

جمهوری اسلامی ایران
وزارت معادن و فلزات
اداره کل معادن و فلزات استان زنجان

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

پتانسیل یابی کانیهای بر (بورات)
در منطقه قره گل - میانج

مرحله اول

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور
تاریخ: ۹-۱۲-۲۲
شماره ثبت: ۸۵۵۹۹

مجری: آقای مهندس علی نظری
مشاور: مهندسین مشاور چکان

سال ۱۳۷۵

صفحه	فهرست
۱	مقدمه
۳	تشکر و قدردانی
۴	نمک‌های صنعتی در دنیا
۴	نمک‌طعام
۲۲	گربنات سدیم
۳۰	سولفات سدیم
۳۸	کانیهای پتاسیم
۵۸	بوراتها
۷۱	نیتراتها
۷۴	برومین
۸۰	ید
۸۶	معدن بر قره گل
۸۹	بر میانج
۹۱	روش پی جوشی و اکتشاف کانیهای بور

۳- مرحله کار روی زمین برای انجام عملیات محرائی

۴- مرحله مطالعات آزمایشگاهی و تهیه گزارش و نقشه های مربوطه

بامطالعه و بررسی درمورد معدن و اندیس های موجود بردراستان زنجان واقع در نقشه زمین شناسی تکاب (برگ 16-38-NJ) و زنجان (برگ 13-39-NJ) مشخص گردید این نقاط همگی در رسوبات میوسن و پلیوسن واقع شده اند لذا ابتدا نقشه رسوبات و رخنمونهای میوسن پلیوسن و پلیوکواترنری باتوجه به نقشه های سازمان زمین شناسی کشور تهیه گردید تا گسترش و حجم کار جهت آینده روشن گردد.

پس باتوجه به اطلاعات موجود و بررسیهای لازم مشخص گردید در حال حاضر فقط در ۳ محل قره گل ، قره آغاچ - میانج کانیهای برتظاردارند که تنها در دو محل قره گل و میانج بر و بعضی از املاح تبخیری در حال بهره برداری بوده و در قره آغاچ تنها اثری از بر دیده می شود و در سایر مناطق مانند ده ابراهیم آباد - ده باغچه تپه ، ده سیدلر ، ده اند آباد، ده مغانلو ، ده دوزکندی ، ده گیلاجک، ده قلعه جوق سیاه منمور ، ده چتاز، ده کهریز ، ده حاجی قشلاق ، ده شهرک ، غربده حلب، شمال ماهنشان ، شمال ده نوروزآباد جنوب غربده شکر بلاغی ، غربده شکر بلاغی که اغلب دارای معادن و کانسارهای از انواع املاح تبخیری هستند مناطقی است که باید مورد بررسی و کاوش های اکتشافی قرار بگیرند در ضمن تاکنون مشخص گردیده جایگزینی کانسارهای برقره گل و میانج و اندیس معدنی قره آغاچ هر سه در امتداد زون های گسلی با امتداد شمالشرقی - جنوبغربی است. الگوی اکتشافی با توجه به موارد جداکردن سازند ها و لیتولوژی مشابه معادن موجود و مسائل تکتونیکی و ساختاری آنها تهیه و تعیین گردیده است .

جهت آشنائی بیشتر و الگو برداری پس از ذکر مطالب عمومی و آشنائی با نمک های صنعتی معادن بر قره گل ، میانج و اندیس قره آغاچ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار میگیرد.

نمک‌های صنعتی در دنیا:

نمک‌ها حجم بزرگی از تجارت مواد معدنی را بخود اختصاص داده‌اند و وضعیت معادن بزرگ و تولید کنندگان عمده و کاربرد نمک‌ها در ادامه شرح داده میشود.

نمک:

نمک معمولی قسمتی از تاریخ انسان را تشکیل میدهد. هومر آنرا Divine نامید که به معنی "خدایی" میباشد. پلاتو آنرا "ماده ای عزیز در نظر خدایان" نامید. بزرگراه اصلی روم نیز، "Via salaria" یا "جاده نمک" نام داشت. مارکوپولو نیز ذکری از سکه های نمک که به عنوان مهرخان بزرگ "Cathay" استفاده می شد، نموده است.

بدن انسان حاوی تقریباً ۸ اونس نمک بوده که برای زنده ماندن ضروری میباشد. قبل از پیدایش سیستم خنک سازی، نمک بمورت یک نگاهدارنده و حایض مواد غذایی، مدت زمان سالم ماندن مواد غذایی را افزایش داد. نمک قدیمی ترین محصول معدنی دنیا است که بطور پیوسته از عصر آهن (هزار سال قبل از میلاد) تاکنون در حال بهره برداری بوده است (معدن "Hallstatt" که در نزدیکی "Salzburg" یا "شهر نمک" در اتریش قرار دارد).

کاربردها:

نمک بیشتر در هنگام صرف غذا به چشم میخورد، اما تنها یک نسبت بسیار بسیار کوچک از آن برای مصرف بدن انسان استفاده میشود. بین یک دوم تا دو سوم بهره برداری نمک، برای تولید بسیار زیاد مواد شیمیایی کلر و سدیم، در صنعت شیمی بکار میرود که این محصولات به نوبه خود برای آماده سازی چندین هزار محصول مختلف از مابون تا DDT بکار میروند. بنیانهای اصلی شیمیایی، کلر و سود سوزآور (هیدروکسید سدیم) میباشد که با استفاده از تجزیه الکتریکی آب نمک جدا شده اند. نمک همراه با آهنک برای تولید سودا اش (کربنات سدیم) در فرآیند "Solway" بکار میرود. نمک همراه با اسید

سولفوریک، برای تولید اسید کلریدریک و Salt cake بکار میرود، در آب و هوای سرد زمستانی (مثلاً در شمال شرقی ایالات متحده آمریکا و شرق کانادا)، نمک به عنوان یک ضد یخ در روی جاده ها ریخته میشود. نمک به عنوان نگاهدارنده مواد غذایی و همچنین در مجموعه متنوعی از دیگر کاربردها از تولید منوجات تا تولید مواد رنگی بکار میرود.

پیدایش و منشأ

کلرید سدیم (NaCl) بصورت کانی هالیت (نمک طعام) به شکل جامد ظاهر میشود. این کانی، بیرنگ تا سفید یا خاکستری بوده و در سیستم مکعبی متبلور میشود و در صورت خلوص از ۲۹/۳۴ درصد Na و ۶۰/۶۶ درصد Cl₂ تشکیل شده است. هالیت حداقل ۹۵ درصد سنگ نمک را تشکیل میدهد. ناخالصی ها (در صورت وجود) عمدتاً از انهدریت تشکیل شده است. نمک همراه با دیگر سنگهای رسوبی مخصوصاً "انهیدریت، شیل و دولومیت بصورت لایه ای تشکیل میشود.

نمک همچنین در توده هایی که با عنوان "گنبد نمک" معروف است یافت میشود. نمک یا بوسیله معدنکاری (عموماً از نوع room-and-pillar) و یا بوسیله brining با پمپ کردن آب در چاههای حفر شده در نمک و تبخیر شورابه مصنوعی حاصله که به سطح منتقل شده است، بازیابی میشود. تبخیر تحت مکش انجام گرفته و محمول "نمک Vacuum (خلأ)" نامیده میشود. آب دریا و آب دریاچه های شور، منابع نمک خورشیدی میباشد که توسط تبخیر در حوضچه های مصنوعی کم عمق تولید میشود. آبهای "دریاچه عظیم نمک" Utah و دریاچه های مشابه و آبهای شور دریاچه Searles و دیگر دریاچه های نمک در جریان فرآیند شیمیایی قرار میگیرند، مخصوصاً برای دیگر ترکیبات این مطلب در مورد آبهای شور طبیعی عمیق زیرزمینی نیز صدق میکند.

مبدأ رسوبات نمک یک معمای قدیمی است که پاسخ آن علی رغم فلسفه بافی وسیع، هنوز مشخص نمیشود. نظر مطلق اینست که فرآیند اطلی، تبخیر بوده است. تصور میشود که حوضه ای رسوبی بصورت یک حوضه عظیم نمک عمل کرده است بطوریکه تحت نور شدید خورشید برای دوره های طولانی و بخار شدن آب، حجم

پرمین جنوب غربی آمریکا، حوضه نمک Gulf coast کاست آمریکا که در اعماق دفن شده است. حوضه Lvilliston کانادای غربی و حوضه پرمین zechstein شمال غربی اروپا میباشد. بنابراین، این ذخایر عظیم بوده و تنها ذخایری که نسبتاً کم عمق بوده و در نزدیکی بازار فروش قرار داشته باشند مورد استفاده قرار میگیرند.

در مورد یک سیکل رسوبی میتوان اطمینان داشت که بیشتر رسوبات در نزدیکی یکدیگر خواهند ماند، اما در مورد نمک اینگونه نیست زیرا نمک دارای شبکه کریستالی ضعیفی است و در پوسته زمین دارای تحرک زیاد میباشد. اگر نیروهای فشاری لایه ها را در قسمتی که حاوی نمک میباشد تحت فشار قرار داده و شکل آنها را تغییر دهند، نمک بداخل مناطقی جاری خواهد شد که دارای فشار کمتری هستند. این فرآیند تشکیل تاقیدیهایی با مغزه هایی از طبقات ضخیم شده نمک را داده است مانند: منطقه ای در اطراف Monterrey در شمال شرقی مکزیک و حوضه Pavadoy بوتای آمریکا. نوع دوم تغییر شکل در جایی صورت میگیرد که یک طبقه ضخیم نمک توسط چندین هزار فوت از رسوبات دفن شده باشد. فشار ممکن است برآمدگیهایی به سمت بالا تشکیل داده و یا در لایه های بالاتر رخنه کند و ستونهای عظیم نمکی را تشکیل دهد که با عنوان گنبد نمک شناخته شده هستند. این نمونه هادر گلف کاست آمریکا و در حوضه zechstein آلمان دیده میشود. نمک با یک جریان جامد حرکت میکند (مانند کوههای یخی). تصور میرود که افزایش حجم (به طرف بالا) به طور متناوب صورت گیرد. در چندین گنبد، قسمت بالایی ستونهای نمک به سطح زمین رسیده است، اما معمولاً ارتفاع قسمت بالای این ستونها تا سطح زمین بین چند صد تا چند هزار پا (فوت) میباشد. بعضی از گنبدهای نمک آنقدر به سطح زمین نزدیک میشوند که قابل معدنکاری هستند. قسمت بالایی ستونهای نمک با باقیمانده ای از گچ نسبتاً غیر قابل حل و آهک متخلخل پوشیده شده است و بعضی نیز حاوی سولفور میباشد.

تولید:

کانسارهای نمکی در سرتاسر نقشه جغرافیایی پراکنده اند. کانسارهای تجاری مهم در سیلورین شمال شرقی آمریکای شمالی، دونین غرب کانادا (یک منبع عمده پتاس)، پرمین اتحاد جماهیر شوروی، اروپای غربی، منطقه مرکزی آمریکای شمالی، ژوراسیک گلف کاست Gulf coast ایالات متحده و میوسن خاور میانه یافت میشوند. کشورهای تولیدکننده مهم در جدول ۱ ذکر شده اند.

Table 1 World production of salt

('000tons)(1981)

USA	
rock salt	10,769
salt in brine	18,901
evaporated salt	5,625
China	18,325
USSR	14,600
W.Germany	8,211
rock salt	836
brine salt	4,461
India	7,254
Mexico	7,003
Canada	
rock salt	4,419
brines	2,512
UK	
rock salt	1350
brine salt	1,454
salt brine	3,915
Romania	5,003
France	
rock salt	293
salt in brine	3,870
sea salt	1,376
Australia	5,300
Italy	
rock/brine salt	3,600
sea salt	1,270
Poland	4,273
Brazil	
rock salt	803
sea salt	3,202
Spain	
rock salt	2,404
sea salt/other	1,202
Netherlands	3,578
E.Germany	3,111
Total	148,923

Source: Institute of Geological Sciences, London

ایالات متحده آمریکا:

کانسارهای سنگ نمک درنیمی از پنجاه ایالت آمریکا شناخته شده اند. این شامل نمونه هایی از سیلورین تاترسیری میباشد که بعضی از آنها مانند حوضه سیلورین "Salina" شمال شرق، حوضه پرمین-ژوراسیک "گلف کاست" و حوضه پرمین جنوب غربی و مرکزی ایالات متحده نمونه هایی از بزرگترین توده های نمک شناخته

شده در جهان میباشد. در ۱۹۸۲، ۴۶ کمپانی تعداد ۸۷ کارخانه تولید نمک را در ۱۶ ایالت دایر نمودند. در همین سال ۸۰ کمپانی بیش از یک میلیون تن Short در سال فروختند و یابکار بردند که شامل ۴۷ درصد کل نمک ایالات متحده میباشد. ۳۷/۹ میلیون تن نمک فروخته شده و یا استفاده شده در ایالات متحده شامل ۴۸ درصد آب شور (یا از آب شور طبیعی و یا آب شور تولید شده بوسیله روش انحلال سنگ نمک)، ۳۶ درصد سنگ نمک، ۱۰ درصد نمک open-pan و Vacuum-pan (نمک Open pan نوعی نمک است (flake) که برای تولید مواد غذایی مانند پنیر یا بیسکویت تولید میشود) و ۶ درصد نمک خورشیدی میباشد. ایالات اصلی تولیدکننده در آمریکا به ترتیب اهمیت تجاری عبارتند از: لوئیزیانا، تگزاس، نیویورک، اوهایو، میشیگان و کانزاس.

گلف کاست ایالات متحده :

منطقه ای به وسعت تقریباً ۱۱۵،۰۰۰ مایل مربع که از آلاباما به سمت شرق (آرکانزاس جنوبی و تگزاس) و جنوب (درخلیج مکزیک) گسترش دارد، حوضه گلف کاست را تشکیل میدهد. مقطع چینه شناسی در طول مرز شمالی آرکانزاس جنوبی حدود ۴۰۰۰ پا ضخامت دارد که به سمت لوئیزیانا جنوبی و ساحل سربا تا ۶۰۰۰ پا افزایش می یابد. امتداد ناحیه ای تقریباً "موازی با خط ساحلی میباشد. لایه های کرتاسه در شمال، مرز لایه های متوالی و جوانتر سنوزوئیک (اتوسن تا پلیوستوسن) بارسوبات ناحیه خلیج است. رسوبات هلوسن و کوارترنری، رسوبات رودخانه ای - دلتایی میباشد.

تنهادر منطقه ساحلی بیش از ۲۶۰ گنبد نمک شناخته شده است. وجود گنبدها در کوبا، منطقه وراکروز - تاباسکوی مکزیک و سیگزی دیپ درخلیج مکزیک (جانسون و گونزال، ۱۹۸۷) نیز گزارش شده است. کمر بالای Louann salt (طبقه ای که گنبدها از آن برخاسته اند) در عمقی بیش از ۴۰،۰۰۰ پا قرار دارد و سن آن ژوراسیک تعیین شده است.

لوئیزیانا و تگزاس تولید کننده های شماره ۱ و ۲ ایالات متحده میباشد.

بیشتر تولید از گنبد های نمک بدست می آید (یا بوسیله روش اتاق - پایه و یا روش انحلالی). مهمترین منطقه برای تولید نمک، حوضه های ساحلی لوئیزیانا و تگزاس میباشد که دارای ۱۴۳ گنبد شناخته شده میباشد. گنبدهایی که معادن سنگ نمک در آنها فعال هستند عبارتند از : جزیره آوری، جزیره بل ، جزیره لت بلنچ و جزایر ویکس و هالکی عملیات استخراج شورابه در : la butte ، Chacahoula, Bryan Mound, Blue Ridge, Bayou Chac, Barbers hill, Anse Stratton ridge , Stacks , Sorrento, Pierce Jun, Napoleonville, Darrow, ، معادن سولفور Hackbeny غربی فعال میباشد .

در حوضه شمال شرقی تگزاس، نمک از معدنی در گنبد Grand saline تولید میشود. از ۷۷ گنبد واقع در حوضه می سی سی پی ، تنها دو مورد برای نمک بهره برداری شده اند . اینها عملیات استخراج شورابه در گنبد کم عمق McIntosh، آلاباما و یک معدن سنگ نمک واقع در گنبد Bruinshburg بوده اند. در حوضه جنوبی تگزاس معدنی وجود نداشته اما یک حوضه شورابه در گنبد پلانگانا (جانسون و گوانزالز ۱۹۸۷ و ستیک، ۱۹۸۳) فعال میباشد .

ذخایر نمک در منطقه گلف کاست بسیار زیاد میباشد. مطالعات مربوط به ۲۳ گنبد تجاری ، وجود حدوداً ۲۱۰۴ مایل مکعب نمک را در عمق ۲ مایلی (یا ۵۱۷ بیلیون تن در راندمان ۵۰ درصد) تأیید میکند .

شمال شرقی ایالات متحده :

دو حوضه ساختمانی روسوبی در زیر قسمت وسیعی از این ناحیه وجود دارد که عبارتند از : حوضه میشیگان و حوضه پالاش. این دو حوضه توسط Chatham Sag بهم وصل شده اند. مشخصه حوضه میشیگان اینست که دارای سنگهای روسوبی مرتبی است که شیب ملایمی به سوی مرکز دارند. عمیقترین قسمت حوضه در زیر میشیگان جنوبی حاوی ۱۶۰۰۰ پا سنگ روسوبی (در بالای سنگ بستر پرکامبرین) میباشد. این توالی روسوبی بین کامبرین و ژوراسیک متغیر میباشد .

سنگ نمک در گروه "Salina" (سیلورین بالایی) چشمگیر بوده و از

اهمیت برخوردار است. این گروه به هفت واحد تقسیم شده است (A تا G به ترتیب صعودی) A, B, D, F و حاوی طبقات ضخیم نمک میباشد که دارای لایه های دولومیت و شیل دولومیتی نیز میباشد. این واحدها توسط جانسون و گونزالز در ۱۹۷۸ تشریح شده اند. نمک salina در قسمت مرکزی حوضه، ضخامتی معادل با ۲۰۰۰ پا می یابد که به سمت حاشیه ها، از این ضخامت کاسته میشود. عمق قسمت بالای نمک حدوداً "بین ۶۰۰۰ پا (در مرکز) تا ۵۰۰ پا (در حاشیه ها) تغییر مینماید. این یکی از عظیم ترین توده های انباشته نمک در جهان میباشد (پیرس و ریک، ۱۹۶۲، ولفاند، ۱۹۶۹).

گروه " رودخانه دیترویت " (دونین میانی) نیز دارای نمک تجاری همراه با گچ و کربناتهای بین لایه ای میباشد. طبقات نمک این گروه (که جوانترین طبقات حوضه میشیگان میباشد) دارای ضخامتی معادل ۲۰۰ تا ۴۵۰ پا در بیشتر قسمت شمالی حوضه (یعنی در جایی که طبقات در عمق بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ پا نسبت به سطح قرار دارند) میباشد. گروه " رودخانه دیترویت " همچنین شامل ماسه سنگهای Filer, Sylvania که نقش سنگ مخزن را برای بهره برداری از شورابه حاوی منیزیم و برومین بازی میکنند. نمک در ایالت های Wayne, Muskegon و Midland, st. clair از نمک گروه Salina واحدهای F, B و همچنین از گروه " رودخانه دیترویت " ایالت Manistee متمایز است. در این ایالتها عملیات بهره برداری از چاه آب شور (brine-well) میباشد، البته بجز کمپانی بین المللی نمک معدن دیترویت در ایالت Wayne. این معدن نمک را از دو طبقه در واحد F (یکی به ضخامت ۲۰ پا و دیگری به ضخامت ۳۰ پا) استخراج می نماید (جانسون و گونزالز، ۱۹۷۸).

قسمت نمکدار حوضه آپالاش از جنوب نیویورک و وسط پنسیلوانیا تا "وست ویرجینیای " شمالی و اوهایوی شرقی گسترش دارد. این حوضه مثلثی شکل شامل رسوباتی است که ضخامت آن به سمت جنوب شرقی تا ۲۳۰۰۰ پا افزای می یابد. ضخامت طبقات نمک از حد تا دو است لوت (در قسمت شمالی حوضه) تا بیش از ۴۵۰

پا (در جنوب مرکزی نیویورک و شمال مرکزی پنسیلوانیا) افزایش می یابد. واحدهای B, D, E, F بخشهای فرعی در حوضه میشیگان شناخته شده اند. طبقات دارای شیب آرامی به سمت جنوب شرقی (همراه با کمی بهم ریختگی تکتونیک) میباشد.

گروه Salina در نیویورک توسط "سازند نمک Syracuse" نشان داده میشود که شامل ۶ طبقه اصلی نمک میباشد و دارای ضخامت حداکثر ۹۰۰ پا در نزدیکی Syracuse میباشد. این طبقات با آهک و شیل بطور بین لایه میباشد. عمق نمک از ۵۲۴ پا (در قسمت شمالی حوضه) تا ۴۵۰۰ پا (در جنوب) افزایش می یابد. کمر بالای واحدهای قابل کار در عمق بین ۶۰۰ تا ۱۸۰۰ پا نسبت به سطح قرار دارد. تولید تجاری در ایالات Wyoming, Tompkins, Schuyler, Livingston (در طرف شمالی حوضه و در جنوب دریاچه Ontario) انجام میگردد.

نمک در زیر ۹۰۰ مایل مربع شرقی و شمال شرقی اوهایو وجود دارد و شبیهی به سمت جنوب شرق دارد بطوریکه سطح بالای آن دارای عمقی معادل ۱۲۵۰-۱۲۵۷ پا در Sheffield واقع در ایالت Lorain، ۲۲۶۰ پا در Barberton، ۶۲۲۰ پا در ایالت Marshall واقع در وست ویرجینیا میباشد. در اینجا تعداد ۴ طبقه نمک در میان توالی ضخیمی از آهک و دولومیت وجود دارد که هریک دارای ضخامت حداکثر ۴۰۰ پامیباشد. در عملیاتی که در نزدیکی Akron, Barberton, Rittman صورت میگردد. روش معدنکاری "Solution" بکار گرفته میشود. معدنکاری زیرزمینی در جزیره Whiskey در نزدیکی Fairport harbor, Cleveland انجام میشود.

در "وست ویرجینیا"، نمک Salina در عمق بیش از ۶۰۰۰ پایی نسبت به سطح وجود دارد. روش معدنکاری "Solution" در (Sisterville در نزدیکی Moundsville و New Martinsville) بکار گرفته میشود. علیرغم اینکه نمک در زیر نیمی از ایالت پنسیلوانیا وجود دارد، این ایالت یک تولید کننده تجاری نمک نمی باشد.

جنوب مرکزی ایالات متحده :

طبقات نمکی متعلق به عهد پرمین در زیر ناحیه عظیمی که از کانزاس مرکزی به سمت جنوب غربی یعنی از میان اوکلاهما و تگزاس غربی تا جنوب شرقی نیومکزیکو گسترش دارد، وجود دارد. طبقات نمکی در یک سری حوضه هایی ظاهر شده اند که توسط برجستگیهای دفن شده جدا شده اند. ته نشین شدن نمک در زمان پرمین پیشین در کانزاس و شمال غرب اوکلاهما و با پیشروی بعدی (در زمان لئوناردو گواد لوب) در سرتاسر پانهاندل تگزاس انجام گرفت و در پرمین پسین (ochoa) در حوضه پرمین تگزاس غربی و جنوب شرقی نیومکزیکو به حداکثر خود رسید. نمک در کانزاس که ششمین ایالت تولید کننده میباشد، از نمک Hutchinson (واحدی از سری لئونارد پیشین) در عمق بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ پا بدست می آید. تولید در اطراف Hutchinson (در جنوب مرکزی این ایالت متمرکز شده است.

نمک در اوکلاهما و تگزاس نیز تولید میشود. رسوبات اوکلاهما همراه با گچ میباشد سازند Salado در جنوب شرقی نیومکزیکو (پرمین پسین) شامل طبقات کربنات پتاسیم میباشد.

غرب ایالات متحده :

در حوضه Paradox جنوب غربی کلرادو و جنوب شرقی یوتا، نمکهای گوناگونی در Paradox member سازند Hermosa پنسیلوانیا ظاهر شده اند. این نمکها عموماً "دریک توالی سیکلی روی داده اند که شامل نمکهای پتاسیم، هالیت، انهدریت، دولومیت و شیل سیاه میباشد. سنگ نمک در طبقات ضخیم و منفزه های نمک تاقدیمها وجود دارد. نمک در نزدیکی Paradox (در ایالت Montrose در کلرادو) تولید میشود اما پتانسیل تجاری عمده در طبقات کربنات پتاسیم وجود دارد. دریاچه بزرگ نمک در یوتا یکی از منابع نمک میباشد. در داکوتای شمالی (در Williston واقع در حوضه Williston)

روش معدنکاری Solution بکار میرود. در کالیفرنیا، نمک از دریا ویا دریاچه های شور مشتق میشود.

کانادا: (Ontario)

حدود ۷۵ درصد از تولید نمک کانادا از سازند Salina ی سیلورین در جنوب غربی (Ontario) مشتق میشود. طبقات واقع در مناطق Sarnia-Goderich, Windsor قسمتی از دامنه حوضه میشیگان را تشکیل میدهند در صورتیکه طبقات منطقه Chatham میتوانند امتداد غربی حوضه آپالاش باشند. سازند salina بصورت نواری به پهنای ۵ تا ۱۶ مایل که از Southampton تا Lake Huron به سمت جنوب شرقی و از میان Kitchener و Brantford) و سپس به طرف رود نیاگارا (مشرق) گسترش دارد، آشکار است. این سازند را میتوان به هفت واحد لیتولوژی (A تا G) تقسیم نمود. طبقات نمک در واحدهای A2 و F ظاهر شده و تماماً " B و D را تشکیل میدهند. طبقات نمک بالائی که شامل واحدهای B و D و قسمتی از F میباشد، از نظر تجاری جزو مهمترین میباشد.

در زیریک منطقه ۱۰۵ مایل مربعی در اطراف شهر Windsor (در نزدیکی ویترویت وی در آنسوی مرز) ، نمک Salina ی بالائی قرار دارد. حداکثر ضخامت آن در طول رود دیترویت در جنوب Windsor ۳۰۰ پا میباشد. طبقات حاوی ۳۰۰۰۰ تن نمک میباشد، تولید توسط کمپانی کانادایی نمک (Ltd's Ojibway mine) و استخراج شورابه انجام میگردد.

این کانسار توسط منطقه ای خالی از نمک از کانسارهای Sarnia-Goderich در شمال، جدا شده است. این کانسارها که در زیر سطحی معادل ۳۰۰ مایل مربع قرار دارند شامل واحدهای A2, B, D و میباشد. طبقات به سمت شرق Sarnia نازک میشوند. بیش از ۵۵۰ پا نمک بالائی و ۱۴۰ پانمک پائینی (A2) ، ضخامت کل ۷۰۰ پا نمک را تشکیل میدهند. ذخیره کل نمک ۲,۰۰۰,۰۰۰ تن برآورد شده است. (Hewitt, ۱۹۶۲). معدن زیرزمینی Domtar chemical Ltd's واقع در Goderich تولیدش را به ۳/۲ تن در سال افزایش داد.

ایالات Quebec و Maritime :

در ایالات Maritime و قسمتهایی از Quebec ، گروه Windsor (کربنیفر پائینی) برای نمک، کربنات پتاسیم و گچ بهره برداری میشود.

کانسارهای بزرگ نمک در گروه Windsor در Nova Scotia شرقی و مرکزی رخ داده اند. در Pugwash (ایالت Cumberland) یک نوار کمربندی به طول ۳/۵ و به عرض ۵/۵ مایل که بطور متقاطع با تاقدیس Pugwash قرار گرفته است، حاوی طبقات ضخیم نمک میباشد. کمپانی کانادایی نمک (LTD) معدنی نمکی را در یک کلابه ۲۰ پاییی در عمق ۶۳۰ پا (Pearson, 1963) اداره میکنند. بخش نمک Sifto از گروه Domtar Chemicals در حال استخراج شورابه در Nappan و همچنین در ایالت Cumberland میباشد.

در Quebec ، معدنکاری نمک توسط کمپانی Seleine (SOQUEM) در Madeleine Archipelogo در خلیج St. Lawrence انجام میگردد. این گروه که شامل ۱۵ جزیره میباشد در روی Magdalen shelf در عمیقترین حوضه کربنیفر Maritime (بیش از ۲۷۰۰۰ پا ضخامت رسوبات) قرار گرفته است. نمک قسمتی از توالی تبخیری Windsor بوده که تصور می رود منطقه ۴۰۰۰ مایل مربعی را بالا آورده باشد.

جزایر ترکیبی از دو سازند میباشدند: Havre-aux-maisons و Cap-aux-meules جوانتر، که اولی حاوی رسوبات تبخیر و آواری با پوششی آتشفشانی یا انهدریتی میباشد. سازند Cap-aux-meules که اساساً از رسوبات قرمز است بصورت دگرشیب یا کنتاکت گسله با سازند زیرین خود قرارداد دارد. در شمال، طبقات نمک و واحدهای پتاس دار همراه در داخل سازند Havre-aux-maisons ضخیم بوده و حاوی رس کم و غیر آتشفشان میباشد. در مناطق مرکزی و جنوبی، طبقات معادل، دارای کربنات پتاسیم کمی میباشد. جایجائی دیابیری که با چینه بندی کنترل شده است بر ساختمانهای تاقدیسی تاثیر گذارده است (در بعضی قسمتها) و بطور قابل توجهی بر ضخامت نمک افزوده است.

کانسارهای Rocher-aux-Dauphins و Grosse-Isle که شمالی ترین کانسارها از هفت کانسار شناخته شده میباشند در حال بهره برداری میباشند. مغزه های گرفته شده از Rocher-aux-Dauphins نشانگر ۴۰۰ پا NaCl پیوسته ۹۷ درصد و ۲۴۰ پا NaCl ۹۸/۱ درصد ، با ۴ بیلیون تن نمک است. نتایج در Grosse-Ile نشانگر ۴۵ بیلیون تن نمک در عمق ۳۰۰۰ پایی همراه با طبقات کربنات پتاسیم با ضخامت بیش از ۵ پا است (Carbonnean-1976D) معدنکاری نمک با روش "اتاق پایه " از ۱۹۸۳ شروع شد. قسمت عمده تولید برای de-icing استفاده میگردد.

مکزیک

قسمت عمده تولید تجاری نمک این کشور از دریاچه های شور و کمپلکسهای نمک Solar در Baja کالیفرنیا انجام میگردد. درصد کمی از تولید در امتداد حوضه پرمین در آنسوی مرز ایالت متحده (مخصوصاً مناطق Monterrey و Cuchillo parado انجام میگردد. نمک همراه با نفت، گاز و سولفور در حوضه نمک Isthmus واقع در Tehuantepec نیز تولید میگردد. این حوضه از Veracruz به سوی شمال تا Tabasco در طول دشت ساحلی (با طول ۱۷۰ مایل) امتداد داشته و ممکن است که به شبه جزیره Yucatan ادامه پیدا کند.

آلمان غربی

طبقات نمک در بیشتر قسمت های ستون زمین شناسی دیده میشود (جدول ۲) مخصوصاً در پرمین و تریاس. رسوبگذاری در پرمین با یکسری لایه های آواری ضخیم قرمز که Rotliegendes نام داد شروع شد. سپس، بدنبال آن Zechstein با ضخامت بیش از ۳۰۰۰ فوت که شامل تنوعی از کانیهای اقتصادی مانند سنگ نمک، نمکهای پتاسیم، گچ و Kupfezschifez (یکی از منابع مس) میباشد. تشکیل شد. Zechstein که بطور تفصیلی در قسمت کربنات پتاسیم شرح داده شد به چهار سیکل نمک تقسیم شده است که عبارتند از: (به ترتیب نزولی)

Z4	Aller	سری
Z3	Leine	سری
Z2	Stassfurt	سری
Z1	Werra	سری

Table 2 : german Salt formations

CENOZOIC

Quaternary

Alluvium

Pleistocene

Tertiary

Pliocene

Oligocene

Salt and potassium salts in the upper Rhine
River area

Eocene

Paleocene

MESOZOIC

Cretaceous

Jura

Malm salt in Munder marlin northwest
Germany

Dogger

Lias

Trias

Keuper

Salt in gypsum Keuper of western Germany

Muschelkalk

Salt in Middle Muschlealk of West Germany

Buntsandstein

Salt in Rot, north Germany

Salt in werfener Bedsof triassic Alps

PALEOZOIC

Permian

Zechstein

Salt and potassium salts in the Upper Zechstein of
central Germany

Rotliegendes

Salt in northwest Germany

Carboniferous

Devonian

Salt- water springs-East prussia

silurian

Source:Lefond,1969

نمک در بخشهای Werra و Hannover بهتر توسعه یافته است. در حوضه Werra، تنها سیکل دیده میشود که (از پائین به بالا) شامل ماسه های سفید در قاعده 'Kupferschiefer'، کربناتها و آهکریفی، انهدریت، ۹۰۰ فوت نمک با دو لایه کربنات پتاسیم و یک پوشش انهدریتی میباشد. در حوضه Hannover، Z1 دارای رخصاره شور نبوده اما دارای آهکریفی و دولومیت درحاشیه و کنگومرای 'Kupferschiefer' و انهدریت Werra میباشد. و اما Z2 دارای شیل و انهدریت در قاعده بوده و در زیر تقریباً " ۲۰۰۰ پا سنگ نمک Stassfurt، و پس اولین لایه کربنات پتاسیم Hannover که روی آن انهدریت یا سنگ نمک وجود دارد قرار گرفته است.

Z3 از نمک و انهدریت تشکیل شده است و Z4 از ۳۰۰ پا سنگ نمک Aller که در زیر Grenzanhydrit قرار گرفته است، تشکیل شده است. دفن شدن های بعدی و جابجایی های تکتونیکی گنبد های نمک را تشکیل داده است.

تولید نمک در شمال غربی آلمان عمدتاً " در سه معدن انجام میگردد که گنبد های نمک را استخراج می نمایند. نمک در طبقات پرمین در بخش Halle آلمان شرقی نیز معدنکاری میشود. در هلند، نمک در نزدیکی Hengelo در نزدیکی مرز آلمان و همچنین در منطقه Winschotten در شمال معدنکاری میشود.

در تریاس جنوب آلمان (جدول ۲)، 'Buntsandstein' عمدتاً " arenaceous یا argillaceous بوده که در طبقات بالائی (Rot) همراه با طبقات سنگ نمک و گچ میباشد. Muschelkalk که در بالای Buntsandstein قرار دارد، دارای محدوده های نمک در قسمتهای میانی میباشد، همانند قسمت میانی Keuper (که شامل گچ بین لایه ای میباشد). استخراج نمک Muschelkalk میانی در Heilbronn, shall, Stetten works, Bad Friedrich انجام میشود. شورابه (brines) معدن Berchtesganden در Badreichenhall مورد عمل قرار میگیرد. کل تولید آلمان بیش از ۱۴ میلیون تن در سال میباشد.

فرانسه و اسپانیا :

کانسارهای نمک در جنوب غربی فرانسه (بین لبه جنوبی حوضه Aquitaine و Pyrenees) معدنکاری میشود. در هسته تاقدیسهایی که امتداد آنها WNW میباشد، گنبد های نمک در بیش از ۲۱،۰۰۰ پا از طبقات تریاسی نمک دار و گچ دار همراه با آهک های ژوراسیک - کرتاسه نفوذ کرده اند. این نمک یک کارخانه نمک Vacuum را (۳۰ هزار تن در سال) در Dax و همچنین تولید سولفور از گاز ترش در Lacq را تامین می نماید. این منطقه همچنین مرکز تولید نمک خورشیدی نیز میباشد که ۲۰ درصد تولید نمک فرانسه را در بر میگیرد.

در لبه شرقی حوضه پاریس (در منطقه Lorraine) نمک در Muschelkalk میانی و Keuper (تریاس) ، در طبقات اولیگوسن ظاهر میشود. مرکز تولید در اطراف Nancy صورت میگیرد که در روی Keuper پیشین با ضخامت ۳۳ تا ۵۵ پا (که ضخیمتر و کم عمق تر از Muchelkolk میباشد) قرار دارد. استخراج عمدتاً بوسیله روش انحلال انجام میگیرد. در نزدیکی (Jura) France comte ، کانسارهای نمک که از نظر چینه شناسی معادل نمک Lorraine می باشند، در نزدیکی راه های تاقدیسه ها به چشم می خورند. در این کانسارها روش انحلال انجام میگیرد (توسط Cie, Solvay). در دره Rhine که در نزدیکی Mulhowe در دو طرف مرز آلمان و فرانسه قرار دارد، کانسارهای نمک اولیگوسن پیشین و ائوسن پسین ضخامتی معادل چند صد پا بدست می آورند. طبقات اولیگوسن حاوی کربنات پتاسیم تجاری میباشند و نمکی از تولیداتی است که بهنگام جدایش کربنات پتاسیم حاصل میشود.

اگر چه بیشتر نمک اسپانیا از حوضه های تبخیر خورشیدی بدست می آید، اما مقداری از آن نیز از طبقات زمان Keuper جدا میشود. نمک از چشمه های نمک تریاس در اسپانیای شرقی و در بخش torrelaveg استخراج میگردد. نمک تریاسی ساختمانهای دیابیری را در شمال شرقی اسپانیا تشکیل میدهد که یکی از منابع گچ ، کربنات پتاسیم و نمک میباشد.

انگلستان :

این کشور پنجمین تولید کننده نمک جهان بوده و در اروپای غربی ، مقام دوم را پس از آلمان غربی دارا میباشد . طبقات نمک این کشور نسبتاً وسیع میباشدمخوما" در zechstein پرمین بالائی و Keuper Marl تریاس بالائی . این سازندها در نواری پهن که بطورمورب از میان کشور یعنی از wales, Devon South در جنوب غربی واز میان Midlands تا ساحل Durham در شمال شرقی تا hancashire, shropshire, cheshire وادامه آن در مسیر شمال غرب امتداد دارد، دارای رخنمون میباشد .

کانسارهای تجاری نمک در مکانی وجود دارند که Keuper Marl در حوضه های رسوبی اصلی بخصوص در حوضه cheshire-Shropshire در شمال غرب انگلیس، ضخیم میشود . این حوضه نمک که ۹۰ درصد از تولید نمک انگلستان را در بر میگیرد، از Cheshire, Lymm به سمت جنوب تا Shrophshire شمالی امتداد دارد (۳۸ مایل) و حداکثر پهنای آن ۱۵ مایل میباشد . نمک در دو طبقه به چشم میخورد: طبقات Keuper saliferous بالائی و پائینی که توسط مادستونهای Keuper Marl میانی از هم جدا شده اند . طبقات نمکدار دارای ضخامتی بیش از ۱۷۵۰ پا بوده و مقدار متوسط نمک آنها ۷۰ درصد میباشد که ۴۰۰ هزارتن از ذخیره را تشکیل میدهد .

تولید تجاری (عمدتاً با بکار گیری روش انحلال) در اطراف Northwich و Windstord (از طبقات پائینی) و در نزدیکی Sandbach Middlewich (از طبقات بالائی) متمرکز شده است . تولید کننده های اصلی عبارتند از : solt Ltd (ICI) Imperial Chemical Industry Ltd , British

اتحاد جماهیر شوروی (USSR):

سن کانسارهای نمک این کشور از کامبرین پیشین تا نئوژن متغیر است اما بیشترین تمرکز به روی پرمین قرار دارد . مناطق تولیدی اصلی عبارتند از :

بخش Minsk در Byelorussion که شامل سنگهای دونین حوضه Dnieper-Don و فرورفتگی Pripyat، منطقه طبقات پرمین Solikomsk Berenzniki و Solletsک در حوضه Kama در شرق اورال، منطقه طبقات میوسن در اوکراین که نفت، گاز و سولفور نیز تولید میکنند، و حوضه کامپیرین زیرین پلاتنوم سبیری میباشد.

کربنات سدیم :

استخراج کربنات سدیم طبیعی یا بوسیله جدایش از شورابه (brine) مردابها و یا دریاچه های قلیایی و یا بوسیله معدنکاری طبقات کانی trona ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) صورت میگیرد. این کانی با جلائی خاکستری و یا سفید متمایل به زرد بوده که دارای سختی ۲/۵ تا ۳ و وزن مخصوص ۲/۱۸ میباشد. تولید در سطح زیاد منحصر به ایالات متحده (با ظرفیت ۱۰ میلیون تن در سال)، مکزیک (۳۰۰ هزارتن در سال) و کنیا (۲۰۰ هزارتن در سال) میباشد. trona به Na_2CO_3 تبدیل میشود. trona ی کلسینه شده با آب ترکیب میشود، مواد نامحلول جدا میشود و سپس محلول تبخیر میشود Na_2CO_3 به عنوان منبعی از Na_2O در صنعت شیشه سازی، در تولید مواد شیمیایی گوناگون سدیم، در تولید کاغذ و خمیر کاغذ و غیره بکار میرود. اگر چه تولید طبیعی از شورابه (brine) و کانی trona در حال کسب اهمیت است اما قسمت عمده Na_2CO_3 جهان توسط ۴۰ کارخانه Solvay در بیش از ۴۰ کشور تولید میگردد.

تهیه کننده های اصلی عبارتند از: اتحاد جماهیر شوروی (6m.tpa)، انگلستان، آلمان غربی، فرانسه، چین، بلغارستان و ژاپن (هریک: ۱/۲ تا ۱/۵ میلیون تن در سال). در فرآیند Solvay که در سال ۱۸۶۵ در بلژیک کشف شد، سدیم و کربنات موجود در دو ماده معمولی نمک و آهک در حضور کاتالیزور آمونیاک ترکیب میشوند.

کانیهایی که حاوی کربنات سدیم میباشد در جدول ۳ ذکر شده اند. امروزه trona تنها کانی مورد استفاده میباشد اما بعضی از کانیهای دیگر نیز ممکن است در آینده (در این زمینه) مفید واقع شوند.

Table 3 : Minerals containing Na₂CO₃

Mineral	%Na ₂ CO ₃ *
Trona Na ₂ CO ₃ .NaHCO ₃ .2H ₂ O	70,4
Thermonatrite Na ₂ CO ₃ .H ₂ O	85,5
Nahcolite NaHCO ₃	63,1
Bradleyite Na ₂ PO ₄ .MgCO ₃	47,1
Pirssonite Na ₂ CO ₃ .CaCO ₃ .2H ₂ O	43,8
Northupite Na ₂ CO ₃ .NaCl.MgCO ₃	40,6
Tychite 2MgCO ₃ .2Na ₂ CO ₃ .Na ₂ SO ₄	42,6
Natron Na ₂ CO ₃ .10H ₂ O	37,1
Dawsonite NaAl(CO ₃)(OH) ₂	35,8
Gaylussite NaCO ₃ .CaCO ₃ .5H ₂ O	35,8
Shortite Na ₂ CO ₃ .2CaCO ₃	34,6
Burkeite Na ₂ CO ₃ .2Na ₂ SO ₄	27,2
Hanksite 2Na ₂ CO ₃ .9Na ₂ SO ₄ .KCl	13,6

* Includes bicarbonate converted to carbonate.source:Kostick/1979

کانسارها:

ایالات متحده:

تادده ۱۹۶۰، Na₂CO₃ در آمریکا تقریباً " به کلی از کارخانه های Solvay در مناطق صنعتی شمال شرق گرفته میشد. اکنون این مسئله به کلی تغییر کرده است بطوریکه trona و ایومینگ و brine کالیفرنیا نیازهای کشور را در زمینه Na₂CO₃ تامین میکنند.

حوضه رود Green: (ایومینگ)

این حوضه که در جنوب غربی ایومینگ قرار دارد در حدود ۱۵۰ مایل از

محدوده رورانگی به طرف شرق تا برآمدگی Rowling گسترش دارد، در شمال بوسیله سلسله Gros ventre ، سلسله رود Wind و برآمدگی Sweetwater و در جنوب بوسیله کوههای Vinta محدود شده است. این حوضه در اثر فرو افتادگی در پالتوسن و ائوسن تشکیل شد که همراه با برآمدگی کوههای اطراف بود. فرسایش کوههای حوضه را با رسوبات دانه ریز سازند Wasalch تامین نمود که در روی آن یک سطح آبرفتی و سرانجام در ادامه پائین افتادگی یک دریاچه تشکیل شده است. در طول یک دوره چهارمیلیون ساله ، دریاچه Gosiute در اندازه و خصوصیت شیمیایی تغییر نموده ، رسوبات این دریاچه ، سازند رود Green را که مربوط به زمان ائوسن میباشد تشکیل میدهند.

پس از یک دوره رسوبگذاری شیل ، ماسه سنگ و آهک ، دریاچه Gosiute به یک دریاچه ۱۲،۵۰۰ مایل مربعی آب شیرین تبدیل گشت. که در آن طبقات شیل با مقدار مارن نهشته شده است. در پایان Tiptan ، اندازه دریاچه به نصف تقلیل یافت و جریانهای چرخشی ، محدود شد. در طول چند میلیون سال بعدی ، طبقات Wilkins peak انباشته شد که از آهک دولومیتی سفید تا خاکستری روشن، مادستون ، کمی شیل نفتی و تعدادی طبقات نمکدار که شامل trona میباشد تشکیل شده است.

در پایان Wilkins peak ، آب و هوا بار دیگر نمناک شد و اندازه دریاچه به ۱۵/۰۰۰ مایل مربع افزایش یافت و از شوری آن کاسته شد. در طول این زمان (مرحله ۲ میلیون ساله Laey) ، مارن ، آهک ، توف ، ماسه سنگ ، سیلتستون و شیل نفتی از رسوبات عمده بودند که همراه با خاکسترهای آتشفشانی حوضه دریاچه را پر نمودند. (Wolfbaver، 1971). فرورفتن بیشتر باعث دفن شدن سازند رود Green در زیر رسوبات ضخیم آبرفتی که به سازند Bridger معروف است شد.

بخش Wilkins Peak سازند رود Green شامل طبقات بی شماری از مارن ، شیل نفتی ، tron و هالیت که بطور بین لایه ای با ماسه سنگ ، سیلتستون و مادستون

وجود دارند، میباشد. این بخش شامل حداقل ۴۲ طبقه trona در عمق بین ۴۰۰ تا ۳۵۰۰ پایی (میباشد. طبقات اصلی که دارای ضخامت حداقل ۳ پا بوده و حداقل ۱۰۰ مایل مربع را می پوشانند با شماره های ا تا ۲۵ (به ترتیب صعودی چینه شناسی) شماره گذاری شده اند. طبقات trona انفرادی دارای ضخامت حداکثر ۳۲ پا بوده (طبقه ۱) و حداکثر ۸۵۰ مایل مربع را می پوشانند (طبقه ۱۷). طبقات trona از نظر چینه شناسی ساده میباشدند. بیشتر آنها دارای شیل خاکستری - سبز یا بخشهای مارنی میباشدند.

بنظر میرسد که ناخالصی ها بیشتر در بخشهای بالا وجود داشته باشند. ناخالصی ها علاوه بر شیل و مارن شامل شورتیت، هالیت، پیریت و بعضی کانیهای کمیاب مانند Searlesite, loughlinite, northupite میباشد.

توده های trona در حوضه رود Green منحصر بفرد بوده و یک ژئوشیمی خلاف قاعده را تشکیل میدهند. منطقی ترین ایده، مرتبط دانستن تمرکز سدیم، و فرآیندهای آتشفشانی میباشد. افزایش خاکستر که به سرعت در دریاچه Gosiute میریزد، ممکن است باعث شرکت دادن مستقیم سدیم شده باشد و چون ریخته شدن این خاکسترها طبیعتاً مناطق اطراف را پوشانیده بود، امکان افزایش سدیم در محلول توسط نهرها نیز وجود داشته است. Bradley و Eugster هشت چشمه گرم را در حوضه هیدروگرافی دریاچه ذکر میکنند که چند تا از آنها قلیائی میباشدند. بنابراین بنظر میرسد که مقدار زیادی سدیم میتواندسته است توسط چشمه های گرم ائوس شرکت داده شده باشد. در زیر بیشتر طبقات trona، لایه ای از شیل نفتی اغلب با ضخامت چند پا وجود دارد. هر یک از لایه های شیلی نسبت به طبقات trona دارای وسعت بیشتری میباشدند. این امر بیانگر اینست که شروع رسوبگذاری trona توسط آزاد شدن دی اکسید کربن از ارگانسیم های در حال پوسیدگی، بوده است.

ظرفیت سالانه ۱۰ میلیون تنی trona در منطقه رود Green بین شرکتهای corp Allied Chemical, FMC (هردوی این شرکتهادر "طبقه ۱۷" معدنکاری

میکنند)، Stauffer chemical (طبقه ۲۵ و ۲۴) و Texasgulf (طبقه های ۱۹ و ۲۰) تقسیم شده است. روشهای استاندارد معدنکاری زیرزمینی بکار گرفته شده اند، اگر چه برنامه ریزیهای برای توسعه روش انحلال نیز شده است. تبدیل ماده معدنی trona به Na_2CO_3 ، شامل حل کردن ماده معدنی، صاف کردن، دوباره بلوری کردن و حرارت دادن برای دفع دی اکسید کربن اضافی و آب میشود. برای تولید یک تن Na_2CO_3 ، به ۱/۸ تن trona نیاز است. ذخیره کل trona، ۱۰۰ میلیارد تن برآورد شده است که دو سوم آن در طبقاتی با ضخامت بیش از ۳ فوت، ونیمی از آن در ۱۱ طبقه قرار دارد که بیش از ۶ فوت ارتفاع معدنکاری مفید میباشد. بنابراین، بانسبت تولیدی حاضر، حوضه رود Green، برای مدتی طولانی قادر به تامین trona خواهد بود.

دریاچه Searles : (کالیفرنیا)

در ضمن کاوشهای محرابی برای طلا و نقره در سال ۱۸۶۲، جان ومیل سیرلز در روی سطح خشک یک پلایا واقع در ۱۳۰ مایلی شمال شرقی لوس آنجلس بوراکس کشف کرد. طول این پلایا از شمال به جنوب ۱۰ مایل و عرض آن از شرق به غرب ۶ مایل میباشد. در حقیقت این دریاچه یک کفه نمک است که بارس وکل پوشیده شده است (بجز ۶ مایل مربع مرکزی که هالیت میباشد). علی رغم ظاهر نه چندان جالبش، دریاچه Searles یک تامین کننده اصلی مواد شیمیایی شده است که Kerr-Mcgee corp ۲/۲ میلیون تن در سال از مواد شیمیایی قلیائی خود را که شامل ۱/۴۵ میلیون تن Na_2CO_3 در سال میشود از این مکان تامین میکنند. دره Searles یک حوضه ساختمانی بسته است که با ۳۰۰۰ پا آبرفت و مواد تبخیری غیر دریائی که بر روی یک Monzonite کوارتز قرار گرفته است، پر شده است. این دره در ارتفاع ۱۶/۱۶-۱۶/۲۵ پایی از سطح دریا قرار دارد و توسط نیمه جنوبی سلسله Argus در غرب و شمال غرب، سلسله Slate در شرق و شمال شرق، تپه های Sprangler، کوههای Elpaso و کوههای Lava در جنوب غربی و کوههای گرانیت، در جنوب شرقی محدود شده است. بارندگی بین ۴/۴ تا ۹

اینچ در سال (بطور متوسط ۴ اینچ) متغیر است. درجه حرارت بین ۲۰ تا ۱۲۰ درجه فارنهایت متغیر است و سرعت باد تا ۹۰ مایل در ساعت میرسد. این شرایط آب و هوایی کانیهای قابل انحلال را که در توالی طبقات متناوب گل و نمکهای اشباع شده با آب شور (با ضخامت ۸۷۵ پا) وجود دارند، نگهداری میکند.

یونهای اصلی در طبقات نمک که شامل سدیم، پتاسیم، کربنات، بی کربنات، سولفات، کلروبورات میباشد یا بصورت شورا به استویا به صورت کانیها مورد دوم شامل hanksite, gaylussite, narthupite, nahcolite, tychite, trona هالیت borax, glaserite میباشد.

در طول دوره پلیستوسن و بعد از آن، آب ذوب شده کوههای یخی در رشته کوه Sierronevado که حاوی سیلت و نمک محلول بود در حوضه بزرگ جاری شد. این مواد در دریاچه های Owens, Searles و همچنین چند فرورفتگی بسته دیگر در صحرای Mojave انباشته شد. منابع مختلف عبارتند از جو که با مشارکت دادن CO₂ باعث تشکیل بعضی از کربناتها شد، همچنین سنگهای رخنمون یافته در منطقه که قسمتی از سدیم، پتاسیم، منیزیم و کربنات را فراهم نمود، همچنین هالیت و گچ که کلروسولفات را فراهم نمود، و چشمه های گرم مخموما "چشمه های Long valley در دهانه رود Owens میباشد. تبخیر در شرایط محرابی باعث افزایشهای مستمر غلظت مواد محلول در مسیر نهرها گشت. حوضه ای در بالای دریاچه Searles مقدار زیادی از ماسه سنگ و سیلت را ته نشین نمود. بنابراین ۳ میلیارد تن نمک قابل حل در دریاچه Searles انباشته شد. زمانی که این دریاچه پلیستوسن که وسعت آن ۴۰۰ مایل مربع و عمق آن ۸۰۰ پا بود در اثر تبخیر به اندازه کنونی آن که ۶۰ مایل مربع است تبدیل شد، غلظت آن بسیار بیشتر شد.

اگر چه ابداع جدیدی که عبارت است از تزریق جریان از یک کارخانه Na₂CO₃ به زون A لایه Mixed برای جابجا کردن کربنات سدیم صورت گرفته است، با این

وجود ، تولید تجاری شوره لایه های بالایی وپائینی نمک متمرکز است . بطور کلی چاهها به عمق ۳۵ پا حفر میشوند . شوره پمپ شده برای گرفتن گازها و برای تبخیر جزئی به یک استخر وارد میشود . سپس شوره به سوی کارخانه پمپ میشود یعنی مکانی که بادی اکسید کربن ، تولید بی کربنات سدیم غیر قابل حل می نماید . سپس در کریستالیزرهای پیوسته بازیابی شده و پس از صاف شدن و خشک شدن تشکیل Na_2CO_3 میدهد . CO_2 ی خارج شده از سیستم دوباره به سیستم بر میگردد . دو کارخانه دیگر در Westerd , trona برای تولید کربنات پتاسیم ، سولفات سدیم و بورات از شوره ساختمانهای بالایی استفاده می نمایند .

کنیا این دریاچه ، دو بخش باریک به وسعت ۳۸ مایل مربع را پوشانده است این دو بخش در زمان پلیستوسن در اثر شکستگی شمالی جنوبی فلات تراکیتی تشکیل شده ، و سپس شکاف با دریاچه پر شده است . این یکی از چند حوضه در منطقه است ، شامل شوره های کربنات- بی کربنات سدیم ، حالت رقیق را گذرانده ، آنطور که احتمالاً در بعضی از دریاچه اولیه ۳۶-۴۲ یا بالاتر از خط ساحلی فعلی بوده . تا غلظتهای بالا در دریاچه جدید Magadi طبقات نرژونا به ضخامت ۱۲۰ پا نیز میرسند . تناوب سیلابها در مارس و آوریل و خشکی در ژوئن و ژولای ، لایه های سالانه به ضخامت ۱-۲ اینچ را تشکیل داده است .

آبهایی که Mav Escarpment ، تپه های Loita و نهرهای ephemeral بداخل حوضه جاری هستند باعث جابجایی نمک میشوند . شوری بانرخ کلی ۱۰٪ از طریق تبخیر در رودخانه ها و در باتلاقهای لبه دریاچه ها و سپس در دریاچه افزایش می یابد . تمور میرود که چشمه های گرم به سبب فعالیتهای آتشفشانی منطقه و یک ذخیره آب زیرزمینی عمیق ، از منابع عمده سدیم باشند . با توجه به ضخامت متوسط ۶۰ پا بر روی ۳۸ میل مربع و وزن مخصوص ۲ ذخیره ترونی این حوضه معادل ۳۰ میلیارد تن برآورد شده است . ورودی کارخانه ، ۱/۵ میلیون تن در سال است که ۷۲٪ آن برگشتی سیکل کارخانه است و فقط ۲۷٪ مواد حل شده جدید است .

بنابراین مصرف کارخانه حدود ۵۰۰،۰۰۰ تن در سال است. اگر این مصرف ثابت بماند، عمر معدن ۶۰۰۰ سال میشود.

یکروش تزریقی در استخراج ترونا استفاده شده است. که خرد شده، مخلوط شده، پمپ میشود به کارخانه، جایی که شسته شده، سرنده شده، خشک شده و کلسینه میشود برای تولید سودا اش

مکزیک:

شورابه های زیرزمینی با ترکیب ۵ درصد NaCl، ۴/۸ درصد Na_2CO_3 در San cristobal Ecatebec استخراج میشوند (در ۱۲ مایلی مکزیکوسیتی). زمانی که نهرهای جاری به داخل دریاچه در اوایل قرن (برای بازداشتن فرونشست در مکزیکوسیتی) بسته شدند، غلظت شورابه از آب لب شور به حد اقتصادی رسید، و تبخیر نیز غلظت را افزایش داد (تولید بیش از ۳۰۰،۰۰۰ تن در سال میباشد).

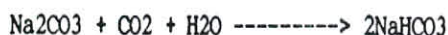
دیگر کانسارها:

Mannion (۱۹۸۳) بیش از ۵۰ کانسار دیگر که در آنها کربنات سدیم و مواد مربوط متمرکز شده اند را تشریح کرده است.

Dawsonite و Nahcolite

احتمال دارد که این دوگانی سدیم در آینده از نظر تجاری با اهمیت تلقی شوند. هردوی این گانی ها در طبیعت کمیاب میباشد اما در شیل های نفتی حوضه Piceance در کلرادو، ۳۰ میلیارد تن nahcolite (یکبسی کربنات سدیم طبیعی $NaHCO_3$) و ۲۷ میلیارد تن Dawsonite (یک کربنات سدیم هیدروکسی آلومینیم $NaAlCO_3(OH)_2$) تخمین زده شده است. محل قرارگیری، بخش ائوسن Parachute Greek سازند رود. Green (کلرادو) میباشد. این بخش به آزون (منطقه) متمایز تقسیم شده است: زون نمکدار پائینی، زون شسته شده میانی (leached) و زون Mahogany در بالا، که در آن شیل های نفتی غنی وجود دارند. Nahcolite مانند بلورهای سفید در طبقاتی با ضخامت ۱۷ پا ظاهر میشود

وهمینطور هنگامیکه یک مجموعه میکرو بلوری قهوه ای در شیل نفتی پراکنده میشود. در بیشتر موارد، زون دارای Nahcolite در بالای زون اصلی dawsonite (که ضخامت آن تا ۸۰۰ پا و مقدار متوسط Dawsonite آن ۱۲ درصد میباشد) قرار میگیرد. برای تشکیل هر دو این کانیها سطح بالا و پیوسته ای از دی اکسید کربن (که عمدتاً از آرگانیکیهای در حال پوسیدگی مشتق میشود) ضروری است. بنابه عقیده Farris دو واکنش اصلی عبارتند از:



و سپس :



Nordstrandite

dawsonite

درخواست بازار در مورد dawsonite و مشتقات آن شامل آلومینا و صنایع پلاستیک و تصفیه آب میباشد. درخواست بازار در مورد nahcolite و مشتقات آن شامل شیشه، تولید Na_2CO_3 و بازیابی dawsonite میباشد.

سولفات سدیم

منابع قابل بهره برداری سولفات سدیم اساساً بشکل لایه های بلورین میرابلیت یا توده های مدفون و یا شورابه های زیرین دریاچه ها و پلایاها است. از آنجائیکه میرابلیت در سطح تماس با هوا به تناردیت تبدیل میشود، سطح خارجی آن دارای پوششی از تناردیت است. یک نوع دیگر از ذخایر وسیع تناردیت در لایه های رسوبی بصورت مدفون وجود دارد. ذخائر میرابلیت عمدتاً بصورت لایه ایی در زیر سطح زمین در فروالتادگیهای یخ رفتی یا بدون مجرای زهکشی متمرکز میشود. آبهای حاوی سولفات سدیم با از دست دادن آب در اثر تبخیر و یا تغییرات متناوب، قابلیت انحلال نمکها در اثر سرد شدن و گرم شدن میتواند موجب ترمکز سولفات سدیم شود. خلالت سولفات سدیم در آب غیرعادی است. تغییرات آنها نسبت به درجه حرارت غیر معمول است.

در حرارت کمتر از $(-1/22^\circ\text{C})$ یخ و میرابلیت جدا از هم متبلور میشوند. بالای

(C) تا (۲۲/۳۸C) خلالت میرابلیت بطور تصاعدی افزایش می یابد این درجه حرارت (۲۲/۳۸) نقطه عطف منحنی خلالت ونقطه پایداری تناردیت است. از اینجا به بعد افزایش درجه حرارت، کاهش خلالت را به همراه دارد تا اینکه در درجه حرارت (۱۲۵C) خلالت به حداقل میرسد. درجه حرارت انحلال در حضور کانیهای دیگر، کمتر میشود. بنابراین در طبیعت، کاهش درجه حرارت در فصول زمستان یا پائیز، حتی درخنی شبهای تابستان در مناطق مرتفع تر، شرایط مساعد برای تبلور میرابلیت را بوجود می آورد. در بعضی مناطق، بلورهای که در خنکی زمستان یا غروب تشکیل میشود، ممکن است در اوقات گرمتر که خواه بهار باشد و خواه روز گرم بعدی، غیر قابل انحلال بماند. این شکل تبلور، بعنوان لایه های متناوب بلورین شناخته شده اند و از چند اینچ تا چند فوت ضخامت دارند. جاشیکه لایه های با دوام توسعه یابد. این لایه ها بصورت بین لایه هائی مخلوط با گل، رس یا مواد آلی هستند. که غالباً "سولفات سدیم" را با انحلال مجدد بازیابی میکنند.

میرابلیت در لایه هائی به ضخامت یکتا دو اینچی تا ضخامتهای غیرعادی ۱۳۹ فوتی در دریاچه اینگبرایت در ساسکاچوان کانادا وجود دارد شورابه های همراه غالباً "حاوی نمکهای گوناگون است که ممکن است در تولید اقتصادی بکار گرفته شود.

ذخائر کانادا

ذخائر طبیعی سولفات سدیم ساسکاچوان وجنوبشرقی آلبرتا درکانادا وشمال شرق مونتانا وشمال غرب داکونای شمالی در آمریکا. این ناحیه با پوشش یخ رفتی پلیوستوسن، حوضه هائی برای تشکیل دریاچه های کم عمق فراهم کرده است که محیط مناسبی برای تمرکز عناصر در آن است. یک نظر حاکی از آن است که سولفات سدیم توسط "تعویض کاتیونی" بین گچ وسیلیکاتهای قلیائی بنتونیت نهشته شده در "یخ رفت" بوجود آمده است (Cole, 1926) ونظر دیگر حاکی از مدفون بودن رسوبات تبخیری دونین در زیر اکثر رسوبات این ناحیه

است. این لایه های نمکی ممکن است در زمان پلیوستوسن، آبهای معدنی بالا رونده را غنی کرده و این آبها بعداً در کانالهای آب شدن یخ در لایه بندی یخ رفتی تزریق شده و در کف سنگی دره هایی مدفون کانالها انباشته شده است. (Grossman, 1968, Byooughton, 1976) زمانیکه آبهای نمکی، یامنابع آنها، در کانالهای زیر سطح فروافتادگیها در رسوبات افکنه ای یخچالی، مثلاً در دره های با شرایط یخچالی، در جریان تبخیر یا سرد شدن غیر خطی قرار گیرند، موضوع فوق را میتوان تشریح کرد. این وضعیت با لایه بندی شیمیائی و چرخه های ناقص (Termed meromictic condition) در قسمتهای عمیق تر دریاچه، صرف نظر از مجموعه تاثیرات پیچیده، تقویت شده و بنابراین لایه های پایدار نمک شکل گرفته است. فعل خشک به فراهم کردن شرایط ایجاد بسترهای پایدار کمک کرده و ذوب و طفیان بهاری، یک لایه محافظ از سیلت بر روی لایه نمکی انباشته است. بیشتر ذخائر اقتصادی در ساکوچوان قرار دارند که هشت دریاچه در حال بهره برداری میباشد.

دریاچه "آلبرتا" یکی از آنهاست. ارزیابی ذخائر سولفات سدیم در غرب کانادا متفاوت است. و بعضی ارقام اخیر حاکی از ۶۰-۷۰ میلیون تن ذخیره سولفات سدیم است که حدود ۳۰ تا ۴۰ میلیون تن آن اقتصادی میباشد. استخراج این منابع بروش پمپ کردن شورابه های سطحی از دریاچه به حوضچه ها در ماههای تابستان و باقی گذاشتن آنها به همین حال تا اواخر پائیز در زمستان انجام میشود. تادمای کم باعث رسوب سولفات سدیم بصورت میرابلیت شود. مایع باقیمانده شامل مقداری سولفات سدیم با اضافه نمکهای دیگر: کلوروسدیم، کربنات سدیم، سولفات کلسیم به حوضچه باطله انتقال داده میشود. سپس میرابلیت با کامیون به کارخانه فرآوری حمل میشود. در کارخانه آب تبلور توسط یک دستگاه تبخیر کننده از سولفات سدیم جدا میشود. و در نهایت یک نمک در یک کوره دوار خشک میشود. این روش برای دریاچه های شبیه چاپلین که یک لایه بلورین پایدار با ضخامت کمتر از یک فوت دارد، بهترین

غرب کانادا است. یک لایه میرابلیت با میان لایه های رسی به ضخامت ۴/۵۷ تا ۹/۱۱ متر (۱۵ تا ۳۰ فوت) از یرکف غربی دریاچه موسوم به "نقطه دماغه بلند" وجود دارد ضخامت این لایه در نزدیکی ساحل ۲۱/۲۴ متر (۷۰ فوت) است و با دور شدن از ساحل، سرعت از ضخامت آن کم میشود هرچند میرابلیت فقط در زمستان متبلور میشود ولی بیشتر آن در تابستان بعدی هم غیر محلول باقی می ماند. و در جهت خلاف تبلور که بطرف بالا می رود روبه پائین حرکت می کند و در نقطه ای از عمق که درجه حرارت پائین است، پایدار می ماند. معمولاً درجه حرارت زمین از عمق حدود ۵۰ سانتی (۲۰ اینچی) زیر سطح زمین برای پایدار ماندن میرابلیت مناسب است. در این دریاچه حدود ۱۵۰۰۰ تن در سال سولفات سدیم بانمکهای همراه، کاینیت $\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, Kainite و کلرور منیزیم تولید میشود. در دریاچه سیرس کالیفرنیا، شورابه ها حاوی ۲۵٪ سولفات سدیم است. دیگر نمکها شامل: کربنات سدیم، کلرور سدیم و تترابورت سدیم است. تولید کارخانه Kerr-McGeostrona از سال ۱۹۸۳ متوقف شده اما کارخانه های واقع در Westland, Argrs به فعالیت خود با ظرفیت ۴۰۰،۰۰۰ تن در سال ادامه می دهند. دریاچه سیرس بزرگترین نوع از منابع سولفات سدیم طبیعی در آمریکا است. دیگر تمرکزهای تناردیت و میرابلیت در پلایاهای جنوب شرقی کالیفرنیا و غرب نوادا به ثبت رسیده اند. در دریاچه Dale کالیفرنیا، ضخامت لیزنمک - تناردیت ۱۲/۱۹ متر است. (۴۰ فوت) در دریاچه سودا در همان ایالت و در سطحی حدود ۱۲/۱۴ کیلومتر مربع (۳۰۰۰ جریب) ذخیره یک میلیون تنی میرابلیت وجود دارد. بقیه اراضی حاوی قشر نازکی از ماده معدنی است. در Rhodes marsh نزدیک Mina نوادا، یک لایه میرابلیت به ضخامت ۴/۵۷ متر (۱۵ فوت) بالای ای از سیلت به ضخامت ۱۵ تا ۶ سانتیمتر (۶ تا ۱۲ اینچ) پوشیده شده است. در بعضی اراضی شمالی، میرابلیت در زیر قشری از تناردیت به ضخامت ۱/۵۲ متر (۵ فوت) وجود دارد. ذخائر سولفات سدیم در زیر تعدادی از پلایاهای غرب تکزاس وجود دارد. مجموعاً شورابه ها حاوی

روش است. دیگر روشهای استخراج عبارت است از معدنکاری مستقیم در لایه های پایدار و یا معدنکاری بروش انحلال در محل طبیعی ماده معدنی. مسلماً چنین روشهایی در لایه های پایدار ضخیم مانند آنچه که در دریاچه اینگبرایت وجود دارد امکان پذیر است. در این دریاچه ضخامت متوسط لایه نمک $۶/۲۱$ (۲۲ فوت) و ضخامت در بعضی نقاط $۳۰/۵$ متر (۱۰۰ فوت) یا بیشتر است. $۲/۲۵$ کیلومتر مربع (۶۸ جریب) از این لایه ها حاوی ۹ میلیون تن سولفات سدیم است. مقدار ماده معدنی در اعماق بیشتر تا ۸۰٪ افزایش می یابد، لایه نزدیک سطح در ماههای تابستان توسط تجهیزات خاکبرداری استخراج میشوند و لایه های عمیق بصورت محلول استخراج میشوند. و در مورد لایه های عمیق، لوله ها در یک سیستم مشبک ب طرف لایه رانده میشوند و آب با حرارت $۴۸/۸$ (۱۲۰C) در آن تزریق میشود. در نتیجه سولفات سدیم بصورت محلول در آمده و به سطح زمین پمپ میشود. این شکل استخراج محلول تنها روش ممکن استخراج در دریاچه هیتسکوف، آلبرتا، است که بدلیل وجود دریاچه آب شور و در سطح و ناخالصی های لجنی همراه، مشکلات به همراه دارد. (Bacrighton 1976) مجموع ظرفیت تولید سالانه کانادا حدود ۷۰۰۰۰۰ تن است که ۲۰۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰ تن آن به آمریکا صادر میشود.

ایالات متحده آمریکا

ذخائر لایه ای در آمریکا در حال حاضر غیراقتصادی هستند. بزرگترین اکتشافات در داکوتای شمالی انجام شده. مثلاً "گرنورا شماره ۲" شمال غرب شهر گرنورا، $۲/۰۲$ کیلومتر مربع (۵۰۰ جریب) را می پوشاند و متوسط ضخامت لایه $۳/۶۶$ متر (۱۲ فوت) است و ذخیره آن برابر ۱۱ میلیون تن است. در دریاچه میلر، واقع در جنوب غرب آکایو، ضخامت متوسط لایه $۲/۱۳$ متر (۷ فوت) است و ذخیره آن ۵ میلیون تن است. تولید سولفات سدیم در دریاچه بزرگ نمک یوتا و دریاچه سیرس حائز اهمیت است. در دریاچه بزرگ نمک حدود ۱۲٪ از رسوبات نمکی، سولفات سدیم است. این بدان معناست که دریاچه حاوی حدود ۴۵۰ میلیون تن سولفات سدیم است که بسیار بیشتر از مجموع ذخائر

کلرور سدیم، سولفات سدیم و نیز نمکهای سدیم و پتاسیم میباشد. مناطق اصلی اقتصادی، دریاچه Cedar نزدیک Seagraves، دریاچه Brown Field نزدیک Brown Field و دریاچه Rich و دریاچه Movnd در حدود ۲۲ کیلومتری (۱۲ مایلی) و ۱۵ کیلومتری (۸ مایلی) شمال Brown Field میباشد. دوتای اول توسط شرکت Co Ozak-Maroning بهره برداری و دارای ظرفیت تولید ۲۳۵۰۰۰ تن در سال میباشد. سولفات سدیم دریاچه Cedar بصورت شورابهایی است که حاوی ۱۰/۵٪ سولفات سدیم و ۱۴٪ کلرور سدیم است. در دریاچه Brown Field یک لایه متبلور به عمق ۹/۱۴ تا ۳۰/۴۸ متر (۳۰ تا ۱۰۰ فوت) زیر سطح زمین باروش انحلال بهره برداری میشود. که شورابهای حاوی ۱۵٪ سولفات سدیم تولید میکند. دریاچه Rich و دریاچه Movnd دارای شورابهای طبیعی است (Weisman and McIlreen 1983) بعضی دیگر از رخنمون های قابل ذکر در آمریکا عبارتند از: یک لایه به ضخامت بیش از ۷/۹۱ متر (۲۶ فوت) در دریاچه Wyoming Bvll از تناردیت و $\text{bloedite Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 2.4\text{H}_2\text{O}$ بصورت میان لایه ای باشیله و ماسه سنگهای چین خورده ترسیری در Durmid Hills Of Imperial Valley، کالیفرنیا و یک لایه به ضخامت ۱/۲۷ متر (۴/۵ فوت) از تناردیت با میان لایه های رسی، نمک، میرابلیت و کلبریت در نزدیکی Camp Verde، آریزونا (Portand Dort 1970)

اسپانیا

ذخائر سولفات سدیم اسپانیای غربی است. زیرا این ذخائر که از تناردیت و کلبریت تشکیل شده اند در عمق زیاد قرار دارند و مربوط به قبل از پلیوستوسن میباشد. معدن Elcostillav در Villervbia سانتیاگو در استان Toledo که توسط اتحادیه نمک اسپانیا اداره میشود از ماده معدنی با عیار متوسط ۶۲٪ سولفات سدیم، ۱۹٪ سولفات کلسیم و ۱۲٪ رسی و مارن تشکیل شده است. ضخامت متوسط لایه معدنی ۹/۱۴ متر (۳۰ فوت) است که بر روی یک لایه نمک به ضخامت ۱۳/۷۱ متر (۴۵ فوت) قرار دارد و در طول ۱/۸۵۳ کیلومتر (یک مایل) قابل کار است. در Cerezo de Riotivon در استان Bvrgos، کلبریت

توسط Crimidesa استخراج میشود. این معدن در چهار لایه اصلی در داخل مارنهای دریاچه ای میوسن رخنمون دارد. دومین لایه از بالا ضخیم ترین آنهاست و در حدود ۷/۶۲ متر (۲۵ فوت) ضخامت دارد. این لایه اقتصادی ترین لایه معدن است. توده معدن عملاً "افقی و از نظر زمین شناسی فرسوده نشده است و در حدود ۹۰۰ متر (نیم مایل) در طول کناره های شیب دار رودخانه Tiron Rirer رخنمون دارد. محصول تقریباً "خالص و حاوی ۹۹/۹۸۴٪ سولفات سدیم است، ناخالصی های جزئی آن شامل کلرور کلسیم، منیزیم، سدیم، اکسید آهن و مواد نامحلول است. سولفات سدیم همچنین در سازندهای میوسن در دره Ebro و غرب رشته کوه Iberian وجود دارد.

تنداردیت در مرداب Espartinas de Arenjvez، استان مالدید و در Alcanadre استان Logrono در لایه هایی به ضخامت تا ۹/۱۴ متر (۳۰ فوت) وجود دارد.

ترکیه

حدود ۸۰۰۰۰ تن در سال سولفات سدیم از دریاچه های نمک ترکیه توسط

Otvzbir Kmya Sanagaltd و Alkim, Alkali Kilmya As Sodas Songylias

استخراج میشود. نواحی اصلی ترکیه در دریاچه Tersakan نزدیک Cibabeyli، حدود ۱۸۵ کیلومتری (۱۰۰ مایلی) جنوب آنکارا و Acigol در ۶۵ کیلومتری (۳۵ مایلی) شرق Denizli قرار دارد که دومی حدود ۲۲۵ کیلومتر مربع (۸۰ مایل مربع) وسعت دارد که چهار بار وسیعتر از دریاچه Tersakan است، اما حاوی مقدار کمتری سولفات سدیم میباشد. آب دریاچه Tersakan حاوی حدود ۸٪ سولفات سدیم کمتر از ۵٪ کلرور سدیم، ۲٪ سولفات منیزیم و ۱٪ سولفات کلسیم است. از آب دریاچه که در آبگیر بسته ای مسدود شده و در معرض تبخیر قرار دارد، لایه هائی حاوی ۹۵٪ سولفات سدیم متبلور تشکیل میشود که ماده معدنی استحصال شده تماماً به مصرف داخلی میرسد.

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اكتشافات معدنی کشور

شوروی

دریاچه های عمر حاضر زمین شناسی در شوروی شبیه دریاچه های شمال آمریکا، منابع اصلی سولفات سدیم میباشند. این دریاچه ها شامل دریاچه Selena در قزاقستان و دریاچه های Balalpaskink و Tambykan مابین دریای سیاه و دریای خزر میباشند. حجم ذخائر آنها با ذکر این مطلب روشن میشود که در دریاچه Azhbylat در طول یک زمستان معادل ۴۰ میلیون تن میرابلیت ذخیره میشود. در استپ Kvlvnda ، غرب سیبری ، دریاچه های نمک وجود دارد که کلرور سدیم در لایه های رومی و سولفات سدیم در لایه های زیرین آنها انباشته شده است. بزرگترین دریاچه در این منطقه ، دریاچه Kuchvk در جنوب غربی Novosibirsk حدود ۲۰۶ کیلومتر مربع (۶۰ مایل مربع) وسعت دارد. در این دریاچه ذخیره سولفات سدیم شورابه ها و رسوبات مدفون بالغ بر ۶۰۰ میلیون تن برآورد میشود. در هر زمستان مابین ۲۸۰،۰۰۰ تا ۶۴۰،۰۰۰ تن میرابلیت رسوب میکند. یک روش مرکب برای بهره برداری از این منابع بکار گرفته میشود. سولفات سدیم همچنین در خلیج قره بغار در جانب شرقی دریای خزر وجود دارد. که بعنوان یکی از غنی ترین منابع سولفات سدیم در دنیا شناخته شده است. خلیج توسط یک مانع طبیعی از دریا جدا میشود و یک کانال باریک در این مانع طبیعی ، ارتباط محدود خلیج با دریا را تأمین میکند. در ۶۰ سال اخیر سطح دریای خزر آنچنان تنزل کرده است که سطح قابل قایقرانی در خلیج از ۲۴۰۰۰ کیلومتر مربع (۷۰۰۰ مایل مربع) به ۱۴۰۰۰ کیلومتر مربع (۴۰۰۰ مایل مربع) رسانیده شده است. عمق ۳ متری فعلی خلیج (۱۰ فوت) ۱/۴ عمق ۶۰ سال پیش آن است. متناسب با این کاهش سطح آب، شوری آب نیز افزایش پیدا کرده است. ذخیره میرابلیت انباشته شده در ساحل خلیج حدود ۲ میلیارد تن برآورد میشود. البته این مقدار با فعل تغییر میکند. در زمستان میرابلیت متبلور میشود. و به کف رسوب میکند و در اواسط فروردین ماه شروع به حل شدن میکنند و در اواسط تیرماه تماماً محلول است. سومین محیط

سولفات سدیم در شوروی ، نهشته های تشکیل شده در رسوبات دوره های مختلف زمین شناسی است. مثلاً " نهشته های Sham Shikal در حوضه Ketmentyvbinsk در قرقیزستان حاوی نمک سنگ ، Bloedite ، میرابلیت و تناردیت درماسه ، رس و مارن ترسیری است .

کانیهای پتاسیم

هفتمین عنصر متداول در پوسته زمین بوده و در سنگهای متامورفیک ، رسوبی و آتشفشانی موجود میباشد. پتاسیم ۲۰ درصد از کانیهای تشکیل دهنده سنگ مانند فلدسپار و مسکویت را تشکیل میدهد. وقتی که پتاسیم از این کانیها جدا شده و بمورت محلول جابجا شود در اثر تبخیر ته نشین شده و تشکیل کانیهای رسوبی تبخیری را میدهد که غلظت پتاسیم آنها بیشتر است (جدول ۴) . نمکهای پتاسیم تنها در شرایط تبخیر شدید تشکیل میشوند زیرا پتاسیم یکی از اولین عناصری است که محلول میشود و از آخرین عناصری است که رسوب میکند .

Table 4 : The Common Minerals Of Potash Deposits

Name	Formula	K ₂ O, Equiv. Wt %	Remarks
CHLORIDES			
Sylvite	KCl	63.17	Principal ore mineral
Carnallite	KCl.MgCl ₂ .6H ₂ O	16.95	Ore mineral & contaminant
Kainite	4KCl.4MgSO ₄ .11H ₂ O	19.26	Important ore mineral
Bischofite	2MgCl ₂ .12H ₂ O	0	Accessory Contaminant
Halite	NaCl	0	Principal ore contaminant
SULFATES			
Polyhalite	K ₂ SO ₄ .MgSO ₄ .2CaSO ₄ .2H ₂ O	15.62	Ore Contaminant
Langbeinite	K ₂ SO ₄ .2MgSO ₄	22.69	Important ore mineral
Leonite	K ₂ SO ₄ .MgSO ₄ .4H ₂ O	25.68	Ore Contaminant
Schoenite	K ₂ SO ₄ .MgSO ₄ .6H ₂ O	23.39	Accessory
(Picromerite)			
Glaserite	3K ₂ SO ₄ .Na ₂ SO ₄	42.51	Accessory
(Aphthitalite)			
Syngenite	K ₂ SO ₄ .CaSO ₄ .H ₂ O	28.68	Accessory
Bloedite	Na ₂ SO ₄ .MgSO ₄ .4H ₂ O	0	Accessory
Loeweite	6Na ₂ SO ₄ .7MgSO ₄ .15H ₂ O	0	Accessory
Vanthoffite	3Na ₂ SO ₄ .MgSO ₄	0	Accessory
Kieserite	MgSO ₄ .H ₂ O	0	Common ore contaminant
Hexahydrate	MgSO ₄ .6H ₂ O	0	Accessory
Epsomite	MgSO ₄ .7H ₂ O	0	Accessory
Anhydrite	CaSO ₄	0	Common ore contaminant

From : Adams and Hite , 1983.

کانیها

کانیهای تجاری عمده پتاسیم عبارتند از: Kainite, Carnallite, Sylvite و Langbeinite. تمامی این کانیها میتوانند در کانسارهای بزرگ متمرکز بوده ، براحتی معدنکاری شده ، مقدار نسبتاً زیادی پتاسیم دارا بوده و بر اساس قابلیت انحلالشان مورد عمل قرار گیرد.

Sylvite(KCl)

یک کانی سفید یا بیرنگ با سختی و وزن مخصوص ۲ و ۶۴/۱۷ درصد K₂O (از نظر تنوری) (K₂O) با ضرب کردن KCl در ۶۱/۰ تعیین شده و KCl با ضرب کردن K₂O در ۶۴/۱ را تعیین میشود. ۱ درصد از K معادل است با ۱/۲۰۴۶ درصد K₂O) معمولاً با غلظت ۶۰ درصد K₂O ، حداقل قابل قبول میباشد. محصول (KCl) پالایش شده) ، جوهر کربنات پتاسیم نامیده میشود.

Carnallite(KCl.MgCl2.6H2O)

رنگ این کانی صورتی تا سفید بوده و یک درجه از Sylvite سخت تر است (در مقیاس Mohs). وزن مخصوص آن ۱/۶ میباشد. این کانی میتواند یک کانی ماده معدنی و یا یک ناخالصی در دیگر کانسارهای کانی پتاسیم باشد. ظرفیت K2O در این کانی برابر ۱۶/۹۵ درصد میباشد.

Kainite.4KCl.4MgSO4.11H2O (کاینیت)

ظرفیت K2O این کانی معادل با ۱۹/۲۶ درصد میباشد. اگر چه این کانی بعنوان ماده معدنی در کانسارهای کوچک در اتیوپی و ایتالیا میباشد. این کانی یک کانی زائد در ماده معدنی کربنات پتاسیم به شمار میرود.

Langbeinite,K2SO4.2MgSO4

این کانی یک ماده معدنی مهم پتاسیم در نیومکزیکوی آمریکا و معدن Stebnik واقع در اوکراین شوروی به شمار میرود. ظرفیت K2O در این کانی معادل ۲۲/۶۹ درصد میباشد. این کانی در طی دو فرآیند اصلی تشکیل میشود: تبلور دوباره هالیت و کاینیت به Langbeinite, سیلویت و Kieserite (در ۱۸۱ درجه فارنهایت یا ۸۳ درجه سانتی گراد) و یا تبلور دوباره سیلویت و Kieserite به Langbeinite و هالیت.

تمامی این نمکهای تجاری پتاسیم Intercrystallize بوده و میتوانند با هالیت، انهدریت، اپسومیت و دیگر نمکهای پتاسیم ذکر شده در جدول ۵ مخلوط باشند. دو نمونه از مخلوطهای رایج تر (NaCl+KCl) سیلویت و (KCl.MgCl2.6H2O+NaCl) کارنالیت می باشد.

Table 5 : World production of potash (tons K₂O)(1981)

USSR	8,449,000
Canada(chloride)	7,170,000
E.Germany(K salts)	3,460,000
W.Germany(K salts)	2,610,000
USA(K salts)	2,156,000
France(K salts)	1,969,000
Israel(Chloride)	850,000
Spain(K salts)	728,810
Italy(K salts)	141,780
UK (Chloride)	94,150
Chile(nitrates)	25,000
China	11,000
Other	1,938,260
Total	29,603,000

Source : Institute of Geological Sciences, London.

کانیهای پتاسیم دار، مواد معدنی، محمولات فرآیند ها بانام عمومی "Potash" شناخته میشوند. "Potash" اشاره به زمانی دارد که کربنات پتاسیم بوسیله حل کردن در آب از خاکستر چوب در ظرفهای آهنی تولید می شد. پتاسیم یکی از سه ماده غذای گیاهان میباشد (دوتای دیگر عبارتند از فسفر و نیترون) بنابراین در حدود ۹۵ درصد از تولید پتاس برای ساختن کود گیاهی استفاده میشود. ۵ درصد بقیه برای ساختن صابون، شیشه، سرامیک، دارو و غیره بکار میرود.

تولید

تولید پتاس به حدود دوازده کشور محدود میشود (جدول ۵)، اما مصرف آن این طور نیست. تولید کل K₂O جهان تقریباً ۲۸ میلیارد تن در سال میباشد که بیش از ۴۰ درصد آن را اروپای شرقی، ۲۲ درصد آنرا آمریکای شمالی و ۲۰ درصد آنرا اروپای غربی تولید می نماید. شوروی دارای ۴۰ درصد و کانادا دارای ۲۲ درصد کل ذخایر پتاس دنیا میباشد. کانسارهای پتاسیم در سرتاسر ستون زمین شناسی یافت میشوند. (اگر چه تغییراتی تدریجی در محیط رسوبگذاری در زمانهای مختلف وجود دارد). کانسارهای پالئوزوئیک عمدتاً در دریاهای فلات قاره ای Epicontinental تشکیل شده اند. (کانسارهای دونین در Saskatchewan و کانسارهای پرمین در نیومکزیکوی آمریکا، اورال شوروی و حوضه Zechstein اروپا، کانسارهای مزوزوئیک و بیشتر کانسارهای سنوزوئیک در

حاشیه‌های قاره‌ای تشکیل شده‌اند (کانسارهای کوتاه در حوضه کنگو و کانسارهای الیگوسن در Rhine Graben اروپا)، و جوانترین کانسارها (پلئیتوسن و عهد حاضر) یا متعلق به سیخا Sabkhas های ساحلی و یا دریاچه‌های شور مانند دریاچه Searles می‌باشند.

اتحاد جماهیر شوروی :

بطور کلی تمامی پتاس تولیدی شوروی در سه منطقه واقع است :

Solikamsk / Berezniki در نخب‌کوه‌های اورال

Soligorsk واقع در Byelorussia

Stebnik / Kalush در اوکراین غربی

غرب اورال :

یک ناحیه مهم تولید کننده در حوضه Kama بالائی میباشد که ۹۰ مایل طول و ۴۰ مایل عرض دارد. این حوضه قسمتی از فرورفتگی درون قاره‌ای با طول ۱۸۷۵ مایل میباشد. که در طول لبه اورال در پرمین و کربنیفر تشکیل شد. ادامه یافتن برآمدگی، فرورفتگی را از دریا جدا نمود، اندازه آنرا کاهش داد و آنرا به چندین قطعه مجزا تقسیم کرد که شامل حوضه Kama بالائی، حوضه Pechora در شمال و یک سری از حوضه‌ها در جنوب. در این حوضه‌ها که وسعتی معادل هزاران مایل مربع دارند، توده‌های عظیم رس، شیل، سنگهای آهکی، انهدریت، سنگ نمک و پتاس وجود دارد. که پتاس معمولاً در قاعده به شکل سیلویت، پس کارنالیت و در مکانهایی در قسمت‌های بالای زون سیلوینیت میباشد.

معدنکاری در Kama بالائی توسط Vralkali Combine در نزدیکی شهرهای Berezniki, Solikamsk (ظرفیت: در حدود ۶ میلیون تن K20 در سال) انجام میگردد. بیشتر تولید از ۴ لایه سیلوینیت که بصورت بین لایه ای با طبقات هالیت وجود دارند بدست می‌آید. در اطراف Solikamsk زون تولیدی II Red ضخامت برابر با ۱۵ پا و ظرفیت K20 ای معادل با ۱۴/۷۴ درصد دارا

میباشد. در نزدیکی Bereziki این مقادیر عبارتند از ۱۶ پا و ۲۱/۱ درصد K20. قسمت زیادی از بقیه تولید تجاری از لایه A در بالای زون سیلونییت بدست می آید. ضخامت این لایه ۴ پا بوده با متوسط ۲۰ درصد K20 در Solikamsk و ۴/۵ پا در Berezniiki (با ۲۶/۹۶ درصد K20) میباشد، ذخایر زمین شناسی Sylvinit در لایه های A و Red II شامل ۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیون تن K20 میباشد. جدایش بوسیله روش اتاق - پایه و در اعماق بین ۷۵۰ تا ۱۵۰۰ پای انجام میگردد.

: Byelorussia

دومین تولید کننده مهم در شوروی منطقه اطراف Soligorsk در ۸۰ مایلی جنوب Minsk واقع در مرکز Byelorussia میباشد. رسوبات دونین بالائی شامل ۲ سری از لایه نمکدار (که بوسیله مارن، رس و دولومیت و انهدریت جدا شده اند) در زیر این منطقه قرار دارند. نمکهای پتاسیم در سری بالایی نمک در فرورفتگی "Byelorussia combine's four soligorsk mines" (با ظرفیت ۴ میلیون تن K20 در سال) استخراج میگردد. ۶ مورد از طبقات نمک حاوی عدسیههایی از نمکهای پتاس عمدتاً، سیلونییت و سیلویت کارنالیتی میباشد. ۴ تا از عدسیهها از بالا به پائین شماره گذاری شده اند. لایه های II و III در حال استخراج میباشد. عمق لایه II بین ۱۱۵۰ تا ۲۰۳۰ پا بوده و ضخامت آن بین ۶ تا ۴ پا میباشد. ظرفیت متوسط K20 در آن برابر ۱۷/۲ درصد بوده و وسعت آن ۹۶ مایل مربع است. این ارقام برای لایه III عبارتند از: ۱۶۲۰ تا ۲۵۶۰ پا، ۱۲/۵ تا ۲۲/۵ پا و ۱۳/۴ تا ۱۶/۴ درصد K20 و همچنین ۱۳۵ مایل مربع،

اوکراین غربی

سومین معدنکاری عمده پتاس در شهرهای Kalush, Stebrik در غرب جمهوری اوکراین متمرکز است. در این ناحیه، ۴ سیکل رسوبگذاری نمکدار در طول میوسن میانی و پیشین انجام شد. دو سیکل میانی شامل عدسیههایی از نمکهای پتاس در یک توالی سنگ نمک رسی میباشد. در منطقه Stebrik، کانی سازی پتاسیم

شامل طبقات انفرادی Langbeinite ، کاینیت و مخلوطی از هر دو میباشد .
درازای عدسیها معمولا" نیم مایل ، پهنای آنها ۶۰۰ تا ۹۰۰ پا ، ضخامت آنها ۳ تا ۱۵ پا و ظرفیت متوسط K2O در آنها بین ۸ تا ۱۲ درصد میباشد . در منطقه Kalush یک سری از حوضه های فرعی حاوی لایه های سیلویت ، کارنالیت ، کاینیت ، Langbenite ، شوونیت و پلی هالیت میباشد . ظرفیت تولید "Combine-Ukrainian" در حدود ۵۵۰،۰۰۰ تن K2O در سال میباشد .

حوضه Zechstein

این حوضه از شمال بریتانیا به سمت جنوب شرق ، از میان دریای شمال تا هلند ، دانمارک ، آلمان و لهستان تا دامنه کوهزایی Hercynian (کوههای Bahemian, Rhine, Hartz) گسترش دارد . این حوضه قسمت عظیمی از پتاس جهان را تامین می نماید . توالی Zechsteine (ته نشین شده در یک دریای کم عمق و پایدار در پرمین) از چهار سیکل تبخیری تشکیل شده است :

سری Werra (Z1) درقاعده

سری Stassfurt (Z2)

سری Leine (Z3)

سری Aller (Z4)

که هر یک دارای یک توالی آواری ، کربنات ، یک یا دو فاز نمکهای پتاسیم و سدیم ، هالیت یا انهدریت و کربنات میباشد . از توالی رسوبی در آلمان (جدول ۶) برای مربوط ساختن توالیهای کامل نشده انگلیس و هلند استفاده شده است .

Table 6 : The Zechstein in Germany

LOWER TRIASSIC	Buntsandstein Grenzanhydrit Tonbanksalz Tonbrockensalz
Z4 Aller Series	Rosensalz Schneesalz Basissalz
Pegmatitanhydrit	Roter Salzton tonmittel Zone Floz Riedel (Potash) Schwandensalz
UPPER PERMIAN	Anhydritmittel Bandersalz + Buntessalz
Z3 Leine Series	Banksalz Floz Ronnenberg(Potash) Liniensalz + Orangesalz Hauptahydrite/Plattendolomit Grauer Salzton Deckanhydrit Decksteinsalz Floz Stassfurt(potash)
Z2 Stassfurt Series	Stassfurt Steinsalz Basalanhydrit Stinkschiefer/Hauptdolomit Braunroter Salzton Ob.Werra Anhydrit Ob.Werra-Steinsalz Floz Hessen(Potash)
Z1 Werra Series	Mit.Werra Steinsalz Floz Thuringen(potash) Unt.Werra-Anhydrit Zechsteinkalk Kupferschiefer Konglomerat
LOWER PERMIAN	Rotliegendes

After. Richter-Bernburg, G. 1955. "Stratigraphische Gliederung des deutschen zechsteins", Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Vol.105, and Richter - Bernburg, G., ed., 1972, "Geology of Saline Deposits", UNESCO, Paris.

نهشته های Muschelkalk تریاس میانی ، بیشتر آلمان ، اروپای مرکزی ، قسمتهایی از اسپانیا و آفریقای شمالی و Cheshire در انگلیس را می پوشانند .
طبقات کربنات پتاسیم در سری Zechstein در آلمان غربی و شرقی دارای

اهمیت تجاری میباشد. سیکل Z1 از ترکیب طبقات هالیت و دو لایه کربنات پتاسیم که عبارتند از: Hessen (۵۵-۶۰ درصد هالیت، ۱۵-۲۰ درصد سیلویت، ۱۵-۲۰ درصد Kieserite کیزریت) و Thuringen (۶۵ درصد هالیت، ۱۵ درصد سیلویت، ۱۰ درصد Kieserite، ۱۰ درصد کارنالیت) همراه با کارنالیت برشی، انهدریت و پلینت، تشکیل شده است. این طبقات در حوضه پتاس Werra Fulda در دو طرف مرز آلمان ها در حال استخراج میباشد (در جنوب شرقی Kassel، در آلمان غربی Kali und Salz AG معدنهای Hattorf و Neuhoef-Ellers را اداره میکند. Werra Works نیز در آلمان شرقی فعالیت میکند. لایه ها که دارای عمق ۹۰۰ پا در حاشیه حوضه و ۳۰۰۰ پا در مرکز حوضه میباشد، به سبب آشفتهگی های ماگمایی و تکتونیک در طول کوهزایی آلپ (میوسن). دارای ضخامتهای گوناگون میباشد.

در شمال، یک سری معدن در منطقه ای در غرب Halle، بنرروی Hartsalz (یک کمپلکس کانه پتاس) قرار گرفته است. هفت معدن پتاس توسط AG Kali und Salz و Kali Chemie. AG اداره میشود در منطقه Hannover در شمال آلمان غربی قرار دارند. در این مکان سری Stassfurt و سری مجاور آن (سری Leine) استخراج میشوند. سری Leine دارای دو لایه پتاس بوده (Reidel, Ronenberg) که توسط Leine Halite جدا شده اند. در معدن "Siegfried-Giesen" (۱۲ مایلی جنوب hannover)، لایه Stassfurt دارای ضخامت ۳۰ پا و لایه Ronenberg دارای ضخامت ۱۲ تا ۱۴ پا می باشد. در صورتیکه در Salzdettfurth در جنوب، ضخامت لایه Ronenberg تا ۹۰ پا میرسد و لایه Riedel وجود ندارد. در "Niedersachsen-Riedel" که شمالیترین معدن میباشد، لایه Riedel با ضخامت ۶ تا ۱۰ پا استخراج میشود. پتاس در سری "Aller" تنها در یک منطقه کوچک از هلند و شمال شرق انگلیس توسعه یافته اند. در شمال شرق انگلیس، طبقات تبخیری در اطراف منطقه Whitby (یعنی جاشیکه تمور) میشود تمرکزهای محلی پتاس در نمکهای تبخیری پائینی، میانی و بالائی با Z4, Z3, Z2 از بخش آلمانی مطابقت میکنند) ضخیم تر میشوند.

کانسارهای Sylvinite در دو طبقه ظاهر میشوند (در اعماق بین ۳۴۷۵ تا ۴۰۰۰ پایی و در ۵۰۰۰ پایی) . کم عمق ترین آنها در معدن Boulby توسط potash Ltd -Cleveland استخراج میگردد. عمق این طبقه ۳۵۵۰ پا بوده و ضخامت آن ۱۸ پا میباشد. ظرفیت متوسط K2O در آن ۲۷ درصد است .

دره Rhine:

کانسارهای پتاس در دو طرف مرز فرانسه و آلمان غربی در منطقه "Mulhouse" فرانسه و در دره "Rhine" بالایی قرار دارند. در اواخر اثنوسن ، گرابن باریکی از "Basle" واقع در سوئیس تا فرانکفورت آلمان کشیده شد. آب دریا در جنوب و طنینانهای مقطعی ، این گرابن را با ۲۰۰۰ پا توالی مارنهای آهکی و چند مد پا هالیت پر نمود. در Oligocene پیشین، یک سری نمکدار دیگر تشکیل شد که شامل ۲ طبقه پتاس بود. چین خوردگی در پلئوسن ، کربنات پتاسیم را به ۳ حوضه متمایز تقسیم کرد که عبارتند از:

Wittelsh و Munchausen در فرانسه و buggingen در آلمان . یک نمونه توالی الیگوسن پائینی از این قرار است :

مارن / گچ (۱۲۰ پا)

انهدریت سخت همراه با هالیت (۱۲۰۰ پا)

زون پتاس دار لایه قیری بالائی (۳۳۰ پا)

آهک فسیل دار (۲۷۰ پا)

زون هالیت دار لایه قیری قاعده ای (۶۰۰ تا ۷۰۰ پا)

این کانسارها در "Wittelsheim" از یک طبقه با ضخامت ۲ تا ۵/۵ پا که حاوی ۲۴ تا ۲۷ درصد KCl ، ۶۰ پا هالیت بر روی آن و یک طبقه با ضخامت ۴/۵ تا ۶ پا که حاوی ۳۰ تا ۴۰ درصد KCl میباشد، تشکیل شده اند .

تولید فرانسه در اختیار "MDPA" میباشد که ۴ معدن را با ظرفیت کل ۵۰،۰۰۰ تن سیلوینیت در سال اداره می نماید .

اسپانیا

پتاس در اسپانیا از طبقات Ludian که مربوط به عهد ائوسن تا اولیگوسن میباشد، در قسمت شمالی حوضه Ebro، در نزدیکی مرز این کشور با فرانسه تولید میشود. پتاس در دو حوضه فرعی وجود دارد که عبارتند از: یک حوضه شرقی (حوضه بزرگتر) واقع در ایالت بارسلون و یک حوضه غربی در ایالت "Navarr". کانی سازی پتاس در بیش از ۶۰ مایل مربع از شرق حوضه انجام شده است. ذخیره کل K20 ۵۰۰ میلیون تن برآورد شده است که یک سوم آن سیلوینیت و دو سوم آن کارنالیت میباشد. ماده معدنی معمولاً در ۲ تا ۴ طبقه وجود دارد و کانسارهای مفید دارای ضخامتی بین ۶ تا ۲۵ پا میباشد. تولید در اطراف منطقه "Manresa" متمرکز میباشد که در شمال بارسلون قرار دارد. در این مکان به ترتیب Minas Potasas de sutia SA, Union Eplosivo Rio tinto SA ۲۰۰،۰۰۰ و ۱۵۰،۰۰۰ تن در سال تولید میکنند. پتاس در هته های ناقدیشی (در نزدیکی سطح) ظاهر میشوند. وضعیت مشابهی در حوضه غربی وجود دارد. سیلوینیت و کارنالیت مواد معدنی عمده پتاس میباشد و مقدار K20 در ذخایر مفید ۸۰ میلیون تن برآورد شده است. Potasas de Navana SA با ظرفیت تولیدی ۴۰۰،۰۰۰ تن در سال در نزدیکی Pamplona، تنها تولید کننده این منطقه به شمار میرود.

کانادا

در طول یک دوره ۲۰ ساله از سال ۱۹۶۰، کانادا به عنوان دومین تولید کننده پتاس (پس از شوروی) و اولین صادر کننده، سربرآورد. توسعه منابع "Saskatchewan" اکنون بوسیله عملیاتی که در "newburnswic" (جایی که کانسارها در دهه ۱۹۲۰ کشف شده و در اوایل دهه ۱۹۸۰ توسعه یافتند) انجام گرفت، تکمیل شده است. ظرفیت کل K20 بیشتر از ۹ میلیون تن در سال میباشد که ۴ برابر ظرفیت ایالات متحده است.

Saskatchewan

طی دوره بین سیلورین و دونین میانی ، ناودیس Elk Point-Broadview منطقه اصلی فرونشینی درکانادای غربی بود. این عامل زمین ساختی بین سپرپرکامبرین در شمال شرقی وبزرگ ناودیس کوردیلران (Cordilleran) در جنوبغربی ادامه دارد. دریای دونین میانی در آنسوی سدرفی Presqville در شمال غرب که جریان آزادانه آب را محدود میکرد پیشروی کرده است و حوضه های فرعی را تشکیل داد.

سه چرخه رسوبات تبخیری (evaporite cycles) مربوط به دوره دونین میانی تشکیل شد. از پائین به بالا شیل دولومیتی متعلق به تشکیلات Ashern با ضخامت ۲۰ تا ۳۰ پا، با ریفو دولومیت‌های بین ریفی با ضخامت ۳۰۰ تا ۵۰۰ پامتعلق به تشکیلات Winnipegosis پوشانده شده است. رسوبات تبخیری Prairie که در بالا قرار گرفته شامل بالغ بر ۷۰۰ پا نمک طعام ، انهدریستر ، رس وپتاس میباشد، چرخه اول یا Elk Point Group را تکمیل میکند. این چرخه با تشکیل خلیج Dawson از Manitoba Group (دوره دوم) با یک ردیف ۶۰ پایی شامل شیل ، دولومیت ، کربنات و رسوبات تبخیری محلی ، ادامه می یابد. بعد نوبت میرسد به تشکیل رودخانه Souris (چرخه سوم) که از کربنات و رسوبات تبخیری محلی تشکیل شده است (گارل و آبورس ۱۹۶۸).

گروه Elk Point نمایانگر نتایج افزایش درجه شوری و طول حوضه از شمالغربی میباشد. ابتدا انهدریت و کربنات ته نشین شده سپس از آنجائیکه آب غلیظ شده (Concentrate) بطرف جنوبشرقی حرکت میکرد، ذخایر ضخیمی از نمک طعام تشکیل یافتند. وبالاخره آبهای غلیظ از شیبهای تند دریاچه Meadow به Saskatchewan ریخته وبسترهای ضخیمی از نمک وپتاس راته نشین کردند. این بسترهای پتاس در ۲۰۰ پایی بالای تشکیلات رسوبات تبخیری Prairie از گروه Elk Point دارای ارزش تجاری میباشد.

تشکیلات Prairie (دریک مسیر صعودی) به بخشهای Esterhazy ، Belle Plaine ،

ودریاچه Patience تقسیم شده است (هاتر ۱۹۶۹) ، هریک از بخشها دارای یک یا چند بستر پتاس بالغ بر ۲۰ پا (فوت) ضخامت که با بسترهای پتاس پراکنده کم عیار و نمک طعام کم عیار از هم جدا میشوند، میباشند. مواد معدنی اصلی حاضر عبارتند از : نمک طعام ، سیلویت و کارنالیت. سیلوینیت که در مناطق مرکزی متمرکز شده است درکناره ها به کارنالیتیک سیلوینیت نمک طعام کارنالیتیک تبدیل میشود. کارنالیت در قسمت شمالی هربخش فراوانتر دیده میشود در حالیکه سیلوینیت هرچه به طرف جنوب میرویم افزایش می یابد (حداکثر ۳۰٪ سیلویت). کارنالیت که با سیلوینیت پوشانده شده است، و در حاشیه حوضه یافت میشود، عکس توالی کریستالیزه شدن آب دریا را دارد. این رابطه غیر عادی با فرض بر اینکه کارنالیت اصلی در جهت تولید سیلویت با عملیات لیچینگ آب شور از کلرید منیزیم پاک شده است قابل توضیح میباشد (آنون ۱۹۷۵).

این بسترهای پتاس با عیار خیلی بالا (۲۰٪ تا ۲۵٪) نسبتاً متمرکز و در عمقی مناسب برای معدنکاری ایده آل هستند. بسترها با شیب جنوب غربی از عمق ۱۹۰۰-۲۲۰۰ پایی در تینیه شمالی تا ۵۰۰۰-۴۰۰۰ پایی در منطقه Mosse Jaw Regina ۸۰۰۰-۱۲۰۰۰ پایی در مرز آمریکا، به طرف جنوب/جنوب غربی گسترش دارند.

Saskatoon که بعنوان "پایتخت پتاس دنیا" شناخته شده است. بسترها ۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰ پا عمق و حدود ۲۰۰ پا ضخامت دارند. بر اساس معدنکاری اطاق - پایه ، میزان ذخایر ۸ بیلیون تن KCl (۵ بیلیون تن K2O) و بر اساس معدنکاری انحلالی (Solution Mining) ۱۱ بیلیون تن KCl (۶۹ بیلیون تن K2O) برآورد شده است. این معادن بزرگ هستند و بازده متوسط سالانه آنها ۳/۸ تا ۱ میلیون تن KCl میباشد. (اسمیت ۱۹۸۲)

ایالت Maritime

زمین شناسی ترکیبات ذغالی ایالات Quebec, Maritime با یک سری حوضه های فرعی (Subbasin) خطی که متمایل به شمال شرقی هستند مشخص میشود، که اغلب متشکل از گرابن های احاطه شده با گسلها یا نیم گرابن ها هستند که شامل

رسوبات و رسوبات تبخیری بالغ بر ۶ مایل ضخامت میباشند. گروه Windsor Lower Carboniferous (می سی سی پی)، یک نوالی چرخشی از کربناتهای دریای و خاکرس که ۲۸۰۰۰ مایل مربع از New Brunswick شرقی، New foundland جنوبغربی و جزایر Magdale در Quebec را می پوشاند از اهمیت ویژه تجاری برخوردار است. گروه Windsor مینای تولید نمک جزایر Magdalen, Pagwash, Nova Scotia، سنگ گچ و سنگ آهک در Nova Scotia، Brunswick، New foundland، New Brunswick و پتاس و نمک در New Brunswick میباشند.

بررسیهای منطقه ای سه منطقه دارای پتانسیل پتاس بالا در New Branswick حوزه Moncton، حوزه Cumbeian و حوزه مرکزی را نشان داده اند. عملیات تفصیلی عموماً روی ۱۲۹۰ مایل مربع حوزه Moncton که از Moncton تا St. John در بخش جنوبشرقی ایالات ادامه دارد، متمرکز شده اند. بویژه سه ساختار ناودیس احاطه شده با گسلها در بخش غربی حوزه - ناودیس Dansinane، ناودیس Marchbank و ناودیس Case بیشترین توجه را به خود جلب کرده اند. شرکت پتاس آمریکا (PCA) در حال سرمایه گذاری در Plumweseep در ناودیس Dunsinane است جایشیکه سیلوینیت در بخش بالائی بستر نمک که در مرکز ناودیس بیش از ۲۰۰۰ پا ضخامت دارد، وجود دارد یک بستر ۶۵ پایی سیلوینیت در یک امتداد طولی ۷/۵ مایلی بطور متوسط ۲۳/۷ درصد K2O دارد.

در سال ۱۹۹۳، حدود ۲۰۰،۰۰۰ تن پتاس تولید شد (باری ۱۹۸۳) برآورد میشود که کنجایش معدن ۶۳۰،۰۰۰ تن در سال KCl باشد. شرکت Denision - Potacan در حال برنامه ریزی استخراج بسترهای پتاس نزدیک چشمه های نمک در ناودیس Marchbank است. در اینجا چشمه های نمک و پتاس جاری شده است و یک سری چینهای کوچک که در ساختارهای ناودیس پتاس دارند، بوجود آورده اند. ظرفیت تولید ۹۵۰،۰۰۰ تن در سال KCl تخمین زده میشود (کینگسون و دیگی ۱۹۷۹، تر ۱۹۸۱).

ایالات متحده آمریکا

نیومکزیکو

در سال ۱۹۲۶ سیلوینیت در تکه هایی از مغزه یک چاه نفت در استان Eddy، حدود ۲۰ مایلی شرق Carlsbad نیومکزیکو دیده شد. شرکت پتاس ایالات متحده در سال ۱۹۳۰ شروع به آبکشی چاه کرد و در پایان ۱۹۳۲ نمکهای پتاس تمغیه شده آماده حمل بودند. امروزه منطقه ظرفیتی در حدود ۲/۴ میلیون تن در سال K20 دارد. گرچه این میزان تولید هم اکنون توسط شوروی، کانادا، آلمان شرقی و غربی پشت سر گذاشته شده است، هنوز هم نیومکزیکو یکی از مهمترین تامین کنندگان پتاس آمریکا میباشد.

سنگ میزبان مواد معدنی پتاسیم دار نیومکزیکو تشکیلات Salado که متعلق به دوره پرمین پسین میباشد است. این کانیهها با بسترهای محصور نمک، بیانگر یک دوره طولانی تبخیر در دوره های آخر خشک شدن حوزه پرمین تگزاس و نیومکزیکو جنوب شرقی میباشد. کانیههای پتاسیم در ۱۱ زون گانه که به ترتیب صعودی از یک تا یازده شماره گذاری شده اند در یک بخش با ضخامت ۲۰۰ پا در قسمت میانی Salado دیده میشود. سنگهای معدنی اصلی سیلویت، لانگبینیت به همراه لئونیت، کاینیت، کارنالیت، پولی هالیت، کسیریت، بودیت، نمک طعام و آنیدرید میباشد. معمولاً سنگ معدنی مرکب شامل ۶۰٪ نمک طعام، ۳۰٪ سیلویت، ۵٪ لانگبینیت و ۲٪ پولی هالیت و ۲٪ مواد حل نشدنی میباشد. چند منطقه آواری هم وجود دارد که از میان آنها هالیتی یک دانته ریز متعلق به Vace Triste Sandstone Member با ۱۰ پا ضخامت ۴۲۵ پا زیر کمر بالای تشکیلات قرار دارد و بخش نازک La Huerta Sitstone در حدود ۳۰ پایی بالای قاعده قرار دارد (چیزمن ۱۹۷۸، گریس ولر ۱۹۸۲). ساختمان و اهمیت اقتصادی مناطق گانه های Salado در جدول ۲ نمایانده شده است.

Table 7: Mineralogy and minability of ore Zones ,New Mexico potash district

Zone	Mineralogy	Minability
11	Mostly carnallite, minor sylvite & leonite	Noncommercial to date
10	Sylvite	2nd best in the district
9	Carnallite, Kieserite, Minor sylvite	Noncommercial to date
8	Sylvite	Moderate reserves, futur potential
7	Sylvite	Moderate reserves
6	Carnallite, Kieserite, etc.	Noncommercial to date
5	Sylvite & langbeinite	Moderate reserves
4	Langbeinite & sylvite	Main source of langbeinite
3	Sylvite	3rd in sylvite production
2	Carnallite, Kieserite, etc.	Noncommercial to date
1	Sylvite	Formerly the major sylvite-producing Zone

After Gfiwold, 1982.

زون کانہ ای ۱ احتمالاً ۸۰ درصد پتاس کہ تا آن زمان در نیومکزیکو استخراج شدہ است رانشان میدہد، اما در حال حاضر میزان استخراج خیلی بیشتر است . در حال حاضر تولید بیشتر از مناطق کانہ ای ۳، ۵، ۷ و ۱۰ میباشد . لانگبینیت از منطقہ کانہ ای ۴، مخلوط سیلویت و لانگبینیت از منطقہ کانہ ای ۵ استخراج میشوند . در نیو مکزیکو ہفت شرکت بہ کار تولید پتاس اشتغال دارند . شرکت پتاس آمریکا (استخراج بسترہای ۱ و ۳) ، AMAX Chemical (۳) ، IMC (۴، ۵) ، Ker M2Gec (۱۰) ، شرکت ملی پتاس ، Duval (۴) ، شرکت مواد شیمیائی می سی سی پی (۵، ۷) . ہرروزہ بالغ بر ۶۰،۰۰۰ تن مادہ معدنی استخراج میشود عیار متوسط آنہا ۱۴% K2O مربوط بہ سیلویت و ۸-۱۰% K2O مربوط بہ لانگبینیت میباشد . تولید کلی Muriate (KCl) ، ۴ میلیون تن در سال با عیار متوسط ۶۳ تا ۶۰ درصد K2O کہ سالانہ ۲/۴ میلیون تن K2O میدہد، است . حدود ۲۵۰،۰۰۰ تن در سال لانگبینیت کہ حاوی ۲۲ درصد K2O است تولید میشود . در منطقہ تولید کنندگان یا از روش متداول معدنکاری زیرزمینی یا Continuous Miners استفادہ میکنند و

کار فرآوری با استفاده از روش فلوتاسیون و گاهی نیز با روش جداسازی واسطه سنگین (heavy-media) انجام میشود.

Utah

نمکهای پتاسیم در Utah در حوضه Paradox، دریاچه بزرگ نمک و کف نمک Bonneville استخراج میشوند.

حوضه Paradox

این حوضه یک فرورفتگی نامتقارن است که ۱۱۰۰۰ مایل مربع از Utah جنوبشرقی و Colorado جنوبغربی را می پوشاند. دربخشی از Canyon Lands که یکی از بخشهای فلات استان Colorado است، حوضه بایک سری برآمدگی ها احاطه شده و با توده ای از سنگهای رسوبی پالئوزوئیک و مسئوزوئیک پیشین قرار گرفته بر روی یک کمپلکس سنگ بستر پرکامبرین پر شده است. رسوبات تبخیری که دارای اهمیت تجاری هستند در تشکیلات پنسیلوانین هرموسای میانی بوجود آمده اند. این تشکیلات به یک بخش فوقانی سنگ آهک و صخره های آواری و بخش تحتانی Paradox که شامل یک توالی چرخشی از شیستهای رسوبی سیاه ، آنیدریت ، دولومیت ، سنگ آهک (و در برخی چرخه ها) کانیهای پتاسیم است ، تقسیم میشود. حدود ۲۹ چرخه از رسوبات تبخیری در بخشهای عمیقتر حوضه که هر کدام بین ۳۰ تا ۱۰۰ پا ضخامت دارند، شناسایی شده است.

میزان نمکها در یک کمر بند که تقریبا " موازی و در ۲۰ تا ۱۰۰ مایلی جنوبغربی برآمدگی جنوبغربی Uncompahgre قرار دارد، به حداکثر میرسد. هجده تا از این چرخه ها شامل پتاس است که یازده تا از آنها ممکن است اقتصادی باشد و بسترهای منفرد هم ضخامتی بین ۸۸۰ تا ۲۰ پا دارند. چرخه های ۹ و ۵ از همه بهتر بنظر میرسند. آنها شامل سیلویت و کارنالیت مقادیر کمتری پلی هالیت سیریت و رینیت (Rinneite ، Kieserite ، Polyhalite) هستند. در اکثر حوضه ها نمکها در عمقهای حدود ۵۰۰۰ پایی قرار دارند. اما طاق دیسهای

بلند و باریک نمک در چندین محل آنها را به سطح نزدیکتر می سازند .
شرکت Texasgolf توسط روش معدنکاری انحلالی از طاقدیس Cane Creek درست در
غرب Moab در بخش شمالی حوضه ، پتاس استخراج میکند . آبهای شور تولید شده
تبخیر و یا فلوت میشوند . پتاس ، در عمق ۴۰۰۰ پایی در یک لایه به ضخامت ۱۱
پا سیلویت قرار دارد و بطور متوسط ۳۰% تا ۲۵ K2O داشته و شامل ۲۳۰ میلیون
تن نمک در منطقه ای به مساحت ۱۲ مایل مربع است (آنون ۱۹۷۵) . ظرفیت ۱۸۰۰۰۰
تن در سال K2O است .

دریاچه بزرگ نمک (Great)

با پوشاندن منطقه ای به مساحت ۱۶۰۰ مایل مربع با عمق متوسط ۲۵-۳۰ پا
آب دار است . این آبها یک حوضه آبریز با مساحت ۲۲۰۶۰ مایل مربع در Utah ی
شمال غربی را اشغال میکند . ردیفی از آب ماندها که از دریاچه Bonneville
پلیستوسن باقیمانده اند این فضا را که ۴۰۰۰۰ مایل مربع با عمق متوسط ۱۰۰۰
پارا می پوشاند ، اشغال کرده اند .

دریاچه نمک بزرگ Great یکی از شورترین دریاچه های دنیا است ، که ترکیب آن
شامل جامدات حل شده و بسیار شبیه ترکیب آب اقیانوس میباشد ، اما درصد
وزنی غلظت آن ۲۵/۵۲ میباشد . رودخانه های Jordan, weber, Bear ۹۰ درصد جریان
سطحی را که وارد دریاچه میشود و ۸۰ تا ۶۰ درصد جامدات حل شده سطحی را تامین
میکند . درباره جریان آب از زیر سطح تقریباً چیزی دانسته نیست . میزان
بارندگی منطقه خیلی پیچیده و گنگ است . در غرب دریاچه متوسط بارش سالانه ۴/۵
اینچ است در حالیکه میزان بارندگی به طرف شرق ۱۶ اینچ میباشد . قبل از احداث
یک خط آهن زمینی در سال ۱۹۵۹ ، آب دریاچه نمک Great یکدست و نسبتاً " از شوری
یکسانی برخوردار بود . بهر حال امروزه این خط آهن زمینی دریاچه را به دو بخش
شمالی و جنوبی که هریک خواص شیمیائی و فیزیکی مخصوص به خود دارد تقسیم
میکند . میزان شوری در بخش شمالی به بهای کم شدن شوری بخش جنوبی افزایش
یافته است . همچنین میزان شوری دریاچه با تغییرات فصلی متغیر میشود .

گرچه شرکتهای زیادی به کار استخراج نمک اشتغال دارند، تولید کننده اصلی مواد معدنی مختلف شرکت شیمیایی معدنی Great Salt Lake است. این شرکت از یک سیستم پیچیده استخرهای خورشیدی که شامل ۸۰ استخر در مساحتی به میزان ۱۷۰ جریب میباشد. استفاده میکند. در شرایط عادی تابستان، ۹۰ درصد نمک طعام قبل از اینکه مواد معدنی آلوده کننده شروع به ته نشین شدن کنند، ته نشین میشود. میرابیلیت در زمستان رسوب میکند. رسوبهای پتاسی یک فرآیند پیچیده است، که طی آن نمکهای مرکب (Double Salts) مثل کاینیت، شونیت و کارنالیت بوجود می آید. منیزیم بصورت Bischoffite که یک کلرید منیزیم هیدراته است، رسوب میکند. (بهرنس ۱۹۸۰) جامدات بدست آمده با استفاده از بولدوزورها، لودرها و کامیونها جمع آوری شده و سپس در کارخانه فرآوری میشوند. محمولات اصلی عبارتند از: نمک معمولی (امیلیون تن در سال)، کاینیت (۳۳۰،۰۰۰ تن در سال)، سولفات سدیم (۱۵۰،۰۰۰ تن در سال) و کلرید منیزیم (۱۵۰،۰۰۰ تن در سال). استخراج بومین و لیتیم از لحاظ تکنیکی امکان پذیر است ولی در حال حاضر از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست.

کفه های نمکی Bonneville

در غرب دریاچه نمک Great، شورابه پتاسیم دار در یک قشر نمک که زیر رسوبات آهکی قرار گرفته است، وجود دارد. سطح این کفهها نمایانگر رسوبات نهایی خشک شدن شاخه غربی Boneville در زمان پلیستوسن است. زیر سطح (از بالا تا پائین) رسوبات دریاچه ای ورودخانه ای، سنگهای آتشفشانی و درونی (Intrusive) وجود دارد. شورابه ها در زمین کم عمق آبدار در ۲۰ پای فوقانی رسوبات دریاچه ای وجود دارند: یک زمین آبدار عمیق در زون کنگومرا یا برشهای آتشفشانی و یک آبرفت آبدار در تینه غربی بیابان وجود دارد. از لحاظ تجاری اولین منطقه از همه مهمتر میباشد.

شرکت Kaiser Aluminum & Chemical از طریق ترکیب تبخیر خورشیدی و شناور

سازی از آب شور پتاس تولید میکنند. آب شور در گودالها جمع آوری شده و به یک استخر که تبخیر خورشیدی آنرا از ۱% KCl به ۷/۵% تغلیظ میکند، پمپاژ میشود. آب شور به یک استخر جمع آوری (harrest pond) که سیلویت در آن ته نشین میشود، فرستاده میشود.

کالیفرنیا

دریاچه Searles یکی از تولید کنندگان اصلی مواد معدنی پتاسیم دار و همچنین سود سوزآور، سولفات سدیم و نمک است. این مطلب در بخش کربنات سدیم مورد بحث قرار گرفته است.

اردن

حوضه دریای مرده، بخشی از سیستم یکدره فرونشینی بطول ۳۷۵۰ مایل است که از کوههای Taurus در ترکیه شروع شده، از عربستان و آفریقای شرقی گذشته به ساحل تانزانیا در اقیانوس هند ختم میشود. دریای مرده به تنهایی ۳۸۵ مایل مربع از عمیق ترین بخش گرابین رامی پوشاند. در مجموع درجه شوری آن بطور متوسط ۲۵/۷% میباشد. بدین معنی که در هر ۳۴ مایل مکعب آب ۴۵۰۰۰ تن نمک وجود دارد. آب با توجه به وجود کربنات، سولفات و نمک طعام، اشباع شده یا نزدیک اشباع شده میباشد، و وقتی که حجم آب به نصف کاهش می یابد، کارنالیته کریستالیزه شود.

استخراج در منتهایلیه جنوب غربی دریا توسط Dead Sea Work Ltd. در Sodom و شرکت پتاس عرب در Safi کنترل میشود. با در نظر گرفتن عملیات Sodom بعنوان مثال، میتوان گفت که پتاس بوسیله تبخیر در Panهای تبخیر طبیعی که مساحتی حدود ۵۰ مایل مربع را می پوشاند، بدست می آید. ابتدا سولفات کلسیم متبلور میشود، سپس کلرور سدیم، بعد کارنالیته همزمان با کلرور سدیم و کلرور منیزیم متبلور میشوند. کلرور پتاسیم از دوغاب کارنالیته توسط لیچینگ داغ یا فلوتاسیون بدست می آید (اپستین ۱۹۷۶).

تایلند

با آماده سازی منابع و توسعه پتاس در Khorat plateau در شمالشرق تایلند به مراحل پیشرفته ای رسیده است (هایت و جاپاکاستر ۱۹۷۰). سطح منطقه ۱۳۳۰۵ مایل مربعی شامل دو حوضه تبخیری (evaporite) میباشد. حوضه ۶۵۰۰ مایل مربعی Udon-Sakon Nakhon در شمال که توسط کوههای Phu Phan از حوضه ۱۲۲۵۰ مایل مربعی Khorut-Ubol در جنوب جدا شده است. توالی کرتاسه در این حوضه ها غالباً شامل ماسه سنگ، سنگ آواری، سنگ رس و سنگ نمک است. سنگ اخیر در تشکیلات Maha Sarakham متعلق به دوره کرتاسه کنمانتره شده است، پائین ترین توالی این تشکیلات همچنین شامل کارنالیت و سیلویت میباشد. این ذخیره که بدلیل بیشتر بودن کارنالیت نسبت به سیلویت غیرعادی است ممکن است تا ۳۰۰ پا ضخامت داشته باشد گرچه حد متوسط ۱۲۰ پا است موادی که عیار آنها بطور فوق العاد زیاد است در اطراف Bannet Narong, Nongkhai, Udon یافت شده اند (جاپاکاستر ۱۹۸۰).

براتها

براتها مواد معدنی قدمت داری هستند. در دوران بابلیها، مصریها و mesopotcenian برات سدیم که به نام براکس شناخته میشود جهت مومیایی کردن اجساد مردگان ولحیم کردن و سخت کردن فلزات گرانبها بکار گرفته میشد. کمیابی نسبی این ماده تجارت آنرا رونق داده که احتمالاً برای اولین بار در قرن سیزدهم وقتی که مارکوپولو برای ارتباط ثبت به اروپا تلاش میکرد شروع شد. اسید بریکهای طبیعی توسکانی در ایتالیا و ذخایر کوچک در Chile نیاز منابع محدود قرن نوزدهم را برآورده میکردند. افزایش تقاضا در آغاز قرن حاضر استخراج فراوان این منابع در ترکیه و آمریکا را توسعه داد. در واقع این دو کشور جایگزین دیگر منابع تامین برات شده اند. امروزه براتها در ساخت شیشه، فایبر گلاس، عامل کند کننده آتش، صابون، مواد پاک کننده

میناهای شیشه ای و تولیدات کشاورزی هستند.

مواد معدنی و زمین شناسی

بر بفرآوانی در طبیعت پراکنده است- بطورمتوسط PPm^3 در پوسته زمین و $PPm^6/4$ در آب دریا و موارد کمی وجود دارد که این عناصر به اندازه کافی متمرکز باشند تا از لحاظ اقتصادی مقرون بمرغه باشند. تمرکز بر به این ترتیب انجام میشود. فعالیتهای آتشفشانی محلی که یک منبع بر پدید می آورند، یک منبع آب مثل آب دریاچه که ترکیبات بر در آن حل میشوند، شرایط تبخیر که محلول را تدریجاً رسوبتقلیظ میکنند و رسوب گذاری یک لایه محافظ رسوبات جهت حفظ مواد معدنی برات دار که قابلیت انحلال بالایی دارند.

مواد معدنی برات دار تجاری عمده در جدول ۸ نامبرده شده اند. هریک از گروههای سدیم و کلسیم بر اساس تعداد مولکولهای متغیر آبیک سری از کانیهها دارند. محتویات آب با دیاژنز کاهش و با آشکار شدگی در سطح زمین و هوازدگی افزایش می یابد. بعنوان مثال در برخی ذخایر ممکن است براکس ماده معدنی اولیه باشد، اما در عمق از طریق دیاژنز از tinalconite به Kernite تبدیل بشود. اگر Kernite در معرض هوازدگی قرار گیرد، فرآیند بمورت عکس اتفاق می افتد.

Table 8: Boron-bearing minerals in commercial deposits

Mineral	Chemical Composition	B ₂ O ₃ Wt.%	Remarks
SODIUM BORATES			
Boras(tincal)	Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O	36.5	The major ore mineral; produced in California, USA and Kirka, Turkey.
Tincalconite	NA ₂ B ₄ O ₇ .5H ₂ O	47.8	Intermediate or accessory mineral only.
Kernite	Na ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O	51.0	Major ore mineral; often converted to borax in the deposit.
SODIUM-CALCIUM BORATES			
Ulexite	NaCaB ₅ O ₉ .8H ₂ O	43.0	Major ore mineral; particularly common in south America.
Probertite	NaCaB ₅ O ₉ .5H ₂ O	49.6	Secondary/accessory mineral.
CALCIUM BORATES			
Inyoite	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ .13H ₂ O	37.6	Minor ore mineral.
Priceite	Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ .7H ₂ O	49.8	Ore mineral in Bigadic, Turkey; minor elsewhere.
Meyerhofferite	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ .7H ₂ O	46.7	Intermediate mineral, rarely survives in quantity.
Colemanite	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ .5H ₂ O	50.8	Major ore mineral, particularly in Turkey. Often secondary after inyoite.
OTHER BORATES			
Sassolite	B(OH) ₂	56.4	Natural boric acid. Once extracted in Italy, of historic interest only.
Hydroboracite	CaMgB ₆ O ₁₁ .6H ₂ O	50.4	
Szaibelyite	MgB ₂ O ₂ (OH)	41.4	Main ore mineral in the USSR.
Boracite	Mg ₃ B ₇ O ₁₃ .Cl	62.2	Associated with potash deposits, particularly in Europe.
Howlite	H ₂ Ca ₂ SiB ₅ O ₁₄	44.5	Accessory mineral.
Kurnakovite	Mg ₂ B ₆ O ₁₁ .15H ₂ O	37.3	Accessory mineral.

براکس که یک برات سدیم مهم تجاری است معمولاً بصورت کریستالهای منشوری با رگه هایی به رنگ های آبی ، سبز یا خاکستری و جلای شیشه ای میباشد. Kernite یک برات سدیم متراکم و سفید است. براتهای سدیم - کلسیم که اهمیت تجاری دارند عبارتند از : Ulexite, Probertite, Ulexite یک کانی کروی سفید با ساختار داخلی فیبری است. Probertite مهمتر میباشد ، ممکن است بواسطه دیاژنز قسمتی از Ulexite به Probertite تبدیل میشود. یک سری از براتهای کلسیم از inyoite تا Priceite و از Meyerhofferite تا Colemanite وجود دارد. Colemanite که یک کانه مهم است یا بصورت کریستالهای سفید یا بی رنگ منشوری یا توده های دانه ای با جلای شیشه ای الماس میباشد. Inyoite

معمولا" ماده معدنی اولیه که ممکن است به Colemanite تبدیل بشود یا نشود. Meyerhofferite بندرت به هرمیزانی باقی میماند اما Relic ها (جانداران مربوط به دورانهای قبل) وجود این توالی را تأیید میکنند. کانیهای فرعی بر کانسارها شامل howlite و boracite, kurnakovite, Hydroboracite میباشند.

تولید

کمیابی تمرکز بر در پوسته زمین در این حقیقت نمایان است که کمتر از ده کشور تولید کننده برات در دنیا وجود دارد. بزرگترین تولید کنندگان یعنی ترکیه و آمریکا تقریبا" ۹۰ درصد تولید جهان را در اختیار دارند. (جدول ۹)

Table 9 : World production of borates (tons)(1981)

Turkey	1,528,477
USA	1,344,000
USSR	200,000
Argentina	163,000
China	27,000
Peru	16,000
Chile	3,135
Total	3,281,612

Source : Institute of Geological Sciences, London.

طی یک برآورد آمریکا ۲۵ تا ۲۰۰ میلیون تن کانی برات با حد متوسط ۲۵% B203 داراست و ترکیه ۲۰۰ تا ۱۵۰ میلیون تن با حد متوسط ۳۰% B203، شوروی ۲۰ تا ۲ میلیون تن با حد متوسط ۲۰% B203 و آمریکای جنوبی ۱۵ تا ۸ میلیون تن با حد متوسط ۲۰% B203 داراست (کیستلر واسمیت ۱۹۸۳).

ایالات متحده آمریکا

تولید برات در آمریکا محدود به صحرای کالیفرنیاست. برات سدیم در Boron و برات کلسیم در Death Valley و چندین ترکیب بر از آبهای شور در دریاچه Searles تولید میشود.

بورون ، کالیفرنیا

کانسار بورون که توسط شرکت Us Boron & Chemical استخراج میشود، منبع اصلی براتهای دنیا از زمان تاسیس این شرکت بوده است. این کانسار که در صحرای Mogave حدود ۱۰۰ مایلی شمال شرقی لوس آنجلس قرار دارد یک توده عدسی شکل مدفون از براکس، Ulexite, Kernite میباشد. این کانیهایی از واحد شیلی طبقات Keramer را تشکیل میدهند. بسترهای Kramer به دوره میوسن متعلق هستند. درون واحد شیلی، یک هسته مرکزی براکس، کرنیت و سنگرس که همگی با Colemanite, Ulexite و سنگرس عقیم در برگرفته شده اند، دیده میشود. بستر برات سدیم در پلان یک بیضی با طول ۲ مایل و عرض ۱ مایل است که ضخامت آن از چند پا در کناره ها به ۳۰۰ پا در مرکز غربی منطقه میرسد. Colemanite بطور جانبی ماوراء محدوده Ulexite بصورت دانه ای کروی شکل و رگه های کانی در شیلها و سنگرس گسترش می یابد و بصورت محلی در بخشهای بالایی توده مترام Ulexite جایگزین میشود. شیب معمولی ۱۰ درجه به سمت جنوب شرقی است. توده کانی تحت تاثیر گسلش و چین خوردگی قرار گرفته است.

لایه هادر یک دریاچه است. این دریاچه داخل یک حوضه شرقی - غربی که با فرونشینی طرف شمالی یک گسل بوجود آمده بود، تشکیل شده است. پائین ترین بخش حوزه به یک پلایا تبدیل شده است. در اینجا Ulexite که از ترکیب بر و سدیم تشکیل شده در چشمه های آبگرم و کلسیم از آبهای سطحی بدست می آید. وقتیکه یک دریاچه بوجود آمد آب چشمه های آبگرم حاوی برات سدیم که به نسبت سنگین تر بود پائین رفته، سرد شده و رسوبات براکس به جا گذاشت. آبهای سبکتر که حاوی کلرور سدیم و دیگر نمکها بود به سمت بالا جریان یافته

پروژه پتانسیل یابی کانیه‌های بسترس

و باعث شده که براکس متراکم تر بشود. لایه های متوالی گل براتها را محافظت کرده و مرزها با تغییر اندازه دریاچه تغییر کردند. در مراحل نهایی Ulexite و رس و سپرس و خاکسترهای آتشفشانی و بالاخره پوششی از رسوبات آרקوز و توفدار به جای براکس رسوب گذاری کردند.

با مدفون شدن از دی هیدراته شدن براکس Kernite بوجود آمد. در همان زمان احتمالا آبهای اضافی، سدیم، بر و کلسیم را باخود برده و آنها را بشکل Probertite در سنگ رس زیرین و متصل به توده Kernite رسوب گذاری کرده در اواخر پلیوسن میانی بالا آمدگی Mogave، لایه های Kramer را بالا آورده، چین داده و گسسته است. در اثر این تخلیه انرژی دما و فشار پائین آمده و براکس بصورت نازی پایدار جانشین Kernite شده و همچنین بسیاری از شکستگی هایی را که بر اثر این حرکت بوجود آمده بود، پر کرد. مقدار فراوانی آب که حاصل دی هیدراته شدن اولیه براکس بودند جدا شد، گرچه مقداری هم Kernite را مجدداً هیدراته کرده و براکس متراکم ایجاد گردید و به فرآیند جایگزینی بوئیزه در گسلها کمک کرد (سینگ ۱۹۸۰) پس از استخراج در یک معدن روباز (Open Pit) کانه خرد شده، سرنده میشود و در یک محلول داغ و کم عیار براکس سیکل برگشتی غلیظ (recycled) حل میشود و مواد حل نشدنی هم با سرندهای لزش جدا میشود. محلول و رسوبات دانه ریز غلیظ شده از فیلتر رد شده و متبلور میشود. کریستالها قبل از اینکه به براکس تمفییه شده دکاهیدرات یا پنتاهیدرات تبدیل بشوند بوسیله سانترینوژهای اتوماتیک جدا میشوند.

Death Valley، کالیفرنیا

دره مرگ بادمای ۱۲۴ فارنهایت (۵۶/۷ C) و بارندگی متوسط سالانه ۳ تا ۴ اینچ، نام مناسبی یافته است. دره عبارتست از یک فرورفتگی متمایل به سمت شمال که در نزدیکی مرز جنوبی نوادا و کالیفرنیا قرار دارد و در اثر گسلش طبیعی که منطقه ای را در نزدیکی Bad Water تا ۲۸۲ پا زیر سطح دریا و Panamite Range را ۱۱۴۵۰ پابالای سطح دریا قرار دارد بوجود آمده است. معدنکاری در این منطقه

از قرن پیش با استخراج ذخایر بر سطحی بویژه توسط فرانسویس ماریون "براکس" اسمیت و نماینده اش وی. تی. کلنن که نام Colemanite از نام او گرفته شده است، شروع شده در اینجا بود که واکنشهای معروف ۲۰ قاطری برای حمل مواد بر روی ریل استفاده شدند. منطقه از پتانسیل مواد معدنی خیلی زیادی برخوردار است اما از آنجائیکه دره مرگ یک محل تاریخی طبیعی است کار معدنکاری به براتها و تالک که اولی یکی از نوزده کانی به ثبت رسیده منطقه میباشد، محدود شده است. (اوانز و دیگران ۱۹۷۶).

براتهایی که اخیراً استخراج میشوند در کانسار Billie است که در ۱/۵ مایلی شمال غربی رایان و ۱۲ مایلی جنوب شرقی Furnace Creek Ranch قرار دارد. کانه در ۵۰۰ پایی زیرین تشکیلات ۷۰۰۰ پایی پلیوسن Furnace Creek که عمدتاً از رسوبات آواری رودخانه‌ای و دریاچه‌ای تشکیل شده‌اند، قرار دارد. توده معدنی Billie بصورت یک عدسی با طول ۳۷۰۰ پامیباشد که به سمت شمال غرب متمایل است و تشکیل شده از: Ulexite بصورت Arobertite و eolemanite که بنا شیل و مادستون دریاچه‌ای و آهنی احاطه شده و بین لایه‌ها قرار گرفته است. توده از ضخامت متوسط ۱۷۵ تا ۱۵۰ پا و عرض ۷۰۰ پا برخوردار است. شیب ۳۰ تا ۲۰ درجه به سمت جنوب شرقی، بدین معنا، که کانه در بالای شیب ۱۵۰ پا و کانه در پائین شیب ۱۳۰۰ پا زیر پوشش و ماسه دوران چهارم است. Ulexite، کانه اولیه بر، در لندهای عمیق که توسط Probertite ثانویه احاطه شده است، وجود دارد. colemanite، کانه تجاری اصلی از طریق تاثیر آبهای زیر زمین غنی از کلسیم بر روی زون و برات سدیم - کلسیم بوجود می آید.

شرکت برات آمریکایی با استفاده از Continovs miners در سطح ۱۱۲۰ و ۶۷۰ پایی اقدام به استخراج زیرزمینی کانی میکند. تخمین زده شده است که ذخایر، شامل حدوداً سه میلیون تن کانه Ulexite-Probertite با معیار ۲۷%B2O3 و ۱۲ میلیون تن کانه Colemanite با عیار ۲۱%B2O3 میباشد.

دریاچه Searles ، کالیفرنیا

کانی های مختلف برات از آب شور دریاچه Searles استخراج میشود که از آن جمله اند: ۳۲۰۰۰ تن درسال اسید بریک ، ۱۸۰۰۰ تن درسال پنتاهیدرات براکس ، و ۱۸۰۰۰ تن درسال انیدریت براکس دیکسون و هاربن (۱۹۸۳). آبهای شور دریاچه Searles در بخش کربنات سدیم توضیح داده شده است .

ترکیه

استخراج کانی های بر در ترکیه به حدود ۱۵ قرن پیش بر میگردد . تولیدات درمقیاس بزرگتر در اواخر قرن نوزدهم آغاز و از سال ۱۹۸۱ توسعه یافته و این کشور را بعد از آمریکا دومین تولید کننده برات کرده است . ترکیه بزرگترین صادر کننده دنیا بوده و احتمالاً " بیشترین ذخایر برات را داراست .

عموماً " کانی سازی بر محدود به مناطق سنگهای قاره ای ترسیر بالایی (نئوژن) میباشد ، براتهادر یکسری رسوبات دریاچه ای پلیوسن بالائی ، که بینشان لایه های سنگهای آذر آواری و آتشفشانی دیده میشود ، ایجاد میشوند ، گفته میشود که مواد آتشفشانی منبع گازهای غنی از بر بوده اند که در آب دریاچه ها حل شده است . دریاچه ها به نوبه خود خشک شده و ردیفی از رس ، خاک رس آهکی ، سنگ آهک ، توف و برات ته نشین کرده اند ، آندسته از کانه های برات که قابلیت انحلال بالائی دارند توسط لایه های رسی محافظت شدند . دیاژنز متوالی خیلی از کانه های بر مثل Inyoite ، Borax ، Ulexite تبدیل کرد . بدین ترتیب بود که طبیعت به مقدار کافی میزان بر کانه را افزایش داد (براون و جونز ۱۹۷۱) .

شش منطقه کانی سازی برات در ترکیه شناسایی شده است ، تقریباً " از غرب به شرق ، سلطان کایبر ، بیگادیک ، کوکرکلی ، کستلک ، رامت و کرکا . تولید برات در سلطان کایبر امروزه فقط از اهمیت تاریخی برخوردار است و تولید Colemanite کوکرکلی هم خیلی کم اهمیت است . کستلک هنوز هم با تولید ۱۳۵،۰۰۰ تن کانه در سال یک تولید کننده خوب بشمار میرود ، بقیه مناطق عملاً " تمامی تولیدات ترکیه

را تامین میکنند، تنها تولیدکننده برات در ترکیه بانک دولتی Etibank میباشد.

منطقه بیگادیک

ذخایر موجود در شمال شهر بیگا دیگ در استان بالیکسیر، بزرگترین منابع Ulexite, Colemanite جهان را دارا هستند. یک برآورد، میزان ذخیره قابل استخراج را ۴۵/۸٪ میلیون تن کوچک کانه میدانند که برابر است با ۱۰/۲ تن B203. ۵/۸ میلیون تن در Colemanite و ۴/۹ میلیون تن در Ulexite (ونزل ۱۹۷۸). از حدود ۱۲ معدن که در اطراف روستای Iskelekoy قرار دارند Colemanite, Priceite و Ulexite استخراج میشود که از توده های عدسی شکل واقع در مخره های ترسیر بالایی بدست می آید. این توالی شامل مخره های آتشفشانی و آذر آواری، مارن، بنتونیت، سنگ آهک، توف و کانه های برات دار میشود. Colemanite که در باندهای به ضخامت ۱۲ پا جدا شده توسط بسترهای رس وجود دارد، نزدیک مرکز توده که رس کمتر است متراکم تر میشود (براون و جونز ۱۹۷۱). منطقه سالانه ۳۰۰،۰۰۰ تن کانه که ۱۵۰،۰۰۰ تن کنسانتره میدهد، تولید میکند.

منطقه امت (Emet)

ذخایر واقع در استان کوتاهیای غربی، گروه مرکزی مناطق تولید کننده ترکیه، در سال ۱۹۵۶ توسط موسسه تحقیقات معدنی ترکیه کشف شده پنج معدن در حال کار در این منطقه توسعه یافته اند. ذخایر به اثبات رسیده بالغ بر ۶۰ میلیون تن کانه دارای ۴۹ تا ۴۳ درصد B203 میباشد. تقریباً ۹۰ درصد این ذخایر در Espey میباشد.

رسوبات دریاچه ای محلی چرخه ای به این ترتیب برانشان میدهند. کربنات، کنگلومرا، ماسه سنگ، رس، مارن، توف های بین لایه ای و برات و دوباره کربنات، فعالیت های آتشفشانی که در آغاز دوران سوم زمین شناسی شروع شده و در دوران چهارم هم ادامه داشته است، منبع اکثر رسوبات محلی شامل

برات مییابد. این فعالیت آتشفشانی و همچنین زمانی که از روی فسیلها بدست آمده فرضیه کانی سازی بر در دوران الیگوسین میانی را نسبت به فرضیه قدیمی که می گوید این ذخیره ودیگر ذخایر برات ترکیه در دوران نشوژن بوجود آمده است، قوی تر میسازد، (ملواکی و خرمن ۱۹۷۶).

کانه بردار غالب در منطقه Colemanite است که ضخامت لایه کانی سازی بطور محلی بالغ بر ۹۰ پا است. که بصورت شکل، توده ها، درزهای فرعی سنگها (Grain)، کریستالهای پراکنده و پرشدگی حفره ها وجود دارد، متداولترین محل وجود آنها طبقات جدا شده توسط لایه های نازک و ناپیوسته رس است. کانه های مربوط به آن عبارتند از: Meyergrhofferite, Ulexite، هیدروبراسیت. ذخایر به میزان نسبتاً زیادی آرسنیک و استرنسیوم دارند که وجود سلسیت، Orpiment, realgar نمایانگر این حقیقت است.

منطقه کرکا (Kirka)

مهمترین براتی که اخیراً در ترکیه کشف شده در روستای کرکانین در استان افتون و اسکی شهر قرار دارد. بررسیهای اولیه ذخایر شناخته شده ای بالغ بر ۴۸۰ میلیون تن با عیار ۲۷% B203 را در بخش غربی و تناژهای کوچکتری با عیار ۴۲%B203 در جنوب برانشان میدهند. این ذخیره تنها برات سدیم تجاری است که در ترکیه یافت شده بقیه ذخایر برات کلسیم هستند (اینان ۱۹۷۲).

جایگاه زمین شناسی کانی سازی بر در کرکا شبیه دیگر ذخایر میباشد یعنی عبارتست از یک توالی کنگومرای فوقانی دوران سوم زمین شناسی توف، دولومیت، مارن و رس. مثل جاهای دیگر گمان میرود که تشکیلات یک توالی چرخشی از کربنات به برات و از برات به کربنات دارند. تفاوت در مجموعه کانپهای بر احتمالاً به این خاطر است که بخاطر غلظت زیاد پولی یونهای Ca^{++} و Na^{+} ، کربنات کلسیم رسوب کرده و در نتیجه نسبت Na^{+}/Ca^{++} را بالا برده است. این افزایش تا وقتی که Inyoite شروع به ته نشین شدن با کربنات

کلسیم و سپس Ulexite کرده ، ادامه داشت . وقتی که کنسانتره شدن به اوج خود رسید براکس با میزان کمی Ulexite ته نشین شدو بستراهای بزرگ براکس را پدید آورد . نسبت Na^+/Ca^{++} را کاهش داد . عمده ترین ته نشین بعدی عبارت بود از ته نشینی Ulexite و برات . سپس inyoite ، inyoite ، ulexit و کربنات کلسیم ، و بالاخره دوباره فقط کربنات کلسیم . سپس بلوری شدن مجدد و تغییرات بعدی بوجود آمد بعنوان مثال inyoite تبدیل به Colemanite شد ، اینکار باعثها شدن آبشده که آن هم بنوبه خود براکس ثانویه را تولید کرد . همچنین مایعات غنی از منیزیم حاصل از رسهای مونت مورینیت براتهای منیزیمی چون Kurnakovite بوجود آورده و آبهای غنی از استرانسیوم باروشی مشابه tunellite ($SrB_6O_{10} \cdot 4H_2O$) بوجود آوردند (اینان و دیگران ۱۹۷۳).

براکس Incalconite که نتیجه آلتراسیون آن است و بیشتر در مرکز ذخیره بصورت بین لایه ای بارس و بدون Tinalconite دیده میشود . Ulexite در تمام ذخیره بویژه در مناطق فوقانی و تحتانی که براکس را می پوشاند و نزدیک کناره ها وجود دارد . Inyoite عمدتاً در کناره جنوبی بالای لایه های colemanite دیده میشود که در مناطق کلسیم دار Meyerhofferite هم وجود دارد . Kurnakovit هم بصورت یک لایه ناپیوسته در لایه رسی که درست در بالای توده اصلی برات قرار دارد، دیده میشود .

در منطقه کرکا حدود ۴۵۰،۰۰۰ تن در سال گانه برات سدیم تولید میشود . وبه کارخانه ای در باندرا که در ساحل واقع شده است حمل شده ، به مواد شیمیایی بر دار مختلفی فرآوری میشود که از آن جمله اند: اسید بریک ، دی هیدرات براکس و پنتاهیدرات براکس .

آمریکای جنوبی

حدود ۴۰ ذخیره برات در نوار ۵۵۰ مایلی Andes در کنار مرزهای مشترک آرژانتین ، بولیوی ، پرو و Chile دیده شده اند .

این ذخایر یا بصورت مخروطها و ته نشینهای کوچک پراکنده Ulexite و براکس

نزدیک شکاف‌های آتشفشانی با ذخایری بالغ بر هزاران تن یا بصورت بسترهای Ulexite، برات و یا Inyoite در حوضه‌هایی که مساحتشان به چند صد مایل مربع هم میرسدو ذخایری بالغ بر میلیونها تن دارند، دیده میشوند. تکتونیک و آتشفشانی محلی و همچنین اثر بسزای آب و هوای خشک در ارتفاعهای ۱۲۰۰۰ و ۹۰۰۰ پایی مواد را بوجود آورده و باعث تشکیل این ذخایر شدند.

تنها تولید کننده مهم برات آرژانتین شمالی است. اکثر کانه مورد نیاز از معدن تینکالاو در بخش مرکزی شمال Salar del Hombre Muerto در استان سالتا تامین میشود. در اینجا یک توده عدسی شکل بر اکس با ضخامت ۹۰ پا و عرض ۳۰۰ پا در بین ماسه سنگ، سنگ رس، توف، رسوبات تبخیری، سنگ آهک و کنگلومرای تشکیلات Sijes که روی یک توالی قطعی نمک طعام قرار دارد و با ۱۵۰ پا ماسه سنگ، siltstone و توف پوشانده شده است، بخشی از برات بدلیل متامورفیزم به Kernite تبدیل میشود و کانه‌های بر نایابی همچون $\text{rivadavite Na}_6\text{MgB}_2\text{4O}_{40} \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ ، $\text{Macallisterite: Mg}_2\text{B}_12\text{O}_{20} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ ، $\text{ameghinite: NaB}_3\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و جود دارد. بعلاوه نزدیک سطح تماس فوقانی بین بر اکس و رسوبات، سطوحی از سنگ رس با دانه‌های inyoite, ulexite و Kurnakovite وجود دارد. دوران ذخایر کاملاً مشخص نیست اما احتمالاً "پلیستوسن یا عصر حاضر میباشد (هرلبات و دیگران، ۱۹۷۳). تولیدات Chile و پرو هر چند مدت یکبار دیده میشود.

شوروی

مرکز تولید برات در شوروی ناحیه Inder در شمال دریای خزر در بخش جنوبی کشور قرار دارد. براتهای تجاری بیشتر براتهای منیزیم Szaibelyite و هیدروبراسیت‌های مربوطه - هستند تا براتهای متداول سدیم و کلسیم. ذخایر بستری بشکل عدسی‌هایی با قطر ۱۰ پا که -- به گنبد نمکی پرمین ۱۰۰ مایل مربعی متصل است و وارد رسوبات مزوزوئیک و دوران سوم میشود، است. براتها در شکافهای نزدیک راس گنبد با جایگزین شدن بجای نمکها و یا سنگ گچ ورس موجود، وجود دارند. همچنین بر از آبهای شور دریاچه نزدیک Inder

بدست می آید. این " دریاچه " یک پوسته سطحی نمکی حدود ۱۰۰ پا آب شور اشباع شده از نمک که حاوی کلرور برمور پتاسیم و همچنین براکس است، دارد. آب شور بطور متوسط ۲۳٪/۰ B203 دارد (کیستلر و اسمیت ۱۹۸۳).

نیتراشا

نیتروژن در واقع در زهمه جا، نزدیک وروی پوسته زمین یافت میشود. ۷۸٪ اتمسفر را تشکیل داده و از چرخه نیتروژن چنین برمی آید که نقشی اساسی در بیوسفر ایفا میکند. نیتروژن یکی از سه نیاز اصلی گیاهان به همراه پتاسیم و فسفر است.

تا حدود سال ۱۹۳۰ ذخایر گوانو- لاشه های پرندگان و خفاشها - یا فضولات کشتارگاهها، کارخانه های فرآوری ماهی و غیره بود. در حدود سال ۱۹۳۰ Chile شروع به تامین اکثر نیازهای تجاری دنیا از ذخایر طبیعی نیترات سدیم خود نمود اما از آنجا که مصرف صنعتی محصولات نیتروژن با گسترش سریع تولیدات انفجاری، نایلون، پلاستیک، رزینها و همچنین کشاورزی مکانیزه، بالا رفت. این ذخایر پاسخگوی نیاز موجود نبودند. بنابراین تامین ممنوعی نیتروژن ابداع شد. بعد از جنگ جهانی اول، نیتروژن بشکل آنیدروس آمونیا، نیترات آمونیم، اوره و سولفات آمونیم از طریق فرآیند Haber-Bosch تولید شد. اینکار مستلزم دمیدن نوبتی بخار و هوا به بستری از ذغال داغ برای ایجاد مخلوطی از گازها که شامل نیتروژن و وئیدروژن میباشد است. بعد این گازها تحت فشار ترکیب میشوند تا آمونیا، نقطه آغاز تولید ترکیبات نیتروژن که در بالا اشاره شد را بوجود بیاورد. آمونیا همچنین وقتی که ذغال تقطیر میشود مثل کوره های کک سازی، بوجود می آید.

Chile (شیلی)

گرچه Chile بدلائل مختلفی حدود سه ربع قرن است که وضعیت مطلوبی ندارد. هنوز هم نیتراشهای طبیعی تجاری در شمالیترین استانها یعنی Tarapaca،

Antofagasta تولید میشوند. معدنی شدن نیترات در کمربندی با ۲۰ مایل عرض که حدوداً ۲۴۵۰ مایل در امتداد طرف شرقی نوار ساحلی امتداد دارد، زنجیری از کوه‌های نسبتاً کوتاه که بایک‌فروافتادگی طولی از Andes بلند جدا شده‌اند، دیده میشود. منطقه عمومی - صحرای Atacama - حاوی خاکهای غنی از نیترات، سطوحی که بالای ای-از خاکهای نیترات‌دار پوشانده شده اند، رگولیت‌نمک-سیمانی، حوضه های بسته ای که حاوی پلایای رس هستند، و خود ذخایر تجاری میباشد.

این کنسانتره های تجاری درون و یاروی انواع سنگ از گرانیت تا سنگ آهک و شیل دیده میشوند و همبستگی کمی میان ذخیره و انواع سنگها دیده میشود. غنی ترین ذخایر بیشتر روی شیبهای پائینی دره ها هستند. کانه که به اصطلاح محلی Caliche نامیده میشود بخشی از یک توالی لایه هاست. از Coba در پایه تا Caliche و Costra تا Chaca در کمر بالا که هریک مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاص خود را داراست. جایی که خاک با کانی های نمک، سیمان شده است و یا جایی که این کانیه‌ها، رگه ها و توده های بی شکل را در خلل و فرج سنگ کف پر میکنند. Caliche میتواند از نوع آبرفتی باشد. همچنین ذخایر به نسبت حاوی کنسانتره های بالایی از کرومات و Todate، تنه‌ایون پرکلرات که به طور طبیعی بوجود می آید و میزان زیادی بر هستند.

درواقع این ذخایر نیترات منحصر بفرد هستند. بدون شکریشه آنها به این حقیقت بر میگردد که منطقه دارای یک آب‌وهوای غیر طبیعی میباشد. با متوسط بارندگی سالانه کمتر از ۰/۴ اینچ و ۲۰ سال فاصله بین رگبارها. این بخش از صحرای Atacama یکی از خشکترین بخشهای دنیاست. مهمترین اینکه این شرایط از میوس میانی تاکنون معمول بوده است. همین مسئله پدید آمدن تدریجی مقادیر فراوان مواد نمکی را امکان پذیر ساخته است. تمور میرود که تشکیل دهندگان مختلف نمک از منابع مختلفی مشتق شده اند. مواد ارگانیکی نیتروژن ابتدا از اقیانوس آرام با کلرور سدیم از اسپری اقیانوس و مواد فرار آتشفشانی

محلی، سولفات از SO_2 موجود در این آتشفشانها و همچنین آبدریا و سولفاتهای قابل حل در آبدر خزه ها، براتها از فعالیتهای آتشفشانی، پرکلرات از ترکیب کلرین و ازن، ید از اقیانوس، و عناصر خاکی آلکا و آلکالین از اقیانوس، خاکستر آتشفشانی و غبار از پلایاها و نمکزارها. تراکم ذخایر تا حد قابل استفاده بودن در تجارت و حفاظت چنین ذخایر مطلوبی منوط به آب و هوای خشک در مدت زمان بسیار زیادی بوده است (اریکسن، ۱۹۸۱).

در حال حاضر تولید نیترات در Chile توسط شرکت دولتی de Fomento de la Production از طریق بخش (SOQUIMICH) کنترل میشود. Caliche که با بیلهای مکانیکی از گودالهای بزرگ روباز استخراج میشود احتیاجات کارخانجات فرآوری در Pedro de valdivia, Maria Elena که هر دو دور از بندر Tocopilla در استان Antofagasta هستند را تامین میکند. کانه ترکیبی دارد که بطور متوسط عبارتست از: $NaCl: 4-10\%$, $NaNO_3: 7-10\%$, $Na_2SO_4: 10-30\%$, $I, Br, K, Ca, Mg: 2-7\%$, $H_2O: 1-2\%$, $gangue: 41-76\%$.

کانه بایکی از روشهای فرآوری Guggenheim کنسانتره میشود. این روش که اولین بار در سال ۱۹۲۰ مورد استفاده قرار گرفت در برگیرنده یک لیچینگ counter-current و یک محلول اشباع شده از کلرور و سولفات سدیم حاوی $220-340$ گرم در لیتر $NaNO_3$ در دمای 113 تا 104 درجه فارنهایت ($40-45C$) میباشد. بعد از حدود ۴ روز محلول حاوی $40-48$ گرم در لیتر نیترات است که با سرد کردن بلوری میشوند، و محلول اصلی دوباره در چرخه قرار میگیرد. این فرآیند استخراج کانه حاوی 10% یا کمتر نیترات را مقرون بصرفه میسازد.

تولید نیترات از اوج خود در سال ۱۹۲۸ یعنی $3/2$ میلیون تن در سال به میزان فعلی حدوداً $600,000$ تن در سال رسیده است. این میزان کمتر از 3% از نیاز نیتروژن جهان را بر آورده میکند. بهر حال این ذخایر محصولات مهم جانبی تولید میکنند که به اقتصاد معدنکاری کمک میکنند. در صورت نیاز بازار اسید بریک تولید میشود و پتانسیل تولید سولفات سدیم بالغ بر یک میلیون تن در سال

میباشد ، اگر چه بازده جاری فقط ۷۰۰،۰۰۰ تن درسال است . قیمت نسبتاً بالای
ید آنرا یکمحمول جانبی مهم کرده است . بازده کنونی حدود ۲۶۰۰ تن درسال
I2 ۹۹/۶٪ است .

برومین

برومین درعین جالب نبودن ، عنصر نامطلوبی است . تنها عنصر غیر فلزی که
دردمای معمولی مایع است . خیلی سریع به بخار گازی قرمز رنگ که چشمها ،
بینی و گلو را ناراحت میکند تبدیل میشود بوی آن هم از نامش کاملاً
مشخص است (از "bromos" یونانی به معنای بوی خیلی بد) . با وجود این
مفرات ، این فلز از لحاظ تجاری مهم است بویژه در تولید دی برومید اتیلن
که بیشتر آن وارد ترکیبات anti-Knock گازوئیل میشود . ودر سم سازی ،
آتش خاموش کنها ، داروسازی ، مواد رنگ کننده و مواد شیمیایی عکاسی کاربرد
دارد . تولید کنندگان اصلی برومین دنیا که تقریباً ۳۵۰،۰۰۰ تن درسال تولید
دارند عبارتند از آمریکا با حدود ۵۰٪ ، شوروی ۲۰٪ ، اسرائیل ۱۲٪ ، انگلیس
۸٪ و فرانسه ۵٪ (جدول ۱۰) .

Table 10 : World production of bromine (tons)(1981)

USA	171,549
USSR	68,000
Israel	44,020
UK	27,605
France	17,261
Japan	12,000
W.Germany	4,000
India	1,011
Italy	580
Sapin	400
Total	346,426

Source: Institute of Geological Sciences, London.

برومین به شکل گانه - Embolite: یک کلرو برومید نقره ای و bormagrite :
 یک برمید نقره ای - فقط از اهمیت علمی برخوردار است. تولید تجاری از
 منابعی که برمین آنها با میلیون برآورد شده - بویژه آبهای شور و ذخایر
 نمکی نامبرده شده در جدول ۱۱ تامین میشود.

Table 11: Bromine content of certain brines(ppm)

Source	Producing example	ppm bromine
Seawater	UK, France, Japan	60-65
Lake brines	Searles Lake, USA	85
Subterranean brines	Michigan, USA	1,300
Potash salts	Stassfurt, W. Germany	1,500-2,000
Oliwell brines	Arkansas, USA	5,000
Inland sea	Dead sea, Israel	5,200

ذخایردر واقع پایان ناپذیر هستند. حدود یک تریلیون تن برومین در آبدریاها و اقیانوسهای جهان تخمین زده شده است که فقط یکبیلیون تن آن در دریای مرده است.

آبهای شور زیرزمینی

آبهای شور موردنظر در میشیگان و آرکانساس ۸۰ درصد تولید برومین آمریکا را که به نوبه خود نمایانگر نیمی از کل تولید دنیا است را تامین میکنند. تولیدات جنوبغربی آرکانساس از تشکیلات Smack-Over ژوراسیک (جدول ۱۲) سرچشمه میگیرند. این واحد کربنات وسیع از حوضه گنبد نمکی در جنوبغرب تگزاس شروع شد. از کمان سان مارکوس تا حوضه نمک شرق تگزاس گذشته به حوضه های نمک لوئیزیانا - آرکانساس و می سی سی پی، زیر Panhandle فلوریدا و سپس فلات قاره میرسد. تشکیلات smackover در آمریکا رخنمون ندارند گرچه بمورت تشکیلات Zuloaga در مکزیک و Tamaulipas دیده میشوند (کانینز ۱۹۷۸).

Table 12: Stratigraphy of southwestern Arkansas

series	Formation	Thickness(ft.)	Description
	Cotton Valley Group	0-2,700	Principally near-shore red beds consisting of varicolored shale, sandstone, and basal conglomerate; grading southward to offshore gray shale, sandstone, and limestone and the shales and sand of the Bossier Formation.
UPPER JURASSIC	Buckner	0-274	Red shale grading to red shale intercalated with anhydrite dolomite streaks grading to massive anhydrite.
	Smackover	0-1,000	Upper portion of dense dolomite and dolomitic shale 'cap rock' overlying the Reynolds Oolite zone and lower chalk zone. The lower member is dense, argillaceous limestone.
	Norphlet	0-150	Red and gray shale and sandstone with fluvial gravel and mudstone in the northern part of the area.
MIDDLE OR LOWER JURASSIC	Louann	0-1404	White to gray, coarsely crystalline halite with anhydrite streaks.
	Werner	0-200	Dense granular anhydrite overlying beds of red shale and sandstone, commonly conglomeratic at the base.
UPPER TRIASSIC	Eagle Mills	0-6,968	Continental, water-laid deposits; principally red shale mottled gray or green. Also contains sandstone and siltstone with some conglomerate, and nodular limestone, dolomite, and anhydrite. Pre-Werner diabase intrusions are known.

نفت و آبهای شور از البیتارینولدر در بخش فوقانی تشکیلات Smackover مشتق میشوند. این واحد شامل کلسیت، کمی دولومیت، و انیدریت با کوارتز، اسفالریت و گالن میباشد. در پائین یک سنگ آهک رستی و در بالا یک دولومیت متراکم و شیل قرار دارد. میزان برمین آبهای شور Smackover از کمتر از ۴۰۰۰ تا بیش از ۶۰۰۰ PPM میباشد. مکانیسم کنسانتره آنها کاملاً قابل فهم

نیست. در حالیکه میزان کنسانتره کلرید آبهای شور می سی سی پی تقریبا " با آرکانساس برابر است، آبهای شور آرکانساس از میزان برمین خیلی بیشتری برخوردار است. گمان میرود که آبهای شور Smackover در آرکانساس حاصل تبخیر آب دریا بوده اند، و سپس برای مدتی بصورت مایع فیسیلی که در زیر قرار داشت درآمده و در نهایت با تراکم نمک بصورت صخره هایی، خارج شدند. ممکن است در اثر تبلور مجدد مقداری برومید از نمک طعام بدرون مایع فیسیلی وارد شود (کارپنتر و تروت ۱۹۷۸، کارپنتر ۱۹۷۹)

در حوضه میشیگان، آبهای شور موجود در ماسه سنگها و کربناتهای Detroit River Group یک منبع تجاری پتاسیم، سدیم، منیزیم، کلسیم، یدو برمین میباشد. Detroit River Group که بین Bois Blanc و دونین و تشکیلات Dundec قرار دارد، در سطح زیرین شبه جزیره پائین میشیگان و بیرون زدگی های منتهی الیه مناطق شمالی و جنوب غربی دیده میشود. تشکیلات پایه ای این گروه شامل ماسه سنگ سیلوانیا با ضخامت ۳۰۰ پامی باشد که در بالای آن ۱۱۵۰ پا کربنات که تشکیلات Lucas، Amherstburg و Anderton را تشکیل میدهد، قرار دارد. میزان یدو برمین آبهای شور موجود در کربناتها از آبهای شور موجود در ماسه سنگها بیشتر میباشد. میزان برمین آبهای شور موجود در سنگ آهک تا حداکثر ۳۰۵۰ ppm (با وزن مخصوص ۱/۲۹۹) میرسد. امادر ماسه سنگها حداکثر میزان برمین ۲۰۷۵ ppm میباشد. برای رسیدن به ژنز آبهای شور، دو تئوری عمده مطرح است - محصور شدن آب دریا یا حل شدن بسترهای نمکی، گچی، و کربناتها با نفوذ آبهای زیرزمینی. امروزه چنین تصور میرود که ممکن است ترکیبی از این دو فرآیند پاسخ به این سوال باشد (سورنسن و سگال ۱۹۷۴).

شرکتهای مهم استخراج کننده آب شور در میشیگان عبارتند از Dow chemical که در Midland Ludington ید، ترکیبات پتاسیم، برومین، ترکیبات منیزیم تولید میکند، شرکت Martin Marietta در Manistee ترکیبات منیزیم و شرکت Wilkinson Chemical در Mayville کلرید کلسیم - منیزیم تولید میکند.

آبهای سطحی

برمین را میتوان از آبدریای معمولی هم بمورتی که از لحاظ تجاری هم مقرون به صرفه باشد استخراج کرد با وجود غلظت متوسط فقط ۶۰ppm در کشورهای صرفکننده عمده که هیچ منبع دیگری ندارند، برمین از آبدریا استخراج میشود. متداولترین تکنیک استخراج مستلزم عمل کرد آبدریا با آنیلین و کلروبن جهت ایجاد تری - برم آنیلین غیر قابل حل میباشد. افزودن دی اکسید سولفوریک و هوا این ماده را به اسید سولفوریک و HBr محلولی تبدیل میکند که وقتی با کلرین، ترکیب میشود. برمین تولید میکند. این ماده همراه بخار آب از مایع جدا شده و سپس مخلوط برمین / بخار آب تغلیظ میشود (آنون ۱۹۷۲).

تولید کنندگان اصلی برمین از آبدریای عبارتند از شرکتهای Associated Octel که در Wales Amlwch واقع در انگلیس سالانه ۴۰،۰۰۰ تن Plant تولید میکنند. Octel Kuhlmann SA در بندر de.Bouc نزدیک مارسل فرانسه سالانه ۱۷۰۰۰ تن Plant Villaricos union Salinera de Espana's؛ بارسلونا در اسپانیا سالانه ۱۱۰۰۰ تن Plant و؛ Shinnanyo Yamaguchi Toyo Soda Mfg Co's ژاپن سالانه ۱۲۰۰۰ تن Plant تولید میکنند.

برمین از Dead see اردن هم تولید میشود. نسبت Bricl در این آب بطور خارق العاده ای بالاست و حاوی حدود ۵/۲۵۰ppm برمین به همراه ۷/۵۹۰ ppm پتاسیم. ۳۹/۷۰۰ppm سدیم و ۴۲/۲۰ppm منیزیم میباشد. ظرفیت تولید شرکت برمین Dead Sea در Beersheva حدود ۲۰،۰۰۰ تن در سال است. تغذیه کارخانه از آبهای شور نهایی حاصل از حوضچه های کارنالیته میباشد. این آبهای شور حاوی ۱۲۰۰۰ppm تا ۱۱۰۰۰ برمین هستند که یکی از غنی ترین مواد اولیه اقتصادی بشمار میرود. آب شور در سه مرحله گرم میشود- با تبادل گرما بین آب شور با بخار و تبخیر مستقیم همراه بخار آب. در یک برج که در مرحله نهایی بکار گرفته میشود، بخار اضافی برمین آزاد شده را خارج میشود که قبل از خشک شدن جهت حذف کلرین با اسید سولفوریک کنسانتره تقطیر میشود. (اپستین، ۱۹۷۶)

منابع دیگر

شرکت Kali und Salz AG از آبهای شور بوجود آمده از فرآوری پتاس در چندین محل در آبهای غربی ، برمین تولید میکند . آنطرف مرز در فرانسه نیز در Alsace شرکت Mines de potasse d'Alsace واحد تولید برمین مشابهی دارد . همچنین دریاچه Searles در کالیفرنیا یک تولید کننده مطلوب برمین میباشد .

پید

کشف خواهی دارویی ید در اوایل قرن نوزدهم باعث آغاز جستجو برای یافتن منابع تجاری ید شد . طبیعت با جلبک دریائی که محصول طبیعی حاوی ۵۰۰۰ppm ید است . به کمک آمد ، معادل یکمدهزار بار کنسانتره کردن آب دریا میباشد . از سال ۱۸۳۰ تا ۱۸۱۳ این عمده ترین منبع تامین ید بود ولی در این سال (۱۸۳۰) آغاز معدنکاری نیترات در Chile منبع اقتصادی تری از ید را بعنوان یک محصول جانبی بوجود آورد . اما میزان تقاضا از دهه ۵۰ به بعد سالانه بطور متوسط ۱۵٪ رشد داشته است .

لذا نیاز به جستجوی مجدد برای یافتن منابع بزرگتر گردید . این منابع عظیم در استخراج روزافزون آبهای شور زیرسطحی که در حال حاضر ۸۰٪ از ۱۳۰۰۰ تن یدی را که سالانه تولید میشود ، تامین می کنند ، یافت شد .

ژاپن بیش از نیمی از ظرفیت جهان ، Chile ۲۰٪ ، شوروی ۱۵٪ و آمریکا حدود ۱۵٪ ظرفیت جهان را کنترل میکند . آبهای شور حاوی ید ممکن است بمورت گونه های ژاپنی یا اکلاهایی طبقه بندی شود . نوع ژاپنی در مخره های جوان میوسن ، پلیوسن و پلیستوسن - وجود داشته و احتمالاً از آب دریا مشتق شده است . حداکثر مقدار ید آنها ۱۵۰ppm است .

آبهای شور اکلاهایی در تشکیلات قدیمی تر بوجود آمده ، میزان یدی به فراوانی ۱۵۰۰ppm دارند (فوکوتا و دیگران ۱۹۸۲) ید در کاتالیزها ، مواد غذایی حیوانات ، سفت کننده نایلون ، جوهرها و رنگها ، محصولات بهداشتی و

در ابزارهای فوق مدرن مثل چراغهای کوارتز - یدی و کریستالهای چشمکزن که برای اندازه گیری رادیواکتیوته بکار میروند استفاده میشود.

ژاپن

تولیدات ید ژاپن توسط سه شرکت فعال در مناطق اصلی تامین میشود که عبارتند از: میدان گاز خیز در جنوب Kanto، منطقه Niigata سمت شمال، و منطقه Miyazaki در جنوب Kyushu. ید حل شده بصورت مقادیری ۱۶۰ppm ید در آبهای شور در مخازن گاز طبیعی دیده میشود. ذخایر ید بازیافتنی در ژاپن حدود ۱۰ میلیون تن برآورد شده است.

با در نظر گرفتن آبهای شور ید دارو صخره هایی که در آنها این پدیده اتفاق می افتد، برخی خصوصیات عمومی مورد توجه قرار گرفته است. بعنوان مثال نسبت ید به کلرید در رسوبات عمیق از همه بیشتر اما با گذشت زمان احتمالاً به سبب دیاژنز به شدت کاهش می یابد. بنابراین مناسبترین محیط برای تمرکز ید مجموعه های قطور رسوبات جوان - بعد از میوسن میانی در ژاپن - تصور میشود که در شرایط عمیق یا کم عمق رسوب گذاری شده اند (فوکوتا و فوجی ۱۹۸۱ به روابط فردی دکنتر فوجی، بررسی جغرافیایی ژاپن).

عمدتاً استخراج ید از آبهای شور توسط فرآیند "Blowout" انجام میگردد. آبهای شور در یک مخزن با اسید سولفوریک، نیترات سدیم و کلرین جهت اکسید کردن و در نتیجه رسوب کردن ید عمل میکنند. کریستالها توسط هوا از آب شور بیرون رانده شده کنسانتره میشود. که آن هم به نوبه خود در یک محلول داغ حل میشود، در این هنگام کلرین به یک Precipitator جهت تولید کریستالهای ید افزوده میشود.

میدان گاز خیز Kanto

این منطقه اصلی تولید کننده در Kanagana, Tokyo, Chiba (در ژاپن)، ۱۴ کارخانه با ظرفیت ترکیبی تولید ید بیش از ۲۲۰۰ تن در سال که برابر با ۸۰

درصد ظرفیت ملی است، را داراست. منابع زیرزمینی گاز طبیعی عمدتاً " محدود به حوضه رسوبی پلیوسن پسین تا گروه Kazasa در پلیستوسن میانی میباشد. بخش میانی این گروه که منطقه ای به مساحت تقریبی ۴۶۵۰ پای مربع را می پوشاند و ضخامتی به قطر ۸۴۰۰ پا دارد از رسوبات عمیق دریا (deep-see) ساخته شده است. در تشکیلات سیلتی Kiwasa و همچنین تناوب سیلت / ماسه سنگ تشکیلات otadai و umegas میزان ید بطرز چشمگیری بالاست. تصور می رود که این تراکم مربوط به محیط ژرف رسوب گذاری بوده است (فوکوتا و فوجی ۱۹۸۲).

Niigata Prefecture

این منطقه بالغ بر ۷۵ درصد تولیدات گاز طبیعی ژاپن و حدود ۱۳ درصد تولیدات ید از آبها میشود را تامین میکند. منطقه تولید حدود ۱۳۰ مایل مربع اطراف شهر Niigata میباشد. گاز طبیعی در بسترهایی از ماسه و گراول غیر متراکم و در بسترهای ماسه سنگ نیمه متراکم بایگتوالی رسوبات آواری پلیوسن فوقانی تا پلیستوسن فوقانی قرار دارد.

منابع اصلی زیرزمینی مناسب برای تولید بطور عمده از ماسه های دانه ریز تا متوسط که ضخامتشان بین ۳۰ تا بیش از ۱۰۰ پا میباشد و بنظر میرسد که در منطقه تولیدی بطور پیوسته وجود دارند، تشکیل شده اند.

Sadowara گازخیز

این میدان متشکل از بخش شمال غربی میدان گاز Miyazaki در ساحل شرقی Kyushu میباشد. ید در آبهای شور رسوبات کم عمق پلیوسن پسین که ضخامتی بالغ بر ۷۵۰۰ پا دارند یافت میشود. شرکت Ise chemical تنها کارخانه استخراج ید را اداره میکند (۲۰tpm).

میدان گازخیز Okinava

Okinava-Jima غربی پتانسیل زیادی برای تولیدات آینده دارد. گاز طبیعی وید در بخشی از تشکیلات دوران میوسن پسین تا پلیستوسن پیشین با ضخامت ۳۰۰۰ پا دیده شده اند.

شوروی

درباره تولید ید در شوروی چیز زیادی روشن نیست بجز اینکه براساس آبهای شور مرتبط با نفت و گاز انجام میگیرد. مراکز اصلی تولید در میدان Slayanskoe-Troitskoe Nefteci inski در نزدیکی دریای سیاه و منطقه باکو در نزدیکی دریای خزر قرار دارند. تولید ۱۵۰ تن در سال تخمین زده میشود (آنون ۱۹۷۸).

ایالات متحده آمریکا

آمریکا حدود نیمی از تولیدات ید دنیا را مصرف میکند و گرچه تولیدات خودش کافی نیست ولی دو منطقه اصلی تولید با ذخایر فراوان داراست. یک شرکت مشترک بین Amoco production و Houston Chemical ید را از یک میدان آب شوری گاز در Woodward در شمال غربی اکلاهما استخراج میکند. تمرکز ید در این منطقه بفرآوانی ۱۵۶۰ ppm در آبهای شور متعلق به Chesterian Series دوران می سی سی پین پسین و ۷۰۰ ppm در تشکیلاتات lower persilanian ثبت شده است. با وجود تراکم متوسط ۳۰۰ ppm تشکیلاتات Morrow از لحاظ تجاری جلب توجه بیشتری کرده اند چرا که ذخایر عظیمی قابل دسترس میباشد. این مواد در ماسه های ضخیم متخلخل Morrow که دره Woodward که دره ای ایست مدفون به عرض یک مایل و طول ۷۰ مایل را پر کرده است موجود میباشد. کارخانه واقع در Woodward یک روش فرآوری ویژه را که توسط مرکز تحقیقات صنعتی PPG طراحی شده است. بکار میگیرد. آب شور در ابتدا در یک برج به منظور تشکیل یک کریستال جامد اکسیده میشود. تنها برداشت خالص ید میباشد و آب شور مصرف شده به تشکیلاتات برگردانده میشود. کارخانه که ظرفیتش ۹۰۰ تن در سال

استتغذیه ای برابر ۸۴۰ میلیون گالن آب شور در سال را خواهان است. با این سرعت تولید، ذخایر برای ده سال تولید که از سال ۱۹۷۷ آغاز شده است کافی هستند.

شرکت Dow chemical از یک کمپلکس آب شور در منطقه Midland میشیگان ید استخراج میکند. گرچه محصول اصلی برمین میباشد محصولات جانبی ید ۲۵۰ تن در سال است که از آب شوری که بطور متوسط ۴ ppm ید دارد استخراج میشود. استخراج در کارخانه Midland شبیه فرآیند "blow out" مورد استفاده در ژاپن میباشد (کاتن ۱۹۷۸).

Chile

Chile تنها تولید کننده نیتراهای طبیعی و تنها منبع تجاری ید است که از آب شور استفاده نمی کند. ید در مقادیر بالایی بصورت کانه های $\text{diertzite: } 7\text{CaL}206.8\text{CaCrO}_4$ ، $\text{Lautarite: CaI}_206$ وجود دارند، دیده میشود، متوسط میزان ید در کانه ۰/۰۴ درصد میباشد. ید به روش لیچینگ با استفاده از یک محلول آلکالاین جهت تشکیل یدات سدیم که بصورت کریستالهای نیترات سدیم کنسانتره میشود، تولید میشود. محلول یدات سدیم تازه، ید ته نشین میشود. رسوب حاصل از فیلتر رده شده، شسته و خشک شده جهت بدست آوردن عبارهای بالا بوسیله تصعید پالایش میشود. تولید توسط شرکت SOQUIMICH که متعلق به دولت است در کارخانه Predro de valdivia با ۲۷۰۰ تن در سال و کارخانه Maria Elena با ۸۰۰ تن در سال انجام می پذیرد (آنون ۱۹۷۸).

نمکهای صنعتی در ایران

نمک ویتاس

گنبد های نمک عمده ترین منبع معدنی نمک در ایران است. نمک همچنین در حوضچه های تبخیری ساحل خلیج فارس و ساحل دریاچه ارومیه، دریاچه مهارلو و دریای نمک قم و بمقدار جزئی از برکه های رودخانه های شور استحصال میشود.

معدن بخت به گل



- ۱- رکه ماده معدنی پر
- ۲- بارهای رنگی
- ۳- سنگلورا
- ۴- باطله برداری یا لودرز «توسعه پیلوهای استخراج معدن
- ۵- پیلوهای ایمنی معدن
- ۶- ریزش و نفوذ در کس های کمپانین

معدن برقره گل

به حکایت پرونده موجود کانسار برقره گل اولین بار در سال ۱۳۵۱ مورد بهره برداری قرار گرفت ذخیره گواهی کشف ۲۲۵۰۰ تن قطعی و ۵۰۰۰۰۰ تن احتمالی برآورد شده است .

معدن در فاصله ۸۰ کیلومتری جنوب غرب زنجان در بخش ماهنشان قرار دارد راه دستیابی به معدن عبارتست از محور زنجان بیجار (۵ کیلومتر) و سپس جاده زنجان به کارخانه سرب و روی دندی (۶۲ کیلومتر) پس از رسیدن به رودخانه قزل اوزن جاده خاکی که به روستاهای قره گل و مغانلومیرسد بطول ۷ کیلومتر طی نموده و سپس ۱ کیلومتر بسمت غرب در دره اوزن دره طی می نمائیم . کانسار برقره گل در ارتفاع ۱۱۴۵ متری در حاشیه شرقی رودخانه در نزدیکی روستاهای قره گل و خان کندی واقع گردیده است .

محدوده کانسار از نظر مورفولوژی شامل تپه های کوتاه و پستی می باشد امتداد دره هاشرقی غربی بوده و زهکشی آنها به قزل اوزن می رسد . پوشش گیاهی فوق العاده کم است از نظر آب و هوا دارای تابستانهای معتدل و زمستانهای سرد است .

زمین شناسی محدوده و کانسار برقره گل

باتوجه به شواهد زمین شناسی موجود در منطقه می توان محدوده معدن برقره گل را جزو زون ایران مرکزی دانست (باتوجه به چینه شناسی و سنگ شناسی سازند ها مانند سازند قم) سنگ دربرگیرنده ماده معدنی برادر معدن قره گل رسوبات و نهشته های میوسن و پلیوکواترنرتشکیل می دهد .

رسوبات میوسن منطقه که بنام سازند قرمز بالائی (U.R.F) معروف است و از نظر چینه شناسی روی سازند قم بطور هم شیب قرار دارد شامل لایه های گچ ، مارن های رنگی گچ دار مارن های ماسه ای و لایه ای ریزتاد رشت دانه می باشد . این سازند بیشتر در سمت جنوب و جنوب غرب معدن مشاهده میگردد .

رسوبات پلیوکواترنر شامل رسهای رنگی (زرد - قرمز) همراه بالایه هایی

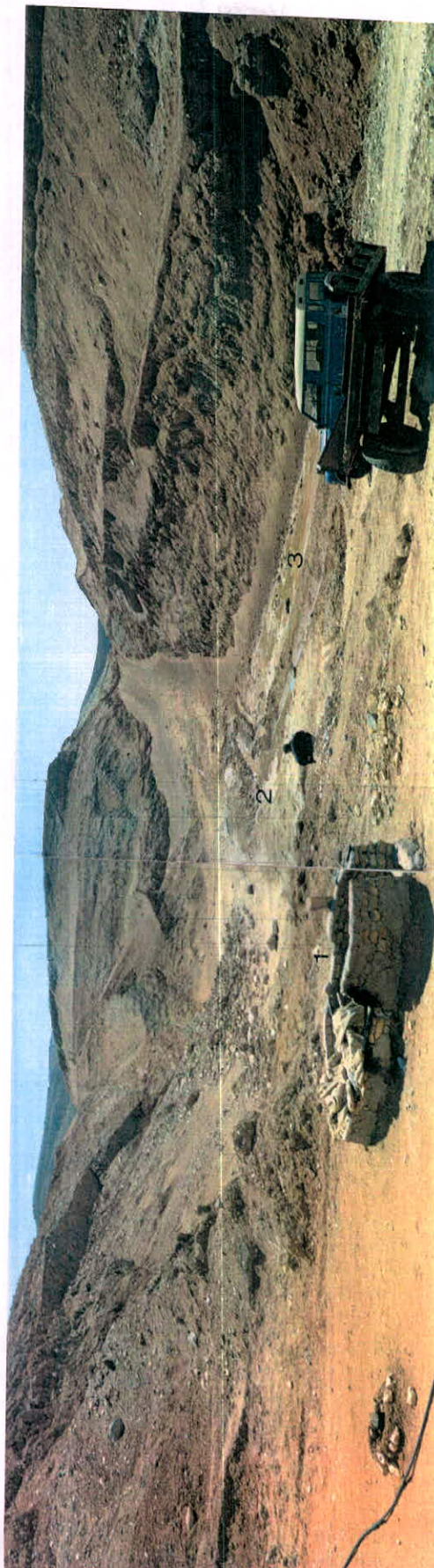
از رس ماسه ای و میان لایه هایی از کنگلومرا و نودول های گچ می باشد . با توجه به گرد شدگی قطعات مربوط به کنگلومرای موجود در رس این مسئله مویید این امر می باشد که این قطعات مسیر طولانی طی کرده اند تا به مرحله رسوبگذاری رسیده اند و قطعات تشکیل دهنده این کنگلومرا که کانساردرمیان آن قرار گرفته است شامل انواع سنگهای رسوبی از قبیل آهک و ماسه سنگ ، سنگهای آذرین از قبیل قلوه هائی از گرانیت ، آندزیت ، دیوریت ، توف و قطعاتی از سنگهای دگرگون شده منطقه معدن می باشد .

در منطقه این سازند بصورت دگرشیبی بر روی سنگهای قبلی U.R.F قرار گرفته است . منطقه معدن بصورت یک آنتی کلینال بوده که دارای شیب ملایم ۱۵ درجه می باشد ولی بخش کانی سازی شده که ظاهراً " محورتاقدیس می باشد دارای شیبی بسیار تند تا حد قائم می باشد که علت این شیب تند رامی توان مربوط به سیستم های تکتونیکی حاکم بر منطقه دانست که در بخش کانی سازی شده براحتی می توان به وجود سری گسل هائی که دارای روندی حدود N 30 E می باشد پی برد که این سیستم گسلی ، کنترل کننده کانی سازی منطقه می باشد پی برد علاوه بر سیستم گسل باروند شمال شرق - جنوب شرق ، سیستم گسلی دیگری نیز در منطقه مشاهده می شود که دارای روند شمال غرب - جنوب شرق می باشد .

تشکیلات زمین شناسی محدوده معدن عموماً " از تشکیلات رسی و کنگلومرائی (از قلوه سنگهای آهکی ، گرانیتی ، سیلیسی باسیمان آهکی) بوده و اغلب با سیمان رسی می باشد . کانسار از تعدادی عدسی های ناپیوسته بصورت هم خواب با لایه های رسی و کنگلومرائی تشکیل شده است (به احتمال زیاد مربوط به پلیوسن) ضخامت لایه های رسی از ۳۰ سانتی متر تا ۱/۵ متر متغیر بوده لکن ضخامت کنگلومرا از ۵ سانتی متر تا ۵ متر متغیر است .

ماده معدنی به صورت رگه ای عمودی در امتداد یک صفحه مشخص گسلی بوجود آمده است طول رگه ماده معدنی حدود ۱۵۰ متر و ضخامت رگه از ۱ الی ۶ متر متغیر می باشد . بهر حال برجستگی یاتپه های مربوط به ماده معدنی عموماً " مربوط به تراس های دوران چهارم می باشد .

معدن سولفات منیزیم و برمیانج



- ۱- چاه دسترسی به آب حادگی کلرد منیزیم و سولفات
- ۲- رگه ماده معدنی سولفات منیزیم و پورا سیت
- ۳- شورآبه حاصل از آبهای نفوذی حجاز و رگه معدنی

در این معدن کلیمانیت کانی اصلی با عیار ۴۵-۴۳٪ در کانسنگ درجه امی باشد و در مجاورت عیار اصلی عیار ۱۷٪ است کانیهای دیگر مانند براسیت، الکسیت، پاندرمیت نیز شناسائی شده است و همراه آنها مقداری گچ و بنتونیت نیز دیده شده است.

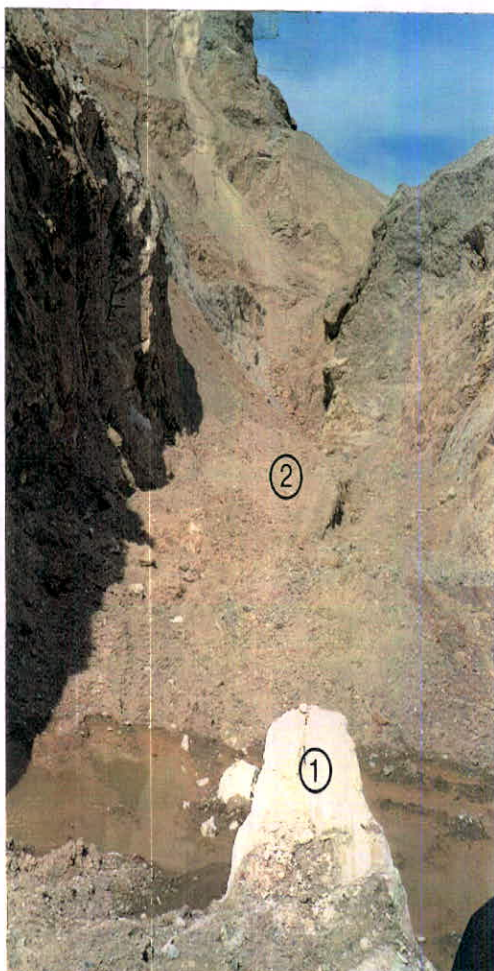
برمیانج

معدن در فاصله ۱۶۰ کیلومتری غرب زنجان در بخش ماهنشان و در ۳/۵ کیلومتری شمال خاوری روستای " پری " قرار دارد. معدن در ارتفاع ۱۵۰۰ متری در بخش غربی کوههای قره داغ و کنگرلی واقع است. ارتفاعات ناحیه معدنی عبارتند از مجموعه تپه هائی با ارتفاع متوسط (۱۰۰-۱۵۰ متر) از کف دره های اصلی یارودخانه پری چای باروند شمالی - جنوبی با شیب متوسط حدود ۲۰ درجه بندرت دارای پوشش گیاهی از نظر آب و هوائی تابستانهای معتدل و زمستانهای بسیار سرد می باشد.

محدوده معدن را رسوباتی از نوع مارن های رنگی، آگلومرات، توف، کنگلومرا با سن احتمالی میوسن، پلیوسن می پوشاند و در قسمت هائی رسوبات جوان کواترنری بشکل آلوویوم های ناپیوسته بسیار جدید و تراس های قدیمی تر نهشته شده است. ماده معدنی توده عدسی مانند است که در روند N 50 - 65 E تقریباً " بصورت دانه تسبیحی حدود ۲۰ متر گسترش طولی داشته و در داخل نهشته های پلیوسن در محل گسل خوردگی بوجود آمده است.

ماده معدنی مخلوطی از کانیهای بر (بوراسیت) $Mg_3B_7O_{13}Cl$ و زایبلیت $MgHBo_3$ و سولفات منیزیم اپسومیت $7H_2O$ ، $MgSO_4$ و کبیریت $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ و بعضی املاح تبخیری است.

چشمه ای که از مجاور معدن جاری می شود بشدت تلخ بوده و حاوی مقداری بر و مقدار قابل ملاحظه ای از $MgCl$ و ژیپس و هالیت و مقداری سولفات منیزیم می باشد و این آب از نظر منعتی در تهیه ساینده های پر قدرت با اهمیت است مطالعه دقیق این آب و آب های اطراف کانسار میانیج می تواند در امر اکتشاف ژئوشیمیائی این ماده معدنی الگو و راهنما باشد.



باطله برداری و استخراج ماده معدنی در معدن میاج

۱- ماده معدنی یولفات فیرنم و پوراسیت

۲- باطله «سنگ های درزگیر»

روش پی جویی و اکتشاف کانیهای بور (بوراتها)

بور عنصری است سبک و دارای میل ترکیبی شدید با اکسیژن که این امر باعث می گردد در طبیعت بصورت آزاد ظاهر نشود . این ماده که بعضی آنرا غیر فلز و عده ای شبه فلز می دانند پنجمین عنصر از گروه عناصر جدول مندلیف را تشکیل می دهد . بور دارای ظرفیت های ۳ و ۵ است که معمولاً با ظرفیت ۳ با سایر عناصر ترکیب می شود .

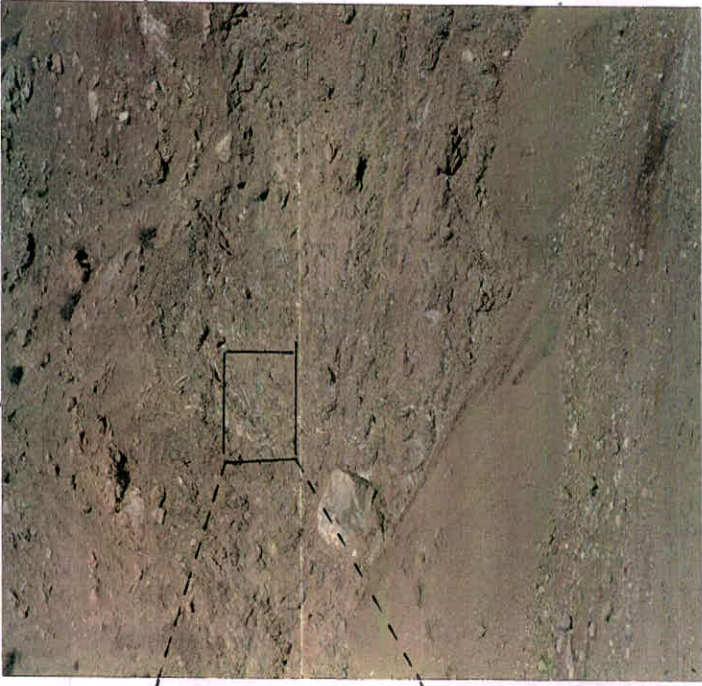
کانیهای فراوانی از این عنصر در طبیعت تاکنون شناخته شده است که تعدادشان به ۱۵۰ عدد می رسد از میان این کانیها بوراتها مهمترین کانیهای بور هستند . کانیهای اقتصادی بور نظیر کلمانیت و الکسیت ، پاندرمیت ، بوراکس هیدروبوراسیت ، زابیلیت و نظایر آنها که دارای مقادیر زیادی B₂O₃ در ترکیب خود هستند همگی در گروه کانیهای بورات بور قرار می گیرند . از گروه های دیگر کانیهای بور که در سه دسته دیگر طبقه بندی میشوند عبارتند از فلوریدها ، هیدروکسید و سیلیکاتهای بور ، از میان سه دسته اخیر هیدروکسید بور که تنها کانی شناخته شده در این دسته است بفرمول B(OH)₃ بنام ساولیت دارای اهمیت زیادی است که می تواند تحت شرایط مناسب ژئوشیمیایی با سایر عناصر کانیهای مختلف بور را تشکیل دهد .

سیلیکاتهای بور گرچه دارای تعدادی زیاد در حدود ۳۰۰ کانی می باشد جزو کانیهای اقتصادی بور محسوب نمی گردند . از مهمترین آنها تورمالین قابل ذکر است که با وجود بیشترین مقدار بور در ترکیب خود که آنرا از نظر واجد بودن مقادیر فراوانتری از این عنصر از سایر کانیهای سیلیکات بور متمایز می نماید معیذا ذخایر اقتصادی بور را بوجود نمی آورد ، زیرا اصولاً " سیلیکاتهای بور بدلیل سختی زیاد شان تحت تاثیر دگرسانی و فرسایش مناسب قرار نمی گیرد که عنصر B در اثر متلاشی شدن آنها آزاد شده و کانیهای اقتصادی بور را بوجود بیاورد . اما بطور کلی از آنجا که حجم زیادی از پوسته زمین را سنگهای گرانیتی تشکیل می دهند و در میان آنها سنگهای گرانیتی تورمالین دار نیز فراوان است لذا در کل

تعداد بوردراین سنگهای بیشتر از انواع دیگر سنگهاست اما این مقدار از بور بنابه دلائل فوق الذکر عنصرمفیدی از نظر بوجود آوردن ذخایر اقتصادی نیست .

چنین بنظرمی آید که احتمالا " مهمترین و بیشترین ذخایر ترکیبات بور را در سنگهای رسوبی باید جستجو کرد. از مهمترین انواع سنگها سازند هائی با ترکیب لیتولوژی رسی ، مارن ، گچ ، نمک ، ماسه سنگ و کنگلومرامی باشند که از میان آنها رسها ، مارنهادارای اهمیت بیشتری هستند . بور ایران باتوجه به اینکه شرایط زمین شناسی و معدنی مشابه با کشور همسایه مان ترکیه وجود دارد لذا می توان باتوجه به این موضوع با مطالعه ودقت وتحقیق کافی درباره شرایط زمین شناسی ، کانی شناسی ، کانی زائی ، محیط های رسوبی و شرایط ژئوشیمیائی مناسب و قانون بندی های مربوط به هریک از موارد یادشده از کانسارهای شناخته شده ، راه حل مناسب وشایسته ای رادر رابطه با اکتشاف ذخایر بورات در کشور پیدا کرد . چراکه آمار وشواهد موجود در معادن ، کانسارها و اندیسه های معدنی بور در نقاط مختلفی از کشور نظیر قره گل ومیانج در زنجان ، خاتون آباد کرمان ، یزد ، محمد آباد اوریون جنوب سبزوار وتعدادی از چشمه های آبگرم در منطقه آذربایجان که دارای اسید بوریک و ترکیبات بوردار هستند این نوید رامی دهد که امکان دستیابی به ذخایر مناسبی از این ماده معدنی با ارزش دور از انتظار نیست . در خیلی از کشورهایی که اکنون بزرگترین ومهمترین ذخایر بورات رادر جهان دارند نظیر ترکیه و آمریکاتعدادی از مهمترین ذخایر بورات بطور اتفاقی در حین عملیات اکتشافی برای سایر مواد معدنی کشف شده اند وهنوز راهکار مشخص ومدونی برای اکتشاف ذخایر بور با وجود تاسیسات معدنی وصنعتی عظیمی که در کشورهای نامبرده مشغول فعالیت هستند ارائه نگردیده است . چراکه این ماده معدنی معمولا " خودش رادر روی زمین ظاهر نمی سازد و غالبا " در لای رسوبات وسنگهای مخفی می ماند که یکی از مهمترین دلائل این ویژگی قابلیت انحلال زیاد کانیهای بورهست که در صورت قرار گرفتن در سطح زمین بمرور توسط آب شسته شده واز محیط خارج می گردد و بجای آن رسوبات آلومینیوم روی آنرامی پوشانند واز نظر دورنگمیدارند .

دیواره تراشیده رگابری در معدن قشقه آغاج



رنگهای ماده معدنی بر در معدن قشقه آغاج



یکی دیگر از دلایل مشخص نشدن ذخایر بور در سطح زمین رنگ سفید آن و شباهت ظاهری اش با مواد معدنی روشن رنگ نظیر گچ ، بنتونیت ، کائولن ، آهک و نظایر آن است که بخصوص اگر بصورت پچ کوچکی هم بیرون زدگی داشته باشد براحتی با آنها اشتباه می شود بویژه اینکه در حین پی جویی در فاصله دوری از دید قرار گرفته باشد .

معهد با عنایت به آنچه که در مورد خصوصیات مختلف کانیها و ذخایر بورات عنوان شده پی جویی و روش اکتشاف این ذخایر بطور خلاصه بشرح زیر پیشنهاد می گردد .

۱- با توجه به ذخایر و اندیس های شناخته شده در سطح کشور در قدم اول جدا کردن سازند ها و لیتولوژی مشابه و مناسب نظیر آنچه که بوراتهای شناخته شده فعلی در آنها جای دارند می توانند مطرح باشند . این کار را ابتدا باید با شناخت سن این واحد ها ، در سطح وسیع و از روی نقشه های کوچک مقیاس (۱:۱۰۰۰۰۰) زمین شناسی و در صورت موجود نبودن نقشه ای با این مقیاس از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی استفاده کرد . (نقشه شماره یک پیوست)

۲- در مرحله بعد باید اقدام به تهیه نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ یا حداکثر ۱:۲۰۰۰۰ در مناطق مشخص شده از مرحله قبل نمود . در این نقشه ها باید واحد های چینه شناسی و لیتولوژی و کنتاکت سنگهای مختلف رسوبی و ولکانیکی ، گسلهای عمده و متوسط و تاقدیسها و ناودیسها و شیب و امتداد کلی لایه ها همراه با مقاطع زمین شناسی مناسب مشخص شود .

۳- پس از مشخص شدن مرز واحد های سنگی رسوبی و ولکانیکی جوان که از اهمیت بیشتری نسبت به واحد های سنگی قدیمیتر برخوردار هستند از محل های مناسب نقشه هائی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ باید تهیه گردد .

در این نقشه واحد ها سنگی جوانتر که قابلیت بیشتری را از نظر سنگهای مادر و میزبان ذخایر معدنی بور دارند باید جدا شوند . مرز لیتولوژی در اینجا متناسب با مقیاس نقشه باید به دقت مشخص شود . گسلها و مشخصات آنها و سایر مسائل تکتونیکی بانشان دادن خصوصیات آنها از قبیل سیستم های شکستگی،

درزه ها، فازهای تکتونیکی و جهت شیب و امتداد لایه ها و نمونه گیری های مناسب معدنی و زمین شناسی باید انجام گیرد. در این مرحله می توان اقدام به حفر ترانشه و چاهک در نقاط مشکوک و مناسب نمود تا اگر در سطح زمین نتایج عملیات رضایتبخش نبود محللهای مشکوک از طریق تست های عمقی بررسی گردند مسائل یاد شده در بالا پس از عملیات اکتشافی صحرائی در بخش پیشنهادات ارائه خواهد شد.

۴- در صورت رضایتبخش بودن نتایج بررسی های زمین شناسی و معدنی از مرحله قبل که از طریق پیدا کردن آثار و شواهد کانیهای بورات و جایگاه تقریبی آنها مشخص میشود باید اقدام به تهیه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی دقیق در مقیاس ۱:۱۰۰۰ نمود.

در این مرحله عملیات اکتشافی عمقی با حفر ترانشه های با ابعاد وسیعتر و نیز حفر چاهکها که عمق آنها متناسب با شرایط زمین شناسی و معدنی مشخص میشود شکل و نحوه استقرار ماده معدنی در زمین بطور تقریب مشخص خواهد شد.

در صورت مشخص شدن ذخیره معدن در آخرین مرحله باید نسبت به حفر گمانه های مناسب با توجه به شیب و امتداد لایه ها و وضعیت تکتونیکی و جابجائی سنگها اقدام نمود تا از عمق ماده معدن و گستردگی طولی و عرضی آن در زیر زمین اطلاع حاصل نمود. در این مرحله با توجه به نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی تهیه شده و نتایج حفاریهای سطحی و عمقی نسبت به تعیین مقدار باطله برداری و ذخیره ماده معدنی که برای ارائه طرح استخراج ضروری است می توان اقدام نمود.

طرح اکتشاف در منطقه قره گل ماه نشان

- مقدمه

اصولا " تعیین نوع منشاء کانسار و کانی سازی یکی از راههای مثبت و مناسبی است که در اکتشاف بکار میرود . در منطقه قره گل ، میانج و ماه نشان شاید بتوان هر دو حالت کانی سازی از منشاء رسوبی - شیمیایی و هیدروترمالی را در نظر گرفت که در خلال اکتشاف منشاء کانی سازی بر معلوم و مشخص خواهد شد .

کانی سازی بر در منطقه قره گل در امتداد خط گسل بصورت عدسیهای بهم پیوسته بطول ۱۵۰ متر و عرض ۱ تا ۶ متر بوجود آمده است که حفاریهای انجام شده تا عمق ۱۸ متری حضور کانی سازی را تأیید می نماید لذا احتمال اینکه منشاء بر در این محدوده در رابطه با منشاء هیدروترمالی باشد با توجه به عمق رگه بعید نخواهد بود از طرفی دیگر در دشتهای مجاور کانسار حد واسط چایرلو - قره گل - ماه نشان تا کناره های رودخانه قزل اوزن پراکندگی هائی از نقاط تمرکز یافته بر ملاحظه میگردد که در نگاه اول تشخیص مبداء ، منشاء و عامل پراکندگی بر غیر ممکن است . معمولا" در چنین شرایطی پدیده تمرکز بر بصورت گلوخه و یا ذرات چسبیده بهم که در بخش فوقانی و سطحی قشر خاک بوجود می آید ناشی از فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیائی آبهای سطحی است ، در این صورت حتی بکارگیری منشاء رسوبی - شیمیائی که در واقع مربوط به یک حوضه تبخیری در میوسن و پلیوسن باشد جای بسی سؤال و ابهام را دارد . بهمین دلیل منحصر " بکارگیری فاکتور منشاء در اکتشاف بر حداقل در این منطقه کمی گمراه کننده خواهد بود .

چنانچه هدف اصلی و اولیه اکتشاف بر در منطقه قره گل - ماه نشان پیدا کردن و کشف زون های پرعیار باشد میتوانیم در حین اکتشاف به اهداف

زیرنائل شویم .

۱- تعیین زون های پرعیار و تمرکز یافته در محور قره گل - ماه نشان که از نقطه نظراقتصادی واجد اهمیت باشند.

۲- تعیین روند کانی سازی در امتداد خط گسل قره گل و احتمال حضور زون های پرعیار (عدسیهای بر) در نقاطی که فاقد بیرون زدگی هستند.

۳- تعیین منشاء کانی سازی در معدن قره گل و دشتهای اطراف

۴- ارزیابی اقتصادی از یافته ها

۲- چگونگی انجام اکتشاف

باتوجه به اینکه بریکی از عناصر پرتحرک در طبیعت میباشد ، لذا همین خاصیت می تواند راهنمای خوبی در تشخیص نقاط تمرکز یافته و همچنین منشاء اولیه تغذیه کننده بشمار آید .

برداشت نمونه های ژئوشیمیائی یکی از راههای موثر و قابل اطمینان در اکتشاف بر محسوب میگردد . طرح نمونه برداری حد واسط معدن قره گل ماه نشان به شرح زیر می باشد .

۱- برداشت نمونه های ژئوشیمیائی از خاک تا عمق ۳۰ سانتیمتر

۲- نمونه برداری از مسیر آبراهه ها در صورت لزوم

۳- نمونه برداری در امتداد زون های گسله کانی ساز از سنگ در برگیرنده ماده معدنی

۴- تجزیه کلیه نمونه ها برای اکسید های پاراژن نظیر

B₂O₃, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, K₂O, So₃,

و عناصر پاراژن مثل B, Sr, Li, Mg

۵- انجام محاسبات آماری به منظور تعیین نقاط تمرکز یافته و همچنین تغییرات عناصر در امتداد واحد های سنگی مختلفه و بالاخره تعیین منشاء و نوع کانی سازی و زون های تمرکز یافته اقتصادی .

معدن برقره گل بعنوان یک الگوی اکتشافی در طی برداشت های صحرائی نقشی اساسی دارد بطوریکه با برداشت نمونه در جهت عمود بر امتداد عدسیهای بر روی خط گسل و ادامه آن تا مناطق غیر بیرون زده میتواند ضمن

تعیین منشاء کانی سازی چگونگی روند کانی سازی و احتمال حضور ذخائر پنهان در امتداد خط گسل و یازون های گسله مشابه رامعلوم سازد. با معلوم بودن چگونگی روابط عناصر پاراژنردر محدوده معدن قره گل میتوان همین روابط را با نقاط ناشناخته مقایسه و زون های پرعیار و بیرون زده را کشف و معرفی نمود.

آنچه مسلم است با ملاحظه قراردادان نتایج حاصل از دو بخش اکتشافی (محدوده معدن و دشتهای اطراف آن) میتوان نقاط دیگر پتانسیل دار را به همین روش تحت مطالعه و اکتشاف قرارداد.

جمهوری اسلامی ایران
وزرات معادن و فلزات
اداره کل معادن و فلزات استان زنجان

پتانسیل یابی کانیهای بر (بورات)
در منطقه قره گل - میانج

مرحله دوم

مجری : آقای مهندس علی نظری
مشاور : مهندسین مشاور چکان

سال ۱۳۷۵

فهرست مطالب :

فصل اول کلیات

۱- مقدمه

۲- تشکرات

۳- مطالعات قبلی

۴- موقعیت جغرافیایی

۵- موقعیت زمین شناسی

فصل دوم : اکتشافات ژئوشیمیایی

۲-۱- روش و اهداف اکتشاف

۲-۲- طرح نمونه برداری

۲-۳- آماده سازی و تجزیه نمونه ها

۲-۴- محاسبات آماری داده ها

۲-۵- تجزیه و تحلیل داده ها

۲-۵-۱- انتشار برون B

۲-۵-۲- انتشار اکسید کلسیم CaO

۲-۵-۳- انتشار اکسید منیزیم MgO

۲-۵-۴- انتشار تری اکسید گوگرد SO₃

فصل سوم : تعبیر و تفسیر داده ها

۳-۱- همبستگی عناصر

پروژه پتانسیل یابی کانپهای بئر

۲-۲- ارزیابی زون های پتانسیل دار

۲-۲- محدوده پتانسیل دار کانپهای بئر

۴- فصل چهارم : نتایج و پیشنهادات

۴-۱- نتایج

۴-۲- پیشنهادات

۴-۳- منابع

پروژه پتانسیل یابی کانیهای بنتون

فهرست نمودارها :

H1	۱- هیستوگرام انتشار برون B
C1	۲- نمودار تجمعی برون B
H2	۲- هیستوگرام انتشار اکسید کلسیم CaO
C2	۴- نمودار تجمعی اکسید کلسیم CaO
H3	۵- هیستوگرام انتشار اکسید منیزیم MgO
C3	۶- نمودار تجمعی اکسید منیزیم MgO
H4	۷- هیستوگرام انتشار تری اکسید گوگرد SO3
C4	۸- نمودار تجمعی تری اکسید گوگرد SO3
R1	۹- نمودار همبستگی MgO , B
R2	۱۰- نمودار همبستگی CaO , B
R3	۱۱- نمودار همبستگی SO3, MgO
R4	۱۲- نمودار همبستگی So3 , CaO
R5	۱۲- نمودار همبستگی MgO , CaO
R6	۱۴- نمودار همبستگی B , SO3
R7	۱۵- نمودار همبستگی خوشه ای

فهرست جداول

۱- جارت آماده سازی نمونه ها	جارت شماره ۱
-----------------------------	--------------

جدول شماره ۲	۲- صورت تجزیه عناصر
جدول شماره ۳	۲- پارامترهای آماری
جدول شماره ۴	۴- گروه بندی آنومالیها
جدول شماره ۵	۵- همبستگی عناصر

فهرست نقشه ها

۱	۱- نقشه نمونه برداری
۲	۲- نقشه انتشار اکسید کلسیم
۳	۳- نقشه انتشار اکسید منیزیم
۴	۴- نقشه انتشار تری اکسید گوگرد
۵	۵- نقشه انتشار برون
۶	۶- نقشه انتشار آنومالیهای B
۷	۷- نقشه انتشار آنومالیهای CaO
۸	۸- نقشه انتشار آنومالیهای MgO
۹	۹- نقشه انتشار آنومالیهای SO ₃

۱- پیشگفتار

حضور بیش از ۲۰ اثر معدنی بر در محور زنجان ماهنشان - میانه و انجام مطالعات و بررسی های متعددی که طی ۲۰ سال گذشته در منطقه بر قره گل بعمل آمده است و بالاخره حضور کانسار بر قره گل که از نقطه نظر اقتصادی شاید تنها معدن بزرگ و قابل توجه در کشور است، این فکر را قوت بخشیده که منطقه مذکور یکی از مناسبترین زونهای پتانسیل دار بر بوده که اگر چنانچه بطور سیستماتیک تحت اکتشاف قرار گیرد شاید بتوان به ذخائر قابل توجهی از این ماده دست یافت.

انجام اکتشافات ژئوشیمیایی در محدوده‌ای به وسعت ۷۰ کیلومتر مربع در منطقه معدن بر قره گل علاوه بر پتانسیل یابی بر تحقیق و بررسی در خصوص انتخاب روشی مناسب و مطمئن برای انجام مطالعات پی جویی و اکتشاف بر بوده است.

نتایج حاصل از انجام پتانسیل یابی بر به روش اکتشافات ژئوشیمیایی، کاربرد مطمئن و مناسب این روش را به اثبات رسانید بطوریکه ضمن کشف و ارائه زون ناهنجاری از تمرکز و تجمع بر و ترکیبات همراه آن، این مطلب را تأیید کرد که اکتشافات ژئوشیمیایی میتواند یکی از مناسبترین روشهای اکتشاف برای بر باشد.

در طی اجرای پروژه مذکور تعداد ۵۲ نمونه از رسوبات رودخانه ای برداشت گردید که پس از آماده سازی فقط برای عنصر B و سه اکسید SO_3 , CaO , MgO مورد تجزیه قرار گرفته‌اند. اگر چه تعداد ترکیبات مورد تجزیه فوق العاده محدوده بوده است ولی بدلیل کاربرد مطمئن روش انتخابی، انطباق جغرافیایی اکسیدهای CaO , MgO با B رابطه زایشی (Genetic relation) و کانی سازی توأم آنها نتایج مثبت و قابل قبولی از زون پتانسیل دار را به اثبات رسانیده است.

پروژه پتانسیل یابی کانیهای بستر

محاسبات آماری انجام شده بدلیل محلولیت بیش از حد ترکیبات بر در آبهای سطحی و تخریب و تجزیه فیزیکی سریع آن انتشار این عنصر و اکسیدهای همراه آنرا نرمال نشان میدهد.

اگر چه دامنه نوسان B بسیار محدود بین حداقل ۳ و حداکثر ۱۳/۴ گرم در تن است ولی بدلیل حضور زون های پرعیار در سنگهای حوضه شرقی منطقه عنصر بر به همراه اکسیدهای MgO و CaO در بخش هایی از منطقه اکتشافی دارای تمرکز و تجمع بوده که بعنوان زون کانی ساز معرفی گردیده است.

همبستگی مثبت و غنی B با MgO و در درجه دوم با CaO و حضور کانیهای کلسیم و منیزیم دار بر را نظیر بوراسیت، کلمانیت، سینرابلیت و غیره را در منطقه قوت می بخشد.

مهمترین نتایجی که از انجام پروژه پتانسیل یابی بر در محدوده کانسار بر قره گل بعمل آمده است. عبارتند از: تأیید و کاربرد روش اکتشافات ژئوشیمیایی و دیگری معرفی منطقه ای حدود ۲۰ کیلومتر مربع بعنوان زون پتانسیل دار برای ادامه اکتشافات نیمه تفصیلی، میباشد.

فصل اول گزارش شامل کلیات بوده و فصل دوم مشتمل بر فلسفه و روش اکتشاف، محاسبات آماری، ارزیابی داده ها، تعبیر و تفسیر و غیره میباشد. نتایج حاصل از محاسبات آماری که با بهره گیری از نرم افزارهای محاسباتی ژئوشیمیایی نظیر Geaeose, Datamine، کوآتروپرو و Surfer انجام شده است، بصورت نمودارهای انتشاری و نمودارهای همبستگی در متن گزارش آمده است.

کلیه صورت تجزیه ها بصورت نقشه های محتوی (Content Maps) و زون های پتانسیل دار بصورت نقشه های آنومالی (Anomaly maps) و جایگاه ایستگاه های نمونه برداری

پروژه پتانسیل یابی کانیهای سنگ

در نقشه نمونه برداری (Sample Map) ارائه شده اند.

۲- تشکرات

هیچ کار علمی و مطالعاتی بدون همکاری، راهنمایی و ارشاد و مساعدت دیگر دست اندرکاران امکان پذیر نمی باشد، بهمین دلیل اجرای پروژه مذکور به مانند بسیاری از پروژه های مطالعاتی با مساعدت بسیاری از همکاران به ویژه مدیر کل اداره معادن و فلزات استان زنجان آقای مهندس نظری انجام پذیرفته است که بدینوسیله از همکاری و مساعدت مشارالیه تشکر و سپاس بعمل می آید، همچنین از کلیه همکاران در اداره کل که همکاری های همه جانبه ای را با گروه اکتشاف داشته اند، تشکر و سپاسگزاری میگردد.

۳- مطالعات قبلی

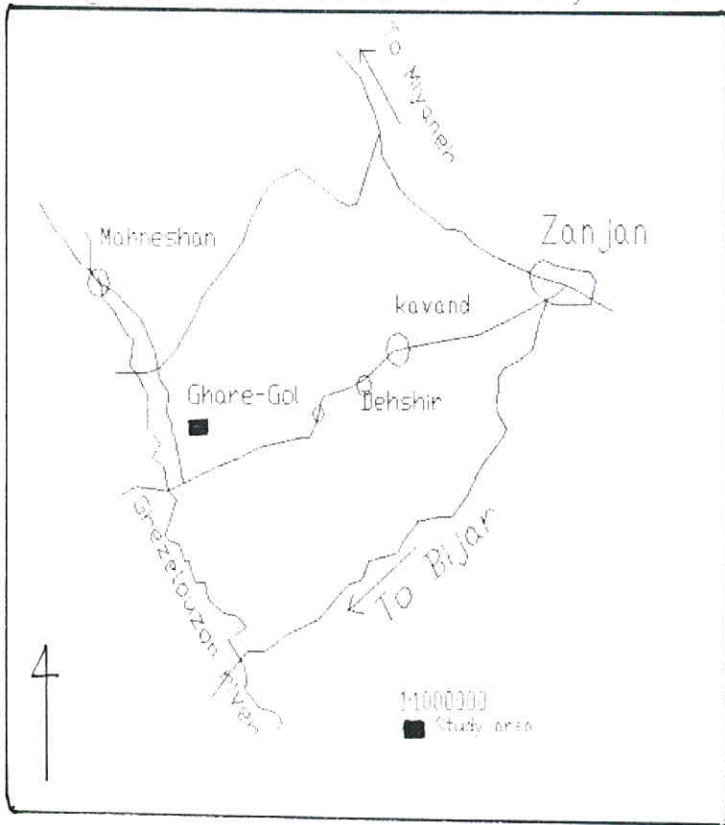
در محدوده چہارگوش ۱:۲۵۰،۰۰۰ زنجان بہ ویژه مناطق جنوب غربی آن رخنمون های متعددی از بر وجود دارد کہ از دیرباز مورد توجہ معدنکاران قدیم نیز بودہ است. از جملہ این آثار میتوان معدن بر قرہ گل، میانج، قرہ آغاچ و همچنین اندیس های ابراہیم آباد در جنوب بخش ماہ نشان، باغچہ تپہ در شمال ماہ نشان، اندیسهای بر سیدلر، اند آباد، مغانلو، دوزکندی، کیلاچک و بسیاری آثار و بیرون زنگیهای دیگر در محور زنجان ماہ نشان را نام برد. (م. عشق آباد و دیگران ۱۳۶۶).

مطالعات انجام شدہ بیشتر جنبہ پی جویی داشته بطوریکہ اکثر اندیسهای مذکور مورد بازدید قرار گرفتہ و نمونہ هایی نیز برداشت گردیدہ و از نقطہ نظر منشاء بر با توجہ بہ سنگهای در برگیرندہ کہ شامل لایہ های کنگلومرا، رس و ماسہ سنگ های میوسن و پلیوسن است، بیشتر منشاء رسوبی و تبخیری را مطرح میسازند و از همین نقطہ نظر مسألہ پی جویی را در تشکیلات تبخیری دنبال نمودہ اند.

علاوہ بر مطالعاتی کہ در سال ۱۳۶۶ توسط سازمان زمین شناسی کشور بر روی بیش از ۳۰ اندیس و رخنمون در محور زنجان - ماہ نشان - میانہ صورت گرفتہ است در سال ۱۳۷۱ نقشہ زمین شناسی معدن بر قرہ گل توسط سازمان زمین شناسی نیز تہیہ گردیدہ است.

آنچہ از مطالعات انجام شدہ حاصل میگردد، منحصرأ معدن قرہ گل بعنوان کانسار اقتصادی معرفی گردیدہ است و از بقیہ آثار و اندیسها بعنوان آثار غیر اقتصادی یاد شدہ است.

Geographical Situation of Study area.



آنچه مسلم است منطقه مذکور که بدفعات مورد بررسی و مطالعه و اکتشاف قرار گرفته است یکی از پتانسیل دارترین مناطق کشور میباشد که اگر تحت اکتشافات سیستماتیک قرار گیرد، میتوان امیدوار به کشف ذخایر اقتصادی آن بود.

۴- موقعیت جغرافیایی

محدوده ایکه در این مرحله از پی جویی تحت پوشش قرار گرفته است به مساحت بیش از ۷۰ کیلومتر مربع واقع در پیرامون معدن قره گل میباشد. معدن قره گل در ۲۷ کیلومتری جنوب شرق ماه نشان و ۷۰ کیلومتری جنوب غرب زنگان قرار دارد.

مختصات جغرافیایی محدوده اکتشاف عبارتند از:

محدوده مورد اکتشاف بین دو رودخانه لجام گیر در جنوب و رودخانه گونی در شمال قرار گرفته است. سیستم آبراهه منطقه بصورت موازی است که تماماً به رودخانه قزل اوزن می پیوندند. بدلیل اینکه سنگهای تشکیل دهنده حوضه آبرگیر آبراهه ها بیشتر سنگهای رسوبی تبخیری وکنگلومرابی میباشدند، فرسایش توپوگرافی در اکثر نقاط یکنواخت بوده و چهره منطقه بصورت تپه ماهور در آمده است.

اکثر آبراهه ها بصورت فصلی دارای آب جاری میباشدند و بدلیل تبخیری (گچ و نمک) بودن سنگهای منطقه فاقد پوشش گیاهی قابل توجه است و فقط در حاشیه آبراهه هاییکه دارای آب جاری هستند، پوشش گیاهی بصورت بیشه زار و باغات مزارع در آمده است.

محدوده اکتشاف از نقطه نظر ارتفاعی بدلیل واقع شدن در حاشیه قزل اوزن مسطح بوده و توسط کوههای دمرلو در شمال و شمال شرق و کوههای گچی قیران و ایوان دانی در جنوب

غرب محصور است. از عمده ترین مراکز جمعیتی منطقه قره گل، اینچه، کهریز و چتر عشرت آباد را میتوان نام برد که توسط جاده شوسه و آسفالته درجه ۲ بازنجان، ماه نشان در ارتباط هستند.

۵- موقعیت زمین شناسی

بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ تکاب محدوده اکتشاف توسط رسوبات تبخیری تشکیلات سرخ فوقانی (Upper Red Formation) و رسوبات پلیو-کواترنر پوشیده شده است. از عمده ترین واحدهای سنگی تشکیلات سرخ فوقانی رخساره های قاره‌ای، تبخیری شامل مارن های قرمز رنگ، ماسه سنگ های گچی نمکی و همچنین رسوبات دوران چهارم شامل گل سنگ، ماسه سنگ های آهکی، کنگلومرا همراه با قطعات ولکانیکی سنگهای قدیمی، آهکهای آب شیرین، مخروط افکنه های عهد حاضر که دشتهای آبرفتی را تشکیل میدهند، می باشند.

تشکیلات سرخ فوقانی بصورت دگرشیب روی تشکیلات قم قرار گرفته است. این تشکیلات بصورت ارتفاعات مشرف به دشت قره گل به ویژه در بخشهای شمال شرق منطقه واقع میباشند. در واقع اکثر رسوبات تبخیری تشکیلات سرخ فوقانی مشتق شده از سنگهای سازند قم میباشد و همچنین قطعات تشکیل دهنده کنگلومراها و رسوبات عهد حاضر نیز از تشکیلات تبخیری سرخ فوقانی و سازند قم بوجود آمده‌اند.

گسترش رسوبات تبخیری کواترنر و عهد حاضر و تبدیل منطقه به یک دشت تبخیری (گچی - نمکی) و خشک عهد حاضر حاصل حضور رسوبات تبخیری در سازندهای سرخ

پروژه پتانسیل یابی کانپهای بسنر

فوقانی و قم میباشند که در اثر تخریب و رسوب گذاری مجدد (Rework) بوجود آمده اند. علاوه بر سازندهای قم و سرخ فوقانی در بخش شرقی منطقه و در فاصله ای دورتر تشکیلات رسوبی و لکانیکی کرتاسه قرار دارند که قطعاتی از این سنگها در رسوبات جوان تر قابل ملاحظه میباشد.

زمین شناسی ساختمانی منطقه در محدوده معدن قره گل بیشتر بصورت یک طاقدیس با شیب ۱۵ درجه است که ماده معدنی بر بصورت عدسیهایی در محور طاقدیس مذکور ظاهر شده است. اکثر گسلهای منطقه با روند N30E تشکیل شده اند (م-عشق آبادی ۱۳۶۶) بطوریکه بیشتر آبراهه های عهد حاضر در امتداد همین گسلها شکل گرفته اند.

فصل دوم : اکتشافات ژئوشیمیایی :

۱-۲- روش و اہداف اکتشاف

با توجہ بہ منابع موجود در خصوص عملیات اکتشافی مناطق بردار ایران بیشترین روش اکتشافی کہ تاکنون در زمینہ اکتشاف کانی های برانجا شدہ است روش اکتشاف چکشی در واحدہای سنگی مناسب بودہ است. بہمین دلیل در مناطق پتانسیل داری چون قرہ گل، بر میانج، قرہ آغاج و خاتون آباد مطالعات بیشتر بر روی رسوبات میوسن (سازند قرمز بالایی U.R.F) و سازند قم کہ اکثر آداری میان لایہ ہایی از گچ، مارن های گچ دار، مارن های ماسہ ای ریز تادرشت دانہ و همچنین رسوبات پلیوکواترتر شامل رسہای رنگی، ہمراہ با لایہ ہایی از گچ و نمک و لایہ های کنگلومرایی از قطعات سنگہای ولکانیکی، آنزین و غیرہ ۰۰۰ انجام شدہ است. اکثر این لایہ ہا بہ ویژہ میان لایہ های رسوبات تبخیری مورد نمونہ برداری قرار گرفتہ اند. متأسفانہ نتایج اکتشافات و مطالعات مذکور موفقیت چندانی در کشف و معرفی زون های جدید پتانسیل دار نداشتہ است. عدم رخنمون لایہ های بر در سطح زمین میتواند عامل اصلی در عدم موفقیت اکتشافات انجام شدہ باشد.

شاید عمدہترین دلیل عدم رخنمون لایہ های بردار در سطح زمین خاصیت محلول بودن بیش از حد این عنصر باشد، لذا چنانچہ بیرون زدگیہای لایہ های بردار در معرض ہوازدگی قرار گیرند سریعاً تخریب و ہمراہ با آبہای سطحی از محیط خارج میشوند، لذا پی جویی لایہ های بردار وقت و زمان زیادی را طلب میکند تا بتوان کلیہ لایہ ها و افق های رسوبی را مورد مطالعہ و نمونہ برداری قرار داد، کہ اجرای این روش بدلیل ہزینہ و زمان زیاد غیر قابل اجرا است.

پروژه پتانسیل یابی کانیه‌های پُسنر

اکتشافات ژئوشیمیایی بدلیل اینکه بر مبنای دو اصل مهم تحرک فیزیکی و شیمیایی همراه است یکی از مناسبترین روش های اکتشاف محسوب میشود زیرا هر دو عامل فیزیکی و شیمیایی که سبب تجزیه، تخریب (فیزیکی و شیمیایی) و حمل و رسوب گذاری میگردند، نقشی سازند در شناخت نقاط پتانسیل دار دارند.

تجزیه فیزیکی تحت شرایط آب و هوایی سبب متلاشی شدن سنگها و در نهایت کانی‌ها میگردد و تجزیه شیمیایی در واقع سبب تخریب، انحلال و انتقال ترکیبات و عناصر و در پایان راسب ساختن و تمرکز دادن آنها میشود.

چنانچه نمونه برداری از جایگاه مناسبی در محدوده حوضه های رسوبی از رسوبات رودخانه ای (Stream sediment) بعمل آید، میتوان اطمینان داشت که در بسیاری مناطق بدلیل گسترده بودن منطقه، و عدم امکان کنترل تمامی واحدهای سنگی و افق های رسوبی و بالاخره محدودیت نمونه برداری، با برداشت یک نمونه در انتهای هر حوضه آبگیر (مدخل حوضه) بیشترین مساحت آن حوضه را تحت پوشش قرار داده و چنانچه آثار و تمرکزهایی از عنصر مورد نظر در سنگها و واحدهای بالادست (در محدوده حوضه آبگیر) وجود داشته باشند در نمونه برداشت شده ظاهر خواهد شد.

ترکیبات و کانیهای بر بطور سریع در آبهای سطحی حل و از محیط تشکیل خود خارج میگردند، شدت محلول بودن ترکیبات بر بحدی است که امکان تهیه مقاطع نازک وجود ندارد، لذا همین خاصیت محلول بودن بر در آبهای سطحی و جاری یکی از عوامل مهم اکتشاف این عنصر به روش نمونه برداری ژئوشیمیایی محسوب میگردد.

بطور مسلم و یقین عیار بر در رسوبات رودخانه ای کمتر از لایه های در برگیرنده بر

پروژه پتانسیل یابی کانیهای بستر

میباشد ولی چون هدف کشف و شناسایی منشاء و لایه های در برگیرنده آن است لذا پائین بودن عیار در نمونه های برداشت شده اهمیت چندانی نداشته ولی تمرکز و انتشار بر به مقدار بیش از حد زمینه آن قابل توجه و اهمیت میباشد.

تجمع فیزیکی لایه های بر با املاح تبخیری نظر گچ (CaSO_4) و نمک (ClNa) و همچنین حضور عناصری چون Mg در ترکیب شیمیایی پاره ای از کانیهای بر نظیر بوراسیت $\text{Mg}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{Cl}$ ، زاپلیت MgHBO_3 ، میتوانند بعنوان املاح و عناصر پاراژنز کانیهای بر محسوب گردند. چنانچه در محاسبات همبستگی عناصر بخشی از این ترکیبات با بر همبستگی نشان دهند، میتوان علاوه بر رابطه زایشی (Genetic relation) رابطه جغرافیایی (تمرکز فیزیکی) لایه های مذکور در حوضه آبگیر را انتظار داشت، لذا با افزایش و یا کاهش هر یک از عناصر پاراژنز جایگاه فیزیکی (جغرافیایی) و تمرکز احتمالی بر مشخص خواهد شد.

همانگونه که قبلاً اشاره گردید، هدف از انجام اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده از نمونه های رودخانه ای (Stream Sediment) تعیین نقاط پتانسیل دار و احتمالاً زون های پرعیاری که در سطح زمین فاقد بیرون زدگی هستند، مورد نظر است نه کشف ذخائر اقتصادی، واضح است چنانچه در طی انجام این مرحله از اکتشاف حوضه های پتانسیل داری از نقطه نظر احتمال حضور ذخائر اقتصادی، معلوم و مشخص گردند در مرحله دوم اکتشاف (نیمه تفصیلی) اهداف اقتصادی مورد توجه قرار خواهند گرفت.

۲-۲- طرح نمونه برداری

طرح نمونه برداری در محدوده ای به وسعت ۷۰ کیلومتر مربع با توجه به سیستم

پروژه پتانسیل یابی کانیهای بستر

آبراهه‌ای، شیب توپوگرافی و گسترش واحد‌های سنگی طراحی گردیده است. شبکه آبراهه‌های موجود در منطقه بصورت موازی (Paralel) میباشند که اکثراً بدلیل تشکیل در بستر سنگهای رسوبی و تبخیری، طولانی و کم عمق بوده و فقط در بخشهای انتهایی قبل از پیوستن به رودخانه قزل اوزن عمیق گشته و ایجاد تراسهای رودخانه ای را می نمایند.

ایستگاه‌های نمونه برداری با توجه به گسترش و وسعت حوضه آبرگیر بالا دست خود و همچنین اصلی و فرعی بودن آبراهه‌ها، تنظیم گشته اند، بطوریکه هر نمونه بتواند بیشترین محدوده را تحت پوشش قرار دهد. در بسیاری مواقع بدلیل گسترده بودن حوضه آبرگیر و قلت نمونه‌ها از چند آبراهه مجاور یک نمونه برداشت و پس از ترکیب با یکدیگر یک نمونه نمایانگر آن حوضه تهیه و جایگاه آن در محل برخورد آبراهه‌های فرعی مشخص گردیده است (نقشه شماره ۱). نمونه‌های ترکیبی با حروف A.B.C روی نقشه نمونه برداری نشان داده شده است.

۳-۲- آماده سازی و تجزیه نمونه‌ها

تعداد کل نمونه‌های برداشت شده ۵۴ عدد است که با استفاده از چارت شماره ۱ مورد آماده سازی واقع شده اند.

نمونه‌های آماده سازی شده در آزمایشگاه شرکت Geindustria در کشور چک برای ترکیبات CaO, MgO, SO₃, B تجزیه شده اند. مقادیر ارائه شده بر حسب درصد و مقدار بر بر حسب گرم در تن می باشند. (جدول شماره ۲).

چارت شماره ۱

آماده سازی نمونه های برداشت شده

نمونه برداشت شده به حجم

CC ۵۰۰



الك ۸۰ مش



بایگانی (باقیمانده زیر الك)

ارسال به آزمایشگاه

CC ۱۰۰ الی ۱۵۰

CC ۵۰

2 BORE EXPLORATION IN GHARE GOLE AREA

SAM ID	X	Y	CAO%	MGO%	SO3%	B PPM
1	12	9	13.09	2.60	0.03	9.00
2	16	10	13.50	2.82	0.04	6.00
3	19	9	12.80	2.93	0.04	7.50
4	19	13	12.89	2.87	0.04	8.50
5	21	12	12.05	3.21	0.03	9.80
6	17	16	12.38	1.93	0.04	5.00
8	30	19	9.81	2.04	0.06	0.50
9	30	16	10.51	2.05	0.07	11.80
10	34	18	12.61	1.38	0.05	6.80
11	36	17	12.70	1.33	0.03	13.40
12	12	15	11.44	2.10	0.12	8.50
14	30	14	11.44	1.38	0.01	7.30
15	34	9	10.51	1.99	0.08	8.50
16	39	8	7.94	1.71	0.10	12.30
17	32	12	12.61	2.27	0.04	8.90
18	25	14	12.38	3.59	0.03	10.30
19	21	11	11.24	2.65	0.05	11.50
20	20	8	11.68	2.71	0.03	10.30
22	20	7	11.21	2.73	0.05	10.80
23	17	2	12.38	2.98	0.01	9.80
24	14	7	10.27	2.04	0.06	5.80
25	23	9	12.84	2.60	0.01	7.90
26	9	9	12.88	2.21	0.05	9.80
27	15	14	13.54	2.38	0.03	6.80
28	18	18	12.61	2.82	0.02	6.80
29	19	11	15.17	2.54	0.01	6.30
30	19	17	9.34	1.71	0.01	12.00
32	16	13	10.68	1.93	0.01	4.80
33	14	3	14.47	2.43	0.01	4.00
34	4	9	13.54	2.04	0.01	5.00
35	3	29	16.11	2.27	0.03	6.30
36	4	20	12.84	1.82	0.03	3.90
37	6	19	11.65	1.77	0.06	5.80
38	7	18	13.77	1.99	0.01	3.80
40	7	16	14.15	2.27	0.01	5.30
42	6	15	14.01	2.38	0.01	6.90
43	3	15	15.41	2.20	0.01	6.90
44	5	16	13.08	2.54	0.01	7.90
45	8	22	8.41	1.44	0.02	5.80
46	9	21	9.57	1.60	0.04	4.80
47	25	20	12.38	2.76	0.10	9.30
48	11	23	8.41	1.49	0.05	3.50
50	12	26	9.34	1.55	0.03	4.00
51	10	31	6.54	1.49	0.09	4.30
52	12	31	5.84	1.38	0.02	4.00
53	14	30	10.51	1.66	0.02	3.00
54	18	31	10.27	1.71	0.04	6.30
55	18	28	8.41	1.33	0.03	4.80
57	35	23	9.57	1.33	0.04	5.00
59	10	26	7.94	1.55	0.05	5.30
60	8	25	7.94	1.58	0.01	5.30
62	6	24	12.14	1.88	0.01	4.80
63	2	22	9.81	1.60	0.01	5.30
65	1	23	10.51	1.66	0.03	3.80

پروژه پتانسیل یابی کانیه‌های بستر

(3) BATCH STATISTICS

Data File: C:\GEOEASES\BORE.DAT

	SAM ID	CAO %	MGO %
N used :	54	54	54
N missing :	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0
Mean :	31.574	11.465	2.097
Variance :	345.117	5.024	.309
Std. Dev. :	18.577	2.241	.556
Coef. Var. :	58.837	19.550	26.512
Skewness :	.063	-.369	.483
Kurtosis :	1.852	2.742	2.446
Minimum :	1.000	5.840	1.330
25th %tile :	15.500	9.810	1.600
Median :	31.000	11.865	2.040
75th %tile :	46.500	12.860	2.540
Maximum :	65.000	16.110	3.590

	S03 %	B ppm
N used :	54	54
N missing :	0	0
N .LE. 0 :	0	0
Mean :	.036	6.385
Variance :	.001	7.598
Std. Dev. :	.026	2.756
Coef. Var. :	73.446	40.035
Skewness :	1.249	.397
Kurtosis :	4.331	2.623
Minimum :	.010	.500
25th %tile :	.010	4.800
Median :	.030	6.300
75th %tile :	.050	8.700
Maximum :	.120	13.400

۲-۴- محاسبات آماری داده ها

محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای زمین آمار نظیر Geocase , Datamine کوآرتوپروو Surfer انجام شده است. گروه بندی های آماری با استفاده از مقادیر میانگین ($x = \text{mean}$) و انحراف معیار ($S = \text{Standard deviation}$) و دامنه تغییرات انحراف معیار حول محور میانگین ($CV = \frac{S}{x} \%$) محاسبه شده اند. (جدول شماره ۴)

ضرائب همبستگی (Correlation Matrix) برای کلیه ترکیبات پاراژنز و عنصر برون (B) در جدول شماره ۵ و پارامترهای آماری در جدول شماره ۳ ارائه شده اند. نمودارهای H و C هیستوگرام و انتشار تجمعی عناصر را بیان می نمایند و نمودارهای R نیز چگونگی روند و روابط همبستگی عناصر را نشان میدهند.

ارزیابی آنومالیها با استفاده از روش تعیین ضریب بزرگ شدگی آنومالی ها (Anomaly contrast index) انجام شده است. با تعیین ضریب مذکور میتوان مقایسه ای بین زون های پتانسیل دار و معمولی را انجام داد. جهت تعیین این ضریب از فرمول شماره ۱:

$$1) \mathcal{L} = \frac{C_{\max} - C_0}{S}$$

استفاده میشود (A.P.Solovov 1987).

در این رابطه مقدار ضریب بزرگ شدگی آنومالی است که اگر از یک کمتر باشد احتمال حضور کانی سازی بعید بنظر میرسد و اگر بین ۱ تا ۳ باشد حضور آنومالی احتمالاً در رابطه با زون کانی سازی خواهد بود.

C_{\max} مقدار عیار هر عنصر در زون آنومالی و C_0 عیار حد زمینه همان عنصر است و S مقدار انحراف معیار میباشد.

جدول شماره ۴ - گروه بندی آنومالیاها

	میانگین	انحراف معیار	آنومالی درجه ۳	آنومالی درجه ۲	آنومالی درجه ۱
B	6.9 ppm	2.76	6.9-96	9.61-12	> 12
MgO	2.1%	0.56	2.1-2.7	2.71-3.2	> 3.2
CaO	11.4%	2.24	11.4-13	13.1-15	> 15
SO3	0.04 %	0.026	0.04-0.06	0.07-0.08	> 0.08

پروژه پتانسیل یابی کانیهای پُسر

علاوه بر فرمول شماره ۱ فرمول شماره ۲ (ص ۴۷) جهت ارزیابی ضرائب تولید در یک حوضه آبیگر (Productivity of a dispersion flow) بر حسب متر مربع در صد ($m^2\%$) استفاده شده است.

با مقایسه ضرائب بزرگ شدگی آنومالی ($\%$) و ضرائب تولید حوضه های آنومالی میتوان ارزیابی اکتشافی نقاط و حوضه های آبیگر پتانسیل دار را مشخص کرد.

۵-۲- تجزیه و تحلیل داده ها

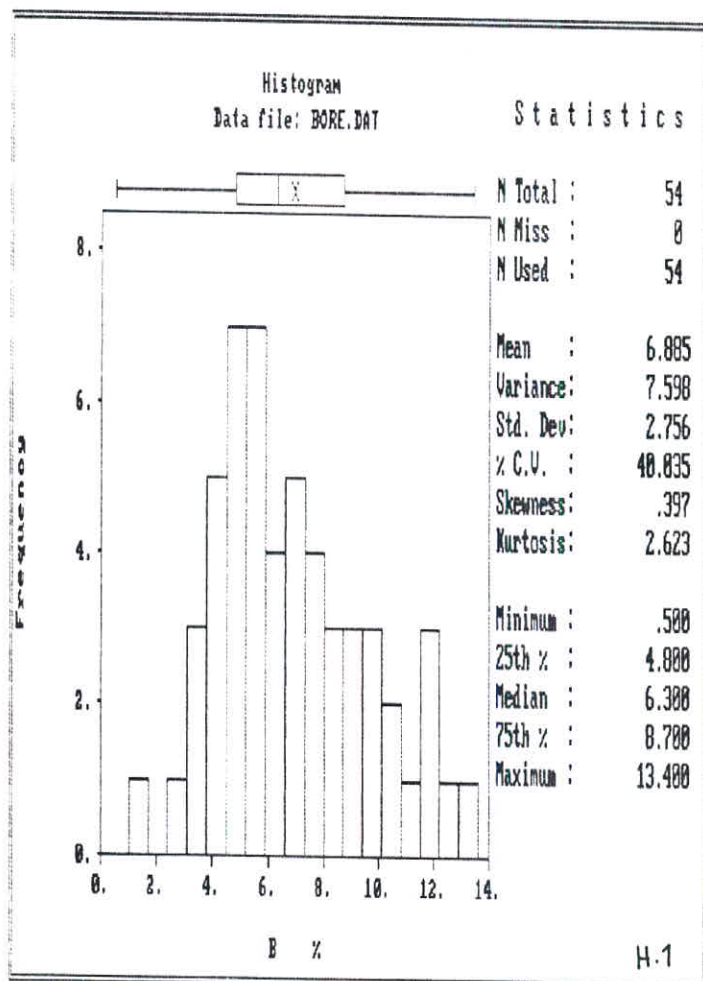
جهت تعیین روند انتشار بر و ترکیبات بر و رابطه آنها با واحدهای سنگی و همچنین تعیین نقاط پتانسیل دار و تمرکز یافته میبایستی محاسبات آماری ژئوشیمیایی بر روی صورت تجزیه ها انجام پذیرد و سپس نسبت به تعیین محدوده های آنومالی یا زون های پتانسیل دار اقدام گردد.

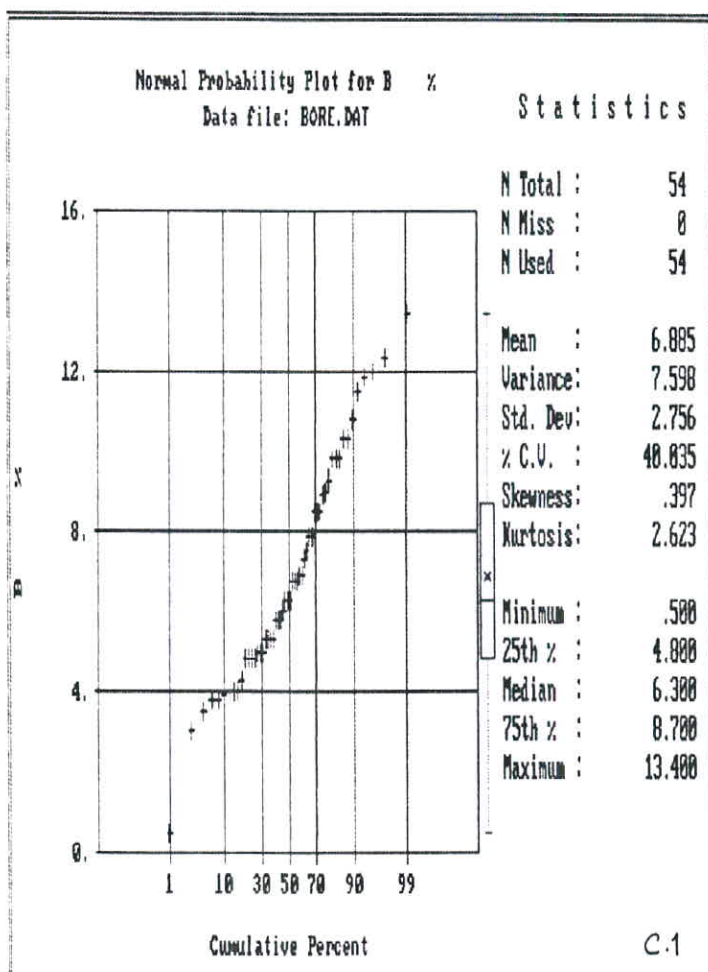
در محدوده اکتشاف محاسبات آماری بر روی ۵۴ نمونه اخذ شده از رسوبات ریزدانه آبراهه ها (Silt + Clay) انجام شده که در این قسمت تجزیه و تحلیل و انتشار عناصر در محدوده اکتشاف بر اساس نمودارهای آماری مورد بحث و بررسی قرار می گیرند.

۱-۵-۲- انتشار برون B

بر اساس هیستوگرام شماره H1 و نمودار تجمعی C1 انتشار این عنصر در سطح منطقه در مرز لگاریتمی است. مقدار حداقل و حداکثر این عنصر 0.5, 13.4 ppm است. دو نمونه به شماره های ۱۶ و ۱۱ دارای حداکثر عیار بر میباشند. علاوه بر این محدوده تمرکز نمونه های

پروژه پتانسیل یابی کانپهای بسنر





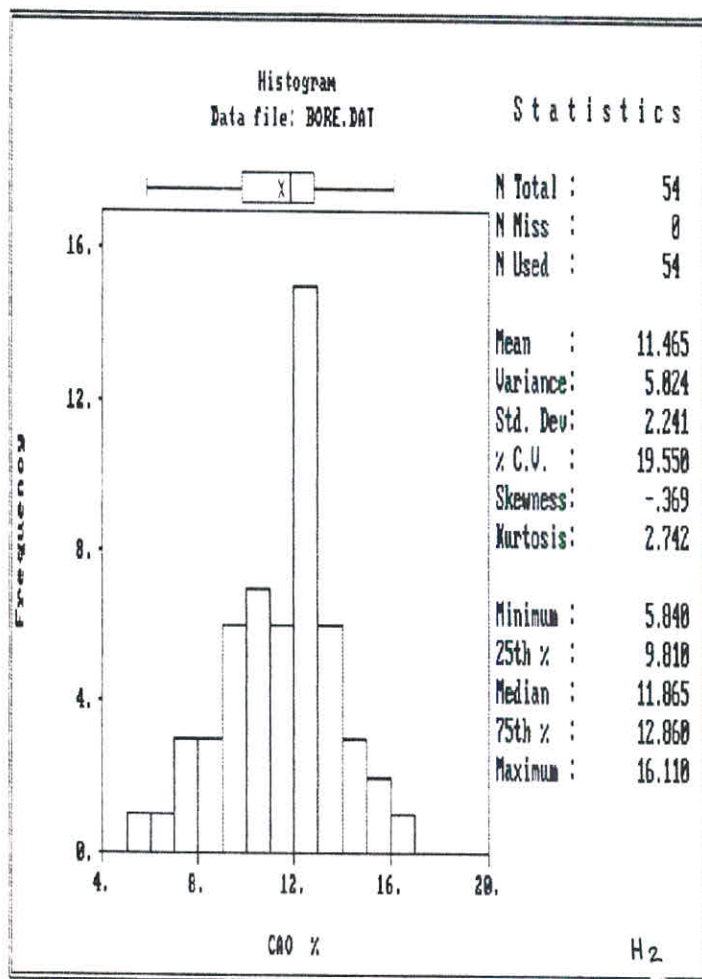
پروژه پتانسیل یابی کانیهای بستر

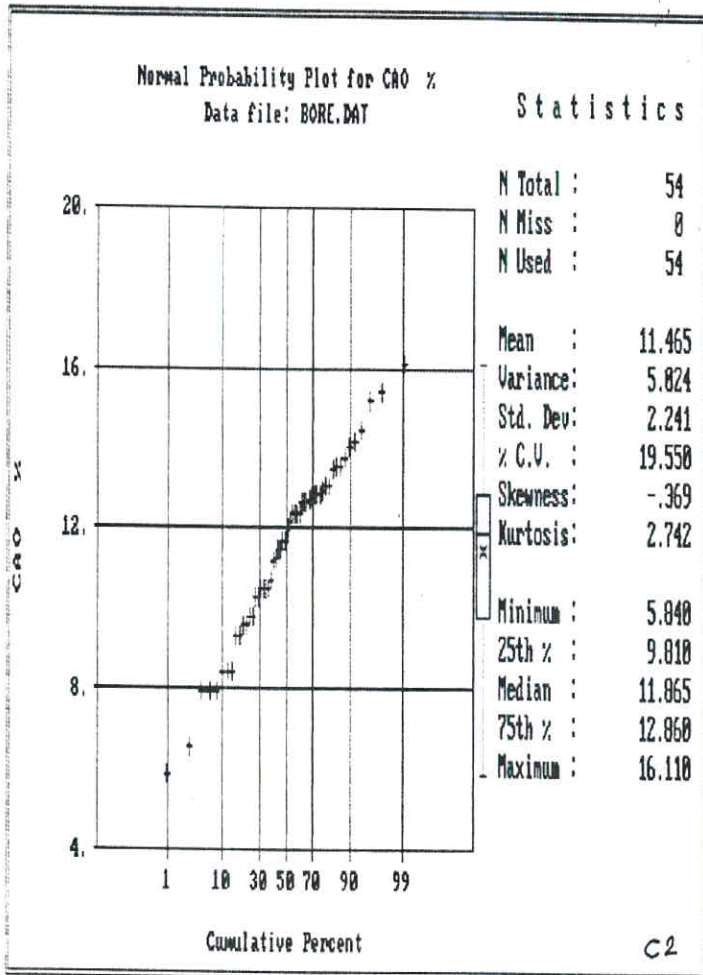
پریعیار بطور کلی در امتداد ابراهه های مرکزی قرار داشته که بوضوح محدوده زون پتانسیل دار را نشان میدهند. اگر چه دامنه نوسان انحراف معیار حول محور میانگین $CV = 40.035\%$ کمتر از 50% است (چنانچه CV بیشتر از 50% باشد انتشار بطرف لگاریتمی میل می نماید) ولی میتوان انتظار داشت بدلیل تمرکز نمونه های پریعیار در امتداد چند آبراهه نزدیک بهم، محدوده ای پتانسیل دار در سرشاخه های این آبراهه ها وجود دارد. و شاید دلیل عدم انتشار کامل لگاریتمی بر محلول بودن بیش از حد آن باشد که توسط آبهای سطحی حل گشته و در سطح وسیعی از محدوده اکتشاف گسترش یافته است. (نقشه های شماره ۵ و ۶).

۲-۵-۲- انتشار اکسید کلسیم CaO

در واقع منشاء اصلی اکسید کلسیم میتواند کربنات کلسیم و سولفات کلسیم موجود در منطقه و همچنین کانی های کلسیم دار بر نظیر کلیمانیت $Ca_2B_6O_{11}H_2O$ (بورات کلسیم آبدار) و الکسیت $NaCaB_5O_9,8H_2O$ (بورات سدیم و کلسیم آبدار) و غیره باشد. همانگونه که در نقشه های شماره ۲ و ۷ ملاحظه میگردد محل تمرکز اکسید کلسیم و بر انطباق قابل توجهی با یکدیگر دادند لذا احتمالاً تمرکز اکسید کلسیم میتواند در رابطه با تمرکز کانیهای بر در محدوده اکتشاف باشد.

هیستوگرام و نمودار تجمعی H_2 و C_2 انتشار این اکسید را نرمال نشان میدهد و شاید عمده ترین عامل عدم انتشار لگاریتمی این اکسید محلولیت بیش از حد کربنات کلسیم و کانیهای مربوطه باشد.





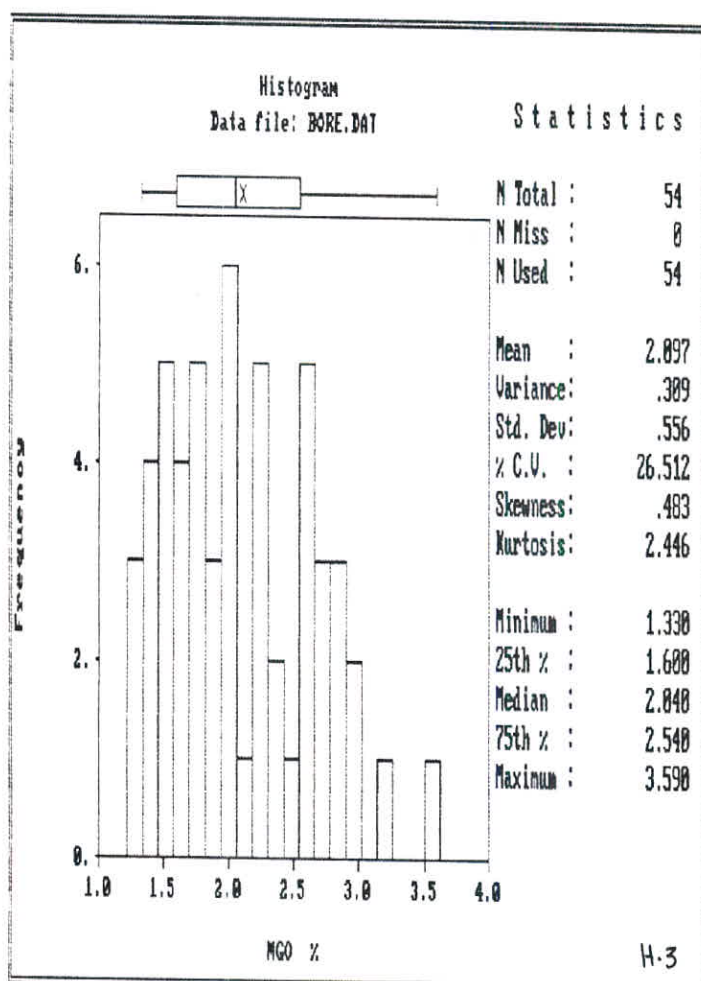
۳-۵-۲- انتشار اکسید منیزیم MgO

نمودار های $H3$ و $C3$ انتشار این اکسید را نیز نرمال نشان میدهد. این اکسید در محدوده اکتشاف دارای گسترش چشم گیری است که بطور یکنواخت گسترش دارد. ضریب تغییرات انحراف معیار حول محور میانگین ($CV=26\%$) انتشار این اکسید را نرمال نشان میدهد. ضریب همبستگی اکسید منیزیم با B بالاترین همبستگی را نشان میدهد که از نقطه نظر انتشار جغرافیایی دارای انطباق قابل توجهی با یکدیگر هستند. آنچه مسلم است حضور کانی های بر منیزیم دار مثل بوراسیت، ئیدروبوراسیت سیزابلیت و غیره میتواند نقشی اساسی در انتشار این اکسید داشته باشند. (نقشه های شماره ۳ و ۸).

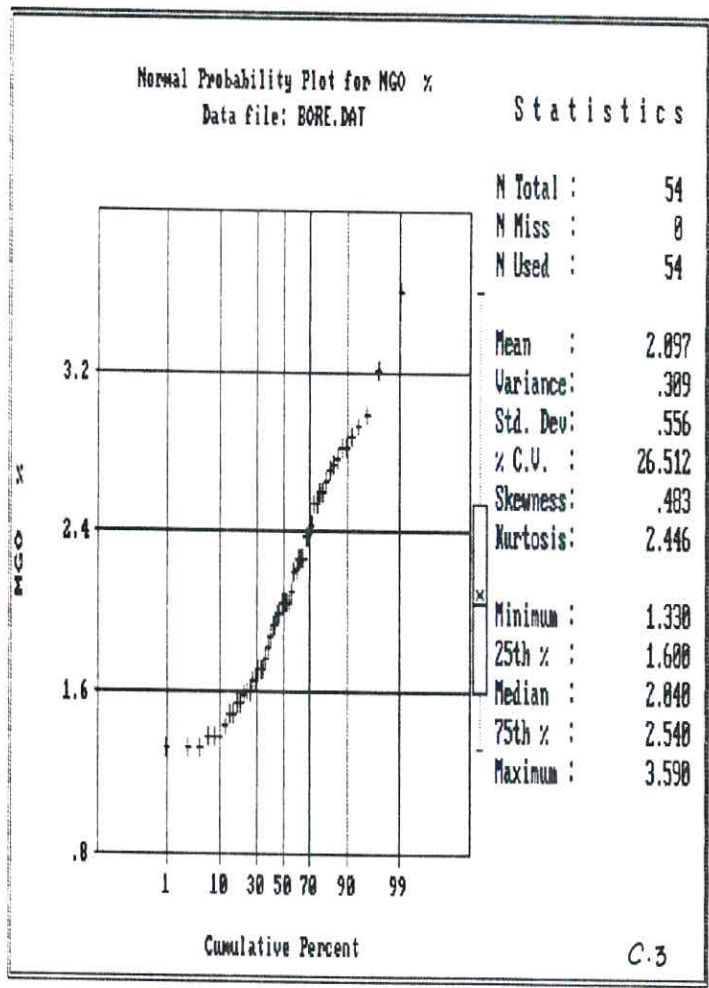
۴-۵-۲- انتشار تری اکسید گوگرد SO_3

عامل اصلی در انتشار این اکسید، ترکیبات تبخیری به ویژه سولفات کلسیم (SO_4Ca) یا گچ است. با توجه به اینکه گچ دارای گسترش فراوانی در سطح منطقه همراه با سازند قرمز فوقانی (U.R.F) و سازند قم میباشد، لذا میتوان انتظار داشت که ترکیب مذکور در رابطه با ترکیب شیمیایی گچ باشد.

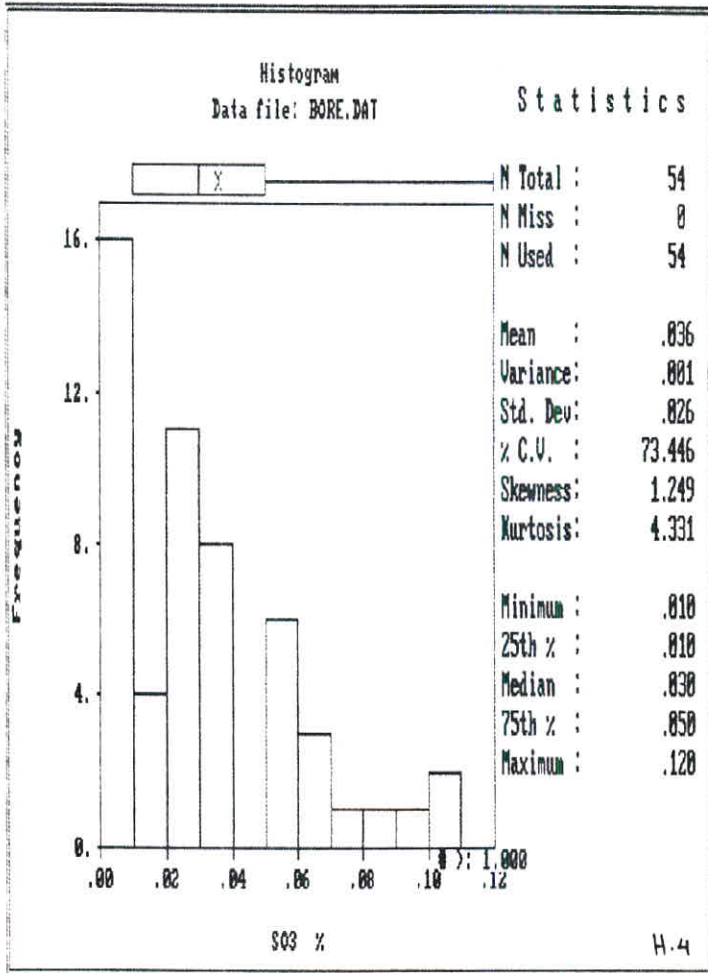
نمودار های $H4$ و $C4$ انتشار این اکسید را کاملاً لگاریتمی نشان میدهند. ضریب تغییرات میانگین حول محور میانگین $CV=73.5\%$ است که تأییدی بر لگاریتمی بودن این اکسید بوده و احتمال حضور زون های پرعیاری از گچ در محدوده اکتشاف دور از انتظار نخواهد بود. (نقشه های ۴ و ۹).

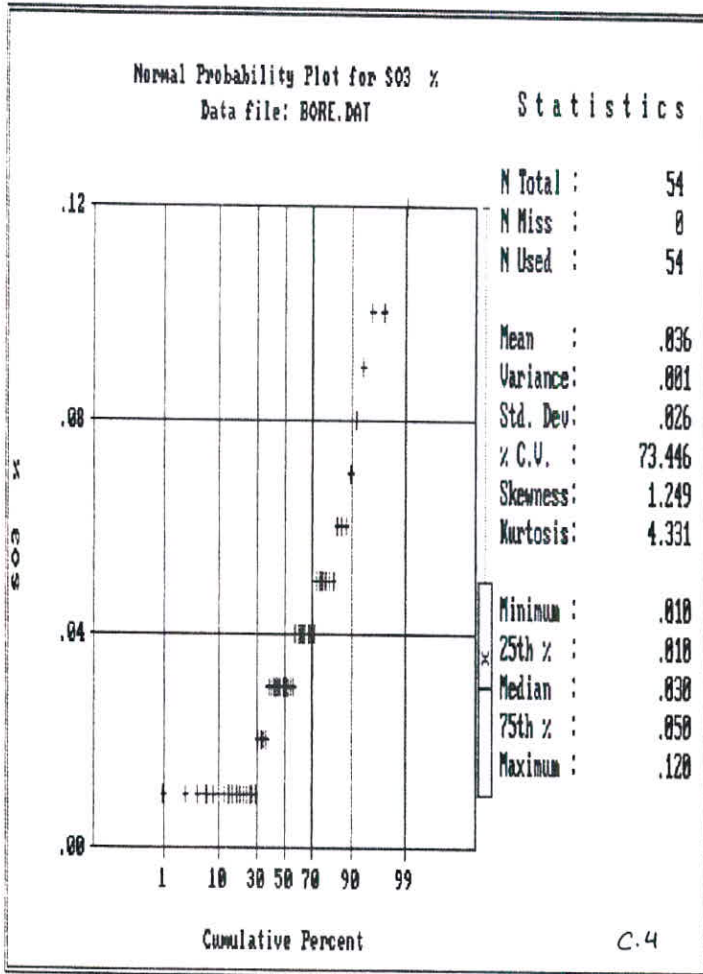


بروژه پتانسیل یابی کانیه‌های مس



پروژه پتانسیل یابی کانیهای بستر





فصل سوم - تعبیر و تفسیر داده ها :

۱-۳- همبستگی

بر اساس اصول جدایش عناصر و ترکیبات از یک محلول و یا یک محیط شیمیایی گروهی از عناصر و یا ترکیبات که از نقطه نظر خواص فیزیکی و شیمیایی دارای وجوه مشترکی هستند در موقع جدایش، با یکدیگر از محیط جدا گشته و راسب میشوند. این گروه از عناصر و ترکیبات را پاراژنز (paragenetic elements or components) و یا گروه هم آیند می نامند. حضور همبستگی شدید و مثبت در بسیاری مواقع نشان دهنده منشاء کانی سازی یکسان در محیط (محلولهای هیدروترمالی) و یا نشانه ای از حضور عوامل فیزیکی و شیمیایی یکسان و مناسب برای جدایش و راسب شدن در محیط های ثانویه (حوضه های تبخیری، دریاچه ای، رودخانه ای و غیره) هستند.

در محیط های رسوبی تخریبی مانند حوضه های رسوبی آبراهه ای، شرایط فیزیک حاکم نظیر شدت تجزیه و تخریب فیزیکی، حمل فیزیکی توسط جریانات فصلی و دائمی، سبب انتقال و راسب شدن مواد تخریبی و حمل شده در حوضه های پائین دست میگردد. مواد بر جای مانده تحت تأثیر عوامل فیزیکی در بسیاری مواقع از نقطه نظر اقتصادی کانسارهای پلاس را تشکیل میدهند، در مورد عناصر و مواد غیر اقتصادی نشان دهنده شرایط مناسب فیزیکی در محیط رسوبگذاری (رسوبات رودخانه ای، دامن رفت ها و واریزه ها) میباشند.

حضور شرایط شیمیایی فیزیکی دیگر از عوامل جدایش و تمرکز عناصر و ترکیبات هم خانواده (Paragence) است. این شرایط در تمامی محیط های اولیه (سنگ های آذرین درونی و

خروجی و بگرگونی) و ثانویه (حوضه‌های رسوبی، تبخیری و غیره) حاکم بوده و بسیاری از عناصر و ترکیبات هم خانواده بصورت گروهی در هر دو محیط جدایش و حتی زایش می‌یابند. در محیط‌های رسوبی به ویژه تبخیری حاکم بر محدوده اکتشاف، عوامل شیمیائی بر بوجود آمدن لایه‌های گچی و نمکی اولیه نقشی اساسی دارند و همین عوامل باضافه عوامل فیزیکی (درجه حرارت، آب.....) سبب تخریب، حلالیت، حمل و رسوبگذاری مجدد در محیط ثانویه حوضه آبگیر گردیده‌اند، لذا حضور همبستگی بین پاره‌ای از ترکیبات بر در محیط‌های ثانویه رودخانه‌ای نشانگر حضور یک منشاء اولیه و زایشی برای آنها خواهد بود.

محاسبات ضرائب همبستگی (Correlation Coefficient) در واقع مقایسه‌ای است بین کاهش یا افزایش عیار هر جفت از عناصر و یا ترکیبات هم خانواده. چنانچه ضرائب بدست آمده به عدد واحد نزدیکتر باشند شدت همبستگی فیزیکی و شیمیائی بیشتر خواهد بود و اگر ضریب همبستگی منفی باشد، عناصر و ترکیبات مورد مقایسه فاقد هر نوع وابستگی زایشی و فیزیکی هستند.

همبستگی عناصر و ترکیبات در رسوبات رودخانه‌ای (محیط ثانویه تخریبی) بیشتر تحت تأثیر عوامل فیزیکی چون شدت جریان آب، شیب توپوگرافی، شدت حلالیت آب و میزان محلولیت عناصر و ترکیبات، درجه حرارت و خواص فیزیکی سنگهای حوضه آبگیر دارند. در محیط رسوبی حاکم بر محدوده اکتشافی قره گل شاید عوامل فیزیکی نقش اولیه را در مورد ترکیبات و املاح تبخیری دارا باشند. اگر چه اکثر آبراهه‌های موجود در منطقه خشک و فقط در محدود فصول سال چون اواخر زمستان و اوائل تابستان آنهم بصورت سیلابی دارای آب جاری خواهند بود ولی همین مدت زمان محدود بدلیل محلول بودن بیش از حد املاح تبخیری

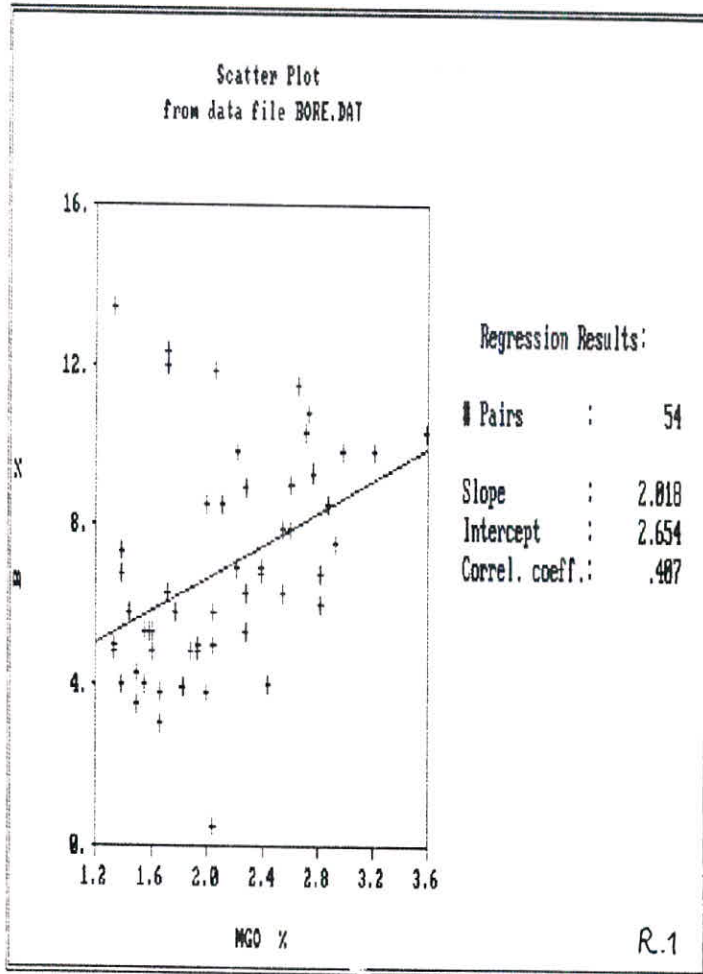
منجمله ترکیبات بُر ، کافی است که این ترکیبات را تا مسافتهای دوری حمل و راسب نماید، که در نتیجه سبب انتشار و گسترش بیش از حد ترکیبات و املاح بُر در محدوده اکتشاف گردیده است و همین خاصیت فیزیکی ویژه (شدت محلولیت ترکیبات) می تواند سبب انتشار نرمال (یکنواخت) عناصر و ترکیبات در سطح منطقه شده باشد. به عبارت دیگر شدت حلالیت آنها سطحی و میزان محلولیت ترکیبات سبب کاهش عیار در محیط ثانویه گردیده است که این نمیتواند در رابطه با عدم حضور زون های تمرکز یافته اقتصادی از ترکیبات بُر در سنگهای حوضه آبگیر باشد.

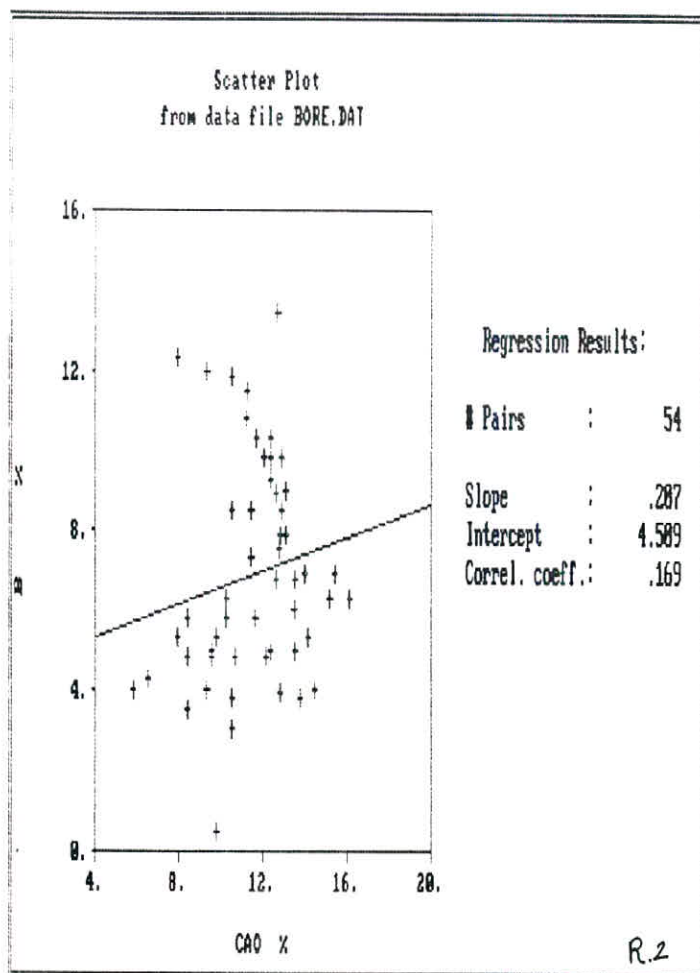
نمودار شماره R1 همبستگی اکسید منیزیم MgO و برون B را نشان می دهد. ضریب همبستگی این دو $r=0.407$ می باشد اگر چه با توجه به جدول شماره ۵ که نسبت ضرائب همبستگی ترکیبات و عناصر دیگر را نشان می دهد. این رقم از 0.5 (ضریب همبستگی CaO و MgO) کمتر است ولی بدلیل انطباق جغرافیائی MgO و B می تواند هر دو دارای یک منشاء زایشی باشد. محدوده آنومالی های درجه یک و دو این دو ترکیب محدوده تمرکز یافته هر دو ترکیب را نیز ارائه می نمایند. حضور ترکیبات بر منیزیم دار در محدوده اکتشاف نظیر بوراسیت ($Mg_3B_7O_{13}Cl$) و سیزابلیت ($MgBO_2(OH)$) تأییدی است بر وابستگی زایشی این دو ترکیب و حضور زون های تمرکز یافته کانیهای بُر در محدوده آنومالیها بُر و اکسید منیزیم (نقشه های ۶ و ۸).

ضریب همبستگی اکسید کلسیم CaO و B در نمودار R2 ارائه شده است. ضریب همبستگی $r=0.169$ رقم پائینی را تشکیل می دهد. عدم انطباق جغرافیائی آنومالیهای درجه یک و دو این دو ترکیب تأییدی بر عدم همبستگی قوی آنها نیز می باشد. آنومالیهای درجه یک CaO در بخش غربی محدوده اکتشاف است در صورتیکه آنومالی های درجه یک و دو بر در بخش

B	1			
SO3	0.23			
CAO	0.17	-0.31	1	
MGO	0.41	-0.05	0.5	1
	B	SO3	CAO	MGO

TABLE5 : CORRELATION MATRIX OF BORON AND ASSOCIATED OXIDES.



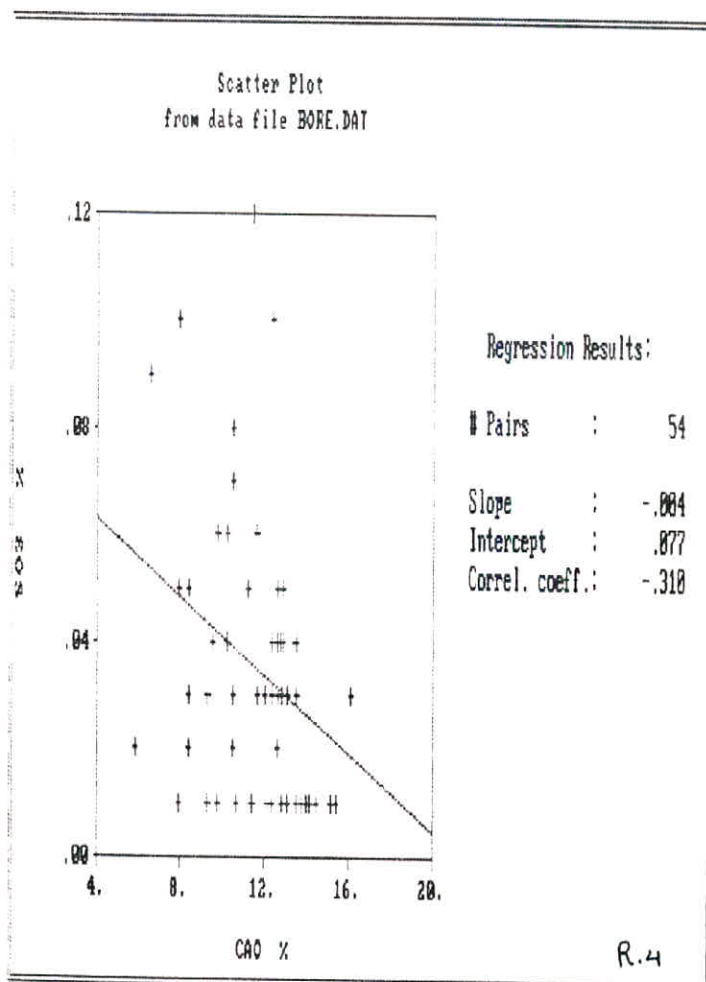


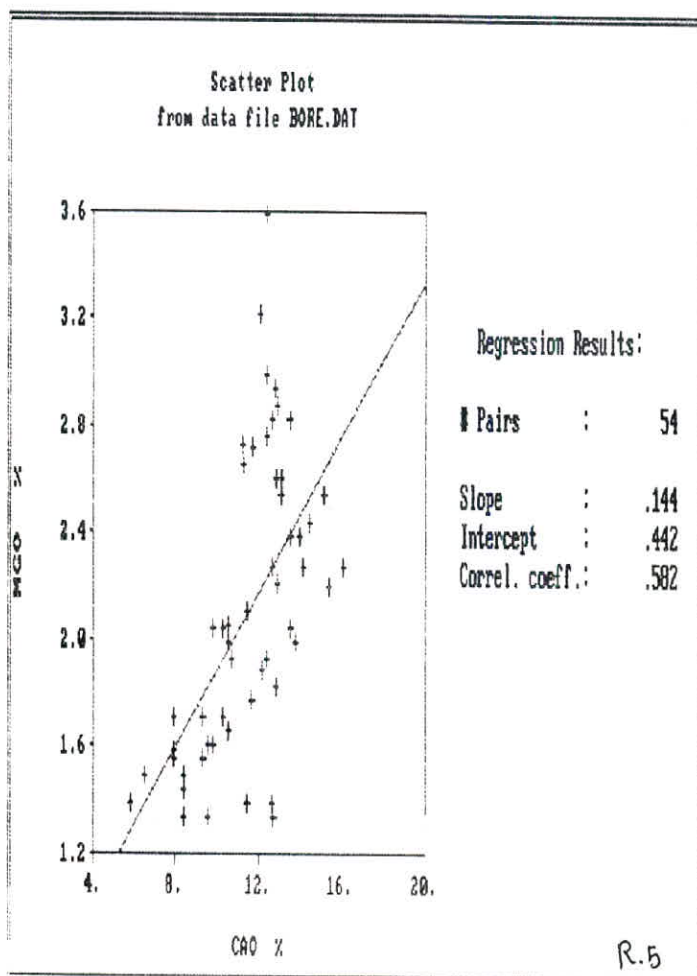
پروژه پتانسیل یابی کانیهای بسنر

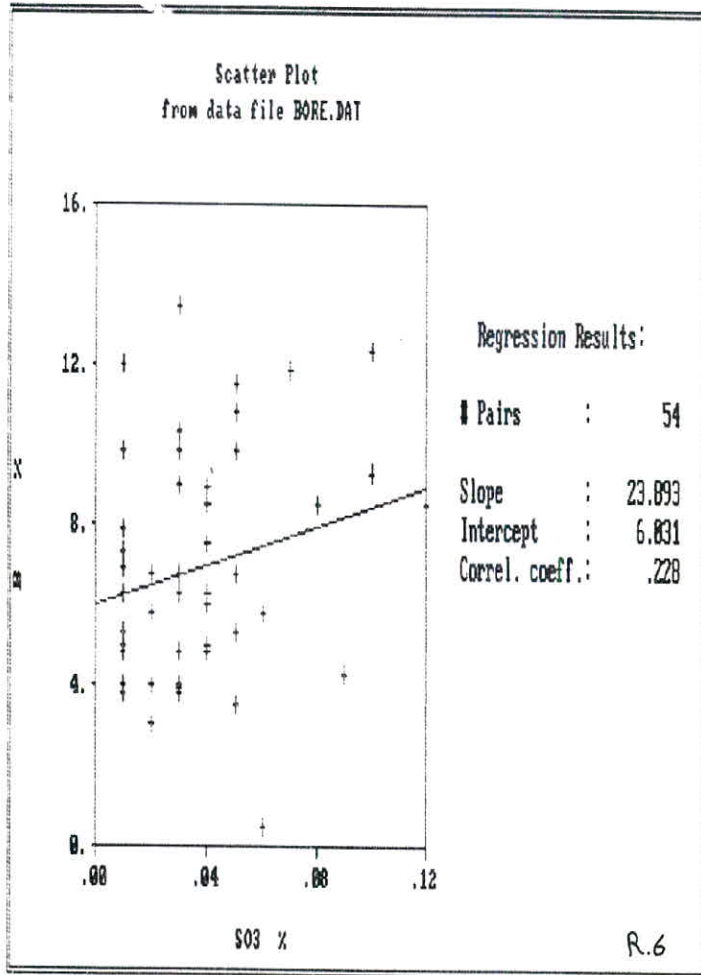
شرقی واقع شده است. اگر عامل زایشی CaO و B را نادیده بگیریم، انتشار و گسترش CaO می تواند در رابطه با انتشار سنگها و کنگلومراهای آهکی موجود در تشکیلات قم و تشکیلات سرخ فوقانی پلیوسن باشد تا حضور ترکیبات بُر و کلسیم دار. (جدول شماره ۳) و (نقشه های ۶ و ۷).

اکسید MgO و SO₃ دارای همبستگی ضعیف و منفی هستند ($r = -0.05$). نقشه های شماره ۸ و ۹ این عدم همبستگی و انتشار جغرافیائی را نشان می دهند. احتمالاً منشاء SO₃ می تواند ترکیبات گچی منطقه باشد که این ترکیبات به ویژه در تشکیلات سرخ فوقانی و تشکیلات قم به وفور ملاحظه می گردد ولی بدلیل حلالیت کمتر آن ها نسبت به ترکیبات بُر از گسترش محدودتر و کمتری برخوردار است و از طرفی دیگر بدلیل عدم انطباق آنومالیهای درجه یک و دو این دو ترکیب با یکدیگر نمیتوان احتمال همبستگی زایشی (منشاء اولیه یکسان) واحدی را برای آنها در نظر گرفت، لذا اکسید SO₃ ردیاب مناسبی برای کنترل زون های بُردار نمی باشد.

اکسید کلسیم CaO که عامل اکسیدی از سنگهای کربناته منطقه می تواند باشد با اکسید SO₃ همبستگی منفی دارند ($r = -0.31$). این عدم همبستگی در نقشه های شماره ۷، ۹ ملاحظه می گردد. (نمودار R4). در نمودار R5 اکسید کلسیم CaO و MgO همبستگی کاملی دارند ($r = 0.502$). اگر چه آنومالیهای درجه یک این دو اکسید بر یکدیگر منطبق نمی باشند ولی در کل منطقه محدوده گسترش هر یک بر دیگری انطباق کاملی دارد. گذشته از گسترش واحدهای سنگی آهکی در کل منطقه حضور کانیهای بر کلسیم دار نظیر کلماتیت 5H₂O و Ca₂B₆O₁₁ و کانیهای کلسیم منیزیم دار بُر مثل هیدروبوراسیت CaMg₆B₆OH₆·6H₂O و بالاخره بوراسیت Mg₃B₇O₁₃Cl حضور همبستگی شدید این دو ترکیب را توجیه می نمایند (نقشه های ۷، ۸).







پروژه پتانسیل یابی کانیهای بستر

همچنین نمونه شماره ۴ که دارای حوضه آبخیز جداگانه‌ای می باشد. مقادیر عیار این نمونه ها بین ۸/۵ تا ۱۳/۶ گرم در تن بُر در نوسان هستند. براساس مقادیر حوضه آبخیز نمونه های مذکور در محدوده آنومالی درجه یک و دو واقع شده اند (نقشه شماره ۶).

لذا حوضه دیگر آبراهه مذکور بدلیل وسعت (مساحت آنومالی) و حضور آنومالی درجه یک و دو واجد اهمیت بوده و احتمالاً در سنگهای بالای حوضه آبخیز تمرکزهایی از کانیهای بُر وجود خواهد داشت.

نمونه شماره ۱۶ که از بخش مرکزی رودخانه عریض لجام گیر برداشت شده است دارای ۱۲/۸ گرم در تن B می باشد، با توجه به اینکه رودخانه مذکور دارای طول بسیار و حوضه آبخیز بسیار گسترده ای است ، حضور این مقدار برون در آبراهه ای با چنین گسترش (عرض آن به بیش از ۱۵۰ متر و طول چندین کیلومتر) می تواند از منشاء فوق العاده قوی سرچشمه گرفته باشد که متأسفانه در بالا و پائین نقطه مذکور هیچگونه نمونه ای برداشت نگردیده است. (بعلت قلت تعداد نمونه)

در هر حال جهت ارزیابی و مقایسه زون های آنومالی از دو فاکتور تعیین ضریب بزرگ شدگی آنومالی (Anomaly contrast index) و ضرائب تولید عرضه آبخیز (of dispersion flow Productivity) (A.S. Solovov 1987) استفاده گردیده است.

ضرائب بدست آمده برای نمونه های ۱۱، ۱۶ و ۳۰ با استفاده از فرمول شماره ۱

$$۱) \gamma = \frac{C_{\max} - C_0}{S}$$

عبارتنداز :

پروژه پتانسیل یابی کانیهای سُنر

3.19 = نمونه شماره ۱۱

2.8 = نمونه شماره ۱۶

2.7 = نمونه شماره ۲۰

و همچنین برای مجموعه نمونه های واقع در طول آبراهه فوق الذکر حدواسط نمونه شماره ۱۱ تا ۲۲ عبارتست از: 1.8. همانگونه که قبلاً اشاره گردیده است چنانچه ضرائب بدست آمده بین ۱ تا ۳ و بیشتر باشد، احتمال حضور زون های تمرکز یافته و یا کانی ساز در سنگهای حوضه آبخیز مجاور نمونه های مذکور قابل پیش بینی می باشد و بعبارت دیگر زون آنومالی حاصل نسبت به دیگر نقاط دارای ارزش اکتشافی جهت ادامه اکتشافات نیمه تفصیلی میباشد. همانطور که ضرائب فوق الذکر نشان می دهند، ارزش ضریب بزرگ شدگی نمونه ۱۱ از دیگر نمونه ها بیشتر است و در اولویت اول اکتشافی قرار می گیرد.

ضریب تولید حوضه آبخیز براساس فرمول شماره ۲

$$2) P = S_x (C_x - C_0)$$

برای دو نمونه ۱۱ و ۱۶ به شرح محاسبه گردیده است عبارتند از:

الف: محاسبه ضریب تولید برای نمونه شماره 16.

1) $C_x = 13.4 \text{ PPF}$ مقادیر در محدوده نمونه شماره 11 عبارت از:

$$2) C_x = 13.4 \div 10000 = 0.00134$$

مقدار عیار در محدوده نمونه شماره 16 بر حسب درصد.

$$3) C_0 = 6.9 \text{ ppm}$$

پروژه پتانسیل یابی کانیهای سُنَر

مقدار میانگین یا حد زیمه بُر در محدوده اکتشاف.

$$4) C_0 = 6.9 \div 10000 = 0.00069$$

عیار حد زمینه بُر بر حسب درصد

$$5) S_x = 400000$$

مساحت محدوده آنومالی بر حسب مترمربع

$$6) P = 400000 (0.00134 - 0.00069) = 260 \text{ m}^2\%$$

ضریب تولید در محدوده نمونه شماره 11

ب: محاسبه ضریب تولید برای نمونه شماره 16

$$1) C_x = 12.3 \text{ ppm}$$

$$1) C_0 = 6.9 \text{ ppm}$$

$$1) S_x = 4000000 \text{ مترمربع}$$

$$p = 4000000 (0.00123 - 0.00069) = 2160 \text{ m}^2\%$$

ضریب تولید در محدوده نمونه شماره 16.

$$P = 260 \text{ m}^2\% \text{ نمونه شماره 11}$$

$$P = 2160 \text{ m}^2\% \text{ نمونه شماره 16}$$

مقایسه این دو ضریب با یکدیگر نشان میدهد که

$$P_{16} / P_{11} = 2160 \div 260 = 8.3$$

ضریب تولید نمونه شماره 16 تقریباً 8/3 برابر ضریب تولید در محدوده نمونه 11 است و این

بزرگ شدگی بیشتر بدلیل گسترش حوضه آبخیز رودخانه لجام گیر است. (مساحت حوضه

پروژه پتانسیل یابی کانیهای بر

محدوده تمرکز یافته CaO منطبق است. (نقشه شماره ۶، ۸، ۷).

زون های تمرکز یافته و غنی SO₃ (نقشه شماره ۹)، فاقد هر گونه انطباق جغرافیائی و غنی و گسترده با زون های پتانسیل دار CaO، MgO و B می باشد، بطوریکه آنومالیهای درجه یک و دو آن در سطح منطقه پراکنده می باشد و در محدوده انتشار آنومالیهای B و MgO فاقد تمرکز قابل توجهی است.

همانگونه که قبلاً در فصل همبستگی ها به تفصیل توضیح داده شده است اکسیدهای کلسیم و منیزیم در درجه اول با یکدیگر همبستگی زایشی یا زینتیکی دارند و در درجه دوم عنصر B با هر دوی این اکسیدها، لذا انتظار می رود که عنصر B دارای رابطه زایشی تنکاتنگ و غنی با اکسیدهای مذکور داشته و آنومالی های درجه یک و دو هر سه ترکیب، زون کانی ساز و یا غنی از کانیهای بُر را ارائه مینمایند. در مجموع محدوده مرکزی منطقه اکتشاف به وسعت ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر مربع به ویژه در محدوده سنگهای برون زده شرق آنومالی دارای پتانسیل بالائی از کانیهای بُر می باشد.

فصل چهارم: نتایج و پیشنهادات

۱-۴- نتایج

همانگونه که در مقدمه این گزارش اشاره گردیده است عمده ترین اهداف مورد نظر از انجام مطالعات پتانسیل یابی در محدوده کانسار بُر قره گل دستیابی به زون های پتانسیل دار احتمالی در مناطق مجاور کانسار مذکور بوده است. لذا اکتشافات ژئوشیمیائی انجام شده بدلائل مختلفی ای چون حلالیت بیش از حد کانیهای بر و عدم بیرون زدگی لایه های بردار در سطح زمین، توانسته است حداقل در محدود کردن منطقه اکتشافی از نقطه نظر معرفی زون پتانسیل دار نقشی سازنده و تعیین کننده داشته است.

اهم نتایج حاصل از این مطالعات عبارتند از:

- ۱- مساحت مورد اکتشاف بالغ بر ۷۰ کیلومتر مربع است.
- ۲- نمونه های برداشت شده از رسوبات روپخانه ای براساس سیستم آبراهه ای حاکم، شیب توپوگرافی و گسترش واحدهای سنگی برداشت گردیده اند. تعداد نمونه ها ۵۴ عدد میباشد.
- ۳- کلیه نمونه ها برای اکسیدهای SO_3 ، CaO ، MgO و عنصر B در آزمایشگاه Geoindustria جمهوری چک تجزیه شده اند.
- ۴- تشکیلات و واحدهای سنگی گسترده در محدوده اکتشاف بیشتر سازندهای قم سرخ فوقانی و رسوبات کواترنر می باشند که در مجمع گسترش سنگهای تبخیری (گچ، نمک و آهک) و همچنین رسوبات کنگلومرانی در سطح منطقه چشمگیر است.

بروزہ پتانسیل یابی کانپهای بسنر

۵- انتشار B و اکسید MgO، CaO و SO₃ بدلیل محلولیت بیش از حد ترکیبات مذکور (محلولیت کانپهای بردار) بیشتر انتشاری است نرمال زیرا آبهای سطحی به راحتی املاح تبخیری محتوی اکسیدها و کانپهای فوق الذکر را حل کرده و تا کیلومترها دورتر از منشاء اولیه منتقل می سازند. لذا چنانچه انتشار این عناصر در محدوده سنگ مادر خود (سنگ بر برگیرنده کانپهای بردار و املاح تبخیری) بدلیل تمرکز و غنی شدگی مربوط به کانی سازی، بصورت لگاریتمی باشند، پس از حل و انتقال توسط آبهای سطحی بطور یقین دارای انتشاری نرمال (فاقد تمرکز قابل توجه) خواهند بود.

در مورد عنصر B اگر چه شدت محلولیت آن نسبت به اکسید MgO و CaO به مراتب بیشتر است و قاعدتاً میبایستی انتشاری صد نرمال داشته باشد ولی بدلیل حضور احتمالی زون های پرعیار به ویژه در بخش مرکزی منطقه و شرق معدن قره گل انتشار بطرف لگاریتمی میل کرده است که این خود نشانه حضور زون کانی است.

۶- محاسبات همبستگی خطی (Linear correlation) و همبستگی خوشه ای (Cluster Analysis) اکسیدهای MgO و CaO بیشترین ضریب همبستگی و سپس عنصر B با MgO دارای همبستگی غنی و مثبت است، که این همبستگی ها می تواند ضمن ارائه زون های تمرکز یافته در حوضه آگیر، نشانه ای از حضور رابطه زایشی (Genetic origin) و یا کانی سازی ترکیبات مذکور باشد.

اکسید SO₃ فاقد هر گونه رابطه زایشی و گسترش جغرافیائی با B و CaO و MgO بوده و در نهایت می تواند در رابطه مستقیم با لایه های گچ باشد و نه ترکیبات بُر.

۶- انطباق زون های آنومالی و نتایج حاصل از همبستگی عناصر و ترکیبات اکسیده

پروژه پتانسیل یابی کانپهای بر

بر) در مقیاس ناحیه ای و بعضاً نیمه تفصیلی را به مرحله اجرا در آورد.

منابع

- ۱- روشنه نکری ۱۳۷۴: بررسی وضعیت کانی های بر در ایران و جهان معاونت معدنی و فرآوری مواد. اداره کل مواد غیر فلزی وزارت معادن و فلزات.
- ۲- م. عشق آبادی، از اسکوئی ۱۳۶۶: پی جویی بر در غرب و جنوب غرب زنجان و میانه، سازمان زمین شناسی کشور.
- ۳- م. فرجاد باستانی، ن. سعدالدینی، م. مؤمن زاده ۱۳۷۱: نقشه زمین شناسی - معدنی کانسار بر قره گل زنجان. سازمان زمین شناسی کشور.

4- A.P. Solovov. 1987. Geochemical prospecting for mineral Deposits.

Mir Publishers Moscow.

Boron Geochemical Exploration in Ghar-e-Ghole Area.

Extended Abstract.

The area where extended from Zanjan up to Mahneshan and Mianeh City, is one of the important target for Boron exploration. There are more than 30 mineral indications points and Boren deposits which support genetically this promising area.

53 stream sediment samples have been collected, and analysed for B, CaO, MgO and SO₃ at the Geoindustria laboratory in Praha Zchek Republic.

Based on the dataprocessing by using the geochemical statistic Camputer programs such as Datamine, Geoease, Surfer and Quattropro, and also composing the geochemical and geological data revealed at least one important concentrated anomaly zone for B, MgO as well as CaO, in the eastern part of the explored area.

The histograms and cumulative frequency graphs indicate that the distribution of CaO, MgO and SO₃ are normals and the distribution of B in the Target area is closed to the lognormal distribution. Perhaps the mobilities of B and its genetic components as well as their solobilities are the main resoan for normal distribution of Boron and its associated minerals.

Grade of B varied from 3 up to 13.40 ppm, but the geochemical parameters indicate a concentration zone at the eastern part of the area where could be directly related to a mineralized zone on the upstream of the catchment area.

The assessment of the revealed anomaly zone by using the equation $B = \frac{X_{max} - X_0}{S}$ and also the coefficient of productivity of the dispersion flow $P = S_x (C_x - C_0)$ (A.P. Solovo 1987) indicate that the upstream area between samples No 11 up to 23 (Anomaly map No. 6) is the most promising area (20 Km²) where could be covered by the Semidetall geochemical exploration program.

All the positive points of the Boron geochemical exploration in Boron Ghar-e-ghole ore field, approve that the systematic geochemical exploration method is an ideal and sallicient way to explore not only the exposed Boron deposit but also for not outcropping (Blind mineralization) mineralization.