



گزارش نهایی
 پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - گنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
 معدنی کشور

PROJ	DOC	DIS	SEQ	REV	VOL
28502	06	GE	02	00	01



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح تلفیق لایه های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امید بخش معدنی کشور

پروژه: انجام عملیات اکتشاف پتاس در منطقه گری شیخ (گنبد نمکی - بندر خمیر)

مجری طرح: ناصر عابدیان

مجری فنی: بهروز برنا

ناظرین: پیام سودی شعار، رضا فرهادی

مشاور: شرکت مهندسی مشاور کاوشگران

تیر ماه 86

شماره مدرک: KCE- 28502-06-GE-02-00

شماره قرارداد: 500-7674

کارفرما: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مشاور: مهندسی مشاور کاوشگران

پیمانکار: ---



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - گنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



خلاصه

خلاصه:

طی قرارداد شماره 500-7674 مورخ 84/12/28 بین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسی مشاور کاوشگران، مقرر گردید عملیات شناسایی و تعیین عیار و ذخیره پتاس سنگی گری شیخ واقع در گنبد نمکی پل واقع در بندر خمیر (استان هرمزگان) به انجام رسد.

براساس شرح خدمات قرارداد (و تغییراتی که بعداً در آن به انجام رسید) در مرحله اول از محدوده ای به وسعت 600 هکتار نقشه توپوگرافی بامقیاس 1/1000 به روش مستقیم زمینی تهیه و سپس با استفاده از دوربین نقشه برداری در همین وسعت نقشه زمین شناسی 1/1000 محدوده تهیه و ترسیم گردید.

با توجه به وضعیت زمین شناسی رخنمون های پتاس و نتایج حاصل از تحلیلهای فنی و مقایسه با فعالیت های اکتشافی انجام شده در بخش شرقی گنبد نمکی پل (1383)، محل 7 گمانه جهت انجام اکتشافات عمقی مشخص گردید. با حفر گمانه ها و دستیابی به ماده معدنی در تمام آنها شکل توده معدنی و با انجام آنالیز نمونه های اخذ شده از مغزه ها چگونگی کیفیت ماده معدنی در بخش اکتشاف شده مشخص گردید. با استفاده از نرم افزارهای تخصصی مدل سه بعدی کانسار و ذخیره کمی و کیفی آن مشخص گردید. بر این اساس میزان ذخیره ارزیابی شده حدود 284.000 تن با عیار متوسط 7/26 درصد اکسید پتاسیم است. ذخیره احتمالی کانسار نیز 490.000 تن با همین حدود عیار است.

با توجه به ارزش اقتصادی پتاس (بطور متوسط 200 دلار برای هر تن) و وجود ذخیره مناسب در گنبد نمکی پل (بخش اکتشاف شده قبلی و اخیر) مطالعات فرآوری و طراحی را می توان پیشنهاد نمود.

صفحه	عنوان
	خلاصه
1	1- کلیات
1-1-1	مقدمه
1-1-2	پتاسیم و کانی شناسی پتاس
1-1-3	اهمیت پتاس
1-1-4	تاریخچه و تحولات پتاس در جهان
1-1-5	آینده پتاس در جهان
1-1-5-1	آمار جهانی
1-1-5-2	محصولات
1-1-6	شرح عملیات اجرایی
1-1-6-1	بررسی مطالعات و فعالیت های قبلی
1-1-6-2	تهیه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی 1/1000
1-1-7	ویژگی های جغرافیایی و اقلیمی
1-1-7-1	موقعیت جغرافیایی
1-1-7-2	راه های دسترسی
1-1-7-3	امکانات و استعداد های محلی
1-1-7-4	اقلیم، مورفولوژی و توپوگرافی
14	2- زمین شناسی
2-1	زمین شناسی عمومی
2-1-1	کمر بند چین و تراست زاگرس
2-1-2	چینه شناسی زاگرس و حوضه رسوبی هرمز
2-1-3	گنبد های نمکی زاگرس
2-2	زمین شناسی محدوده اکتشافی
2-2-1	زمین شناسی گنبد نمکی پل
2-2-2	زمین شناسی ساختمانی گنبد نمکی پل
2-2-3	رخنمون های پتاس در کوه نمک پل
23	3- اکتشافات عمومی
3-1	نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی بزرگ مقیاس
3-2	حفاری های قبلی و نتایج آن
3-3	طراحی و اجرای حفاری های جدید
3-4	برداشت زمین شناسی گمانه ها (لاگ) و نتیجه گیری
3-4-1	ترسیم لاگ گمانه ها
3-4-2	انطباق و شکل هندسی ذخیره بر مبنای اطلاعات حاصل از لاگ گمانه ها



کتابخانه مرکزی
مهندسی شاد

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فهرست مطالب

II

صفحه	عنوان
77.....	3-5- بافت، کانی شناسی و ترکیب شیمیایی ماده معدنی
99.....	3-6- تخمین ذخیره
105.....	3-7- نتایج و ارزیابی اقتصادی اولیه
108.....	منابع



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فهرست جداول

III

صفحه

عنوان

29	جدول 3-1- مشخصات گمانه های پروژه پتاس سنگی گری شیخ
80	جدول 3-2- نتایج آنالیز اکسید آهن و اکسید پتاسیم.....
87	جدول 3-3- پارامترهای آماری نمونه های 5 گمانه
89	جدول 3-4- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH1.....
91	جدول 3-5- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH2.....
93	جدول 3-6- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH3.....
95	جدول 3-7- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH4.....
97	جدول 3-8- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH5.....
101	جدول 3-9- ذخیره پتاس در منتهی الیه دره گری شیخ در شمال کوه نمک پل.....

- شکل 1-1- تفاوت در رشد گیاه در اثر کاربرد کود پتاس در زمین کشاورزی..... 3
- شکل 1-2- تغییرات قیمت (منحنی قرمز) و تولید جهانی پتاس (منحنی آبی) در طول سال های 1913 تا 1993..... 5
- شکل 1-3- محصولات قابل عرضه به بازار پتاس با دانه بندی مختلف..... 8
- شکل 1-2- چهار مورد از گنبد های نمکی زاگرس در جنوب شرق لار در نگاه به سمت شرق..... 16
- شکل 2-2- ارتباط گنبد های نمکی زاگرس و همچنین گنبد نمکی پل با ساختمان چین خورده و خط واره های زاگرس... 17
- شکل 2-3- ساختمان گنبد نمکی پل در منتهی الیه شرقی یکی از طاقدیس های زاگرس و همچنین رخنمون های پتاس در گنبد نمکی پل که افق چینه شناسی خاصی را تعریف می کنند..... 20
- شکل 2-4- نمونه هایی از چین خوردگی در گنبد نمکی پل. بالاچپ: نمونه ای از یک چین جریانی S شکل. بالا راست: چین خوابیده جناغی. پایین: چین های غلافی..... 21
- شکل 1-3- نمونه ای از کانال های عبور شور آبه در روانه نمکی به همراه رسوبات ثانویه پتاس دار که شورآبه ها را در نمک و پتاس هرمز زهکش می کند. گاهی عمق این دره ها به 50 متر می رسد..... 25
- شکل 2-3- بخشی از رخنمون پتاس شماره 3 (شکل 2-3). پتاس به رنگ زرد روشن حدود 100 متر گسترش افقی دارد و دیواره های پر شیبی را تشکیل می دهد..... 26
- شکل 3-3- بخشی از رخنمون پتاس شماره 2 (شکل 2-3). انحلال و فرسایش توسط رطوبت صبحگاهی عامل ایجاد تیغه های تیزی در سطح پتاس است..... 27
- شکل 3-4- یکی از رخنمون های پتاس در مجموعه شماره 9 (شکل 2-3). پتاس غنی از آهن بر خلاف تیپ عیار بالا به رنگ های قهوه ای تا سیاه دیده می شود. این تصویر رخنمون پتاس را در شمالی ترین بخش نقشه توپوگرافی و زمین شناسی 1/1000 (نقشه شماره یک) نشان می دهد..... 27
- شکل 3-5- ساختمان پتاس در بخش شرقی کوه نمک پل بر اساس حفاری های سال 1382..... 28
- شکل 3-6- نقشه زمین شناسی و توپوگرافی بخش انتهایی دره گری شیخ به همراه موقعیت جغرافیایی گمانه ها و رخنمون های پتاس..... 30
- شکل 3-7- انتقال دستگاه حفاری و سایر تجهیزات به ارتفاع 300 متری کوه نمک پل..... 31
- شکل 3-8- جمع آوری و پمپاژ شورآبه مورد نیاز حفاری..... 31
- شکل 3-9- نمونه هایی از مغزه های پتاس دار در گمانه شماره سه..... 71

- شکل 3-10- بالا: نمک های الوان در روانه نمکی کوه نمک پل. پایین: کنتاکت نمک های سیاه رنگ کمر پایین روانه نمکی با مارن های سبز رنگ سنگ بستر (سازند گچساران) در عمق 107/2 متر. 72
- شکل 3-11- نمونه ای از نمک ثانویه در بستر دره در عمق صفر تا شش متر. 73
- شکل 3-12- نمونه ای از مغزه های زون پتاس در گمانه شماره پنج. 73
- شکل 3-13- ساختمان پتاس در بخش انتهایی دره گری شیخ (مقطع A) ارتباط ساختاری زون پتاس با لایه بندی و توزیع پتاس در مغزه ها قابل توجه است. 76
- شکل 3-14- ساختمان لایه پتاس دار در قسمت شمالی سایت حفاری براساس تصویر گمانه های شماره 4 و 5 بر روی مقطع B. 76
- شکل 3-15- بافت داخلی ذخیره پتاس شامل فنوکریست هایی است که در راستای محور چین ها قرار گرفته اند و خمیره دانه ریز جهت یافتگی دارد. طول بلورهای سیلویت 3 سانتیمتر است. 77
- شکل 3-16- مقاطع قائم موازی که برای تعیین ذخیره مورد استفاده قرار گرفته است. 100
- شکل 3-17- تصویر سه بعدی از شکل ذخیره پتاس در کانسار گری شیخ در 2 بخش کم عیار و پرعیار (دید به سمت شمال). 102
- شکل 3-18- تصویر سه بعدی از شکل ذخیره پتاس در کانسار گری شیخ در 2 بخش کم عیار و پرعیار (دید به سمت شمال غرب). 103
- شکل 3-19- چگونگی قرار گیری ذخیره پتاس گری شیخ در عمق (نسبت به سطح توپوگرافی) - دید به سمت جنوب. .. 104
- شکل 3-20- چگونگی قرار گیری ذخیره پتاس گری شیخ در عمق (نسبت به سطح توپوگرافی) - دید به سمت غرب. 105



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فهرست نمودارها

VI

عنوان

- نمودار 3-1- لاگ گمانه BH1..... 33
- نمودار 3-2- لاگ گمانه BH2..... 39
- نمودار 3-3- لاگ گمانه BH3..... 45
- نمودار 3-4- لاگ گمانه BH4..... 50
- نمودار 3-5- لاگ گمانه BH5..... 56
- نمودار 3-6- لاگ گمانه BH6..... 62
- نمودار 3-7- لاگ گمانه BH7..... 67
- نمودار 3-8- نمودار همبستگی پتاس و آهن در ذخیره گری شیخ..... 78
- نمودار 3-9- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه ها نمودار..... 88
- نمودار 3-10- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه های ماده معدنی..... 88
- نمودار 3-11- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونهها نمودار..... 88
- نمودار 3-12- هیستوگرام اکسید آهن نمونه های ماده معدنی..... 88
- نمودار 3-13- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه های گمانه BH1..... 90
- نمودار 3-14- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه های ماده معدنی گمانه BH1..... 90
- نمودار 3-15- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه های گمانه BH1..... 90
- نمودار 3-16- هیستوگرام اکسید آهن نمونه های ماده معدنی گمانه BH1..... 90
- نمودار 3-17- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه های گمانه BH2..... 92
- نمودار 3-18- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه های ماده معدنی گمانه BH2..... 92
- نمودار 3-19- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه های گمانه BH2..... 92
- نمودار 3-20- هیستوگرام اکسید آهن نمونه های ماده معدنی گمانه BH2..... 92
- نمودار 3-21- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه های گمانه BH3..... 94
- نمودار 3-22- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه های ماده معدنی گمانه BH3..... 94
- نمودار 3-23- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه های گمانه BH3..... 94
- نمودار 3-24- هیستوگرام اکسید آهن نمونه های ماده معدنی گمانه BH3..... 94



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فهرست نمودارها

VII

عنوان

- نمودار 3-25- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه های گمانه BH4 96
- نمودار 3-26- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه های ماده معدنی گمانه BH4 96
- نمودار 3-27- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه های گمانه BH4 96
- نمودار 3-28- هیستوگرام اکسید آهن نمونه های ماده معدنی گمانه BH4 96
- نمودار 3-29- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه های گمانه BH5 98
- نمودار 3-30- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه های ماده معدنی گمانه BH5 98
- نمودار 3-31- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه های گمانه BH5 98
- نمودار 3-32- هیستوگرام اکسید آهن نمونه های ماده معدنی گمانه BH5 98

1- کلیات

1-1- مقدمه

پس از موفقیت سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در اکتشاف بیش از دو میلیون تن ذخیره قطعی پتاس در ساختمان نمکی ایلاجاق و نیز اکتشاف ذخایر قابل توجه پتاس سنگی شامل ذخایر سطحی و زیرزمینی در گنبد نمکی پل، مسئولین سازمان مذکور بر آن شدند تا جهت تکمیل ارزیابی خود از پتاس سنگی موجود در گنبد نمکی پل پروژه اکتشاف عمومی پتاس سنگی در بخش دیگری از گنبد نمکی پل به نام گری شیخ را طراحی نمایند. پس از طرح موضوع و برگزاری مناقصه، شرکت مهندسیین مشاور کاوشگران بعنوان برنده مناقصه اعلام و قرارداد انجام پروژه با شماره 500-7674 مورخ 84/12/28 منعقد گردید.

در این پروژه شرکت گهرکاو نیز بعنوان پیمانکار حفر گمانه ها معرفی گردید. از آنجا که انجام عملیات حفاری در این پروژه تنها با حمل دستگاهها توسط هلی کوپتر میسر می گردید، در حین انجام عملیات با پیشنهاد مشاور و تأیید کارفرما مقرر شد تا با افزایش 25 درصدی مبنی بر افزایش عملیات تا حجم 25 درصد عملیات طی شماره 300-1901 مورخ 86/4/20 به این مشاور ابلاغ گردید.

با ابلاغ الحاقیه قرارداد این مشاور با همکاری کارفرما و پیمانکار عملیات حفاری را تا مترای بیش از 850 متر افزایش داد و نظارت و لاگ مغزه ها را به انجام رساند.

گزارش حاضر ماحصل تلاش مشترک مهندسیین مشاور کاوشگران، کارفرما (بویژه ناظر فنی محترم پروژه آقای مهندس رضا فرهادی و شرکت گهرکاو بعنوان پیمانکار می باشد).

1-2- پتاسیم و کانی شناسی پتاس

پتاسیم عنصر شماره نوزدهم جدول تناوبی است و در گروه فلزات قلیایی قرار دارد. برخی از مهمترین ویژگی های آن به شرح زیر است:

عدد اتمی: 19

جرم اتمی: 39



گزارش نهایی
 پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
 معدنی کشور

فصل اول - کلیات

وزن مخصوص: 0/819 گرم بر سانتیمتر مکعب

نقطه ذوب: 63/7 درجه سانتیگراد

الکترون گاتیویته: 0/9

میزان حضور نسبت به سایر عناصر از عمق 16 کیلومتری پوسته تا اتمسفر: 2/4 درصد

گروه عناصر ویژه برای پدیده های زیست شناسی: عضو است

فراوانی مهمترین ایزوتوپ ها:

$K_{41}=6.88\%$ ، $K_{40}=0.01\%$ ، $K_{39}=93.1\%$

ایزوتوپ رادیواکتیو: K_{40}

واژه پتاس به تمامی ترکیبات طبیعی پتاسیم محلول در آب گفته می شود که بیش از 7 درصد عنصر پتاسیم داشته باشد و کانی

شناسی آن به ترتیب اهمیت کانی به شرح زیر است:

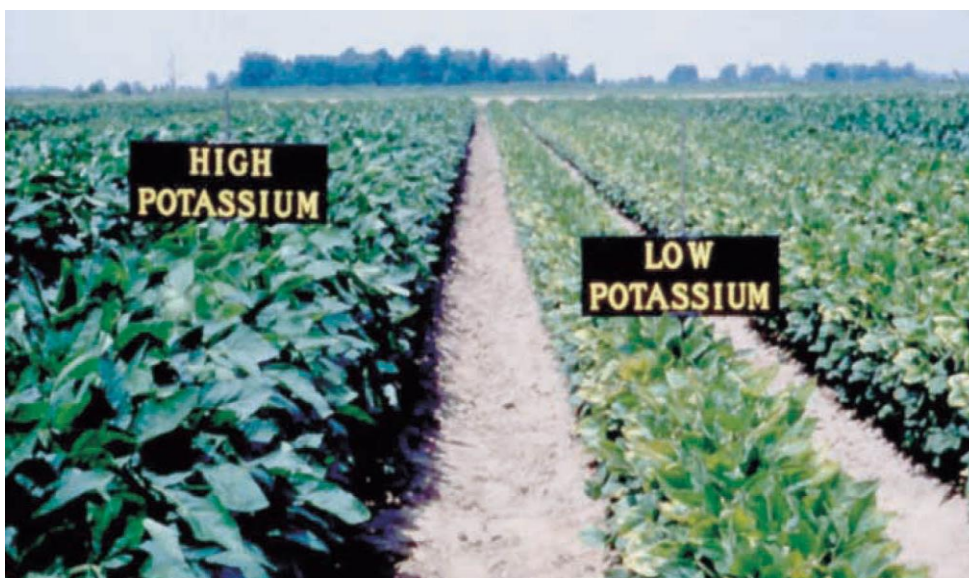
نام کانی	فرمول شیمیایی	درصد اکسید پتاسیم
Sylvite	KCl	63.18
Schoenite (picromerite)	$K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	23.39
Langbeinite	$K_2Mg_2(SO_4)_3$	22.67
Kainite	$MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$	19.27
Carnallite	$KMgCl_3 \cdot 6H_2O$	16.95
Polyhalite	$K_2MgCa_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$	15.52
Alunite	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	11.4
Sylvinitite	KCl+NaCl	10.35

3-1- اهمیت پتاس

کود ماده ای است که برای افزایش توانایی خاک در رشد و سلامت گیاه به کار می رود. کود طبیعی یا شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر یا پتاسیم است و این عناصر حاصل خیزی خاک را افزایش میدهد. همچنین گوگرد نیز در سلامت و رشد گیاه موثر است.

این چهار عنصر به طور طبیعی در خاک وجود دارد اما در اثر کشاورزی، خاک از این عناصر تهی میشود و قبل از استفاده مجدد از زمین، این عناصر بایستی توسط کودها جایگزین شود.

بر طبق پیش بینی ها در سال 2020 جمعیت جهان به 7/7 میلیارد نفر خواهد رسید، یعنی افزایش 35 درصدی در مقایسه با جمعیت 5/7 میلیارد نفری سال 1995، این افزایش بیشتر در کشورهای در حال توسعه اتفاق خواهد افتاد، جایی که همواره برای تولید غذا مشکلات جدی وجود داشته است. از طرف دیگر درحالی که تقاضا برای غذا افزایش می یابد زمین برای تولید غذا تقریباً ثابت باقی میماند، بنابراین باید روش هایی برای تولید بیشتر گیاه یافت و تولید انواع کود یکی از این روش ها است. شکل 1-1 نقش پتاس را در رشد گیاه نشان می دهد.



شکل 1-1- تفاوت در رشد گیاه در اثر کاربرد کود پتاس در زمین کشاورزی.

1-4- تاریخچه و تحولات پتاس در جهان

اولین کاربردهای پتاس در صنایع صابون، شیشه گری، رنگ، فرآوری مواد غذایی و ساخت باروت بوده است. تا قبل از قرن هیجدهم پتاس از خاکستر چوب (ash) بدست می آمد. پس از شستشوی نمک از خاکستر، پتاس از طریق تبخیر محلول در

یک دیگ (pot) استحصال می شد. جلبک های دریایی یکی دیگر از منابع تامین پتاس بوده است و تا سال 1860 آمریکا با کاربرد این روش یکی از بزرگترین تولید کنندگان بود.

در سال 1840 یک دانشمند آلمانی نقش پتاس را در رشد گیاهان کشف کرد و بنابراین تقاضا برای پتاس افزایش یافت. امروزه تقریباً تمام پتاس جهان از ذخایر تبخیری همراه نمک استخراج می شود که در اثر تبخیر در اقیانوس ها، دریاها و دریاچه های قدیمی تشکیل شده اند. این ذخایر چینه بندی شده چندین متر ضخامت و صدها کیلومتر مربع وسعت دارند و معمولاً زمین شناسی آنها به علت چین خوردگی و گسلش پیچیده است از اینرو زمین شناسی ساختمانی نقش موثری در توسعه معدنکاری پتاس دارد. پتاس از شورآبه های دریاها، دریاچه ها و صحراها نیز استخراج می شود.

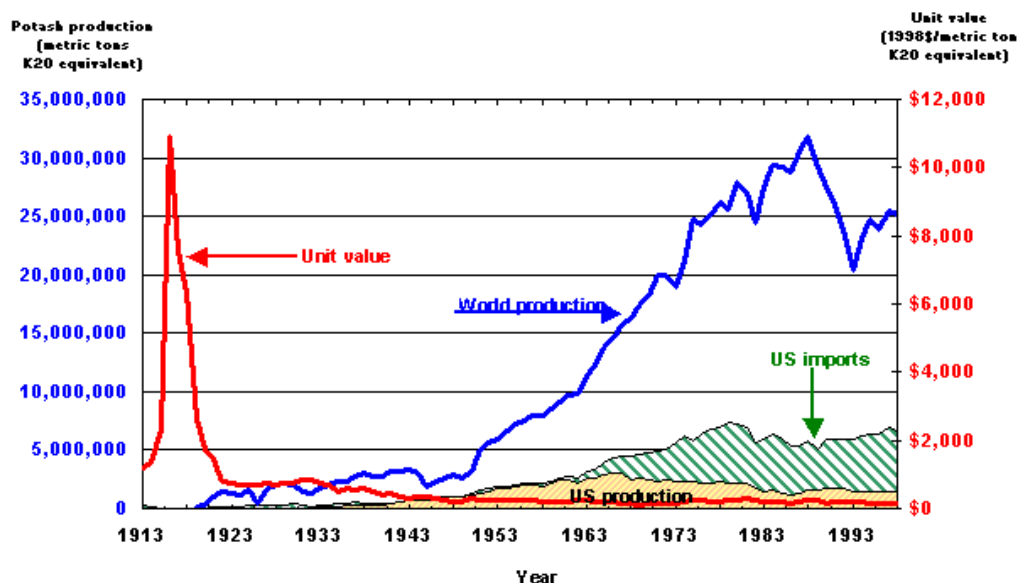
اولین ذخیره پتاس در سال 1857 در آلمان هنگام حفاری شفت در یک معدن نمک اکتشاف شد، اولین ذخایر فرانسه در اوایل سال های 1900 با حفاری های نفتی اکتشاف شد و این دو کشور تا آغاز جنگ جهانی دوم بیشتر نیاز دنیا را تامین می کردند. در طول جنگ بین الملل اول تولید این محصول کاهش یافت و افزایش تقاضا برای نیترات پتاسیم که در ساخت باروت، مواد منفجره، کبریت سازی، کود و نگهدارنده مواد غذایی به کار می رفت باعث افزایش قیمت پتاس شد. بنابراین بازهم در آمریکا پتاس از خاکستر چوب، جلبک ها و فلدسپار غنی از پتاسیم استحصال شد ولی علیرغم این موضوع قیمت آن از 1700 دلار برای هر تن در قبل از جنگ به 10.000 دلار برای هر تن در طول جنگ رسید.

رشد تکنولوژی، افزایش نیاز و قیمت بالا باعث اکتشاف ذخایر جدیدی شد و بنابراین تولید جهانی از 100.000 تن در سال 1920 به 25 میلیون تن در سال 1998 رسید.

سازند های نمکی پتاس دار در نواحی زمین شناسی واقع شده اند که برای نفت پتانسیل بسیار بالایی دارند، لذا مهمترین ذخایر پتاس جهان طی حفاری های نفتی اکتشاف شد. برای مثال در اوایل سال های 1940 یکی از بزرگترین نهشته های پتاس جهان (بیشتر از 5 بیلیون تن) در اعماق یک و دو کیلومتری ناحیه ساسکاچوان (Saskatchewan) در کانادا کشف شد، این ذخیره به سمت جنوب در ایالت های مونتانا و داکوتای شمالی آمریکا ادامه دارد.

در نیم قرن گذشته با کاربرد تلفیقی از روش های ژئوفیزیک، ژئوشیمی و تکنیک های زمین شناسی بیلیون ها تن ذخایر پتاس در کشور های برزیل، کانادا، و روسیه کشف شده است. مجموعه این ذخایر تا صدها سال نیاز جهان را تامین خواهد کرد. به

علت پیشرفت تکنولوژی و در نتیجه با کاهش هزینه معدنکاری و فرآوری و به علت رشد موثر صنعت حمل و نقل قیمت پتاس مرتب کاهش یافته به طوری که در دهه 1990 قیمت آن 25 درصد کمتر از قیمت دهه 1930 بوده است. شکل 1-2 تحولات قیمت و تولید را نشان می دهد.



شکل 1-2- تغییرات قیمت (منحنی قرمز) و تولید جهانی پتاس (منحنی آبی) در طول سال های 1913 تا 1993.

جدول زیر قیمت پتاس را بر حسب کلرور پتاسیم و همچنین تغییرات قیمت را در سال های 1997 تا 2002 نشان می دهد.

Year	Apparent Price Potash(KCl), std., bulk, f.o.b. works, \$/short ton
1997	78
1998	80
1999	85
2000	86

2001	86
2002	85

1-5- آینده پتاس در جهان

صرف نظر از وقایع غیر عادی و غیر قابل پیش بینی به نظر می رسد که افزایش تولید و کاهش قیمت، روند عادی تحولات تولید و قیمت پتاس در جهان خواهد بود. اگر چه پیش بینی می شود با رشد جمعیت نیاز به پتاس بویژه در زمینه کشاورزی افزایش یابد.

1-5-1- آمار جهانی

براساس داده های نیمه اول سال 2003 میزان مصرف در جهان به شرح زیر بوده است:

- کشورهای غرب آسیا 33 درصد مصرف جهانی.

- کشورهای شرق اروپا و آسیای مرکزی 7 درصد مصرف جهانی.

- کشورهای آمریکای لاتین 20 درصد مصرف جهانی.

- آمریکای شمالی 20 درصد مصرف جهان.

- اروپای مرکزی و اروپای غربی 18 درصد مصرف جهان.

جدول زیر میزان تولید یا استخراج را برای سال 2002 در کشور های تولید کننده و میزان ذخایر (reserve) و ذخایر پایه یا زمین شناسی (reserve base) را برای کشور های تولید کننده پتاس نشان می دهد. در این جدول اعداد بر حسب یک هزار تن متریک برای اکسید پتاسیم است. کل منابع جهان 250 هزار میلیون تن تخمین زده می شود که شش هزار میلیون تن آن در آمریکا است و بخش عمده ای نیز در روسیه، بلاروس و تایلند واقع شده است.

فصل اول - کلیات

World Mine Production, Reserves, and Reserve Base:

	Mine production		Reserves	Reserve base
	2002	2003 ^e		
United States	1,200	1,100	90,000	300,000
Belarus	3,800	4,000	750,000	1,000,000
Brazil	352	380	300,000	600,000
Canada	8,200	8,500	4,400,000	9,700,000
Chile	350	420	10,000	50,000
China	450	450	8,000	450,000
Germany	3,450	3,600	710,000	850,000
Israel	1,930	2,050	740,000	7580,000
Jordan	1,200	1,200	740,000	7580,000
Russia	4,400	4,600	1,800,000	2,200,000
Spain	407	470	20,000	35,000
Ukraine	60	10	25,000	30,000
United Kingdom	540	610	22,000	30,000
Other countries	—	—	50,000	140,000
World total (rounded)	26,300	27,400	8,300,000	17,000,000

محصولات - 1-5-2

سولفات پتاسیم به صورت بلورهای دانه ریز سفید یا خاکستری روشن قابل حل در آب در بسته های 25 یا 50 کیلوگرمی به عنوان کود شیمیایی به فروش می رسد. این محصول بین 48 تا 52 درصد اکسید پتاسیم دارد و حد اکثر مقدار کلرید و آهن آن به ترتیب دو درصد و یک دهم در صد است.

سولفات پتاسیم به صورت بلورهای دانه ریز سفید رنگ با درجه خلوص 99/8 درصد و وزن مخصوص 2/66 گرم بر سانتیمتر مکعب برای مصارف شیمیایی در بسته های 25 و 50 کیلوگی به فروش می شود. در این محصول حداکثر یون های دو ظرفیتی آهن، کلسیم و منیزیم به ترتیب 0/001، 0/02 و 0/012 درصد است و بیشترین مقدار یون کلر 0/01 در صد است. سولفات مضاعف منیزیم و پتاسیم (پیکرومریت یا شوئنیت) نیز از محصولاتی است که به عنوان کود مصرف می شود.



شکل 1-3- محصولات قابل عرضه به بازار پتاس با دانه بندی مختلف.

1-6- شرح عملیات اجرایی

ایران به طور طبیعی غنی از رسوبات تبخیری است، این رسوبات در طول فائروزوئیک به صورت دوره ای نهشته شده است. همچنین در ایران بیشترین رخنمون گندهای نمکی را دارد. وجود این گندها برای زمین شناسان غربی از سال 1873 شناخته شده بود و حتی مارکوپولو در سال 1271 میلادی این نمک ها را دیده است. این رسوبات بر اساس سن و جایگاه زمین شناسی به چهار گروه به شرح زیر طبقه بندی می شود:

- I- نمک های هرمز شامل تعداد بسیار زیادی گنبد نمکی در زاگرس و در خلیج فارس.
- II- حوضه راور در ایران مرکزی که از غرب طبس به سمت جنوب- جنوب شرق تا کرمان حدود 300 کیلومتر گسترش دارد.
- III- تعداد زیادی حوضه رسوبی منفصل از هم در جنوب کمر بند البرز که در طول 1000 کیلومتر از غرب دریای خزر تا جنوب مشهد پراکنده اند. بعضی از آنها عبارتند از ناحیه زنجان-خوی، قم، گرمسار، دامغان، حوضه کویر بزرگ نمک، غرب و جنوب غرب مشهد. ناحیه کلوت اردکان ممکن است تنها براساس سن و استراتی گرافی در این گروه طبقه بندی شود.

IV- حوضه راور، در بخش هایی از حوضه کویر بزرگ نمک و در سایر حوضه ها از قبیل قم نمک در دریاچه ها یا پهنه های نمکی که پلایا نامیده می شود در حال رسوبگذاری است. این رسوبات تبخیری و یا گنبد های نمکی جایگاه ذخایر پتاس سنگی است

1-6-1- بررسی مطالعات و فعالیت های قبلی

پی جویی پتاس سنگی در شمال غرب ایران در سال 1866 توسط گوپل (Goebble) شروع و توسط علی انتظام در سال 1940 دنبال شد و همچنین شازن (Chazan) در سال 1966 کار را ادامه داد (شرکت توسعه علوم زمین، 1376). در سال 1368 اجرای طرح پی جویی سراسری پتاس در دو زمینه گنبد های نمکی و پلایا ها در سازمان زمین شناسی شروع شد. طی این طرح سیلویت با عیار بالا تا ضخامت 30 سانتیمتر در ناحیه گرمسار با حفاری و مغزه گیری مطالعه شد اما میزان ذخیره ناچیز بود.

برای اولین بار یک زمین شناس آلمانی پس از مطالعه شورآبه های گنبد نمکی پل در استان هرمزگان طی نامه ای اظهار کرده بود که از این گنبد می توان پتاس استخراج کرد (ناصر سعدالدین، 1369) لذا این گنبد نمکی مورد توجه طرح پی جویی سراسری پتاس قرار گرفت و پتانسیل آن برای ذخایر پتاس قطعی شد. در اجرای همین طرح، پلایاها نیز مورد توجه و پی جویی قرار گرفت و بالاخره طرح پی جویی سراسری پتاس با تاکید روی پلایا ها و گنبد نمکی پل به اتمام رسید. در سال 1376 استخراج پتاسیم موجود در میلیون ها متر مکعب شورآبه پهنه های نمکی (پلایا) مورد توجه قرار گرفت و بنابراین اکتشافات تفصیلی در پلایای خور طراحی و اجرا شد و برنامه های تجهیز در حال اتمام است. در سال 1378 در چهار چوب طرح پی جویی ذخایر معدنی برنامه پی جویی در شمال غرب کشور اجرا و سه ساختمان نمکی برای ادامه اکتشاف انتخاب شد (صادقی و فرهادی، 1378). سپس طرح اکتشافات سراسری ذخایر معدنی اکتشافات تفصیلی اولین ذخیره پتاس کشور در ساختمان نمکی ایلجاق را در سال 1380 با بیش از دو میلیون تن ذخیره به اتمام رساند (فرهادی، 1380) و به طور همزمان در چهار چوب همین طرح اولین رخنمون های سیلویت در گنبد نمکی پل در استان هرمزگان پی جویی شد (تالبوت، 2002؛ آفتابی و جهانگیری، 1380). عملیات پی جویی پتاس سنگی و اکتشافات سطحی در گنبد نمکی پل در سال 1381 ادامه یافت و منجر به اکتشاف رخنمون های بیشتری شد، سپس همه برون زدهای پتاس با متر و کمپاس برداشت گردید و نتایج به صورت

حدود یک هزار مورد تجزیه شیمیایی برای نمونه هایی که به صورت منظم از 2.000 متر پیمایش زمین شناسی برداشت شده بود گزارش شد (فرهادی، 1381). براساس این مطالعات دو نوع ذخیره سطحی (آهن دار و عیار بالا) در گنبد نمکی پل وجود دارد: پتاس غنی از آهن به رنگ سیاه تا قهوه ای در سطح و قهوه ای تا جگری در زیر سطح با ترکیب کانی شناسی سیلویت (KCl)، هالیت (NaCl)، رینیت ($K_3NaFe^{2+}Cl_6$)، اریتروسیدریت ($K_2Fe^{3+}Cl_5.H_2O$)، اندکی ارکانیت (K_2SO_4)، و هیدرومولازیت ($FeCl_3.6H_2O$) که متوسط معادل اکسید پتاسیم در این ذخیره برابر 14/99 درصد است؛ پتاس نوع عیار بالا در سطح به رنگ زرد و در عمق بیشتر از یک متر به رنگ سفید دیده می شود و از سیلویت و هالیت تشکیل شده است متوسط معادل اکسید پتاسیم در این ذخیره 38/89 درصد است؛ مجموع ذخایر سطحی پتاس در گنبد نمکی پل 1.102.629 تن با عیار متوسط 29/16 درصد اکسید پتاسیم برآورد شده است (فرهادی، 1381). برخی از رخنمون های سطحی به صورت لایه هایی با چندین متر ضخامت و چندین ده متر طول نقشه برداری شد اما بیشتر رخنمون ها بین 0/5 تا 3 متر ضخامت و 20 تا 20 متر طول دارد. پس از برداشت نقشه توپوگرافی و زمین شناسی در مقیاس 1/1000 در بخشی از شرق گنبد (2.993.890 تا 2.995.100 متر شمالی و 374.050 تا 374.650 متر شرقی) نقاط حفاری برای اکتشافات عمومی پیشنهاد شد و حفاری در هشت حلقه گمانه در مجموع به طول حدود 1300 متر پس از هلی برد دستگاه در سایتی به وسعت 20.000 متر مربع اجرا گردید بر اساس نتایج این پروژه ذخیره زمین شناسی پتاس در گنبد نمکی پل برابر 27 میلیون تن پیش بینی شد و میزان ذخیره احتمالی در محدوده اجرای پروژه اکتشافات عمومی (حاشیه شرقی گنبد نمکی) معادل 1.527.000 تن برآورد شده است (فرهادی، 1382).

بالاخره ذخایر قابل توجهی از پتاس سنگی توسط شرکت زمین شناسی معدنی پارس شهرو در گنبد نمکی خورگو (شهرویه) در 40 کیلومتری شمال بندر عباس شناسایی شد، طی همین پروژه داده های قابل توجهی در ارتباط با امکان فرآوری پتاس گنبد های نمکی زاگرس در مقیاس آزمایشگاهی ارائه شد (شرکت زمین شناسی معدنی پارس شهرو، 1385).

تهیه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی 1/1000 - 1-6-2

در این پروژه نقشه توپوگرافی منطقه ای به وسعت 600 هکتار از بخش های شرقی و مرکزی گنبد نمکی پل برداشت شد و سپس نقشه زمین شناسی براساس برداشت های صحرایی و تجربیات پروژه های قبلی اجرا شده در گنبد نمکی پل، به آن

اضافه گردید و در سه ورقه جداگانه پیوست گزارش است. فایل رقومی این نقشه ها در محیط اتوکد طراحی شده است، ضمناً با استفاده از نرم افزار Datamine حفاری های انجام شده و ذخیره پتاس در بخش پر عیار و کم عیار به صورت سه بعدی نمایش داده شده است. در نقشه های تهیه شده علاوه بر عوارض توپوگرافی و زمین شناسی رخنمون واحد های سنگی با دقت بالا نمایش داده شده است. با نگاهی به نقشه ها مشخص می گردد به دلیل درجه بالای حلالیت پتاس نسبت به نمک، رخنمون های پتاس گسترش چندانی ندارد اما تجربیات حاصل از پروژه حفاری در گنبد نمکی پل نشان می دهد که برخی از این رخنمون ها گسترش قابل توجهی در عمق خواهند داشت لذا این نقشه ها پس از عملیات حفاری جهت تجزیه و تحلیل شکل ذخیره و همچنین طراحی نحوه دسترسی به آن و ارائه طرح استخراج بسیار کاربردی خواهد بود.

1-7- ویژگی های جغرافیایی و اقلیمی

کوه نمک پل در بخش جنوب شرقی کمربند چین خورده زاگرس و مشرف بر خلیج فارس به صورت کوهستانی صعب العبور یک گنبد نمکی از نوع فواره ای با ویژگی های زیر است:

1-7-1- موقعیت جغرافیایی

کوه نمک پل در استان هرمزگان، در 60 کیلومتری غرب بندر عباس در شمال بندر پل و مشرف بر ساحل خلیج فارس در موقعیت جغرافیایی 2991500 متر تا 2999500 متر شمالی و 371750 متر تا 376000 متر شرقی قرار گرفته است.

1-7-2- راه های دسترسی

این گنبد در کنار راه آسفالتی بندر عباس به بندر خمیر و در 8 کیلومتری غرب آن قرار دارد بنابراین دسترسی به گنبد نمکی پل از طریق جاده مذکور امکان پذیر است اما به علت توپوگرافی شدید دسترسی به ارتفاعات گنبد غیر ممکن بوده و لذا رخنمون های پتاس تا مدت ها ناشناخته باقی ماند. پس از اجرای پروژه های سازمان زمین شناسی در سال های 1381 تا

1383 دسترسی به نقاط مرتفع در بخش مرکزی گنبد در ابتدا از طریق دره ها و آبراهه ها با استفاده از راهنمای محلی امکان پذیر شد؛ سپس یک راه دسترسی کوهستانی به طول حدود سه کیلومتر توسط سازمان زمین شناسی کوه بری شد و امکان تردد موتوری را تا ارتفاع 300 متر فراهم نمود، در سال 1383 دستگاه حفاری جهت اجرای پروژه اکتشاف عمومی پتاس سنگی پل به ارتفاع 500 متری کوه نمک هلی برد شد. طی پروژه جاری (اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ) نیز دسترسی جهت تدارکات تا رخنمون های پتاس از طریق آبراهه ای به طول حدود 1500 متر امکان پذیر بود و ولی علیرغم این موضوع در این مرحله از عملیات نیز دستگاه حفاری هلی برد گردید.

3-7-1- امکانات و استعداد های محلی

استان هرمزگان یکی از استان های محروم کشور محسوب می شود لذا امکانات رفاهی و عمومی در خارج از شهر بندر عباس ناچیز است اما استان هرمزگان به دلیل موقعیت زمین شناسی و همچنین شرایط معدنی خوب از پتانسیل بالایی برای امکاناتی از قبیل ماشین آلات و نیروی کار برخوردار است. موقعیت بندری محل و امکانات گمرکی به واردات ماشین آلات و صادرات محصول فرآوری شده کمک می کند. اگرچه در فصل تابستان شدت گرما زیاد است اما در طول این فصل در استان هرمزگان هیچ یک از برنامه های معدنکاری متوقف نمی شود بنابراین طول فصل کار 12 ماه کامل خواهد بود.

4-7-1- اقلیم، مورفولوژی و توپوگرافی

طول رخنمون نمک در گنبد نمکی پل 8 کیلومتر است اما به علت شکل عدسی مانند آن عرض آن بیش از 3 کیلومتر نیست. بلندترین نقطه کوه نمک از سطح دریا 718 متر ارتفاع دارد و ارتفاع پایین ترین رخنمون نمک از سطح دریا 20 متر است. درجه حرارت در تیر ماه حداکثر به 55 درجه می رسد و حداقل دما در بهمن ماه 15 درجه است. بارش بندرت اتفاق می افتد و در صورت وقوع به شکل رگبارهای تند است که باعث جریان سیلاب در آبراهه ها می شود. فرسایش توسط رطوبت فوق العاده زیاد هوای ساحلی نیز انجام می شود و تیغه های برنده و اشکال نیزه ای در سطح نمک ایجاد می کند. با توجه به شرایط زمین شناسی سنگ بستر و ژئومورفولوژی منطقه، جریان آبراهه ها در نیمه شرقی کوه از غرب به شرق بوده و باعث انحلال نیمه شرقی گنبد و ایجاد شکل عدسی مانند شده است، صدها آبراهه کوچک و بزرگ با طرح



کابینه
مهندسی

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - گنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل اول - کلیات

دندریتی نمک را می برد و پرتگاه های مشرف بر دره های عمیق به همراه ستون های نمکی ستبر حاصل اثر مشترک ساختمان نمک و فرسایش است. به علت فراوانی اکسید آهن و همچنین رخنمون نمک های رنگارنگ نام محلی کوه خونونمکی به آن داده اند.

2- زمین شناسی

2-1- زمین شناسی عمومی

2-1-1- کمر بند چین و تراست زاگرس

کمر بند چین خورده و تراست شده زاگرس که حدود 2000 کیلومتر از جنوب شرق ترکیه تا جنوب ایران گسترش دارد نتیجه تغییرات ساختاری در سیستم پروفورلند (proforeland) زاگرس است. حوضه های خلیج فارس و نواحی خوزستان به انضمام جلگه عراق و همچنین حوضه های پلاتفرم و پادگانه قاره ای در زیر آنها نمونه های جدیدتری از سیستم مذکور هستند. این کمر بند از نظر ساختمانی شامل مجموعه ای از ورقه های تراستی است که از طبقات رسوبی اواخر نئوپروتروژیک تا فانروزوئیک تشکیل شده اند و ضخامت آنها در لبه خارجی کمر بند (حاشیه جنوب غربی زاگرس) به 7 تا 12 کیلومتر می رسد.

کوه زایی زاگرس محصول سه فرایند متوالی تکتونیکی است: اول- فرورانش صفحه اقیانوسی نئوتتیس به زیر صفحه های لیتوسفری ایران در طول کرتاسه. دوم- جایگیری تعدادی از ورقه های اقیانوسی نئوتتیس بر روی حاشیه قاره ای غیر فعال عربستان در اواخر کرتاسه. سوم- برخورد لیتوسفر قاره ای عربستان با صفحه های ایران در پایان کرتاسه و بعد از آن. این کوه زایی از سمت شمال توسط گسل چپ گرد و امتداد لغز شرق آناطولی و از سمت جنوب شرق توسط خط عمان که یک گسل انتقالی باقیمانده از زمان باز شدن نئوتتیس است محدود می شود.

کوه زایی زاگرس از سه کمر بند موازی تشکیل می شود:

- مجموعه ماگمایی سهند - بزمان که در اثر فرورانش در حاشیه صفحات فعال ایران ایجاد شده است.

- کمر بندی از مجموعه گسل های تراستی، این گسل ها ورقه های بی شماری از واحدهای چینه شناسی دگرگون شده و یا غیر دگرگونی حاشیه قاره ای عربستان را حمل کرده اند و همچنین این گسل ها ورقه های افیولیتی را از محل برخورد در شمال شرق به سمت جنوب غرب حرکت داده اند.

- کمر بند چین خورده زاگرس قسمت خارجی و کمتر تغییر شکل یافته کوه زایی را تشکیل می دهد؛ این کمر بند شامل رشته هایی از سنگ های چین و گسل خورده است که 4 تا 7 کیلومتر آن را رسوبات پالئوزوئیک تا مزوزوئیک و 3 تا 5 کیلومتر دیگر آن را سنگ های سیلیسی آواری و کربناته سنوزوئیک تشکیل می دهد؛ این مجموعه بر روی پی سنگ بشدت

دگرگون شده پان آفریکن قرار گرفته و این پی سنگ تحت تاثیر گسل های امتداد لغز نجد با سن نئوپروتروزوئیک تا کامبرین بوده است؛ مرز جنوب غربی کمربند چین خورده زاگرس توسط جبهه تغییر شکل عهد حاضر زاگرس تعریف می شود که تغییر شکل تا کنون در سمت جنوب غرب آن منتشر نشده است.

2-1-2- چینه شناسی زاگرس و حوضه رسوبی هرمز

چینه شناسی کمربند چین خورده زاگرس از اواخر نئوپروتروزوئیک و در طول فانروزوئیک بر اساس ویژگی های نکتونورسوبی، توسط چهار گروه اصلی مشخص می شود که هر گروه شامل چندین توالی رسوبی عظیم محصور شده با سطوح ناپیوستگی است. هر توالی نیز معرف یک چرخه رسوبی است و هر چرخه از تعدادی واحد چینه شناسی سنگی تشکیل شده است.

قدیمی ترین گروه اصلی با سن اواخر نئوپروتروزوئیک تا دونین (?) شامل دو توالی رسوبی عظیم است؛ توالی زیرین این گروه با سن اواخر نئوپروتروزوئیک تا کامبرین زیرین در یک حوضه کششی مرتبط با سیستم گسلش امتداد لغز نجد رسوبگذاری شده که این سیستم گسلش در زمان اواخر پرکامبرین تا اوایل کامبرین قسمت شمال شرقی گندوانا را تحت تاثیر قرار داده و اقیانوس پروتوتتیس شکل گرفته است. «حوضه ای موازی با اقیانوس های بعدی تتیس در امتداد حاشیه گندوانا که به اندازه کافی وسیع، طویل و کم عمق بوده است تا بتواند توالی های عظیم نمکی هرمز را در خود جای دهد.»

چرخه های رسوبی هرمز از نمک های رنگارنگ بین لایه ای با دولومیت های تیره، ماسه سنگ، سیلتستون و مارن تشکیل شده است که به آن چرخه اولیه یا زیرین گفته می شود و چرخه فوقانی یا جوان تر شامل حجم عظیمی از طبقات نمک یکنواخت است. فسیل های استروماتولیت و تریلوبیت سن نئوپروتروزوئیک تا کامبرین میانی را نشان می دهد و شبکه های جلبکی در دولومیت های چرخه زیرین هرمز معرف رخساره های سبخایی آن است.

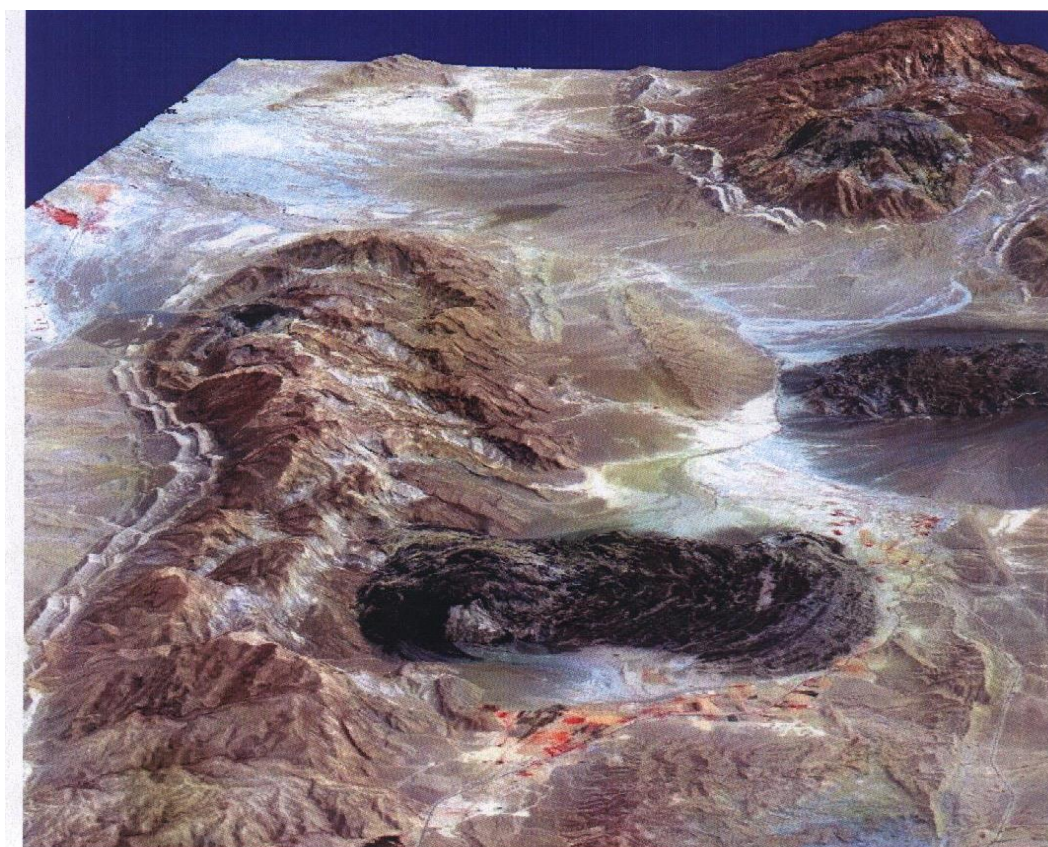
فراوانی پیریت و گوگرد در مارن ها و سیلتستون ها شرایط احیایی محیط رسوبی را نشان می دهد. بنابراین یک حوضه بسیار وسیع اما کم عمق احیایی که گاهی عمق آن به صورت محلی بیشتر می شود، برای سازند هرمز پیشنهاد شده است.

2-1-3- گنبد های نمکی زاگرس

بیش از 200 گنبد نمکی در خلیج فارس و جنوب ایران شناخته شده است که برخی در سطح زمین رخنمون دارند و برخی دیگر مدفون هستند و بیشتر آنها در استان هرمزگان قرار گرفته اند. هیچ گنبد نمکی در غرب گسل قطر - کازرون و در شرق خط

عمان شناخته نشده است. این گنبد ها به دو دسته اصلی فعال و غیر فعال طبقه بندی می شوند و گروهی دیگر نیز گنبد هایی هستند که در سطح رخنمون نمک ندارند اما اثرات ساختمانی آنها قابل مشاهده است و نشان می دهد که فرآیند دیاپیریسیم ادامه دارد. در بسیاری از گنبد های نمکی زاگرس تکوین شامل چهار مرحله بوده است: اول- حرکت نمک در امتداد لایه های منشا اولیه در اعماق برای چندین کیلومتر به صورت افقی تا محل مجرا. دوم- حرکت عمودی و رو به بالای نمک برای بیشتر از پنج کیلومتر در امتداد ساقه. سوم- خروج نمک و اوج گرفتن آن در فضا برای کمتر از یک کیلومتر در بالای ساقه. چهارم- جریان یخچال مانند نمک بر روی سرزمین های اطراف تا شعاع چندین کیلومتر.

برخی از این گنبدها در تریاس و برخی در میوسن - پلیوسن به سطح راه یافته اند، بیشتر آنها با توجه به مراحل فوق دارای روانه نمکی هستند و برخی تنها از یک استوک نمکی تشکیل شده و احتمالاً در گروه گنبدهای قارچی شکل قرار می گیرند. شکل 1-2 چهار مورد از این گنبدها را در جنوب شرق لار نشان می دهد.



شکل 1-2- چهار مورد از گنبد های نمکی زاگرس در جنوب شرق لار در نگاه به سمت شرق.

اگرچه انتشار کمر بند چین خورده زاگرس به سمت جنوب و ضخامت بیش از پنج کیلومتری رسوبات فوقانی بر روی چرخه رسوبی هرمز و همچنین رفتار پلاستیک نمک از عوامل شکل گیری گنبد های نمکی زاگرس بوده است اما نقش ساختارهای پی سنگ در آرایش این گنبد ها در زاگرس به اثبات رسیده است. در نقشه زیر موقعیت زمین شناسی و جغرافیایی گنبد نمکی پل و برخی از گنبد های نمکی زاگرس نشان داده شده است. همانطور که در این نقشه مشاهده می شود اغلب گنبد های نمکی با خط واره های زاگرس ارتباط ساختاری دارند.



شکل 2-2- ارتباط گنبد های نمکی زاگرس و همچنین گنبد نمکی پل با ساختمان چین خورده و خط واره های زاگرس.

2-2- زمین شناسی محدوده اکتشافی

محدوده اکتشافی طی پروژه پتاس سنگی گری شیخ (پروژه جاری) شامل بخش شمالی گنبد نمکی پل است که اکتشافات سطحی در آن قبلاً توسط سازمان زمین شناسی به اجرا گذاشته شده است (فرهادی، 1381) و زمین شناسی محدوده اکتشافی مستقل از زمین شناسی گنبد نمکی پل نیست لذا در زیر به طور خلاصه به بررسی زمین شناسی، زمین شناسی ساختمانی و رخنمون های پتاس در گنبد نمکی پل می پردازیم.

1-2-2- زمین شناسی گنبد نمکی پل

گنبد نمکی پل کوهی از نمک هرمز با نام جغرافیایی کوهستان خونونمکی است که به علت اشراف آن به بندر پل تحت عنوان گنبد نمکی پهل (Pohl) مورد مطالعه قرار گرفته و بهتر است نام درست آن یعنی پل (Pol, Pohl) به کار رود. رخنمون نمک، کوهستانی عدسی شکل را با کشیدگی شمالی جنوبی تشکیل داده که طول آن 8 و عرض آن 4 کیلومتر است، بنابراین 32 کیلومتر مربع وسعت دارد؛ بخشی از آن به وسعت چهار کیلومتر مربع با ارتفاع 600 متر از سطح دریا بیشترین افراز را دارد و یک قله 641 متری را در خود جای داده است؛ یک قله 721 متری نیز در نیمه شمالی گنبد کمی مرتفع تر از نیمه جنوبی است (شکل 2-3). بخش مرتفع گنبد نمکی پل بسیار شبیه به گنبد های فعال هرمز از قبیل گنبد نمکی انگوران (30 کیلومتری شمال شرق پل) است اما تضاد کاملی با گنبد های نمکی گچین (20 کیلومتری شرق پل) و نمکدان (جزیره قشم) دارد. رژیم دریایی که در 9.000 سال قبل گنبد های گچین و قشم را تقریباً تا نزدیک سطح دریا فرسایش داده در حاشیه های گنبد نمکی پل پرتگاه های دریایی ایجاد کرده است که آثار آن را در کنار جاده بندر خمیر - کهورستان می توان مشاهده کرد.

گنبد نمکی پل در امتداد یک زون گسلی شمالی جنوبی انتهای شرقی طاقدیس به طول 50 کیلومتر را در 60 کیلومتری غرب بندر عباس می برد و روند شرق جنوب شرق این طاقدیس برای 10 کیلومتر منتهی الیه شرقی آن به روند شرق شمال شرق تغییر می کند (شکل 2-3). گنبد نمکی پل یک دراپلت (droplet) جوان محسوب می شود که به تازگی میزان انحلال در آن بیشتر از مقدار خروج و تامین نمک است. کربنات های الیگوسن تا میوسن بخش عمده ای از رخنمون های مرتفع غرب کوه نمک را تشکیل داده و باعث جریان نمک به سمت شرق شده است. ارتفاع کربنات ها و آنهیدریت گچساران در حاشیه شرقی نمک در راس طاقدیس به بیش از 350 متر می رسد؛ در این قسمت محور طاقدیس به سمت شرق به زیر آبرفت دشت های مجاور دریا 25 درجه میل دارد. رودخانه های فصلی که به سمت شرق جریان دارد انتهای طاقدیس را فرسایش داده به طوریکه در جبهه شرقی نمک یک خلیج کوچک بریده شده است که در حال تبدیل به یک شکاف بین قسمت شمالی و جنوبی کوه نمک است. این آبراهه ها به طرف شرق جریان دارد و به رودخانه اصلی می ریزد، این رودخانه نیز در جنوب کوه نمک پل به خلیج فارس می ریزد. اگرچه نمک در کوه پل رنگ های متنوعی دارد (جگری، سبز، قرمز و خاکستری تا سیاه) و حاوی قطعات عظیمی از سنگ های ولکانیکی است اما بیشتر آن سفید است و ویژگی های نمک کامبرین را نشان می دهد تا

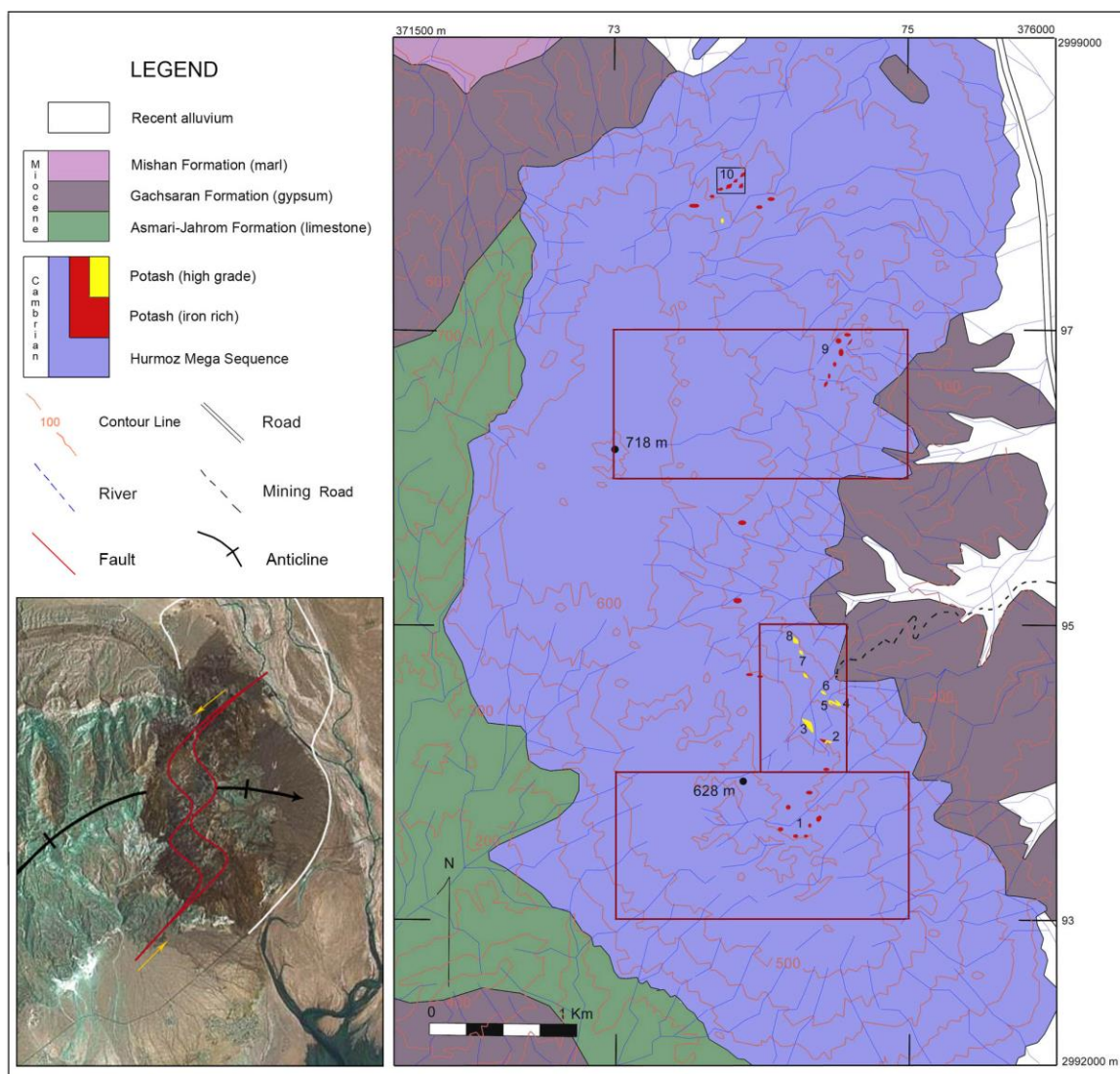
خصوصیات نمک چرخه ای وندین. لایه هایی از نمک با اندازه دانه، خلوص و رنگ متفاوت طبقه بندی اولیه در نمک را حفظ کرده اند؛ بخشی از طبقه بندی در نزدیک مجرای خروجی بشدت شیب دارد اما بیشتر آن موازی توپوگرافی سنگ های بستر است. راس گنبد تا زمانی که خروج رخ می دهد هموار است اما اکنون پستی و بلندی هایی با اختلاف ارتفاع چند ده متر توسط فرسایش در آن ایجاد شده است. نمک بیشترین رخنمون را در پرتگاه های پر شیب دارد اما رخنمون آن در راس ارتفاعات کمتر است. شیب های نرم تر و همچنین شبه فلات راس گنبد توسط 10 سانتیمتر تا ده ها متر مارن های برجای حاصل از فرسایش سازند هرمز و غنی از قطعات این سازند (اکسیدهای آهن و ولکانیک ها) پوشیده شده است؛ این پوشش در واقع باقیمانده های برجا پس از انحلال نمک است که البته توسط نمک بالا می آید و به سطح حمل می شود.

2-2-2- زمین شناسی ساختمانی گنبد نمکی پل

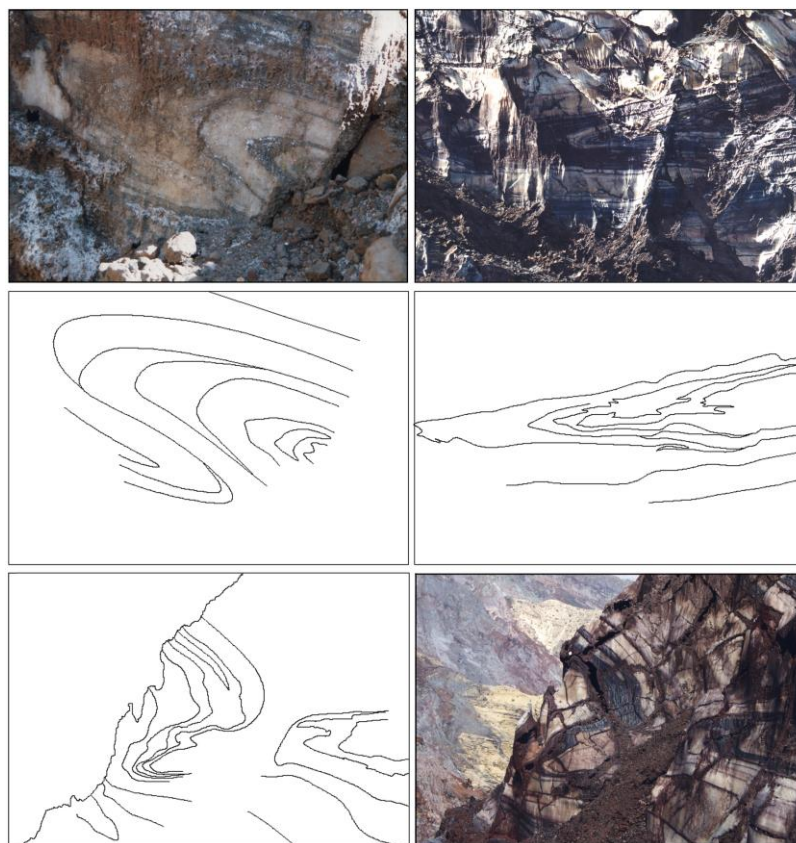
همانطور که قبلا اشاره شد اکتشافات سطحی نشان داد که رخنمون های پتاس در کوه نمک پل یک رخساره رسوبی خاص را در سازند هرمز تعریف می کند و همچنین رخنمون آنها محدود به افق های توپوگرافی مشخصی است لذا توده های پتاس نشانه های لیتواستراتی گرافی خوبی در کوه نمک پل است. در نتیجه آثار طبقه بندی مشاهده شده در نواحی مختلف گنبد را با استفاده از رخنمون های قابل تعقیب پتاس می توان تا حدودی انطباق داد تا روند عمومی چین ها و چگونگی تاثیر آنها بر چینه بندی افقی اولیه نمک مشخص شود؛ به این ترتیب بهترین راهنمای اکتشافات تحت الارضی بدست می آید. تالبوت (2002) در مقیاس تقریبی 1/50.000 دیدگاه مناسبی از ساختمان نمک در پل را فراهم کرده است. او معتقد است که ارتباط چینه شناسی را در کوه نمک پل می توان بر اساس اثر سطح محوری سه نسل چین خوردگی جریان یافته تفسیر کرد و برخی از این چین ها را در رخنمون های پراکنده می توان مشاهده نمود.

جوان ترین چین ها (F_3) با سطح محوری قائم (upright fold) سطح محوری چین های نسل دوم را تغییر شکل داده اند. اگرچه ارتباط بین نسل اول تا سوم به طور محلی در گنبد نمکی پل تفکیک می شود اما سن مطلق آنها در تمامی گنبد یکسان نیست. چین های نسل اول و دوم هر دو از نوع تنگ و تا حد زیادی ایزوکلینال هستند و بوضوح خصوصیات نوع مشابه (similar-type) را نشان می دهد. در میان این چین ها طبقات پتاس آهن دار نیرو های بیشتری را می تواند تحمل کند (more competent) و نسبت به نمک به کندی تغییر شکل می یابد و بودین هایی را روی یال چین ها تشکیل می دهد

اما طبقات پتاس زرد رنگ با درجه خلوص بالاتر در برابر نیروها مقاومت کمتری نسبت به نمک دارد (less competent) و بنابراین خیلی سریع تغییر شکل یافته و اغلب در محل لولای چین های جریانی، توده های بزرگ را تشکیل می دهد و یا روی یال ها نازک می شود. فابریک هایی از قبیل گنایسی شدن به موازات سطح محوری چین های نسل اول و دوم، میلونیتی شدن، جهت رشد و شکل دانه با شدت های مختلف در بلورهای درشت و همچنین در ماتریکس دانه ریز به راحتی قابل مشاهده و مطالعه است اما ساختمان های بزرگ مقیاس اهمیت اکتشافی بیشتری دارد (شکل 2-4).



شکل 2-3- ساختمان گنبد نمکی پل در منتهی الیه شرقی یکی از طاقدیس های زاگرس و همچنین رخنمون های پتاس در گنبد نمکی پل که افق چینه شناسی خاصی را تعریف می کنند.



شکل 2-4 - نمونه هایی از چین خوردگی در گنبد نمکی پل. بالاچپ: نمونه ای از یک چین جریانی S شکل. بالا راست: چین خوابیده جناغی. پایین: چین های غلافی.

2-2-3- رخنمون های پتاس در کوه نمک پل

در مرحله اکتشافات عمومی یک نقشه مبنا مورد نیاز است تا اطلاعات پایه از قبیل توپوگرافی منطقه مورد مطالعه؛ مختصات (x, y, z) نقاط پی جویی شده؛ نحوه دسترسی به هر یک از اندیس ها، رخنمون های زمین شناسی و بخصوص رخنمون سازندهای دارای پتانسیل؛ در صورت امکان رخنمون ماده معدنی؛ امکانات منطقه مورد مطالعه از قبیل نزدیک ترین شهرها و روستاها و همچنین راه های اصلی تردد نشان داده شود. مقیاس چنین نقشه هایی بر اساس وسعت رخنمون های مورد پی جویی تعیین می شود. شکل 2-3 برخی از اطلاعات فوق را برای گنبد نمکی پل نشان می دهد و مبنا نقشه توپوگرافی 1/20000 سازمان نقشه برداری است. محدوده های برداشت شده توسط دید مستقیم در شکل 2-3 توسط چهار ضلعی نشان داده شده است.

همانطور که در این نقشه دیده می شود، رخنمون های پتاس شماره 2 تا 8 (بزرگترین و پرعبارترین رخنمون ها) در محدوده ای به طول تقریبی یک کیلومتر و تقریباً در امتداد یک خط ردیف شده اند این رخنمون ها در سال 1383 طی پروژه پتاس پل توسط سازمان زمین شناسی مورد حفاری قرار گرفت گسترش طولی این رخنمون ها از روند کلی آثار لایه بندی (traces of bedding) تبعیت می کند. نحوه قرار گرفتن این رخنمون ها طوری است که برخی از ساختمان های توده نمک را نشان می دهد؛ برای مثال رخنمون های شماره 4 تا 6 به گونه ای قرار گرفته اند که بوضوح یک چین غلافی را تعریف می کنند. در این ساختمان می توان حد اقل دو نسل از چین خوردگی های عمومی را مشاهده کرد. بودیناژ از مهمترین ساخت ها در رخنمون های پتاس است که در نقشه های بزرگ مقیاس بوضوح دیده می شود؛ شکل رخنمون ها تقریباً در تمام موارد دوکی است و قطع شدگی یا پاره شدن طبقه پتاس دار قابل تشخیص است. همچنین تمرکز در محل محور چین خوردگی نیز از دیگر ویژگی های ساختمانی رخنمون های پتاس است که در رخنمون شماره چهار بوضوح دیده می شود.

با توجه به مطالعات انجام شده (1381)، رخنمون های پتاس از نظر کانی شناسی و عیار به دو دسته به شرح زیر قابل طبقه بندی است:

الف - توده های پتاس عیار بالا به رنگ زرد روشن در سطح زمین و به رنگ سفید در عمق بیش از یک متر با حداکثر عیار 92/80 درصد سیلویت. ترکیب کانی شناسی این نوع ذخیره سیلویت وهالیت است.

ب - توده های پتاس با عیار متوسط به رنگ سیاه تا قهوه ای تیره در سطح زمین و رنگ قهوه ای تا جگری در عمق بیش از یک متر با حداکثر عیار 76/20 درصد کلرید پتاسیم. ترکیب کانی شناسی این نوع ذخیره غنی از آهن عبارت است از سیلویت، وهالیت، رینئیت (Rinneite)، اریتروسیدریت (Erythrosiderite)، آرکانیت (Arcanite) و هیدرومولاسیت (Hydromolasite).

3- اکتشافات عمومی

3-1- نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی بزرگ مقیاس

براساس نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی تهیه شده در مقیاس 1/1.000 عمده ترین رخنمون ها یا واحد های سنگی در کوه نمک پل به شرح زیر است:

الف - خاک ها و اکسید های آهن برجا: این واحد به رنگ قرمز آجری حاوی اکسید آهن به همراه قطعات بی شماری از اولیژیست (اکسید آهن هماتیستی) و همچنین حاوی اندکی قطعات ولکانیکی است. این واحد که در نقشه ها با علامت (واحد Rs به رنگ آبی بر روی نقشه زمین شناسی) نشان داده شده است سراسر تاپ یا راس گنبد نمکی را در ارتفاع بالاتر از 550 متر می پوشاند و یا راس قله های منفرد نمکی و همچنین تخت گاه های مرتفع را درگشیر تشکیل می دهد. این واحد که حاصل برجای ماندن باقیمانده های نامحلول سازند هرمز پس از انحلال نمک است به صورت یک ورقه یا لایه نازک با ضخامت متغییر سطح مضرس نمک هرمز را می پوشاند و چون محصول انحلال است لذا حفرات متعددی با عمق و قطر کمتر از یک متر تا چندین ده متر در آن دیده می شود. این حفرات با علامت دایره قرمز تیره بر روی نقشه های زمین شناسی نشان داده شده است و باعث ایجاد مورفولوژی بدلندی در سطح نمک است که تردد را دشوار می کند. اگرچه این واحد برای اکتشاف پتاس هیچ پتانسیلی ندارد اما چون باعث پوشش بخشی از نمک و ذخایر پتاس احتمالی همراه آن می شود لذا شناخت گسترش آن حائز اهمیت است.

ب - نمک هرمز: این واحد در نقشه های زمین شناسی به رنگ صورتی و با علامت اختصاری (Hs) نشان داده شده است. این واحد که معرف بخش یکنواخت و ضخیم لایه از نمک هرمز (نمک وندین) است بیشتر در امتداد دیواره های پرشیب رخنمون دارد، جایی که فرسایش فرصت ماندگاری باقیمانده های نامحلول را نمی دهد. لایه های فراوان اکسید آهن به همراه لایه های رسی و همچنین تغییرات رنگ نمک بر اساس مقدار آهن و سایر ناخالصی ها باعث لایه بندی بسیار واضح و آشکار در این واحد شده است به طوری که تغییرات ساختاری و جریان نمک در گلشیر را بوضوح به نمایش می گذارد، اندازه گیری ها و مطالعات زمین شناسی ساختمانی بر اساس اثر این لایه بندی ها به راحتی امکان پذیر می شود و قطعاتی از بخش ولکانیکی هرمز همراه این نمک ها قابل مشاهده است. اگرچه تعداد حفرات انحلالی در این واحد ناچیز است اما اگر حفره ای وجود داشته

باشد تا اعماق بسیار زیاد ادامه دارد و امکان زهکش را از افق های بالاتر از 500 متر تا افق ها کمتر از 100 متر فراهم می کند.

پ - بخشی از رخنمون های نمک هرمز به صورت پراکنده و با لکه هایی از خاک های برجا یا با مواد ولکانیکی باقیمانده پس از انحلال نمک پوشیده می شود (واحد Hr به رنگ سبز بر روی نقشه زمین شناسی). این واحد در کوه نمک پل بیشترین گسترش را دارد و در واقع از نظر ویژگی های سنگ شناسی و موقعیت یا محل رخنمون در حد فاصل دو واحد قبلی قرار می گیرد. گاهی رخنمون های کاملی از نمک را شامل می شود و گاهی توده های تمام ولکانیکی در آن قابل مشاهده است. این واحد در دیواره های پر شیب و در تاپ گنبد حداقل رخنمون را دارد اما بیشترین رخنمون آن در مرز انتقالی تاپ گنبد به دره های پر شیب وجود دارد و در واقع معرف خوبی برای عملکرد انحلال در کوه نمک پل است. این بخش از کوه نمک پل بالاترین پتانسیل را برای پی جویی کانی های قیمتی در ولکانیک ها و یا پی جویی اورانیوم دارد.

ت - کانال های رودخانه ای (S): این واحد که در نقشه زمین شناسی با رنگ زرد نمایش داده شده است از مهمترین واحد های رسوبی جوان، و در واقع رسوبات نمک ثانویه آهن دار به همراه اندکی پتاس در بستر آبراهه های روانه های نمکی کوه پل است. این واحد رسوبی با رنگ و مورفولوژی خاص خود مسیر های زهکش را در کوه نمک نشان می دهد و با توجه به درجه حلالیت بسیار زیاد نمک و پتاس محل عبور بخش عمده ای از املاح در طول فصل بارندگی است. همانطور که در نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی 1/1.000 دیده می شود مجموعه ای از نواحی پرشیب و دیواره های پرتگاهی، رخنمون های نمک هرمز (Hs) را از تاپ گنبد جدا می کند. آبراهه ها از پای همین پرتگاه ها و دیواره های پرشیب در ارتفاعات منشا می گیرند و در طول مسیر ضمن انحلال نمک و پتاس ورقه نمک را بریده و باعث ایجاد رخنمون های تازه ای از نمک و پتاس هرمز در دیواره های دره های پر شیب می شوند لذا بیشترین رخنمون های پتاس در دیواره همین آبراه ها مشاهده می شود. در بخش امکان سنجی به اهمیت این طرح زهکش اشاره خواهد شد.

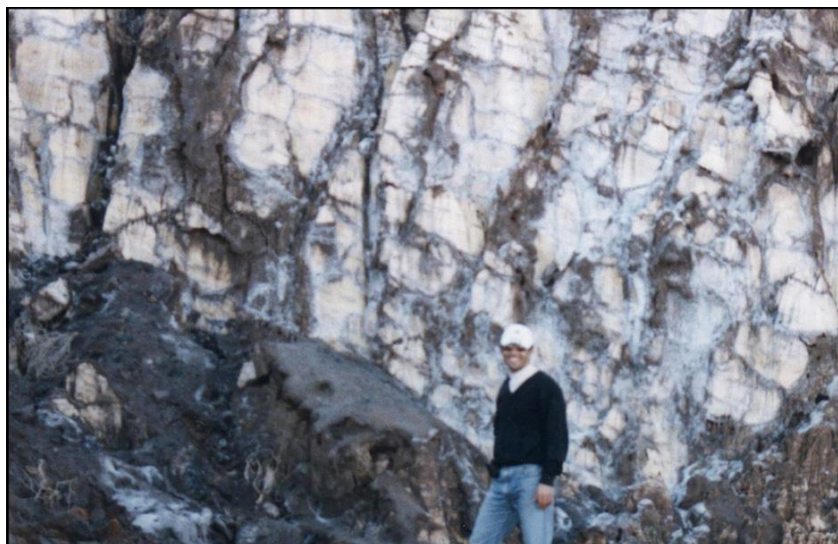


شکل 3-1- نمونه ای از کانال های عبور شور آب در روانه نمکی به همراه رسوبات ثانویه پتاس دار که شور آبها را در نمک و پتاس هرمز زهکشی می کند. گاهی عمق این دره ها به 50 متر می رسد.

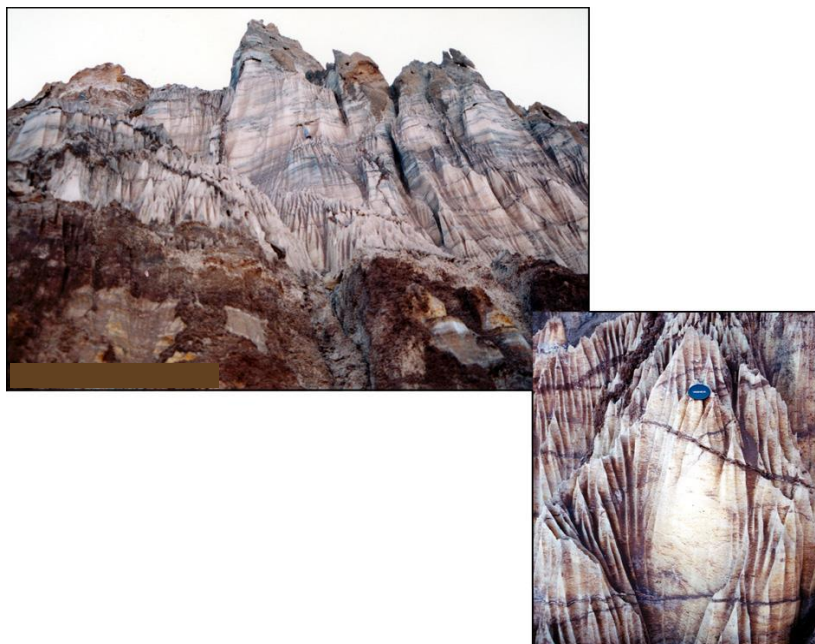
ث - رخنمون های پتاس (IP): همانطور که در شکل 2-3 دیده می شود، رخنمون های پتاس شماره 2 تا 10 (بزرگترین و پرعیارترین رخنمون ها، (شکل های 3-2 تا 3-4) در سرتاسر کوه نمک و تقریباً در امتداد یک افق مشخص ردیف شده اند و با توجه به ارتفاع، دسترسی به آنها مشکل خواهد بود. این واحد بر روی نقشه زمین شناسی با رنگ قرمز نمایش داده شده است. گسترش طولی این رخنمون ها از روند کلی آثار لایه بندی (traces of bedding) تبعیت می کند. نحوه قرار گرفتن این رخنمون ها طوری است که برخی از ساختمان های موجود در گنبد نمکی را نشان می دهد؛ برای مثال رخنمون های شماره 4 تا 6 به گونه ای قرار گرفته اند که بوضوح یک چین غلافی را تعریف می کنند، در این ساختمان می توان حد اقل دو

نسل از چین خوردگی های عمومی نمک ها را مشاهده کرد. بودیناژ از مهمترین ساخت ها در رخنمون های پتاس است که در نقشه های بزرگ مقیاس بوضوح دیده می شود؛ شکل رخنمون ها تقریباً در تمام موارد دوکی است و قطع شدگی یا پاره شدن طبقه پتاس دار قابل تشخیص است. همچنین تمرکز در محل محور چین خوردگی نیز از دیگر ویژگی های ساختمانی رخنمون های پتاس است که در رخنمون شماره چهار بوضوح دیده می شود.

همان طور که در این نقشه ها دیده می شود بودیناژ و ردیف شدن بودین ها در امتداد آثار لایه بندی از مهمترین ویژگی های ساختمانی است. به هر حال، حد اقل سه نسل چین خوردگی، تبعیت ساختمان روانه های نمکی از توپوگرافی زیرین (سنگ بستر)، تفاوت در رفتار مکانیکی نمک با پتاس، وجود دو نوع پتاس با درجه سختی های متفاوت (رفتارهای متفاوت)، حرکات تکتونیکی زاگرس، عوامل فرسایش دهنده و اثر کنترلی ساختمان نمک بر فرسایش تنها بخشی از عوامل پیچیدگی ساختمان بخش های نمک دار در گنبد های نمکی است. لذا تصمیم گیری در مورد ساختمان داخلی نمک ها (مقاطع زمین شناسی) و ترسیم نمودار سه بعدی بسیار مشکل بوده و بنابراین مطالعات تحت الارضی (حفاری ها) با دقت بسیار بالایی انجام گردید.



شکل 3-2- بخشی از رخنمون پتاس شماره 3 (شکل 2-3). پتاس به رنگ زرد روشن حدود 100 متر گسترش افقی دارد و دیواره های پر شیبی را تشکیل می دهد.



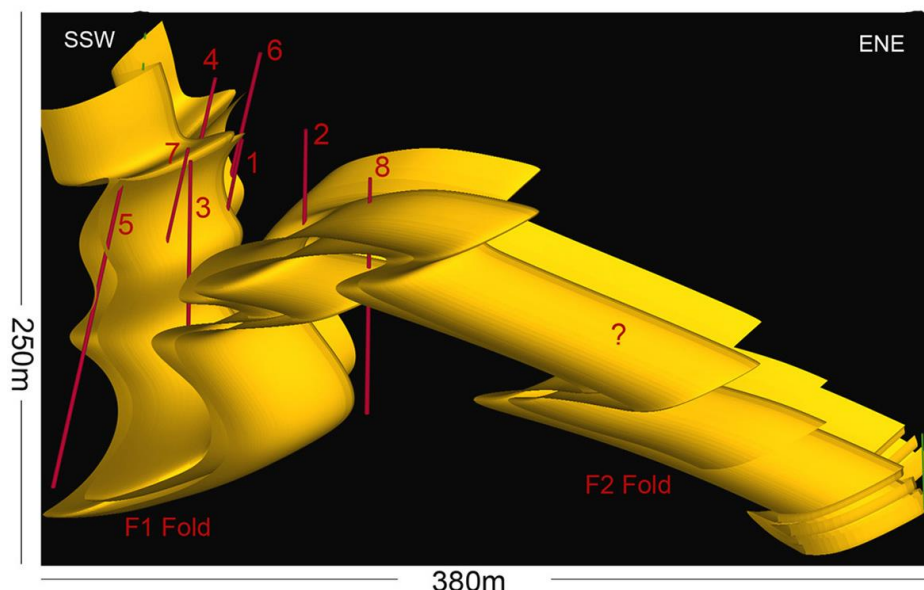
شکل 3-3- بخشی از رخنمون پتاس شماره 2 (شکل 2-3). انحلال و فرسایش توسط رطوبت صبحگاهی عامل ایجاد تیغه های تیزی در سطح پتاس است.



شکل 3-4- یکی از رخنمون های پتاس در مجموعه شماره 9 (شکل 2-3). پتاس غنی از آهن بر خلاف تیپ عیار بالا به رنگ های قهوه ای تا سیاه دیده می شود. این تصویر رخنمون پتاس را در شمالی ترین بخش نقشه توپوگرافی و زمین شناسی 1/1000 (نقشه شماره یک) نشان می دهد.

3-2- حفاری های قبلی و نتایج آن

همانطور که قبلا اشاره شد حد اقل دو نسل چین خوردگی از عوامل اصلی تغییر شکل پتاس در گنبد نمکی پل است. این چین خوردگی ها به حرکت نمک تا محل مجرای خروجی و حرکت در امتداد مجرا و سپس به سرازیر شدن نمک در اثر نیروی ثقل بر روی بستر روانه نمکی مربوط می شود. شکل 3-5 طرح کلی ساختمان پتاس را بر اساس مطالعات زمین شناسی ساختمانی طی پروژه حفاری در سال 1382 (بیشتر از 1300 متر طول) نشان می دهد.



شکل 3-5- ساختمان پتاس در بخش شرقی کوه نمک پل بر اساس حفاری های سال 1382.

این برنامه منجر به معرفی حد اقل 1.500.000 تن ذخیره احتمالی در بخش مرکزی کوه نمک پل شد. بر این اساس پروژه پتاس سنگی گری شیخ پس از برداشت نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی و با طراحی حفاری ها اجرا شد.

3-3- طراحی و اجرای حفاری های جدید

بر اساس رخنمون های نشان داده شده در شکل 2-3 به نظر می رسد که ساختمان محرز شده برای رخنمون های شماره 2 تا 5 (شکل 3-5) در پیرامون کوه نمک پل قابل تعقیب باشد و با توجه به بزرگترین رخنمون های پتاس در کوه نمک پل (شکل های 2-3 و 3-4) نواحی اطراف موقعیت جغرافیایی 374.447 متر شرقی و 2.996.882 متر شمالی به شعاع حدود

یکصد متر و همچنین نواحی اطراف موقعیت جغرافیایی 374.000 متر شرقی و 2.994.400 متر شمالی به شعاع حدود یکصد متر به عنوان مهمترین گزینه ها برای سایت حفاری جهت ادامه اکتشافات عمومی معرفی شد. اما با توجه به امکان دسترسی و تدارکات حفاری و همچنین براساس وسعت رخنمون های پتاس (رخنمون نشان داده شده در شکل 3-4 که یکی از بزرگترین رخنمون ها در کوه نمک پل است) نواحی اطراف موقعیت جغرافیایی 374.447 متر شرقی و 2.996.882 متر شمالی به عنوان سایت حفاری پروژه پتاس گری شیخ انتخاب شد.

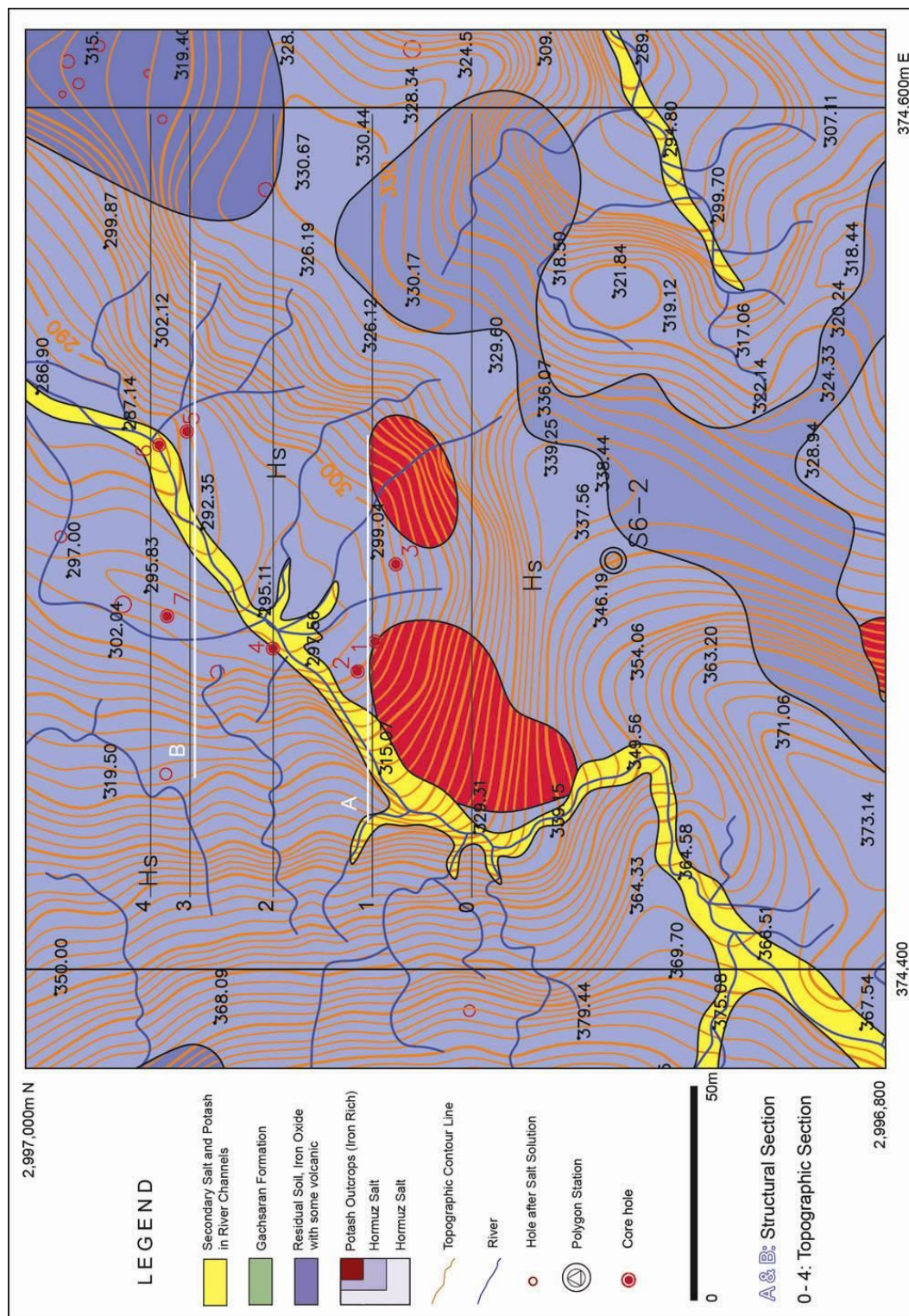
گمانه های شماره یک تا سه در پای رخنمون پتاس به نحوی طراحی شد تا گسترش این توده در عمق مطالعه شود و گمانه های شماره چهار و پنج گسترش پتاس را در عمق در راستای دره گری شیخ (شکل 3-6) در جهت شمال نشان می دهد البته همانطور که در نقشه 1/1000 سایت حفاری در شکل 3-6 نشان داده شده است رخنمون های پتاس در جنوب سایت حفاری معرف گسترش ذخیره در راستای شمالی جنوبی نیز هست. جدول زیر موقعیت جغرافیایی گمانه ها را نشان می دهد. حفاری ها در سیستم وایرلاین و با قطر مغزه NQ پس از هلی برد دستگاه انجام گرفت و آب مورد نیاز حفاری تا ارتفاع 300 متری پمپ شد (شکل 3-7).

جدول 3-1- مشخصات گمانه های پروژه پتاس سنگی گری شیخ

Borehole	Longitude(m)	Latitude(m)	Elevation(m)	Dip(d°)	Direction(Az)	Length(m)
1	374476.1	2996918.7	299	11	217	145.1
2	374469.2	2996922.8	299	11	293	140.1
3	374494.0	2996913.9	301	9	152	112.3
4	374474.4	2996942.4	297	10	330	121.1
5	374524.8	2996962.4	291	8	143	131.5
6	374521.7	2996968.9	288	8	145	120.0
7	374481.9	2996967.0	297	12	23	80.2

جمع به متر

850.3



شکل 3-6 - نقشه زمین شناسی و توپوگرافی بخش انتهایی دره گری شیخ به همراه موقعیت جغرافیایی گمانه ها و رخنمون های پتاس



شکل 3-7 - انتقال دستگاه حفاری و سایر تجهیزات به ارتفاع 300 متری کوه نمک پل.



شکل 3-8 - جمع آوری و پمپاژ شورآبه مورد نیاز حفاری



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

3-4- برداشت زمین شناسی گمانه ها (لاگ) و نتیجه گیری

3-4-1- ترسیم لاگ گمانه ها

بلافاصله پس از استحصال مغزه های حاصل از عملیات حفاری، برداشت زمین شناسی آنها به انجام رسید. نتیجه این عملیات با استفاده از نرم افزار LogPlot بصورت نمودارهای 1-3 لغایت 7-3 ترسیم گردید. بر اساس این نمودارها وضعیت پتاس و دیگر اجزاء نمکی در عمق کانسار مشخص گردید. این امر در ترسیم شکل کانسار بصورت سه بعدی بسیار مهم و کارساز بود.



کانون زمینشناسی
مهندسی مشاور

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

نمودار 3-1- لای کمانه BH1



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



کمیته تخصصی
مهندسی مشاور

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

نمودار 3-2- لای کمانه BH2



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



کابینه
مختار

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

نمودار 3-3- لای کمانه BH3



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



کمیته تخصصی
مهندسی مشاور

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

نمودار 3-4- لای کمانه BH4



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



کانون زمینشناسی
مهندسی مشاور

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

نمودار 3-5- لای کمانه BH5



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



کابینه
مهندسان

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

نمودار 3-6- لای کمانه BH6



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



کمیته تخصصی
مهندسی مشاور

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



کابینه
سند - شماره

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

نمودار 3-7- لای کمانه BH7



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

3-4-2- انطباق و شکل هندسی ذخیره بر مبنای اطلاعات حاصل از لاک گمانه ها

همانطور که در شکل 3-6 نشان داده شده است گمانه شماره یک در منتهی الیه دره در پای رخنمون پتاس در موقعیت جغرافیایی 374476 متر شرقی و 2996919 متر شمالی با 11 درجه میل در راستای 217 درجه (جنوب غرب) تا عمق 145 متر حفر شد. بر اساس لاک مغزه ها (نمودارهای 3-1 الی 3-7) و همچنین جدول آنالیزها (پیوست 1) حد اقل سه بخش اصلی پتاس دار توسط این گمانه شناسایی شده و با در نظر گرفتن رخنمون تعداد بخش های پتاس دار در محل گمانه شماره یک چهار مورد است. با توجه به جدول آنالیزها مجموع طول مغزه پتاس در این گمانه به 13/5 متر می رسد و عیار متوسط برابر 3/58 درصد اکسید پتاسیم است، شکل 3-9 نمونه ای از مغزه های پتاس را در این گمانه نشان می دهد.



شکل 3-9- نمونه هایی از مغزه های پتاس دار در گمانه شماره سه

بر اساس لاک مغزه ها گمانه شماره سه در عمق 107/2 متر پس از عبور از کمر پایین نمک، مارن های سبز رنگ سنگ بستر را قطع می کند (شکل 3-10) و همانطور که بر اساس زمین شناسی ساختمانی کوه نمک پل انتظار می رود در کمر بالای کنتاکت لایه بندی ظاهری نمک افقی و موازی سطح محوری چین های خوابیده است.



شکل 3-10- بالا: نمک های الوان در روانه نمکی کوه نمک پل. پایین: کنتاکت نمک های سیاه رنگ کمر پایین روانه نمکی با مارن های سبز رنگ سنگ بستر (سازند گچساران) در عمق 107/2 متر.

اگرچه گمانه شماره 2 در فاصله ناچیزی از گمانه شماره یک حفر شده و این محدودیت به علت دیواره های پر شیب دره است اما جهت این گمانه به طرف غرب بوده (جدول 3-1) و بنابراین بیشترین داده از گسترش زون پتاس در زیر دیواره غربی دره فراهم می شود. در این گمانه نیز با توجه به لاگ مغزه ها چهار بخش پتاس دار در مجموع به طول 11/05 متر مغزه با عیار متوسط 5/63 درصد اکسید پتاسیم مشاهده می شود. گمانه شماره سه در راستای 152 درجه تقریباً در خلاف جهت گمانه شماره 2 و همچنین در پای دیواره جنوب شرقی دره گری شیخ (شکل 3-6) با چهار بخش پتاس دار جمعا با طول 21/85 متر مغزه پتاس و عیار متوسط 9/44 درصد اکسید پتاسیم، گسترش بسیار خوب زون پتاس را در زیر دیواره جنوب شرقی دره نشان می دهد. براساس لاگ مغزه ها این گمانه نیز در عمق 107 متر کنتاکت کمر پایین نمک و سنگ بستر را قطع می کند.

بنابراین با حفر گمانه های شماره 1 تا 3 نحوه گسترش زون پتاس در منتهی الیه دره گری شیخ تعیین شد اما برای بررسی روند زون پتاس دار در امتداد دره (در جهت شمال) گمانه های شماره 4 و 5 نیز حفر گردید (به شکل شماره 3-6 رجوع شود). براساس لاگ مغزه های گمانه شماره 4 زون پتاس دار بازم در چهار بخش اصلی تکرار می شود و در گمانه شماره 5 نیز پس

از عبور از نمک های ثانویه بستر دره گری شیخ (شکل 3-11) همین چهار بخش قابل مشاهده است و البته در تمامی گمانه ها آخرین بخش پتاس دار بیشترین ضخامت را دارد. فاصله گمانه های شماره 4 و 5 از گمانه های شماره یک تا سه به گونه ای است که گسترش زون پتاس را در راستای شمال و جنوب برای حد اقل 50 متر تایید می کند و از طرفی مشاهده رخنمون های پتاس در جنوب سایت حفاری نشان می دهد که در محاسبه ذخیره می توان گسترش زون پتاس را در راستای شمال و جنوب حد اقل یک صد متر در نظر گرفت. داده های بیشتر در ارتباط با گمانه ها در لاگ مغزه ها آمده است اما برای نمونه شکل شماره 3-12 تصویر بخشی از مغزه های برش داده شده پتاس را در گمانه شماره پنج نشان می دهد.



شکل 3-11- نمونه ای از نمک ثانویه در بستر دره در عمق صفر تا شش متر.



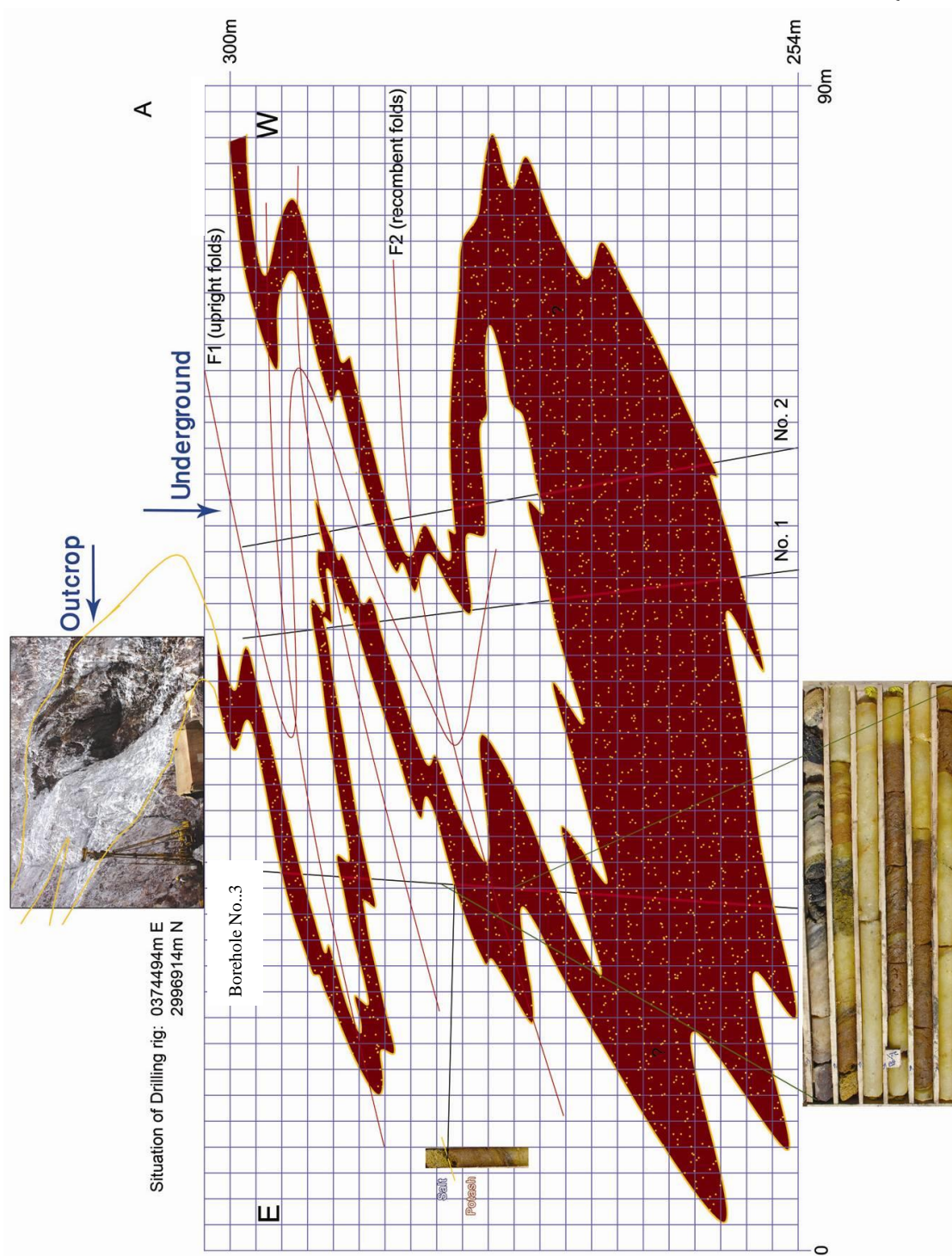
شکل 3-12- نمونه ای از مغزه های زون پتاس در گمانه شماره پنج.

برای انطباق می توان از زمین ساخت کوه نمک پل کمک گرفت؛ چهار بخش اصلی پتاس دار در مغزه های دره گری شیخ یک طبقه واحد رسوبی را تعریف می کنند و ارتباط فضایی آنها از طریق یک سیستم چین خوردگی شامل دو نسل برقرار می شود، نسل اول چین هایی با سطح محوری قائم است که توسط چین های خوابیده نسل دوم تغییر شکل یافته اند، پتاس در محل لولای هر دو نسل متمرکز شده و سایت حفاری در بالا دست دره گری شیخ حاصل انحلال یک توده پتاس در محل لولای یکی از چین های خوابیده نسل دوم است، درحالیکه توده های حاصل از تمرکز پتاس در محل محور چین های نسل اول تا حدود زیادی توسط نسل دوم چین خوردگی به هم ریخته و به همین دلیل پایین ترین بخش پتاس دار در گمانه های شماره یک تا پنج به صورت تناوبی از لایه های پتاس و نمک ظاهر می شود.

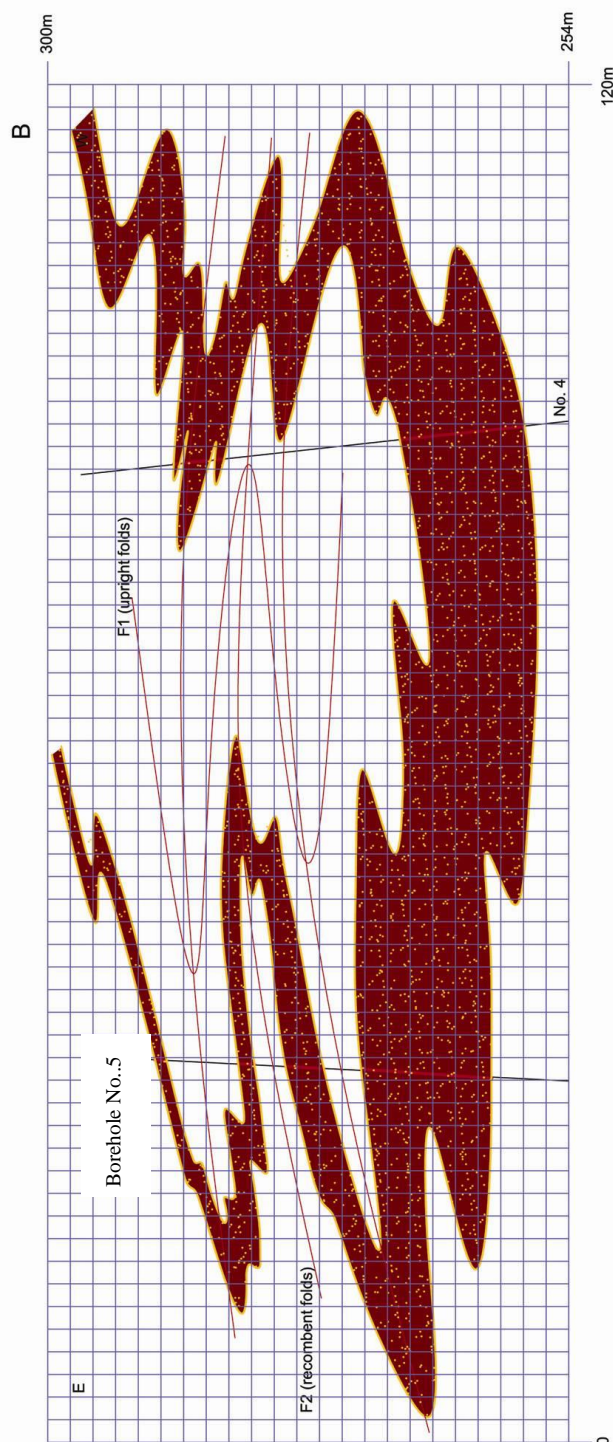
مقاطع نشان داده شده در شکل های 3-13 و 3-14 بر اساس تصویر حفاری های شماره یک تا سه بر روی مقطع A و تصویر گمانه های 4 و 5 روی مقطع B ترسیم شده اند. ارتباط رخنمون و مقطع در شکل 3-13 قابل توجه است. با وجود اینکه ساختمان نمک هرمز پیچیدگی های زیادی دارد اما شکل های 3-5 و 3-13 راهنمای مناسبی برای نمایش درک درستی از این ساختمان خواهد بود.

توده های سیاه تا قرمز پتاس آهن دار بهترین نشانه لیتواستراتیگرافی است لذا از اثر طبقه بندی این توده ها در مغزه ها برای نمایش رفتار چین ها و تاثیر آنها بر طبقه بندی اولیه استفاده می شود. اشکال 3-5 و 3-13 نشان می دهد که همه توده های قرمز رنگ ماده معدنی در کوه نمک پل در یک افق چینه شناسی قرار دارند که همان افق اولیه رسوبی در حوضه هرمز است و در واقع زون دارای پتانسیل برای ماده معدنی محسوب می شود (Potentially Ore Bearing Zone, POBZ). همین افق در بخش شرق مرکز گنبد نمکی پل نیز مشاهده شده است؛ تالبوت (C.J.Talbot, 2005) آن را معرفی و توصیف کرد و با استفاده از حفاری در عمق نیز شناسایی شد (فرهادی، 1383). ضخامت این زون معدنی در کوه نمک خورگو بر اساس رخنمون ها حدود 8 متر برآورد می شود (شرکت پارس شهرو، 1385) و داده های سطحی و تحت الارضی گنبد نمکی پل از ضخامت 10 متری این افق خبر می دهد؛ البته نایبستی انتظار داشت که ضخامت افق معدنی در تمام نقاط کوه یکسان باشد یا مقدار پتاس افق تغییر نکند. حتی در برخی نواحی گنبد، چین ها بسیار نزدیک به یکدیگر هستند در حالیکه در نواحی دیگر

ممکن است طول موج چین ها بسیار بزرگ باشد. از مقایسه شکل های 3-13 و 3-14 می توان اختلاف در طول موج چین ها را مشاهده کرد.



شکل 3-13 - ساختمان پتاس در بخش انتهایی دره گری شیخ (مقطع A) ارتباط ساختاری زون پتاس با لایه بندی و توزیع پتاس در مغزه ها قابل توجه است.



شکل 3-14 - ساختمان لایه پتاس دار در قسمت شمالی سایت حفاری براساس تصویر گمانه های شماره 4 و 5 بر روی مقطع B.

3-5- بافت، کانی شناسی و ترکیب شیمیایی ماده معدنی

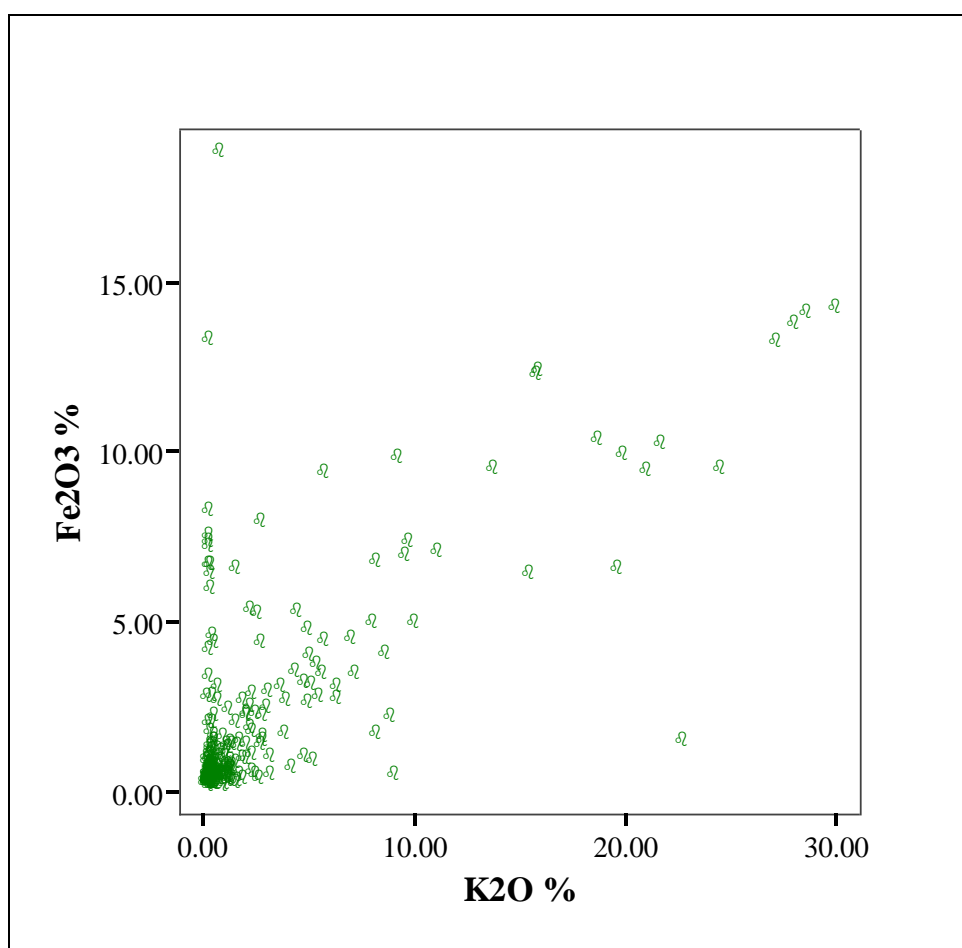
بافت داخلی ذخیره پتاس نیز پیچیده است، همانطور که در شکل 3-15 دیده می شود درحالیکه بافت ماتریکس دانه ریز و سرشار از آهن ذخیره پتاس به سختی قابل تشخیص است اما فنوکریست های درشت سیلویت خالص در امتداد سطوح محوری ردیف شده و طولیل شدگی دارند. در بسیاری از موارد میلونیتی شدن از بافت های غالب در ذخیره آهن دار است. اما در مطالعات اکتشافی بافت ذخیره اهمیت کمتری نسبت به ساختمان های بزرگ مقیاس دارد.



شکل 3-15- بافت داخلی ذخیره پتاس شامل فنوکریست هایی است که در راستای محور چین ها قرار گرفته اند و خمیره دانه ریز جهت یافتگی دارد. طول بلورهای سیلویت 3 سانتیمتر است.

درجه حالیت بسیار بالا از مهمترین ویژگی های ذخایر پتاس محسوب می شود، اگرچه رخنمون پتاس در سطح گنبد های نمکی زاگرس می تواند به علت آب و هوای خشک باشد اما بایستی به تحرک توده های نمک و جریان نمک و پتاس توجه داشت که باعث می شود همواره رخنمون های جدیدی در سطح و در معرض انحلال قرار بگیرند. همانطور که قبلا اشاره شد ترکیب کانی شناسی ذخیره پتاس عبارت است از سیلویت (KCl)، هالیت (NaCl)، رینئیت ($K_3NaFe^{2+}Cl_6$)، اریتروسیدریت ($K_2Fe^{3+}Cl_5 \cdot H_2O$)، اندکی ارکانیت (K_2SO_4)، و هیدرومولازیت ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$)، بنابراین بر خلاف ترکیب ذخایر پتاس فانروزوئیک منیزیم حضور ندارد و وجود کلرورهای محلول آهن باعث می شود تا پس از انحلال یک سیال اسیدی ایجاد شود. ترکیب شیمیایی 233 نمونه حاشیه شرقی مرکز گنبد نمکی پل نشان می دهد که ضریب همبستگی (correlation coefficient) آهن با پتاس برابر $+0/57$ و این ضریب برای آهن و سدیم منفی و برابر $-0/72$ است

(فرهادی، 1383). از آنجا که ذخیره پتاس هر دو بخش گنبد نمکی پل (بخش شرقی و گری شیخ) در یک حوضه رسوبی مشترک و به طور همزمان رسوبگذاری شده است (تشابه لیتولوژی نمونه‌های اخذ شده)، یکنواختی نسبی در ضرایب همبستگی ذخیره گری شیخ با قسمتهای شرقی قابل پیش بینی بود. بر اساس جدول آنالیزها ضرایب همبستگی پتاس و آهن در کل داده‌های ذخیره گری شیخ برابر $0/71+$ محاسبه شده است. (نمودار 3-8)



نمودار 3-8 - نمودار همبستگی پتاس و آهن در ذخیره گری شیخ

مقدار پتاسیم برای 270 نمونه برداشت شده از مغزه‌ها با استفاده از روش شعله (flame photometer) اندازه‌گیری شده و مقدار آهن پس از آماده‌سازی نمونه‌ها به روش شیمی‌تر و همچنین با استفاده از جذب اتمی تعیین شد.



کانون زمین‌شناسی
مهندسی مشاور

گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

آنالیز اکسیدهای آهن و پتاسیم مطابق جدول 3-2 برای هر گمانه آورده شده است.

جدول 3-2- نتایج آنالیز اکسید آهن و اکسید پتاسیم

Row	Borehole	Sample	From (m)	To (m)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
1	BH1	1-1	1.00	2.00	6.58	0.22
2	BH1	1-2	2.00	3.00	5.90	0.30
3	BH1	1-3	3.00	4.00	8.20	0.24
4	BH1	1-4	4.00	5.00	13.21	0.26
5	BH1	1-5	5.00	6.00	0.94	3.15
6	BH1	1-6	6.00	7.00	0.39	0.54
7	BH1	1-7	7.00	8.00	0.37	0.47
8	BH1	1-8	8.00	9.00	0.23	1.58
9	BH1	1-9	9.00	10.00	0.95	4.72
10	BH1	1-10	10.00	11.60	0.28	0.31
11	BH1	1-11	11.60	12.60	0.87	0.35
12	BH1	1-12	12.60	14.50	0.22	0.31
13	BH1	1-13	14.50	15.00	0.16	0.47
14	BH1	1-14	15.00	16.50	0.64	0.95
15	BH1	1-15	16.50	17.50	0.15	1.02
16	BH1	1-16	17.50	18.50	0.29	1.17
17	BH1	1-17	18.50	19.50	1.10	0.85
18	BH1	1-18	19.50	20.50	2.62	0.68
19	BH1	1-19	20.50	21.50	0.56	0.48
20	BH1	1-20	21.50	21.90	0.19	0.18
21	BH1	1-21	21.90	22.30	18.80	0.75
22	BH1	1-22	22.30	23.30	0.41	1.14
23	BH1	1-23	23.30	24.30	1.64	3.81
24	BH1	1-24	24.30	25.30	3.40	5.61
25	BH1	1-25	25.30	26.00	2.40	2.93
26	BH1	1-26	26.00	26.40	0.89	0.24
27	BH1	1-27	26.40	27.70	3.04	0.67
28	BH1	1-28	27.70	28.30	9.77	9.18
29	BH1	1-29	28.30	29.30	2.15	2.74
30	BH1	1-30	29.30	30.50	1.44	2.74
31	BH1	1-31	30.50	31.10	6.88	9.50
32	BH1	1-32	31.10	32.00	3.93	5.00
33	BH1	1-33	32.00	32.70	1.71	2.27
34	BH1	1-34	32.70	34.00	0.36	0.27
35	BH1	1-35	34.00	35.00	2.23	2.04
36	BH1	1-36	35.00	35.80	5.20	4.41
37	BH1	1-37	35.80	36.90	1.37	1.25
38	BH1	1-38	36.90	37.90	5.28	2.22
39	BH1	1-39	37.90	38.90	0.30	0.50
40	BH1	1-40	38.90	40.60	0.24	0.51
41	BH1	1-41	40.60	42.00	0.40	0.29

Row	Borehole	Sample	From (m)	To (m)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
42	BH1	1-42	42.00	43.50	0.20	0.33
43	BH1	1-43	43.50	45.15	0.21	0.40
44	BH1	1-44	45.15	46.50	0.20	0.37
45	BH1	1-45	46.50	48.25	0.38	0.21
46	BH1	1-46	48.25	52.30	0.23	0.28
47	BH1	1-47	52.30	54.40	1.14	0.45
48	BH1	1-48	54.40	58.00	0.28	0.26
49	BH1	1-49	58.00	60.55	1.27	0.49
50	BH1	1-50	60.55	63.90	0.34	0.21
51	BH1	1-51	63.90	66.70	0.37	0.97
52	BH1	1-52	66.70	69.80	0.22	1.14
53	BH1	1-53	69.80	72.85	0.27	1.34
54	BH1	1-54	72.85	75.50	0.27	0.44
55	BH1	1-55	75.50	79.00	0.30	0.32
56	BH1	1-56	79.00	81.30	0.15	0.53
57	BH1	1-57	81.30	84.55	0.29	0.22
58	BH1	1-58	84.55	87.00	0.67	0.20
59	BH1	1-59	87.00	90.00	0.48	0.19
60	BH1	1-60	90.00	91.00	0.16	0.23
61	BH1	1-61	91.00	93.00	0.41	0.29
62	BH1	1-62	93.00	95.90	0.33	0.33
63	BH1	1-63	95.90	98.70	0.29	1.88
64	BH1	1-64	98.70	104.50	0.28	0.81
65	BH1	1-65	104.50	107.25	0.28	0.34
66	BH2	2-1	0.00	1.10	0.99	0.28
67	BH2	2-2	1.10	2.10	0.43	0.24
68	BH2	2-3	2.10	2.70	1.32	0.27
69	BH2	2-4	2.70	4.10	7.14	0.21
70	BH2	2-5	4.10	5.55	7.32	0.24
71	BH2	2-6	5.55	6.20	3.05	5.08
72	BH2	2-7	6.20	7.50	0.48	0.28
73	BH2	2-8	7.50	7.75	4.31	0.44
74	BH2	2-9	7.75	9.00	0.47	0.56
75	BH2	2-10	9.00	9.90	0.43	0.73
76	BH2	2-11	9.90	11.10	0.39	8.97
77	BH2	2-12	11.10	11.60	0.49	0.26
78	BH2	2-13	11.60	12.80	0.53	0.95
79	BH2	2-14	12.80	14.10	0.92	1.03
80	BH2	2-15	14.10	14.40	0.58	1.34
81	BH2	2-16	14.40	15.80	0.37	1.20
82	BH2	2-17	15.80	16.70	1.40	22.66

Row	Borehole	Sample	From (m)	To (m)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
83	BH2	2-18	16.70	17.70	0.49	2.31
84	BH2	2-19	17.70	18.30	0.42	3.10
85	BH2	2-20	18.30	20.00	1.03	0.32
86	BH2	2-21	20.00	20.30	0.45	0.27
87	BH2	2-22	20.30	22.60	0.35	0.25
88	BH2	2-23	22.60	23.50	2.42	2.22
89	BH2	2-24	23.50	24.40	0.28	0.33
90	BH2	2-25	24.40	25.00	6.70	8.11
91	BH2	2-26	25.00	26.40	0.82	0.40
92	BH2	2-27	26.40	27.90	2.62	3.92
93	BH2	2-28	27.90	29.55	0.92	0.72
94	BH2	2-29	29.55	30.00	4.37	5.65
95	BH2	2-30	30.00	32.55	1.60	0.49
96	BH2	2-31	32.55	33.10	4.70	4.95
97	BH2	2-32	33.10	35.00	1.32	2.04
98	BH2	2-33	35.00	35.80	1.82	2.16
99	BH2	2-34	35.80	40.20	0.25	0.51
100	BH2	2-35	40.20	46.70	0.33	0.29
101	BH2	2-36	46.70	52.50	0.44	0.68
102	BH2	2-37	52.50	58.50	0.22	0.10
103	BH2	2-38	58.50	64.00	0.47	0.15
104	BH2	2-39	64.00	70.30	0.53	0.68
105	BH2	2-40	70.30	76.10	0.27	0.30
106	BH2	2-41	76.10	82.00	0.33	0.24
107	BH2	2-42	82.00	90.00	0.17	0.08
108	BH2	2-43	90.00	97.30	0.39	0.36
109	BH2	2-44	97.30	103.50	0.39	0.18
110	BH2	2-45	103.50	110.00	0.48	0.27
111	BH3	3-1	0.00	2.80	4.07	0.20
112	BH3	3-2	2.80	4.40	7.43	0.18
113	BH3	3-3	4.40	5.00	7.90	2.67
114	BH3	3-4	5.00	6.00	0.79	1.50
115	BH3	3-5	6.00	6.70	0.66	0.48
116	BH3	3-6	6.70	7.40	0.38	0.64
117	BH3	3-7	7.40	8.60	0.20	0.42
118	BH3	3-8	8.60	9.00	0.40	0.91
119	BH3	3-9	9.00	9.60	0.64	4.16
120	BH3	3-10	9.60	10.00	2.09	8.87
121	BH3	3-11	10.00	11.40	0.42	2.41
122	BH3	3-12	11.40	12.20	0.52	0.17
123	BH3	3-13	12.20	15.40	0.30	0.27

Row	Borehole	Sample	From (m)	To (m)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
124	BH3	3-14	15.40	18.00	6.50	1.53
125	BH3	3-15	18.00	18.80	1.65	8.19
126	BH3	3-16	18.80	19.65	6.47	19.56
127	BH3	3-17	19.65	20.95	0.57	1.03
128	BH3	3-18	20.95	21.70	9.86	19.80
129	BH3	3-19	21.70	22.50	13.15	27.12
130	BH3	3-20	22.50	23.60	0.66	1.17
131	BH3	3-21	23.60	24.05	4.00	8.62
132	BH3	3-22	24.05	24.55	9.38	20.90
133	BH3	3-23	24.55	25.75	3.02	6.28
134	BH3	3-24	25.75	26.75	0.31	0.35
135	BH3	3-25	26.75	27.30	0.17	0.26
136	BH3	3-26	27.30	28.50	14.16	29.90
137	BH3	3-27	28.50	29.50	4.90	9.90
138	BH3	3-28	29.50	30.20	13.70	27.95
139	BH3	3-29	30.20	30.50	14.00	28.50
140	BH3	3-30	30.50	30.80	3.40	7.16
141	BH3	3-31	30.80	31.10	10.20	21.60
142	BH3	3-32	31.10	32.10	2.72	5.44
143	BH3	3-33	32.10	33.40	3.67	5.30
144	BH3	3-34	33.40	34.40	2.74	0.41
145	BH3	3-35	34.40	34.90	1.21	1.19
146	BH3	3-36	34.90	36.35	2.21	2.44
147	BH3	3-37	36.35	37.35	1.12	1.11
148	BH3	3-38	37.35	38.30	3.12	4.72
149	BH3	3-39	38.30	39.50	0.85	0.55
150	BH3	3-40	39.50	42.50	4.33	2.72
151	BH3	3-41	42.50	45.60	0.36	0.55
152	BH3	3-42	45.60	48.70	0.41	0.26
153	BH3	3-43	48.70	52.80	0.26	0.40
154	BH3	3-44	52.80	57.95	1.43	0.46
155	BH3	3-45	57.95	64.50	0.33	0.20
156	BH3	3-46	64.50	70.10	0.25	0.10
157	BH3	3-47	70.10	73.10	0.21	1.48
158	BH3	3-48	73.10	79.35	0.31	2.61
159	BH3	3-49	79.35	87.60	0.30	0.35
160	BH3	3-50	87.60	92.60	0.93	0.10
161	BH3	3-51	92.60	99.00	0.77	0.36
162	BH3	3-52	99.00	103.90	0.56	0.41
163	BH3	3-53	103.90	106.20	0.60	0.23
164	BH3	3-54	106.20	108.70	0.30	0.12

Row	Borehole	Sample	From (m)	To (m)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
165	BH4	4-1	0.00	2.30	3.28	0.23
166	BH4	4-2	2.30	4.50	0.42	0.24
167	BH4	4-3	4.50	6.50	0.76	0.29
168	BH4	4-4	6.50	8.80	0.20	0.33
169	BH4	4-5	8.80	11.50	0.21	0.18
170	BH4	4-6	11.50	12.30	0.47	0.23
171	BH4	4-7	12.30	13.15	0.18	0.42
172	BH4	4-8	13.15	13.60	0.19	0.17
173	BH4	4-9	13.60	15.25	6.61	0.27
174	BH4	4-10	15.25	16.30	6.32	0.34
175	BH4	4-11	16.30	16.55	1.32	2.70
176	BH4	4-12	16.55	17.10	0.31	0.23
177	BH4	4-13	17.10	18.10	6.31	15.43
178	BH4	4-14	18.10	19.25	9.42	24.44
179	BH4	4-15	19.25	19.55	4.51	0.42
180	BH4	4-16	19.55	19.85	0.85	1.24
181	BH4	4-17	19.85	20.60	0.83	5.20
182	BH4	4-18	20.60	22.00	1.51	0.91
183	BH4	4-19	22.00	22.60	0.28	0.70
184	BH4	4-20	22.60	25.80	0.75	0.40
185	BH4	4-21	25.80	27.40	0.39	1.70
186	BH4	4-22	27.40	29.00	0.44	0.73
187	BH4	4-23	29.00	31.50	1.40	1.70
188	BH4	4-24	31.50	32.10	0.84	0.16
189	BH4	4-25	32.10	32.60	0.76	0.34
190	BH4	4-26	32.60	33.10	2.82	2.24
191	BH4	4-27	33.10	33.50	0.45	0.71
192	BH4	4-28	33.50	34.10	0.28	0.06
193	BH4	4-29	34.10	35.20	0.68	1.00
194	BH4	4-30	35.20	36.20	0.30	0.13
195	BH4	4-31	36.20	36.80	7.27	9.70
196	BH4	4-32	36.80	38.50	0.50	0.46
197	BH4	4-33	38.50	39.00	9.44	13.70
198	BH4	4-34	39.00	39.70	0.41	0.35
199	BH4	4-35	39.70	40.20	2.66	6.25
200	BH4	4-36	40.20	41.30	1.25	1.60
201	BH4	4-37	41.30	41.85	4.90	8.00
202	BH4	4-38	41.85	43.50	1.14	0.64
203	BH4	4-39	43.50	44.00	5.14	2.55
204	BH4	4-40	44.00	46.50	1.93	1.50
205	BH4	4-41	46.50	46.85	0.54	0.50

Row	Borehole	Sample	From (m)	To (m)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
206	BH4	4-42	46.85	47.10	9.31	5.67
207	BH4	4-43	47.10	52.00	0.36	0.22
208	BH4	4-44	52.00	58.20	1.22	0.27
209	BH4	4-45	58.20	64.00	0.54	0.29
210	BH4	4-46	64.00	69.70	0.36	1.15
211	BH4	4-47	69.70	76.50	0.26	0.17
212	BH4	4-48	76.50	77.10	2.60	1.82
213	BH4	4-49	77.10	81.20	1.30	1.10
214	BH4	4-50	81.20	87.00	2.17	0.48
215	BH4	4-51	87.00	92.80	1.42	0.45
216	BH4	4-52	92.80	98.55	2.70	0.11
217	BH4	4-53	98.55	104.50	0.19	0.12
218	BH4	4-54	104.50	110.30	0.89	2.00
219	BH4	4-55	110.30	116.00	0.33	0.13
220	BH4	4-56	116.00	118.50	0.52	0.20
221	BH5	5-1	0.00	2.20	0.36	0.17
222	BH5	5-2	2.20	5.30	0.45	0.20
223	BH5	5-3	5.30	6.30	0.44	0.28
224	BH5	5-4	6.30	7.50	0.21	0.32
225	BH5	5-5	7.50	8.50	1.00	2.27
226	BH5	5-6	8.50	9.50	0.48	1.07
227	BH5	5-7	9.50	10.50	0.62	1.27
228	BH5	5-8	10.50	11.35	0.62	1.22
229	BH5	5-9	11.35	12.35	0.28	0.56
230	BH5	5-10	12.35	13.30	0.51	1.07
231	BH5	5-11	13.30	14.25	0.89	1.83
232	BH5	5-12	14.25	14.90	0.55	1.16
233	BH5	5-13	14.90	16.20	10.30	18.62
234	BH5	5-14	16.20	17.55	0.55	1.18
235	BH5	5-15	17.55	18.10	0.54	1.23
236	BH5	5-16	18.10	19.00	0.40	0.75
237	BH5	5-17	19.00	19.50	2.52	4.91
238	BH5	5-18	19.50	20.50	4.40	6.99
239	BH5	5-19	20.50	21.00	0.68	1.37
240	BH5	5-20	21.00	22.00	12.32	15.85
241	BH5	5-21	22.00	22.30	12.20	15.75
242	BH5	5-22	22.30	23.00	0.52	0.60
243	BH5	5-23	23.00	23.80	0.81	0.80
244	BH5	5-24	23.80	24.70	1.17	0.40
245	BH5	5-25	24.70	25.70	1.94	0.23
246	BH5	5-26	25.70	26.70	2.16	2.05

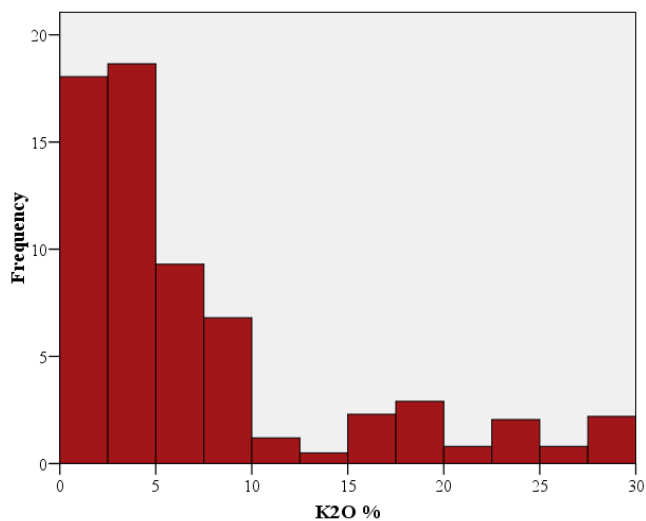
Row	Borehole	Sample	From (m)	To (m)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)
247	BH5	5-27	26.70	28.00	1.98	0.43
248	BH5	5-28	28.00	28.30	3.44	4.34
249	BH5	5-29	28.30	30.80	0.63	0.63
250	BH5	5-30	30.80	32.00	7.00	11.01
251	BH5	5-31	32.00	33.00	1.52	2.82
252	BH5	5-32	33.00	35.40	0.76	0.47
253	BH5	5-33	35.40	36.00	3.02	3.67
254	BH5	5-34	36.00	37.00	2.86	3.02
255	BH5	5-35	37.00	39.00	2.33	1.19
256	BH5	5-36	39.00	42.25	0.11	0.91
257	BH5	5-37	42.25	48.45	0.48	0.27
258	BH5	5-38	48.45	52.55	0.25	0.14
259	BH5	5-39	52.55	60.80	0.70	0.44
260	BH5	5-40	60.80	67.30	0.24	0.16
261	BH5	5-41	67.30	73.20	0.73	0.28
262	BH5	5-42	73.20	79.00	1.68	0.27
263	BH5	5-43	79.00	85.00	1.33	1.30
264	BH5	5-44	85.00	89.70	0.11	0.21
265	BH5	5-45	89.70	94.60	0.28	0.12
266	BH5	5-46	94.60	99.50	0.37	0.20
267	BH5	5-47	99.50	104.30	0.38	0.30
268	BH5	5-48	104.30	109.00	0.44	0.34
269	BH5	5-49	109.00	114.00	0.29	0.37
270	BH5	5-50	114.00	116.80	0.73	0.27

براساس این جدول پارامترهای آماری اکسیدهای آهن و پتاسیم (جدول 3-3) به همراه هیستوگرام توزیع آنها یکبار برای کل نمونه های 5 گمانه (نمودارهای 3-9 و 3-10) و یکبار برای نمونه های ماده معدنی (Ore) این گمانه ها (نمودار 3-11 و 3-12) محاسبه شده است.

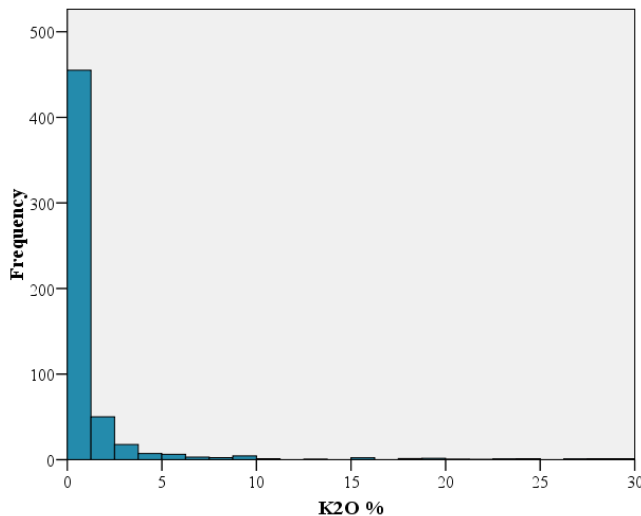
جدول 3-3- پارامترهای آماری نمونه های 5 گمانه

Variables		All Samples		Ore Samples	
		K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
N	Valid	270	270	76	76
	Missing	0	0	0	0
Mean		1.29	1.21	7.26	4.06
Median		0.35	0.45	4.37	2.77
Mode		0.27	0.33	2.72	4.33
Std. Deviation		3.36	2.07	7.41	3.60
Variance		11.29	4.29	54.90	12.99
Skewness		5.69	3.80	1.69	1.34
Kurtosis		36.39	17.12	1.95	1.02
Minimum		0.06	0.11	0.43	0.23
Maximum		29.90	18.80	29.90	14.16
Percentiles	25	0.23	0.30	2.41	1.42
	50	0.35	0.45	4.37	2.77
	75	0.92	1.16	8.97	5.24

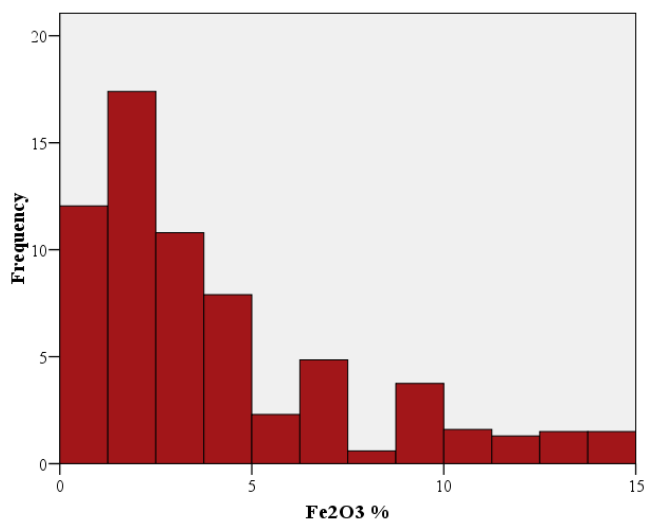
همانطور که در جدول 3-3 مشاهده می شود، متوسط وزنی مقدار اکسید پتاسیم در کل نمونه ها برابر 1/3% می باشد ولی بر اساس برداشت زمین شناسی مغزه ها و تجزیه و تحلیل زمین شناسی و اکتشافی انجام شده بر روی آنها، مقدار متوسط اکسید پتاسیم برای قسمتهایی از مغزه ها که از نظر عیار و ضخامت جزء ذخیره قابل قبول می باشند برابر 7/26% است. در این مورد نظر زمین شناس ارشد پروژه در تعیین بخشهایی که از نقطه نظر عیار و ضخامت جزء ذخیره محسوب می شوند بسیار مهم است.



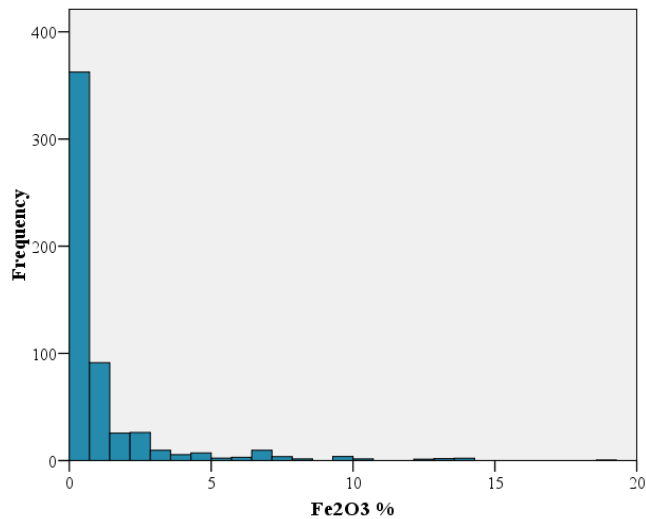
نمودار 3-10- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه‌های ماده معدنی



نمودار 3-9- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه‌ها نمودار



نمودار 3-12- هیستوگرام آهن اکسید آهن نمونه‌های ماده معدنی



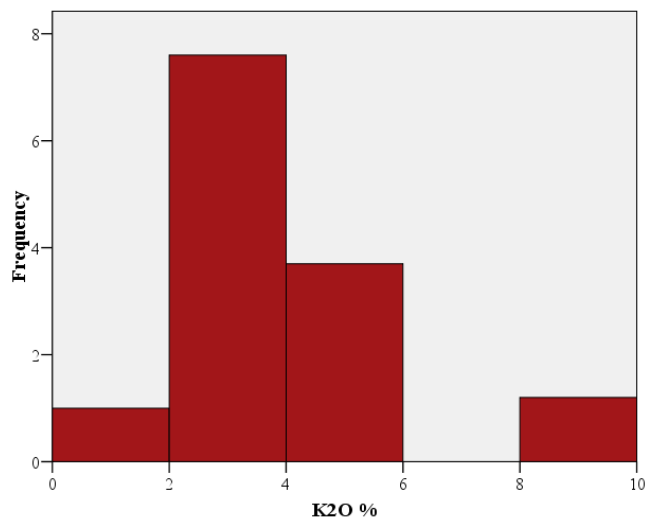
نمودار 3-11- هیستوگرام آهن اکسید آهن کل نمونه‌ها نمودار

علاوه بر این در هر گمانه به صورت مجزا پارامترهای آماری محاسبه شده و تابع توزیع عیار اکسیدهای آهن و پتاسیم نیز چه در کل گمانه و چه در بخش ماده معدنی به صورت هیستوگرام نمایش داده شده است. مشخصات آماری محاسبه شده به ترتیب هر گمانه در جداول 3-4 الی 3-8 و هیستوگرامهای مربوطه نیز در نمودارهای 3-13 الی 3-32 آمده است.

مطابق این جداول بالاترین متوسط عیار اکسید پتاسیم در بخش ماده معدنی در گمانه BH4 با مقداری معادل 10/18٪ می باشد که با توجه به ضخامت کم ماده معدنی (طول مغزه = 7/15 متر) در این گمانه نسبت به طول مغزه گیری، مقدار متوسط عیار کل نمونه ها در این گمانه کاهش یافته است. این در حالیست که گمانه BH3 با متوسط عیار 2/34٪ در کل نمونه ها و متوسط 9/44٪ در بخش ماده معدنی بیشترین ضخامت مغزه (طول مغزه = 21/85 متر) را دارا می باشد.

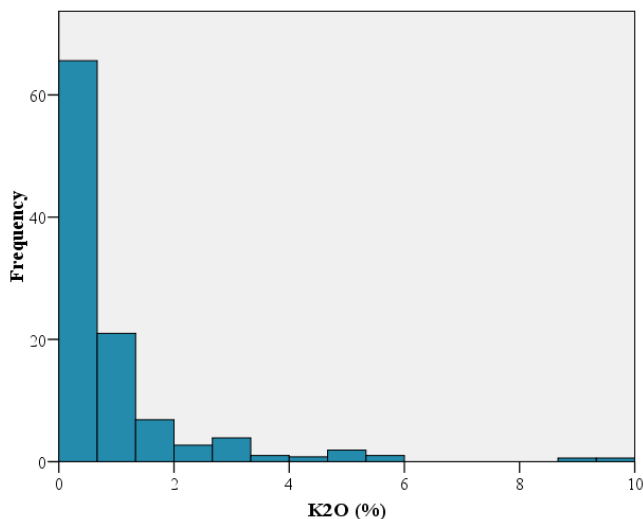
جدول 3-4- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH1

Variables		All Samples		Ore Samples	
		K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
N	Valid	65	65	15	15
	Missing	0	0	0	0
Mean		0.97	1.12	3.85	2.90
Median		0.45	0.33	3.07	2.18
Mode		0.81	0.28	2.74	1.44
Std. Deviation		1.39	2.26	2.16	2.37
Variance		1.92	5.11	4.65	5.60
Skewness		3.60	4.35	1.66	1.53
Kurtosis		16.20	23.43	3.06	2.88
Minimum		0.18	0.15	1.58	0.23
Maximum		9.50	18.80	9.50	9.77
Percentiles	25	0.28	0.27	2.26	1.26
	50	0.45	0.33	3.07	2.18
	75	1.01	0.89	4.87	4.53



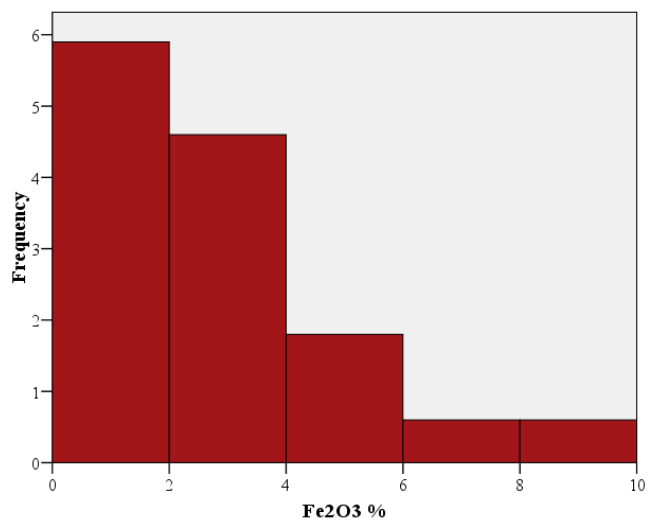
نمودار 3-14- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH1



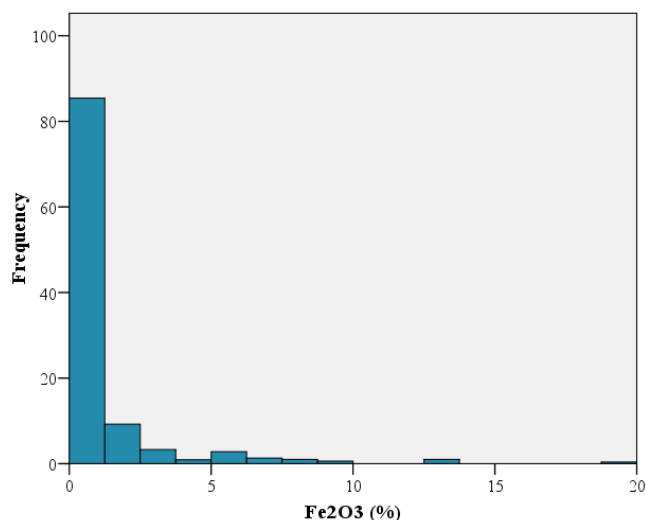
نمودار 3-13- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه‌های

گمانه BH1



نمودار 3-16- هیستوگرام اکسید آهن نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH1

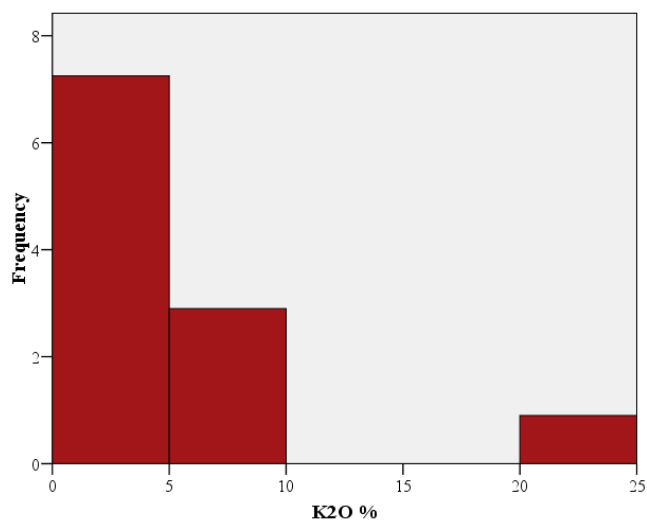


نمودار 3-15- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه‌های

گمانه BH1

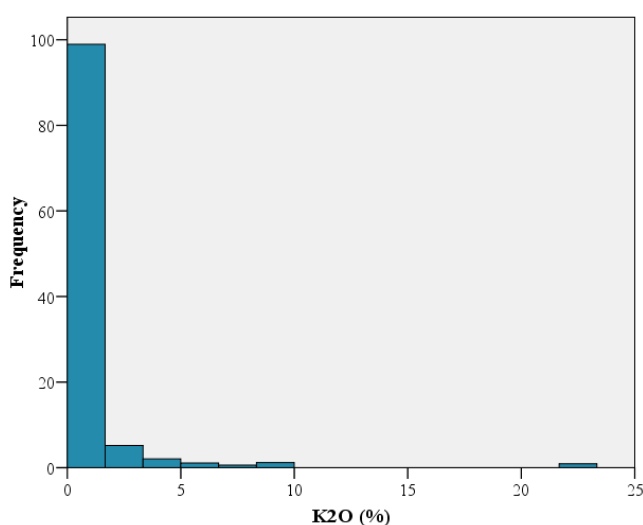
جدول 3-5- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH2

Variables		All Samples		Ore Samples	
		K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
N	Valid	45	45	12	12
	Missing	0	0	0	0
Mean		0.88	0.80	5.63	2.09
Median		0.29	0.39	3.78	1.62
Mode		0.68	0.39	2.04	1.32
Std. Deviation		2.40	1.31	5.84	1.71
Variance		5.74	1.72	34.07	2.91
Skewness		7.02	3.97	2.62	1.48
Kurtosis		58.76	16.19	7.83	2.95
Minimum		0.08	0.17	2.04	0.39
Maximum		22.66	7.32	22.66	6.70
Percentiles	25	0.21	0.33	2.18	0.67
	50	0.29	0.39	3.78	1.62
	75	0.68	0.53	8.19	2.78



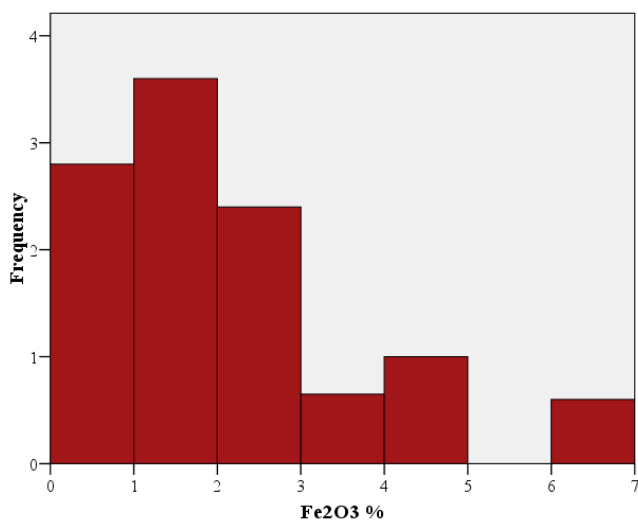
نمودار 3-18- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH2



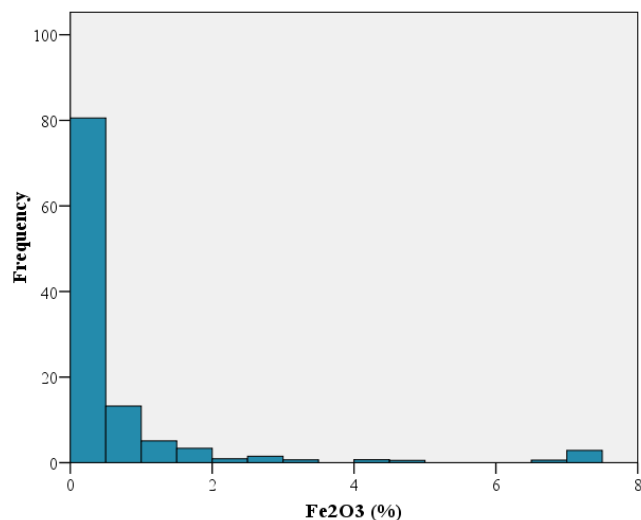
نمودار 3-17- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه‌های

گمانه BH2



نمودار 3-20- هیستوگرام اکسید آهن نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH2

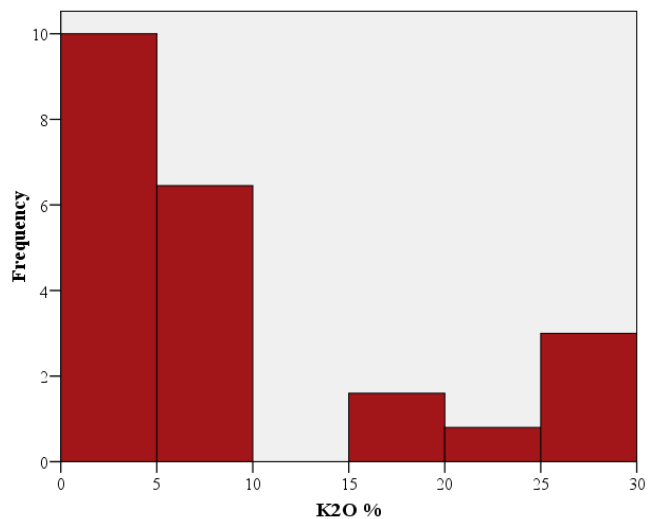


نمودار 3-19- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه‌های

گمانه BH2

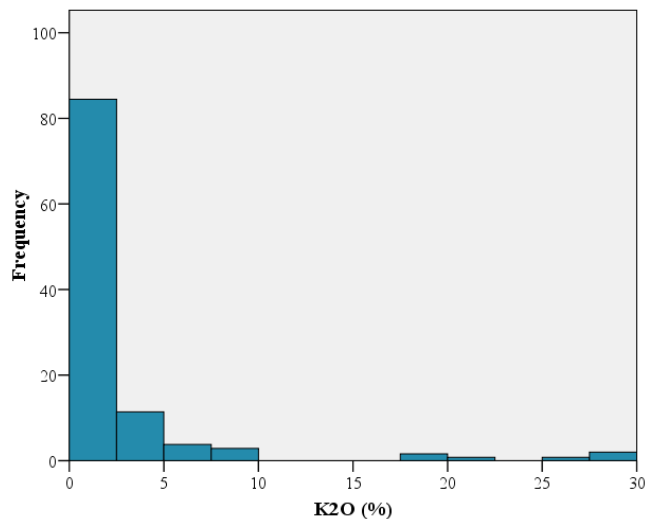
جدول 3-6- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH3

Variables		All Samples		Ore Samples	
		K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
N	Valid	54	54	24	24
	Missing	0	0	0	0
Mean		2.34	1.77	9.44	5.02
Median		0.41	0.56	5.32	3.69
Mode		0.35	0.30	2.72	4.33
Std. Deviation		5.47	2.82	9.56	4.32
Variance		29.91	7.97	91.42	18.64
Skewness		3.80	2.72	1.25	1.16
Kurtosis		14.66	7.80	0.10	0.26
Minimum		0.10	0.17	1.11	0.42
Maximum		29.90	14.16	29.90	14.16
Percentiles	25	0.26	0.30	2.68	2.15
	50	0.41	0.56	5.32	3.69
	75	1.53	1.43	17.71	7.51



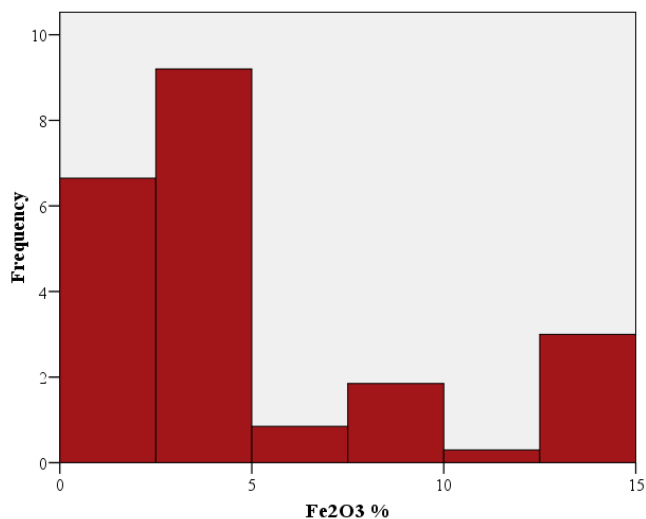
نمودار 3-22- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH3



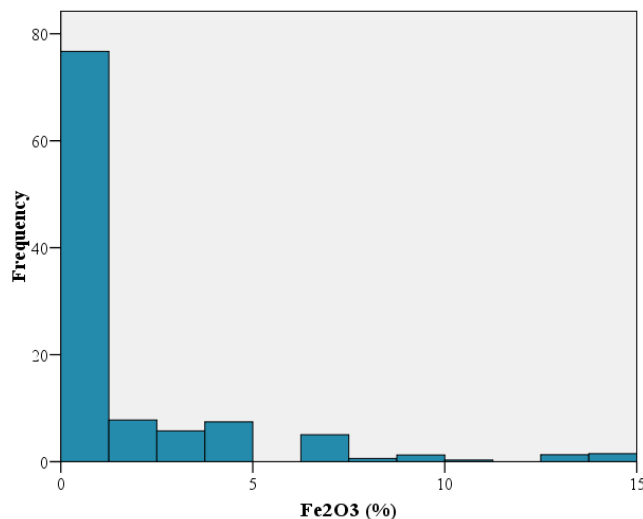
نمودار 3-21- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه‌های

گمانه BH3



نمودار 3-24- هیستوگرام اکسید آهن نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH3

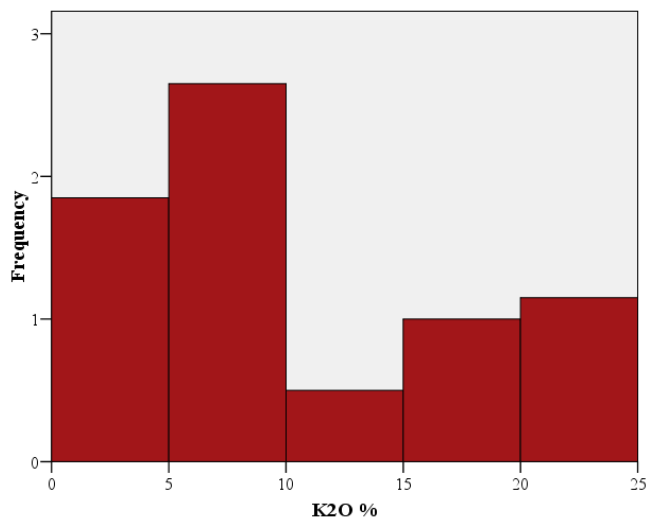


نمودار 3-23- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه‌های

گمانه BH3

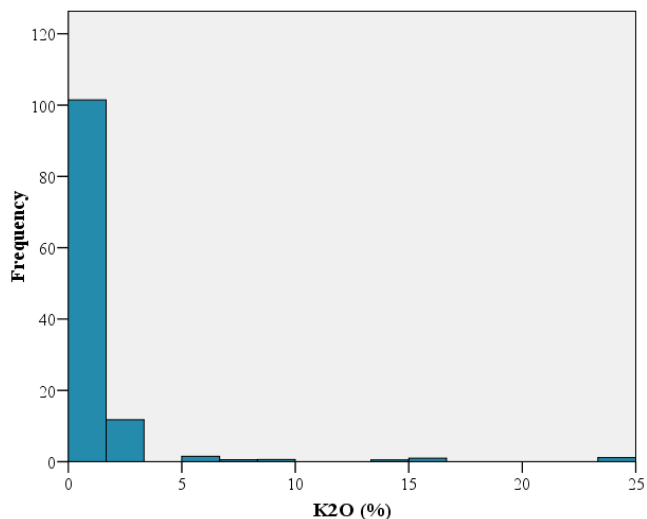
جدول 3-7- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH4

Variables		All Samples		Ore Samples	
		K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
N	Valid	56	56	11	11
	Missing	0	0	0	0
Mean		1.14	1.34	10.18	5.24
Median		0.33	0.75	8.50	5.64
Mode		0.27	0.36	24.44	9.42
Std. Deviation		3.03	1.72	8.32	3.52
Variance		9.20	2.94	69.24	12.36
Skewness		5.92	2.85	0.91	-0.07
Kurtosis		39.04	8.99	0.01	-1.74
Minimum		0.06	0.18	1.60	0.83
Maximum		24.44	9.44	24.44	9.44
Percentiles	25	0.19	0.36	3.33	1.30
	50	0.33	0.75	8.50	5.64
	75	1.10	1.42	16.44	9.38



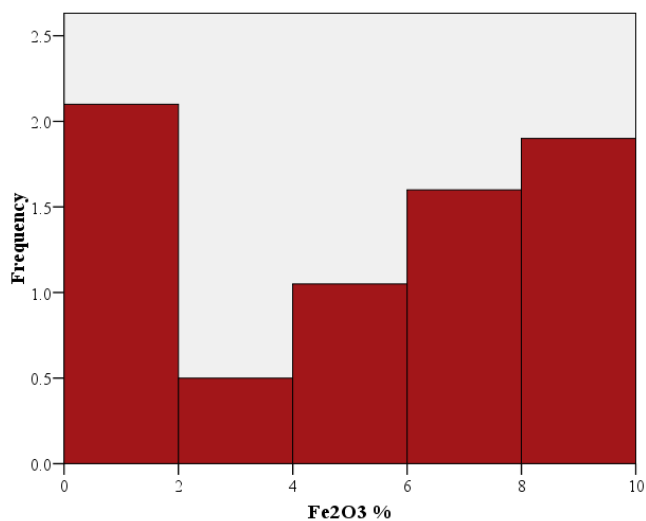
نمودار 3-26- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه‌های ماده معدنی

کمانه BH4



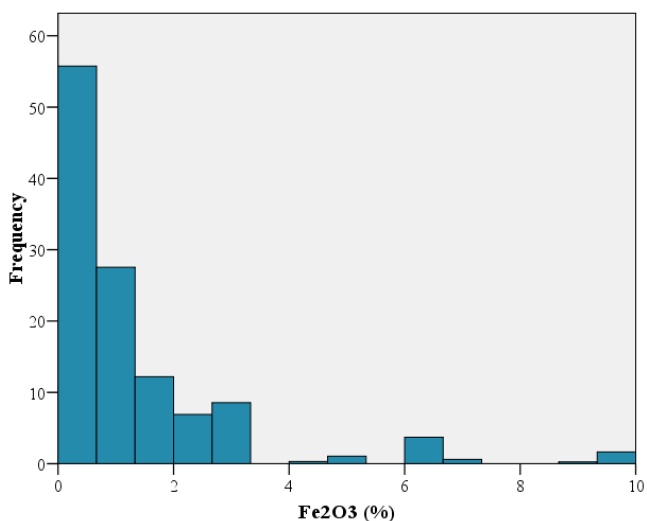
نمودار 3-25- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه‌های

کمانه BH4



نمودار 3-28- هیستوگرام اکسید آهن نمونه‌های ماده معدنی

کمانه BH4

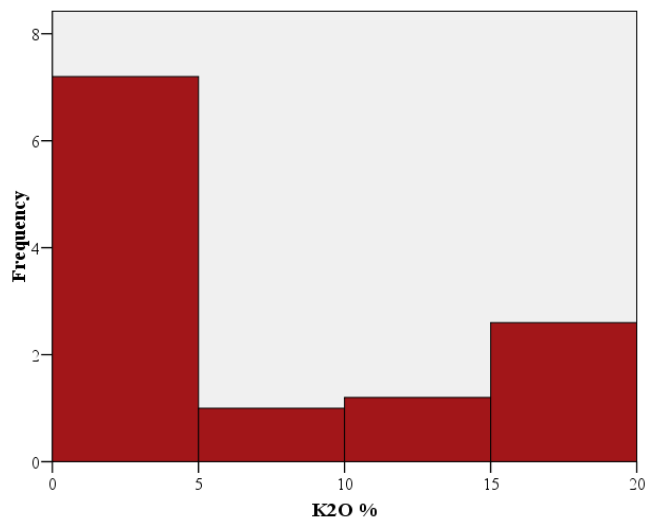


نمودار 3-27- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه‌های

کمانه BH4

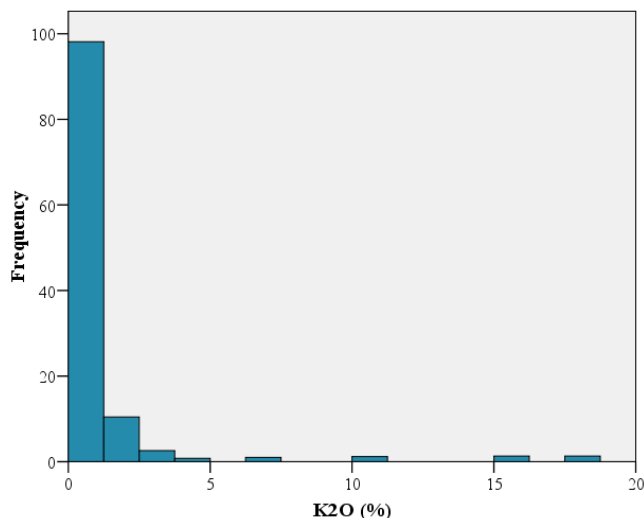
جدول 3-8- پارامترهای آماری نمونه های گمانه BH5

Variables		All Samples		Ore Samples	
		K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
N	Valid	50	50	14	14
	Missing	0	0	0	0
Mean		1.11	1.04	6.86	4.73
Median		0.32	0.48	3.89	2.91
Mode		0.27	0.73	0.43	1.98
Std. Deviation		2.81	1.82	6.46	4.02
Variance		7.91	3.31	41.73	16.18
Skewness		4.94	4.63	0.95	1.05
Kurtosis		25.42	23.50	-0.61	-0.35
Minimum		0.12	0.11	0.43	0.68
Maximum		18.62	12.32	18.62	12.32
Percentiles	25	0.21	0.29	2.15	1.87
	50	0.32	0.48	3.89	2.91
	75	0.89	0.79	15.76	8.16



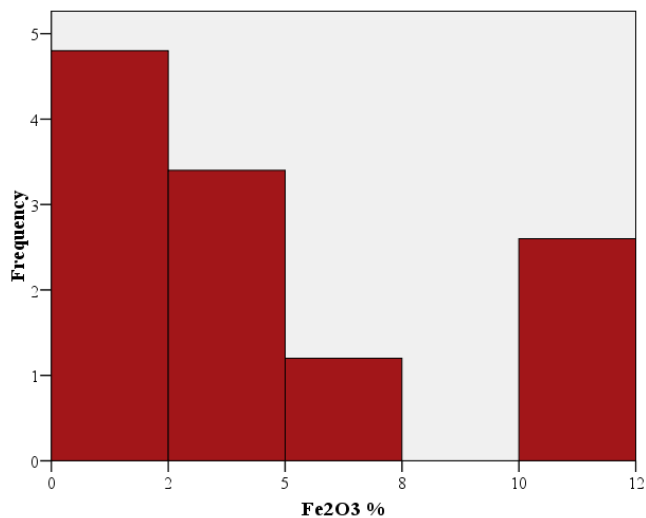
نمودار 3-30- هیستوگرام اکسید پتاسیم نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH5



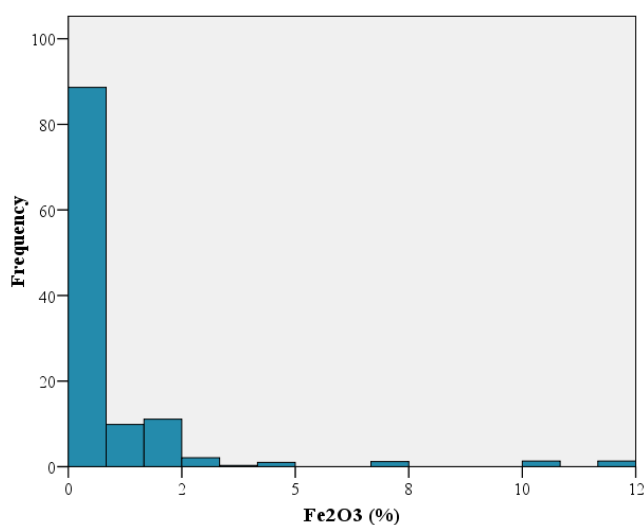
نمودار 3-29- هیستوگرام اکسید پتاسیم کل نمونه‌های

گمانه BH5



نمودار 3-32- هیستوگرام اکسید آهن نمونه‌های ماده معدنی

گمانه BH5



نمودار 3-31- هیستوگرام اکسید آهن کل نمونه‌های

گمانه BH5

3-6- تخمین ذخیره

برای تعیین ذخیره به روش استاندارد مراحل کلی زیر بایستی انجام شود:

الف - ارائه شکل دقیق هندسی کانسار در فضای سه بعدی به انضمام تعیین تمامی ابعاد بر اساس مقیاس.

ب - برگرداندن طبقه رسوبی پتاس دار به حالت قبل از چین خوردگی برای تعیین ضخامت و گسترش طبقه رسوبی اولیه و تعیین توزیع عیار. (با توجه به دو نسل تغییر شکل این فرآیند عملاً میسر نیست).

ج - محاسبات مربوط به توزیع و تغییرات عیار، تعیین عیار متوسط و تعیین ماده معدنی (Ore) بصورت کم عیار و پر عیار بر حسب امکان استخراج و ...

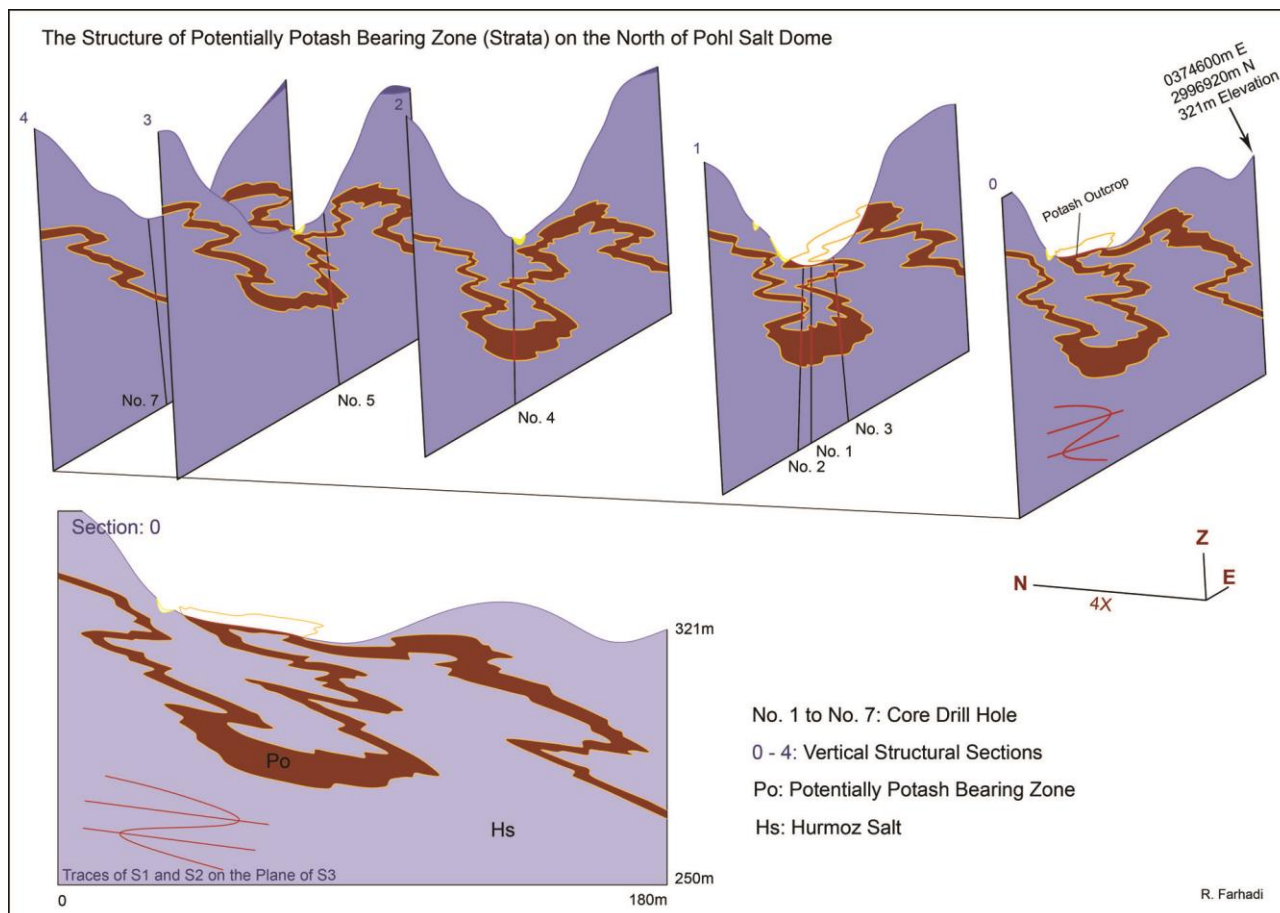
در این گزارش ذخیره ماده معدنی به روش مقاطع قائم موازی که از دقت قابل قبولی نیز برخوردار است، تعیین شده است.

وزن مخصوص ماده معدنی در پروژه های اکتشافی برای تخمین ذخیره اهمیت ویژه ای دارد لذا طی این پروژه از مغزه های پتاس نمونه هایی برای اندازه گیری وزن مخصوص تهیه شد؛ سپس روش توزین و غوطه وری در روغن به کار رفت و وزن مخصوص متوسط برابر $3/5$ گرم بر سانتیمتر مکعب برآورد گردید.

با استفاده از نیمرخ های زمین شناسی (شکل شماره 3-16) متوسط سطح مقطع ماده معدنی با دقت قابل قبول از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}) \times \frac{d}{3}$$

از حاصل ضرب متوسط سطح مقطع در طول گسترش زون پتاس که در نقشه مشخص است (100 متر در راستای عمود بر نیمرخ های زمین شناسی A و B) حجم زون پتاس معادل 140.000 متر مکعب برآورد شده است و با احتساب وزن مخصوص $3/5 \text{ gr/cm}^3$ میزان تناژ ذخیره احتمالی برابر 490.000 تن تعیین گردید. با توجه به جدول آنالیزها (جدول 3-2) عیار متوسط ذخیره برابر $7/26$ درصد اکسید پتاسیم و حدود $11/5$ درصد سیلویت محاسبه شد. باید توجه داشت که حد اقل عیار اقتصادی در معادن عمیق دنیا حدود 11 درصد برآورد شده است.



شکل 3-16- مقاطع قائم موازی که برای تعیین ذخیره مورد استفاده قرار گرفته است.

براساس زمین شناسی ساختمانی کوه نمک پل و با توجه به شکل هندسی ذخیره (اشکال 3-5 و 3-13 و 3-14) با اطمینان می توان ذخیره پتاس را در شعاع 20 متری هر یک از گمانه ها پیوسته در نظر گرفت لذا برحسب طول مغزه پتاس در هر گمانه می توان ارتفاع بلوکی استوانه ای شکل از پتاس را در پیرامون هر گمانه تعیین حجم و در نتیجه تعیین ذخیره کرد، رقم محاسبه شده براساس این برآورد مقدار حاصله را می توان بعنوان ذخیره موجود در نظر گرفت (ذخیره approved). جدول 3-3 این محاسبات را برای گمانه های یک تا پنج نشان می دهد، با توجه به روش استخراج که در ادامه گزارش ذکر می شود پیوستگی ذخیره اهمیت چندانی ندارد.

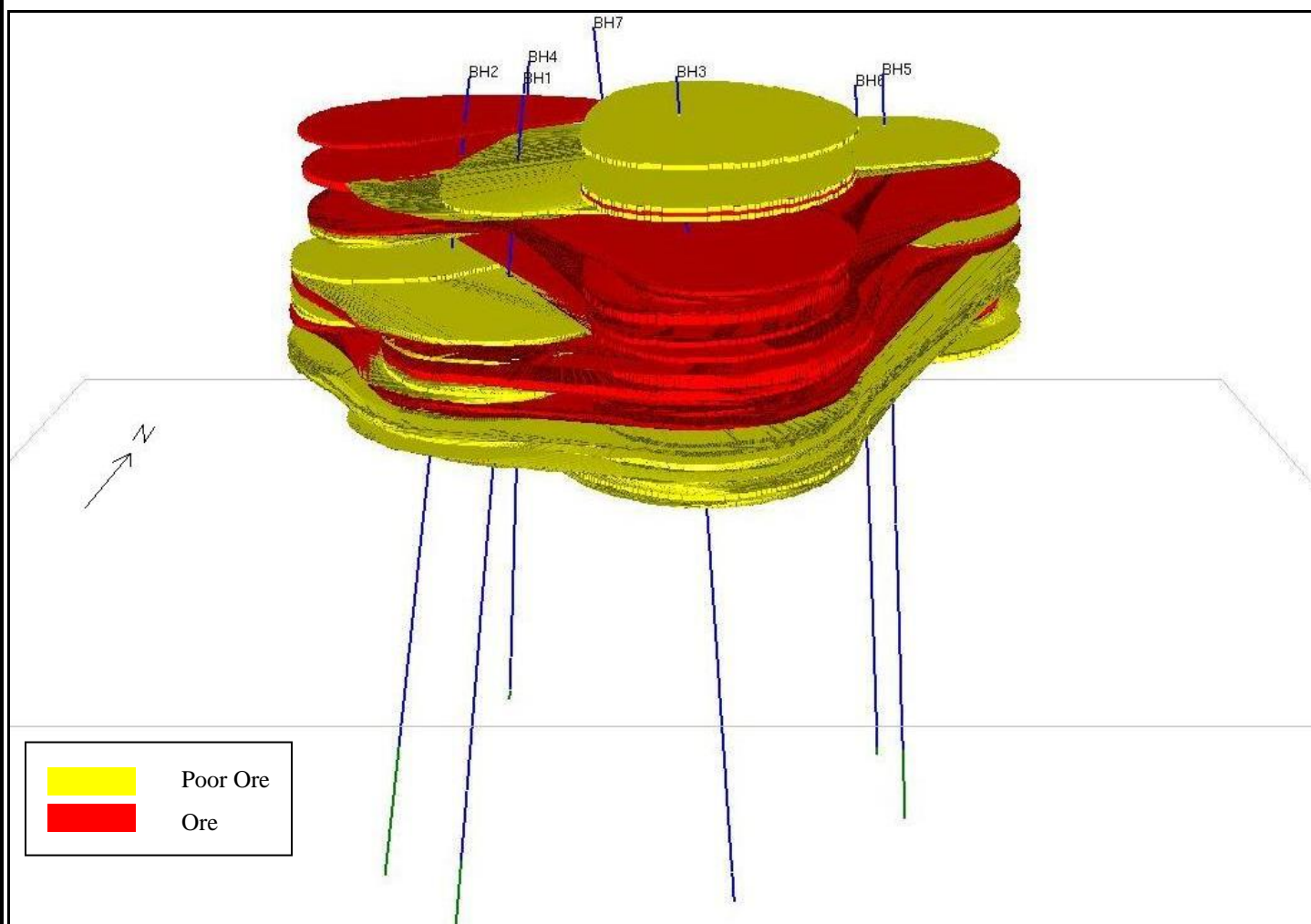
جدول 3-9- ذخیره پتاس در منتهی الیه دره گری شیخ در شمال کوه نمک پل.

گمانه	طول مغزه (m)	ضخامت (m)	شعاع تاثیر (m)	حجم زون (m ³)	ذخیره (ton)	عیار (%)
یک	13/5	13/3	20	16653	58285	3/85
دو	11/05	10/8	20	13631	47708	5/63
سه	21/85	21/6	20	27119	94918	9/44
چهار	7/15	7/0	20	8848	30970	10/18
پنج	12	11/9	20	14933	52265	6/86
					جمع ذخیره	متوسط عیار
					284.146	7/26

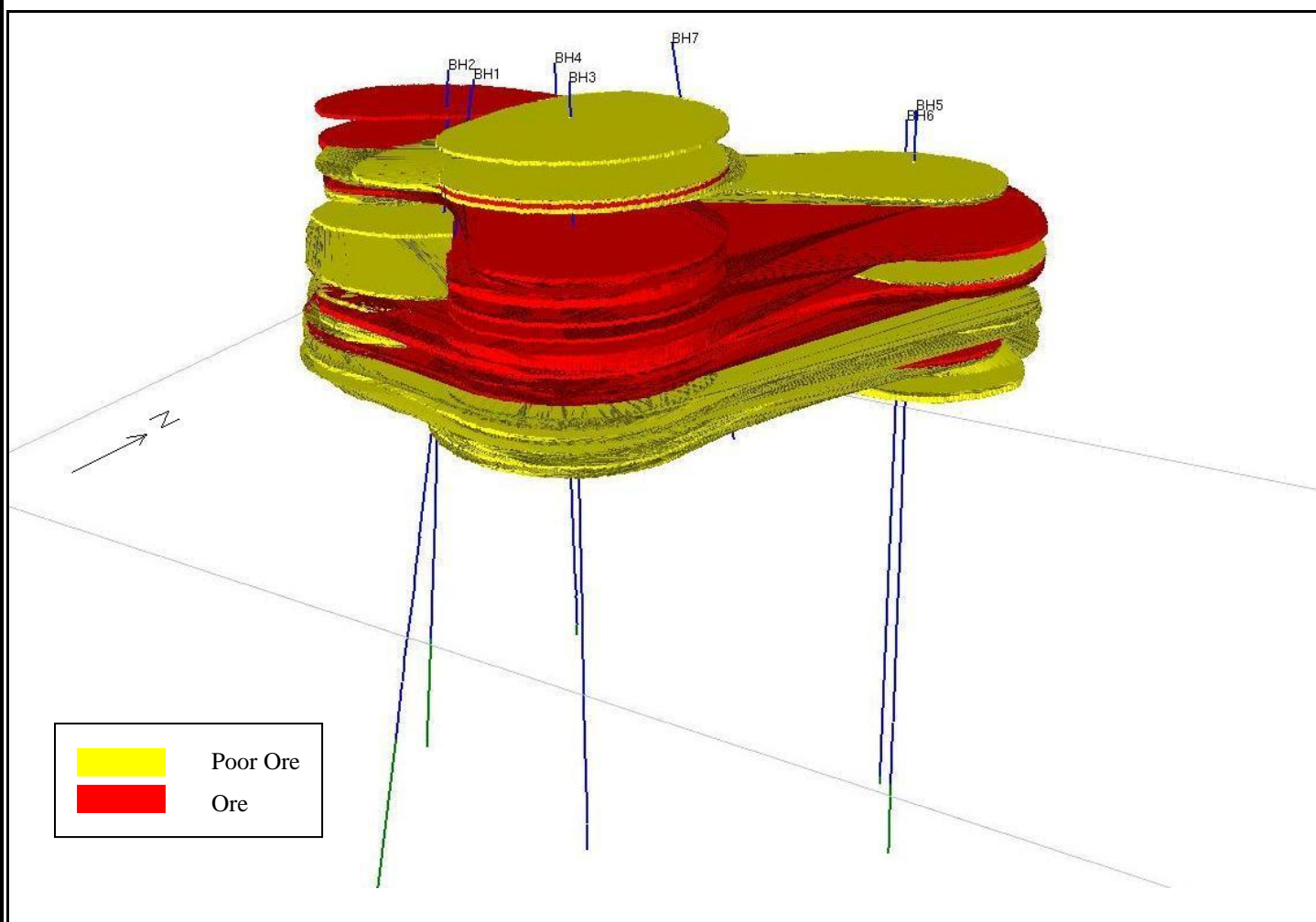
همانطور که در نیمرخ های زمین شناسی (اشکال 3-12 و 3-13) و در جدول 3-3 نشان داده شده است و براساس مجموعه حفاری هایی که انجام شده است ذخیره اثبات شده پتاس قابل بهره برداری در محدوده عملیاتی گری شیخ (در این پروژه) حدود 284.000 تن با عیار متوسط 7/26 درصد اکسید پتاسیم است و ذخیره احتمالی آن نیز معادل 490.000 تن برآورد می شود.

بر اساس لاگ گمانه ها و اطلاعات حاصل از برداشت زمین شناسی مغزه های استحصالی و نیز استفاده از محیط نرم افزاری Datamine مدل سه بعدی ماده معدنی در دو بخش کم عیار و پرعیار تهیه گردید. این مدل سه بعدی در اشکال 3-17 و 3-18 همراه با گمانه های حفر شده نمایش داده شده است. ضمناً جایگاه عمقی ذخیره (پرعیار و کم عیار) نسبت به سطح توپوگرافی محدوده مورد مطالعه در اشکال شماره 3-19 و 3-20 مشخص گردیده است.

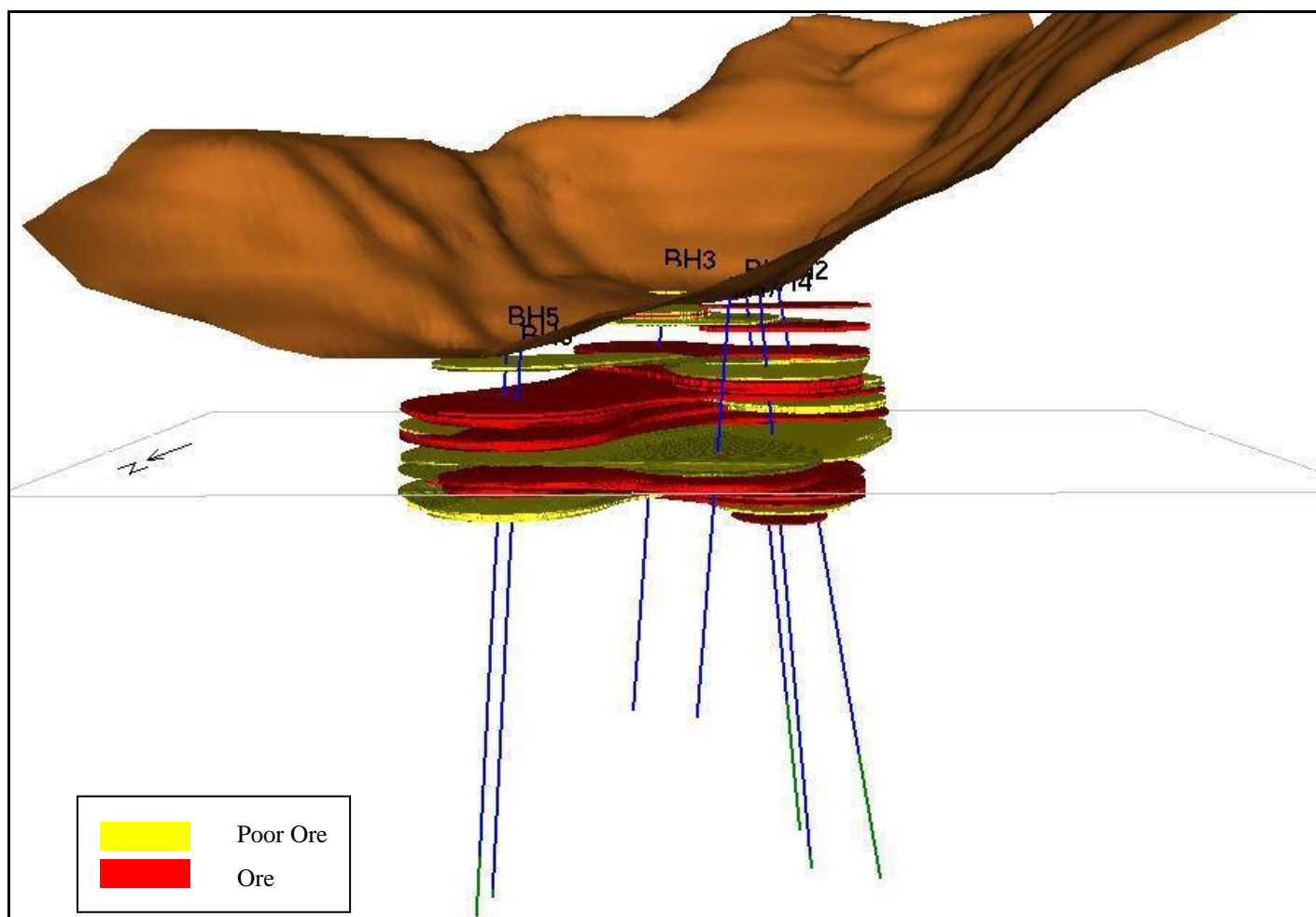
نکته حائز اهمیت اینکه با حجم عملیات اکتشافی که در این پروژه انجام شد این شکل ذخیره از پتاس در گنبد نمکی پل (گری شیخ) به شکلی که دیده می شود مورد شناسایی قرار گرفت. بدیهی است با افزایش حجم عملیات احتمال دستیابی به ذخیره بیشتر امری قابل پیش بینی است.



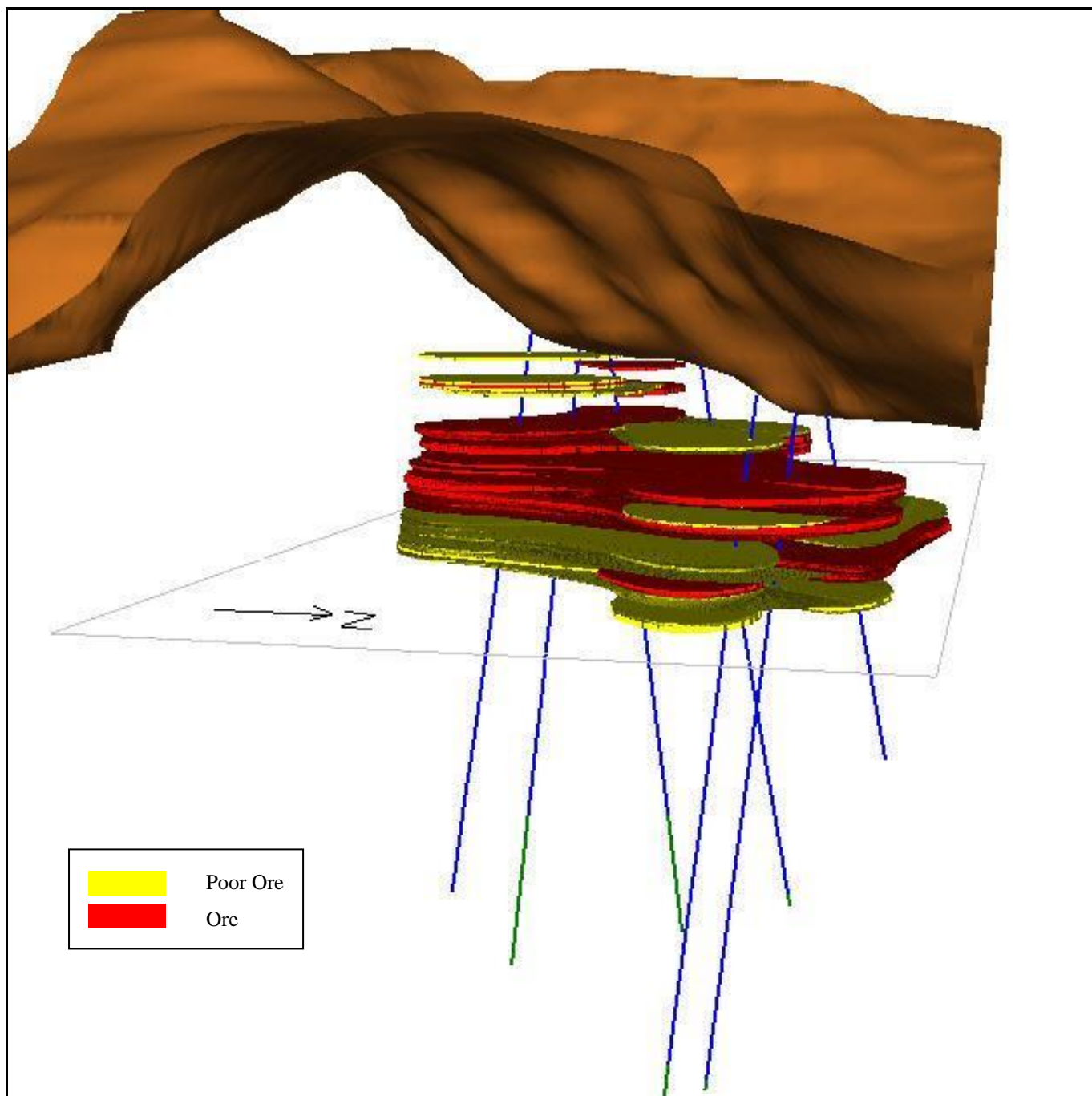
شکل 3-17- تصویر سه بعدی از شکل ذخیره پتاس در کانسار گری شیخ در 2 بخش کم عیار و پر عیار (دید به سمت شمال).



شکل 3-18- تصویر سه بعدی از شکل ذخیره پتاس در کانسار گری شیخ در 2 بخش کم عیار و پر عیار (دید به سمت شمال غرب).



شکل 3-19- چگونگی قرار گیری ذخیره پتاس گری شیخ در عمق (نسبت به سطح توپوگرافی) - دید به سمت جنوب.



شکل 3-20- چگونگی قرار گیری ذخیره پتاس گری شیخ در عمق (نسبت به سطح توپوگرافی) - دید به سمت غرب.

3-7- نتایج و ارزیابی اقتصادی اولیه

- پتاس ماده اولیه برای تهیه کودهای شیمیایی نوع پتاس است که در حال حاضر در داخل کشور تولید نمی شود، اگرچه ذخایر قابل توجهی تا کنون اکتشاف شده است.

- گنبدهای نمکی زاگرس به سبب محیط اولیه رسوبی مناسب خاستگاه قدیمی ترین نوع ذخایر پتاس هستند.

- پی جویی ها، مطالعات زمین شناسی معدنی و اکتشافات قبلی نشان می دهد که گنبد نمکی پل پتانسیل قابل توجهی برای اکتشاف ذخایر پتاس دارد.

- براساس داده های زمین شناسی ذخیره پتاس پل در یک افق چینه شناسی از سازند هرمز واقع شده و با طرح ساختاری مشخصی تحت تاثیر حد اقل دو نسل چین خوردگی قرار دارد.

- باتوجه به بازدیدهای سطحی، تعدادی رخنمون پتاس در سطح کوه نمک پل پراکنده است که گاهی دارای عیار قابل توجه هستند و راهنمای مناسبی برای اکتشافات تحت الارضی محسوب می شوند، برنامه حفاری طی پروژه پتاس سنگی گری شیخ براساس مطالعه و پی جویی یکی از همین رخنمون ها طراحی و اجرا گردید.

- شرایط توپوگرافی کوه نمک و ساختمان پتاس به گونه ای است که استخراج به روش شورآبه ای بهترین روش به نظر می رسد.

- ترکیب کانی شناسی ذخیره پتاس کوه نمک پل به گونه ای است که امکان فرآوری با روش های متداول و اقتصادی وجود دارد.

- در حال حاضر قیمت هر تن پتاس با بیش از 60 درصد اکسید پتاسیم برابر 230 دلار در بازارهای آمریکا است و حد اقل قیمت برای ارسال به اروپا معادل 170 دلار گزارش شده و از طرفی ایران وارد کننده این محصول است و با توجه به اینکه امکان استخراج و استحصال آن وجود دارد لذا اجرای برنامه های استخراج آزمایشی، مطالعات پایلوت و اکتشاف تکمیلی ضروری است. البته پس از استخراج آزمایشی و فرآوری نمونه حجیم (Bulk) می توان در مورد ارزش اقتصادی نهایی اظهار نظر کرد. اما براساس ذخیره قطعی تعیین شده و با توجه به اینکه احتمال دارد به علت انحلال پتاس توسط شورآبه حفاری عیار بدست آمده کمتر از حد واقعی نمود یافته باشد (عیار در رخنمون ها بسیار بیشتر است) و با توجه به قیمت متوسط 200 دلار



گزارش نهایی
پروژه اکتشاف پتاس سنگی گری شیخ - کنبد نمکی پل (استان هرمزگان)



سازمان زمین شناسی و اکتشاف
معدنی کشور

فصل سوم - اکتشافات عمومی

برای هر تن محصول با حد اقل 60 درصد اکسید پتاسیم ارزش اقتصادی ذخیره اکتشاف شده به هفت میلیون دلار آمریکایی رسد. این رقم در مقایسه با ذخیره اکتشاف شده در شرق کوه نمک پل کمتر است اما با توجه به فاصله بسیار ناچیز ذخیره گری شیخ با ذخیره شرق کوه نمک، مطالعات فرآوری، در مقیاس آزمایشگاهی (و در صورت لزوم پایلوت) و طراحی و استخراج را می توان بعنوان گام های بعدی اکتشاف معرفی و پیشنهاد نمود.



منابع

- انگلیسی

Alavi, M., 2004, Regional stratigraphy of the Zagros Fold-Thrust belt of Iran and its proforeland evolution. American Journal of Science, Vol. 304.

Jackson, M.P.A., Cornelius, R.R., Craig, C.H., Gansser, A., Stocklin, J., Talbot, C.J., 1990, Salt Diapirs of the Great Kavir, central Iran. Geological Society of America.

Talbot, C.J., & Alavi, M., 1996, The Past of a Future Syntaxis Across the Zagros. Geological Society of London, Special Publication No. 100, 89-109.

Talbot, C.J., 2001, Reconnaissance of Sar Pohl, Southern Iran, 3-6 February 2001. Unpublished Report to the Potash Exploration Project, Geological Survey of Iran, Tehran.

Talbot, C.J., 2002, Potash Known on Sar Pohl by May 2002. Unpublished Report to the Potash Exploration Project, Geological Survey of Iran.

Farhadi, R., 2000, An Introduction to potash exploration in Iran. www.ngdir.ir

Farhadi, R., Christopher, J., Talbot, 2005, The Structure of Potash and Salt on Diapir Pol, Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. [Improved Understanding of Plays Related to Salt and Shale Tectonics II 2005 AAPG International Conference and Exhibition \(September 11-14, 2005\) Technical Program](#)

Farhadi, R., 2005, A 3-D Image of Iljaq Salt Structure, South of Alborz Belt, Iran. [Improved Understanding of Plays Related to Salt and Shale Tectonics II 2005 AAPG International Conference and Exhibition \(September 11-14, 2005\) Technical Program](#)

- فارسی

- سیاره، علیرضا؛ فنودی، محمد؛ ایرانپور، پرویز؛ 1372؛ گزارش عملکرد اکتشاف مقدماتی پتاس در گنبد نمکی پهل. طرح پی جویی سراسری پتاس، سازمان زمین شناسی.
- شرکت زمین شناسی معدنی پارس شهرو؛ 1385؛ گزارش اکتشاف پتاس در گنبد نمکی خورگو؛ استان هرمزگان.
- فرهادی، رضا؛ 1378؛ پروژه پی جویی ذخایر پتاس در شمال غرب کشور (ورقه های تکاب و میانه). طرح پی جویی و اکتشاف ذخایر معدنی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- فرهادی، رضا؛ 1380؛ پروژه اکتشاف پتاس سنگی ایلجاق. طرح اکتشاف سراسری، سازمان زمین شناسی.
- فرهادی، رضا؛ 1381؛ پروژه اکتشاف سطحی پتاس در گنبد نمکی پل. طرح اکتشافات سراسری، سازمان زمین شناسی.
- فرهادی، رضا؛ جهانگیری، حجت الله؛ 1382؛ اکتشاف مقدماتی پتاس در پنج مورد از گنبد های نمکی زاگرس. طرح اکتشافات سراسری، سازمان زمین شناسی.
- فرهادی، رضا؛ 1383؛ پروژه اکتشاف تحت الارضی پتاس در گنبد نمکی پل. طرح اکتشافات سراسری، سازمان زمین شناسی.
- گزارش منتشر نشده.