



DOI: 10.29252/jra.5.2.169

پژوهه  
باستان‌سنجیURL: <http://jra-tabriziau.ir/>

مقاله پژوهشی



CrossMark

## برابرسازی واژه فارسی خماین با کانی‌های آهن‌دار شناخته شده امروزی، بر اساس رنگزا بودن این ماده و یافته‌هایی از متون ادبی- تاریخی فارسی و تهیه نمونه‌ای از خماین ماده

فاطمه سلحشور<sup>۱</sup>، عطا محمد رادمنش<sup>۲\*</sup>، یاسر حمزوی<sup>۳</sup>، محبوبه خراسانی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری گروه زبان و ادبیات فارسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۲. استاد گروه زبان و ادبیات فارسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۳. استادیار، گروه مرمت و باستان‌سنجی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

۴. دانشیار گروه زبان و ادبیات فارسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۲

### چکیده

در مطالعات باستان‌سنجی، یکی از زوایای پنهان که می‌تواند کمک شایانی به حوزه شناخت دقیق مواد باستانی نماید، مطالعه متون کهن و برابرسازی مفاهیم مربوط به متون کهن با مفاهیم امروزی است. قبل از آغاز مطالعه علمی نمونه تاریخی، بهتر است داده‌های مربوط به آن در متون کهن، مورد بررسی قرار گیرد تا مشخص شود در آن متون، در خصوص نمونه مورد نظر چه اطلاعاتی وجود دارد. اولین قدم در راه شناخت و دستیابی به این اطلاعات، شناخت واژگان مربوط بدان علم است، اما گاهی واژه‌هایی از زبان فارسی منسوخ و امروزه جایگزین‌هایی از سایر زبان‌ها برای آن واژه تعیین شده‌اند که در جوامع علمی همین صورت وارد شده و واژه‌ها، شناخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد و معادل فارسی آن‌ها ناشناخته است. بنابراین مشخص نبودن معادل امروزی واژه‌های منسوخ شده، باعث می‌شود تا پاره‌ای از اطلاعات مربوط بدان‌ها، در تفسیر متون کهن همچنان در ابهام و ناشناخته بماند. با یافتن نام کهن این واژه‌های وارد شده و برابرسازی آن با واژه‌های شناخته شده امروزی، می‌توان در یک گستره مطالعاتی وسیع، اطلاعات ارزشمندی را به دست آورد. خماین یکی از این واژه‌های کهن فارسی باستان و منسوخ شده‌ای است که تنها در کتاب‌های تاریخی پزشکی کهن و کانی‌ها، فرهنگ‌های لغت و حاشیه دیوان شاعران (تا قرن ششم هجری) در مورد این واژه تعاریف مختلفی ارائه شده است و این تعاریف تنها بر کانی آهن‌دار و رنگزا بودن آن ماده تأکید و آن را به سه دسته ماده، نر و مغناطیسی یا زنگی تقسیم‌بندی می‌کنند، اما به طور دقیق مشخص نشده است که این واژه معادل کدام کانی یا کانی‌های رنگزای شناخته شده امروزی است. در ابتدا بر اساس آنچه درباره خماین ماده، نر و مغناطیسی در متون کهن آمده و آنچه از ویژگی‌های کانی‌های آهن‌دار مهم، امروزه شناخته شده است، برابری امروزی انواع خماین مشخص شد. سپس نمونه‌ای از خماین مورد استفاده در پزشکی قدیم از عطاری تهیه و جهت شناسایی اولیه نمونه، از دوربین عکاسی، ساییدن در آب، تهیه تصویر با لوپ دیجیتال و بررسی با میکروسکوپ نوری استفاده گردید. همچنین با تست شیمی کلاسیک انجام شده، وجود عنصر آهن در آن مشخص گردید و در نهایت آنالیز XRD از نمونه خماین ماده تهیه شده، انجام شد. نتیجه این آزمایش‌ها نشان دهنده این موضوع است که خماین ماده معادل با کانی شناخته شده امروزی هماتیت است. بر اساس معادل‌سازی‌ها می‌توان گفت که احتمالاً خماین نر معادل گوتیت و خماین زنگی یا کهربایی نیز معادل مگنتیت است.

**واژگان کلیدی:** سنگ خماین، XRD، هماتیت، گوتیت، مگنتیت، متون ادبی کهن

\* مسئول مکاتبات: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، کد پستی: ۸۵۱۴۱۴۳۱۳۱

پست الکترونیکی: [radmanesh.ata@gmail.com](mailto:radmanesh.ata@gmail.com)

«این نشریه با احترام به قوانین اخلاق در نشریات تابع قوانین کمیته اخلاق در انتشار (COPE) است و از آیین‌نامه اجرایی قانون پیشگیری و مقابله با تقلب در آثار علمی پیگیری می‌نماید.»

## ۱. مقدمه

واژه خماین، واژه‌ای منسوخ شده در زبان فارسی است که در متون ادبی، کتاب‌های مربوط به کانی‌ها و پزشکی کهن، تعاریف و تعبیرات مختلفی در مورد آن به کار رفته است و در این تعاریف نشان داده می‌شود که در گذشته، خماین بر انواعی از کانی‌های رنگین آهن‌دار اطلاق می‌شده، اما کانی یا کانی‌های معادل امروزی، این واژه به طور دقیق مشخص نیست. از آنجایی که شناخت کامل واژه‌های منسوخ شده فارسی و مشخص کردن معادل آن‌ها از سایر زبان‌های بیگانه که در زبان فارسی رایج شده‌اند، یک ضرورت علمی است و باعث دستیابی به اطلاعاتی در مورد پیشینه آن ماده خواهد شد؛ بنابراین پرداختن به چنین موضوعی لازم به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه در کتاب‌های طبی و فرهنگ‌های فارسی، این کانی بر حسب رنگ خارج شده از آن در هنگام ساییدن به انواع مختلفی تقسیم می‌شود، بدیهی است که این واژه در ایران کهن، تنها بر نام یک کانی آهن‌دار اطلاق نمی‌شده است. این پژوهش به این مهم، پرداخته و در ابتدا بر اساس مطابقت آنچه در متون کهن و تعریف امروزی کانی‌های آهن‌دار مهم، آمده، برابری انواع خماین تعیین خواهد شد. سپس نمونه‌ای از سنگ خماین مورد استفاده در پزشکی قدیم از عطاری تهیه و آزمایش‌هایی در رابطه با تعیین ترکیب آن و اثبات آنچه در متون کهن طبی آمده، انجام خواهد شد.

## ۲. پیشینه پژوهش

آنچه در متون مختلف طبی و فرهنگ‌ها در مورد خماین آمده بدین شرح است: خماین را حجر حدیدی (سنگ آهن) و حدید صینی (آهن چینی) و صندل حدیدی [1]، حجرالصرف و حجرالدم (سنگ خون) و حجرالخماری دانسته‌اند [2]. در فارسی، این واژه به صورت خم‌آهن و خماین و خماین به کار رفته است [3]. خماین، لغت فارسی است و از اجزای است [4-6]. آن را به فارسی سلطان مهره می‌نامند [7]. سنگی سیاه رنگ مایل به سرخی [8-11] و از جنس آهن و سنگ است [4]. نویسنده فرهنگ عمید، آن را نوعی سنگ آهن به رنگ قهوه‌ای

که در طب قدیم ساییده آن را برای تحلیل ورم و معالجه جرب به کار می‌برده‌اند، معنی کرده‌است [12]. آورده‌اند که خماین بر دو نوع است: نر و ماده؛ نر به غایت سخت و تیره رنگ بود چون به آب بسایند، زرد شود مانند زرنیخ و ماده آن را چون به آب بسایند سرخ شود مانند شنجرف [4-6,13]. هدایت نوشته: خماین نوعی از آهن است و طبیعت آن سرد است و کنایه از سیاهی شب و آسمان است [13]. استاد همایی در توضیح بیتی از دیوان عثمان مختاری نوشته‌است: خماین سنگی است سیاه و سخت به صلابت آهن که چون با آب بسایند مانند زرنیخ زرد گردد و بدین سبب در تذهیب و طلاکاری معمول بوده است و شاعران در تشبیه سیاهی، به خماین اشاره کرده‌اند [14]. اشاره شده که از خماین، نگین انگشتری نیز ساخته می‌شده است [4]. الجماهر، بهترین نوع خماین را زنجی یا زنگی معرفی کرده و گفته نام زنجی را فقط برای این به آن داده‌اند که رنگ آن بسیار سیاه است [15]، استعمالی نیز در شرح مشکلات خاقانی، خماین را سنگ تیره آهن می‌داند [16].

در تنسوخ نامه ایلخانی و عرایس الجواهر و نفایس الاطایب در مورد خود واژه خماین توضیحی داده نشده اما در ذیل واژه‌های شاذنج و حجرالخماری به نام خماین اشاره شده و آمده است: حجرالخماری، سنگی است سیاه رنگ مثل آهن و چون او را بر سنگ صلایه بسایند آبی سرخ مثل خون از او بیرون آید و آنرا سنگ صرف و خماین نیز خوانند و شاذنج، سنگی است معدنی لون او سیاهی که با سرخی می‌زند چون او به حک بسایند آبی سرخ از او برون آید مثل خون صرف چنانکه از خماین [17-18].

تنها منبعی که به طور مستقیم به واژه خماین و معادل آن پرداخته، کتاب «کانی شناسی در ایران قدیم» است. نویسنده کتاب، خماین را بر اساس تعاریفی که از ویژگی‌های آن شده، معادل کانی شناخته شده امروزی هماتیت دانسته و در مورد شاذنه یا شاذنج، عوز سنگ، حجرالدم، طین الاحمر و تفاوت آن‌ها با خماین مطالبی نوشته است و در باب موارد استعمال خماین نوشته که

کرده‌اند. مسعود سعد (شاعر قرن ۶ ه.ق.) در بیت زیر اشاره می‌کند که از بسیاری سیاهی جان سوخته و از قرمزی خون ریخته شده، زمین و آب به رنگ خماین (رنگ سیاه جان سوخته) و مرجان (رنگ سرخ خون) درآمده است.

ز بس که سوخته‌ای جان و رانده‌ای خون، گشت  
 زمین و آب به رنگ خماین و مرجان [25]

خاقانی (شاعر قرن ۶ ه.ق.) نیز در بیتی به ترکیب رنگ فیروزه‌ای چرخ که با رنگ سیاه دود احاطه شده، اشاره دارد که تداعی کننده رنگ سیاه است.

فیروزه چرخ را ز آهم  
 جز رنگ خماین نیابی [26]

فرخی سیستانی (شاعر قرن ۵ ه.ق.) در یک بیت، با مطرح کردن پدید آمدن کهربا از خماین، به خاصیت مغناطیسی آن اشاره می‌کند.

تا ز بدخشان پدید آید لؤلؤ  
 چو گهر از سنگ و کهربا ز خماین [27]

طرح پدید آمدن کهربا از خماین اشتباه آشکار شاعر است، که به نظر می‌رسد خاصیت مشترک جذب مواد توسط هر دو، این اشتباه را در بینش شاعر آشکار ساخته است. در واقع شاعر می‌خواهد خاصیت مغناطیسی خماین را در این بیت مطرح سازد. همان‌طور که در بیت دیگری، خاقانی به نیروی جذب اجسام توسط سنگ آهن ربا و کهربا اشاره و قوت جذب کهربا را ضعیف‌تر از سنگ آهن ربا، معرفی می‌کند.

بین قوت سنگ آهن ربا را  
 که آن قوت از کهربایی نیابی [27]

اشاره به خاصیت مغناطیسی خماین، تنها در یک بیت از فرخی سیستانی مشاهده می‌شود.

شاعران در شعر، به ریم خماین و ریم آهن در کنار واژه خماین اشاره کرده‌اند. ریم آهن در معنی چرک و کثافت آهن که در وقت گداختن در کوره می‌ماند و موقع پتک زدن از آن جدا می‌شود، آمده است [9]. در واقع ناخالصی‌هایی که در کانی خماین حضور دارد با ریم آهن و یا ریم خماین مشخص شده‌اند. با اشاره بر مطلب «تیغ ده، ایشان نه آهنند که ریم خماینند» در بیت زیر در شعر

از خماین، انگشتر می‌ساخته‌اند و علاوه بر زیور آلات، نوعی مرکب از آن می‌ساخته‌اند که رنگش شبیه شنگرف و قرمز رنگ بوده است [2]. اما این منبع به طور دقیق و علمی به خماین و انواع آن و معادل‌سازی آن با کانی‌های شناخته شده امروزی نپرداخته و خماین را تنها بر اساس تعاریفی که از آن شده، معادل هماتیت دانسته است.

### ۳. مفهوم و ویژگی‌های خماین در ادب فارسی

در زبان پهلوی ریشه واژه خماین مشخص است و به صورت‌های خون آسین (khvan āsin)، خون آهن (khvin āhin) و خون آسین (khvin āsin) و خون آهن (khwin āhan) آمده است [19-23]. در فرآیند شناخت ریشه واژه خماین، توسط نگارندگان مقاله، مشخص شد که در اصل معنی ریشه واژه خماین، خون سنگ بوده است.<sup>۵</sup>

شعر شاعران پارسی زبان از منابعی هستند که می‌توان از آن‌ها جهت استخراج بخشی از دانستنی‌های مربوط به شناسایی واژه‌ها استفاده نمود. واژه خماین در شعر فارسی دوره اسلامی تا قرن ۶ ه.ق، قابل مشاهده است و پس از آن، استفاده از این واژه منسوخ شده است. شاعران به طور ضمنی مشخصاتی از این واژه را در ضمن بیان مطالب شعری بیان کرده‌اند که در ادامه بدان پرداخته شده است. این ویژگی‌ها به شرح زیر است:

منوچهری دامغانی (شاعر قرن ۵ ه.ق.) در بیتی اشاره می‌کند که کان خماین در کوه است و در واقع خماین نوعی کانی است.

به دریا بار باشد عنبر تر  
 به کوه اندر بود کان خماین [24]

عثمان مختاری (شاعر قرن ۵ ه.ق.) در بیت دیگر با اشاره خماین گذر بودن شمشیر ممدوح، به تیزی شمشیر و عبور سریع آن، از سنگ سخت و با صلابتی مانند خماین اشاره می‌کند.<sup>۱</sup>

تبع تو برقی است خماین گذر  
 اسب تو ابری است نواحی گذار [14]

در اشعار شاعران فارسی‌زبان به رنگ سیاه خماین، به طور ضمنی اشاره شده است و شاعران از خماین در تشبیه به سیاه همراه با سرخی یا سیاهی استفاده

ناخالصی‌های خماین، سوزانده و گداخته (پالودن: گداختن) است و در پی آن، از تیرگی دودِ دل در وای شاعر، سیاه پوش (سکاهن پوش: سیاه پوش) شده است. به زبان ساده، آسمان از آه دل سرگشته شاعر تیره شده است. در ضمن بیان این مطلب، به این موضوع نیز اشاره شده است که با ذوب خماین و جداسازی ناخالصی‌های آن (ریماین) در مرحله پالایش و سوخت، ماده‌ای به سیاهی رنگ سکاهن<sup>۳</sup> حاصل می‌شود.

این خماینگون که چون ریماینم پالود و سوخت شد سکاهن پوشش از دودِ دل در وای من [28] باید دقت داشت که آهن از سنگ پدیدار گشته چنانکه در شاهنامه به جدا شدن آهن از سنگ اشاره شده است: به آتش ز آهن جدا کرد سنگ [32]. سکاهن نیز ماده‌ای است به رنگ سیاه که از ترکیب آهن خالص (که رنگ آن سیاه است) و سرکه به دست می‌آید [11]. بیت خاقانی اشاره به این مطلب دارد که خماین پس از ذوب در کوره و حذف ناخالصی‌ها و ریم آهن‌هایش، به فلز آهن خالص تیره رنگ که رنگ سیاه ماده سکاهن هم از آن است<sup>۴</sup>، تبدیل می‌شود. در جدول شماره ۱ به طور خلاصه، مشخصات اشاره شده در شعر فارسی در مورد خماین آمده است.

سنایی (شاعر قرن ۶ ه.ق.)، ریم خماین در مقایسه با آهن، بسیار سست و شکننده معرفی شده است.

هان ای سنایی از چه چنین است تیغ ده  
کایشان نه آهنند که ریم خماینند [28]

خاقانی در بیت دیگر بیان می‌کند:

ز نوک ناوک این ریمن خماین نام  
هزار چشمه چو ریماین است سینه من [28]

معنی بیت: از نوک تیر این فلک حیل‌گر، هزار چشمه مانند ریماین بر سینه شاعر جاری است. ریماین در معنی زنگ آهن نیز آمده است [29]. زنگ آهن همان اکسید آهن است که رنگ سرخ و نارنجی دارد [30]. بیت اشاره به زخمی شدن دل شاعر توسط آسمان و فلک و جاری بودن خون از جای زخم آن دارد. در واقع ریماین در این بیت همان رنگ قرمز است که از سنگ خماین جاری است و رنگ سرخ خون را هم تداعی می‌کند.

قدما بر آنند که آهن، از خماین و معدن آن به دست می‌آمده که پس از استخراج در کوره می‌پختند، سپس به پتک آهن را از آن جدا می‌کردند و آنچه باقی می‌مانده را چرک آهن یا ریماین می‌گفتند [31]. در بیت زیر از خاقانی نیز به این مضمون اشاره شده است. شاعر در این بیت فلک را مانند خماین می‌داند<sup>۲</sup> که او را چون

جدول ۱: مشخصات اشاره شده درباره خماین در شعر فارسی

Table 1: khomāhan characteristic in Persian poems

زمان سروده شدن شعر (ه.ق.) (AH)Date of poem	نام شاعر سراینده شعر The poet name	مشخصات خماین در شعر Khomāhan in Persian poem
قرن ۵ 5 <sup>th</sup> century	منوچهری دامغانی Manūchehri Dāmghānī	کانی بودن Iron ore
قرن ۶ 6 <sup>th</sup> century	خاقانی شروانی، مسعود سعد سلمان Khāqānī shervānī, Masūd Sa'd Salmān	رنگ سیاه black color
قرن ۵ و ۶ 6 <sup>th</sup> , 5 <sup>th</sup> century	مختاری غزنوی، خاقانی شروانی Mokhtārī Qaznavī, Khāqānī shervānī,	سختی و صلابت hardness
قرن ۶ 6 <sup>th</sup> century	یک بیت از سنایی غزنوی، دو بیت از خاقانی شروانی Khāqānī shervānī, Sanāyī Qaznavī	دارای ریم آهن Having the slag
قرن ۶ 6 <sup>th</sup> century	خاقانی شروانی Khāqānī shervānī	جاری بودن رنگ سرخ از آن Flew red color in water
قرن ۶ 6 <sup>th</sup> century	خاقانی شروانی Khāqānī shervānī	استخراج فلز آهن از آن Metal extraction from iron ore
قرن ۵ 5 <sup>th</sup> century	فرخی سیستانی Farrokhi Sistani	خاصیت مغناطیسی magnetic property

فارسی کهن است و از محدود واژه‌هایی است که بر کانی‌های رنگزای آهن‌دار اشاره می‌کند، این واژه باید اشاره‌ای به اصلی‌ترین کانسارهای آهن داشته باشد. به نظر نویسنده کتاب اکسیدهای آهن، اصلی‌ترین کانی‌های آهن‌دار، اکسیدهای آهن و هیدروکسیدهای آهن هستند که از گذشته‌های دور تاکنون در استخراج فلز آهن، تولید رنگدانه‌های هنری و گاه به عنوان دارو مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند [33]. با مطابقت داشتن ویژگی‌های موجود در هیدروکسیدها و اکسیدهای آهن، با انواع خماین، به نظر می‌رسد باید در میان اکسیدهای آهن مهم، به دنبال برابری واژه منسوخ شده خماین با واژه‌های شناخته شده امروزی بود. اکسیدهای آهن و هیدروکسیدهای آهن که بوفور در طبیعت وجود دارند، شامل مگنتیت (Magnetite)، هماتیت (Hematite) ماگمیت (Maghemite)، گوتیت (Goethite)، لپیدوکروسیت (Lepidocrocite) است [33]. همانطور که می‌دانیم نام‌های کانی‌های ذکر شده در بالا، به عنوان یک واژه دخیل اروپایی در زبان فارسی به کار می‌روند و

#### ۴. برابر سازی واژه‌های خماین ماده، خماین نر و خماین رنگی یا سیاه با کانی‌های آهن‌دار شناخته شده امروزی

همانطور که اشاره شد، خماین نامی کهن در زبان فارسی است که این نام دلالت بر کانی‌های مهمی از خانواده سنگ‌های آهن‌دار دارد که دارای چند ویژگی شاخص است؛ نخست آنکه بر انواعی مختلف از سنگ‌های آهن‌دار اشاره دارد. دو دیگر آنکه از هر نوع آن سنگ‌ها رنگ خاصی خارج می‌شود که به عنوان ماده رنگزا مورد استفاده قرار می‌گیرد. سه دیگر آنکه منبع استخراج فلز آهن بوده و به عنوان دارو نیز در پزشکی قدیم مورد استفاده قرار می‌گرفته است. اما می‌دانیم که آهن در بسیاری از ترکیبات و کانی‌ها حضور دارد و بیش از سیصد کانی آهن‌دار در طبیعت یافت می‌شود [33]؛ بنابراین یافت برابر امروزی، برای این سنگ، کمی مشکل به نظر می‌رسد. اشاره شده که حضور عنصر آهن و ترکیبات آن، باعث ایجاد رنگ‌های مختلف در کانی‌ها می‌شود [33]. از آنجایی که واژه خماین یک واژه مهم

جدول ۲: اکسیدها و هیدروکسیدهای مهم آهن [33,37,39-41].

Table2: Important iron hydroxide and oxides [33,37,39-41]

درصد آهن در کانی خالص (درصد) Iron in pure stone	سختی hardness	ماده رنگی Pigment color	رنگ کانی The crystal color	فرمول formula	نام کانی‌های مهم آهن Name of the index iron ore	
70	6.5	قرمز red	سیاه یا خاکستری Black or sparkling gery	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	هماتیت Hematite	اکسیدهای آهن Iron oxides
72	5.5	سیاه black	سیاه black	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	مگنتیت Magnetite	
70	5	قهوه‌ای brown	قهوه‌ای، سیاه متمایل به آبی Brown, Bluish-Black	$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	ماگمیت Maghemite	
62.9	5-5.5	قهوه‌ای، زرد Brown-yellow	سیاه یا قهوه‌ای تیره	$\alpha\text{-FeOOH}$	گوتیت Goethite	هیدروکسید-اکسید آهن Iron Hydroxide-oxide
62.9	5	زرد-نارنجی Yellow-orange	قرمز یا قهوه‌ای تا قهوه‌ای-قرمز	$\gamma\text{-FeOOH}$	لپیدوکروسیت Lepidocrocite	
-	4-5.5	زرد yellow	قهوه‌ای و زرد	$\text{FeO(OH).nH}_2\text{O}$	لیمونیت limonite	

برای آن در زبان فارسی برابری تعیین نشده و در فرهنگ‌های فارسی جدیدتر، تنها به صورت خلاصه و ناقص به تعریف برخی از این واژه‌ها بر اساس آنچه در متون لاتین آمده، پرداخته شده است [34-38].

در جدول شماره ۲ به خلاصه اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن طبیعی فراوان و مهم در طبیعت و ویژگی‌های آن‌ها اشاره شده است [33,337,39-41].

به نظر می‌رسد بر اساس مطالب ذکر شده در جدول بالا و مشخص شدن کانی‌های مهم اکسید آهن و رنگدانه‌های استخراج شده از آن‌ها می‌توان، کانی‌های برابر واژه خماین ماده، نر و مغناطیسی را تعیین نمود که در ادامه به این موضوع پرداخته شده است.

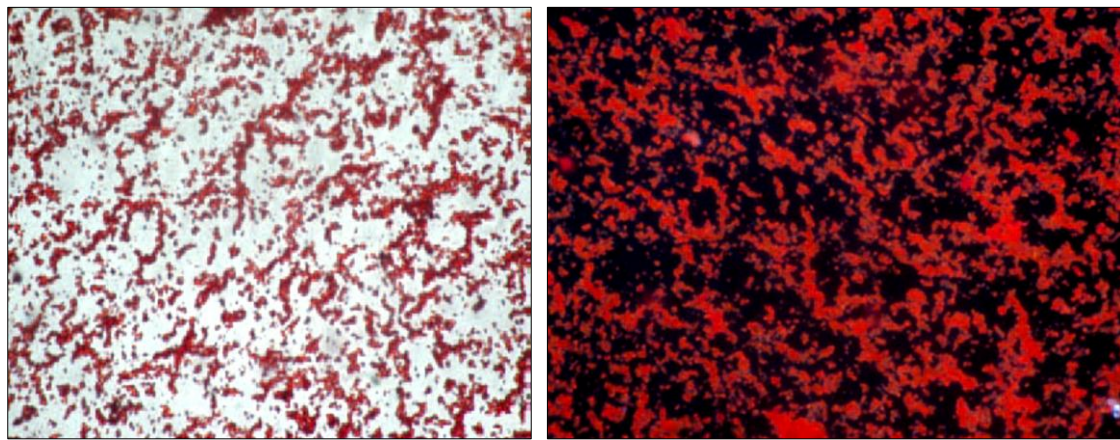
#### ۱-۵. خماین ماده، برابر با واژه دخیل هماتیت

در مورد خماین ماده ذکر شد که از کانی‌های آهن‌دار دارای رنگ سیاه و تیره مایل به سرخ بوده و در هنگام ساییدن در آب، از آن رنگ قرمز خارج می‌شود و از این رنگ در تولید و اجرای آثار هنری بهره می‌گرفته‌اند. امروزه در مورد رنگدانه‌های قرمز موجود در سنگ‌های آهن اشاره شده که رنگدانه‌های قرمز طبیعی مختلفی در سنگ‌های آهن و اخراها (خاکهای رنگین که به عنوان رنگدانه استفاده می‌شوند و از زرد کمرنگ تا قرمز و قهوه‌ای متغیر هستند، اخرا نامیده می‌شوند) وجود دارد مانند قرمز ایرانی، یا قرمز اسپانیایی و غیره اما رنگ قرمز آن‌ها همیشه به علت حضور هماتیت بوده است [41]. همان طور که در جدول ۲ نیز مشخص است رنگ قرمز در کانی‌های آهن‌دار توسط هماتیت ایجاد می‌شود. هماتیت از رنگدانه‌های مهم قرمز دارای یون آهن است که به عنوان ماده رنگی از زمان‌های دور و قبل از اسلام نیز در ایران به عنوان ماده رنگزا به کاررفته و در نقاشی‌های تاریخی و دیوارنگاره‌های قدیمی ایرانی گزارش شده است [42-44]. کانی هماتیت، در میان کانی‌های آهن‌دار، قدیمی‌ترین اکسید آهنی است که شناخته شده و در میان صخره‌ها و خاک‌ها وجود دارد. این کانی به سنگ خون مشهور است و نام هماتیت از کلمه یونانی هامیا (Hāmia) به معنی خونین

گرفته شده [39] و علت این نامگذاری، خونی رنگ شدن مایعات خنک کننده، هنگام سایش آن بوده است [45]. هماتیت اگر خیلی پودر شود رنگ قرمز خون دارد و اگر به شکل کریستال‌های بزرگتر باشد رنگ آن سیاه یا خاکستری است [33]. مطالب یاد شده در مورد هماتیت با مشخصه‌های خماین ماده که رنگ کانی آن سیاه مایل به سرخ است و ماده رنگی استخراج شده از آن، سرخ است، هماهنگ است. همچنین هماتیت را یکی از کانی‌های عمده‌ای دانسته‌اند که در استخراج فلز آهن مورد استفاده قرار می‌گیرد و انواع خرد شده و به صورت گرد درآمده آن به عنوان ماده رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود [37]. همچنین در متون فارسی کهن اشاره شده که خماین در طب استعمال داشته و به عنوان کانی در ساخت انگشتری از آن استفاده می‌شده است. در کتب‌های مربوط به کانی هماتیت نیز آمده که از ورقه‌های شفاف و قرمز رنگ آن در ساخت نگین انگشتری، گردنبند و حکاکی مورد استفاده قرار می‌گیرد [45] همچنین کانی هماتیت و اکسیدهای آهن به دلیل داشتن یون آهن (Fe) از گذشته تاکنون به عنوان دارو مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند [33,46]. در مطابقت آنچه در مورد هماتیت و خماین ماده آمده، به نظر می‌رسد که خماین ماده، همان کانی هماتیت است. همچنین نام دیگری که به عربی از واژه خماین به نام حجرالدم (ترجمه: سنگ خون) ذکر شده و همچنین معنی ریشه واژه خماین در فارسی (خون سنگ) که توسط نگارندگان مشخص شده، با ریشه واژه لاتین هماتیت (هامیا، به معنی سنگ خون) یکی است. بنابراین تمام شواهد نشان دهنده این موضوع است که خماین معنی نام آن برگرفته از سنگ مهم کانی آهن‌دار و منبع استخراج فلز آهن است که امروزه با واژه هماتیت شناخته شده است. در شکل ۱ که نمونه تصویر هماتیت بوسیله میکروسکوپ پلاریزان نوری تهیه شده [39] رنگدانه قرمز موجود در این ماده قابل مشاهده است.

#### ۲-۵. خماین نر، برابر واژه دخیل گوتیت

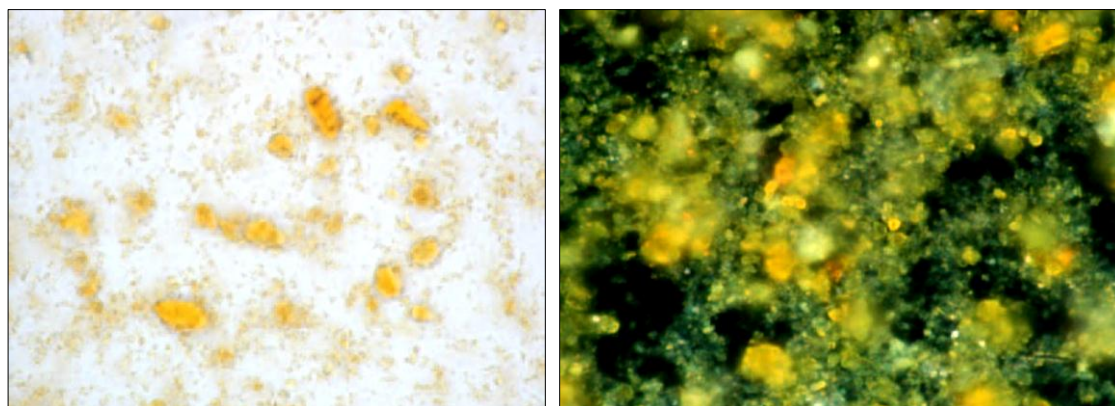
در مطالب پیشین بیان شد که در کتاب‌های طبی و



شکل ۱: تصویر هماتیت بوسیله میکروسکوپ پلاریزان نوری با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر (سمت راست XPL و سمت چپ PPL) [39]  
 Fig1: Hematite polarized light Microscopic Image (100x) XPL/PPL[36]

سازندهٔ اخراهای زرد است [39]. در گذشته به گوتیت، لیمونیت گفته می‌شده [41] و زمانی اعتقاد بر این بود که فرمول کانی آهن‌دار لیمونیت ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) است اما امروزه نشان داده شده که لیمونیت شامل کریستال‌های گوتیت و لیبیدورسیت، به علاوهٔ آب جذب شده است، بنابراین فرمول عمومی ( $\text{FeO} \cdot \text{OH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) برای آن مناسب است [39]. بنابراین رنگ زرد موجود در کانی‌های اصلی آهن‌دار که منبع استخراج فلز آهن نیز باشند، مربوط به کانی شناخته شدهٔ امروزی گوتیت است. در شکل ۲ رنگدانه‌های زرد حاضر در گوتیت در ( Pigment Compendium) نشان داده شده است. با توجه به مطابقت ویژگی‌های گوتیت با خماین نر، بنابراین می‌توان گفت که واژهٔ دخیل اروپایی گوتیت در زبان

کتاب‌های مربوط به کانی‌ها در ایران کهن، به جنس دیگری از خماین با نام خماین نر اشاره شده که سنگ سخت تیره و سیاه بوده و با ساییدن در آب، رنگ زرد همچو رنگ زرنیخ از آن خارج و به عنوان رنگدانه زرد در تذهیب از آن استفاده می‌شده است. همان‌طور که در جدول ۲ نیز قابل مشاهده است، در میان کانی‌های آهن‌داری که رنگ سیاه و تیره دارد و به عنوان رنگدانه زرد از آن استفاده می‌شود، می‌توان به کانی گوتیت اشاره کرد. ریشهٔ واژهٔ گوتیت، به واژهٔ کهن در زبان لاتین، به معنای هماتیت زرد بر می‌گردد [39]. در نقاشی‌های تاریخی و دیوارنگاره‌های کهن ایرانی نیز حضور گوتیت و لیمونیت (limonite) به عنوان رنگدانه‌های زرد اخرا گزارش شده است [42-44]. کانی گوتیت جزء اصلی



شکل ۲: تصویر گوتیت بوسیله میکروسکوپ پلاریزان نوری با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر (سمت راست RPL و سمت چپ PPL) [36]  
 Fig 2: Goethite polarized light Microscopic Image (100x) RPL/PPL

فارسی برابر با خماین نر است.

### ۳-۵. خماین کهربایی یا زنگی برابر واژه

#### دخیل مگنتیت

در شعر فرخی سیستانی به خماین کهربایی با خاصیت مغناطیسی و در الجماهر به سائیدن خماین در آب و ایجاد شدن رنگ سیاه اشاره شده است و همچنین آمده: خماین زنگی یا سیاه بهترین نوع خماین است و نام زنگی را برای این به آن داده‌اند که بسیار سیاه است [15]. از سوی دیگر در شعر فارسی، برخی از اشیاء به رنگ سیاه خماین تشبیه شده است. همانطور که در جدول ۲ آمده است، سنگ آهن سیاهی که خاصیت مغناطیسی داشته باشد و دارای ماده زنگی سیاه باشد با کانی مگنتیت  $Fe_3O_4$  مطابقت دارد. این کانی را اکسید آهن سیاه و یا کانی مغناطیسی آهن می‌نامند که از نظر ظاهر بسیار شبیه هماتیت است و از مهم‌ترین کانی‌های آهن به شمار می‌رود [33]. مگنتیت، به علت درصد بالای آهن یکی از کانه‌های عمده و بهترین نوع اکسید آهن، برای استخراج فلز آهن است [37] از آن رنگدانه سیاه نیز استخراج می‌شود که در نقاشی کاربرد دارد [39]. به نظر می‌رسد واژه دخیل اروپایی مگنتیت در زبان فارسی کهن، معادل خماین زنگی یا سیاه باشد که به عنوان بهترین نوع خماین از آن یاد شده و دارای رنگ سیاه، رنگدانه سیاه و خاصیت مغناطیسی (کهربایی) است.

### ۶. نتیجه بحث معادل سازی واژه خماین با

#### کانی‌های آهن دار شناخته شده با واژه

#### دخیل در زبان فارسی

خماین واژه اصیل فارسی است که به کانی‌های آهن‌دار اشاره دارد. قطعاً این واژه باید به کانی‌های مهم آهن‌دار اشاره داشته باشد که منبع استخراج فلز آهن بودند و به عنوان رنگزا و دارو نیز مورد استفاده قرار می‌گرفتند و معنی ریشه خماین که خونسنگ است نیز اشاره به رنگ سرخی دارد که از سنگ خماین جاری می‌شده است. با توجه به معنی ریشه واژه خماین، به نظر می‌رسد در ابتدا خماین به جهت جاری شدن رنگ سرخ از آن به این نام

شناخته شده و پس از آن با یافت سنگ دیگری شبیه به آن و در معدن آن که رنگ زرد از آن استخراج می‌شده به نوع نر و ماده تقسیم شده است. به نظر می‌رسد به خماین مغناطیسی هم در کنار خماین یافت می‌شده به جهت رنگ سیاه خود سنگ و رنگ سیاهی که از آن خارج می‌شده زنگی (سیاه) گفته‌اند که تمام این تقسیم بندی‌ها بر اساس رنگ خارج شده از آن‌ها در هنگام مواجهه با مایعات صورت گرفته است. از آنجایی که نویسنده کتاب «شناخت سنگ‌ها با نگاهی ویژه به سنگ‌های ایران» سه کانی هماتیت، گوتیت و مگنتیت را از سه کانی‌های آهن‌دار عمده‌ای دانسته که در محوطه‌های باستانی ایران کهن شناسایی شده‌اند [37] و در گذشته به عنوان منبع استخراج فلز آهن، به عنوان دارو و به عنوان رنگدانه مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند [33] و امروزه نیز آن‌ها از کانی‌های عمده استخراج فلز آهن می‌باشند، به نظر می‌رسد که این کانی‌ها حتماً در گذشته دارای نامی بوده‌اند که امروزه به فراموشی سپرده شده است بنابراین نتیجه برابرسازی که نیز نشان دهنده این سه کانی رنگزای مهم آهن است، کاملاً منطقی به نظر می‌رسد.

### ۷. مواد و روش‌ها

برای اثبات برابر سازی‌های انجلم گرفته در بخش قبل، براساس مطابقت آنچه در متون کهن اشاره شده با آنچه در مورد کانی‌های آهن‌دار مهم گفته شده، به جستجوی نمونه‌ای از خماین مورد استفاده در پزشکی قدیم پرداخته شد. از طریق عطاری رضی حیدری واقع در دالان خونی در بازار تبریز، تنها یک نمونه از خماین مورد استفاده در پزشکی قدیم به دست آمد که به گفته ایشان این سنگ در منطقه‌ای در اطراف زابل و از معدن متروکه‌ای به دست آمده است. این سنگ، سنگ تیره‌ای است که رنگ سرخی در آن قابل مشاهده است (شکل ۳). پس از تهیه سنگ، به شناسایی اولیه با دوربین عکاسی، سائیدن آن در آب و تهیه تصویر با لوپ دیجیتال و بررسی با میکروسکوپ نوری پرداخته شد و همچنین تست شیمی کلاسیک انجام که نتایج آن در





شکل ۳: تصویر نمونه خمهن مورد مطالعه با استفاده از دوربین دیجیتال تک لنزی بازتابی Nikon D3200  
 Fig 3: Image of the khomahan Sample with the Nikon D3200 camera

استحکام و سختی نسبتاً زیادی دارد که قبل از ساییدن آن در آب، گمان نمی‌رفت که این سنگ به صورت پودر نرم درآید و بتوان به عنوان رنگدانه از آن استفاده نمود. ولی آب باعث شد تا قطعات سنگ زودتر از حد تصور خرد شود و با ساییدن نرم گردد. همانطور که در شکل زیر قابل مشاهده است، رنگ به دست آمده، رنگ قرمز آجری است (شکل ۴).

### ۳-۷. تهیه تصویر با لوپ دیجیتال

با توجه به توصیف سنگ خمهن که گفته شده «سنگی سخت به رنگ سیاه مایل به سرخی است»، برای مشاهده جزئی‌تر دانه‌بندی و ترکیب رنگ مشکی و سرخ

ادامه ارائه شده است.

### ۱-۷. شناسایی اولیه خمهن

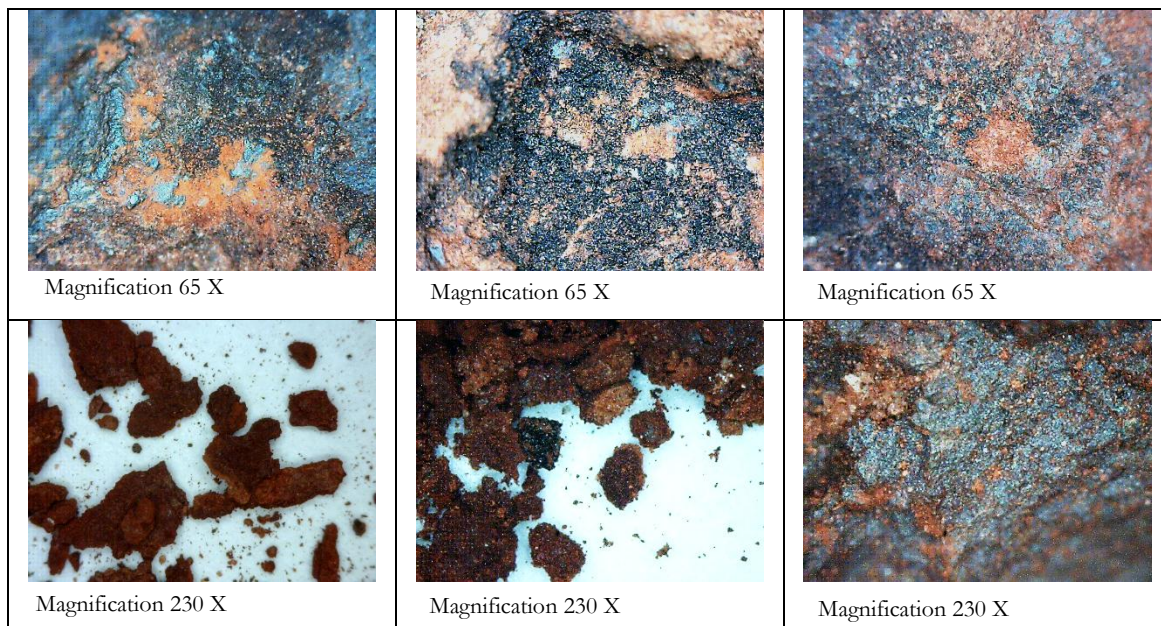
به منظور شناسایی اولیه قطعه سنگ تهیه شده و جهت تهیه تصویر، از دوربین دیجیتال تک لنزی بازتابی Nikon D3200 با حسگر CMOS، که حساسیت ثبت تصویر  $\sim 365\text{nm}$  را دارد، استفاده شد که در شکل ۳ سنگ سیاه مایل به سرخ قابل مشاهده است.

### ۲-۷. ساییدن در آب

طبق متون کهن، نمونه مورد مطالعه در هاون چینی و به همراه آب ساییده شد (صلایه شد). سنگ مورد مطالعه



شکل ۴: ساییدن (صلایه کردن) نمونه سنگ خمهن در آب با استفاده از هاون چینی و به دست آمدن رنگدانه  
 Fig. 4: Rubbing the sample of khomahan in water with the porcelain mortar and gaining the pigment



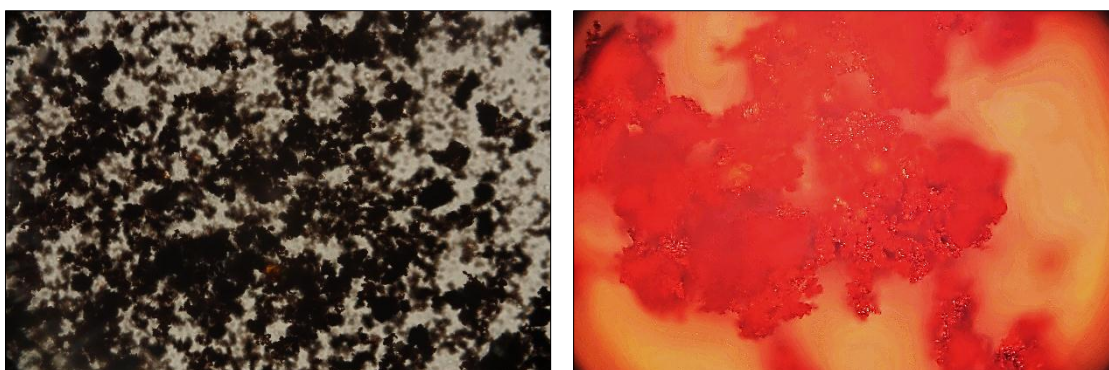
شکل ۵: بررسی و تهیه تصاویری با بزرگنمایی ۶۵ و ۲۳۰ برابر از نمونه سنگ خماین با استفاده از لوپ دیجیتالی  
 Fig 5: investigation and preparation of images with 65x and 230x with digital loop Dino-Lite+ from khomahan sample

از نمونه پودر شده در زیر میکروسکوپ به دو حالت عبوری و انعکاسی با بزرگنمایی ۱۰۰ و ۴۰۰ برابر مورد بررسی قرار گرفت و مطالعه شد. در حالت انعکاسی، رنگ نمونه مشخص و با تصویر ثبت گردید (شکل ۶) و در حالت عبوری، دانه‌بندی آن مورد مطالعه قرار گرفت و تصاویر آن به ثبت رسید. تصاویر به‌دست آمده در این بخش با تصاویری از منابع استاندارد مانند ( Pigment Compendium) (شکل ۱) که از هماتیت تهیه شده، قابل مقایسه است.

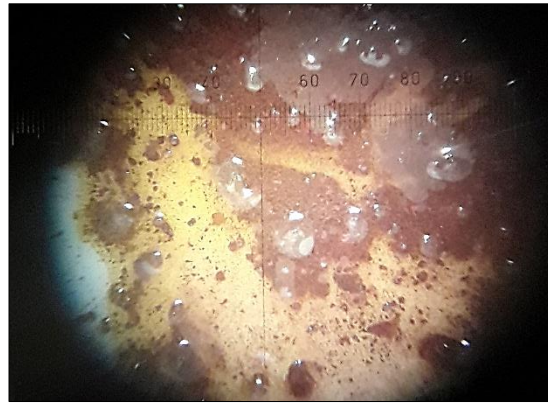
نمونه مورد مطالعه، با استفاده از لوپ دیجیتالی Dino-Lite+، تصاویری با بزرگنمایی ۶۵ و ۲۳۰ برابر تهیه شد. در این تصاویر، سیاهی و سرخی در کنار هم دیده می‌شود و مانند توصیف‌های تاریخی از سنگ خماین است (شکل ۵).

#### ۴-۷. بررسی با میکروسکوپ نوری

در ادامه جهت بررسی میکروسکوپی نمونه خماین، از میکروسکوپ پلاریزان المپیوس BX51 ساخت کشور ژاپن در دانشگاه هنر اسلامی تبریز استفاده شد و قسمتی



شکل ۶: تصویر خماین بوسیله میکروسکوپ نوری (سمت راست بزرگنمایی ۴۰۰ برابر و سمت چپ بزرگنمایی ۱۰۰ برابر)  
 Fig 6: Image of Khomahan with polarized light Microscopic Image, right image 400x & left image 100x



شکل ۷: شناسایی یون آهن (سمت راست: نمونه در اسید کلریدریک، سمت چپ: به دست آمدن رنگ آبی بعد از افزودن فروسیانید پتاسیم)  
 Fig 7: identification of Fe ion (right image: sample in hydrochloric acid, left image: obtaining the blue color after adding Potassium Ferrocyanide)

دانستن آنچه در متون کهن در مورد خماین اشاره شده و با مطابقت دادن دانسته‌ها با آنچه در مورد کانی‌های آهن‌دار رنگزا گفته شده، برابری انواع خماین تعیین گردید. سپس نمونه‌ای از خماین که در پزشکی کهن مورد استفاده قرار می‌گرفته از عطاری تهیه، و آزمایش‌هایی جهت شناسایی آن انجام شد. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که بر اساس آزمایش انجام شده، بر روی نمونه خماین تهیه شده که نوع ماده خماین بود، این کانی، همان کانی شناخته شده امروزی هماتیت است. همچنین به نظر می‌رسد که خماین نر معادل کانی شناخته شده امروزی با واژه لاتین گوتیت و خماین زنگی یا کهربایی همان معادل کانی شناخته شده امروزی مگنتیت باشد که این معادل‌سازی تنها بر اساس انطباق آنچه در متون کهن به انواع خماین اشاره شده با علم شناخت کانی‌های آهن‌دار امروزی صورت پذیرفت. در ادامه این پژوهش، نگارندگان قصد دارند مطالعات باستان‌سنجی بر روی نمونه‌های گوتیت و مگنتیت انجام دهند تا با پشتوانه علمی بتوان این فرضیه مهم را اثبات نمود.

با دستیابی به این مهم برای اولین بار، پژوهشگران علوم میراث فرهنگی و باستان‌سنجی می‌توانند این سه کانی رنگزای آهن‌دار را در متون کهن ردیابی کنند و اطلاعات ثبت شده در مورد این مواد را شناسایی و مورد استفاده قرار دهند.

### ۵-۷. تست شیمی کلاسیک

جهت حصول اطمینان از وجود آهن در سنگ مورد مطالعه، اقدام به شناسایی آهن از طریق تست نقطه‌ای شیمی کلاسیک گردید. در این مرحله، اسیدی کردن نمونه با اسید کلریدریک غلیظ و اثبات آهن با شناساگر فروسیانید پتاسیم انجام پذیرفت [47] (شکل ۷).

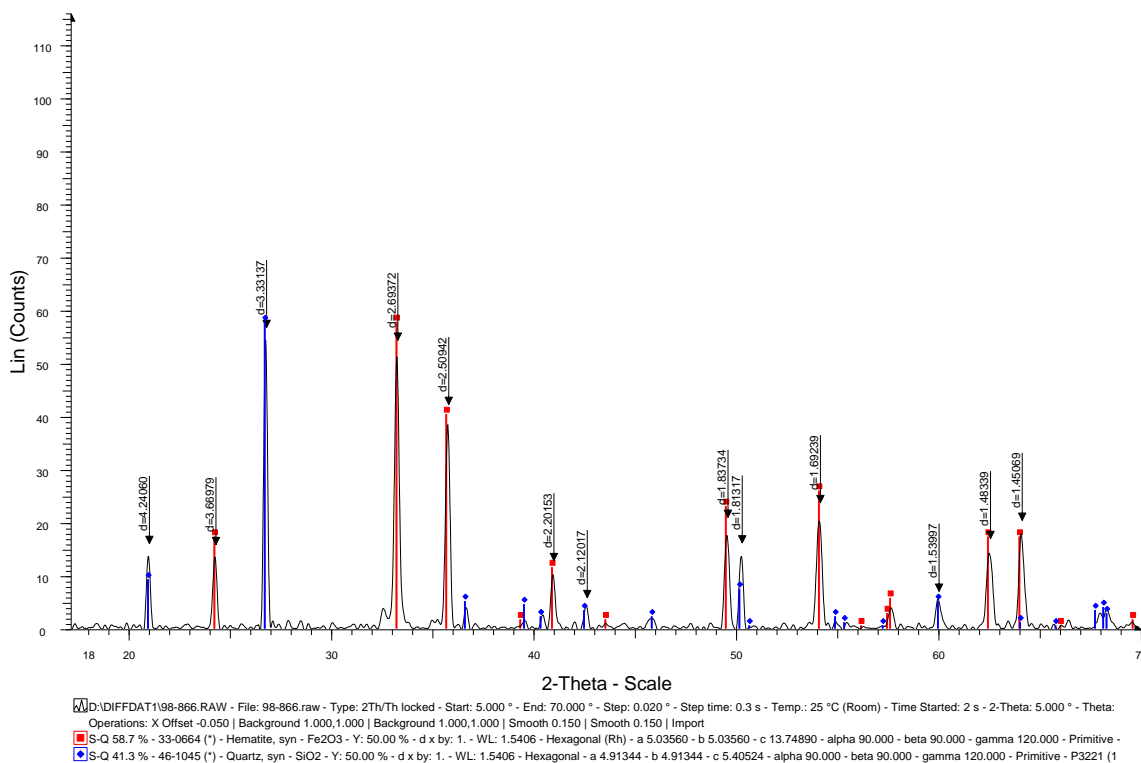
### ۶-۷. آنالیز فازی XRD

جهت شناسایی و شناخت کامل خماین و برای تکمیل مطالعات، از نمونه مورد نظر آنالیز فازی پراش پرتو ایکس با دستگاه X-Ray Diffraction Spectrometer Machine مربوط به سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی مرکز تبریز تهیه گردید که نتیجه آن، شناسایی هماتیت و کوارتز است (شکل ۸).

آزمایش‌های انجام شده نشان می‌دهند که نمونه سنگ به دست آمده با نام خماین، همان نوع ماده سنگ خماین که در متون تاریخی بدان اشاره شده است و برابر با کانی شناخته شده امروزی هماتیت است که نامگذاری خماین بدین نام، به خاطر همین نوع سنگ، بوده است.

### ۸. نتیجه گیری

خماین واژه کهن منسوخ شده‌ای است که با انواعی چون خماین ماده، خماین نر و خماین زنگی یا کهربایی در متون کهن از آن یاد شده اما معادل امروزی آن در زبان فارسی ناشناخته است. در این پژوهش با



شکل ۸: شناسایی هماتیت و کوارتز در طیف به دست آمده از پراش پرتو ایکس مربوط به نمونه مورد مطالعه

Fig. 8: identification of Hematite and Quartz from XRD analyses

منابع طبی کهن ارجحیت دارد.

۲. کهربا ماده صمغی زرد رنگ فسیل شده درختان است که از تنه درختی که زمانی در مناطق حاره‌ای یا نیمه حاره‌ای زندگی می کرده جاری شده باشد. رزین درخت ابتدا به ماده‌ای سخت و شکننده در طی فقط چند سال تبدیل می شود. کهربا هنگامی به وجود می آید که رزین‌های درختی در زیر زمین و در دمای بالا و فشار دچار فرآیند کربوکسیل زدایی decarboxylation شوند. این روند از یک تا ده میلیون سال به طول می انجامد. کهربا اغلب در خود فسیل حشرات، خزها برگ و گل درختان را حفظ می کند. این فسیل ها می توانند ارزش کهربا را به مراتب بیشتر کند [49] خاصیت کهربا آن است که اگر به پارچه ای پشمی مالش داده شود خاصیت الکتریسیته می یابد و ذرات کاه و خرده‌های کاغذ را جذب می کند [35] کهربا در گذشته به مغناطیس الشَّعر معروف بوده است [2].
۳. محلول براده آهن در سرکه است که در رنگرزی مصرف داشته است این ماده رنگ سیاه دارد این ماده به عنوان رنگزای سیاه در مقاله دیگری مورد بررسی قرار گرفته است [16].
۴. آهن خالص به رنگ سیاه تا خاکستری فولادی است. و

## سپاسگزاری

این پایان نامه مستخرج از پایان نامه دکتری زبان و ادبیات فارسی، با عنوان «بازتاب رنگدانه های هنری در شعر شاعران سبک خراسانی» است که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد به سرانجام رسیده است. در همین راستا، نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی حمایت‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد و دانشگاه هنر اسلامی تبریز قدردانی نمایند.

## پی نوشت

۱. دهخدا به نقل از فرهنگ نفیسی درباره واژه خماین نوشته است: سنگی است به غایت سخت و تیره رنگ به سرخی مایل و آن دو نوع است نر و ماده و چون نر آن به آب بسایند مانند شنجرف سرخ شود و ماده آن همچو زرنیخ زرد گردد [9,48] نوع نر و ماده سنگ خماین، در این تعریف بر عکس مطالبی است که در کتب طبی بدان اشاره شده است. اما از آنجایی که منابع طبی از منابع دست اولی هستند که لغت نامه ها نیز در نقل مطالب خود بدان مراجعه کرده‌اند، بنابراین مطالب نقل شده در

۵. این مطلب در مقاله دیگری توسط نویسندگان، اثبات شده که هنوز به چاپ نرسیده است.

جلای فلزی و خاصیت جذب مغناطیسی دارد. از دیگر ویژگی‌های آهن استحکام و سختی آن است [30].

## References

- [1] Makhzan Al adviyeh: Encyclopedia of eating things and drugs of traditional medicine in Persian language, corrected by Kabir. A. Ajib, Molavi, India: Kalkate; 1844 Aqili Alavi Shirazi S.M. p 923,956. [in Persian]
- [2] Zavosh. M Mineralogy in ancient Iran. Tehran: Khorrami publication, 1969; 293-297. [in Persian]
- [3] Yāhaqi Jafar. A dictionary of mythology and narrative symbols in Persian literature. Tehran: research institute of humanities and cultural studies Sorūsh, 1996; 184. [in Persian]
- [4] Nūrānī M. Complete Islamic Medicine Encyclopedia, Vol 12, Qom: Armaqān Yūsef, 2005; 532. [in Persian]
- [5] Hoseini M. mu'men. Tohfeh- i- Hakim mu'men, (Translated by mostafavi Ofset), 1999. [in Persian].
- [6] Aqili Alavi Shirazi S.M. Qarabadin- i Kabir. Tehran: Mahmūdi, 1970; 199. [in Persian]
- [7] A'zam khan H.M. Mohiti A'zam, Indian publication, 1934. [in Persian]
- [8] Ohadi balayani. T. Soleymani surma (Persian to Persian Dictionary). (Corrected by Modabberly. M.). Tehran: University publication center, 1984; 97. [in Persian].
- [9] Dehkhoda. A. Dehkhoda Dictionary. Submitted by Moein. M. Tehran: Sirūs, 1960. [in Persian].
- [10] Sarvari. M. Assembly of Al Foras Dictionary. (Corrected by Dabir Siyaqi. M.) 3 Vol. Tehran: Elmi, 1959 [in Persian].
- [11] Borahan Khalaf Tabrizi. Borhan Qāte' Persian Dictionary. Teharan: Nima, 2001. [in Persian]
- [12] Mid H. 'Mid dictionary. Tehran: Amirkabir, 2011. [in Persian].
- [13] Hedāyat. R. Nāserī Garnishing Community Encyclopedia. Tehran: Islamic book store, 1871. [in Persian]
- [14] Mokhtāri Qaznavi. Divan Mokhtāri Qaznavi. (Corrected By Homaie J.). Tehran: Elmi Farhangi, 2012. [in Persian]
- [15] Abūreyhān Birūnī M.A. Gemara in knowledge of jewels, Heidar Ābād dakan: Al Osmāni encyclopedia, 1936. [in Arabian]

- [16] Este'lami M. Review and Description on Khaqani Odes According to Opinion of Professor Badi' Azzaman Foruzanfar. Vol 2, Tehran: Zavvar, 2008. [in Persian ]  
[استعلامی محمد. نقد و شرح قصاید خاقانی بر اساس تقریرات استاد بدیع الزمان فروزانفر. جلد ۲. تهران: زوار، ۱۳۸۷.]
- [17] Kashani A. Arayes al javāher and nafayes al atāyeb. (Corrected by Afshar I.). Tehran: Alma'I, 2007; 164, 190. [in Persian].  
[کاشانی عبدالله بن علی. عرائس الجواهر و نفائس الأطناب. مصحح افشار ایرج. تهران: المعی، ۱۳۸۶؛ ۱۶۴-۱۹۰.]
- [18] Nasir o-Al Din Toosi, M. Tansookh nameh. (Edited by Afshar. I.). Tehran: Alomae, 1984; 143, 177. [in Persian].  
[نصیرالدین طوسی محمد بن محمد. تنسوخ نامه ایلخانی مقدمه مدرس رضوی. مصحح افشار ایرج. تهران: اطلاعات، ۱۳۶۳؛ ۱۷۷، ۱۴۳.]
- [19] Bartholomae C, editor. Altiranisches wörterbuch. Walter de Gruyter; 2011 Dec 7.
- [20] Nyberg HS. A Manual of Pahlavi, I: Texts. Alphabets, Index, Paradigms, Notes and an Introduction. II: Ideograms, Glossary, Abbreviations, Index, Grammatical Survey, Corrigenda to Part/. Wiesbaden. 1964; 1974.
- [21] MacKenzie DN. A Concise Pahlavi Dictionary. London.
- [22] Farahvashi B. Farsi to Pahlavi dictionary. Tehran: Tehran University, 2001. [in Persian].  
[فرهوشی بهرام. فرهنگ فارسی به پهلوی. تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.]
- [23] Hasan Dūst. M the etymology of Persian literature encyclopedia. Vol 2. Tehran: language and Persian literature farhangestan, 2013; 1170. [in Persian].  
[حسن دوست محمد. فرهنگ ریشه شناختی زبان فارسی. ج ۲. تهران: فرهنگستان زبان و ادب فارسی، ۱۳۹۲؛ ۱۱۷۰.]
- [24] Manūchehri Dāmḡani, A. Divan Manoochehri Damḡani. Collected By Dabir Siaqi M. Teharan: Zavvar, 1968; 66. [in Persian]  
[منوچهری دامغانی. دیوان منوچهری دامغانی. به کوشش محمد دبیر سیاقی. تهران: زوار، ۱۳۴۷؛ ۶۶.]
- [25] Masūd Sa'd Salman. Divan Masūd Sa'd Salman. Corrected By Rashid Yāsemi. Tehran: pirūz, 1960; 419. [in Persian]  
[مسعود سعد سلمان. دیوان مسعود سعد سلمان. به تصحیح رشید یاسمی. تهران: پیروز، ۱۳۳۹؛ ۴۱۹.]
- [26] Khāqāni B.A. Divan-i khāqāni shervani. Corrected by Sajjadi Z. Tehran: Zavvar, 2003.; 693. [in Persian].  
[خاقانی شروانی بدیل بن علی. دیوان خاقانی شروانی. تصحیح ضیاءالدین سجادی. تهران: زوار، ۱۳۸۲؛ ۶۹۳.]
- [27] Farrokhi Sistāni. Divan-i Farrokhi-i Sistāni, by Dabir Siaqi.M. Tehran: Eqbal, 1956. [in Persian].  
[فرخی سیستانی. دیوان فرخی سیستانی. به اهتمام محمد دبیر سیاقی. تهران: اقبال، ۱۳۳۵.]
- [28] Sanaī Qaznavi. M. Divan-i Sanaī. Corrected by Modarres Razavi. M. Teharan: Ibn i Sina library, 1962; 162. [in Persian]  
[سنایی غزنوی محدود بن آدم. دیوان سنایی. به اهتمام محمد تقی مدرس رضوی. تهران: کتابخانه ابن سینا، ۱۳۴۱؛ ۱۶۲.]
- [29] Aqili Alavi Shirazi S.M. Kholasat ol Hekmat (A book about general science of medicine). Corrected by Nazem.I. Vol 3. Qom: Isma'ilian, 2006; 380. [in Persian]  
[عقیلی علوی شیرازی سید محمد حسین بن محمد هادی (قرن ۵۱۲ ه.ق.). خلاصه الحکمه. مصحح: اسماعیل ناظم. جلد ۳. قم: اسماعیلیان، ۱۳۸۵؛ ۳۸۰.]
- [30] Talāi H. Iran Iron age. Tehran: the study organization and compilation of humanities books, 2008; 43. [in Persian]  
[طلایی حسن. عصر آهن ایران، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت) مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی؛ ۱۳۸۷؛ ۴۳.]
- [31] Shamisa S. Gesture dictionary. Tehran: Mitra, 2010. [in Persian]  
[شمیسا سیروس. فرهنگ اشارات. تهران: میترا، ۱۳۸۷.]
- [32] Ferdowsi A. Shahnameh Ferdowsi, collected by Hamidiyan, Tehran: Qatreh, 2009. [in Persian].  
[فردوسی ابوالقاسم. شاهنامه فردوسی. به کوشش سعید حمیدیان، تهران: قطره، ۱۳۸۸.]
- [33] Cornell RM, Schwertmann U. The iron oxides: structure, properties, reactions, 1۸۲ | سال پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۸

- occurrences and uses. John Wiley & Sons; 2003 Oct 17. [doi.org/10.1002/3527602097]
- [34] Mosāheb Gh. Persian Encyclopedia. 3Vol. Tehran: Amirkabir, 2002. [in Persian]  
 [مصاحب غلامحسین. دایره المعارف فارسی. ۳ ج. تهران: امیرکبیر؛ ۱۳۸۱.]
- [35] Mo'in M. Persian dictionary. 6 Vol. Tehran: Amirkabir, 1997. [in Persian].  
 [معین محمد. فرهنگ فارسی. ۶ ج. تهران: امیرکبیر، ۱۳۷۶.]
- [36] Anvari. H. Great encyclopedia of Speech. 8 Vol. Tehran: Sokhan, 2002. [in Persian].  
 [انوری حسن. فرهنگ بزرگ سخن. ۸ ج. تهران: سخن، ۱۳۸۱.]
- [37] Qarib A. Knowing the Stones with a Special Look at Iran Stones. Tehran: Culture and science publication company, 1997. [in Persian].  
 [قریب عبدالکریم. شناخت سنگ‌ها با نگاهی ویژه به سنگ‌های ایران. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۷۶.]
- [38] Zomorrodian.R Dictionary of European Foreign Words in Persian Language. Mashhad: Āstān-i Qods- i Razavi, 1994. [in Persian].  
 [زمردیان رضا. فرهنگ واژه‌های دخیل اروپایی در فارسی (همراه با ریشه هر واژه). مشهد: مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۷۳.]
- [39] Eastaugh N, Walsh V, Chaplin T, Siddall R. Pigment compendium: a dictionary of historical pigments. Routledge; 2007 Mar 30. [doi.org/10.4324/9780080473765]
- [40] Anthony JW. Handbook of mineralogy. Mineral Data Publishing; 1990.
- [41] Hradil D, Grygar T, Hradilová J, Bezdička P. Clay and iron oxide pigments in the history of painting. Applied clay science. 2003 Apr 1;22(5):223-36. [doi.org/10.1016/S0169-1317(03)00076-0]
- [42] Harandi D. Taheri M.Sardari A. Investigation of mural paintings pigments in historic hill of mash karim in Semirom(place in south of Isfahan) regarding to copper and stone age in Iran. The research and technology institute for color and coating. 2015; 187-197. [in Persian].  
 [هرندی دانیال، طاهری محمد حسین، سرداری علیرضا. شناسایی رنگدانه‌های دیوارنگار «تل مش کریم» سمیرم مربوط به دوران مس و سنگ ایران. علوم و فناوری رنگ. ۱۳۹۴، (۹): ۱۸۷-۱۹۷.]
- [43] Khān Morādī M.Niknāmi K. Investigation of Pigments Structure used in Stucco Decoration of Yazdgerd Castle Sites. Iranian Archaeological Research, 2017(13):143-156. [in Persian].  
 [خان مرادی مژگان، نیکنামী کمال‌الدین. شناسایی ساختار رنگدانه‌های به کار رفته در گچبری‌های به‌دست آمده از محوطه قلعه یزدگرد. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۱۳۹۶، (۱۳): ۱۴۳-۱۵۶.]
- [44] Bāter M. Investigation of Structure Mural Paintings Pigments of Parthian Age. In Khajeh mountain In Sistan.] ornal of Crystallography and mineralogy of Iran, 2010, (3): 323-334. [in Persian].  
 [باتر مسعود. بررسی شناسایی رنگدانه‌های نقاشی‌های دیواری عصر پارتی در کوه خواجه سیستان. مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، ۱۳۸۹، (۳): ۳۲۳-۳۳۴.]
- [45] Adib. D. Comprehensive encyclopedia of the jewelry: world of jewelry. Tehran: pāzineh, 2010; 485. [in Persian]  
 [ادیب داریوش. فرهنگ جامع جواهرشناسی: جهان جواهرات. تهران: پازینه؛ ۱۳۸۹.]
- [46] Castaño JG, Arroyave C. La funcionalidad de los óxidos de hierro. Revista de metalurgia. 1998 Jun 30; 34(3): 274-80. [in Spanish]  
 [doi.org/10.3989/revmetalm.1998.v34.i3.794]
- [47] Odegaard N, Carroll S, Zimmt WS. Material characterization tests for objects of art and archaeology. 2000.
- [48] Nafisī encyclopedia of words, 5 Vol. Tehran: Khayyām, 1964 Nafisī M A. [in Persian]  
 [نفیسی میرزا علی اکبر. فرهنگ نفیسی، ۵ ج، تهران: خیام؛ ۱۳۴۳.]
- [49] Adib.D The world amazing Gems, Tehran: pāzineh, 2011. [in Persian].  
 [ادیب داریوش. گوهرهای شگفت‌انگیز جهان، تهران، پازینه. ۱۳۹۰.]

---