

چکیده

اوپال یک آمورف آبدار متشکل از سیلیس می باشد. محتوای آب آن از ۳ تا ۲۱ درصد وزن می باشد، اما معمولاً بین ۶ تا ۱۰ درصد است. برخلاف اشکال بلوری سیلیس، به دلیل ویژگی آمورف، در رده مواد معدنی طبقه بندی می شوند. اوپال در دمای نسبتاً کم رسوب می کند و ممکن است در شکاف تقریباً هر نوع سنگ وجود داشته باشد که بیشتر در لیمونیت، ماسه سنگ، ریولیت، مارن و بازالت یافت می شود. اوپال ها به طور گسترده به دو نوع تقسیم می شوند، اوپال گرانبها و معمولی، اوپال گرانبها "بازی با رنگ" را نشان می دهد که آن را بسیار مشهور می کند در حالی که معمولی اینطور نیست. تنوع اوپال طبیعی توسط دو ویژگی رنگ بدنه و شفافیت تعیین می شود. انواع متفاوتی از اوپال طبیعی وجود دارند که شامل اوپال سیاه، اوپال سفید، اوپال قلوه سنگی، اوپال آتشین، اوپال ماتریکس، اوپال عسلی، اوپال کریستالی و غیره می باشند. اوپال های مصنوعی توسط بشر ساخته می شوند که دارای ترکیبات شیمیایی، ساختار داخلی، خصوصیات فیزیکی و شکل ظاهری مشابه اوپال های طبیعی هستند. ویژگی هایی وجود دارند که یک اوپال مصنوعی ممکن است منشاء رشد آزمایشگاهی خود را در آن نشان دهد. با استفاده از این ویژگی ها که در این مقاله بررسی می شوند، بسیاری از اوپال های مصنوعی را می توان با اطمینان از اوپال طبیعی جدا کرد، اما شناسایی برخی از اوپال های مصنوعی حتی توسط گوهر شناسان آموزش دیده نیز، می تواند چالش برانگیز باشد.

مقدمه

اوپال سنگی جذاب از ترکیبات سیلیس و مقادیر مختلفی آب است که کره های نانو سیلیکونی کوچک آن با بازی رنگ های درخشان خود ویژگی منحصر به فردی به آن داده اند. امروزه بیش از ۹۰٪ اوپال های گرانبهای جهان از استرالیا تولید می شوند. این گوهر دارای سختی ۵٫۵ تا ۶٫۵ در مقیاس موس و شفاف تا نیمه شفاف، وزن مخصوص ۱٫۹۸ تا ۲٫۲۰، رنگ خط سائیدگی سفید و جلای شیشه ای می باشد (جدول ۱). اپال مانند هر گوهرسنگی، برای تشکیل به مواد خاص و شرایط زمین شناسی احتیاج دارد. در این حالت، باید سیلیس حل شده تا از محلول خارج شود و اوپال را تشکیل دهد. برخی سنگ اوپال را یک سنگ رسوبی و جایگزین کانی های قابل حل و فسیل درنظ می گیرند زیرا در آب های گرم حرارت پایین غنی از سیلیسوم در شکاف ها، آتشفشانی، دگرگونی و حفره های سنگ های اطراف رسوب گذاری تشکیل می شوند. چندین تئوری در مورد اتفاقات بعدی وجود دارد: نظریه ای که بیشتر پذیرفته شده شامل دگرگونی های فصلی در لایه های آب های زیرزمینی است [۱]. براساس این تئوری، آب های زیرزمینی در نزدیکی سطح به صورت فصلی تبخیر می شوند و به این ترتیب اجازه می دهند یک لایه نازک از اوپال در منافذ و درزهای سنگ تشکیل شود. با گذشت زمان، اوپال در این فضاها در سطح نزدیک رشد می کند. برخلاف بیشتر سنگ‌های قیمتی، اوپال کریستالین نیست، این بدان معنی است که سیلیس در ساختار بلوری، زیبا و مرتب شکل نمی‌گیرد. در عوض، به صورت کره‌های میکروسکوپی و آمورف تشکیل می‌شود. دو کلاس گسترده اوپال وجود دارد: گرانبها و معمولی. اوپال قیمتی بازی رنگی (رنگین کمانی) را نشان می‌دهد، درصورتیکه اوپال معمولی فاقد آن است. بازی رنگی به عنوان «یک اثر نوری شبه کروماتیک تعریف شده است که سبب چشمک زدن نور رنگی از مواد معدنی خاص است، زیرا آن‌ها به نور سفید تبدیل می‌شوند.» ساختار داخلی اوپال گرانبها باعث پراکندگی آن در نور و در نتیجه بازی رنگ می‌شود. بسته به شرایطی که در آن شکل گرفته است، اوپال ممکن است شفاف، نیمه شفاف یا مات باشد و رنگ پس‌زمینه ممکن است سفید، سیاه و یا تاحدودی در هر رنگ طیف تصویری باشد. اوپال سیاه کمیاب‌ترین در نظر گرفته می‌شود، درحالی‌که اوپال سفید، خاکستری و سبز رایج‌ترین هستند. انواع اوپال در درجه اول بر اساس رنگ بدنه گوهر است. این رنگی است که در زیر رنگ اوپال گرانبها، چشمک زن یا متحرک در سطح آن نشان داده می‌شود. با این حال، گاهی قرم، ماتریس یا ناخالصی، نوع آن را تعریف می‌کنند. اوپال‌هایی که نمایش رنگ را نشان می‌دهند «اوپال‌های گرانبها» خوانده می‌شوند. سه نوع اوپال بیشتر برای جواهر استفاده می‌شود که دارای رنگ بدنه مات است و از سفید تا سیاه متغیر می‌باشد. اتحادیه فروشندگان اوپال استرالیا رنگ بدنه اپال را از N1(سیاه) تا N9 (سفیدترین) ارزیابی می‌کنند. انواع متفاوتی از اوپال طبیعی وجود دارند که شامل اوپال سیاه، اوپال سفید، اوپال قلوه سنگی، اوپال آتشین، اوپال ماتریکس، اوپال عسلی، اوپال کریستالی و غیره می‌باشند. اوپال‌های مصنوعی توسط بشر ساخته می‌شوند که دارای ترکیبات شیمیایی، ساختار داخلی، خصوصیات فیزیکی و شکل ظاهری مشابه اوپال‌های طبیعی هستند. اولین نوع پایدار مصنوعی در سال ۱۹۷۴ توسط پی‌یرگیلسون (Gilson)تولید اقتصادی خود را آغاز کرد [۲]. انواع دیگری از اوپال مانند دابلت و تریپلت هم وجود دارد که در این مقاله در مورد انواع اوپال و تفاوت و چگونگی شناسایی آن‌ها از هم بحث می‌شود.

ساختار شیمیایی	خسوصیات گوهرسنگ اوپال
فریب شکست	SiO2.nH2O
اختلاف فریب شکست (Biref)	۱٫۳۷-۱٫۵۲
مشخصات نوری	نئارد
ساختن‌ان کریستالی	SR (ADR) <p>Amorphous بی شکل</p>
جلا	شیشه ای تا وکی
شفافیت	شفاف تا مات
سختی	۵ - ۶٫۵
یک یا دو محور نوری	نئارد
چندرنگی	نئارد
وزن مخصوص	۱٫۹۸-۲٫۵
پدیده	بازی رنگ (اوپالسنسی)
فلورسنسی	در اوپال سفید به رنگ سفید متمایل به آبی-قهوه ای تا سبز

جدول ۱. مشخصات سنگ اوپال

بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹

The 23rd Symposium of Geological Society of Iran

10-11 November, 2020

انواع گوهرسنگ اوپال و چگونگی شناسایی آن

نام نویسنده : بهار جوادزاده

مشخصات نویسنده : کارشناس ارشد زمین شناسی گرایش پترولوژی و گوهرشناس

bahar.javadzadeh@gmail.com

بحث

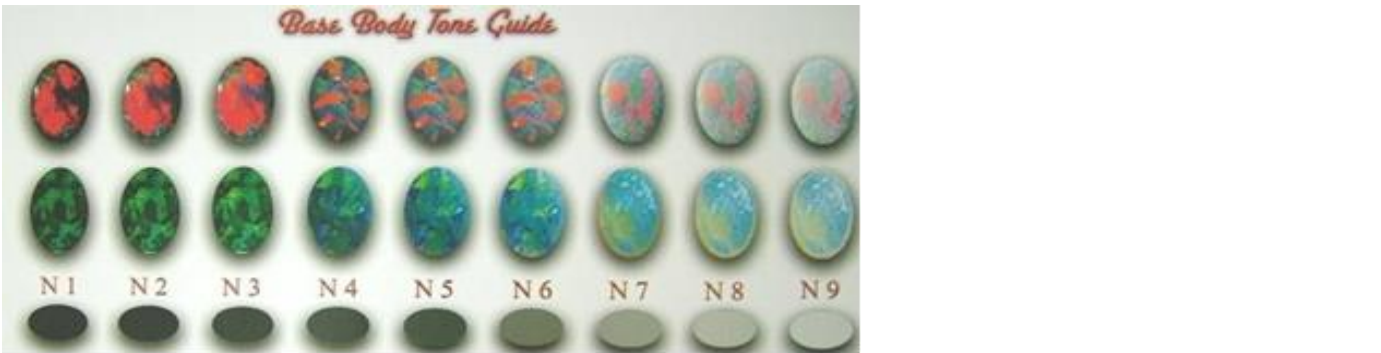
اگرچه اوپال را می‌توان در سراسر جهان یافت، اما تنها چند منبع اصلی از این سنگ قیمتی وجود دارد. اوپال‌های استرالیا ۹۵٪ از عرضه جهان را تشکیل می‌دهند. سازندهای زمین‌شناسی بی‌نظیر در استرالیا طرفدار شکل‌گیری این سنگ رسوبی هستند. امروزه بیشتر اوپال‌های سیاه (سنگ‌هایی با زمینه خاکستری تیره تا آبی-سیاه) از New South ، Lightning Ridge ، Wales و Mintabie استرالیا جنوبی به دست می‌آید. مقداری از اوپال سیاه نیز در مزارع اطراف Coober Pedy، استرالیا جنوبی یافت می‌شود [۳].

در سال 1997، انجمن Gemmological استرالیا (GAA) نام‌گذاری جدیدی را برای اوپال‌ها پیشنهاد کرد که توسط آزمایشگاه‌های سنگ‌های قیمتی در سراسر جهان پذیرفته شده است.

(الف) تن بدنه

توضیحات مربوط به تن بدنه در مرکز نام‌گذاری GAA اصلی است. تن بدنه رنگ پایه سنگ بدون درنظر گرفتن بازی رنگ است. به تمام رنگ‌های سیاه و سفید از N1 تا N9اختصاصی داده می‌شود (شکل ۱).

تن بدنه، از N1(سیاه) تا N9(سفید)، رنگ پایه یک سنگ را بدون بازی رنگ توصیف می‌کند. این سیستم برای تشخیص اوپال‌های سیاه، تیره، سبک و سفید استفاده می‌شود. سنگ‌های N1 تا N4اوپال‌های سیاه ، N5 تا N6 اوپال‌های تیره و N7 تا N8اوپال‌های سبک در نظر گرفته می‌شوند. N9 یک اوپال سفید محسوب می‌شود.



شکل ۱. درجه بندی اوپال از N1 تا N9

فاکتورهای کیفیت اوپال

سه جنبه اصلی از کیفیت اوپال وجود دارد:

color: رنگ، پس زمینه و بازی رنگی

Pattern: الگو، ترتیب بازی رنگ

Clarity: شفافیت و مقدار ناخالصی‌ها

(ب) شفافیت

اوپال تمام انواع دیافراگمی یا خاصیت نوری را نشان می‌دهد و از شفاف تا مات متغیر است. یعنی توانایی یک ماده معدنی در انتقال نور را نشان می‌دهد. مقایسه با: شفاف، نیمه شفاف، کدر، مات.

اوپال قیمتی طبیعی که شفاف و نیمه شفاف است به عنوان اوپال کریستالی شناخته می‌شود. اوپال کریستالی می‌تواند رنگ بدنه سیاه، تیره یا سبک داشته باشد. اصطلاح «کریستال» در این زمینه به ظاهر و نه ساختار کریستالین اشاره دارد.

اوپال‌ها اغلب بر اساس رنگ پس‌زمینه به انواع مختلف تقسیم می‌شوند، با اینکه دسته‌های مختلف زیادی برای اوپال وجود دارد. در اینجا پنج نوع اصلی را شرح می‌دهیم:

اوپال سیاه

سیبای از فاکتورهای کیفیت دیگر برابر هستند، بیشتر خریداران طرفدار رنگ پس زمینه تیره اوپال سیاه هستند. این امر تا حدی به این دلیل است که بازی رنگی در برابر پس زمینه تارکب به زیبایی ظاهر می‌شود(شکل ۲). تضاد رنگ، بازی رنگی، اوپال‌های سیاه بر اساس رنگ پس‌زمینه به انواع مختلف تقسیم می‌شوند، با اینک دسته‌های مختلف زیادی برای اوپال وجود دارد. رایج‌تر هستند).

اوپال سفید

اوپال شفاف به رنگ سفید مات و دیگر رنگ‌های روشن (رنگ پوست) رنگدانه مات، با بازی رنگی، اوپال سفید نامیده می‌شود (شکل ۳).

اوپال آتشین

اوپال آتشین شفاف تا نیمه‌شفاف، با رنگدانه مات که به طور معمول زرد، نارنجی یا قرمز است. این ماده، که ممکن است بازی رنگی را نشان دهد، در تجارت با عنوان «اوپال مکزیک» یا «اوپال آتشین مکزیک» نیز شناخته می‌شود (شکل ۴). این نوع همان اوپال آبدار است با زمینه قرمز و معمولاً پدیده بازی نور ندارد و چنانچه این پدیده مشاهده شود آن را بصورت کاپوشن می‌تراشند.

اوپال قلوه سنگ (بولدر)

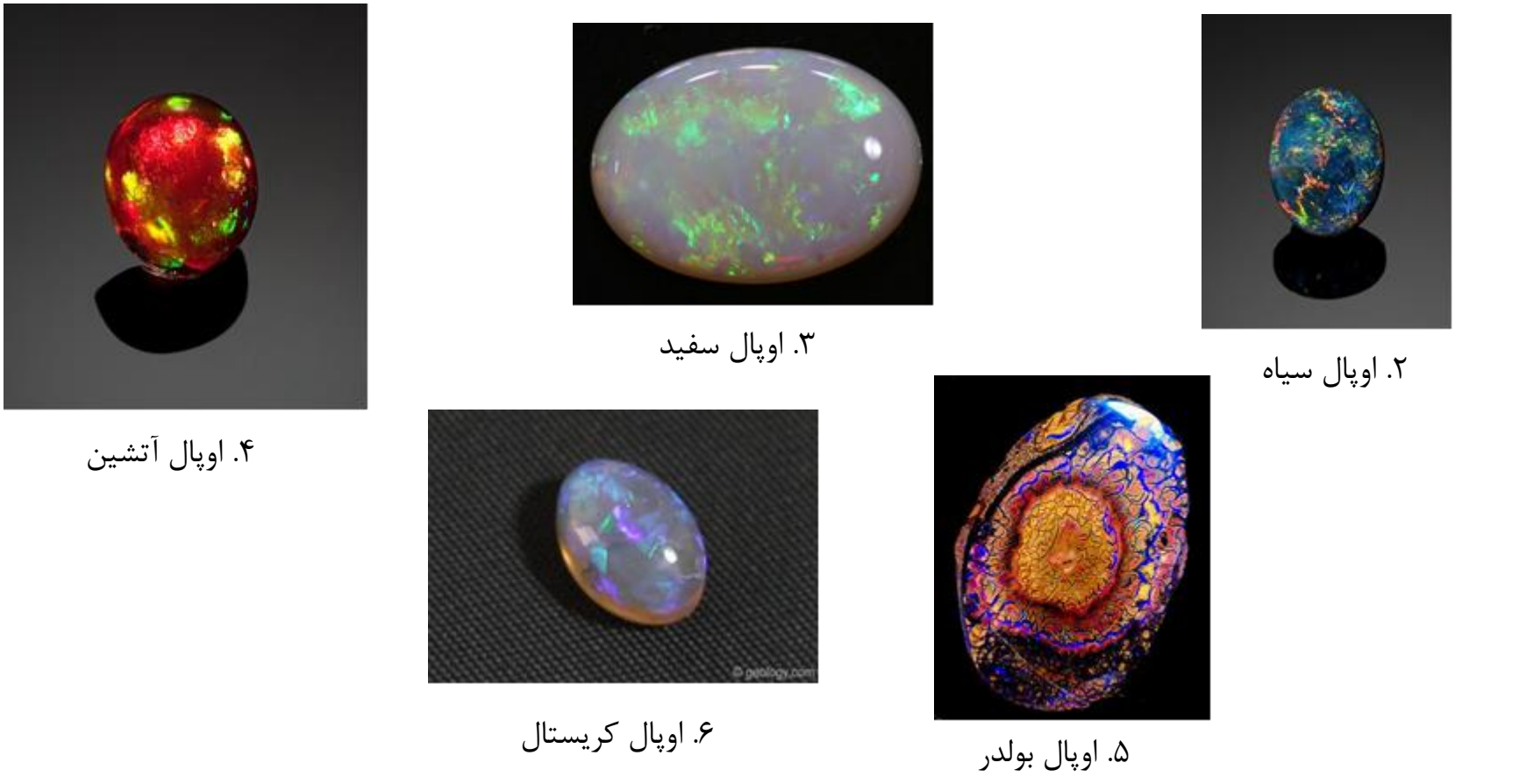
اوپال بولدر یک اوپال مات با رنگ و لعاب درون یک سنگ میزبان شفاف است. لایه‌های نازک اوپال در داخل سنگ میزبان (به نام ماتریس) وجود دارد. اوپال با ماتریس متصل برش داده می‌شود و بخشی از گوهر تمام شده است (شکل ۵).

اوپال کریستال و اوپال آب

اوپال کریستالی نسبتاً نیمه شفاف و دارای زمینه روشن است. این نوع اوپال می‌تواند رنگی عالی را نشان دهد (شکل ۶). اوپال آب ممکن است بازی رنگی را نشان دهد، یا ندهد. اگر بازی رنگ را نشان دهد، تنها بخش‌های کمی از گوهر را دربرمی‌گیرد. بازی رنگ ممکن است جذاب‌ترین وجه ظاهری اوپال باشد. مهم نیست که رنگ یا ترکیبی از رنگ‌ها باشد، بلکه باید بازی رنگ شفاف یا درجه بالایی داشته باشد. به عبارت دیگر، دوستاران اوپال برای بازی رنگی قوی (vivid) نسبت به بازی رنگی ضعیف (faint)، ارزش بیشتری قائل هستند.

در درجه دوم اهمیت بازی رنگی، محدوده رنگی یا rangeآن است. اگر بازی رنگ در اوپال تنها روشن نباشد، بلکه در کل طیف وسیع باشد، بسیار نادر و با ارزش است. با این حال، هر اوپال گرانبها با هر رنگ از رنگین‌کمان، درخشش و تداولو ندارد. در برخی بازی رنگ تنها از یک رنگ اصلی و دو یا چند رنگ ثانویه تشکیل شده است.

بازی رنگ مطلوب بیشتر توسط خود رنگ‌ها شکسته می‌شود. به‌طور سنتی، رنگ قرمز بهترین رنگ برجسته در نظر گرفته می‌شود، نارنجی رنگ مورد نظر بعدی و پس از آن سبز است. با این‌حال، رنگ های مورد علاقه می‌توانند با توجه به مد و یا ترجیح شخصی متفاوت باشند.



۲. اوپال سیاه

۳. اوپال سفید

۴. اوپال آتشین

۶. اوپال کریستال

۵. اوپال بولدر



اوپال ستاره‌ای

Wasura Soonthorntantikulدر ۲۷ ژوئن ۲۰۱۴ در مرکز GIAپدیده ستاره‌ای را در اوپال ستاره‌ای مورد بررسی قرار داد که نتایج آن بدین شرح است:

آزمایش گوهرشناسی استاندارد RIنقطه‌ای از ۱.۴۳ و SGهیدرواستاتیک محاسبه شده ۲.۱۰ را نشان داد. در معرض اشعه ماوراء بنفش سنگ سفید و سفید مایل به آبی سنگ فلورسنس سفید مایل به آبی قوی در زیر موج بلند، و سفید مایل به آبی ضعیف در اشعه ماوراء بنفش موج کوتاه قرار دارد. پس از قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش موج بلند، سبز فسفوره شده است. آزمایش گوهرشناسی پیشرفته توسط فلورسانس پرتونگاری پراکندگی انرژی (EDXRF) یک ماده غنی از سیلیس با برخی از عناصر کمکی اضافی، ازجمله آلومینیوم و آهن را تأیید کرد. همه این خصوصیات با اوپال سازگار بود.

این اوپال شفاف ۲.۳۹ قیراط با رنگ زرد مایل به قهوه‌ای روشن دارای یک ستاره شش پر است. اوپال بیشتر برای نمایش بازی رنگ شناخته شده است. همچنین ممکن است asterismرا نشان دهد، اگرچه اوپال ستاره تنها در آیداهو گزارش شده و یک ستاره شش پر عالی شگفت‌انگیز است.[۵]

اوپال‌های مونتاژ شده

اوپال‌های دابلت یا دونکه، لایه‌های نازکی از اوپال هستند که به سنگ آهن، اونیکس یا برخی از پشتپیان‌های دیگر چسبیده‌اند و ممکن است از مواد طبیعی یا مصنوعی ساخته شده باشند. اوپال سه تکه triplets یا دو تکه doubletsتفاوت دارد زیرا لایه اوپال، بین پشتی تیره و یک لایه گنبدی و بالایی کوارتز شفاف قرار می‌گیرد. از آنجا که کوارتز سختی بیشتری نسبت به اوپال دارد، این ماده اوپال را از خراش محافظت می‌کند و همچنین برش دامله باعث می‌شود رنگ کامل‌تر به نظر برسد. به طور معمول جواهرسازان از تریپلت حتی برای اوپال‌های ریز استفاده می‌کنند.

اوپال‌های مصنوعی

اوپال مصنوعی ماده‌ای است که در واقع همان ترکیب شیمیایی و ساختار بدنی اوپال طبیعی را داراست، اما توسط آزمایشگاه یا فرایند صنعتی ساخته شده است. اوپال‌های ساخته شده در آزمایشگاه یا مصنوعی از نزدیک شبیه به اوپال‌های طبیعی هستند. آن‌ها می‌توانند بازی رنگی یکسانی داشته باشند، اما الگوی آن‌ها متفاوت است. فلاش‌های رنگ در اوپال‌های طبیعی به طور معمول خطوط شبیه «قلم‌مو» را نشان می‌دهند، در حالی‌که اوپال‌های مصنوعی طرحی شبیه «پوست مار» دارند.

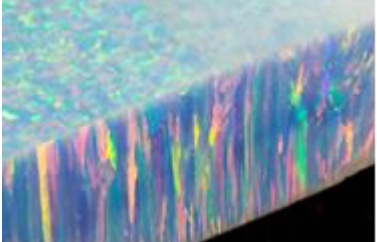
در ابتدا، دانشمندان حوزه‌های ریز سیلیسی را ایجاد می‌کنند. در مرحله بعد، آن‌ها کره‌ها را به یک الگوی مشبک ترتیب می‌دهند تا از ساختار اوپال گرانبها تقلید کنند. سرانجام، منافذ ساختار را با ژل سیلیکا پر می‌کنند و آن را سخت می‌کنند. این روند می‌تواند بیش از یک سال طول بکشد.

روش شناسایی:

اوپال‌های مصنوعی ممکن است نمایش قوی از رنگ، بیشتر در طرح‌های موزاییکی داشته باشند. با بزرگنمایی زیاد و نور بالا یا نور پس‌زمینه، می‌توانید طرحی شبیه پوست مار و شبیه به فلس ماهی یا ساختای شبیه توری مرغ (chicken wire) را در این الگو پیدا کنید (شکل ۷-الف). در زیر بزرگنمایی زیاد با نور منتقل شده، اوپال مصنوعی ممکن است ساختار دندرتیک (خرزهای یا شبیه شاخه درخت) را نشان دهد. اوپال‌های مصنوعی فلورسنس ندارند، همچنین آن‌ها از درخشش افتاده‌اند! اوپال مصنوعی سفید می‌تواند ساختارهای ستونی از اطراف خود را نشان دهد (شکل ۷-ب).

ویژگی‌هایی که یک اوپال مصنوعی ممکن است منشاء رشد آزمایشگاهی خود را در آن نشان دهد شامل:

- ✓ هنگام مشاهده عمود بر جهت رشد ممکن است یک الگوی رشد ستونی را نشان دهند.
- ✓ با بزرگنمایی نواحی رنگی یک اوپال مصنوعی ممکن است الگوی "لانه توری مرغ" یا "پوست مار" را نشان دهند.
- ✓ اوپال مصنوعی آغشته به رزین اغلب از وزن مخصوص کمتری نسبت به اوپال طبیعی برخوردار است.
- ✓ تکه های رنگی اغلب از نظر اندازه و توزیع در سطح اوپال مصنوعی یکنواخت ترند.
- ✓ اوپال‌های مصنوعی گاهی بیش از حد به رنگ آغشته می‌شوند.



۷(ب). اوپال مصنوعی ساختار رنگ ستونی و عمودی



۷(الف). اوپال مصنوعی نمایش خطوط پوست ماری

نتیجه گیری

اوپال طبیعی یک ماده معدنی است که به صورت آمورف در طبیعت تشکیل می‌شود و حاوی رنگ‌های پرشور از سایه‌ها و رنگ‌های مختلف است. اصطلاح "آمورف" به این معنی است که این ماده جامد، برخلاف کریستال، در یک الگوی شبکه‌ای مرتب نشده بوده و باعث می‌شود نور به دلیل لایه‌های منظم کربای، به طور غیرمعمول با آن تعامل کند. اوپال‌ها را می‌توان در رنگ‌های مختلف یافت، این امر به دلیل بی شکل بودن آن‌ها و نحوه انعکاس و شکست نور در هنگام تماس با آن‌ها است. انواع بی پایان اوپال‌ها وجود دارد که هر کدام دارای ویژگی های منحصر به فرد خود هستند. اوپال مصنوعی ماده‌ای است که در واقع دارای همان ترکیب شیمیایی و ساختار بدنی اوپال طبیعی را داراست، اما توسط آزمایشگاه یا فرآیند صنعتی ساخته شده است. اوپال‌های مصنوعی فلورسنس ندارند و هنگام مشاهده عمود بر جهت رشد ممکن است یک الگوی رشد ستونی را نشان دهند و همچنین با بزرگنمایی زیاد و نور بالا یا نور پس‌زمینه، طرحی شبیه پوست مار یا ساختای شبیه توری مرغ را نمایش می‌دهند. به کمک ابزار گوهرشناسی و متخصصان گوهرشناس بسیاری از اوپال‌های مصنوعی را می‌توان با اطمینان از اوپال طبیعی جدا کرد، اما شناسایی برخی از اوپال‌های مصنوعی حتی توسط گوهر شناسان آموزش دیده نیز، می‌تواند چالش برانگیز باشد.

منابع

References:

- E. Gaiilou, et al., The geochemistry of gem opals as evidence of their origin, Ore Geology Reviews 34, (2008) ,113-126
- P.gilson, Synthetic opal. International gem society, (1974)
- T.Hsu., et al., Splendor in the outback: A visit to Australia’s opal fields, Vol. 51, No. 4, Winter 2015
- P.b. Downing., Opals: Identifications and value, Majestic Pr, Estes Park, Colorado, U.S.A., (1992)
- J.V. Sanders., Acta Crystallographica, No:A32,(1976),p334-338
- https://www.gia.edu/opal-quality-factor