه ای باریک میشود. در این توده که بخش عمده آن از ماگنتیت تشکیل شده، آپاتیت بشکلهای شبکه ای، عدسی، رگه‌ای و حتی بلورهای نسبتاً " بزرگ بافت میشود. وجود هماتیت در این توده، همانند کانسار چغارت ناشی از پدیده مارتینیتیزاسیون (تبدیل ماگنتیت به هماتیت) میباشد.

تمرکز آپاتیت همراه با ماگنتیت، هماتیت، ترمولیت و کلسیت در قسمت کمربالای توده آهن باندازه‌ای است که بعنوان مهمترین افق معدنی حاوی آپاتیت در نظر گرفته شده است. روی این افق، بخش پرعیار دیگری بطور عمده متشکل از کانیه‌های ترمولیت - اکتینولیت، آپاتیت، هماتیت، ماگنتیت و بمیزان کمتر کلسیت و کوارتز و نیز کانیه‌های ثانویه نظیر کلریت، اپیدوت و تالک، تفکیک شده است. این افق معدنی در واقع قسمتی از " سنگهای سبز " دگرسان شده را تشکیل میدهد که در آن تمرکز بالنسبه زیاد تر رگه‌های آپاتیته مشاهده میشود. در گزارش اکتشافات تفصیلی کانسار، این دوافق بعنوان افقهای معدنی ارزیابی شده و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (به ترتیب افقهای شماره ۲ و ۳ در آن گزارش) در گزارش حاضر، این دوافق به ترتیب تحت عنوان افق اصلی (افق آپاتیته) و بخش پرعیار " سنگهای سبز " نامگذاری شده‌اند.

علاوه بر اینها، افق دیگری بطور عمده متشکل از کانیه‌های هماتیت، ماگنتیت و آپاتیت با عیار متوسط ۱۲٪ P_2O_5 ، در مطالعات اکتشاف تفصیلی مورد شناسائی قرار گرفته است (افق

شماره یک) این افق در قسمت کمرباطین توده آهن قرار داشته و در واقع بخشی از آن محسوب میشود. آهن اسفوردی، قبلاً در عملیات اکتشاف ذخایر آهن مناطق مرکزی ایران توسط شرکت ملی ذوب آهن ایران، ذخیره یابی و بعلا غشنگی نسبتاً " زیاد به فسفر از ادامه مطالعات روی آن خودداری شده است.

میشود. بعلت وضعیت استقرار این افق، تازمانیکه مساله فسفرزدایی توده آهن حل نشده، عملیات معدنکاری آن با افزایش بسیار زیاد میزان باطله برداری و صرف هزینه‌های گزاف استخراجی روبرو خواهد بود. بهمین دلیل، در عملیات اکتشاف تفصیلی کانسار، از مطالعه جدی روی این افق خودداری شده است.

شیب افق اصلی در مجاورت بلا فصل توده آهن نسبتاً " زیاد (حداکثر تا ۵۵°) و در فاصله کوتاهی به سمت شمال به حدود ۲۲° و گاه کمتر میرسد (اطلاعات و نتایج بدست آمده از چاههای اکتشافی) . این امر با احتمال قریب به یقین ناشی از شبکه شکستگیهای کانسار میباشد. چنانچه به نقشه مغناطیسی محدوده معدنی، تهیه شده در عملیات اکتشاف ژئوفیزیک توجه شود، شبکه شکستگیها در قسمتی با حدود مشخص شده توده آهن مطابقت دارد. نحوه تمسّاس مقطع (Sharp) توده آهن با سنگهای دربرگیرنده خود، بخصوص باریولیتهای کمر پائین آن احتمالاً با این شکستگیها ارتباط دارد. بر اساس این نقشه، شبکه شکستگیها بصورت کسلهای طولی و عرضی مجموعه کانسار در بر گرفته و بیشتر در اطراف چاههای D. ۱۱.۰۸ ، D. ۱۱.۰۹ ، D. ۱۱.۱۰ و D. ۱۱.۱۱ گسترش دارد.

تغییرات ضخامت و عیار در این کانسار، چه در گستره عرضی و چه در عمق، نسبتاً " زیاد میباشد (از مشخصات برخی کانسارهای دگرسانی) . شاید از این نظر، بتوان کانسار اسفوردی را در گروه چهارم تقسیم بندی زنگوف (رجوع شود به بخش ضمیمه) جای داد. در این گروه تغییر مشخصات کانسار اعم از ضخامت، عیار و ... بصورت پله‌ای، نامنظم و متناوب تومیف شده است. در کانسار اسفوردی، این تغییرات تا حدود زیادی با شبکه شکستگیها ارتباط دارد. بیشترین ضخامت و عیار در افقهای معدنی، در محدوده چاههای اکتشافی D. ۱۱.۰۸ و D. ۱۱.۰۹ با ثبات رسیده است. در محدوده این چاهها، دایکهای آپاتیتی نسبتاً " بزرگی در سطح زمین رخنمون دارند.

تماس "سنگهای سبز" داریولینهای شمال محدوده کانسار، کسله است (کسل عرضی) .

این کسل باعث رانده شدن افقهای معدنی به سمت بالا شده است . تکرار افقهای معدنی در

چاه شماره ۲ (۱۱۰۷) در بخش شمالی این کسل ناشی از این امر است .

عملکرد کسلها، علاوه بر این در بخشهای حاشیه ای معدن، منجر به حذف افقهای معدنی

شده است (نمایش چاه ۱۱۰۱۱ در قسمت غربی و چاههای ۱۱۰۱۰ و ۱۱۰۱۱ در قسمت شرقی و

شمال شرقی محدوده کانسار) . چاههای ۱۱۰۱۱ و ۱۱۰۱۸ نیز در شعاع تاثیر این کسلها قرار

داشته و بین شیب و استداد افقهای معدنی در این چاهها بقیه محدوده معدنی، رابطه منطقی

وجود ندارد .

بر اساس مطالعات انجام شده، بین دایکهای دیابازی و مجموعه سنگهای معدنی رابطه

نزدیکی وجود دارد . این ارتباط از نظر مورفولوژی، کاملاً روشن نیست و تقریباً " همه جا این

دایکها، مجموعه سنگهای معدنی و "سری ریزو" را قطع کرده و تغییراتی در شکل کانسار ایجاد

نموده اند . عملکرد این دایکها، در چاه ۱۱۰۷ بخوبی مشهود است . در این چاه، رگه های آپاتیتی

بصورت پراکنده (Palchies)، داخل سنگهای دیابازی مشاهده میشوند و حالتی شبیه همضم

ناقص آنها را در ذهن تداعی میکند . از طرفی، نفوذ رگه های آپاتیتی در "سنگهای سبز" بطور

عمده متشکل از ترمولیت - اکتینولیت بخوبی مشهود بوده و خود این سنگها رابطه نزدیکی با

سنگهای دیابازی و پیروکسنیتهای غرب محدوده معدنی دارند . در همان چاه ۱۱۰۷ بین

"سنگهای سبز" و سنگهای دیابازی تقریباً هیچگونه تماس مُقطع (Sharp) دیده نمیشود .

بر خلاف آنچه قبلاً پنداشته میشد، مجموعه سنگهای معدنی بطور هم شیب با سنگهای

همبر خود، در ردیف سنگهای ولکانیک - رسوبی "سری ریزو" قرار نداشته و آنها را قطع کرده اند .

وجود رگه های آپاتیتی فراوان در ریولیت های کمرباشین کانسار، دگرسانی قسمتی از دولومیت های

قاعده چاههای اکتشافی و نیز وجود زون (Zone) برشهای که در قاعده افق اصلی، در اکثر چاههای

اکتشافی مورد مطالعه قرار گرفته ، بخوسی موید این امر است .

روی افقهای معدنی در بخش عمدهای از محدوده کانسار ، " سنگهای سبز " میپوشانند .

این سنگها بطور عمده متشکل از آمفیبول اورالیتها (ترمولیت - اکتینولیت) همراه با

هماتیت ، ماگنتیت ، آپاتیت ، کلسیت و کوارتز بوده و کانیهای از قبیل آندرایت ، کلریت ،

اپیدوت و تالک همیزان کمتریافت میشود . تمرکز غیر عادی رگه های آپاتیتی در قسمت های از

این سنگها بطور وضوح مشاهده میشود .

سنگهای ریولیتی شمال کسل عرضی نیز در بخشهای مجاور افقهای معدنی ، آغشتگی

نسبتا " زیادی داشته و شدیداً " دگرسان شده اند .

در بخشهای دیگری از محدوده کانسار و مناطق اطراف آن ، برونزدهای کوچکی از آهن و

آپاتیت به همراه سنگهای دگرسان شده دیده میشوند . این سنگها ذخایر عمدهای را تشکیل

نمی دهند .

در عکس شماره ۲- بهمانی از محدوده کانال اراقرز ارفلا سفوردی (دیدنه سمت جنوب)
در عکس توداهن و محدوده ذخیره یابی شده بخوبی هویدا است . ریزشیت کنبدی
شکل ۴ نیز در سمت چپ دیده میشود .

-VA-

۹- ویژگیهای سنگ شناسی، کانی شناسی و شیمیائی افقهای معدنی و سنگهای دربرگیرنده

همانطور که قبلاً" گفته شد، در محدوده کانساردوافق معدنی حاوی آپاتیت شناخته شده است. کانیهای عمده این افقها را آپاتیت، هماتیت، ماگنتیت، ترمولیت، کلسیت و کوآرتز تشکیل میدهند.

نوع آپاتیت این کانسار، فلوئور آپاتیت میباشد* تجزیه شیمیائی بلور آپاتیت طی مطالعات اکتشاف تفذیلی کانسار، علاوه بر این موید وجود مقدار قابل توجهی کلر نیز میباشد:

نمونه	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	CaO	MgO	K_2O
B.A.P. 16	n.d.	n.d.	۰/۰۱	n.d.	۰/۰۱	۵۳	n.d.	n.d.
	Na_2O	MnO	P_2O_5	F	Cl	SrO	H_2O	H_2O
	۰/۶۶	۰/۰۸	۴۲/۰۴	۱/۰۵	۱/۵۲	۰/۰۱	٪۳	۰/۲۱

(مقدار فلوئور در این نمونه، بعلت خرابی دستگاه فلوئور سنج، از میزان واقعی آن کمتر است)

شکل بلورهای آپاتیت، هگز اکونال مونوپیرامیدال بوده و گاهی مانند آپاتیت های جزیره هرسز، بلورهای ۱۲ وجهی نیز دیده میشود که در همه آنها نسبت طول به قطر بیشتر میباشد.

همانند کانسار چنارت، در اینجانبازدو نوع آپاتیت نیز اسبون تشخیص داده میشود: آپاتیت I

و آپاتیت II

آپاتیت I بصورت بلورهای شکلدار (Euhedral) و یا Subhedral با سطح بیرونی صاف و مدور، برنک زرد نارنجی و بندرت بیرنک، همبستگی نزدیکی با ماگنتیت (توده اصلی آهن) داشته و به نسبت های مختلفی با آن دیده میشود؛ بنحوی که با افزایش یکی از آنها تدریجاً به ماگنتیت اصلی (سنگ آهن) یا آپاتیت اصلی (رگه ها و دایک های پر عیار آپاتیتی)

* تجزیه شیمیائی بلور آپاتیت توسط حسن برومندی، میزان فلوئور را ۴/۷۱٪ نشان داده است که از مقدار معمول آن در فلوئور آپاتیت ها کمتر میباشد. بنظر نامبرده، این پدیده ناشی از تشکیل احتمالی بلورهای کلسیم فلوئوراید (Ca_2F) در شبکه بلور آپاتیت میباشد. مطالعه با دیفر اکتومتر اشعه ایکس توسط علی درویش زاده نیز، نوع آپاتیت ها را فلوئور آپاتیت مشخص کرده است.

تغییر مینماید. ضخامت بلورهای آپاتیت ۱ بطور عمده ۱-۲ میلیمتر بوده و تجمع بلورهای آن در سطح حفره‌ها و شکافها و مخصوصاً "در توده آهن، فراوان دیده میشود. بلورهای درشت آپاتیت نیرینگ زرد عسلی تا سبز روشن با اندازه ۳-۴ سانتیمتر و بزرگتر، با سطح شکستگی مدفی، در میان این بلورها با چشم میخورد که همگی آنها در سیمانی از کربنات، هوماتیت و بندرت آمفیبول شناورند.

آپاتیت II با بافتی دانه ریزتر، شفافیت و تجمع کمتر مشخص میشود. اندازه دانه‌های آن ۰/۲-۰/۱ میلیمتر بوده و همراه کلسیت، هوماتیت، ماگنتیت و دانه‌های درشت آپاتیت، سیمان شده است. آپاتیت II بطور عمده در سنگهای دگرسانه با ترکیب آل بیت و ترمولیت تمرکز یافته است.

عمده ترکیب افق اصلی را تمرکز این دو نوع آپاتیت تشکیل میدهد که در آن بیشتر دانه‌های بزرگ آپاتیت I و تکه‌های شکسته آن، همراه انبوه دانه‌های ریز آپاتیت II و همچنین ماگنتیت، هوماتیت و ترمولیت سیمان شده و توسط رگه‌های شبکه‌ای خیلی ریز کلسیت و ترکیبات کوارتز-کلسیت قطع شده اند.

در زیر میکروسکوپ، انکلوزیونهای زیادی در اغلب بلورهای آپاتیت دیده میشوند که کم و بیش جهت یافته هستند. خاکهای نادر موجود در کانسار را به این انکلوزیونها نسبت داده‌اند. در مطالعات میکروسکوپی انجام شده روی نمونه‌های معرف افقهای معدنی توسط شرکت پائول وایب، آپاتیت بصورت تجمع بلورهای دانه ریز زاویه دار و با ابعاد مساوی مورد مطالعه قرار گرفته که توسط رشته‌های سطحی کربنات‌ها و اکسیدهای آهن پوشانده شده‌اند. آپاتیت همچنین بصورت بلورهای Subhedral (منشورهای کوتاه)، حاوی محلولهای انکلوزیونی و Ambledral میخنده با اکسیدهای آهن و کربنات‌ها یافت شده است.

ترکیب کانی شناسی نمونه IAP تا حدود زیادی معرف افق اصلی معدنی میباشد:

نمونه	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Qz	Frem	Mag	Tit	Anal	Schor
۱۸۳	۳۹٪	۱۱٪	۲٪	۸٪	۱۵٪	۱۴٪	۱۱	۱۱	۷٪
Al₂O₃ = آپاتیت Qz = کوارتز Tit = اسفن SiO₂ = آناتاز Frem = ترمولیت CaO = کلسیت Mag = مگنتیت Schor = شورلومیت (آندرادیت غنی از تیتانیوم)									

* ترکیب متوسط شیمیائی این افق بر حسب درصد، بشرح زیر بدست آمده است:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Li ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	۱.۰.۱	SO ₃	Cl
۲۰/۷۳	۶/۲۳	۲۰/۲۹	۰/۷۳	۲۸/۰۵	۳/۰۷	۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۰۸	۱۴/۹۹	۴/۵	۰/۲۸	۰/۲۰

نسبت CaO/P_2O_5 در این افق بمیزان ۱/۸۷ محاسبه شده است. مقدار زیاد CaO در این افق

و نیز بخش پر عیار "سنگهای سبز"، همانگونه که در ترکیب کانی شناسی این افقها مشاهده

میکردد، ناشی از تشکیل کانیهای نظیر کلسیت، دولومیت و سیلیکاتهای کلسیم دار میباشد.

رخنمون افق اصلی معدنی در سطح توده آهن، برنگ خاکستری روشن (ناشی از هوازدگی) و

در نمونه های بدست آمده از مغزه های حفاری برنگ مورتی بوده و با تمرکز بالنسبه فراوان دانه

های ماکنتیت در بعضی قسمتها همراه است.

تمرکز رگه ها و دایکهای آپاتیتی در "سنگهای سبز" دگرسان شده، موجب در نظر گرفتن

افق؟ معدنی دیگری شده است. این افق باشکلی کاملاً نامنظم و با تغییرات شدید ضخامت و

عیار، در واقع بخش پر عیار "سنگهای سبز" را تشکیل داده و در همه قسمتها وجود ندارد.

کانی عمده تشکیل دهنده "سنگهای سبز" ترمولیت (اکتینولیت) میباشد که بلورهای

فیبری و سوزنی آن بویژه در اطراف رگه ها و دایکهای آپاتیتی شکل گرفته است. از دیگر کانیهای

آن دیوپسید، آپاتیت، کلسیت، کوارتز، کلریت، تالک و کانیهای آپاتیک میباشد. در مقاطع

* ترکیب متوسط شیمیائی افقهای معدنی و سنگهای باطله بر اساس نتایج تجزیه شیمیائی

نمونه های مغزه بدست آمده از حفاریهای مرحله اکتشاف تکمیلی محاسبه شده است (جدول

شماره ۳). بدیهی است، چنانچه نتایج تجزیه شیمیائی نمونه های تمام گمانه ها در دست

بود، ترکیب متوسط شیمیائی دقیقتری از افقهای معدنی و سنگهای باطله در کل کانسار،

بدست می آمد.

نازك این سنگها ، یافتگرا نولار بابلورهای درشت پیروکسن (دیوپسید) که بدکلریت واکتینو-
لیت تجزیه شده اند ، مورد مطالعه قرار گرفته ؛ که شکافهای بین پیروکسنهای خردشده را
کلسیت و کوآرتز پر کرده است . کرونا ی آندرا دیت نیز گاهی دیده شده است . این سنگها از نظر
خاستگاه همبستگی نزدیکی با دایکهای دیابازی داشته و بنظر میرسد از آلتراسیون آنها ناشی
شده اند .

در سنگهای دیابازی ، یافت اینترسرتال (یافت آتیتیک) بابلورهای طویل بلاژیوکلاز
در اطراف کانیهای فرومنیزین ، فلدسپاتهای پتاسیک و آلپیت مشاهده شده است . اکسید
آهن در این سنگها بصورت ایلمنیت بوده که همانند کانسار چغارت بمیزان زیادی به لوکوکسن
تجزیه شده است . کانیهای فرعی شامل اسفن ، اپیدوت ، زوئیزیت و آپاتیت میباشد . در نورم
این سنگها ، نقلین ظاهر شده است (نمونه های ۱۰۱۶ و ۱۱۰۷۱۱۱ در جدول شماره ۵) .

ترکیب متوسط شیمیائی بخش پرعیار " سنگهای سبز " بر حسب درصد ، بشرح زیر بدست

آمده است :

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Li_2O	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	P_2O_5	$Li.O.I$	SO_3	Cl
۲۰/۹۴	۱۰/۱۰	۱۰/۷۸	۰/۱۷	۳/۷۷	۸/۶۴	۲/۲۱	۲/۲۵	۰/۱۱	۶/۸۹	۲/۴۵	۰/۳۷	۰/۲۲

نسبت CaO/P_2O_5 در این افق معدنی حدود ۲ میباشد .

ترکیب متوسط شیمیائی بخش باطله " سنگهای سبز " بر حسب درصد به ترتیب زیر

میشود :

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Li_2O	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	P_2O_5	$Li.O.I$	SO_3	Cl
۴۹/۷۰	۱۲/۱۰	۵/۵۵	۰/۱۵	۹/۳۳	۱۰/۵۰	۳/۹۷	۱/۹۷	۰/۰۸	۱/۶۷	۴/۰۰	۰/۰۷	۰/۳۷

بخش عمده ای از سنگهای باطله را ، در بخش شمالی کسل عرضی ونیز در قاعده کانسار ،

* چنانکه در ترکیب این بخش مشاهده میگردد ، بمیزان تقریبی ۱/۵۰٪ حاوی P_2O_5 است .
این نسبت کوپای مقدار P_2O_5 ادر کل باطله " سنگهای سبز " بوده ، ولی بعلت تغییرات نسبتا
زیاد عیار ماده معدنی ، امکان استخراج قسمتهائی از این توده منتفی نمیشود .

ریولیت‌های مورتنی و سبز تشکیل میدهد. ترکیب آنها آلکالین پتاسیک بوده و تحت تأثیر دگرسانی قرار گرفته اند. در زیر میکروسکوپ بافت پورفیری باز مینه فلسیتیک، مخفی بلور ویاکرافیک بصورت دانه برفی داشته (پورفیرهای درشت کوارتز و ارتوز در زمینه‌ای از کوارتز و فلدسپاتهای آلکالین دیده میشوند) و کانیهای فرومنیزین در آنها دیده نمیشود. در انواع آلتره این سنگها، اپیدوت و کلریت به میزان بیشتری مشاهده شده است. این سنگها را، با توجه به ترکیبشان ریولیت پورفیر تا گرانوفیر نامگذاری کرده اند.

ترکیب متوسط شیمیایی سنگهای باطله ریولیتی، بر حسب درصد به قرار زیر میباشد:

SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , MnO , P_2O_5 , 0.1 , SO_3 ,
۶۷/۹۵ ۱۱/۷۵ ۳/۰۵ n.d. ۲/۷۵ ۴/۲۵ ۰/۰۹ ۶/۹۴ ۰/۰۴ n.d. ۲/۸۶ ۱/۱

از آنجاکه توده آهن اسفوردی حاوی آپاتیت به میزان تقریبی ۱-۲٪ میباشد، با توجه به حجم نسبتاً زیاد این توده و پیش بینی جداسازی فسفر آن در روند پیشرفتهای علم و فن، اشاره‌ای مختصر به نتایج مطالعات سنگ شناسی انجام شده مفید خواهد بود.

توده آهن اسفوردی بطور عمده متشکل از ماگنتیت و هماتیت بوده، بیشتر ساخت برشی دارد. هسانیت در این توده، همانند کانسار چغارت در نتیجه مارتنیتیزاسیون توده ماگنتیتی اولیه، تشکیل شده است. در زیر میکروسکوپ، تجمع دانه های غیر یکنواخت و زاویه دار ماگنتیت در زمینه ای از کلسیت متبلور و کوارتز قرار گرفته و خیلی کم حاوی ایلمنیت است. این پدیده را به تزریق محلولهای حاوی کربناتها (فازئید و ترمال) نسبت داده اند. بنظر میرسد این محلولها نقش معینی در شکل گیری و تمرکز مجدد ماگنتیت و آپاتیت داشته اند (تشکیل افقهای معدنی)، وجود مقدار کمی اسفن در ترکیب کانی شناسی افقهای معدنی، ناشی از مشارکت این کانی با ماگنتیت و رشد داخل آنها در یکدیگر است.

جدول شماره ۳- نتایج آزمایشات مکمل تجزیه شیمیائی بر حسب درصد

شماره آزمایشگاه	شمار نمونهها (تعداد)	نوع سنگ	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	L.O.I.	SO ₃	Cl	F	Co ₂
SMB ₁ -1	SFB ₁ -1-10 (۱۰ نمونه)	ریولیت	۶۸/۰۱	۱۰/۸۹	۲/۶۵	n.d.	۱/۳۶	۳/۱۳	۰/۲۵	۸/۷۱	۰/۱	n.d.	۴/۵۹	۰/۸۵			
SMB ₁ -3	SFB ₁ -15-17 (۳ نمونه)	"	۶۸/۳۲	۱۲/۲۳	۳/۱۵	۰/۱۳	۱/۸۱	۵/۲۰	۱/۱	۵/۷	n.d.	n.d.	۲/۹۵	۱/۱۱	۰/۱۳		
SMB ₂ -1	SFB ₂ -1-18 (۱۸ نمونه)	"	۶۷/۹۲	۱۲/۲۳	۳/۲۷	n.d.	۳/۵۲	۴/۸۶	۰/۰۱	۵/۹۷	۰/۰۱	n.d.	۱/۹۱	۱/۲۴			
SMB ₄ -1	SFB ₄ -14-19 (۵ نمونه)	ریولیت آتیره	۶۰/۰۱	۱۲/۱	۱/۹۹	۰/۱۳	۲/۷۳	۱۱/۰۹	۰/۲۲	۶/۳	۰/۰۳	۱/۲۲	۲/۷۱	n.d.	۰/۳۹		
SMB ₈ -4	SFB ₈ -34-37 (۴ نمونه)	آمیزه‌ای از دیابازها و سنگهای معدنی	۴۶/۱۳	۱۲/۴۵	۶/۳۹	۰/۴۲	۱۰/۵۷	۶/۹۹	۰/۴۹	۳/۸۹	۰/۱۳	۰/۴۲	۹/۷۳	۰/۰۵	۰/۴۴		
SMB ₁ -8	SFB ₁ -47-51 (۵ نمونه)	"	۵۲/۹۸	۸/۰۹	۷/۴۷	۰/۳۶	۱۱/۵۸	۸/۳۲	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۱۱	n.d.	۱۱/۱۸	۱/۳۴	۰/۱۴		
SMB ₁ -2	SFB ₁ -11-14 (۴ نمونه)	"	۲۸/۶	۸/۹۵	۱۹/۱۱	۰/۷۲	۱۷/۶۰	۴/۶	۲/۲۵	۲/۱۲	۰/۴	۱۱/۵۲	۳/۷۳	۰/۵۴	۰/۱۰		
SMB ₇ -3	SFB ₇ -23-27 (۵ نمونه)	"	۴۰/۱۵	۱۷/۲۳	۱۷/۸۰	۰/۴۷	۴/۳۳	۷/۶۸	۴/۲	۲/۷۸	۰/۰۵	۰/۵۷	۳/۳۱	n.d.	۰/۳۹		
SMB ₂ -3	SFB ₂ -27-36 (۱۰ نمونه)	"	۴۰/۰۴	۷/۱۴	۱۱/۲۰	۰/۳۴	۱۵/۸۶	۵/۷۹	۰/۲۳	۲/۵۱	۰/۲۳	۴/۷۴	۱۱/۷۵	۰/۴۷	۰/۰۵		
SMB ₉ -3	SFB ₉ -29-31 (۳ نمونه)	"	۳۶/۹۷	۱۰/۱۴	۱۳/۲۹	۰/۰۴	۱۶/۳۶	۷/۸۴	۲/۳۴	۱/۸۸	۰/۰۷	۶/۸۱	۳/۷۹	۰/۱۵	۰/۳۳		
SMB ₁ -5	SFB ₁ -26-28 (۳ نمونه)	"	۲۳/۲۱	۵/۲۲	۱۷/۷۷	۰/۵۱	۲۶/۰۵	۳/۴۲	۰/۲۹	۱/۳۴	۰/۶	۱۵/۹۸	۵/۹۴	۱/۳۲	۰/۱۱		
SMB ₉ -6	SFB ₉ -78-80 (۳ نمونه)	"	۳۴/۱۱	۱۴/۴۸	۱۸/۴۳	۰/۴۳	۷/۹۵	۱۱/۴۴	۳/۱۶	۲/۲۹	۰/۰۵	۴/۳	۳/۳۹	n.d.	۰/۳۳		
SMB ₇ -4	SFB ₇ -28-39 (۱۲ نمونه)	"	۴۵/۶۱	۱۱/۷۹	۱۰/۰۴	۰/۰۷	۹/۴۷	۸/۶۷	۰/۵۷	۴/۸۵	۰/۰۶	۳/۱۷	۳/۸	۰/۱۷	۰/۴۵		
SMB ₇ -1	SFB ₇ -1-12 (۱۲ نمونه)	پیروکسینیت آپاتیت	۴۹/۴۹	۱۳/۵۷	۶/۴۷	۰/۱۷	۹/۱	۸/۷۵	۳/۷۰	۲/۱	۰/۱	۱/۶۶	۴/۲۵	۰/۱۲	۰/۴۳		
SMB ₇ -2	SFB ₇ -13-22 (۱۰ نمونه)	"	۳۵/۶۳	۹/۴۲	۱۳/۰۲	۰/۰۴	۱۵/۵	۹/۱۸	۲/۳	۱/۵۵	۰/۰۷	۶/۳۶	۴/۰۹	۰/۰۵	۰/۳		
SMB ₈ -1	SFB ₈ -1-17 (۱۷ نمونه)	"	۴۶/۷۲	۱۲/۶۰	۵/۱	۰/۱۶	۸/۸۳	۱۲/۶۶	۳/۷۶	۱/۸۲	۰/۰۵	۱/۶۳	۴/۰۹	۰/۰۶	۰/۴۲		

دنباله جدول شماره ۳

شماره آزمایشگاه	شماره نمونه ها	نوع سنگ	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	L.O.I	SO ₃	Cl	F	CO ₂
SMB ₉ -1	SFB ₉ -1-14 (نمونه ۴)	پیروکسینیت آپاتیت	۵۳/۴۶	۱۱/۱۲	۵/۳۱	۰/۱۲	۱۰/۱۵	۹/۴۲	۴/۴۵	۲/۰۲	۰/۱	n.d.	۳/۶۷	۰/۰۳	۰/۲۵		
SMB ₉ -2	SFB ₉ -15-28 (نمونه ۴)	"	۳۹/۸۶	۱۰/۸۹	۸/۷۹	۰/۰۹	۱۴/۵۵	۹/۲۸	۲/۰۷	۱/۸۸	۰/۰۷	۵/۳۲	۵/۶۲	۰/۱	۰/۲۵		
SMB ₁ -4	SFB ₁ -18-25 (نمونه ۸)	"	۴۸/۶۱	۹/۰۶	۶/۸۸	۰/۱۶	۱۰/۶۹	۱۴/۵۱	۳/۷۳	۲/۱۰	۰/۰۴	n.d.	۴/۰۹	۰/۸۸	۰/۲۲		
SMB ₂ -5	SFB ₂ -41-42 (نمونه ۳)	"	۴۶/۱۹	۹/۹۳	۷/۰۲	۰/۱۲	۱۳/۶۴	۴/۵۱	۲/۰۲	۴/۷۵	۰/۰۴	۳/۳۳	۸/۱۳	n.d.	۰/۰۷		
SMB ₂ -7	SFB ₂ -58-60 (نمونه ۳)	"	۵۸/۴۶	۱۳/۹۸	۶/۳۴	۰/۱۰	۳/۸۱	۶/۸۷	۳/۶۰	۲/۷۴	۰/۰۲	۰/۳۱	۴/۶۹	n.d.	۰/۰۸		
SMB ₉ -5	SFB ₉ -53-77 (نمونه ۵)	آپاتیت ماکتیت (افق اصلی)	۲۳/۵۳	۸/۴۴	۱۹/۹۷	۱/۲۴	۲۵/۵۷	۴/۳۲	۰/۶۳	۰/۶۲	۰/۰۷	۱۳/۷۳	۲/۲۵	۰/۰۵	۰/۲۹		
SMB ₈ -3	SFB ₈ -31-33 (نمونه ۳)	"	۲۲/۷	۷/۱۲	۳۲/۷۵	۰/۲	۱۸/۲۹	۵/۴۷	۰/۴	۱/۳	۰/۰۷	۸/۲۲	۳/۱۹	۰/۳۱	۰/۲۶		
SMB ₁ -6	SFB ₁ -29-43 (نمونه ۱۵)	"	۵/۳۸	۲/۶۲	۲۲/۸۳	۰/۷۸	۳۹/۴۸	n.d.	۰/۳۱	۰/۰۶	۰/۰۹	۲۳/۴۴	۵/۰۴	۰/۷۷	۰/۱۱		
SMB ₁ -9	SFB ₁ -52-59 (نمونه ۸)	"	۹/۴۹	۱/۸۰	۸/۸۶	۰/۴۱	۴۵/۰۰	۱/۱۲	۰/۳۱	۰/۰۳	۰/۰۹	۲۸/۲۵	۶/۰۶	۰/۹۹	۰/۱۳		
SMB ₂ -4	SFB ₂ -37-40 (نمونه ۴)	"	۱۶/۹۰	۴/۹۷	۴/۵۰	۰/۱۳	۴۱/۶۱	n.d.	۰/۳۴	۱/۹۲	۰/۰۵	۲۴/۳۰	۶/۳۱	۰/۲۳	۰/۰۵		
SMB ₂ -6	SFB ₂ -43-57 (نمونه ۱۵)	"	۱۴/۴۴	۳/۴۵	۱۸/۸۷	۰/۴۰	۳۶/۰۸	n.d.	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۰۶	۲۱/۰۴	۴/۹۵	۰/۲۳	۰/۰۴		
SMB ₂ -8	SFB ₂ -61-64 (نمونه ۴)	"	۱۵/۳۴	۲/۵۵	۲۱/۶۱	۰/۳۸	۳۴/۴۲	n.d.	۰/۲۲	۰/۵۸	۰/۱۳	۱۸/۱۲	۶/۱۲	۰/۳۱	۰/۰۴		
SMB ₈ -2	SFB ₈ -18-30 (نمونه ۱۳)	"	۸/۸۷	۴/۴۸	۳۸/۴۶	۰/۹۸	۲۸/۸۴	۱/۴۴	۰/۲	۰/۱۱	۰/۱۱	۱۲/۳۳	۴/۰۲	n.d.	۰/۲۶		
SMB ₉ -4	SFB ₉ -32-52 (نمونه ۲۱)	"	۱۲/۴۹	۴/۸۲	۱۷/۶۴	۰/۲۹	۳۸/۲۳	n.d.	۰/۵۴	۰/۵۹	۰/۰۴	۲۲/۴	۲/۶	۰/۰۶	۰/۴		
SMB ₂ -2	SFB ₂ -19-26 (نمونه ۸)	"	۶/۱۶	۰/۷۸	۳۵/۷۷	۰/۴۲	۳۶/۴۰	n.d.	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۳	۲۱/۵۸	۷/۳۲	۰/۰۶	۰/۰۳		
SMB ₁ -7	SFB ₁ -44-46 (نمونه ۳)	ماکتیت آپاتیت	۴/۹۸	۱/۸۴	۵۷/۲۰	۲/۱۵	۱۸/۸۷	۰/۳۹	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۰۹	۱۰/۱۵	۲/۵۴	۱/۶۴	۰/۱۱		

جدول شماره ۴- نتایج تجزیه شیمیائی سنگهای منطقه اسفوردی (تهیه شده توسط علیرضا باباخانی)

شماره نمونه در طبقه‌بندی	B.S.7	B.D.6	B.S.5	B.R.3	A.R.3	B.P.1	A.S.D	B.S.14	B.D.13	B.V.10	B.P.9	B.V.8
SiO ₂	۶۴/۳	۴۹/۰	۴۶/۵۰	۶۹/۷	۷۱/۷	۵۴	۴۰/۰۰	۷۰/۵	۴۹	۳۷/۲	۷۱	۴۴/۵
Al ₂ O ₃	۱۲/۷	۱۷/۸	۱۷/۷	۸	۷/۶	۸/۸	۱۳/۸	۱۲/۲	۱۷/۱	۱۷/۴	۱۰/۹	n.d.
Fe ₂ O ₃	۱/۸	۴/۶۸	۵/۰۳	۲/۷۵	۰/۴۲	۳/۸۳	۴/۶۰	۱/۶۷	۵/۳۲	۳/۰۳	۰/۸۳	۴/۹۷
FeO	۲/۷۶	۳/۸۷	۱/۳۳	۰/۹۰	۱/۳۶	۱/۹۸	۸/۱۹	۰/۴۱	۷/۰۰	۶/۲۰	۱/۰۴	۳/۸۴
TiO ₂	۰/۴۶	۱/۲۸	۱/۳۰	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۱۶	۲/۹۰	۰/۳۰	۲/۵۹	۳/۷۵	۰/۲۴	۰/۹۰
CaO	۲/۶۴	۳/۵	۷/۲۱	۴/۳۹	۳/۲۴	۴/۱۴	۷/۷۴	۱/۵۳	۶/۵۷	۱۰/۰۸	۱/۵۲	۲۰/۲۷
MgO	۲/۸۷	۱/۱۷	۰/۰۹	۰/۹۹	۲/۰۹	۱۰/۹۱	۶/۸	۰/۶۴	۳/۸۸	۶/۰۱	۰/۸۹	۱۲/۷۰
Na ₂ O	۵/۲۱	۹/۳۵	۸/۷۵	۰/۵۴	۰/۴۴	۷/۴۷	۶/۸۳	۶/۵۷	۸/۶۷	۷/۲۲	۴/۶۴	۰/۵۴
K ₂ O	۳/۵۷	۴/۴۴	۴/۱۷	۷/۲۶	۷/۲۴	۱/۷۵	۲/۴۹	۲/۹۹	۱/۸۴	۰/۸۹	۴/۴۳	۰/۰۴
MnO	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۲۱
P ₂ O ₅	۱/۰۱	۱/۳۰	۱/۲۴	۰/۹۰	۰/۸۵	۱/۰۳	۱/۸۷	۰/۸۴	۱/۵۹	۱/۷۷	۰/۸۷	۱/۴۲
H ₂ O ⁺	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۲۰	۳/۳۷	۰/۰۹	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۵
L.O.I	۲/۶۸	۳/۸۴	۶/۳۸	۳/۸۳	۴/۱۶	۶/۱۳	۴/۲۶	۲/۵۸	۶/۳۳	۶/۶۱	۱/۵۶	۹/۹۵
Total	۹۷/۶۴	۹۶/۷۸	۹۳/۸۱	۹۵/۷۴	۹۵/۴۷	۹۶/۴۰	۹۵/۵۰	۹۷/۶۹	۹۳/۸۵	۹۳/۸۹	۹۶/۶۸	۸۹/۵۴

ریوداسیت: B.P.9

سینیست: B.D.6.B.S.5.A.S.D

پیروکسنیت: B.P.1

دیاباز: B.D.13.B.V.10.B.V.8

ریولیت: B.R.3 , A.R.3

گرانیت مدیک (پلاژیوگرانیت): B.S.14

جدول شماره ۵- ترکیب کانی های نورماتیو سنگهای منطقه اسفوردی (تهیه شده توسط علیرضا باباخانی)

شماره نمونه در محلکانیهای نورماتیو	B.S.7	B.D.6	B.S.5	B.R.3	A.R.3	B.P.1	A.S.D	B.S.14	B.D.13	B.V.10	B.P.9	B.V.8	B.V.4
Q.	۱۳/۹۸	—	—	۳۶/۳	۳۴/۷۴	۰/۰۶	—	۲۳/۲۵	—	—	۲۸/۲۹	۲/۱۶	—
Ab.	۵۴/۰۴	۱۴/۱۴	۱۴/۱۴	۲/۰۹	۴/۱۹	۳۷/۷۲	۳/۶۶	۴۷/۴۲	۸/۱۲	۱/۵۷	۳۰/۶۵	—	۲/۰۹
An.	—	—	—	—	—	—	—	—	۲/۵۰	۱۳/۳۴	—	—	۰/۲۷
Or.	۲۱/۶۸	۲۴/۴۶	۲۶/۱۳	۴۳/۰۹	۴۴/۴۸	۱۱/۱۲	۱۵/۲۹	۱۸/۰۷	۱۱/۶۷	۵/۵۰	۲۷/۸	—	۴/۴۴
Ne.	—	۳۱/۳۸	۳۱/۶۶	—	—	—	۳۰/۳۸	—	۳۷/۹۱	۳۴/۵۰	—	—	۳۲/۳۷
Leu.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diop.	۵/۲۵	۱۴/۳	۱۲/۸۷	۹/۷۹	۹/۴۱	۱۲/۲	۲۳/۳۷	۲/۱۶	۱۷/۹۳	۲۲/۸۶	۲/۱۶	۸۰/۵	۴۱/۴
Hyp.	۷/۹۷	—	—	—	۴/۰۶	۵/۸۶	—	۰/۹۳	—	—	۳/۰۳	۱/۰۰	—
Ol.	—	—	—	—	—	۱۴/۹۳	۱۰/۰۰	—	۴/۵۴	۵/۸۳	—	—	۱/۹۰
Aeg.	—	۹/۰۰	۵/۷۷	۲/۳۱	۰/۲۳	۱۱/۷۸	۰/۴۶	۵/۰۸	—	—	۲/۵۴	۴/۵۰	—
Ma.	۲/۶۶	۲/۵۵	۱/۶۲	۲/۶۶	۰/۵۸	—	۶/۷۳	—	۸/۲۳	۴/۶۴	—	۵/۷۰	۳/۷۱
Il.	۰/۹۱	۲/۵	۲/۵۸	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۳۰	۵/۷۷	۰/۶۰	۵/۲۴	۷/۶۰	۰/۴۵	۱/۹۰	۴/۱۰
Hem.	—	—	۲/۲۴	۰/۲۴	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cor.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ap.	۲/۳۵	۰/۳۳	۳/۱۹	۲/۱۸	۲/۰۱	۲/۵۲	۴/۵۳	۲/۰۱	۴/۰۳	۴/۵۳	۲/۰۲	۳/۷۰	۴/۰۲
D.I	۶۶/۸	۷۰	۷۲	۸۱/۵	۸۳/۴۱	۴۸/۹	۴۹/۳۳	۸۸/۷۴	۵۷/۷۱	۴۱/۶۳	۸۶/۷۴	۲/۱۶	۳۸/۹
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	۰/۶۷	۰/۷۳	—	—	—	۱/۰۴	۰/۶۷	—	۰/۶۱	۰/۴۶	—	—	۰/۶۲
Al_2O_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Q. = کوارتز Aeg. = آئیرین Diop. = دیوپسید Or. = ارتوز Ab. = آلایت
 Hem. = هماتیت Ma. = ماکنتیت Hyp. = هیپرستن Ne. = نفلین An. = آنورتیت
 Cor. = کوردیریت Il. = ایلمنیت Ol. = الیوین Leu. = لوسیت Ap. = آپاتیت

۱۰- عناصر خاکی نادر

مطالعات انجام یافته در سالهای گذشته و اخیر، وجود مقدار قابل توجهی عناصر خاکی نادر (Rare earth elements) را، در کانسار اسفوردی ثابت نموده است.

اولین بار حسن برومندی از شرکت ملی ذوب آهن ایران، با توجه به وجود این عناصر در کانسار چغارت، مطالعات پیرامون آنها را در این زمینه انجام داده است. نامبرده با استفاده از روش فلوتورسنس X-Ray نمونه‌های متنوعی از سنگهای معدنی منطقه و از جمله کانسار اسفوردی را مورد آزمایش قرار داده و وجود مقدار قابل ملاحظه‌ای خاکهای نادر را در سنگهای آپاتیتی گزارش نموده است. در این آزمایشات، وجود عناصری از قبیل استرنسیوم (Sr) و زیرکونیم (Zr) به میزان کم و بیش قابل توجه و نیز آرسنیک (As)، منگنز (Mn)، روبیدیوم (Rb)، و انادیوم (V) و باریم (Ba) در این سنگها اثبات شده است. بر اساس این واقعیات و با توجه به احتمال جانشینی کاتیونهای از قبیل منیزیم، آهن، استرنسیوم، باریم، سرب، لانتانیم، ایتیریم و نئودیمیم بجای کلاسیم در ساختمان شبکه آپاتیت، تشکیل کانیهای نظیر مونازیت $(\text{Ce, La, Th})\text{PO}_4$ و گزنوتیم YPO_4 در نظر گرفته شده است.*

تحقیقات انجام شده توسط علی درویش زاده از دانشگاه تهران روی سنگهای محدوده معدنی اسفوردی، علاوه بر اینها نشان دهنده وجود عناصر کمیاب دیگری از قبیل اورانیوم و توریم در سنگهای آپاتیتی بوده است. البته این موضوع بمعنی وجود رابطه مستقیم بین این عناصر و کانی آپاتیت نبوده، ولی نقش قابل ملاحظه آنرا در چرخه ژئوشیمی این عناصر ثابت میکند. نامبرده وجود چنین عناصری و همچنین خاکهای نادر را، در سنگهای معدنی آپاتیت دار، به مشارکت آنها در ساختمان بلورین آپاتیت (و نه دیگر کانیهای همراه) مربوط میداند.

مطالعات الکترون میکروپروب که توسط کارشناسان دیگر کشورها روی سنگهای با * در مطالعات کانی شناسی انجام شده توسط شرکت برزیلی پائولو ابیب روی نمونه‌های ارسالی معرف افقهای معدنی کانسار اسفوردی، وجود کانی گزنونیم در نمونه پرعیار آپاتیت، مورد تأیید قرار گرفته است.

رخساره دگرسانی صورت گرفته، وجود بیشترین مقدار خاکهای نادر و همچنین اورانیوم و توریم را، در آنکلوژیونهای مونازیت و گزنوتیم داخل بلورهای آپاتیت اثبات نموده است. واقعاً "هماین موضوع در مطالعات اکتشاف تفصیلی کانسار مورد تأیید قرار گرفته است. جدول شماره ۶ رابطه مستقیم بین مقدار این عناصر و آنکلوژیونهای داخل آپاتیت را نشان میدهد. در این جدول علیرغم يك استثناء، با افزایش مقدار آنکلوژیونها بر میزان خاکهای نادر افزوده میشود.

رابطه مقدار عناصر خاکهای نادر با آنکلوژیونهای داخل آپاتیت

Y P.P.M.	Nd P.P.M.	La P.P.M.	Ce P.P.M.	مقدار آنکلوژیون
۱۵۳۰	۱۳۷	۴۰۰۰	۸۷۰۰	حدود ۲ درصد
۵۶۰	۱۱۰	۶۶۵۰	۱۵۵۰۰	يك تا دو درصد
۱۷۶	۱۷۰	۶۰۷	۱۸۵۲	حدود يك درصد
۶۶۰	۱۵۰	۵۹۰	۱۱۹۰	خیلی كم

جدول شماره ۶- استخراج از گزارش اکتشافات تفصیلی کانسار آپاتیت اسفوردی

در گزارش اکتشافات تفصیلی کانسار اسفوردی، بر اساس نتایج بدست آمده از مقدار متوسط این عناصر (جدول شماره ۷)، میزان ذخیره هریک از آنها به ترتیب زیر بدست آمده است:

سرم ۲۴۰۰۰ تن، لانتانیم ۵۶۰۰ تن، ایتیریم ۵۶۰۰ تن و نئودیمیم ۱۷۰۰ تن.

چنانچه این نحوه عمل، مبنای محاسبه قرار گیرد؛ با توجه به افزایش ذخایر ارزیابی شده سنگ فسفات طی مطالعات اکتشاف تکمیلی، میزان ذخایر هریک از عناصر فوق بنحو زیر افزایش مییابد:

سرم ۲۴۰۰۰ تن، ایتیریم ۸۵۰۰ تن، لانتانیم ۸۵۰۰ تن و نئودیمیم ۲۶۰۰ تن.

متوسط مقدار عناصر خاکهای نادر در افقهای معدنی

افق معدنی	طول نمونه - گیری (متر)	Ce P.P.M.	La P.P.M.	Nd P.P.M.	Y P.P.M.
بخش پرعیار "سنگهای سبز"	۱۴۵	۲۱۹۸	۹۰۰	۲۰۹	> ۱۰۰۰
افق آپاتیتی (افق اصلی)	۱۳۷	۲۰۹۷	۷۶۵	۲۴۰	> ۱۰۰۰
مجموع دوافق	۲۸۲	۲۱۴۹	۸۳۴	۲۲۴	> ۱۰۰۰

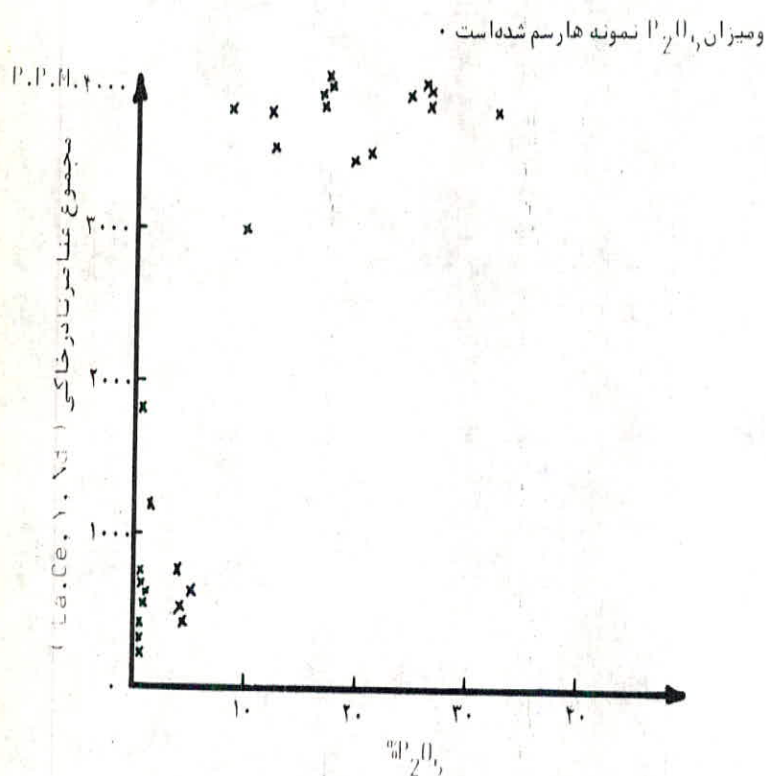
جدول شماره ۷ - استخراج از گزارش اکتشافات تفصیلی کانسار آپاتیت اسفوردی

باید ادعان نمود که ذخایر خاکهای نادر در کانسار اسفوردی، بسی بیشتر از مقادیر ذکر شده میباشد. زیرا نتایج بدست آمده به علت محدودیت دستگاههای اندازه گیری، غالباً "حداقل مقدار این عناصر را نشان میدهند."

نتایج آزمایشات اسپکترومتری تعدادی از نمونه های معرف افقهای معدنی و سنگهای دربرگیرنده آنها، در جدول شماره ۸ نمایش داده شده است. چنانکه در این جدول دیده میشود، عناصر خاکهای نادر در افق آپاتیتی (افق اصلی معدنی) بیشترین مقدار را داراست. مقدار زیرکونیم نیز در این افق قابل توجه میباشد. استرنسیوم در افق آپاتیتی افزایش نسبی نشان میدهد؛ ولی بنظر نمیرسد بین این عنصر و آپاتیت رابطه مستقیمی وجود داشته باشد. مقادیر تیتانیوم، وانادیوم، کبالت و نیکل در این نمونه ها با مقدار ماکنتیت آنها نسبت مستقیم دارد. نیوبیوم بیشتر در "سنگهای سبز" متمرکز شده است. این عنصر همچنین در شبکه شکستکها و مناطق خرد شده (Brecciated Zone) افزایش غیرعادی نشان میدهد.

نمودار شماره ۵ تا حدود زیادی گویای رابطه مستقیم عناصر نادر خاکی با آپاتیت در

نمونه های مختلف سنگهای کانسار میباشد. این نمودار بر اساس نتایج مندرج در جدول شماره ۸



نمودار شماره ۵ - دامنه تغییرات عناصر نادر خاکی بر حسب P_2O_5

جدول شماره ۹ فراوانی خاکهای نادر رادر سنگهای مختلف نشان میدهد .

فراوانی خاکهای نادر در سنگهای مختلف (P.P.M.)

نوع سنگ	Y	La	Ce	Nd
پوسته زمین	۲۲	۱۶	۳۱	۱۷
بازالت (اقیانوسی)	۳۲	۳۳	۱۰/۳	۹/۹
بازالت (قاره ای)	۲۷/۳	۳۲	۵۹	۴۰
گرانیت	۴۲	۵۰	۱۰۰	۴۶

جدول شماره ۹ - اقتباس از ای . بالاشوف ، ۱۹۷۶

همانطور که از مقایسه اعداد این جدول با نمونه های معرف سنگهای ریولیتی، دیابازی و

حتی دولومیتی محدوده کانساز برمی آید، میزان خاکهای نادر در این سنگها نیز کم و بیش با

افزایش غیر عادی همراه است .

باتوجه به ارزش فراوان خاکهای نادر در بازار جهانی به لحاظ موارد مصرف گسترده

منعنی آنها، امکان استحصال این عناصر و احتمالا " عناصر کمیاب دیگری از قبیل اورانیوم

بصورت محصول جنبی (By Product) در مطالعات کانه آرائی در نظر گرفته شده است .

Sample	Type of rocks	TiO ₂ %	Ce	La	Y	Nd	Sr	V	Zr	Ni	Co	Nb
SF ₁ -3	Altered rhyolite	0.05	216	155	180	20	24	32	-	-	-	< 10
SF ₂ -8	ditto	0.20	95	21	85	< 10	17	29	-	-	-	44
SF ₁₀ -9	ditto	0.15	115	74	78	< 10	14	27	-	-	-	44
SF ₁ -6	Diabasic rocks	0.64	268	122	107	< 10	53	668	-	420	32	-
SF ₉ -30	ditto	0.06	218	81	300	< 10	122	237	-	31	18	-
SF ₂ -18	Brecciated zone	0.30	276	118	140	221	41	126	644	80	25	400
SF ₁ -15	Apaltitic horizon	2.00	> 1100	> 1100	> 1100	480	162	966	775	> 1000	74	50
SF ₁ -17	ditto	0.30	> 1100	> 1100	> 1100	650	258	496	> 1100	280	55	< 10
SF ₁ -22	ditto	0.07	> 1100	> 1100	> 1100	680	302	200	> 1100	81	21	< 10
SF ₁ -23	ditto	0.02	> 1100	> 1100	> 1100	534	276	190	> 1100	51	21	< 10
SF ₂ -15	ditto	0.04	> 1100	> 1100	> 1100	611	262	87	> 1100	20	11	< 10
SF ₂ -23	ditto	0.06	> 1100	> 1100	> 1100	584	273	205	> 1100	84	10	< 10
SF ₂ -26	ditto	0.25	> 1100	> 1100	> 1100	670	417	80	> 1100	54	18	< 10
SF ₂ -30	ditto	< 0.02	> 1100	> 1100	> 1100	555	262	180	> 1100	65	11	< 10
SF ₉ -16	ditto	< 0.02	> 1100	> 1100	> 1100	528	194	84	> 1100	15	9	< 10
SF ₉ -19	ditto	0.28	> 1100	> 1100	> 1100	504	203	387	> 1100	245	23	< 10
SF ₉ -29	ditto	0.15	> 1100	> 1100	> 1100	462	522	313	> 1100	125	20	< 10
SF ₇ -12	ditto	< 0.02	> 1100	> 1100	> 1100	718	216	110	> 1100	14	24	< 10
SF ₈ -3	ditto	0.47	> 1100	> 1100	> 1100	427	176	487	959	585	34	< 10
SF ₈ -7	ditto	0.33	> 1100	> 1100	> 1100	480	198	531	> 1100	665	42	10
SF ₄ -1	Magnetitite	1.61	580	80	104	< 10	24	993	430	> 1000	32	269
SF ₉ -3	"Green rocks"	0.52	620	375	228	< 10	78	513	399	161	40	475
SF ₉ -9	ditto	0.11	1058	820	960	165	54	202	660	112	40	< 10
SF ₇ -3	ditto	0.10	280	138	250	< 10	177	248	493	34	16	760
SF ₇ -9	ditto	< 0.02	170	38	230	< 10	127	231	483	66	57	800
SF ₇ -18	ditto	0.82	531	401	433	< 10	55	256	512	78	30	480
SF ₈ -11	ditto	0.07	266	141	230	< 10	206	208	491	47	25	690
SF ₁₁ -29	Altered dolomite	0.32	184	100	76	42	76	222	457	25	11	47
SF ₇ -32	ditto	0.13	170	58	66	< 10	31	62	-	37	15	-

جدول شماره ۸ - نتایج آزمایشات اسپکترومتري نمونه های معرف افقهای معدنی و سنگهای دربرگیرنده آنها .

۱۱- خواص فیزیکی و مکانیکی افقهای معدنی و سنگهای باطله

تعداد ۹ نمونه از سنگهای معرف بخشهای مختلف افقهای معدنی و سنگهای باطله مورد آزمایشات فیزیکی و مکانیکی قرار گرفته اند. این آزمایشات شامل: تعیین وزن مخصوص حقیقی (چکالی) و ظاهری، تعیین مقاومتهای فشاری و حدگسیختگی و نیز تعیین میزان رطوبت نمونه ها بوده است.

وزن مخصوص حقیقی نمونه ها جهت تخمین ذخیره افقهای معدنی و سنگهای باطله مورد استفاده قرار گرفته است. وزن مخصوص ظاهری نمونه ها را میتوان تقریباً معادل وزن مخصوص ریزشی فرض کرد. کدر سدنکاری مورد استفاده میباشد. نتایج بدست آمده از مقاومتهای فشاری و حدگسیختگی نمونه ها نیز در تعیین شیب موقت و دائمی پله ها، تعیین شیب کلی دیواره معدن و کاربرد مواد نازیه نقش قطعی دارد. اطلاعات و نتایج بدست آمده از این آزمایشات در جدول شماره ۱۰ خلاصه شده است. در این جدول، نمونه های شماره ۶ - SF₂ و ۱۲ - SF₄ معرف سنگهای باطله ریولیتی، نمونه شماره ۲ - SF₁ معرف باطله "سنگهای سبز"، نمونه های ۴ - SF₄، ۵ - SF₅ و ۶ - SF₈ معرف افق اصلی معدنی (افق آپاتیتی) و نمونه های ۱۳ - SF₉، ۸ - SF₇ و ۱۵ - SF₉ معرف افق پرعیار "سنگهای سبز" و سنگهای دیابازی میباشد.

متوسط وزن مخصوص حقیقی در افق اصلی معدنی بر اساس نتایج این آزمایشات و بر روش متوسط گیری ریاضی به میزان ۳/۳۶ گرم بر سانتیمتر مکعب (q/cm^3) و در افق پرعیار "سنگهای سبز" و سنگهای دیابازی به میزان ۲/۸۶ q/cm^3 تعیین شده است. وزن مخصوص حقیقی باطله "سنگهای سبز" و سنگهای ریولیتی رقمی نزدیک بهم، از ۲/۳۴ تا ۲/۴۸ q/cm^3 متغیر است. میزان تخلخل در این سنگها از رابطه
$$P = 1 - \frac{G_n(1-M)}{G_m}$$
 بدست آمده است که در آن درصد تخلخل = P ، درصد رطوبت = M ، وزن مخصوص سنگ طبیعی (وزن مخصوص ظاهری) = G_m و وزن مخصوص کانی (وزن مخصوص حقیقی) = G_n میباشد. همانطور که در جدول دیده میشود،

میزان تخلخل در سنگهای باطله ریولیتی نسبتاً زیاد میباشد. این نسبت در باطله سنگهای سبز" بمیزان تقریبی ۵٪، در بخش پرعیار "سنگهای سبز" و سنگهای دیابازی بین ۷-۹٪ و در افاق اصلی معدنی بین ۴-۸٪ بدست آمده است.

نتایج بدست آمده از اندازه گیری مقاومت فشاری و حدگسیختگی در این نمونه ها، بماند اجازه میدهد تا بر اساس استاندارد مهندسی تقسیم بندی ۸ قسمتی سنگها که بر اساس مقاومت فشاری تنظیم شده (ارجوع شود به بخش ضمیمه) افاق اصلی معدنی را جزو سنگهای نسبتاً مستحکم (گروه ۴)، افاق پرعیار "سنگهای سبز" و سنگهای دیابازی را جزو سنگهای نسبتاً نرم تا نیمه مستحکم (گروه های ۵ و ۶) و باطله "سنگهای سبز" و سنگهای ریولیتی را برترتیب جزو سنگهای نیمه مستحکم و نسبتاً نرم، رده بندی کنیم. علت این وضع را باید ناشی از آلتراسیون عمقی وسطی نسبتاً زیادی دانست که مجموعه سنگهای معدنی و سنگهای دربرگیرنده آنها متحمل شده و باعث از بین رفتن استحکام اولیه شان شده است. وجود چنین وضعی، از طرفی امر برداشت سنگهای باطله را با سهولت بیشتری امکانپذیر ساخته و از طرف دیگر، احتمالاً باعث کاهش شیب کلی دیواره معدن در بخش شمالی و قسمتهای دیگر خواهد گردید. این خدائس دوگانه تأثیری متناقض بر هزینه های استخراج و باطله برداری خواهد داشت.

در برنامه عملیات اکتشاف تکمیلی، بمنظور تعیین آبدهی توده معدنی، پیدانمودن سطح تراز آبهای زیرزمینی و نحوه تأثیر آن در عملیات معدنکاری و بطور کلی بدست آوردن اطلاعاتی درباره نوع، ترکیب، میزان املاح و PH آبهای حوضه کانسار، انجام پمپاژ توسط هوای فشرده در چند چاه اکتشافی پیش بینی شده بود؛ اما بدلیل عدم انطباق قطر سونداژ حفاریهای جدید با دستگاههای پمپاژ مورد استفاده در ایران و نیز پرشدگی تعداد زیادی از چاههای قدیمی، از انجام این کار صرف نظر گردید.

جدول شماره ۱۰- نتایج آزمایشات فیزیکی و مکانیکی نمونه‌های معرف افق‌های معدنی و سنگهای باطله

ردیف	شماره نمونه	نوع سنگ	وزن مخصوص			P ₂₀ 5%	حد گسیختگی KgF/Cm ²	مقاومت فشاری KgF/Cm ²	% تخلخل	مقاومت فشاری نسبی گسیختگی
			بطریق هندسی	ظاهری	حقیقی (چگالی)					
۱	SF ₂ -6	ریولیت (سنگهای باطله)	۲/۰۴	۲/۱۲	۲/۴۲	۰/۰۲	۴۹۸۹	۲۶۸/۳۸	۱۲	۵/۳۸
۲	SF ₄ -12	ریولیت آلتیره (سنگهای باطله)	۲/۳۸	۲/۱۶	۲/۳۴	۱/۹۳	۴۷۶۲	۳۱۶/۹۵	۸	۶/۶۵
۳	SF ₈ -4	آباتیت - ماگنتیت (افق اصلی معدنی)	۳/۲۹	۲/۸۲	۲/۹۳	۰/۶۹	۱۲۷۰۰	۶۸۵/۶۳	۴	۵/۴۰
۴	SF ₈ -5	آباتیت-ماگنتیت-ترمولیت (افق اصلی معدنی)	۳/۵۱	۳/۱۹	۳/۴۶	۰/۳۹	۷۴۸۴	۴۷۳/۱۷	۸	۶/۳۲
۵	SF ₈ -6	ماگنتیت - آباتیت (افق اصلی معدنی)	۳/۸۷	۳/۹۶	۴/۱۲	۰/۲۳	۱۱۳۳۹	۷۲۱/۲۵	۴	۶/۳۶
۶	SF ₉ -8	ترمولیت - آباتیت - ماگنتیت (افق پرعیار سنگهای سبز)	۲/۸۵	۲/۷۷	۳/۰۳	۰/۲۰	۹۹۷۸	۳۴۶/۷۸	۸	۳/۴۷۵
۷	SF ₉ -13	ترمولیت - آباتیت - ماگنتیت (افق پرعیار سنگهای سبز)	۳/۰۴	۲/۵۳	۲/۷۰	۰/۶۶	۱۶۳۲۹	۴۹۲/۹۱	۷	۳/۰۱
۸	SF ₉ -15	سنگهای دیابازی؟ (افق پرعیار سنگهای سبز)	۲/۵۱	۲/۶۲	۲/۸۴	۱/۹۰	۷۷۱۱	۲۶۳/۱۹	۹	۳/۴۱
۹	SF ₉ -2	ترمولیت - اکتینولیت (بخش باطله سنگهای سبز)	۲/۵۹	۲/۴۰	۲/۴۸	۲/۱۱	۱۳۶۰۷	۴۴۶/۶۱	۵	۳/۲۸

درمردر P₂₀ در جدول بطور غیر مستقیم و بر اساس تجزیه شیمیائی نمونه های معادل بدست آمده است .

درمردر رطوبت ارائه شده با احتمال زیاد کمتر از میزان واقعی و دارای خطای نسبی است .

۱۲. برآورد کمی و کیفی ذخایر، میزان باطله برداری و حدود معدن

قبلاً، طی مطالعات اکتشاف تفصیلی، مجموع ذخایر افقهای معدنی ۵/۶ میلیون تن سنگ فسفات با عیار متوسط ۱۴/۳۵٪ P_2O_5 برآورد شده بود. با انجام حفاریهای جدید، میزان ذخایر تا بیش از ۸ میلیون تن سنگ فسفات برآورد شده است. در مطالعات اکتشاف تکمیلی، بر اساس نتایج حفاریهای دو مرحله، برآورد کمی و کیفی ذخایر کانسار بعمل آمده است (جدول شماره ۱۱ و جداول محاسبات آماری نمونهها).

محاسبه ذخیره با استفاده از روش چند ضلعی (Polygonal method) صورت گرفته است. در نظر گرفتن شبکه اکتشافی مناسب و مشخص نبودن مناطق گسله در نمودار چاههای حفاری مرحله اکتشاف تفصیلی، از جمله عوامل موثر در انتخاب چنین روشی بوده است.*

شیب و امتداد در گره معدنی با استفاده از مختصات هندسی نقاط سه نقطه واقع بر روی صفحه و برپایه اطلاعات بدست آمده از گمانه‌های اکتشافی محاسبه شده است.

چکالی متوسط مجموع افقهای معدنی در بخشهای مختلف کانسار، بر اساس نتایج آزمایشات فیزیکی نمونه‌ها و نسبت ضخامت این افقها در چاههای مرکز هر بلوک، محاسبه شده است.

عیار متوسط افقهای معدنی از راه متوسط گیری ریاضی، به ترتیب برای افق اصلی، ۱۷/۰۲٪، P_2O_5 و برای افق پر عیار "سنگهای سبز"، ۴۲/۰۷٪، P_2O_5 محاسبه شده است. عیار متوسط مجموع دوافق به همین روش، بمیزان ۱۲/۱۴٪ P_2O_5 بدست آمده است.

از آنجاکه عیار به عنوان شاخص کیفی توزیع کانسار، یکی از عوامل مهم تفکیک بخشهای مختلف محدوده معدن میباشد، نقشه‌های تغییرات عیار برپایه عیار متوسط ترانسه‌ها و چاهها * این روش در مواردی بکار میرود که اطلاعات بدست آمده از گمانه‌ها با هم تفاوت زیادی داشته باشد (تغییرات عیار، ضخامت و ...). و بطور کلی، طبیعت توده معدنی کمتر توضیح داده میشود. اساس کار در این روش، قانون نزدیکترین نقطه میباشد که مطابق آن، ارزش هر نقطه‌ای بین دو ایستگاه (گمانه اکتشافی)، برابر ارزش نزدیکترین ایستگاه میباشد.

تهیه شده است (نقشه های ۹ و ۸ No. S.F. P. و No. S.F. P. ۸) بدلیل روشن نبودن کمترین حد اقتصادی عیار ماده معدنی (Cut off grade)، محدوده های عیار P_2O_5 در این نقشه ها، بر اساس کلاس اقتصادی ذخایر ترسیم نشده است. تعیین این حد، به چگونگی کانه آرائی افق های معدنی، طرح استخراج و برآورد هزینه های مربوطه و بالاخره قیمت ماده معدنی، بستگی دارد.

با اینکه منحنی توزیع طبیعی لزوماً از توزیع آماری مشخصه کانسار تبعیت نمیکند، با استفاده از محاسبات آماری و بر اساس عیارهای بدست آمده، کلاسهای اقتصادی کانسار معین شده است. نتایج این محاسبات، ذخایر برآورد شده را، از نظر کیفی در کلاس C_1 رده بندی میکند. محاسبات انجام شده بنحوی مستدل نشان میدهد که جهت برآورد ذخایر کانسار در کلاس B (با حداکثر خطای ۳۰٪)، نیاز به دوبرابر کار اکتشافی انجام شده، یعنی حدود ۴۵-۴۰ گمانه بوده است. امری که احتمالاً عملیات اکتشافی را با مخاطرات جدی از نظر تامین هزینه روبه رو می ساخت. * رعایت نکردن فواصل منظم نمونه گیری به همراه کمبود باز یافت مغزه در تعدادی از چاه های اکتشافی مطالعات تفصیلی، تا حدود معینی در افزایش میزان خطا (برآورد کیفی) نقش داشته است.

میزان پوشش محدوده کانسار، بازای هر چاه اکتشافی ۷۰۰-۶۹۰ متر مربع میباشد (سطح حقیقی)، حال آنکه جهت دسترسی به حداقل شرایط مطلوب، میزان پوشش هر چاه اکتشافی میبایستی حداکثر حدود ۲۴۰۰ متر مربع در نظر گرفته میشود (شبکه های تقریباً ۵۰x۵۰ متر). گمانه های واقع در مرکز هر بلوک (در این زمینه، بهتر بود در بدو امر با توجه به مورفولوژی کانسار، در امتداد مقطعی عمود بر امتداد رگه معدنی ۲ یا ۳ گمانه با فواصل مشخص حفاری میگردد و سپس بر اساس نتایج بدست آمده (تغییرات ضخامت، عیار و...)، شبکه اکتشافی مناسبی در نظر

* تجربه نشان داده است که ذخایر گروه قطعی (کانگوری A) کانسارهایی که از نظر شکل متنوع و پیچیده اند و توزیع مواد معدنی در قسمتهای مختلف آنها نامنظم است، تنها بکمک کارهای اکتشافی زیرزمینی مشخص میگردد. چنانچه تنها اطلاعات گمانه های اکتشافی در دست باشد، بسته به فاصله آنها از یکدیگر، ذخایر این قبیل کانسارها در گروه های ممکن (C_1) و محتمل (A) رده بندی میشوند.

گرفته می‌شد.

نسبت باطله برداری کلی (Overall stripping ratio)، به میزان $۰/۷:۱$ محاسبه شده است. این نسبت نمودار حد مجاز یا نسبت باطله برداری سرریزی (Break-even stripping ratio) نبوده و در تعیین آن عامل اقتصادی نقشی نداشته است. محدوده های مشخص شده کانسار روی نقشه های تغییرات عیار و ضخامت، نشاندهنده محدوده نهائی معدن نیست. این محدوده، با تکمیل مطالعات کانه آرائی و اقتصادی و تعیین کمترین حد اقتصادی عیار ماده معدنی و با توجه به شیب عمومی معدن بدست خواهد آمد.

[illegible]

متوسط وزن مخصوص حقیقی (چگالی) در افاق پرعیار "سنگهای سبز" و سنگهای دیابازی	متوسط وزن مخصوص حقیقی (چگالی) در افاق اصلی ماده معدنی
۲/۸۶ g/cm ³	۲/۳۶ g/cm ³
۵۱۴۸۰۰۰ تن	۲۹۲۴۰۰۰ تن
A مجموع ذخایر در کانگوری	B مجموع ذخایر در کانگوری
۷/۴۲٪	۱۷/۰۲٪
عیار متوسط افق اصلی ماده معدنی	عیار متوسط مجموعه دوافاق
۳۷۱۰۰۰ تن	۱۲/۱۴٪
C ₁ مجموع ذخایر در کانگوری	
۱۲۰۰۰۰ تن (کانگوری C ₂)	۲۰٪
مجموع ذخایر دایکهای آباتیتی	عیار متوسط دایکهای آباتیتی

نسبت باطله برداری کلی
(Overall stripping ratio)
۰/۷:۱

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی f_i	درصد نسبی فراوانی (f_i/n)	$Y_i = \log X_i$	$\sum Y_i$	$\sum (Y_i - \bar{Y})^2$
۵/۶۴ - ۷/۸۶	۶/۷۵	۱	۱۰	۵/۵۸	۱/۹۰۹۵	۶/۲۹۲
۷/۸۶ - ۱۰/۹۶	۹/۴۱	۲	۱۵	۸/۳۸	۲/۲۴۱۷	۳/۱۹
۱۰/۹۶ - ۱۵/۲۹	۱۳/۱۲۵	۸	۶۹	۳۸/۵۲	۲/۵۷۴۵	۱/۱۳۷
۱۵/۲۹ - ۲۱/۳۳	۱۸/۳۱	۸	۶۶	۳۶/۸۷	۲/۹۰۷۲	۲/۷۶
۲۱/۳۳ - ۲۹/۷۴	۲۵/۵۳۵	۲	۱۹	۱۰/۶۲	۳/۲۴	۵/۲۸۱
		۲۱	۱۷۹		۴۸۳/۸۱۶	۱۸/۸۶۲

$$\bar{X} = ۵/۶۴$$

$$\bar{Y} = ۲۹/۷۵$$

$$N = ۲۱$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum f_i Y_i}{\sum f_i} = ۲/۷۰۲۸$$

$$\hat{\mu} = \bar{Y} = ۱۴/۹۲۲$$

$$V^2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum f_i - 1} = ۰/۱$$

$$G^2 = V^2 = ۱/۱۱۱۷$$

$$G = ۱/۰۵۴۴$$

$$\delta = ۱/۰۵۱$$

$$\hat{Y} = \hat{\mu} \times \delta = ۱۵/۶۸ \quad P_2(0), \text{ عیار متوسط}$$

$$Y_1 = ۰/۰۵ \times ۰/۸۹۸۳ \quad I_1 = Y_1 \times \hat{Y} = ۱۲/۰۸$$

دامنه تغییرات

$$Y_2 = ۱/۰۹۵ = ۱/۱۶۳ \quad I_2 = Y_2 \times \hat{Y} = ۱۸/۲۴$$

$$e_x = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{ با احتمال } ۹۵\% \text{ میزان خطا } ۴۶\%$$

$$e_x = \frac{G}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{ با احتمال } ۶۸\% \text{ میزان خطا } ۲۳\%$$

$$e^{-x} = \frac{\sqrt{N}}{g} \times 100 \times 11\% \text{ یا } 11\% \times 100 \times \frac{\sqrt{N}}{g}$$

$$e^{-x} = \frac{\sqrt{N}}{2g} \times 100 \times 45\% \text{ یا } 45\% \times 100 \times \frac{\sqrt{N}}{2g}$$

$$4 \cdot 0/95 = 1/358 \quad 1^2 = 4 \cdot 0/95 \times 4 = 16/95$$

$$4 \cdot 0/50 = 1/1114 \quad 1^1 = 4 \cdot 0/50 \times 4 = 11/11$$

$$4 \cdot 0/13 = 1/358 \quad 2^0 \text{ یا } 2^1$$

$$8 = 1/1388$$

$$6 = 1/145$$

$$6^2 = 1/551$$

$$V = \frac{z}{z^2 - 1} = \frac{11}{11^2 - 1} = \frac{11}{120} = 0/09166$$

$$W = 11/1154$$

$$F = \frac{z}{z^2 - 1} = \frac{11}{120} = 0/09166$$

$$N = 4$$

$$8 \cdot 0/59 = 1/1388$$

$$1/80 = 1/80$$

فصلنامه	وسط	فراوانی	(Dm) جاذبیت	فراوانی	فراوانی	فراوانی	فراوانی	فراوانی	فراوانی
1/80 - 3/11	1/80	3	3	10/41	10/41	10/41	10/41	10/41	10/41
2/17-5/59	2/38	1	1	2/43	2/43	2/43	2/43	2/43	2/43
5/59-9/85	7/72	7	7	11/18	11/18	11/18	11/18	11/18	11/18
9/85-17/115	13/60	12	12	43/70	43/70	43/70	43/70	43/70	43/70
17/115-30/149	23/97	7	7	23/27	23/27	23/27	23/27	23/27	23/27

جاذبه (D, H, S) 3

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	درصد نسبی فراوانی $(D_m)_{ei}$	$Y_i = \log X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۱/۵۲-۲/۶۶	۲/۰۹	۱	۹	۴/۰۵	۰/۷۳۷۱	۱۷/۸۳
۲/۶۶-۴/۶۷	۳/۶۶۵	۵	۵۰	۲۲/۵	۱/۲۹۸۸	۳۵/۷۷
۴/۶۷-۸/۱۸	۶/۴۲۵	۵	۵۲	۲۳/۴۳	۱/۸۶۰۱	۴/۲۰۸
۸/۱۸-۱۴/۳۴	۱۱/۲۶	۴	۴۱/۵	۱۸/۶۹	۲/۴۲۱۲	۳/۱۷۵
۱۴/۳۴-۲۵/۱۵	۱۹/۷۴۵	۷	۶۹/۵	۳۱/۳۰	۲/۹۸۳	۴۸/۸۵
		۲۲	۲۲۲		۴۷۶/۱	۱۰۹/۸۳۳

$$\bar{X} = ۱/۵۲$$

$$N = ۲۲$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = ۲/۱۴۴$$

$$\hat{m} = \bar{Y} = ۸/۵۳۸۵$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = ۰/۴۹$$

$$S^2 = V^2 = ۱/۶۴۳$$

$$G = ۱/۲۸۲$$

$$\delta = ۱/۲۷۴$$

$$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = ۱۰/۸۸$$

عیار متوسط P_{205}

$$Y_{0.05} = ۰/۷۸۱۵$$

$$t_1 = Y_{0.05} \times \hat{Y} = ۸/۵۰$$

$$Y_{0.95} = ۱/۴۴۷۸$$

$$t_2 = Y_{0.95} \times \hat{Y} = ۱۵/۷۵$$

دامنه تغییرات

$$e_{\bar{X}} = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel ۵۴\% \text{ میزان خطا}$$

$$e_{\bar{X}} = \frac{G}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel ۲۷\% \text{ میزان خطا}$$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی f_i	مختصات $(Dm)_i$ e_i	درصد نسبی فراوانی	$y_i = \log_e x_i$	$e_i y_i$	$(y_i - \bar{y})^2 e_i$
۵/۰۳-۶/۴۷	۵/۷۵	۲	۱۰۷/۵	۴۲	۱/۷۴۹۲	۱۸۸/۰۳۸	۱۱/۱۷۹
۶/۴۷-۸/۳۲	۷/۳۹۵	۳	۲۱/۵	۸/۴	۲/۰۰۰۸	۴۳/۰۱۷	۰/۱۰۸
۸/۳۲-۱۰/۷۰	۹/۵۱	۱	۱۰۰	۳۹/۲	۲/۲۵۲۳	۲۲۵/۲۳۴	۳/۲۶۲
۱۰/۷۰-۱۳/۷۶	-	-	-	-	-	-	-
۱۳/۷۶-۱۷/۷۰	۱۵/۷۳	۲	۲۶/۵	۱۰/۴	۲/۷۵۵۵	۷۳/۰۲۲	۱۲/۳۹۲
		۸	۲۵۵/۵			۵۲۹/۳۱۳	۲۶/۹۴۱

$$\bar{y} = ۵/۰۳$$

$$N = ۱۷/۷۰$$

$$N = ۸$$

$$\bar{y} = \frac{\sum e_i y_i}{\sum e_i} = ۲/۰۷۱۶$$

$$\hat{m}_e = \bar{y} = ۷/۹۳۸$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (y_i - \bar{y})^2}{\sum e_i - 1} = ۰/۱$$

$$S^2 = V^2 = ۱/۱۱۱$$

$$S = ۱/۰۵۴۳$$

$$\delta = ۱/۰۵۱$$

$$\hat{y} = \hat{m}_x \delta = ۸/۳۴$$

عیار متوسط $P_2 O_5$

$$۳۰/۰۵ = ۰/۸۲۸۵$$

$$t_1 = ۳۰/۰۵ \times \hat{y} = ۶/۹۱$$

$$۳۰/۹۵ = ۱/۴۳۶۶$$

$$t_2 = ۳۰/۹۵ \times \hat{y} = ۱۱/۹۸$$

دامنه تغییرات

$$e_x = \frac{2S}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{با احتمال } ۹۵\% \text{ میزان خطا } ۷۴\%$$

$$e_x = \frac{S}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{با احتمال } ۶۸\% \text{ میزان خطا } ۳۷\%$$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی f_i	مختصات $(Dm)_i$ e_i	درصد نسبی فراوانی	$Y_i = \log X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۳/۰۱-۴/۰۵	۳/۵۳	۳	۳۲	۳۸/۵	۱/۲۶۱۳	۴۰/۳۶۱	۱۴/۰۸۵
۴/۰۵-۵/۴۷	۴/۷۶	-	-	-	-	-	-
۵/۴۷-۷/۳۸	۶/۴۲۵	۱	۱۰	۱۲/۱	۱/۸۶	۱۸/۶۰۱	۰/۰۴۱۹
۷/۳۸-۹/۹۵	۸/۶۶۵	-	-	-	-	-	-
۹/۹۵-۱۳/۴۲	۱۱/۶۸۵	۴	۴۱	۴۹/۴	۲/۴۵۸	۱۰۰/۷۹	۱۱/۶۵۸
		۸	۸۳			۱۵۹/۷۵۴	۲۵/۷۸۵

عيار حداقل = ۳/۰۱

عيار حداكثر = ۱۳/۴۲

$N = ۸$

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = ۱/۹۲۴$$

$$\bar{m} = e = ۶/۸۵۳$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = ۰/۳۱۴$$

$$G^2 = V^2 = ۱/۳۶۹۵$$

$$G = ۱/۱۷$$

$$\delta = ۱/۱۶۴$$

$$\hat{Y} = \bar{m} \times \delta = ۷/۹۸$$

عيار متوسط $P_2 0_5$

$$۳۰/۰۵ = ۰/۷۱۷۶$$

$$L_1 = ۳۰/۰۵ \times \hat{Y} = ۵/۷۳$$

$$۳۰/۹۵ = ۲/۰۰۴$$

$$L_2 = ۳۰/۹۵ \times \hat{Y} = ۱۵/۹۹$$

دامنه تغييرات

$$e_x = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{با احتمال } ۹۵\% \text{ ميزان خطا } ۸۲\%$$

$$e_x = \frac{G}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{با احتمال } ۶۸\% \text{ ميزان خطا } ۴۱\%$$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	تراوانی P_i	درصد نسبی تراوانی (D_m) e_i	$Y_i = \log_{10} X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۸/۰۹-۱۰/۵۵	۹/۳۲	۲	۲۰	۱۶/۴	۲/۲۳۲	۴۴/۶۴۳
۱۰/۵۵-۱۳/۷۷	۱۲/۱۶	—	—	—	—	—
۱۳/۷۷-۱۷/۹۷	۱۵/۸۷	۲	۲۰	۱۶/۴	۲/۷۶۴	۵۵/۲۸۸
۱۷/۹۷-۲۳/۴۵	۲۰/۷۱	۲	۲۰	۱۶/۴	۳/۰۳	۶۰/۶۱۲
۲۳/۴۵-۳۰/۶۰	۲۷/۰۲۵	۶	۶۲	۵۰/۸	۳/۲۹۶	۲۰۴/۳۹۹
		۱۲	۱۲۲		۳۶۲/۹۴۳	۱۸/۳۲۹

عبار حداقل = ۸/۰۹

عبار حداکثر = ۳۰/۶۰

$N = 12$

$\bar{Y} = \frac{\sum (e_i Y_i)}{\sum e_i} = 2/991$

$\hat{m} = e = 19/91$

$V = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = 0/15$

$\sigma^2 = e V^2 = 1/163$

$\sigma = 1/0787$

$\delta = 1/0775$

$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = 21/45$

عبار متوسط $P_{20.5}$

$Y_{0.5} = 0/83905$

$t_1 = Y_{0.5} \times \hat{Y} = 17/99$

$Y_{95} = 1/3316$

$t_2 = Y_{95} \times \hat{Y} = 28/56$

دامنه تغییرات

با احتمال ۹۵٪ میزان خطا ۶۲٪ $e_x = \frac{2\sigma}{\sqrt{N}} \times 100\%$

با احتمال ۹۸٪ میزان خطا ۳۱٪ $e_x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \times 100\%$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	درصد نسبی (D_m) e_i	$Y_i = \log X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۱/۰۹-۱/۵۵	۱/۳۲	۶	۶۷	۹/۴۸	۰/۲۷۷۶	۱۸۶/۲۲۵
۱/۵۵-۲/۲۰	۱/۸۷۵	۲	۲۰	۲/۸۳	۰/۶۲۸۶	۳۴/۶۴۶
۲/۲۰-۳/۱۴	۲/۶۷	۷	۶۳	۸/۹۲	۰/۹۸۲	۵۸/۳۹۷
۳/۱۴-۴/۴۷	۳/۸۰۵	۱۰	۱۱۸/۵	۱۶/۷۷	۱/۳۳۶	۴۳/۹۱۷
۴/۴۷-۶/۳۶	۵/۴۱۵	۷	۷۱	۱۰/۰۵	۱/۶۸۹	۲/۶۴۵
۶/۳۶-۹/۰۵	۷/۷۰۵	۵	۵۶	۷/۹۳	۲/۰۴۲	۰/۵۲۹
۹/۰۵-۱۲/۸۸	۱۰/۹۶۵	۶	۷۰	۹/۹۱	۲/۳۹۴	۱۴/۱۲۶
۱۲/۸۸-۱۸/۳۴	۱۵/۶۱	۸	۷۵/۵	۲/۷۴۸	۲۰۷/۴۶۷	۲۸/۷۱
۱۸/۳۴-۲۶/۱۰	۲۲/۲۲	۱۷	۱۶۵/۵	۳/۱۰۱	۵۱۳/۲۱۴	۲۲۱/۲۴۹
		۶۸	۷۰۶/۵		۱۳۷۳/۹۸۵	۶۱۲/۴۴۴

$1/0.9 = \text{عبارت حد اقل}$

$26/10 = \text{عبارت حد اکثر}$

$N = 68$

$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = 1/9447$

$\hat{m} = e = 6/992$

$V = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = 0/87$

$\sigma^2 = V^2 = 2/382$

$G = 1/5435$

$\delta = 1/5405$

$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = 10/77$

عبارت متوسط $P_{2.05}$

$Y_{0.05} = 0/8123$

$t_1 = Y_{0.05} \times \hat{Y} = 8/75$

$Y_{0.95} = 1/3261$

$t_2 = Y_{0.95} \times \hat{Y} = 14/28$

دامنه تغییرات

با احتمال ۹۵٪ مسیزان خطا ۳۷٪ $e_x = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times 100$

با احتمال ۶۸٪ مسیزان خطا ۱۸٪ $e_x = \frac{G}{\sqrt{N}} \times 100$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	درصد نسبی فراوانی e_i	$Y_i = \log X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۱۶/۵۰-۱۷/۵۲	۱۷/۰۱	۱	۱۰	۱۴/۲۸	۲/۸۳۳	۰/۲۹۸۵
۱۷/۵۲-۱۸/۶۱	۱۸/۰۶۵	-	-	-	-	-
۱۸/۶۱-۱۹/۷۶	۱۹/۱۸۵	-	-	-	-	-
۱۹/۷۶-۲۰/۹۹	۲۰/۳۷۵	۲	۲۰	۵۷/۱۵	۳/۰۱۴	۲/۶۹۱
۲۰/۹۹-۲۲/۳۰	۲۱/۶۴۵	۲	۲۰	۲۸/۵۷	۳/۰۷۲	۱۰/۷۸۱
		۵	۷۰		۲۱۰/۲۰۵	۱۳/۷۷

۱۶/۵۰ = عیار حداقل

نتایج بدست آمده از این چاه بعلت کمیودمنزله

۲۲/۳۰ = عیار حداکثر

و نمونه گیری کم، قابل چشم پوشی است.

$N = 5$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N e_i Y_i}{\sum_{i=1}^N e_i} = 3/005$$

$$\hat{m} = e^{\bar{Y}} = 20/20$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^N e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^N e_i - 1} = 0/199 // 0/2$$

$$G^2 = e^{V^2} = 1/22$$

$$G = 1/105$$

$$\delta = 1/103$$

$$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = 22/28$$

عیار متوسط P_{205}

$$Y_1 = 30/05 = 0/7129$$

$$t_1 = Y_1 / 0/05 \times \hat{Y} = 15/88$$

$$Y_2 = 30/95 = 2/0866$$

$$t_2 = Y_2 / 0/95 \times \hat{Y} = 46/49$$

دامنه تغییرات

$$e_x = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times 100 // \text{ با احتمال } 95\% \text{ میزان خطا } 98\%$$

$$e_x = \frac{G}{\sqrt{N}} \times 100 // \text{ با احتمال } 68\% \text{ میزان خطا } 49\%$$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	درصد نسبی فراوانی $(D_m)_{ei}$	$Y_i = \log_e X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۶/۴۷-۸/۶۶	۷/۵۶۵	۱	۶۰	۳۶/۴۷	۲/۰۲۳	۱۶/۷۶۵
۸/۶۶-۱۱/۵۹	۱۰/۱۲۵	۲	۲۰	۱۲/۱۶	۲/۳۱۵	۱/۱۱۹۵
۱۱/۵۹-۱۵/۵۱	۱۳/۵۵	۳	۲۵	۱۵/۲۰	۲/۶۰۶	۰/۰۷۳۹
۱۵/۵۱-۲۰/۷۶	۱۸/۱۳۵	۱	۱۰	۶/۰۸	۲/۸۹۸	۱/۲۰
۲۰/۷۶-۲۷/۸۰	۲۴/۲۸	۴	۴۹/۵	۳۰/۰۹	۳/۱۸۹	۲۰/۱۱
		۱۱	۱۶۴/۵		۴۱۹/۷۲۸	۲۹/۲۶۹

عبار حداقل = ۶/۴۷

عبار حداکثر = ۲۷/۸۰

N = ۱۱

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = ۲/۵۵۱۶$$

$$\hat{m} = e^{\bar{Y}} = ۱۲/۸۲۷۵$$

$$V^2 = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = ۰/۲۴$$

$$S^2 = e^{V^2} = ۱/۲۷۱۴$$

$$S = ۱/۱۲۷۶$$

$$\delta = ۱/۱۲۶۴$$

$$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = ۱۴/۴۵$$

عبار متوسط P_{25}

$$۳۰/۰۵ = ۰/۷۹۳۲$$

$$t_1 = ۳۰/۰۵ \times \hat{Y} = ۱۱/۴۶$$

$$۳۰/۹۵ = ۱/۴۸۳۴$$

$$t_2 = ۳۰/۹۵ \times \hat{Y} = ۳۱/۴۳$$

دامنه تغییرات

$$e_x = \frac{2.6}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{با احتمال } ۹۵\% \text{ میزان خطا } ۶۸\%$$

$$e_x = \frac{6}{\sqrt{N}} \times ۱۰۰ \parallel \text{با احتمال } ۹۸\% \text{ میزان خطا } ۳۴\%$$

$$71.11\% - 45\% = 26.11\% \times \frac{N}{27} = x$$

$$330/1 = 06/0 \cdot 1$$

$$A \cdot |A| = A \times \nabla b \cdot A = 7$$

$$2628/0 = 0.0/0.4$$

$$\lambda \cdot / \gamma = \lambda \times \nabla \cdot / \cdot \lambda = 1$$

$$AAV/0.1 = 2 \times 10^9 = A$$

$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) = \frac{\partial L}{\partial x}$

$$7618/1 = 8$$

58/17.9

$$2026 \div 2 = 1013$$

$$\lambda / \mu = \frac{1 - \lambda^2}{(1 - \lambda)(1 + \lambda)} = \frac{1 + \lambda}{1 - \lambda}$$

$$5011/5 = 1002.2$$

544Y/1 - 103 18103 A

$$11 = N$$

$$48/72 = 2/3$$

۸۵/۱ = ۳۱۰۰

فصله	وسط حساب	فواصل	(Dm)	فواصل	فواصل	فواصل	فواصل
1/12 - 1/11	1/12.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/11 - 1/10	1/11.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/10 - 1/9	1/10.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/9 - 1/8	1/9.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/8 - 1/7	1/8.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/7 - 1/6	1/7.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/6 - 1/5	1/6.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/5 - 1/4	1/5.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/4 - 1/3	1/4.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/3 - 1/2	1/3.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1/2 - 1/1	1/2.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

$$(B \cdot H) = 0.1$$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	درصد نسبی خاست (Dm) e_i	$Y_i = \log_{10} X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۱/۰۸ - ۱/۷۷	۱/۴۲۵	۲	۱۵	۰/۳۵۴۱	۵/۳۱۲۵	۶۳/۹۳۴
۱/۷۷ - ۲/۸۹	۲/۳۳۰	۱	۱۰	۰/۸۴۵۸	۸/۴۵۸۶	۲۲/۷۳۸
۲/۸۹ - ۴/۷۳	۳/۸۱۰	۳	۲۵	۱/۳۳۷۶	۳۳/۴۴	۲۹/۲۱۶
۴/۷۳ - ۷/۷۴	۶/۲۳۵	۳	۲۵	۱/۸۳۰۱	۴۵/۷۵۴	۸/۶۵۹
۷/۷۴ - ۱۲/۶۶	۱۰/۲۰	۲	۱۰	۲/۳۲۲۴	۲۳/۲۳۸	۰/۰۹۲۶
۱۲/۶۶ - ۲۰/۷۱	۱۶/۶۸۵	۱۶	۸۰	۲/۸۱۴۵	۲۲۵/۱۶۰	۱۲/۵۳۶
۲۰/۷۱ - ۳۳/۸۸	۲۷/۲۹۵	۱۳	۶۵	۳/۳۰۶۷	۲۱۴/۹۳۵	۵۱/۲۶۳
		۴۰	۲۳۰		۵۵۶/۲۸۶	۱۹۰/۲۳۸

عبار حداقل = ۱/۰۸

عبار حداکثر = ۳۳/۸۸

$$N = 40$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = 2/4186$$

$$\bar{m} = \frac{\bar{Y}}{2.3} = 11/23$$

$$V = \frac{\sum e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = 0/83$$

$$G^2 = V^2 = 2/297$$

$$G = 1/515$$

$$\delta = 1/485$$

$$\hat{Y} = \bar{m} \times \delta = 16/67$$

عبار متوسط $P_{2.0}$

$$Y_{0.05} = 0/7728$$

$$L_1 = Y_{0.05} \times \hat{Y} = 12/90$$

$$Y_{0.95} = 1/454$$

$$L_2 = Y_{0.95} \times \hat{Y} = 24/25$$

دامنه تغییرات

$$e_{\bar{x}} = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times 100 \parallel \text{با احتمال } 95\% \text{ میزان خطا } 48\%$$

$$e_{\bar{x}} = \frac{G}{\sqrt{N}} \times 100 \parallel \text{با احتمال } 68\% \text{ میزان خطا } 24\%$$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	خاست (Dm) e_i	درصد نسبی فراوانی	$Y_i = \log X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۲/۱۲-۲/۹۰	۲/۵۰۷	۱	۳۰	۵/۶۳	۰/۹۱۹۲	۲۷/۵۷۸	۴۷/۲۴
۲/۹۰-۳/۹۹	۳/۴۵۵	۵	۸۰	۱۵	۱/۲۳۶	۹۸/۹۵۴	۷۰/۲۷
۳/۹۹-۵/۴۸	۴/۷۳۵	۶	۷۳	۱۳/۷۱	۱/۵۵۵	۱۱۳/۵۱۳	۲۷/۹۸
۵/۴۸-۷/۵۳	۶/۵۰۵	۶	۷۰	۱۳/۱۴	۱/۸۷۲	۱۳۱/۰۸	۶/۳۶۵
۷/۵۳-۱۰/۳۵	۸/۹۴۰	۶	۵۷/۵	۱۰/۷۹	۲/۱۹۰	۱۲۵/۹۵۵	۰/۰۱۵۴
۱۰/۳۵-۱۴/۲۱	۱۲/۲۸۰	۹	۵۵	۱۰/۳۳	۲/۵۰۸	۱۳۷/۹۳۸	۶/۱۲۹
۱۴/۲۱-۱۹/۵۳	۱۶/۸۷۰	۱۱	۶۷	۱۲/۵۸	۲/۸۲۵	۱۸۹/۳۱۰	۲۸/۲۲۹
۱۹/۵۳-۲۶/۸۳	۲۳/۱۸۰	۸	۴۰	۷/۵	۳/۱۲۳	۱۲۵/۷۳۰	۳۷/۵۷۰
۲۶/۸۳-۳۶/۸۷	۳۱/۸۵۰	۱۲	۶۰	۱۱/۲۷	۳/۴۶۱	۲۰۷/۶۶۰	۹۹/۳۶۶
		۶۴	۵۳۲/۵			۱۱۵۷/۷۲۵	۳۲۳/۲۷۲

۲/۱۱۵ = عیار حداقل

۳۶/۸۷ = عیار حداکثر

$$N = 64$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = 2/1741$$

$$\hat{m} = e^{\bar{Y}} = 8/794$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = 0/608$$

$$G^2 = e^{\bar{Y}} V^2 = 1/837$$

$$G = 1/355$$

$$\delta = 1/348$$

$$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = 11/85$$

عیار متوسط P_2O_5

$$Y_1 = 2/05 = 0/844$$

$$t_1 = Y_1 / 05 \times \hat{Y} = 10/01$$

$$Y_2 = 2/95 = 1/241$$

$$t_2 = Y_2 / 95 \times \hat{Y} = 14/72$$

دامنه تغییرات

$$e_x = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times 100 \# \text{ با احتمال } 95\% \text{ میزان خطا } 34\%$$

$$e_x = \frac{G}{\sqrt{N}} \times 100 \# \text{ با احتمال } 68\% \text{ میزان خطا } 17\%$$

چاه شماره ۷ (B.H.7)

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	درصد نسبی فراوانی $(D_m)_{ei}$	$Y_i = \log_{10} x_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۲/۷۰-۴/۰۷	۳/۳۸۵	۴	۵۷	۱/۲۱۹	۶۹/۵۰	۱۴/۵۳۶
۴/۰۷-۶/۱۵	۵/۱۱	۲	۳۰	۱/۶۳۱	۴۸/۹۳	۰/۲۵۹
۹/۳۰-۱۴/۰۴	۱۱/۶۷	۳	۴۵	۲/۰۴۴	۹۲/۰۰	۲/۶۰۸
۹/۳۰-۱۴/۰۴	۱۱/۶۷	-	-	-	-	-
۱۴/۰۴-۲۱/۲۲	۱۷/۶۳	۱	۱۵	۲/۸۶۹	۴۳/۰۰	۱۹/۶۶۵
		۱۰	۱۴۷		۲۵۳/۲۳	۳۹/۰۶۸

۲۱/۲۲ = عیار حداکثر

N=۱۰

۲/۷۰ = عیار حداقل

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = 1/724$$

$$\hat{m} = e^{\bar{Y}} = 5/606987599$$

$$V^2 = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = 0/267591609$$

$$\sigma^2 = e^{V^2} = 1/3$$

$$\sigma = 1/143$$

$$\delta = 1/1376$$

$$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = 6/3785$$

عیار متوسط $P_{2.5}$

$$Y_{0.05} = 0/778$$

$$t_1 = Y_{0.05} \times \hat{Y} = 4/97$$

$$Y_{0.95} = 1/545$$

$$t_2 = Y_{0.95} \times \hat{Y} = 9/85$$

دامنه تغییرات

$$e_{\bar{x}} = \frac{2\sigma}{\sqrt{N}} \times 100\% \text{ با احتمال } 95\% \text{ میزان خطا } 72\%$$

$$e_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \times 100\% \text{ با احتمال } 68\% \text{ میزان خطا } 36\%$$

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی P_i	درصد نسبی فراوانی e_i	$Y_i = \log X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2 e_i$
۲/۱۱-۳/۶۱	۲/۸۶	۲	۲۵	۱۷/۸۶	۱/۰۵۰۸۲	۲۷/۸۱۶
۳/۶۱-۶/۱۹	۴/۹۰	۳	۲۷	۱۹/۲۸	۱/۵۸۹۲	۷/۲۰۱
۶/۱۹-۱۰/۶۲	۸/۴۰۵	۶	۴۰	۲۸/۵۷	۲/۱۲۸۸	۰/۰۲۱۲
۱۰/۶۲-۱۸/۲۰	۱۴/۴۱	۴	۲۵	۱۷/۸۶	۲/۶۶۷۹	۷/۹۰۳
۱۸/۲۰-۳۱/۲۱	۲۴/۷۰۵	۴	۲۳	۱۶/۲۳	۳/۲۰۷	۲۷/۸۹۸
		۱۹	۱۴۰		۲۹۴/۷۹۲	۷۰/۸۳۹۲

$$\bar{Y} = 2/11 = \text{عیار حداقل}$$

$$N=19$$

$$\bar{Y} = 31/21 = \text{عیار حداکثر}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i y_i}{\sum e_i} = 2/10.565$$

$$\hat{m} = e^{\bar{Y}} = 8/212439361$$

$$V^2 = \frac{\sum_{i=1}^n e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = 0.509635971$$

$$\sigma^2 = e^{V^2} = 1/66$$

$$\sigma = 1/29$$

$$\delta = 1/28$$

$$\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = 10/51192238$$

عیار متوسط P_{20}

$$\Psi_{0.05} = 0/7631$$

$$t_1 = \Psi_{0.05} \times \hat{Y} = 8/02$$

$$\Psi_{0.95} = 1/5232$$

$$t_2 = \Psi_{0.95} \times \hat{Y} = 16/01$$

دامنه تغییرات

$$e_{\bar{x}} = \frac{2\sigma}{\sqrt{N}} \times 100 \quad \# \quad \text{با احتمال } 95\% \text{ میزان خطا } 59\%$$

$$e_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \times 100 \quad \# \quad \text{با احتمال } 68\% \text{ میزان خطا } 30\%$$

محاسبات آماری تعیین کلاس کاراکته شافی انجام شده

فاصله دسته	وسط دسته X_i	فراوانی f_i	نسبت (f_i/n)	درصد نسبی فراوانی	$Y_i = \log X_i$	$e_i Y_i$	$(Y_i - \bar{Y})^2$
۶/۳۷۸-۸/۱۹	۷/۲۸۴	۲	۲۱۸	۵/۶۲	۱/۹۸۵۶۸	۲۳۲/۸۷۸	۶۵/۹۶۲۵
۸/۱۹-۱۰/۵۲	۹/۳۵۵	۲	۳۵۸	۹/۲۲	۲/۲۳۵۹۱	۸۰۰/۲۵۶	۳۲/۱۸۸
۱۰/۵۲-۱۳/۵۰	۱۲/۰۱	۴	۱۹۹۰	۵۱/۲۹	۲/۴۸۵۷۴	۴۹۴۶/۶۲۱	۴/۹۷۹۲۵
۱۳/۵۰-۱۷/۳۴	۱۵/۴۲	۵	۱۰۵۸	۲۷/۲۷	۲/۷۳۵۶۶	۲۸۹۴/۳۳۴	۲۲/۲۷۷۱
۱۷/۳۴-۲۲/۲۸	۱۹/۸۱	۲	۲۵۶	۶/۵۹	۲/۹۸۶۱۸	۷۶۴/۴۶۳	۵۱/۹۳۶۵
		۱۵	۳۸۸۰			۹۸۳۸/۷۵۲	۱۹۷/۳۲۵۳

۶/۳۷۸ عیار حداقل

۲۲/۲۸ عیار حداکثر

$$N = 15 + 5 = 20$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum e_i Y_i}{\sum e_i} = 2/535761358$$

$$\hat{m} = e = 12/626$$

$$V^2 = \frac{\sum e_i (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum e_i - 1} = 0/05$$

$$G^2 = V^2 = 1/05219$$

$$G = 1/025763956$$

$$\delta = 1/025$$

عیار متوسط $P_2 0_5$ در کل کانسل $\hat{Y} = \hat{m} \times \delta = 12/94$

$$Y_1 = 0/05 = 0/91625$$

$$I_1 = Y_1 / 0/05 \times \hat{Y} = 11/85$$

دامنه تغییرات

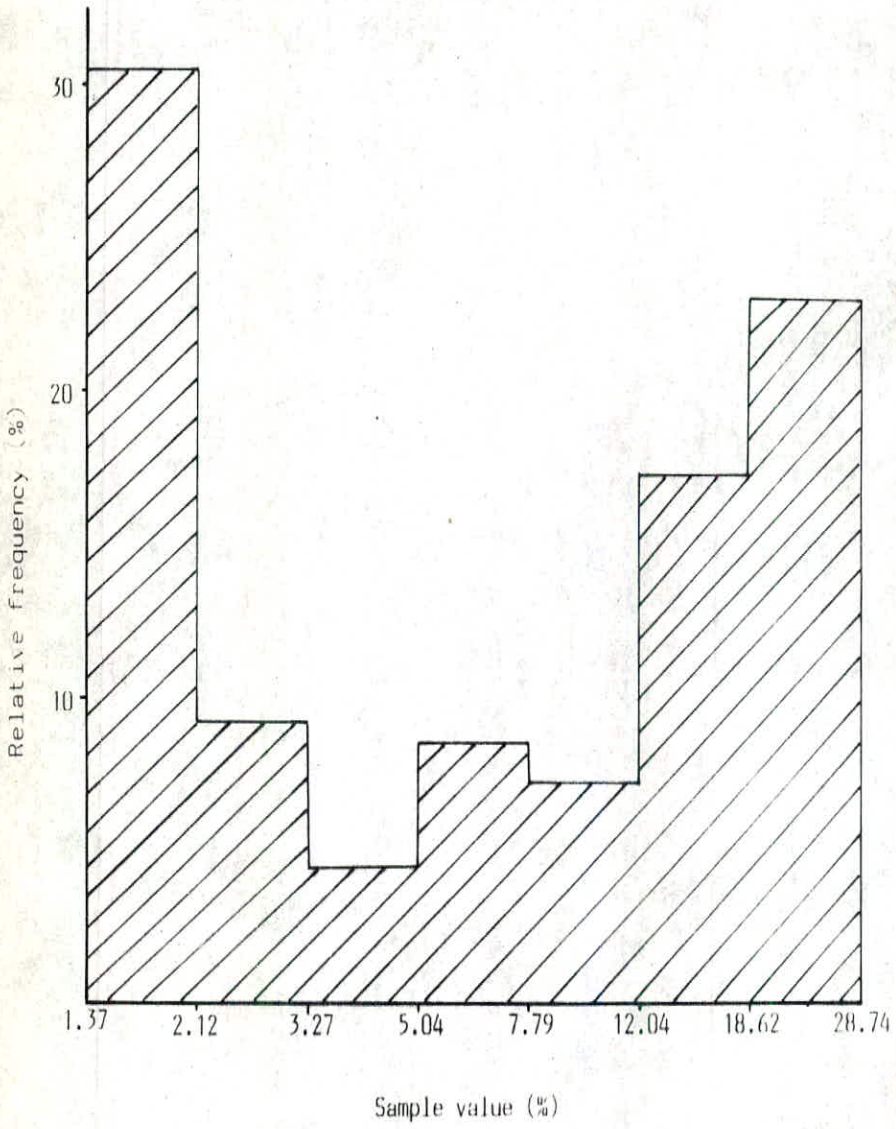
$$Y_2 = 0/95 = 1/138$$

$$I_2 = Y_2 / 0/95 \times \hat{Y} = 14/72$$

$$e_x = \frac{2G}{\sqrt{N}} \times 100 \parallel \text{با احتمال } 95\% \text{ میزان خطا } 52\%$$

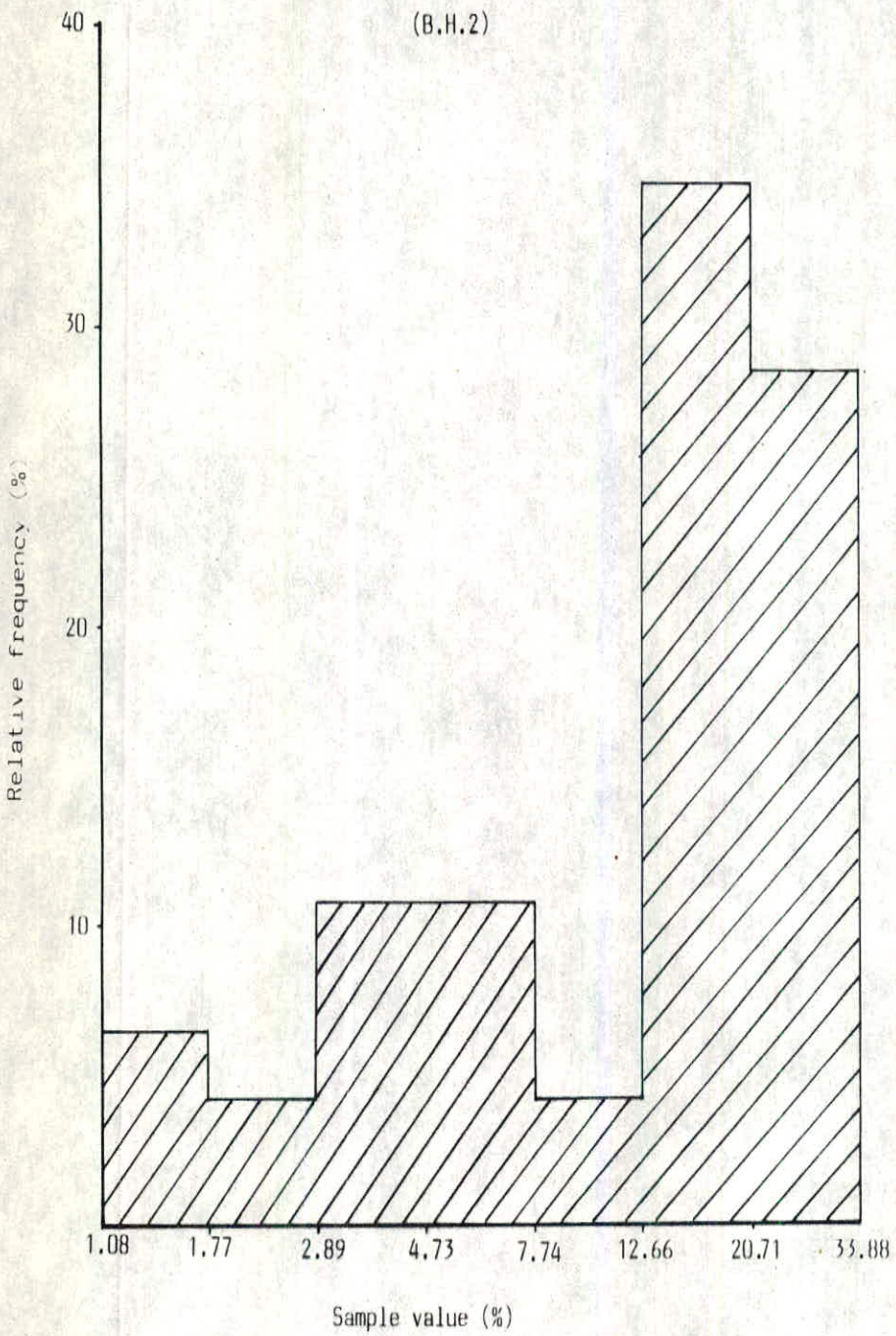
$$e_x = \frac{G}{\sqrt{N}} \times 100 \parallel \text{با احتمال } 68\% \text{ میزان خطا } 26\%$$

Diagram of grades values
(B.H.1)



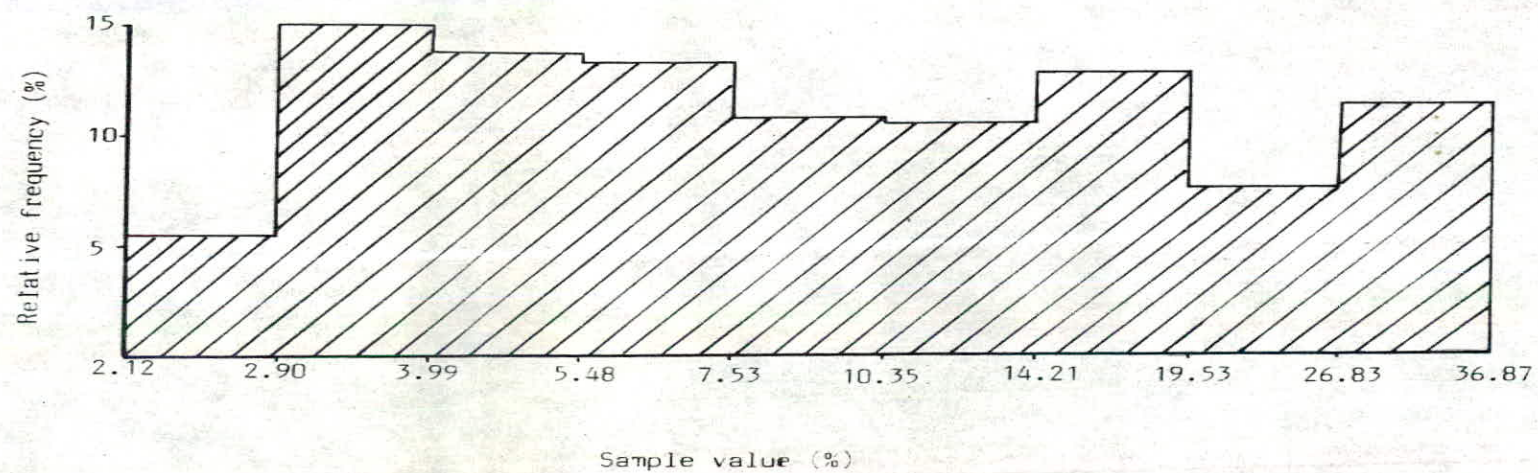
- 85 -

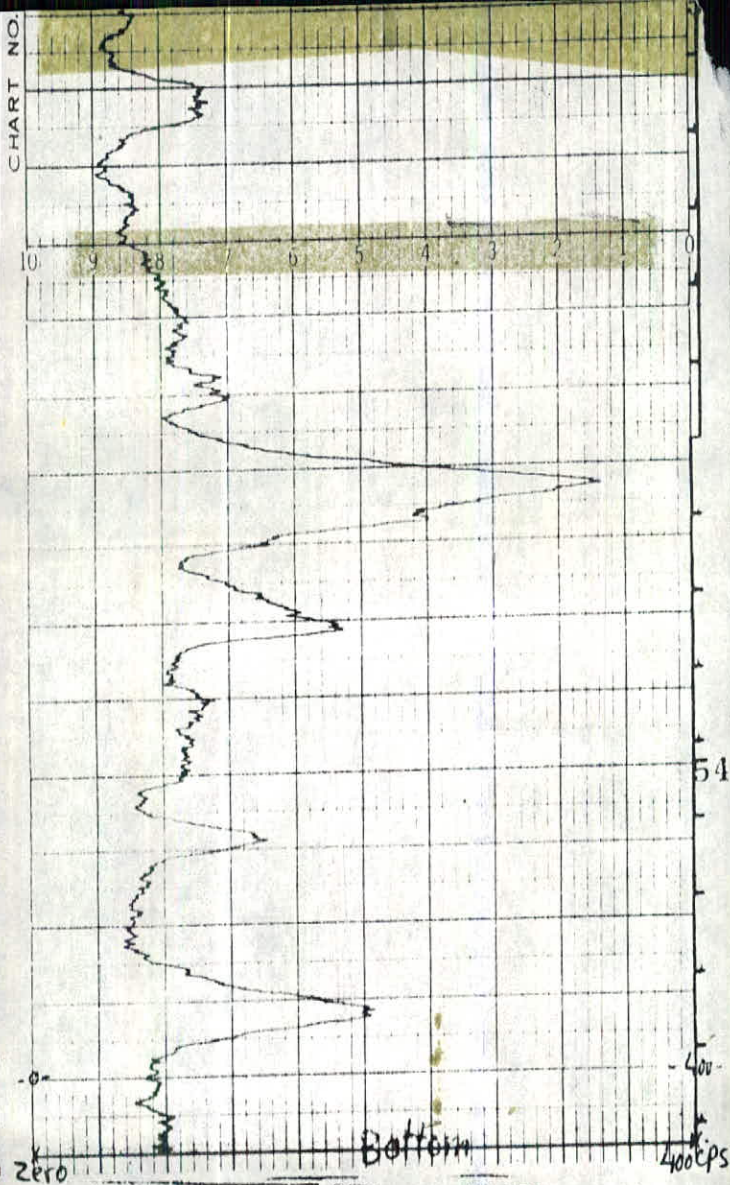
Diagram of grades values
(B.H.2)



- ۸۶ -

Diagram of grades values
(B.H.6)





A. E. O. I.

EXPLORATION DIVISION - GEOPHYSICAL DEP. - LOGGING SECTION

Date: 64.6.5 Operators: Ashtiani, Abyaneh

Location: Area: Bafq Location: Esfordi

Elevation 1722 Hole No. B7 (B.H.7)

Logging: Equipment: Exploranium GRL - 2000

Crystal Size (inch): 1.3 x 3 Dead time (μsec): 7 serial No:

O.D. of Probe: 51 mm. Spectrometer: GR - 410

Borehole: Drilling depth: 75.70 logging depth: 59.20

BIT Size/depth: N.B

Casings/depth: - I.D. Casing: -

Drilling fluid: Bentonite fluid level:

Log: Channel: T.C log No: 1

Probe Speed (m/min): 5 Chart speed (cm/min): 8

Vertical scale: 1:100 Horizontal range (cps): 0-400 ^{c/s}

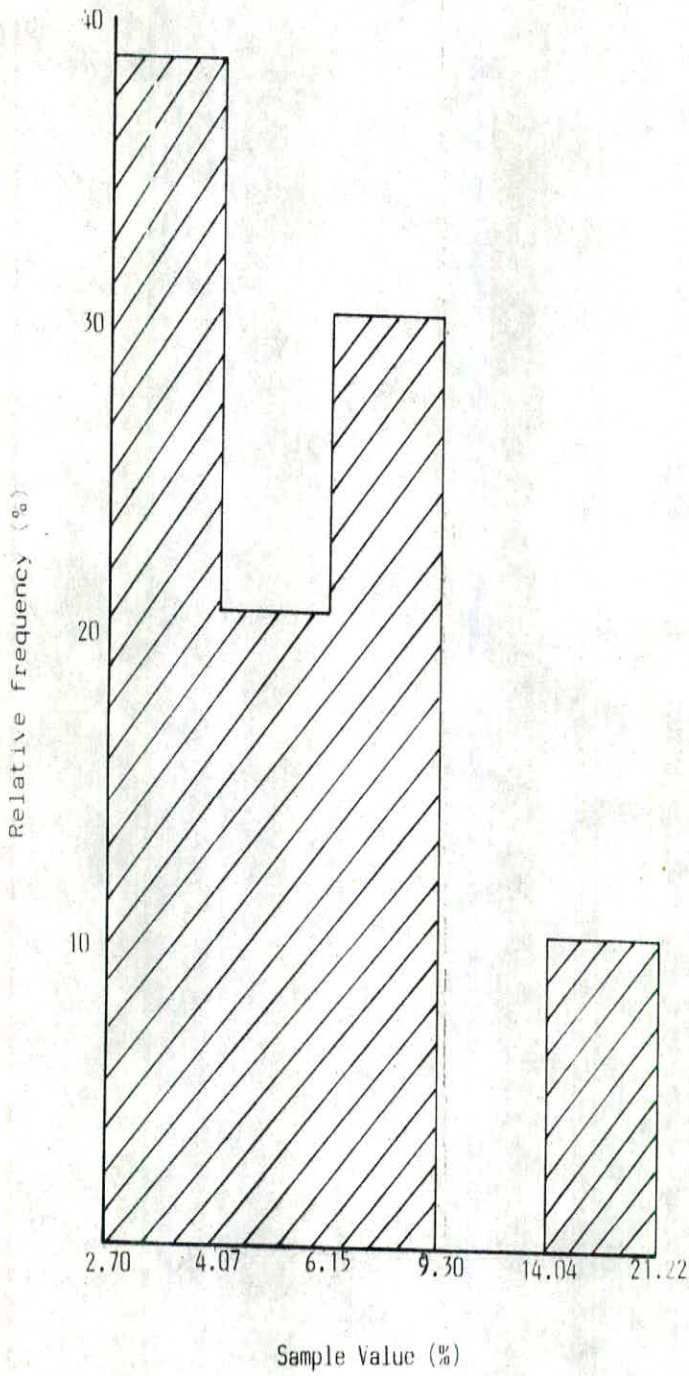
K factor: Range = 4

Remarks:

نمودار شماره ۶ - نتایج چاه پیمایی چاه شماره ۷ (B.H.7)

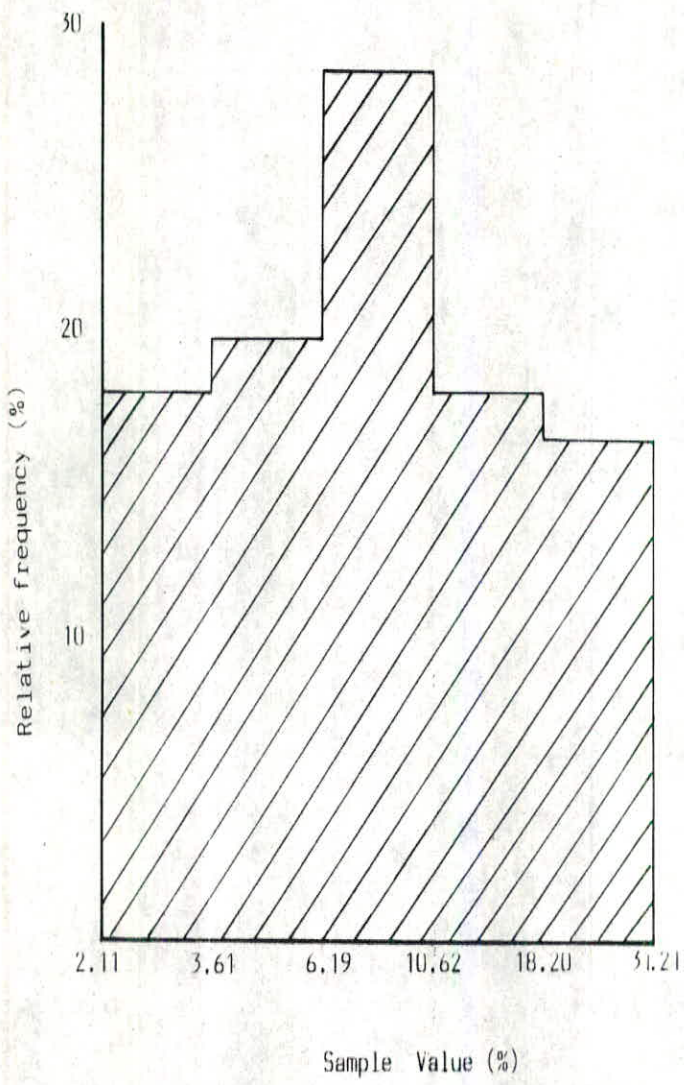
- 87 -

Histogram of grades values
(B.H.7)



-88-

Histogram of grades values
(B.H.8)



۱۳- نتایج پژوهش ژئوفیزیکی محدوده کانسار

پژوهش ژئوفیزیکی (ژئوالکتریک و پرتوسنجی) بمنظور دستیابی به چند هدف پیش بینی و اجرا درآمده است :

- ۱- چگونگی گسترش افقهای معدنی در عمق و تعیین نسبی حدود منطقه آغشته.
 - ۲- ایجاد کارپایه جهت بررسی پتانسیل معدنی آپاتیت در مناطق همجوار و مشابه.
 - ۳- بررسی پتانسیل معدنی مواد پرتوزا (اورانیوم، توریم و...) .
- از آنجاکه آپاتیت هیچگونه عکس العملی در مقابل روشهای مختلف ژئوفیزیکی نشان نمیدهد، روشهای بکار برده شده را باید جزو روشهای غیرمستقیم دانست که طی آن از خصوصیات فیزیکی مواد متشکله همراه آپاتیت در افقهای معدنی و نیز در سایر سنگها استفاده میگردد. همراهی آهن (ماگنتیت) بعنوان کانی همزاد آپاتیت از جمله عوامل مثبت در بکارگیری روشهای یادشده بوده است.

نتایج بدست آمده از این مطالعات، حاکی از وجود دو نوع آنومالی در محدوده معدنی و نواحی همجوار آن میباشد: یکی مناطقی با شارژ ابلیت (Chargeability) زیادتر از "زمینه منطقه" * که احتمالاً با افقهای آهن دار مطابقت دارد و دیگر مناطقی با شارژ ابلیت کمتر از "زمینه منطقه"، بخشهای شناخته شده حاوی افقهای معدنی آپاتیت دار در محدوده مناطق اخیر قرار گرفته است. در این بخشها شدت مقاومت مخصوص ظاهری سنگها (Resistivity) نیز، کمتر از زمینه منطقه است، در صورتیکه در سایر بخشهای این منطقه، مقدار آن تفاوت چشمگیری نشان داده و بسیار بیشتر از "زمینه منطقه" میباشد.

عملیات پیمایش مغناطیسی محدوده معدنی نیز از نظر روشن نمودن تعدادی از کنتاکت ها، گسلها و تجمع مواد آهنی حاوی نتایج مثبتی بوده و در محدوده شناخته شده معدنی با نتایج

اکتشافات تفصیلی هماهنگی داشته است . این نتایج همراهی آهن را با آپاتیت تایید نموده و
بر این اساس محدوده‌ای جهت عملیات اکتشاف تکمیلی پیشنهاد شده است (محدوده داخل
خطوط ۴۶۰۰۰ کاما در نقشه مغناطیسی) .

علاوه بر اینها ، مجموعه نتایج بدست آمده از عملیات اکتشاف ژئوفیزیک ، نشان دهنده کم
عمق شدن افقهای معدنی در بخشهای شمالی و شمال شرقی محدوده بوده است (این نتایج ، بعداً "
بوسیله اطلاعات بدست آمده از چاههای حفاری مورد تأیید قرار گرفت) .

به پیشنهاد گروه اعزامی ژئوفیزیک ، بمنظور بررسی امکان گسترش توده معدنی در
قسمتهای مجاور محدوده شناخته شده ، چاه اکتشافی شماره ۱۰ به عمق ۱۰۰ متر روی نقطه صفر
پروقیل ۵۰ شرقی واقع در خارج از محدوده نقشه برداری شده (شرق محدوده اکتشافی) حفاری
کردید . این چاه که در منطقه‌ای با شار ژابلینه کمتر از " زمینه منطقه " (مشابه افقهای معدنی
آپاتیت دار) و شدت مقاومت مخصوص ظاهری بیشتر از " زمینه منطقه " قرار دارد ، فاقد نتایج
مثبتی از این نظر بوده است ، نمودار حفاری این چاه پیوست گزارش میباشد .

در عملیات چاه پیمایی اشعه گاما ، دو مشکل عمده بروز کرد ؛ یکی پر شدگی تعدادی از
چاههای قدیمی و دیگری تنگ بودن قطر چاههای جدید نسبت به قطر دستگاه چاه پیمایی
بخصوص در قسمتهای عمیق تر (در قسمتهایی که سرته نوع $B \times 10$ دستگاههای حفاری
Aker بکار رفته است) . در نتیجه این امر ، در کلیه چاهها عملیات انجام نشد و در بقیه
کمانه‌ها نیز بطور عمده در قسمتهای سطحی و با مشکلات فراوان صورت پذیرفت . با اینحال ،
نمودار (لاک) چاه شماره ۷ ($B \times 107$) نشان دهنده نتایج نسبتاً " جالبی است . در این چاه
پرتوزایی کلی در حدود ۳۸۰ ضربه در ثانیه از طریق قرائت نقطه‌ای (Spot reading) و ۳۴۰
ضربه در ثانیه از طریق نمودار مربوطه ثبت شده است . متأسفانه بدلائل پیش گفته ادامه
عملیات چاه پیمایی در این چاه تا عمق نهائی ، ممکن نگردید . در بقیه چاهها ، تغییرات قابل

ملاحظه ای مشاهده نگردیده و اعداد ثبت شده بطور عمده در حد خطای دستگاه میباشد.

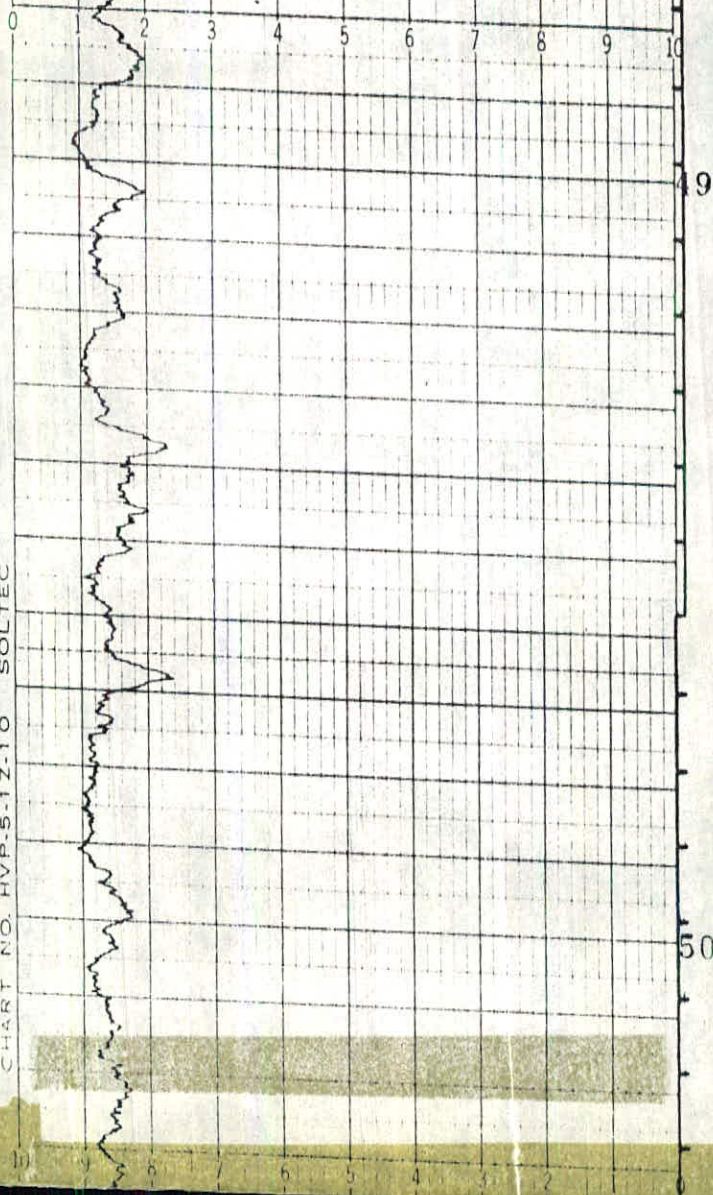
نتایج این عملیات، با وجود مشکلات زیادی که در اجرای آن بوجود آمد، نشاندهنده

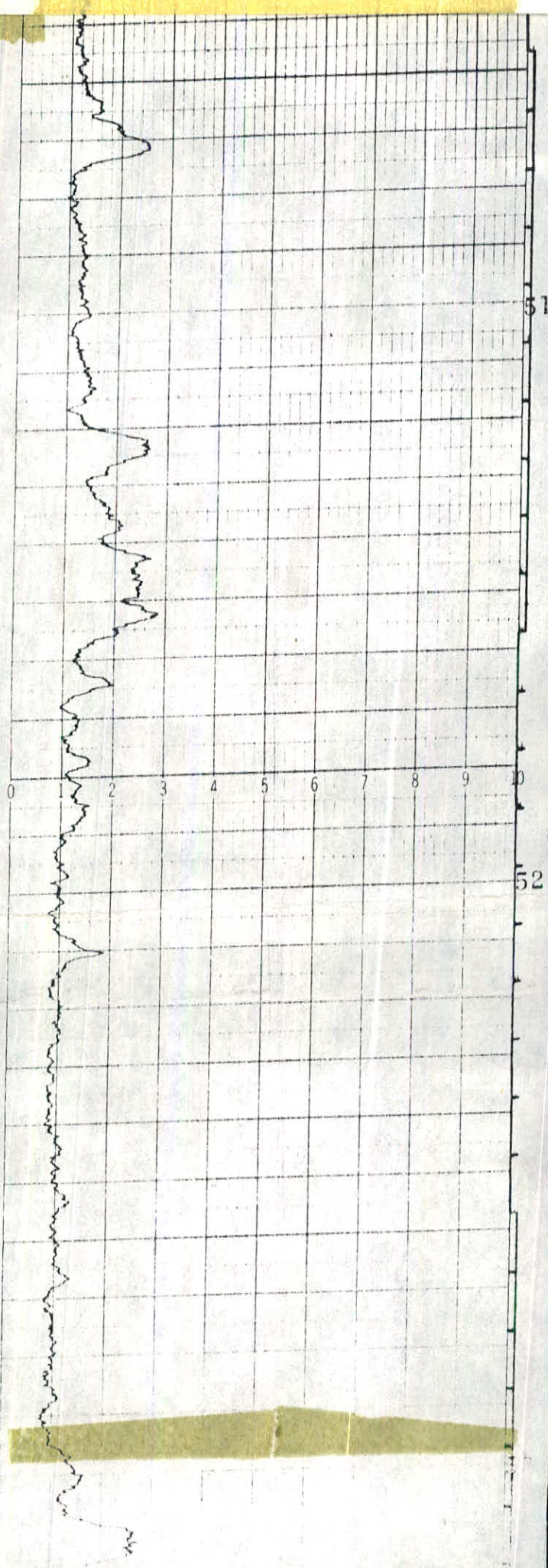
آشنایی سنگهای این منطقه به مواد پرتوزا بوده و در صورت رفع موانع، بررسیهای دقیق تری

را طلب میکند.

BarA Area (Esfordi) Hole No B7

CHART NO. HVP-5-1Z-10 SOLTEC





10-10-73-17-10 SOLTEC

۱۲. نتایج پیشرفت مطالعات کاننه آرائی^{*}

مطالعه در این زمینه همزمان با شروع اکتشافات تفصیلی در محدوده معدنی (سال ۱۳۶۱) مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعات که بر روی دو نمونه از سنگهای مغز افقهای معدنی کاننه ارسورت پذیرفته، عیار $11\frac{1}{2}$ ابه حدود ۳۰٪ رسانیده شده ولی برای تهیه فلوئیت، بهبود بازیابی و کاهش بیشتر آهن در محصول پر عیار شده، نیاز به آزمایشات بیشتری بوده است. نتایج آزمایشات در "گزارش کاننه آرائی مقدماتی بر روی آپاتیت اسفوردی، توسط حبیب استوارت، علیرضا ریسی و محمدارستانی، سال ۱۳۶۲" به پیوست گزارش اکتشافات تفصیلی کانسار اسفوردی منتشر شده است. متأسفانه این مطالعات بدلیل کمبود امکانات داخلی اعم از پرسنل کارآمد و وسایل فنی و به همراه آن نداشتن برنامه‌ای مشخص جهت استفاده از تکنولوژی خارجی، تاکنون جنبه پیکیری نداشته و علیرغم برخی تماسها با موسسات داخلی و خارجی کاننه آرا، از پیشرفت اندکی برخوردار بوده است. حال آنکه دستیابی به نتایجی قطعی در این زمینه با توجه به نقش کلیدی آن در حل عمده‌ترین مسائل طراحی معدن از قبیل میزان ذخایر قابل استخراج، میزان باطله برداری، روش آرایش و طراحی کارخانه، حدود سرمایه‌گذاریها و خلاصه آنچه در چارچوب اقتصادی بودن یا نبودن می‌گذرد، اهمیتی تعیین کننده دارد. با تشکیل طرح اکتشاف معدنی فسفات، طی مطالعات اکتشاف تکمیلی تاکنون دوبار اقدام به نمونه‌گیری از کانسار و ارسال آن به موسسات داخلی و خارجی شده است. هیچ‌کدام از این نمونه‌ها بطور کامل و قطعی معرف ترکیب متوسط افقهای معدنی نمی‌باشند، علت عمده این امر در درجه اول ناشی از تغییرات نسبتاً زیاد عیار افقهای معدنی هم در گستره عرضی و هم در عمق میباشد بنحوی که نمونه‌گیری از قسمتهای سطحی (ترانشه‌ها) را با خطای زیادی توأم می‌سازد. این مسأله بخصوص زمانی که برداشت نمونه با تناژ زیاد مدنظر است، مانع عمده‌ای * بمنظور آشنائی با اهداف و مراحل کاننه آرائی سنگ فسفات، چگونگی فرآیند شیمیائی و مشخصات محصول پر عیار شده به بخش ضمیمه رجوع شود.

بحساب می آید. تهیه نقشه های تغییرات عیار کانسار طی اکتشافات تکمیلی تا حدودی به حل این مشکل کمک نموده است.

مطالعات کانه آرائی که در مقیاس آزمایشگاهی توسط شرکت برزیلی پائولو ابیب بر روی سه نمونه ارسالی بوزن مجموعاً " ۱۲۰ کیلوگرم صورت پذیرفته، حاوی نتایج نسبتاً مفصل و امیدوارکننده ای جهت پیگیری امر است. در این مطالعات، بمنظور امکان بازیابی عناصر خاکی نادر در فرآیند تغلیظ، تهیه اسید فسفریک از سنگ فسفات آراسته مورد توجه قرار گرفته است. نتایج کار در گزارش Beneficiation tests of three samples from Esfordi phosphate ore deposit.

بر زبان انگلیسی منتشر و در اختیار طرح قرار گرفته است. نمونه های AP_1 و $1AP_1$ ارسال شده جهت آزمایش به ترتیب معرف دایکهای آپاتیتی و افق اصلی معدنی میباشند، امانمونه سوم (MAP_1) معرف هیچکدام از افقهای معدنی نمیباشد. لذا از شرح خلاصه آزمایشات بر روی این نمونه صرف نظر میگردد. نمونه AP_1 نیز فقط از نقطه نظر اطلاعات کانی شناسی و شیمیائی مورد توجه قرار میگیرد، زیرا دایکهای آپاتیتی علیرغم عیار نسبتاً زیاد، در مجموع ذخیره عمده ای را تشکیل نمیدهند. همین خاطر کمبود اطلاعات در مورد افق پر عیار " سنگهای سبز" حتی در مقیاس آزمایشگاهی، همچنان احساس میگردد. عملیات انجام شده بر روی این نمونه ها در شکل ۲-۱ (Figure 2.1) نمایش داده شده است.

مشخصات شیمیائی این دو نمونه به این ترتیب است:

نمونه	P_2O_5	CaO	Fe_2O_3	SiO_2	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	F	Cl	SO_3	L.O.I.	$\frac{CaO}{P_2O_5}$
$1AP_1$	۱۶/۱	۲۹/۴	۲۰/۵	۲۱/۹	۵/۰۸	۰/۳۴	<۰/۰۲	۲/۳۱	۱/۳۶	۰/۱۳	۰/۶۹	۳/۸۸	۱/۸۳
AP_1	۳۴/۴	۴۸/۵	۴/۵۸	۵/۸۵	۰/۶۱	۰/۷۲	<۰/۰۲	۰/۲۸	۷/۷۸	۰/۲۲	۰/۲۹	۴/۵۳	۱/۴۱

آزمایشات جداسازی کانیها در مقیاس آزمایشگاهی بر اساس مایعات سنگین و جدا کننده های الکترومغناطیسی صورت گرفته است. ترکیب کانی شناسی نمونه های فوق بر حسب درصد

بشرح زیر میباشد:

نمونه	Ap	Oxl	Cale	Qz	lale	lrem	Mag	lit	Anal	Schor	Xen
IAP ₁	۳۹	۱۱	۴	۸	-	۱۵	۱۴	Ir	Ir	۷	-
AP ₁	۸۲	۶	۵	۵	Ir	-	Ir	-	-	-	Ir

Anal = آناتاز lale = تالک Ap = آپاتیت
 Schor = شورلومیت (آندرادیت غنی از تیتانیوم) lrem = ترمولیت Oxl = اکسیدهای آهن
 Xen = گزنوتیم Mag = ماگنتیت Cale = کلسیت
 Ir = مقدار ناچیز lit = اسفن Qz = کوارتز

نمونه AP₁ بطور عمده از فلونور آپاتیت تشکیل شده است. وجود مقدار نسبتاً کمی کانی

گزنوتیم در این نمونه بار دیگر وجود عناصر خاکی نادر را، همراه آپاتیت تأیید میکند. نمونه

AP₁ را (صرف نظر از عیار ۴/۶٪ Fe_2O_3) تقریباً "بدون فرآیند تغلیظ میتوان در فرآوری تهیه

و تولید اسید فسفریک و کودهای فسفاته بکاربرد.

آپاتیت در این دو نمونه بصورت تجمع بلورهای دانه ریز زاویه دار و با ابعاد مساوی مورد

مطالعه قرار گرفته که توسط رشته های سطحی کربنات ها و اکسیدهای آهن پوشانیده شده اند.

آپاتیت همچنین بصورت بلورهای Subhedral (منشورهای کوتاه) حاوی محلولهای

انکلوژونی و anhedral، آمیخته با اکسیدهای آهن و کربنات ها یافت شده است.

ترکیب کانی شناسی این نمونه در دانه بندی های مختلف در تابلو ۷-۲ (Table 2-7)

نمایش داده شده است. همانطور که در این تابلو دیده میشود، مقدار آپاتیت، ترمولیت و

اکسیدهای آهن به سمت دانه ریز شدن افزایش می یابند. کوارتز و کلسیت عملاً "ثابت بودند در

حالی که دیگر کانیهای موجود کاهش می یابند.

در آزمایشات جداسازی کانیها، آپاتیت بصورت محمول آپاتیت و محمول آپاتیت ۲ با

بازیافتی نزدیک به ۷۷٪ در محمول نرمه گیری شده، تمرکز یافته است.

محمول آپاتیت ۱، بطور عمده از آپاتیت (۳۴/۸-۴۰/۶٪ Fe_2O_3) با مقادیر کمتری از

اکسیدهای آهن، کوارتز، ترمولیت و کمی کلسیت تشکیل شده است. مقدار آپاتیت به سمت

TABLE 2.7

TAP1 SAMPLE - ESTIMATION OF MINERALOGICAL COMPOSITION PER GRANULOMETRIC RANGE

FRACTION (mm)	% MASS		MINERALS (%)								
	RETAINED	ACCUM.	APAT	IRON OX.	CALC	QUAR	TREM	SCHOR	TIT	ANAT	MAG
+ 0.297	43.56	43.56	37	11	4	9	11	9	Tr	Tr	15
- 0.297 + 0.210	12.57	56.13	38	12	4	7	16	6	1	Tr	17
- 0.210 + 0.149	7.39	63.52	38	12	4	8	15	6	1	Tr	15
- 0.149 + 0.074	10.39	73.91	41	10	4	8	17	4	1	Tr	15
- 0.074 + 0.037	9.65	83.56	43	10	5	8	20	3	Tr	Tr	10
- 0.037 + 0.010	9.84	93.40	46	12	5	7	23	3	Tr	Tr	5
TOTAL	93.40	...	39	11	4	8	15	7	Tr	Tr	14

دانه ریز شدن افزایش یافته درحالیکه میزان آغشتگی ها کاهش می یابند. کانیهای مزاحم

اصلی CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 هستند. با لایودن نسبت $\frac{CaO}{P_2O_5}$ در این محصول ناشی از مقدار اضافی

CaO است که در خارج از ترکیب آپاتیت وجود دارد. این کانیها بیشتر در بخشهای دانه درشت

تمرکز دارند و به سمت دانه ریز شدن کاهش می یابند.

محصول آپاتیت ۲ شامل ۱۹-۲۸٪ آپاتیت با نسبت $\frac{CaO}{P_2O_5}$ بالاست. کانیهای اصلی

مزاحم در این محصول TiO_2 و تا حدودی SiO_2 ، Fe_2O_3 و CaO (خارج از ترکیب آپاتیت)

میباشند. این محصول بطور عمده از آپاتیت و اسفن و به میزان کمتر اکسیدهای آهن و اکتا ادریت

تشکیل شده است. کوارتز و ترمولیت نیز به میزان ناچیزی یافت میشوند. مقدار آپاتیت بسمت

دانه ریز شدن افزایش یافته، حال آنکه دیگر آغشتگی ها کاهش می یابند. آپاتیت موجود در

آپاتیت ۱۲ اساساً همان مشخصات آپاتیت ۱ را داراست و فقط مقدار پوشش سطحی اکسیدهای

آهن افزایش مییابد.

محصول جداکننده های مغناطیسی اساساً "از ماگنتیت با مقادیر کمتری شورلومیست (آندرا دیت غنی از تیتانیوم) تشکیل شده است. در این محصول کوارتز و آپاتیت بصورت دانه هایی آمیخته با ماگنتیت حضور دارند. این محصول همچنین شامل مقداری باطله سنگین می باشد که بطور عمده از اکسیدهای آهن و ترمولیت با مقادیر کمتری کوارتز، شورلومیست و آپاتیت تشکیل شده است. کلسیت نیز به نسبت کمی پیدامیشود.

آزمایشات فلوتاسیون شامل آزمایشات مقدماتی و تکمیلی بوده است. در مرحله آزمایشات مقدماتی، چندین آزمایش فلوتاسیون اضافی با استفاده از مناسبترین معرفها بعمل آمده است. باتوجه به اینکه این آزمایشات بر روی نمونه IAP_1 بهترین نتایج را در بر داشته، آزمایشات تکمیلی در چند مرحله و در مداری پیوسته به اجرا گذاشته شده است. مراحل مختلف این آزمایشات در شکل شماره ۳-۱۵ (Figure 3-15) به نمایش گذاشته شده است.

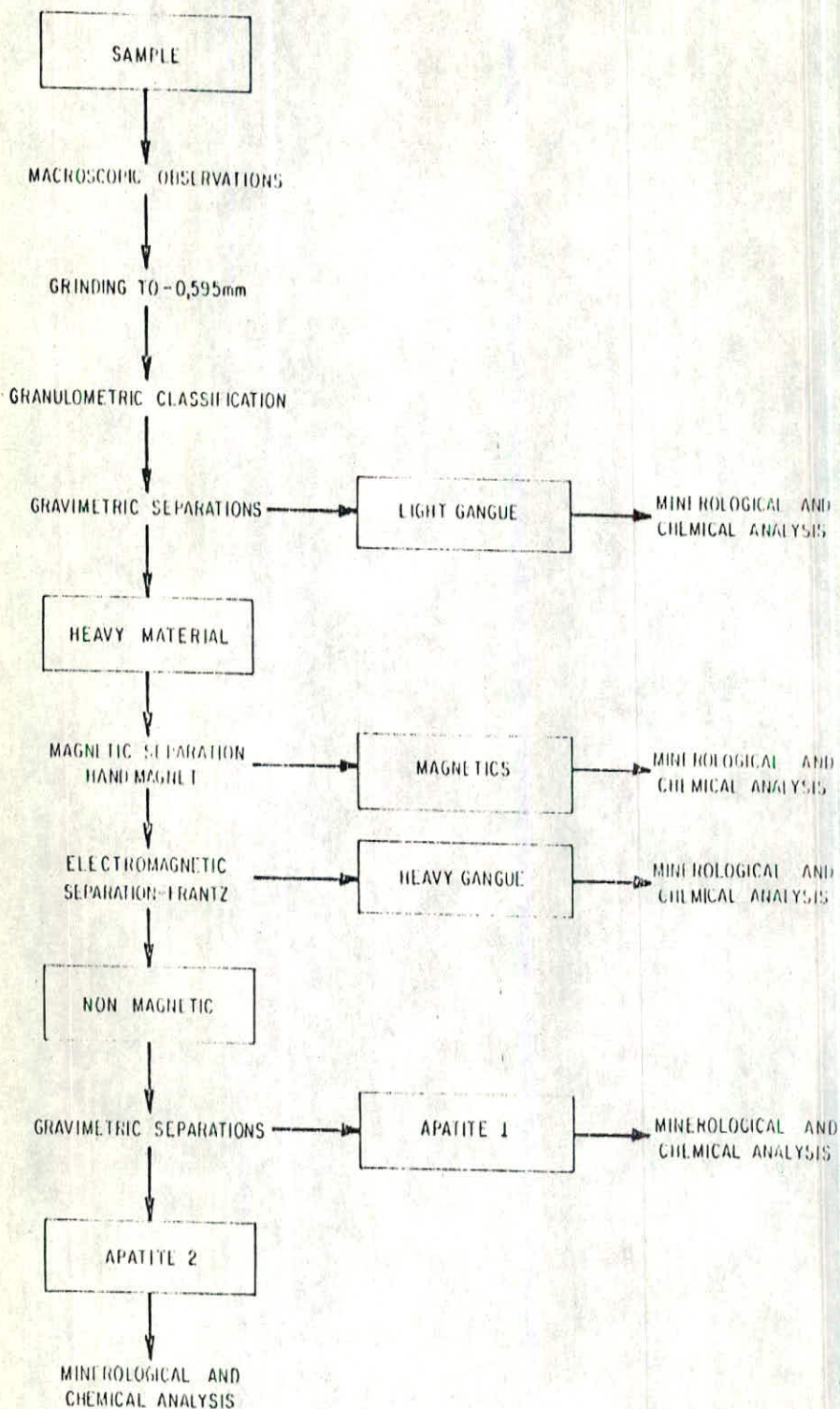
ارزیابی نتایج عملیات پیوسته در مورد نمونه IAP_1 بشرح زیر است:

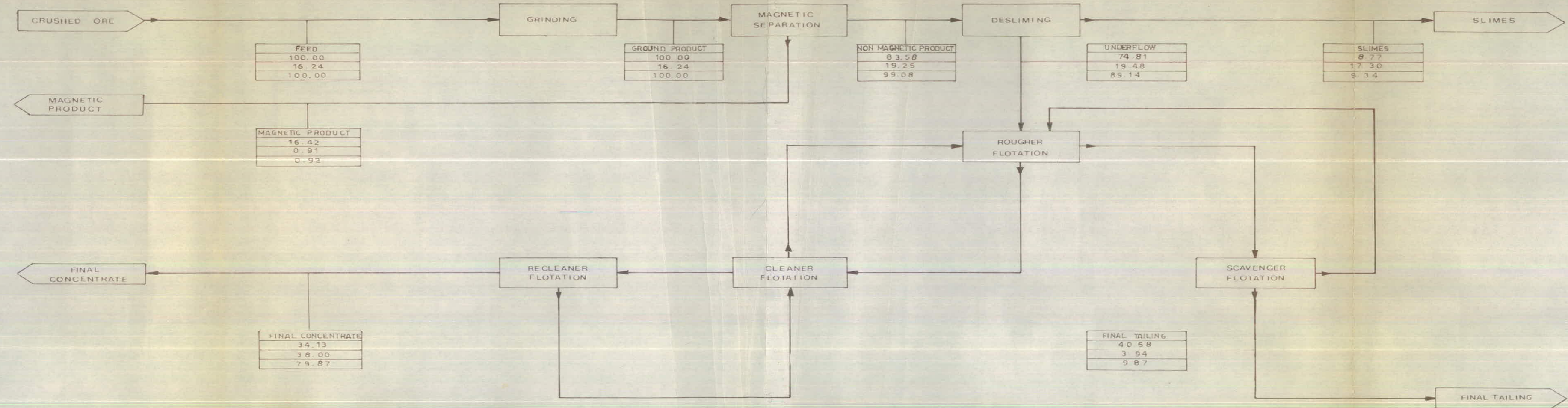
نمونه	% Mass recovery	% P_2O_5	% P_2O_5 recovery
IAP_1	۳۴	۳۸	۸۰

این اعداد هنگامی دارای ارزش واقعی هستند که در آزمایشات پیوسته در مقیاس پایلوت مورد تایید قرار گیرند.

از آنجاکه در عملیات چاه پیمائی اشعه گاما در محدوده معدنی اسفوردی، علیرغم مشکلات بوجود آمده، آغشتگی سنگهای منطقه وبخصوص افقهای حاوی آپاتیت به عناصر پرتوزا (رادیواکتیو) به اثبات رسیده، موضوع استحصال این عناصر نیز همانند خاکهای نادر در فرآیند کانه آرایی باید مورد توجه قرار گیرد.

FIGURE 2.1
DIAGRAM OF EXPERIMENTAL PROCEDURE





LEGEND

PRODUCT
% MASS
% P ₂ O ₅
P ₂ O ₅ REC. (%)

PAULO ABIB ENGENHARIA S.A.

ÁREA ESFORDI

TÍTULO PROCESSING CIRCUIT FOR TAP1 SAMPLE

FIGURE : 3.15

۱۵. اشاره‌ای گذرا به نتایج مطالعات مقدماتی فنی - اقتصادی

بر اساس نتایج بدست آمده از اکتشاف تفصیلی کانسار اسفوردی و به منظور بررسی امکان ادامه عملیات اکتشافی، مطالعات مقدماتی فنی - اقتصادی در چارچوب طرح اکتشاف معدنی فسفات باجرادرآنده است. نتایج این مطالعات در "گزارش بررسی امکان پذیری مقدماتی کانسار فسفات اسفوردی" جمع‌بندی و منتشر شده است.

در گزارش مزبور، با توجه به مورفولوژی و نیز میزان ذخائر قابل استخراج کانسار، بررسی‌های جامعی از چگونگی معدنکاری، تجهیزات مورد نیاز، ظرفیت و عمر معدن، کانه - آرائی و کارخانه آرایش، نیازهای آب و برق و ارتباطات، میزان سرمایه‌گذاری و تحلیل اقتصادی بعمل آمده و برنامه کار آینده، ارائه شده است. از عمده‌ترین مسایلی که در این گزارش مورد تاکید قرار گرفته، تسریع در آزمایشات کانه‌آرائی افق‌های معدنی به منظور تعیین قابلیت استفاده از کانسار و انجام ارزیابی نهائی فنی - اقتصادی میباشد.

در جمع‌بندی نتایج "با حصول اطمینان از سودبخشی طرح ۰۰۰، ادامه عملیات مورد توصیه قرار گرفته" و نواقص کار کوشزد شده است.

۱۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

در گزارش مقدماتی فنی - اقتصادی کانساراسفوردی، استخراج افقهای معدنی بصورت روباز و با استفاده از چندین پله در نظر گرفته شده است. ضخامت کم سنگهای پوششی همراه با رخنمون افقهای معدنی در قسمتی از محدوده کانسار، از جمله عوامل مثبت در معدنکاری آن بصورت روباز میباشد.

گرچه هنوز نسبت باطله برداری سربسری (Break-even stripping ratio) تعیین نشده، ولی باتوجه به نسبت باطله برداری کلی بدست آمده (۰/۷:۱)، باید انتظار داشت این نسبت چندان از حدود فوق تجاوز نخواهد کرد. ضخامت کم سنگهای پوششی در بخشهای عمده ای از کانسار، کاهش نسبت باطله برداری را در سالهای اولیه استخراج، بذحوی که از نظر هزینه مقرون بصرفه باشد، ممکن می سازد.

عیار ماده معدنی در مجموع نقش دوگانه ای ایفا میکند. با لا بودن عیار در بخشهای با ضخامت کم باطله، از طرفی عامل مثبتی در استخراج ماده معدنی بویژه در سالهای اولیه محسوب میشود. ولی از طرف دیگر، تغییرات نسبتاً زیاد آن بخصوص در افق پیرعیار "سنگهای سبز" معدنکاری را با مشکلات زیادی روبرو می سازد. خود سنگهای باطله نیز حاوی مقادیری ماده معدنی است. این نسبت در کل سنگهای باطله بمیزان $P_{2O_5} 1/5-2\%$ محاسبه شده، ولی در بعضی قسمتها تمرکزی بمراتب بیشتر نشان میدهد. نرم بودن این سنگها در قسمتهای سطحی عامل مساعدی در باطله برداری و استخراج محسوب میشود.

باتوجه مسائل مطروحه، لزوم هرچه سریعتر کانه آرائی افقهای معدنی همچنان احساس می گردد. در این زمینه بهترین کانه آرائی افق پیرعیار "سنگهای سبز" بطور جداگانه نیز مورد توجه قرار گیرد، زیرا در صورت حل آن، کانه آرائی مجموعه سنگهای معدنی با مشکل عمده ای مواجه نخواهد بود.

آشناسی حوضه کانسار نیز از جمله مباحثی است که روشن نمودن آن به آینده موكسول

میکردد. در ارتباط با منطقه کانسار، پیشنهادات زیر مطرح میگردد:

۱ - پیکردی و اکتشاف مقدماتی کانسارهای مشابه احتمالی، با استفاده از نمونه " اسفوردی " و

سرنخهای بدست آمده از چگونگی روندهای کانسازایی منطقه. در این زمینه، مطالعه کارهای

اکتشافی انجام شده پیرامون کانسارهای آهن منطقه ضروری است.

۲ - تعیین دستور العمل اکتشافی و مشخص نمودن حداقل کلاس ذخایر (تعیین نسبت معین بین

ذخایر صنعتی)، بر اساس نتایج بدست آمده از نمونه " اسفوردی "، برای کانسارهای مشابه.

۳ - مطالعه دقیق تر شبکه شکستگیها در مناطق مشخص شده برای اکتشافات مقدماتی و تفصیلی

بمنظور تعیین ارتباط آنها با مورفولوژی کانسار.

— اهداف و مراحل کانه آرائی سنگ فسفات ، مشخصات محصول پرعیار شده و چگونگی فرآیند شیمیائی تهیه اسید فسفریک و کودهای سوپر فسفات

هدف مطالعات کانه آرائی سنگ فسفات ، یافتن روشهای اقتصادی است که طی آن محصول پرعیار شده در مقیاس صنعتی را بتوان در تهیه و تولید اسید فسفریک ، انواع کودهای فسفاته و محمولات دیگر مورد استفاده قرار داد . این مطالعات دو مرحله کیفی را شامل میشود : مرحله اول ، مطالعات کانه آرائی در مقیاس آزمایشگاهی است که بخش عمده ای از آن در مداری ناپیوسته انجام میگردد .

مرحله دوم ، مطالعات کانه آرائی در مقیاس پایلوت (Pilot) است . در واقع پایلوت مدل کوچکی از کارخانه آرایش آینده میباشد که طی آن در مقیاس کوچکتر ، فرآیند تولید محصول و میزان باز یافت آن به آزمایش گذاشته میشود .

مشخصات فیزیکوشیمیائی سنگهای معدنی و عناصر مفید و مضر همراه از یک سو و مشخصات محصول نهائی مورد نیاز از سوی دیگر نقش مهمی در تعیین اهداف و چگونگی رسیدن به آن دارد . در مطالعات کانه آرائی سنگ فسفات اسفوردی ، بمنظور امکان بازیابی عناصر خاکی نادر در فرآیند تغلیظ ، تهیه اسید فسفریک از سنگ فسفات آراسته (محصول پرعیار شده) هدف قرار گرفته است . مشخصات محصول پرعیار شده سنگ فسفات در نامه شماره ۴۴/۳۲/۷۷/۶۲ مورخ ۱۳۶۳/۱۱/۶ شرکت ملی منابع پتروشیمی بنحویز اعلام شده است :

۱- مشخصات شیمیائی سنگ فسفات برای تهیه اسید فسفریک

ترکیب	درصد وزنی
P_2O_5	حداقل ۳۰٪
SiO_2	" ۳/۵
I	حداکثر ۴
Cl	" ۰/۴ (۴۰۰ P.P.M.)

ترکیب	درصد وزنی
MgO	حداکثر ۰/۵
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	۳ "
C	۱ "

بهتر است نسبت CaO/P_2O_5 حدود ۱/۵ باشد و میزان SiO_2 نیز از ۱۰٪ تجاوز نکند زیرا

در خرد کردن سنگ و فعل و انفعال، اشکال ایجاد میکند.

۲- مشخصات شیمیائی سنگ فسفات برای تهیه سوپر فسفات ساده

ترکیب	درصد وزنی
P_2O_5	حداقل ۳۰
SiO_2	حداکثر ۱۰
I	۴ "
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	۳ "

در این نامه همچنین بمنظور بازیابی عناصر خاکی نادر، تولید اسید فسفریک از سنگ

فسفات آراسته مورد توصیه قرار گرفته است.

فرآیند شیمیائی تهیه اسید فسفریک با استفاده از اسید سولفوریک و تاثیر آن روی سنگ

فسفات آراسته، صورت میپذیرد. جهت استحصال عناصر خاکی نادر کانسارو بمنظور

جلوگیری از جذب اکسید این عناصر توسط سولفات کلسیم (SO_4Ca) حاصل از این فرآیند،

سنگ فسفات آراسته را قبلاً "تحت تاثیر اسید نیتریک قرار میدهند. سنگ فسفات آراسته

مخلوط شده با اسید سولفوریک را چند روز بحال سکون باقی میگذارند تا فعل و انفعال کامل

شود، سپس آنرا خشک نموده و به دانه های ریز تبدیل میکنند و پس از دانه بندی بمصرف کشاورزی

میرسانند.

تقسیم بندی زنکوف (Zenkov) در مورد تغییر مشخصات کانسار (عیار ، وزن مخصوص ، ضخامت ، ۰۰۰)

گروه الف	تغییرات صاف ، منظم و مداوم
گروه ب	تغییرات صاف ، نامنظم و مداوم
گروه ج	تغییرات پله ای ، منظم و متناوب
گروه د	تغییرات پله ای ، نامنظم و متناوب

استخراج از جزوه درسی اصول پی جوئی و اکتشاف منابع معدنی

(جلد دوم) ، تالیف حسن مدنی

گروه بندی (کاتگوری) برآورد ذخایر معدنی بر اساس سیستم شوروی

ذخایر گروه A	ذخایر استخراجی معدن	ذخایر صنعتی	۱۵-۲۰٪ خطا
ذخایر گروه B	مورد استفاده جهت تخمین مخارج معدن و طرح توسعه	ذخایر صنعتی	۲۰-۳۰٪ خطا
ذخایر گروه C ₁	مرحله توسعه طرح های طویل - المدت و تدوین پروژه اکتشاف تفصیلی	ذخایر صنعتی	۳۰-۶۰٪ خطا
ذخایر گروه C ₂	مرحله پی جوئی	ذخایر زمین شناسی	۶۰-۹۰٪ خطا

استحکام یا مقاومت فشاری متوسط برخی سنگها (۶۴)

ردیف	گروه سنگ	نوع سنگ	کیلوگرم بر سانتی-متر مربع
۱	فوق العاده مستحکم	دیاباز - بازالت - کوارتزیت های مقاوم	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰
۲	خیلی مستحکم	کوارتز پورفیری - کوارتزیت - گرانیت های مقاوم ماسه سنگ های محکم - چرت - سنگ های آهکی محکم	۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰
۳	مستحکم	گرانیت - رگه های فلزی - سنگ های آهکی و ماسه های - ماکنتیت - همانیت - کنگلومرا	۷۵۰ تا ۱۲۰۰
۴	نسبتاً مستحکم	کانسپای آهن - ماسه سنگ های معمولی و متورق سنگ آهک معمولی - شیل ماسه دار	۵۰۰ تا ۷۵۰
۵	نیمه مستحکم	شیل های معمولی - کنگلومرای نرم مارن های متراکم	۳۰۰ تا ۵۰۰
۶	نسبتاً نرم	شیل های نرم - آهک های نرم - نمک سنگی ژیپس - گچ	۱۵۰ تا ۳۰۰
۷	نرم	سنگ رس سبک	۹۰ تا ۱۵۰
۸	خاکی و شل	خاک رومین سطح زمین - آلوویال - شن های ریزه ماسه	۴۵ تا ۹۰

اقتباس از کتاب آتشباری در معادن تالیف دکتر مهندس اردشیر افروز

۱۸- منابع مورد استفاده

- ۱- گزارش بررسی امکانپذیری مقدماتی (توجیه فنی - اقتصادی) کانسارفسفات اسفوردی، کیکاووس امینی، هرمزناصرنیا، اردیبهشت ۱۳۶۴
- ۲- اکتشافات تفصیلی کانسارآپاتیت اسفوردی، منصورممیمی نمین، ناصرعابدیان - همکاری علیرضا باباخانی، سال ۱۳۶۲، سازمان زمین شناسی کشور
- ۳- گزارش راجع به اکتشاف مجدد سنگ آهن چغارت، جلد اول، توسط کارشناسان شوروی گروه زمین شناسی بافق - ترجمه بفارسی توسط غلامرضا نعیم آبادی، سال ۱۹۷۶، شرکت ملی فولاد ایران
- ۴- خلاصه‌ای از اصول و روشهای تخمین ذخایر کانسار، بهرام سامانی، مرداد ماه ۱۳۶۴، سازمان انرژی اتمی ایران
- ۵- پتروگرافی و ژئوشیمی کانسار آهن - آپاتیت اسفوردی، توسط علیرضا باباخانی (گزارش منتشر نشده)
- ۶- نتایج مطالعات میکروسکوپی نمونه‌های سنگ شناسی اسفوردی، توسط علیرضا باباخانی (گزارش منتشر نشده)
- ۷- گزارش اکتشافات ژئوفیزیک منطقه اسفوردی، هارون نیکلاس، علی محمدجوآبادی، محمدرضامدق فر، اردیبهشت ۱۳۶۴، سازمان زمین شناسی کشور
- ۸- گزارش نتایج عملیات چاه پیمایی اشعه گامادر کانسار اسفوردی، عباس رضایی آشتیانی، اسفندماه ۱۳۶۴، واحد اکتشاف بخش ژئوفیزیک سازمان انرژی اتمی ایران
- ۹- گزارش اکتشاف تفصیلی آبشناسی منطقه حسن آباد بافق، جلد اول، متن گزارش ترجمه و تنظیم توسط امور اکتشافات شرکت ملی فولاد ایران، تهران ۱۳۶۴
- ۱۰- خلاصه‌ای از گزارش مقدماتی اکتشاف آب در دره بهاباد (بافق)، ترجمه و تلخیص توسط

محمدرضا محوی ، ۱۳۶۴ - شرکت ملی فولاد ایران *

۱۱- بررسی فسفات بافق " اسفوردی " ، دکتر علی درویش زاده ، مندرج در نشریه دانشکده

علوم دانشگاه تهران *

۱۲- ماهنامه های آهن ، شماره های ۷ و ۸ ، ۹ و ۱۰ ، ۱۱ و ۱۲ سال ۱۳۵۴

۱۳- اصول پی جوئی واکتشاف منابع معدنی ، جلد دوم ، حسن مدنی ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر ،

نسروردین ۱۳۶۴

۱۴- حقاری در معادن ، دکتر امانلو ، دانشکده معدن دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۱۵- معادن سطحی ، دکتر امانلو ، دانشکده معدن دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۱۶- آزمون ذخایر معدنی ، دکتر یعقوب پور ، انتشارات دانشکده فنی دانشگاه تهران

۱۷- خلاصه گزارش بررسیهای زمین شناسی ناحیه بیابانک - بافق (ایران مرکزی) ، پتروگرافی

و تکنونیک پی سنگ پره کامبرین و پوشش رسوبی آن ، عبدالعظیم حق پور ، سازمان زمین -

شناسی کشور

۱۸- گزارش زمین شناسی منطقه زریگان ، عبدالعظیم حق پور ، ۱۳۶۲ ، سازمان زمین شناسی -

کشور

۱۹- بحثی پیرامون زمین شناسی پره کامبرین ایران ، عبدالعظیم حق پور ، ۱۳۶۲ ، سازمان

زمین شناسی کشور

۲۰- کشف ماکماتیسم کربناتیتی و پدیده های همراه آن در ایران مرکزی و ارتباط آنها با

کانسارهای منطقه بافق - ساغند ، بهرام سامانی ، امور اکتشاف سازمان انرژی اتمی

ایران ، سال ۱۳۶۴

۲۱- دیباچه ای بر زمین شناسی ایران ، تالیف محمد حسن نبوی ، سازمان زمین شناسی کشور

۲۲- فرهنگ چینه شناسی ایران ، سازمان زمین شناسی کشور ، ۱۳۴۹

۲۳- شرایط طبقه بندی (تعیین کاتگوری) ذخایر ذغال سنگ ، متداول در شرکت ملی فولاد ایران

۲۴- روشهای دستی در تعیین محدوده نهائی معادن روباز ، توسط فرزانه رفیعا ، کارشناس

دفتر طراحی معادن شرکت ملی فولاد ایران

۲۵- گزارش کانه آرائی مقدماتی بر روی آپاتیت اسفوردی توسط حبیب استوارت ، علیرضا -

رئیس ، محمدرستانی ، سازمان زمین شناسی کشور

۲۶- اکتشاف مقدماتی رخنمون آپاتیت در منطقه بافق - رباط پشت بادام ، ناصر عابدیان ،

محمدعلی صائم ، محمود آبهاهی ، خرداد ماه ۱۳۶۲ ، سازمان زمین شناسی کشور

۲۷- کانی شناسی ، تحقیق درباره بعضی از کانیهای جزیره هرمز ، دکتر عبدالکریم قریب ، تهران ،

سپهر ماه ۱۳۳۶

۲۸- نکته ها و پیکیدگی های ازمین شناسی منطقه انارک - خور - جندق (ایران مرکزی) ، محمد -

حسن نبوی ، عبدالرحیم هوشمندزاده ، بهاء الدین حمدی ، بهمن ماه ۱۳۶۲ ، سازمان زمین -

شناسی کشور

۲۹- سنگ شناسی ، جلد اول ، فریدون سرابی ، اسد ایران پناه ، سیروس زرعیان

۳۰- مبانی زمین شناسی ، ابروچف ، ترجمه دکتر عبدالکریم قریب ، انتشارات خوارزمی

31-Recognition of uraniferous provinces from the precambrian of IRAN,

By: Bahram-e-Samani, Aug, 1984, Energy organization of IRAN.

32-Iron ore deposits in central Iran in relation to structural geolo-

gy and metamorphism (scapolitization and albitization), By A. Haghipour,

Geological survey of IRAN.

33-Geology of the Posht-e-badam, Saghand area (East-central Iran), A. Ha-

ghipour and G. Pellissier 1968, Geological survey of IRAN.

34-Beneficiation tests of three samples from Esfordi phosphate ore deposit, paulo abib engenharia S.A.

35-Geological map of the Biabanak-Bafq area, by A. Haqhipour, 1:500000

36-Report on results of search and exploration for underground waters in the Ghotrum Valley, Bafq 1977, National Iranian steel corporation.

37-Report on results of hydrogeological work in the senjatk area, Bafq-1977, National Iranian steel corporation .

38-A course of mineralogy, A. Betekhtin, Moscow, Peace publishers.

39-Studies of mineral deposits, V.I. Smirnov, A.I. Ginzburg, V.M. Griqoriev, G.F. Yakovlev, Mir publishers, Moscow.

40-Geology of mineral deposits, V.I. Smirnov, Mir publishers, Moscow.

41-Safety in opencast mining, N. Melnikow, M. Chesnokov, Mir publishers, Moscow.

42-Apatite, its crystal chemistry, mineralogy, Utilization and Geologic and Biologic occurrences, D. Mc. connell.

43-Fission track dating of an apatite crystal from Hormuz island, IRAN , A.J. Hurford, H.R. Grunau and J. Stöcklin .

	%porosity	True specific gravity g/cm ³	Compressive strength Kgf/cm ²	Rupture limit Kgf/cm ²
Main horizon	4-8	3.36	473-685	7484-12700
Low-grade horizon	7-9	2.86	263-492	7711-16329

Morphologically, ore deposit in elongated form with relatively high changes in thickness is considered. According to the results of drilling, the thickness of ore body changes between 7.9 to 75.2 meters.

Changes in P_2O_5 grades also are relatively frequent, both in widespread and depth (between 5-33% P_2O_5).

Reserve estimation is based on morphology of ore deposit and logging data concluded in polygonal method.

Reserves estimated for two apatitic horizons and also for total ore body are following:

	reserves (tone)	average grade
Main horizon	4773800	17.02
Low-grade horizon	3710000	7.42
Total of two horizons	8443800	12.14

Exploitation of ore deposit have taken into consideration by way of open cast mining on which the overall stripping ratio is 0.7:1.

Overburden, mainly composed of low-grade pyroxenite complex and also rhyolites which in parts containing apatite veinlets.

Ore dressing studies, simultaneously have taken into consideration with detailed exploration. In these studies ore dressing of each horizon, and also totally have studied and containing positive results in batch-scale.

films, and formed in anhedral or subhedral crystals that generally, containing fluid inclusion and microlites crystals. In fact, two kinds of apatitization in ore deposit can be distinguished: Apatite I that formed simultaneously with iron massive and apatite II, appeared with fluid carbonates, solved parts of iron massive and reserved in all fractures and over iron massive in form:

Apatite formation and magnetite-apatite. Mineralogical composition of one sample of high grade horizon is:

Sample	Ap %	Oxf %	Calc %	Qz %	Talc %	Mag %	Anat %	Xen %
AP1	82	6	5	5	Ir	Ir	Ir	Ir

Ap=Apatite Oxf=Iron oxides Calc=calcite Qz=quartz Talc= talc

Mag=magnetite Anat=Anatase Xen=Xenotime Ir=traces

Spectrometric analyses of different ore types shows, valuable amounts of rare earth elements, concentrated in main ore horizon, also zircon and strontium are distinguished.

On the basis of petrographic thin section studies, the abundant of rare earth elements in main ore horizon, related to fluid inclusions in apatite crystals. Amounts of these elements in one sample of main ore horizon are following:

in p.p.m									
Sample	Ce	La	Y	Nd	Sr	V	Zr	Ni	Co Nb
SF ₁ -17	>1100	>1100	>1100	650	258	496	>1100	280	35 <10

In ore dressing process, produce of these valuable elements must be taken into consideration.

Some physical and mechanical characters of ore horizons are as follows:

lower part, mainly composed of apatite, magnetite, ferral oxides and less amounts calcite, tremolite, quartz and secondary minerals such as talc. The second ore horizon which overlies the main horizon, mainly composed of tremolite, apatite, magnetite, ferral oxides, calcite, quartz and secondary minerals such as schorlomite.

Chemical composition of this two horizons are as following: (I) Main horizon, (II) Low-grade horizon.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	L.O.I	SO ₃	Cl	$\frac{CaO}{P_2O_5}$
(I)%15.34	2.55	21.61	0.38	34.42	n.d.	0.22	0.58	0.13	18.21	6.21	0.31	0.04	1.89
(II)%36.97	10.14	13.29	0.4	16.36	7.84	2.34	1.88	0.07	6.81	3.79	0.15	0.33	2.40

Mineralogically, apatite have associated with iron in the forms: vein, lenticular, reticulate and even big crystals. In some cases, apatite is cemented by other minerals, mainly calcite. Generally, from mineralogical viewpoint, apatites and the associated minerals can be divided in two groups:

Apatite I, associated with magnetite (paragenetic). Its crystals mainly formed subhedral or equidimensioned irregular forms and superficial coatings of various thickness, composed mostly of carbonatic films.

Apatite II, with fine grain texture and less transparency surrounded Apatite I and magnetites, in secondary stage.

Main part of ore deposit composed of these two apatites. The coarse grain crystals of apatite I and the fragments of it, are cemented by abundant fine grain of apatite II and intersected by very fine grain reticulatic veins of calcite and composition of quartz-calcite. Apatites, also are found in angular microcrystal aggregates with superficial coating of iron oxides and carbonatic

ABSTRACT

Esfordi apatite ore deposit is the individual known igneous phosphate in Iran. It is located at 36 kms. Northeast of Bafq town; in the central of Iran. Average altitude of the area is about 1700 meters, and the average annual precipitation is about 273 mm. Underground water is relatively insufficient and containing abundant mineralization.

Previous studies of ore deposit pertain to about 20 years ago, but since 1982 detailed exploration have been ended.

Geologically, the ore deposit is in contact with a sequence of volcanic rocks of infracambrian age (vendian). On the subject of origin of ore deposit in relation to other ore anomalies such as iron, uranium, manganese, lead and zinc, different ideas have expressed. Widespread extensive of metasomatic rocks, have encouraged the viewpoint on which these anomalies have formed by means of contact metasomatism or other metasomatism. Recently, viewpoint of carbonatite origin took into consideration. In the area, varieties of volcanic, subvolcanic and intrusive rocks with completely acidic to basic composition have been seen, that all of them inclined to alkaline polarity.

At the restricted area, the ore deposit containing apatite, associated with iron massive and amphyboles, are in contact with acidic volcanic rocks (quartzporphyries and Rhyolites). Numerous dikes with diabasic composition intersects this complex.

The ore is mainly composed of fluorapatite variety. Totally, two main horizons contain apatite are recognized. The first main horizon (high grade) in the