تاریخچه‌ی فلزکاری

محمد جواد جنیدی

مقدمه

بشر از عصرسنگ علاوه برساخت ابزارهای سنگی، برای نقاشی غارها از کانی‌ها استفاده میکرده است ولی کشف اثرات آتش در کانی‌ها و تغییر خواص آنها سبب گردید که انسان بتواند از آنها بهتر و بیشتر استفاده کند . از دوران زبرین پارینه سنگی[1]، خاك رس مرطوب (گل) برای ساختن اشیاء و مجسمه‌های کوچك[2] بکار میرفته است و به‌یقین در خاور میانه از نه هزار سال قبل از میلاد مسیح این اشیاء و مجسمه‌ها «آتش‌دیده» بودند. برخی ازپژوهندگان‌چنین می‌پندارندکه بشر آموخت که دیوارهای گلی بسازد تا در برابر نور خورشید خشك و سفت شوند و از آتش برای ساختن چاله‌هائی با بدنه‌ی گل اندود بمنظور انبار کردن دانه‌ها استفاده کند و سرانجام فرا گرفت که اشیاء و ظروف سفالی قابل حمل بسازد. هنگامی‌که مصنوعات خود را مفید و زیبا یافت و فهمیدکه زیبائی و ثمربخشی‌آنها در اثرحرارت شدید همچنین بامصرف کانی‌های گوناگون افزایش می‌یابد و رنگین میشود سرامیك سازی را فرا گرفت بطوریکه کمی بعد از هفتهزار قبل از میلاد فراورده‌های سرامیك شامل

1_ Upper Paleolithic

2_ figurines

اشیاء بسیار زیبائی بودند (۱ـ۹۰۸)[1]. نمونه‌ای ازاین فراورده‌ها، لیوانی است از شوش پیراسته با اکسیدهای فلزی و متعلق بآواخر هزاره‌ی چهارم قبل از میلاد که فعلا در موزه‌ی لوور پاریس می‌باشد (۱ـ۹۱۰).

عصر فلز

بشر کنجکاو در جستجوی سنگ‌های مناسب برای ساختن ابزار، فلزات خالص مانند مس و طلا را پیدا کرد و متوجه‌شدکه باچکش‌کاری[2] (ضربه) می‌تواند آنها را نرم کند و اشیاء و ابزارهای مورد نیاز خود را بسازد.

فلزات بشکل بومی در طبیعت نادر هستند و معمولا به صورت ترکیبات اکسید، کربنات، سولفور و غیره وجود دارند که اغلب رنگین هستند و نظر را جلب میکنند. در زمانی نامعلوم، شاید کمی بعد از پنجهزار قبل از میلاد و درکوهستانهای سرحد شمالی «هلال خصیب»[3] معلوم گردیدکه در اثر حرارت دادن برخی ازکانی‌های سبز یاآبی‌رنگ در آتشی مناسب، فلز تولید میشود و بدین ترتیب پایه‌ی آغاز عمل گداخت[4] ریخته شد و چون جدا کردن فلز از کانه[5] حرارت زیادی لازم دارد بسیاری از باستان شناسان می‌پندارندکه اینکار در کوزه‌گری انجام شده باشد زیرا برای ساختن ظروف سفالی نیز حرارت بالا لازم است.

۱ـ از طرف راست، شماره‌ی اول مشخص منبع اکتساب و شماره‌های بعدی صفحات آن منبع است.

2. hammering
3. Fertile Crercent
4. smelting
5. ore

همچنین امکان دارد که عمل گداخت از راهی دیگر کشف شده باشد. ممکن است که بشر زمانی دریافته باشد که مس را در اثر حرارت دادن متناوب در آتش، بهتر و آسان‌تر می‌تواند چکش‌کاری کند و درجریان این اعمال درجهٔ حرارت بحرانی برای ذوب مس را پیداکرده ودرنتیجه ذوب و قالب‌گیری مس بومی را بکار برده و در مرحلهٔ بعدی درك کرده باشد که هرگاه جسم سبزرنگ همراه با مس بومی را درآتش چوب یا زغال حرارت شدید دهد مقدار بیشتری مس‌عاید او میشود (۱ـ۹۱۰).

منشاء گداخت هرچه و از هرزمان که بوده باشد امروزه ثابت شده است‌که پیش ازپایان هزاره‌ی سوم‌قبل ازمیلاد قریب‌بتمام فلزاتی‌که میتوانند در اثر احیای کانه‌های مشخص آنها باکربن تولید شوند کشف شده و مورد استفاده قرار گرفته بودند. همچنین بیشتر همبسته‌های[1] مفید آن فلزات نیزکشف و نسبت‌های فلزات برای تولید این همبسته‌ها مشخص شده بودند و از اکثر روشهای امروزی که برای شکل دادن بکار میروند باستثنای آنهائی که نیرو یا ابزارهای بسیار دقیق لازم دارند استفاده میکردند. آهن حتی در این موقع شناخته شده بود ولی مصرف گسترده‌ی آن یك هزاره بتأخیر افتاد. پولاد در حدود ۱۲۰۰ قبل از میلاد و چدن در ۵۰۰ قبل از میلاد تهیّه شد (۱ـ۹۱۱). به یقین در لرستان از دو قرن کمتر یا بیشتر از هزار قبل از میلاد فولاد مرغوب تهیه میشده است (۱ـ۹۱۳) و برخی از پژوهندگان استعمال فولاد را در چین تا ۲۵۵۰ قبل از میلاد رد یابی کرده‌اند (۲ـ۸۹۹). مدتها پیش از آنکه روی بصورت یك فلز خالص درآید درتهیه‌ی یك همبسته (برنج)[2]

1_ alloys 2_ brass

بکار میرفته است (۱ـ ۹۱۱) .

آهن نیز مانند مس ، نخست از آهن بومی (سنگهای آسمانی) تهیه شد ولی پس ازکشف گداخت از کانه‌های آهن بدست آمد و جای مس و برنج را گرفت (۱ـ۹۱۳) .

مس در زمانهای پیشین بسیار ذیقیمت بوده و درحدود ۱۳۰۰ قبل از میلاد درگنجینه‌های معابد مصریها نگهداری میشده‌است (۲ـ۶۴۶) و نشانه‌هائی از روندهای تصفیه‌ی طلا در قبرهای ۲۵۰۰ سال قبل ازمیلاد در مصر همچنین نقشه‌ی نشان دهنده‌ی نواحی معادن طلا مربوط به ۱۳۵۰ تا ۱۳۳۰ قبل از میلاد گزارش شده است (۲ـ۶۷۳) .

در «وندیداد» ازکوره پزی ، شیشه‌گری ، کوره‌ی قلع مخلوط با برنج یا مس ، طلاگدازی، نقره‌گدازی، آهن‌گدازی، مخلوط‌کردن‌فلزات و ساختن ظروف همچنین قلع‌گدازی یاد شده است (۳ـ۹۹ تا ۱۰۱) .

ظهور اشیاء فلزی

کهن‌ترین فلزات شکل یافته‌ای‌که تاکنون‌شناخته‌شده‌اند مهره‌ها و دانه‌های[1] مسی هستند که در شمال عراق پیدا شده‌اند و بآغاز هزاره‌ی نهم قبل از میلاد تعلق دارند و از مس خالص در اثرچکش‌کاری یا شاید با سایش تهیه شده‌اند (۱ـ ۹۱۰) . در میان اشیاء فلزی کهن که یافت شده‌اند لوله‌های‌مسی‌است که برای‌تزیین بکار میرفته‌اند ودرحفاری‌های ترکیه[2] پیدا شده‌اند و کار آنها تا حد زیادی گواه برتکنولوژی فلزکاری در آغاز هزاره‌ی ششم قبل از میلاد است. کار و هنر برخی ازاشیاء مسی

1- beads 2- Çatal Hüyük

که در این ناحیه کشف شده نمایانگر آستانه‌ی عصر فلز است و بنظر میرسدکه این اشیاء با چکش‌کاری مس بومی تهیه شده‌اند (۴ـ۱۲۵۸). اشیاء مسی و دگمه‌های نقره‌ای مربوط به ۴۵۰۰ تا ۴۰۰۰ قبل از میلاد درسیلك کاشان وتیغه‌ی شمشیر یاخنجر ازآهن آسمانی مربوط به۲۷۰۰ قبل از میلاد در عراق[1] بدست آمده‌اند (۴ـ۱۲۶۰). تکه‌های آهن ساخت بشر در نیمه‌ی اول هزاره‌ی سوم قبل از میلاد تهیه شده است (۱ـ۹۱۳). در جریان عملیات سنگ ترکانی در یك هرم در مصر یك‌ابزار آهنی پیدا شده است‌که قدمت آن را پنجهزار ساله احتمال میدهند (۲ـ۸۹۹).

قدمت قسمت اعظم اشیاء مکشوفه، از آغاز یا اواسط هزاره‌ی پنجم قبل از میلاد می‌باشد و این اشیاء نمایان میسازند که در هزاره‌ی پنجم مس، سرب، نقره و طلا در خاور میانه شناخته شده بودند. مهره‌ها و دانه‌هائی‌که در عراق پیدا شده‌اند از مس تقریباً خالص هستند وآثار آرسنیك، نیکل، قلع، روی یا گوگرد درآنها وجود ندارد و این‌نشان میدهدکه ازمس‌بومی ساخته شده‌اند ولی‌متأسفانه‌آزمایش‌های فلزنگاری[2] از آنها بعمل نیامده است تا معلوم شود که با یا بی‌حرارت چکش‌کاری شده‌اند (۴ـ۱۲۵۹).

مقایسه‌ی اشیاء دوره‌های سه‌گانه‌ی سیلك کاشان‌نمایانگرپیشرفت هنری وفنی فلزکاری‌ازدوره‌ی اول تا دوره‌ی سوم‌این‌ناحیه‌است بطوریکه درمیان اشیاء دوره‌ی دوم دستبند ودرمیان اشیاء دوره‌ی سوم سنجاق‌های[3] بزرگ مسی، ابزار مهرزنی[4] و تبر ریخته‌ای و دو دگمه نقره‌ای وجود

1_ Tell Asmar 2_ metallographic
3_ pins 4_ punches

دارند . از اینرو میتوان گفت که ساخت اشیاء مسی در هزارهی پنجم با چکش‌کاری و از مس بومی شروع شده است . آزمایشهائی که از یك سنجاق و یك‌پیکان[1] مسی متعلق به سیلك همچنین ازمس بومی «تل‌مسی»[2] بعمل آمده‌اند نشان میدهندکه ناخالصی‌های آنها ناچیز و هردو ازمس بومی ناحیهی کاشان ساخته شده بودند بعلاوه در ساخت سنجاق از حرارت و در تهیهی پیکان از ذوب و قالب‌گیری استفاده شده است (۴ ـ ۱۲۶۰) .

برخی از پژوهندگان ، نواحی نیمه بایر[3] آناتولی مرکزی و ایران را برای ظهور فلزکاری و متالورژی مناسب تشخیص‌داده‌اند زیرا رخنمون‌های[4] سنگ‌های مفید و کانه‌ها در این ناحیه وجود داشته بعلاوه زمانی این نواحی منزلگاه مهم دو نوع درخت پستهی وحشی[5] وزردتاغ[6] بوده که زغال عالی لازم برای متالورژی را میتوانسته است تأمین کند و بررسی‌های نوینی‌که در مورد گرده‌ها[7] بعمل آمده‌اند القاءکنندهی این امر است‌که دامنه‌های زاگروس در دوره‌ای‌گسترده از ده هزار تا ۵۵۰۰ سال قبل‌ازمیلاداز جنگل‌های‌پستهی وحشی‌پوشیده‌بوده‌است (۴ـ۱۲۵۸) .

نخستین انواع اشیاء فلزی را که در نقاط گوناگون خاور میانه بدست آمده‌اند با ذکر تاریخ تقریبی بقرار زیر معین کرده‌اند (۴ ـ ۱۲۶۰) :

1_ arrowhead 2_ Talmessi
3_ Semiarids 4_ outcrops
5_ wildpistachio 6_ Haloxylon amodendron
7_ pollens

محل	تاریخ تقریبی (قبل‌از میلاد)	اشیاء
چتل هویوك[1] (آناتولی)	آغاز هزاره‌ی ششم	لوله‌ی مسی
سیلك (ایران)	۴۵۰۰ تا ۴۰۰۰	اشیاءمسی، دگمه‌های‌نقره‌ای
آرپاچی‌یه[2] (عراق)	اواخر هزاره‌ی پنجم	تکه‌های سرب ، اشیاء مسی
چگر بازار[3] (سوریه)	اواخر هزاره‌ی پنجم	دانه‌های مسی
مرسین[4] (آناتولی)	اواخر هزاره‌ی پنجم	اشیاء مسی
بیجه سلطان[5] (آناتولی)	اواخر هزاره‌ی پنجم	حلقه‌ی نقره ، اشیاء مسی
چگر بازار	درحدود هزاره‌ی سوم	تکه‌ی آهن آسمانی
تل اسمر (عراق)	در حدود ۲۷۰۰	تیغهٔ شمشیر یا خنجر آهن آسمانی

مراحل احتمالی تکامل فلزکاری

چنین میتوان در نظرگرفت که در پیشرفت فلزکاری با مس‌بومی بشر چهار مرحله را بشرح زیر گذرانیده است :

۱. **چکش‌کاری** ـ بشر در این مرحله با فن و مهارت بسیار محدود عصر سنگ ، مس بومی را با چکش کاری و بدون استفاده از حرارت بصورت دانه و مهره و احتمالا به شکل درفش[6]، سنجاق یاحلقه[7] درآورده است و باید در نظر گرفت که مس بومی در «چتل» ، «سیلك» و «چگر» یافت میشود .

۲. **استفاده از حرارت متناوب**[8] ـ فلزکاران[9] بتدریج دریافتند که حرارت مس را نرم و چکش‌خور[10] میکند وکار آسان‌ترمیشود و اشیاء

1- Çatat Hüyük 2- Arpachiyah
3- Chagar Bazar 4- Mersin
5- Beycesultan 6- awl
7- hoop 8- annealing
9- Smiths 10- malleable

بهتر بدست می‌آیند. بدین ترتیب راه بتدریج برای ذوب مس هموار شد.

۳. **قالب‌گیری گودالی**[1] ـ در این مرحله، فلزکار دریافت که تکه‌های مس پس از ذوب تشکیل توده‌ای واحد را میدهند که بعد از سرد شدن دوباره سخت میگردد. از اینرو برای مصرف تکه‌های اسقاط، راهی پیدا کرد و توانست عرضه‌ی فلز را بالا برد.

۴. **قالب‌گیری با قالب باز**[2] ـ در این مرحله، فلزکار آموخت که فلز گداخته را در قالب‌های بازی‌که با خاك رس و یا در اثر حجاری روی تکه‌های سنگ تهیّه میکرد بریزد و آنرا بشکل دلخواه خود درآورد (۴ـ۱۲۶۰).

ازبررسی اشیاء مکشوفه چنین میتوان استنباط کرد که چکش کاری توأم با استفاده از حرارت از ۵۰۰۰ تا ۴۵۰۰ قبل از میلاد آغاز گردید و ذوب مس، گداخت سرب، نقره و احتمالا مس از ۴۰۰۰ قبل از میلاد شروع شد.

از ۳۵۰۰ قبل از میلاد، قالب‌گیری مس در فلات خاور نزدیك گسترده شد و بتدریج بمصر رسید. عصر فلز از هزاره‌ی سوم گسترش زیاد یافت و مفرغ (برونز) بتدریج اهمیت فراوان پیدا کرد. دراین هزاره نقره وسیله‌ی مبادلات شد و طلا در مجسمه سازی و جواهرسازی بکار رفت. اشیاء مفرغی و سربی فراوان‌تر و ابزارهای فلزی برای بریدن و کندن و شکل‌دادن زیاد شدند و ازهزاره‌ی دوم تجارت فلزات در سراسر خاورمیانه گسترش یافت (۴ـ۱۲۵۹).

1_ puddle casting 2_ open mold casting

گداخت کانه‌ها[1]

فلزکاران درجریان مراحل‌گوناگون یاد شده بدوکشف مهم دست یافتندکه یکی ازآندو شکل دادن واحتمالا ذوب فلزات بومی و دیگری بکار بردن حرارت برای انواع مختلف کانه‌ها ، خاك رس‌ها ودیگرمواد کانی می‌باشند . مدارك ونمونه‌های کافی از مس قالبی موجود هستند که میتوان نتیجه گرفت‌که فلزکاران درهزاره‌ی پنجم وهزاره‌ی چهارم قادر بوده‌اند که حرارت‌های بالا ومناسب برای ذوب مس را تولید وهمچنین تمام فلزات اصلی‌ازآن جمله آهن را احیا کنند . چنین‌می‌توان‌پنداشت که باظهورگداخت ، آزمایشهای فراوان باکانه‌ها ، چوب‌ها و زغال‌ها و پس‌از طرح کوره ولوازم دم آزمایشهائی باخاك‌رس‌ها انجام پذیرفته‌اند. حفاری‌های محل یك تصفیه خانه‌ی مس در آموق (سوریه) که مربوط باواخر هزاره‌ی چهارم است این پندار را بوجود می‌آوردکه «کوپریت» و «مالاشیت» مشترکاً در حضور زغال احیا میشده‌اند و عملیات بدوی در «ارگانی»[2] (ترکیه) ، انارك(ایران) یا«وادی عربه»[3](فلسطین) مشعربرآن است‌که تاحدی‌کانه‌های‌سولفور را باآنها مخلوط میکرده‌اند. بررسی‌های کوره‌های کوزه‌گری سیلك ، کوره‌های گنبدی و آجری «مزوپوتامیا» ، آزمایشهای باستانی و همچنین مطالعه‌ی کوره‌های گداخت ایران ، دستگاههای‌گداخت مس‌هزاره‌ی دوم «وادی‌عربه» که هنوزبرجا هستند، پیشرفت وتکامل‌زیاد طرح‌کوره را نشان‌نمیدهند. ولی‌برای انجام گداخت مس یاسرب نیاز بتکمیل‌وپیشرفت زیاد کوره‌هانبوده است ودستگاههای

1- smelting of ores 2- Ergani
3- Wadi Arabah

مناسب دم ویك کورهی ساده برای اینمنظور کافی بوده وچوبهای خیلی سخت در سراسر فلات وجود داشتهاند . زغال حاصل از چوب درختان پسته یكعامل احیا کنندهیعالی برای متالورژی میباشدوچوبهای خشك درختان تاغ حرارت زیاد تولید میکنند وخاکستر کمی برجایمیگذارند. سرانجام فلزکاران درجریان آزمایش باکانههایگوناگون دریافتندکه مس (یا سرب یا نقره یا روی) در کانههای سولفور وجود دارد و از اینرو استخراج فلز ازکانهها آغازشد وفلزکاران با ادامهیآزمایشها وتجربیات، روشهایسرخکردن[1] وپرعیارکردندراثر گداخت با اکسید شدن[2] وهمچنین تصفیهی حرارتی[3] را فرا گرفتند . برخی از پژوهندگان عقیده دارند که مفرغ ناخالصیکه پساز دورهی مس بومی در هزارهی چهارم ظهورکرد وناخالصیهائی ازقبیل آرسنیك ، آنتیموان ودیگر عناصر را دربرداشت بعلت گداخت کانههای سولفور بوده است . اشیاء مسیهزارهی چهارم نیز مقادیر قابل ملاحظهای ناخالصی دارند. این ناخالصیها تاحدود هزارهی سوم درمفرغ وجود داشتند ولی از این تاریخ به بعد روبکاهش نهادند و واین را میتوان نشانهی پیشرفت عملیات گداخت دانست (۴ـ ۱۲۶۱) .

چون کانهی سرب درحرارتیپایینترازکانهی مساحیا میشود از اینرو گداخت سربباید زودترازگداخت مسانجام شده باشد.اما ممکن است مهمترین نقش سرب در گداخت ، سودمندی آن برای جدا کردن آهن بصورت نوع مفید و قابل شناخت آن از کانههای آهن بوده باشد (۴ـ۱۲۶۲) .

1- roasting 2- matting
3- fire refining

هنوز بطور دقیق روشن نشده است که گام‌های مهم متالورژی در کدام ناحیه برداشته شده است. ازحفاری‌های انجام‌شده معلوم میشود که دو مرکز باستانی معادن مس از «بیجه سلطان» واقع درغرب آناتولی تا سیلك‌واقع درناحیه‌ی مرکزی ایران وجود دارندکه یکی‌معدن «ارگانی» درآناتولی مرکزی و دیگری «انارك ـ نخلك» در حدود ۸۰ میلی سیلك می‌باشند .

منابع‌احتمالی‌دیگرمس برای‌مصارف موردنیازآناتولی،کانسارهائی هستند که در شرق آنکارا گسترده هستند و نمونه‌ای از مس بومی این ناحیه که درآنکاراتجزیه شده ۸۳/۹۹ مس خالص‌داشته است . مس‌بومی ارگانی۰۸/۹۷ درصدخالص بوده ولی‌این‌منبع دردوره‌ی‌بابل‌قدیم‌درحدود ۲۰۰۰ قبل از میلاد تمام شده است (۴ـ۱۲۶۲) . برخی از پژوهندگان عقیده دارند که براساس اکتشافات هیئت دانشگاه استانبول و دانشگاه شیکاگوکه هنوز منتشر نشده ممکن است ثابت شود که ارگانی‌منبع مس بومی برای نخستین‌فلزکاران بوده‌است. اطلاعاتی‌که ازکپه‌های سربارها[1] ومدارك اقتصادی بدست آمده‌اند نمایانگر استخراج معادن «ارگانی» و صدور آن به آشور درسده‌ی بیستم ونوزدهم قبل‌از میلاد است وگداخت سنگ سولفور آن و تبدیل آن بیك مس سیاه بایستی زودتر انجام شده باشد وچون سربارهای اولیه بمیزان۴ درصد مس‌دارند چنین‌نتیجه‌گیری شده که عمل گداخت کاملابدوی بوده وممکن‌است‌آنرا نشانه‌ی نخستین کوشش برای احیای‌کانه‌های سولفور دانست . ناحیه‌ی انارك مقادیر قابل ملاحظه‌ای کانه‌های مس ، سرب ، روی و نیکل دارد و سربارهای

1_ Slag heaps

فراوان درناحیه دیده میشوندولی تنها سندی که در دست می‌باشدنبشته‌ای است که درعمق دو متری یك معدن درنخلك یافت شده که هنوزخوانده و حل نشده است . در هرحال ، معدن « تل مسی » در انارك هنوزمس بومی دارد و ترکیب آن که با روش « طیف‌نگاری »[1] مشخص شده است این احتمال را میدهد که منبع مس برای اشیاء هنری باستانی[2] سیلك باشد . در انارك کانه‌های اکسید و کربنات مس‌گاهی با کانه‌های سولفور همراه هستند وحتی تاسی‌سال پیش‌ازروشهای اولیه‌ی سنتی‌برای استخراج مس استفاده میشده ومس۹۷تا۹۸درصد خالص‌بدست می‌آمده است . کانه‌های نیکل وسرب توأم باکانه‌های مس درانارك یافت میشوند وچون نیکل‌وسرب دو ناخالصی‌مهم‌دراشیاء فلزی هزاره‌ی چهارم وآغاز هزاره‌ی سوم می‌باشندازاینروکویر ایران را بعنوان یك منبع نخستین برای عرضه‌ی مس‌وسرب نباید ازنظردور داشت بویژه که درآغازسده‌ی بیستم قبل از میلاد سوخت‌های صحرائی و عالی ناحیه تمام شده است . کپه‌های سربارهای مس و سرب گویای استخراج هزار ساله‌ای است که باحتمال‌قوی به سه ناحیه‌ی سیلك ، تپه حصاروچشمه علی‌ازآغازهزاره‌ی پنجم تا آغاز هزاره‌ی چهارم مربوط می‌باشد (۴ـ۱۲۶۴) .

منشاءقلع موردنیازفلزکاران‌باستانی‌نامعلوم است. اکثرکانسارهائی که منابع قلع درایران وترکیه تصور میشدند درحقیقت کانه‌های محتوی قلع دربرندارند . زمین‌شناسان در منطقه‌ی وسیع ترکیه ، قفقاز و ایران برای وجود کانه‌های قلع درغرب ترکیه ، درآذربایجان ودرقفقاز امکان محدودی قائل هستند (۴ـ۱۲۶۳) .

1_ spectrography 2_ artifacts

درهرصورت ، فلزکاراواخرهزاره‌ی چهارم قبل‌ازمیلادپدیده‌های انفرادی متالورژی را بمیزان قابل‌ملاحظه‌ای عملامیدانسته است . او از اثرات چکش‌کاری و حرارت متناوب در فلزات ، از عمل اکسید شدن ، ذوب وهمبستگی فلزات وتولید همبسته‌ها بایستی اطلاع میداشته است . او ازپدیده‌ی تجزیه‌ی ساده‌ی کانه‌ها ، ازاحیای آنها، ازتجزیه‌ی مضاعف و از تبادل ناخالصی‌ها بایستی آگاهی میداشته است . او بی‌شك تا حدی درباره‌ی امتزاج‌پذیری[1] یاامتزاج ناپذیری[2] محلول‌هااطلاعاتی‌داشته‌است. چون مس در ۱۰۸۳ درجه وآهن‌در۱۵۳۷درجه سانتی‌گراد ذوب میشود ازاینرو عصر مس چهار هزار یاپنجهزار سال قبل‌از عصر آهن آغاز شده است (۴ـ۱۲۶۴) .

آتش‌کاری[3] درآغاز ، موردی از «یگانگی بین چندگونگی»[4] بوده است . فلزکار و سفال کار فراورده‌ها و باطله‌های[5] یکدیگر را بمصرف میرساندند . فلزات واکسیدهای آنها که فلزکاران تولید میکردند مواد رنگین اصلی بودند که مورد استفاده‌ی سفال‌کاران قرار میگرفتند . همچنین سفال‌کاران ازباطله‌ها برای‌تهیه‌ی‌فراورده‌های خودبکارمی‌بردند. فلزکاران نیز ازسفال‌کاران درباره‌ی خصوصیات وقابلیت احیای اکسیدها مطالبی می‌آموختند وازکوره‌ی آنها استفاده میکردند (۴ـ۱۲۶۴) . اما با وجودیکه بشر برکارهای پیچیده‌ی آتش‌کاری با مهارت تسلط داشته معذلك چندین هزاره ازجنبه‌ی علمی آنها دور بوده است (۴ـ۱۲۶۶) .

1_ miscibility 2_ immiscibility
3_ pyrotechny 4_ Unity in diversity
5_ wastes

بتدریج فلزکاری‌ومتالورژی پابپای سایررشته‌های علوم ولی‌بسیار کند پیش رفتند واطلاعات زیاد و وسیعی‌که عملا فلزکاران و آزمایش کنندگان بدست آوردند وجمع‌آوری کردند برای پایه و پیشرفت علوم نوین مفید و ثمربخش بودند. مشاهده‌ی تغییرات رنگی‌که در تهیه‌ی همبسته‌ها یا درجریان واکنش‌های سطحی بوجود می‌آمدند بشررا بفکر قلب ماهیت[1] فلزات انداختند و کیمیاگری[2] بوجود آمدو کیمیاگران آزمایشهای جالب انجام دادند وبجستجوی فرضیه‌ها ونظریه‌هاپرداختند و آزمایش‌کنندگان بودند که پایه و اساس شیمی مقداری را نهادند. بررسی‌های وسیع شیمیائی درباره‌ی سنگ‌ها همچنین بلوری شدن بقصد ساختن چینی در آغاز سده‌ی هیجدهم در اروپا انجام گرفت و خیلی از فرضیه‌های شیمیائی که به شیمی نوین لاووآزیه[3] انجامید از بررسی‌های متالورژیست‌ها درباره‌ی اکسید شدن و احیا منشاء گرفتند. همچنین بررسی‌هائی‌که درباره‌ی فولاد دمشق‌انجام‌گرفت نه تنها سبب کشف‌کربن در فولاد شدند بلکه بکشف نقش اساسی خاصیت بلور شدن[4] انجامیدکه اکثر علوم نوین مواد[5] برآن پایه‌گذاری شده‌اند (۱ـ۹۱۴).

امروزه متالورژی از اصول و پایه‌های علمی نوین برخوردار و اهمیت فراوان درزندگی روزانه‌ی هرفرد کسب کرده است وازاستخراج کانه‌ها تاتولید فلز، روشها[6] و روندهای[7] فراوان وعملیات گوناگونی مورد استفاده قرار میگیرندکه حاصل صدها سال تجربه وآزمایش و سرانجام

1- transmutation 2- alchemy
3- Lavoisier 4- crystallinity
5- modern science of materials
6- methods 7- processes

بررسی‌های علمی هستند . در این پیشرفت ایرانیان نیز نقش خود را ایفا کرده‌اند ودرتعیین وتکمیل روشها و روندها سهیم هستند که در این خلاصه بذکریك‌مثال یعنی‌روند«شناوری» (فلوتاسیون)[1] پرداخته میشود:

شناوری (فلوتاسیون)

شناوری روندی است که امروزه برای جدا کردن اجسام جامد ریز دانه از یکدیگر بکار میرود و معمولا بمنظور پرعیارکردن کانه‌های فلزی وجدا کردن دانه‌های مفید ازغیرمفید و در نتیجه بالا بردن درصد عیار فلز درکانه‌ها مورد استفاده قرار میگیرد .

برطبق اسناد موجود، محمدبن منصور درسال۱۴۹۱ میلادی این روش را با استفاده ازاختلاف خاصیت نم‌گیری[2] کانی‌ها با روغن‌ها و آب تصفیه‌ی اولترامارین[3] ویا آزوریت[4] بکار برده است (۵ـ۶) .

محمدبن منصور معاصر با اوزون حسن آق‌قوینلو و کتاب خود را به نام او نوشته است . این‌کتاب بزبان فارسی‌وبنام‌گوهرنامه یاجوهر نامه شامل یك مقدمه و دو مقاله می‌باشد . در مقدمه از مواد معدنی و چگونگی تشکیل آنها ونیز خواصشان صحبت میکند . مقاله‌ی اول در باره‌ی جواهرات و شامل بیست باب و یك خاتمه است . مقاله‌ی دوم درباره‌ی فلزات وشامل هفت باب ویك خاتمه می‌باشد. باب شانزدهم از مقاله‌ی اول راجع به لاجورد است وپنج فصل داردکه فصل پنجم آن «در کیفیت غسل لاجورد» است که مورد این‌بحث می‌باشد(۶ـ۲۵۲ و ۲۵۳). محمدبن منصور در این فصل برای تصفیه‌ی لاجورد اصل (لازوریت)[5] و

1- flotation 2- wettability 3- ultramarine
4- azurite 5- Lazurite

لاجورد بدل (آزوریت)[1] وتشخیص آندو ازیکدیگر چهار روش را ذکر کرده که مورد بررسی «گودن»[2] قرارگرفته است. خلاصه‌ی آن بررسی بقرار زیر است :

روش اول ـ معرف‌هائی که در این روش بکار میروند خمیری از زفت[3] در روغن کتان است . روش براساس ورزیدن خمیر و شستن آن و در حقیقت «آگلوتیناسیون»[4] کانه و روغن می‌باشد که نتیجه‌ی آن معلق شدن لازوریت درآب وآگلوتیناسیون کلسیت است .

روش دوم ـ معرف‌هائی که در این روش مصرف میشوند خمیری از مصطکی[5] در روغن زیتون است ولی اساس ونتیجه‌ی روش مانند روش اول می‌باشد .

روش سوم ـ معرف‌ها دراین روش رزین ودر صورت لزوم روغن زیتون بدنبال آن است . روش براساس شناوری[6] می‌باشد که نتیجه‌ی آن شناوری آزوریت درسطح آن وتعلیق سیلیکات درآب است .

روش چهارم ـ معرف در این روش زرده‌ی تخم‌مرغ و اساس روش گرانولاسیون[7] روغن و دکانتاسیون[8] است که نتیجه‌ی آن گرانولاسیون آزوریت وتعلیق سیلیکات درآب می‌باشد (۷ـ۴۳ و ۴۴) .

1- Azurite 2- A. M. Gaudin, Richard Professor of Mineral Dressing, M. I. T

3- pitch 4- agglutination

5- gum - mastic 6- Bulk - oil - flotation

7- granulation 8- decantation

منابع اکتساب

1_ Smith (Cyril Stanley) : Materials and the Devetop_ment of Civilization and Science. Science, Vol. 148, № 3672, May 14, 1965.

2_ Mellor's Modern Inorganic Chemistry. Revised and edited by G. D. Parkes, Longmans, 1961.

۳_ وندیداد _ ترجمهٔ سید محمدعلی حسنی (داعی الاسلام) ۱۳۲۷ شمسی.

4_ Wertime (Theodore A.) : Man's First Encounters with Metallurgy. Science, vol. 146, №. 3649, December 4, 1964.

5_ Gaudin (A. M.) : Flotation, 2nd Edition. McGraw_ Hill Bock Company, Inc., 1957.

۶_ محمدبن منصور : گوهرنامه بکوشش منوچهر ستوده . فرهنگ ایران زمین . دفتر ۳ جلد ۴ صفحات ۱۸۵ تا ۲۹۷ .

7_ Gaudin (A. M.) : Mineral Concentration by Oil Adhesion in XVth Century. Science, vol. 141, №. 10, 1940.