sina-pub.ir

روش های مطالعه کانی‌های شاخص در

اکتشاف ذخایر معدنی و کانی

چکیده

کانی‌های شاخص شامل برخی از کانی‌هایی هستند که وقتی به

صورت ذرات انتقال یافته در رسوبات کلاستیک ظاهر می‌شوند،

موسسه سینا sina-pub.ir

sina-pub.ir

نشان دهنده حضور در سنگ بستر با نوع خاص کانی‌سازی، تناوب هیدروترمال و یا لیتولوژی می‌باشند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها از جمله چگالی نسبتا بالا، موجب تسهیل حفاظت و شناسایی آن‌ها شده و امکان بازیابی آن‌ها را از محیط‌های نمونه‌گیری نظیر یخرفت‌ها، رسوبات رودخانه‌ای یا خاک تولید کننده با اهداف اکتشافی بزرگ در اختیار می‌گذارد. دیگر چالش اصلی استفاده از روش‌های مطالعه کانی شاخص این است که مورفولوژی ذرات، بافت سطحی و یا شیمی کانی را می‌توان برای بدست آوردن اطلاعات در مورد فاصله انتقال و منبع سنگ بستر

sina-pub.ir

به دست آورد. مطالعه کانی‌های شاخص به یک روش اکتشاف مهم در 20 سال گذشته تبدیل شده و در حال حاضر برای شناسایی طیف وسیعی از رسوبات کانسنگی از جمله الماس، طلا، نیکل، مس، PGE، مس پورفیری، سولفید و نهشته‌های تنگستن به کار می‌رود. یکی از مهم‌ترین رویدادها در کاربرد روش‌های مطالعه کانی شاخص در طی 10 سال گذشته، فعالیت اکتشافی الماس در حوضه یخچالی کانادا و تغییرات حاصله در روش‌های نمونه برداری و فرآوری و شناسایی کانی‌های شاخص کیمبرلیت بوده است. در عین حال،پیشرفت های فناوری منجر به افزایش

sina-pub.ir

پیچیدگی تعیین خصوصیات شیمیایی کانی‌ها برای همه کانی‌های شاخص شده است . این مقاله مروری کلی بر روش های کانی های شاخص و کاربرد آن ها در طیف وسیعی از نقاط در 20 سال گذشته با تاکید بر اکتشاف طلا و الماس دارد.

لغات کلیدی: کانی های شاخص، ذرات طلا، کانی های شاخص کیمبرلیت، رسوبات رودخانه ای

مؤسسه سینا sina-pub.ir

sina-pub.ir

کانی های شاخص، گونه های معدنی هستند که حضور ذخایر و نهشته های معدنی خاص، و تغییرات و یا لیتولوژی سنگ را نشان می دهند. کانی های شاخص ایده ال در سنگ ها بیشتر از نهشته های میزبان یا لیتولوژی یافت می شو.ند. خصوصیات فیزیکی و شمیایی آن ها موجب شده است تا بتوان آن ها را به آسانی از محیط های نمونه اکتشاف(نظیر رودخانه، آبرفت، رسوبات بادی و یخچالی یا خاک ها) کشف کرد و در عین حال باعث افزایش فراوانی آن ها شده است. خصوصیات شامل، تفاوت های ظاهری، چگالی متوسط تا بالا، اندازه سیلت و شن و

sina-pub.ir

توانایی بقا تحت هوازدگی و انتقال کلاستیک می باشد. اغلب اوقات، تنها وفور کانی شاخص در یک نمونه گزارش می شود با این حال، مورفولژی ذره، بافت سطحی و شیمی آن نیز تعیین می شود. روش های کانی های شاخص از روش های ژئوشیمیایی سنتی برای خاک، رسوب رودخانه یا نمونه برداری تیل متفاوت می باشند زیرا دانه های شاخص منعکس کننده خصوصیات انتشار مکانیکی بوده و تک تک ذره ها بررسی و شمارش می شوند. بیشترین مزیت روش های کانی های شاخص نسبت به روش های ژئوشیمیایی کانی های سنگین، این است که ذرات

sina-pub.ir

کانی ها قابل رویت بوده و می توانند ازمایش شوند. مزیت های استفاده از کانی های شاخص شامل موارد زیر هستند:1-توانایی شناسایی هاله ها یا پلوم های بزرک تر از هدف معدتی شده از جمله تغییرات مربوطه، شواهد فیزیکی در رابطه با حضور معدنی شدن یا تغییر 3- توانایی ارایه اطلاعاتی در مورد منابعی که روش های ژئوشیمیایی سنتی نمی توانند آن ها را بررسی کنند از جمله ماهیت کانسنگ، تغییر یا نزدیکی به منبع 4- حساسیت به تشخیص یک تعدادی از دانه ها، معادل با وفور کانی های شاخص سطح PPB، حتی در مناطقی که سنگ های

sina-pub.ir

منطقه ای با کانی های سنگین غیر شاخص رقیق می شوند 5-

توانایی شناسایی و حذف آلاینده های انسانی.

روش های کانی های شاخص برای هزاران سال استفاده شده اند

از جمله جست و جوی نهشته های طلا، مس و سنگ های

قیمتی. (اتسنسن و تبالد 1994). امروزه، روش ها را می توان

برای کشف طیف وسیعی از ذخایر، انواع سنگ و یا رگه های

زمین شناسی استفاده کرد و برخی از آن ها توسط فریدریخ و

همکاران 1992، استندل و همکاران، 1994 ارایه شده اند.

برای مثال، شلیت و ولفرمیت شاخص نهشته های تنگستن(

sina-pub.ir

لیندمارک 1977، استندل 1982، تورد 1984، جانسون و همکاران 1986)، سولفور سیماب به عنوان شاخص جیوه (پولف 2001) یا کانی سازی طلا (استندل و تربلد 1994)، و کاسیتریت برای مسیر یابی نهشته های قلع(زانتوپ و نسپریا 1979، ریان و همکاران 1988) استفاده شده اند. فلوریت شاخص کانی سازی تنگستن، اسکارن، رسوبات مس و روی نوع دره می سی سی پی یا گریزن می باشد و توپاز را می توان برای مسیر یابی گریزن، ملیبدنوم یا رسوبات قلع استفاده کرد. گارنت-کروم و اسپینل-کروم شاخص های نهشته های مس و

sina-pub.ir

نیکل (آمو و سالونن 1986، پلتونن و همکاران 1992، کریم زاده سومارین 2004) می باشند و کیمبرلیت و اسپینل روی شاخص نهشته های پلی متالیک در گسل ها(آلارد و کارپنتر 1988، موریس و همکاران 1997) می باشند. تاکید این مقاله بر کاربرد روش های کانی های شاخص برای کشف طلا و الماس می باشد زیرا ایت روش های کانی های شاخص اهمیت خود را به خوبی اثبات کرده اند و در مناطق مختلف استفاده شده و کاربرد آن ها طی 20 سال گذشته به شدت افزایش داشته است.

روش های نمونه برداری

sina-pub.ir

فراوانی کانی های شاخص در رسوبات بستگی به مقدار کانی های شاخص اصلی در سنگ منبع، درجه هوازدگی بعد از تشکیل منبع کانی های شاخص و مکانیسم های انتقال و پراگنش رسوب(آبرفتی، یخچالی و بادی) دارد. همه این عوامل را باید ضمن برنامه ریزی برای راهبرد های نمونه برداری (محیط نمونه، اندازه و فاصله نمونه برداری) در نظر گرفت.

محیط نمونه برداری

انتخاب محیط نمونه برداری بستگی به اقلیم، توپوگرافی و اندازه منطقه مورد نمونه برداری دارد. به طور کلی، حد اقل 10 تا 20

sina-pub.ir

کیلوگرم رسوب برای بررسی کانی های سنگین برداشته می شود. در حوزه های یخچالی، تیل ها برای مطالعات کانی های شاخص استفاده می شوند که به دلیل تاریخچه نمونه برداری ساده و توزیع گسترده آن هاست این در حالی است که رسوبات آبرفتی یخچالی را می توان طوری نمونه برداری کرد که به یک براورد کلی منطقه ای رسید. رسوبات رودخانه ای نیز در مناطق یخچالی، حاره ای و خشک استفاده می شوند. با انتقال مواد به پایاب، یا پایین دست رودخانه، کانی های سنگین در مینی پلیسر ها[1] بر طبق گفته فلشر و لاه 1996 متمرکز می شوند که

[1] mini placers

sina-pub.ir

این موجب افزایش کانترست و طول انتشار کانی های سنگین در پایین دست شده و از این روی موجب بزرگ تر شدن هدف و استفاده از کاهش تراکم نمونه برداری طی مطالعات اولیه می شود. در مناطق خشک، رسوبات رودخانه ای به صورت رسوبت ورقه ای در مخروط افکنه های آبرفتی و دشت های سیلابی قرار دارند و این نهشته ها محیط نمونه برداری بهینه و مطلوبی هستند. رسوبات بادی را نیز می توان در مناطق خشک نمونه برداری کرد زیرا که در این مناطق رسوبات رودخانه ای وجود

sina-pub.ir

ندارند. خاک های لاتریت را می توان در مناطق حاره ای و نیمه حاره ای نمونه برداری کرد.

روش های نمونه برداری

روش های نمونه برداری مورد استفاده در حوزه های یخچالی توسط هیرواس و نانون 1990، گارنه و همکاران 1992، مک مارتین و مگ کلانگن 2001 توصیف شده اند. در مناطق با پوشش یخچالی نازک، تیل ها را می توان از چاله های دستی، گودال های کنده شده با بیل، مقاطع در امتداد رودخانه یا خط ساحلی دریاچه ها یا کمر بند های جاده ای یافت. در صورتی

sina-pub.ir

که ضخامت به بیش از 5 متر برسد، حفاری برای دسترسی به تیل زیر سطحی لازم است. روش های نمونه برداری رسوبات رودخانه ای برای کانی های سنگین توسط اتنسن و تبلاد 1994، استنندل و تبالد 1994 مرور شده اند. رسوبات رودخانه ای شامل رسوبات در رودخانه های فعال، در نهشته های ابرفتی بر روی دشت های سیلابی مجاور ابراهه های فعال و رسوبات لایه نازک در مخروط افکنه ها و دشت های سیلابی هستند. آبراهه های درجه اول و دوم در سراب یا بالادست رودخانه ها نمونه برداری شدند. بات و زاگرس 1992 به توصیف روش های

sina-pub.ir

نمونه برداری برای خاک های لاتریت پرداختند که در اقلیم های حاره ای و نیمه حاره ای یافت می شوند.

فاصله نمونه برداری بستکی به نوع و اندازه رسوبات معدنی ، دسترسی و قابلیت دسترسی به مناطق نمونه برداری و هزینه جمع اوری نمونه ها دارد. بررسی های کانی های شاخص منطقه ای طراحی شده برای تعیین تغییرات پس زمینه و انتشار کانی، استفاده از فاصله نمونه برداری 1 تا 50 کیلومتر برای رسیدن به یک بررسی کلی از منطق بسته به ماهیت انتقال کانی ها مطلوب است. در حوزه های یخچالی، حوزه های پراکنشی توسط

sina-pub.ir

یک سری ترانسکت های عمود بر جریان یخ قطع می شوند و فاصله نمونه های تیل در امتداد خطوط 10 تا 1 کیلومتر نزدیک تر از فاصله بین خطوط 100 متر تا 100 کیلومتر می باشد.

روش های آزمایش گاهی

تهیه نمونه

نمونه های کانی های شاخص با روش اعتشاش در یک محیط انتشاری تفکیک شده و سنگریزه های کوچک تر از 2 میلی متر برای آنالیز های سنگ شناسی خارج می شوند. قبل از تفکیک، 500 گرم زیر نمونه برای تحلیل های ژئوشیمیایی کنار گذاشته

sina-pub.ir

می شود. بخش کم تر از 2 میلی متر با استفاده از روش های چگالی پیش تغلیظ می شود(جدول شیکینگ، مارپیچی، تفکیک کننده محیط متراکم یا پن). پیش غلظت تراکم را می توان با استفاده از مایعات سنگین نظیر تترابرومتان قبل از تغلیظ نهایی ترکیب کرد. تغلیظ چگالی نهایی با مایعات سنگین نظیر یدید متیلن کامل می شود. بخش فرومغناطیس با استفاده از آهنربای دستی حارج شده، و وزن می شود. تغلیظ کانی های سنگین برای کانی های شاخص بررسی شده و تحت آنالیز ژئوشیمیایی قرار می گیرد.

sina-pub.ir

کانی های شاخص طی اسکن چشمی برداشته می شود که در بیشتر موارد دارای اندازه 0.25-0.5 میلی مترو 0.5-2 میلی متر می باشند و با استفاده از میکرسکوپ الکترونی برای تایید شناسایی تحلیل می شوند. شلیت و زیکرون در مواد تغلیظ شده را می توان با نور فرابنفش با امواج کوتاه شمارش کرد. بسته به ترکیب کانی شناسی سنگ های منطقه ای و رسوبات، تفکیک و اندازه بندی پارامغناطیسی برای بخش های 0.25 تا 0.50 میلی متر برای کاهش حجم اندازه ذرات اسکن شده می تواند لازم باشد. کانی های طلا و PGE با کمک میکروسگوپ های

sina-pub.ir

الکترونی و نوری بعد از پیش تغلیظ طبقه بندی می شود و مواد تغلیظ شده بعد از تحلیل های ژئوشیمیایی غیر مخرب با استفاده از نتایج PGE یا طلا به صورت راهنما بررسی می شوند.

تحلیل کانی های شاخص

کانی های شاخص به طور چشمی از کانی های سنکین جدا شده و با میگروسگوپ نوری برای بدست اوردن اطلاعات جهت تعیین فواصل انتقال و ماهیت منبع سنگ بستر بررسی می شوند. آنالیز با میگروپروب های الکترونی، LA-ICP-MS،SEM یا طیف سمج وزنی یونی ثانویه را می توان برای تعیین مقدار

sina-pub.ir

عناصر اصلی، ثانوی و کم مصرف کانی های شاخص استفاده کرد.

ذرات طلا

ذرات طلا، بهترین کانی شاخص برای تشخیص وجود نهشته های طلا می باشد در حالی که دیگر کانی های سنکین نظیر پیریت، ارسنوپیریت و جیمزیونیت نیز در مناطق خاص استفاده می شوند. فراوانی آن ها بستگی به محیط نمونه برداری دارد. تیل ها ور سوبات رودخانه ای، موثر ترین محیط ها برای استفاده از روش های ذرات طلا می باشد که شامل مستند

sina-pub.ir

کردن وفور ذرات طلا، اندازه، شکل و ریز بودن هستند.(گرانت و همکاران 1991). دامنه اندازه بهینه ذرات ریگاوری شده از این محیط های نمونه 0.01 تا 2 میلی متر می باشد. در حوزه های یخچالی، تیل یک محیط نمونه برداری بسیار کارامد تر از رسوبات رودخانه ای است زیرا 90 درصد ذرات طلا دارای اندازه سیلت یا کم تر از 0.063 میلی متر می باشد و چنین ذرات طلا طی رسوبن گذاری رودخانه ای منتشر می شوند. اگرچه ذرات طلا از رسوبات رودخانه ای از دوران باستان کشف شدند، استفاده سیستماتیک از ترکیب وفور ذرات طلا، اندازه، شکل و

sina-pub.ir

صافی طی 20 سال کذشته استفاده شده است. بیشتر مطالب در خصوص استفاده از خصوصیات ذرات طلا در اکتشاف طلا منتشر شده اند مربوط به موارد زیر است: نمونه برداری تیل در حوزه های یخچالی،2- کشف و نمونه برداری نهشته های پلیسر، 3- اکتشاف در حوزه های لاتریت

وضعیت ذرات طلا

درجه گردی، صیقلی، خمش و صافی ذرات طلا می تواند اطلاعتی در مورد فاصله انتقال یا مکانیسم های انتقال در اختیار بگذارد و به سبک کانی سازی طلا کمک کند(Averill 1988;

sina-pub.ir

Hérail et al. 1989; Nikkarinen 1991; Smith et al. 19941993; Seeley & Senden ;Kinnunen 1996 .(Youngson 1998; Townleyet al. 2003

طرح طبقه بندی توصیفی گرافیکی دیلبایو 1990 برای توصیف شرایط و بافت سطحی ذرات طلای ریکاوری شده از رسوبات یخچالی بر اساس توصیفات اروپل 1988 در خصوص شکل ذرات طلا مربوط به فاصله انتقال می باشد. اگرچه طرح های اوریل و دیلبایو برای ذرات طلای ریکاوری شده از تیل یا رسوبات یخچالی ارایه شده اند، آن ها را می توان به رسوبات رودخانه ای

sina-pub.ir

در حوزه های یخچالی اعمال کرد. طرح آن ها به طور مفصل در این چا توصیف شده و در برخی مطالعات موردی بررسی گردیده است. با ایم حال باید هنگام استفاده از خصوصیات ذرات طلا به عنوان شاخص فاصله انتقال احتیاط کرد زیرا ریخت شناسی این ذرات د بر اساس منبع سنگ بستر بسیار متغیر بوده و ذرات طلا را می توان از سنگ بستر معدنی در هر فاصله طی انتقال یا طی هوازدگی حاصل کرد.

ذرات طلای اولیه اشکال و بافت های اولیه خود را حفظ کرده و در انتقال آسیب نمی بینند. آن ها به صورت لایه ها، میله ها یا

sina-pub.ir

اشکال ظریفی هستند که یک زمانی در میان رگه ها پر شده اند و یا در سولفید ها نیز دیده می شوند. تاریخچه انتقال ذرات اولیه را می توان به دو صورت توصیف کرد:1-ذرات طلا از منبع سنگ بستر نزدیک فرسایش یافته و به مکان هایی بدون تغییرات سطحی انتقال می یابند، فاصله انتقال بسیار کوتاه است و 2- ذرات طلا از قطعات سنک بستر طی هوازدگی محلی سولفید های حاوی طلا آزاد شده و بافت سطحی و شکل اولیه اطلاعاتی را در مورد فاصله انتقال در اختیار می گذارند با این حال

sina-pub.ir

اطلاعاتی در خصوص سبک کانی سازی طلا، مثلا کانی سازی طلا با میزبان سولفیدی نمی دهند.

ذرات طلای تغییر یافته، بافت سطحی اولیه خود را حفظ کرده ولی همه برون زدگی ها و حاشیه ها طی انتقال آسیب دیده و به طور کاملا مضرس هستند. لبه های نامنظم و برون زدگی ها به صورت مطبق و یا خمیده هستند. قالب ها و بافت های سطحی اولیه تنها در رخ محافظت شده دانه ها حفظ می شوند. نمونه های حاوی غلظت های بالایی از ذرات تغییر یافته نزدیک به سطح و منبع سنگ بستر هستند.

sina-pub.ir

دانه های طلای تغییر شکل یافته مجدد تحت انتقال های طولانی قرار گرفته و بافت های سطحی اولیه کاملا تخریب شده و شکل اولیه ذره دیگر قابل تشخیص نیست. دانه های تغییر شکل یافته ناشی از تا خوردن مگرر کناره ها به صورت صاف و گرد در امده اند. سطوح دانه ها در حوزه های یخچالی با نقره دیده نمی شوند. اگرچه این دانه ها می توانند دارای تاریحچه انتقال پیچیده باشند، حضور تعداد زیادی از دانه های تغییر شکل یافته در مناطق مختلف می تواند معنی دار باشد. بسیار یاز ذرات طلا دارای مورفولوژی تغییر شکل مجدد هستند.

sina-pub.ir

مطالعات موردی

در حوزه های یخچالی حضور تعداد زیادی از دانه های طلا در رسوبات و تیل ها موجب اکتشاف زیاد طلا گردیده است(Hérailet et al. 1989; Nikkarinen 1991; Saarnistoet al. 1991; Huhta 1988; 1993; McClenaghan 1992; 1994) و در بسیاری از موارد، کشف نهشته های طلا (Sauerbreiet al. 1987; Thomson et al. 1987) نیز مشاهده شده است. یکی از اولین نمونه های منتشر شده در خصوص استفاده از ذرات طلا برای شناسای

sina-pub.ir

یحوزه های انتشار یخچالی، و در نهایت سنگ بستر های کانی سازی، در نوا اسکاشیای کانادا است. در 1896، پرست، منبع سنگ بستر تکه سنگ های کوارتز دارای طلا را با گرفتن ذرات طلا از نمونه های تیل جمع اوری شده از چاله های 5 متری مکان یابی کرد. این چاله ها به این منظور کنده شده بودند تا روند تغییرات تیل های غنی از طلا بررسی شود و در نهایت به رگه های طلای 200 متری در رگه های گوارتز به طرف شما دسترسی پیدا شود. چندین نمونه اخیر در خصوص کاربرد روش های ذرات طلا برای کشف در جدول 1 دیده می شود.

sina-pub.ir

در ساسکاچوان شمالی، نمونه برداری از تیل ها برای بازیابی ذرات طلا برای کشف منطقه حول رسوبات طلا استفاده شده و در نهایت معدن طلای باکوس کشف ش. ذرات طلا در تیل یک حوزه پراکنشی معین به طول 3 کیلومتر و عرض -50 کیلومتر را شامل می شوند. مقدار ذرات طلا در نمونه تیل های 6 کیلومتری متغیر از غلظت های زمینه ای صفر ذره تا بیشترین مقدار 2751 ذره می باشد(شکل 3). در رودحانه وادی، ذرات طلا در ترکیب با ذرات مس، گالن، کالکوپیریت و دانه های پیرومورفیت در تیل های غیر هوازده، برای تشخیص نهشته

sina-pub.ir

های یخچالی استفاده شده و در نهایت منطقه یا زون E-P کشف شد. فراوانی ذرات طلا و نیز شکل، معم ترین فاکتور ها در آگاهی از الکوهای انتشاری و مسافت انتقال یخچالی می باشند که حداقل 600 متر است. تیل های یخچالی دارای بیش از 100000 دانه طلا در نمونه های 8 کیلوگرمی می باشند و دارای غلظت های مشابهی از مس، گالن، کلکوسیت، و پیرومورفیت هستند(اوریل و زیمرمن 1986).

اسمیت و همکاران 1993، به بررسی ذرات طلا در خاک های سطحی در منطقه نیمه خشک هاتوی چین پرداختند که در

sina-pub.ir

آن ها شکل، روند تغییرات و توزیع ذرات طلا با توجه به رسوبات لود، تحت انتشار رسوبات بادی بود. غالب ترین ناهنجاری خاکی دارای طول 30 کیلومتر و عرض 5 کیلومتر بود. نمونه های خاک با وزن 6 و 18 کیلو غربال شده و تحت بازیابی طلا قرار گرفتند که تعداد ذرات متغیر از 0 تا 278 عدد بسته به فاصله از منبع بود. با استفاده از وفور ذرات طلا، شکل، اندازه و خصوصیات ترکیبی مربوط به توزیع هوایی ذرات، اسمیت 1993 نتیجه گرفت که مولفه اصلی ذرات طلا در حاک، دارای منشا بادی نیست بلکه احتمالا منشا آبرفتی دارد.

sina-pub.ir

منطقه وایگاما در گینه فرانسوی، دارای یک منبع سنگ بستر بالادست می باشد در حالی که منطقه کیکو بعد از هزینه اکتشاف بیش از یک میلیون دلار، هیچ گونه سنک طلالای مشخصی پیدا نشد. ذرات طلا از نمونه رسوب های رودخانه ای 10 لیتری با روش تشتک، میزلرزه و میکروپنینگ استخراج شده و بر اساس اندازه و درجه فرسایش فیزیکی طبقه بندی شدند. بر عکس، ذرات طلا در کویکو، تغییر شکل مجدد کامل همه ذرات، با اندازه ذرات درشت 125 تا 200 میکرومتر، را

sina-pub.ir

نشان داد که آلیاژ های نقره در مرکز و کناره های ذره قرار داشت و یک سری ضمایم کانی های دیگر و مقدار یطلای سوپرژن در اجزای الومینوسیکلات دیده شد. این خصوصیات نشان دهنده غلظت طلای پلیسر می باشند با این حال عدم نزدیکی به منبع راهاب حفظ شده را نیز نشان داد. ذرات طلا احتمالا فاصله زیادی را طی کرده و فرسوده شده اند. بر عکس، خصوصیات جمعیت طلا در ویاگاما مشان می دهد که طلا به طور فعالانه از منبع سنگ طلا گرفته شده و شامل موارد زیر است: تغییر شکل ناقص در برخی ذره ها، میانکین اندازه 50 تا 125 میکرومتر،

sina-pub.ir

فروشویی ناقص نقره با تعداد ذرات 953 و حضور برخی کانی های ناپایدار.

جدول: نمونه های متخب از کانی های شاخص برای کشف کیمبرلیت در حوزه های مختلف

کانی شاخص	محیط نمونه برداری	محل	حوزه	منبع
کانی شاخص کیمبرلیت	تکه سنگ های کیمبرلیت	کانادا	یخچالی	Kjarsgaard
کانی شاخص کیمبرلیت	رسوبات رودخانه ای	کانادا	یخچالی	کرابتر
کانی شاخص کیمبرلیت	تیل	رودخانه کیکرلند	یخچالی	فریسک
کانی شاخص کیمبرلیت	تیل	کانادا	یخچالی	وان دلر
کانی شاخص کیمبرلیت	تیل، رسوبات رودخانه ای	کاتدا	یخچالی	مک کنگن
کانی شاخص کیمبرلیت	شن بادی	افریقا	بیابان	وان کالر

sina-pub.ir

کانی شاخص کیمبرلیت	تیل	فنلاند	یخچالی	لنتون
کانی شاخص کیمبرلیت	تیل	کانادا	یخچالی	دردچ
کانی شاخص کیمبرلیت	رسوبات رودخانه	کاندا	یخچالی	کانگ
اسپینل -کروم الماس	رسوبات رودخانه ای	استرالیا	یخچالی	موریس
کانی شاخص کیمبرلیت		روسیه	یخچالی	راماشکین
کانی شاخص کیمبرلیت		کانادا	یخچالی	مک لینی
کانی شاخص کیمبرلیت	رسوبات یخچالی ابرفتی	استرالیا	خشک	سامپتون
اسپینل -کروم الماس	رسوبات رودخانه ای	استرالیا	خشک	Towie
کانی شاخص کیمبرلیت	رسوبات رودخانه ای	هند	حاره ای	Guptasarmaet
ایلمنیت، گارنت	رسوبات رودخانه ای	برزیل	حاره ای	Tompkins
کانی های مغناطیسی، پیروب	تیل	میشیگان	یخچالی	Stewart
کانی شاخص کیمبرلیت	رسوبات رودخانه ای	کلرادو	خشک	Carlson & Marsh
کانی شاخص کیمبرلیت	شن های بادی	بوتسوانا	بیابان	(Lock (1985

(ترجمه صفحات پایانی این مقاله موجود نمیباشد)

sina-pub.ir