

تاریخ علم، دوره ۱۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۴، ص ۱۴۷-۱۷۳

مروری بر کیمیای جابری، تولید آهن و فولاد در کتاب البرهان فی أسرار علم المیزان

عمادالدین شریف عسکری

دانش آموخته کارشناسی ارشد تاریخ علم، پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران

emsharifas@yahoo.com

(دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۳، پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۹)

چکیده

کتاب البرهان فی أسرار علم المیزان تألیف آیدمیر بن علی جلدکی حاوی شرح کتاب الحديد جابر بن حیان در واکنش‌ها و طبع آهن، علم الإکسیر و علم المیزان و همچنین شامل توصیف مهمی از تولید تجاری آهن و فولاد است. جلدکی ضمن اقرار به پیروی از جابر، کلام او را غیر برهانی می‌داند و می‌کوشد این نقص را جبران کند. او از کیمیاگرانی چون ابوالقاسم عراقی، ابن امیل تمیمی و آپولونیوس تیانمی مجعول و ابن ارفع اندلسی نام می‌برد و با روش رازی در استتزال آهن مخالفت می‌ورزد و به تشریح سخن جابر در مورد ترازوی طبیعی برای اندازه‌گیری قدرت مغناطیسی می‌پردازد. او همچنین توصیفی از ساخت و عملکرد قطب‌نما ارایه می‌کند و سپس به توجیه طلسمات و خواص جادویی سنگ‌ها و گیاهان می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: آلیاژ، آهن، استتزال، اکسیر، جابر، جلدکی، علم المیزان، فولاد، کیمیا، مغناطیس.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

اگر چه شمار فراوان نسخه‌های دست‌نویس نوشته‌های جلدکی نشانگر اهمیت نظرات و افکار او نزد گذشتگان است، ولی متأسفانه زندگی و احوال جلدکی چندان بر ما روشن نیست. خاستگاه او را ده جلدک در دو فرسخی مشهد رضای خراسان می‌دانند. او پس از کسب دانش در نقاط مختلف سرزمین‌های اسلامی به دمشق و قاهره هجرت کرد و سرانجام در قاهره درگذشت (شادفر، ص ۳۳۶-۳۳۸). جلدکی در نهایتاً الطلب فی شرح المکتسب اشاره می‌کند که مدت هفده سال از زندگی خود را در سفر به نقاط مختلفی مانند عراق، آسیای صغیر، یمن، حجاز و مغرب‌گذرانده است و از محضر اساتید مختلف استفاده و انبوهی از کتاب‌های پیشینیان را مطالعه کرده است. او از شهری به شهر دیگر سفر می‌کرد تا اینکه به «لطف الهی» به نزد استادی رهنمون می‌شود و از محضر او در کیمیا بهره‌مند می‌شود. از تاریخ تألیف کتاب‌هایش چنین استنباط می‌شود که تا سال ۷۴۱ق در دمشق می‌زیسته و در سال ۷۴۲ق به قاهره رفته بوده و آثار مربوط به آن سال را در آنجا نوشته است و احتمالاً بعد از ۷۴۳ق درگذشته است. سارتن (ص ۲۸۶۰-۲۸۶۲) پانزده رساله از جلدکی نام برده است اما شمار واقعی تألیفات او را قریب بیست جلد می‌داند. کامل‌ترین سیاهه آثار جلدکی را هولمیارد^۱ (۱۹۳۷) و برخی از محققان فهرست او را با اندکی تغییر آورده‌اند (الزبیق، ۱۴۱۵ق؛ الدمرداش، ۱۹۵۹م؛ الدفاع، ۱۴۰۲ق). احتمال دارد تعدادی از این رساله‌ها با نام‌های مختلف فهرست شده باشند و به همین دلیل شاید تعیین شمار صحیح آنها ممکن نباشد و نیازمند غور بیشتری در نسخه‌های خطی به‌جا مانده است.

کتاب البرهان فی أسرار علم المیزان یکی از مهم‌ترین نوشته‌های جلدکی است که تاریخ تألیف آن مشخص نیست ولی به احتمال قوی پس از نگارش نهایتاً الطلب در ۷۴۳ق نوشته شده باشد. البرهان کتابی مفصل در چهاربخش است که جلدکی در آن علاوه بر کیمیا از طبیعیات، ریاضیات، طلسمات، تنجیم و پزشکی سخن می‌گوید. بخشی از این کتاب به تشریح «خطبة البیان» منسوب به امام علی (ع) اختصاص دارد و همچنین مباحث مفصلی در باب توحید دارد. بررسی البرهان جلدکی در فهم آثار جابری بسیار یاری‌رسان است. در اینجا، دانش و فعل خلاق الهی است که آزمایشگر را مدد می‌کند تا جهش فکری بیابد و خود و جهان را کشف کند. به عبارت دیگر کتاب

1. Holmyard

البرهان تنها یک کتاب کیمیایی و یک دایرةالمعارف علوم آن روزگار نیست، بلکه به نظر، منظومه‌ای از علوم ظاهری و باطنی است که بر گرد کیمیا می‌گردند. در هفتاد سال گذشته مناقشات بسیاری بر حول شخصیت جابر و منشا کیمیای جابر یا جابری بوجود آمده که باعث شده محتوای علمی تاریخی این نوشته‌ها کمتر مورد بررسی قرار گیرد. این نگرشها تا حدودی از پیش فرض های متقدمین این پژوهشها متاثر بوده تا نتیجه پژوهشها (گلیک، ۱۹۹۹م).

به عقیده هولمیارد آشنایی جلدکی با رسالات کیمیایی بی‌مانند است و از آنجا که قلم او خستگی‌ناپذیر بود میراث او برای سال‌ها اشتغال یک دسته از دانشوران را کفایت می‌کند (هولمیارد، ص ۴۸-۴۹). در کتاب‌های جلدکی از سرچشمه‌های دانش کیمیا فراوان نام برده شده است و نقل قول‌های طولانی او از بزرگان کیمیا، به مورخ علم در شناخت آنان یاری می‌رساند. قسمت دوم از جزء سوم کتاب البرهان حاوی شرح و تفسیری از کتاب الحديد جابر بن حیان در طبایع، فعل و انفعال، خالص‌سازی و آلیاژهای آهن است. در این نوشته برای بررسی این بخش از دو نسخه استفاده کرده‌ایم که به اختصار آنها را «مصر»^۲ و «دوبلین»^۳ می‌نامیم.

در این کتاب، جلدکی از دانش جابر و پیروانش تجلیل می‌کند و رازی را تند و خصمانه نقد می‌کند و معایب روش او را برای خالص‌سازی و ذوب آهن تشریح می‌کند (مصر، ص ۶۲). ذکر این نکته لازم است که رازی علی‌رغم اینکه جابر را استاد خود می‌داند اما از به کارگیری علم المیزان اجتناب می‌کند. او نگرشی کاملاً عملی و تجربی دارد و به نظر می‌رسد برای اجتناب از عوامل غیر تجربی در کیمیا، آن پرسش‌های بنیادی جابر را هیچ‌گاه از خود نمی‌پرسد. دستورالعمل‌های رازی مبین شناخت وی از اهمیت نسبت مواد در فرآیندها است، ولی علاقه‌ای به نظریه‌پردازی در این مورد ندارد. این بی‌علاقگی و بی‌توجهی جلدکی را به خشم می‌آورد. او پس از آوردن قولی از رازی

1. Glick

۲. نسخه شماره ۳۹۵۵ کتابخانه و آرشیو ملی مصر، جزء سوم و چهارم کتاب البرهان. کاتب آن احمد بن احمد بن ابراهیم جریبات الشافعی ملقب به الکاتب الأزهری است. تاریخ اتمام کتابت ۲۹ محرم ۹۹۸ ق است و کاتب اشاره می‌کند که از نسخه شیخ محمد بن ابوالخیر المالکی المیقانی الشریف استنساخ کرده است. این نسخه از کامل‌ترین نسخه‌های موجود از این بخش از کتاب است (دمرداش، ۱۹۵۹م).

۳. نسخه شماره ۴۱۲۱ کتابخانه جستریتی دوبلین که از نسخه نخست متأخرتر است و مجموعه‌ای شامل چند اثر جلدکی است. تاریخ کتاب آن احتمالاً قرن دوازدهم است اما کاتب آن شناخته نیست (آزبری، ص ۳۸-۳۹).

بدون ذکر نام، معایب آن را مطابق آنچه در بالا گفته شد توضیح می‌دهد و هشدار می‌دهد که جوینده راستین کیمیا نباید از روش «جاهلان» پیروی کند و عمر و مال خود را ضایع کند (مصر، ص ۶۳).

در جزء چهارم، جلدکی به توصیف تولید آهن و فولاد در کارگاه‌های فلزگری می‌پردازد که از لحاظ تاریخی اهمیت دارد و با متون دیگری نظیر الجواهر بیرونی (ص ۴۰۳-۴۱۴) قابل مقایسه است. او به تحلیل فرایند تولید آهن و فولاد از جنبه کیمیا جابری و علم المیزان می‌پردازد. حکیم ما استحکام و نقش زیبای فولاد دمشقی را حاصل اعمال دقیق موازین می‌داند و معتقد است انحراف از آن موجب بیماری و در حجاب افتادن نقش فولاد می‌شود. در اینجا حکیم باید با اکسیری بیماری را درمان کند و پرده از رخ زیبای فولاد بردارد (دوبلین، ص ۱-۳).

نظریه جیوه- گوگردی فلزات

کیمیاگران یا اهل صنعت، معادن زمین را مانند بوته بزرگ کیمیاگری می‌دانستند که در آن عملیات «طبخ» و «تولد» فلزات رخ می‌دهد. در این بوته بزرگ، گوگردها و جیوه با هم وارد واکنش می‌شوند و بسته به نوع، خلوص و کیفیت امتزاج آنها با جیوه، فلزات مختلف به وجود می‌آیند (مصر، ص ۶۴). گوگرد در حالت خالص خود زردی درخشانی دارد و کاملاً خشک است و جیوه در عین سیالیت، جلا و ثقل فلزی دارد. در این نظریه، سیالیت جیوه، ارثی است که به فلزات ذوب شونده رسیده و معرف «رطوبت» است، زیرا می‌توانند چون آب «روان» شوند. به عبارت دیگر، میزان رطوبت، سهولت ذوب یک فلز را تعیین می‌کند. با همین قیاس، قلع چون سریع ذوب می‌شود بسیار مرطوب و آهن که از فلزات دیگر دیرتر ذوب می‌شود بسیار خشک است (همان، ص ۶۸، ۸۰). جیوه با گوگرد ممزوج می‌شود و هرچه طبخ این دو کامل‌تر باشد فلز حاصل کامل‌تر خواهد بود و طلا غایت اعتدال در امتزاج دو رکن است. در طلا به سبب امتزاج کامل گوگرد با جیوه، گوگرد آزادی آن را ندارد که در حرارت شعله بسوزد و در نتیجه طلا در مقابل آتش کوره ذوب پایدار است و کاستی نمی‌پذیرد (همان، ص ۸۰).

۱. در ادبیات کیمیاگران ترکیبات گوگرد دار مانند زرنیخ (سولفید آرسنیک) نیز گوگرد یا کبریت به شمار می‌رفتند. زرنیخ دارای انواع گوناگونی است که بسته به خلوص رنگ و رفتار شیمیایی متفاوتی دارند.

بر این اساس فلزات پست تر تنها به سبب کیفیت گوگرد و کیفیت طبع با طلا تفاوت دارند و به همین سبب دچار بیماری شده‌اند. حکیم در اینجا «طیب» است و طبع فلز بیمار را می‌شناسد و داروی مناسب را که همان اکسیر است برای جبران افزونی و کاستی رطوبت، خشکی، سردی و تری به کار می‌برد. اینجا همان حلقه اتصال طب و کیمیا است. جابر برای طبایع مقیاس دقیق‌تری نسبت به مقیاس جالینوسی بنا نهاد که در علم المیزان متجلی است. با دانستن اندازه دقیق طبایع به کمک علم المیزان، حکیم می‌تواند انحراف طبایع را از میزان درست با اکسیر درمان کند (مصر، ص ۶۸، ۷۴). گویی جابر امکان جدیدی در اختیار کیمیاگران می‌گذارد که کیمیا را به طبابت شبیه می‌کند. او همچنین نشان داد که یک فلز می‌تواند برای فلز دیگر اکسیر باشد و شرط آن دانستن دقیق میزان طبایع فلزات مبدأ و فلز مقصد است (لوری، ص ۱۵۴-۱۵۷). به عبارت دیگر او درمان یک فلز با هم‌نوع خود را مطرح کرد. این رویکردی نوین در مفهوم و کاربرد اکسیر بود. در این روش جدید، تغییر اعراض فلز مد نظر نبود بلکه ذات و طبیعت مغلوب فلز دستخوش تغییر می‌شد (مصر، ص ۷۴-۷۶).

علم الإکسیر

برای ورود به علم المیزان دانستن مقدماتی از اکسیرها و روش‌های تهیه آنها ضروری است. مطابق با کیمیای جابری اکسیرها مراتبی دارند و بسته به محدوده اثرشان مراتب ارزش آنها متفاوت است. در صدر همه اکسیرها «اکسیر اعظم» است که می‌تواند تمامی فلزات را درمان کند و تنها با دانستن دستورالعمل‌های کهن دستیابی به آن ممکن است و ساخت چنین اکسیری فقط با در نظر گرفتن همه نکات و رعایت صحیح اصول و موازین ممکن است (کراوس، ج ۱، ص ۲، ص ۴).

در کیمیای جابری اجسام مرکب جهان را می‌توان با به کار گرفتن روش‌هایی به عناصر سازنده آنها تجزیه کرد و اجزاء عنصری اجسام را به صورت خالص از یکدیگر جدا کرد. جابر مکرراً در مورد تفکیک‌پذیری اجناس ثلاثه معدنی، نباتی و حیوانی به عناصر اولیه تأکید کرده است و در میان این سه گروه به مواد حیوانی توجه ویژه داشت. روشی که او در این مورد به کار بست استفاده از تقطیر تخریبی و تکلیس کنترل شده مواد حیوانی بود. از منظر تاریخ علم استفاده از مواد حیوانی مانند خون در ساخت اکسیرها، ترکیباتی نظیر سیانیدها را به زرادخانه کیمیاگران سده‌های میانه افزود که در

کیمیای یونانی وجود نداشت. برای نمونه تکلیس خون مطابق با شرح رازی منبع یون سیانید است و اکسیرهای مختلفی از آن قابل تهیه است (کتاب الأسرار، ص ۲۱۸-۲۱۹) کرفت^۱ (۲۰۰۸م) نشان داده است که در سنتز اولین رنگدانه مصنوعی تجاری حاوی سیانید^۲ از تکلیس خون به عنوان منبع سیانید استفاده شده است.

مطابق با روش جابر وقتی قطعه‌ای گوشت، خون یا چوب را در آوند تقطیر حرارت می‌دهیم، ابتدا «آب» از دستگاه خارج می‌شود. سپس مواد روغنی سنگین تر یا «دهن» که جابر از آن به عنوان «هوا» یاد می‌کند جدا می‌شوند و بعد جسم شعله‌ور می‌شود و این همان عنصر «آتش» است که وی آن را «صبغ» یا رنگ نامیده است و سپس خاکستر یا «خاک» برجای می‌ماند. خاک برجا مانده بسته به ماده به کار رفته، حیوانی یا گیاهی، و شیوه حرارت و فرایند تکلیس حاوی ترکیباتی مانند سیانیدها (از خون) و سدیم یا پتاسیم کربنات (بسته به چوب یا گیاه مورد استفاده) و یا آمونیم کربنات (از شاخ یا موی حیوانات) است. آنچه به دست می‌آید بسته به صفاتی که دارد یکی از عناصر چهارگانه است (جدول ۱).

جدول ۱

آتش = گرمی + خشکی + جسم
هوا = گرمی + رطوبت + جسم
آب = سردی + رطوبت + جسم
خاک = سردی + خشکی + جسم

جابر این فرآیند را که در آن طبایع خالص به دست می‌آید و باز ترکیب می‌شوند «تدبیر الأعظم» می‌نامد. دومین روش «تدبیر الأوسط» است که طبایع ناخالص مورد استفاده هستند و سومین روش «تدبیر الأدون» است که مستقیماً از عناصر بدون تحویل آنها به طبایع استفاده می‌شود. در قسمت بزرگی از کتاب السبعین، جابر نظریه و توصیف عملی این کار را آورده است. او مراحل ساخت اکسیر را چنین نام می‌برد:

احسان الوقت: انتخاب زمان مناسب برای کار؛ تقطیر ابتدایی: تجزیه جسم به عناصر چهارگانه تشکیل دهنده آن؛ تطهیر الماء: تحویل آب به سرما؛ تطهیر الدهن: تحویل روغن

1. Kraft
2. Prussian Blue

یا هوا به رطوبت؛ تطهیر النار: تحویل آتش به گرمی؛ تطهیر الأرض: تحویل خاک به خشکی؛ تعیین اوزان مورد نیاز برای اکسیر مورد نظر؛ امتزاج کامل طبایع و نه اختلاط آنها؛ بکار بستن اکسیرها (کراوس، ج ۲، ص ۸-۹).

به نظر می‌رسد که در اینجا نمی‌توان به اهمیتی که جابر برای فلزات در ساختن اکسیر اعظم قائل است به درستی پی برد. او در یکی دیگر از آثار خود می‌نویسد:

... کسی اکسیر را به نیکویی نمی‌سازد مگر آنکه در جسم، طبایع را به صورت جداگانه تعدیل کند پس به مقصود که همان سنگ ما است و مانند سنگ ما عمل می‌کند پس سخن ما در مورد جسم و تعدیل عناصر آن است پس باید مثل مس و یا آهن را بردارد و ابتدا با آب و سپس هوا و بعد با آتش و در نهایت با خاک آن را به عمل آورد پس از آن رنگ‌زایی معتدل برای اجسام به دست می‌آید (تدبیرالاکسیر الأعظم، ص ۷۵).

پس از تهیه طبایع خالص، باید این طبایع در واکنش با فلزات قرار گیرند تا اکسیر به دست آید. با این همه ساخت اکسیر از آهن مطابق با کتاب الحدید جابر دشوار است، زیرا آهن در ساخت اکسیرهای بزرگ قابل استفاده نیست و با طلا و نقره نیز ممزوج نمی‌شود. جلدکی اعتراف می‌کند که برای درک این سخن جابر نزدیک به بیست سال تفکر کرده است و نتیجه آن را به خواننده تقدیم می‌کند. او برای شرح سخن جابر آن را به هفت قسمت تقسیم کرده که هر بخش شامل سخنانی در نفی و اثبات است و برای هر قسمت به ارائه برهان و تفسیر مفصل می‌پردازد. خلاصه تحلیل پردامنه او از سخنان جابر به این صورت است: اول آنکه باید اکسیرهای کوچکی در مقابل اکسیرهای بزرگ داشته باشیم تا آهن در زمره کوچک‌ها قرار گیرد. اکسیر ترکیبی از مواد است که از ترکیب اجساد ثابت و مواد فرار درست شده است و هنر کیمیاگر آن است که این اجزا را با روش‌های طولانی و میانه و کوتاه به نحوی ترکیب کند که ثبات از اجساد ثابت و فراریت از جسم فرار گرفته شود و حاصل ترکیبی باشد که نه تمایل به فرار در اثر حرارت داشته باشد و نه چنان ثابت و خنثی باشد که ممزوج نشود (مصر، ص ۵۷-۶۰).

سخنان جلدکی ما را به درک دسته بزرگی از عملیات کیمیاگری رهنمون می‌شود که در کتاب‌هایی مانند کتاب الأسرار رازی وجود دارند. در این دستورالعمل‌ها یک فلز در واکنش با مواد مختلف تبدیل به موادی می‌شود که تمایلی به فراریت یا سوختن در اثر آتش ندارند و البته فلز هم دیگر در حالتی نیست که بتواند ذوب و روان شود. در

نهایت محصول این عمل که همان اکسیرها هستند و برای رنگ کردن فلزات به کار می رود؛ مانند آنچه رازی از خاصیت رنگ کنندگی آهن گفته است:

براده آهن را بگیر و با هم وزنش زرنیخ سرخ بسای و در یک کوزه گل گرفته بریز و در کوزه کوزه گران بگذار و پس از سرد شدن آن را بیرون بیاور و بشوی و خشک کن و با آب و نمک خمیر کن و کار را از نو بکن تا جسم سفیدی مانند نقره گردد. اگر این آهک را با آب نشادر که با نمک تصعید شده هفت بار تشمیع کنی و حل کنی و با جیوه تصعید شده آغشته کنی و با آتش ملایم هفت بار برشته کنی بسیار خوب منعقد می شود و یک درهم آن صد درهم مس و قلع را خوب به رنگ سیم می کند ان شاء الله (رازی، ۱۳۴۹ ش، ص ۱۰۳).

نکته مهم دیگر استفاده از جیوه در ساخت اکسیرها است. برای ساخت اکسیرهای مهم یا همان اکسیرهای بزرگ، قسمت اصلی کار شامل انحلال فلز مورد نظر در جیوه است. در ادامه جیوه اضافی تصعید می شود و فلز به احتمال زیاد به شکل خوشه های فلزی باقی می ماند. بر این اساس احتمالاً چون حل پذیری آهن در جیوه اندک است ساخت اکسیر آن از طریق ملغمه تقریباً غیر ممکن است. شاید این نکته دلیل سخن جابر در مورد محدودیت ساخت اکسیرهای بزرگ از آهن باشد. اما ساخت اکسیرهای دیگری از آهن بدون استفاده از جیوه امکان پذیر است. این اکسیرها که «تراکیب» نیز نامیده می شدند (مصر، ص ۵۸)، کاربرد محدود و ارزش کمتری داشته اند.

علم المیزان

جابر در علم المیزان برای محاسبه میزان طبایع موجود در اجسام روشی عرضه کرده است. نخست او برای هر یک از طبایع مراتبی در نظر گرفته است (جدول ۲). هر چند منشأ این نظر آراء کیمیاگران یونانی است اما جابر نظام تقسیم بندی ایشان را کافی نمی داند. برای نمونه جالینوس برای شدت طبایع حاضر در مواد معدنی، نباتی و حیوانی، یا همان اجناس ثلاثه، یک طبقه بندی عرضه کرده است که پزشکان دوره اسلامی نیز از آن استفاده می کردند. جابر این طبقه بندی را بسیار ناقص می یافت زیرا به زعم او بسیاری از مواد، به ویژه داروها، با میزان طبایع مختلف و تأثیرات متنوع در این طبقه بندی نمی گنجند. جالینوس برای هر کدام از طبایع چهار مرتبه قرار داد اما جابر برای هر مرتبه جالینوسی هفت زیر مجموعه قرار داد: مرتبه، درجه، دقیقه، ثانیه، ثالثه، رابعه و خامسه

و همچنین یک قاعده تناسب ۸:۵:۳:۱ به این مراتب افزود و به این ترتیب این نظام جدید ۱۱۲ (=۴×۴×۷) حالت ترکیبی دارد (لوری، ص ۲۳).

جابر معتقد بود برای درک میزان طبایع در یک ماده می‌توان از روش‌های سنتی استفاده کرد و خواصی نظیر رنگ، بو، صدا، مزه و مانند آن را ملاک قرار داد اما چون این نشانه‌ها در بسیاری موارد کارایی ندارند، برای درجه‌بندی دقیق شدت طبایع از یک نظام محاسباتی به نام میزان حروف استفاده کرد. بر پایه علم میزان حروف، حروفی که برای نام یک فلز به کار می‌روند در یک نظام ارزش‌گذاری به اعداد تبدیل می‌شوند و مبنای محاسبه شدت و میزان طبایع آن فلز قرار می‌گیرند.

جدول ۲

مرتبہ	گرمی	سردی	خشکی	رطوبت
ا	ب	ج	د	
ه	و	ز	ح	
ط	ی	ک	ل	
م	ن	س	ع	
ف	ص	ق	ر	
ش	ت	ث	خ	
ذ	ض	ظ	غ	

جابر برای انجام محاسبات مربوط به طبایع به این جدول جدول دیگری نیز می‌افزاید (جدول ۳) که در آن مقادیر منتظر با هر مرتبه‌ای را آورده است. واحد اندازه‌گیری میزان و اندازه طبایع در جدول دوم بر مبنای دانتق (دانگ) که یک ششم درهم است به دست می‌آید. ارقام مندرج در جدول دوم از تصاعد ۸:۵:۳:۱ که به عقیده جابر متعادل‌ترین نسبت‌ها است، تبعیت می‌کند (استپلتن، ص ۴).

جدول ۳

مرتبۀ اول	مرتبۀ دوم	مرتبۀ سوم	مرتبۀ چهارم	
۷	۲۱	۳۵	۵۶	مرتبۀ
۳	۹	۱۵	۲۴	درجه
۲/۵	۷/۵	۱۲/۵	۲۰	دقیقه
۲	۶	۱۰	۱۶	ثانیه
۱/۵	۴/۵	۷/۵	۱۲	ثالثه
۱	۳	۵	۸	رابعه
۰/۵	۱/۵	۲/۵	۴	خامسه

برای مثال کلمه «أسرب» که به معنی سرب است مطابق با جدول یک دارای یک مرتبه حرارت یا گرمی، یک ثانیه بیوست یا خشکی، یک ثالثه رطوبت یا تری و یک مرتبه برودت یا سردی است. حرف «أ» در مرتبه اول جدول دوم نهاده می‌شود و چون ارزش آن «مرتبه» است میزان گرمی آن ۷ دانگ است. حرف «س» در مرتبه دوم قرار داده می‌شود و چون ارزش ثانیه را دارد میزان سردی آن ۶ استخراج می‌شود و حرف «ر» با ارزش ثالثه در مرتبه سوم گذاشته می‌شود و نتیجه عدد ۷/۵ دانگ خشکی است و نهایتاً حرف «ب» در مرتبه چهارم قرار دارد و ارزش مرتبه دارد پس معادل با ۵۶ دانگ رطوبت است. برای دیگر فلزات مانند «الذهب» (=طلا) و «الفضة» (=نقره) نتایج برای دو طبع به دست می‌آید زیرا دو حرف طبع یکسانی دارند. برای موادی که نام هایی بیش از چهار حرف دارند جابر روش پیچیده تری به کار می‌برد و طبایع بیرونی و درونی را نیز در این محاسبات وارد می‌کند. به هر ترتیب اعداد و اوزان به دست آمده در فرآیندهای مختلف نظیر ساخت اکسیر و ساخت آلیاژها برای متعادل کردن طبایع و حصول نتیجه به کار می‌روند (لوری، ص ۱۵۲-۱۵۳).

در کیمیای جابری برای توضیح رفتار فلزات، برای آنها طبایع بیرونی و درونی در نظر گرفته بودند. به طور مثال طبع آهن را گرم و بسیار خشک توصیف می‌کردند و به این معنی بود که گرمی بر سردی و خشکی بر رطوبت غلبه کرده و آنها را مغلوب کرده است ولی طبایع سردی و رطوبت هنوز در باطن و درون فلز به صورت نهفته وجود دارند. پس طبایع ظاهری و بیرونی هر فلز به زبان امروز، مسبب خواص فیزیکی و شیمیایی آن هستند و طبایع نهفته و درونی آن نشان‌گر استعداد تبدیل و استحاله آن به فلز دیگر

هستند. اگر کیمیاگر می‌توانست توازن موجود را معکوس کند و برای مثال سردی و رطوبت آهن را از درون به بیرون بکشد و گرمی و خشکی آهن را مغلوب و نهفته کند، فلز قلع به دست می‌آید. او برای بر هم زدن توازن موجود و غلبه کردن و مغلوب شدن طبایع نیاز به اکسیر مناسب داشت. پس از دیدگاه کیمیاگران هر فلزی طبع فلز دیگر را در خود دارد و در نهایت همه فلزات باید قابل تبدیل به طلا باشند زیرا طلا متوازن‌ترین و کامل‌ترین طبایع را دارد و هر فلز ناقصی پس از تعدیل و تقویم مزاج، طلا خواهد بود (کراوس، ج ۲، ص ۲).^۱

جدول ۴. طبایع بیرونی و درونی فلزات در کیمیای جابری

فلز	طبایع بیرونی	طبایع درونی
سرب	سرد-خشک (بسیار نرم)	گرم-مرطوب (بسیار سخت)
قلع	سرد-مرطوب (نرم)	گرم-خشک (سخت)
آهن	گرم-بسیار خشک (سخت)	سرد-مرطوب (نرم)
طلا	گرم-مرطوب	سرد-خشک
مس	گرم-خشک (خشکی کمتر از آهن)	سرد-مرطوب
نقره	سرد-خشک	گرم-مرطوب
جیوه	سرد-مرطوب (نرم)	گرم-خشک (سخت)

جلدکی می‌گوید اگر تقابل طبایع مربوط به عوارضی بود که بر جسم عارض شده بود، حکیم کیمیاگر می‌تواند با اکسیری آن را رفع کند و استحاله را انجام دهد. عوارض یعنی اینکه فلزات چکش خوار و ذوب شونده در خواصی چون سبکی و سنگینی، رنگ و بو، سختی و سستی و... متفاوت باشند، در چنین حالتی با استفاده از علم اکسیر می‌توان طبایع را تنظیم کرد و بیماری‌های فلزات را درمان کرد، همان‌گونه که گندم در بدن

۱. البته نباید تصور کرد که این طبایع و حتی فلزات مورد اشاره در تمامی متون کیمیایی پذیرفته و ثابت بوده است. جلدکی در جزء دوم در طبع آهن از قول جابر طبایع پذیرفته شده گرم و خشک ظاهری را به چالش می‌کشد و با بحث مفصلی سعی در اثبات طبع سرد و خشک برای آهن دارد و از آنجا طبع درونی گرم و مرطوب را برای آهن در نظر می‌گیرد و سخن جابر را در باره خاصیت رنگ‌زایی شدید آهن با توجه به طبع درونی آهن که ظاهر طلا است توجیه می‌کند. در مورد فلز هفتم اختلاف نظر زیادی وجود دارد و بسیاری از کیمیاگران خارصینی را فلز هفتم در نظر می‌گیرند و در متون دیگر جیوه فلز هفتم است. خارصینی محل مناقشه بسیاری است و عمدتاً آن را نادر و کمیاب می‌دانند و احتمال می‌رود همان روی باشد (رازی، ۱۳۴۹، ص ۵۱۷). جلدکی در همین رساله به این اختلاف نظر اشاره می‌کند و جانب خارصینی را می‌گیرد زیرا جیوه قابل ذوب و چکش خوار نیست.

جانداران به گوشت و شیر و خون و عصب و رگ تبدیل می‌شود زیرا همگی از یک نوع سرچشمه گرفته‌اند و این آن چیزی است که علم اکسیر به آن قایل است (مصر، ص ۷۴). اما اگر تفاوت در ذات و نهان جسد و فلز بود اکسیر به کار نمی‌آید و نیاز به استحاله است. بنا به قول جلدکی استحاله مربوط به علم میزان از نوع تبدیل خون و شیر به نطفه است که از نطفه، انسانی به وجود می‌آید و با علم اکسیر که با تغییر اعراض از طریق تغذیه سر و کار دارد متفاوت است. به زعم جلدکی علم المیزان به شباهت‌های پنهان شده در باطن اجسام می‌پردازد و به تشابه در نوعیت در سطحی بالاتر از علم اکسیر اشاره می‌کند. در دل فلزات چکش خوار ذوب شونده طلای تام و کامل پنهان است و این تقابل بالفعل نیست بلکه بالقوه محسوب می‌گردد. بر خلاف علم اکسیر که از طریق تضاد و تقابل در خواص اکسیر و فلز مورد نظر به هدف استحاله می‌رسد در علم میزان باید خاصیت پنهان در ذات را رشد داد و به ثمر رساند همان گونه که نطفه به انسانی استحاله می‌شود (مصر، ص ۷۵).

جابر می‌گوید این انقلاب و استحاله از اثر نفس است و نفس متأثر از طبعی است که قابل اندازه‌گیری است و آن «وزن» است. در شرح این سخن، جلدکی می‌گوید نفس به تمامی طبایع نفوذ می‌کند و میزان آن بر حسب اجزای کمی و وزن است و استحاله متناسب با وزن اجزا رخ می‌دهد و بر سخن جابر نکته دیگری می‌افزاید و آن عنصر آتش است که می‌تواند فاعلی توانا محسوب گردد. آتش می‌تواند سازگاران را متحد و ناسازگاران را پراکنده کند، و این اشاره به اثر حرارت در ذوب و امتزاج فلزات و جدا شدن ناخالصی‌ها و سرباره دارد (مصر، ص ۷۶). سپس جابر ادامه می‌دهد:

پس بدان که فلزات ذوب شونده آنهایی هستند که ارواح یکسانی دارند و بین ارواح آنها و اجساد آنها نوعی آمیختگی وجود دارد که به نظر من موجب خواصی است که در هر کدام از آنها وجود دارد و از آنها انتظار می‌رود.

جلدکی می‌گوید که منظور جابر، یکسان بودن نوعیت ارواح است که در تمامی فلزات یکی است ولی مقدار آن در هر فلزی نسبت به فلز دیگر یکسان نیست و به همین ترتیب میزان جسد آنها هم متفاوت است و مجموع این تفاوت‌هاست که سرب را فی المثل از طلا متفاوت می‌کند. عبارت «نوعی از آمیختگی» دلالت بر فلزات ناقص دارد و با آمیختگی کامل روح و جسد در طلا تفاوت دارد. جلدکی بر جابر خرده می‌گیرد که بهتر بود طلا را استثنا می‌کرد زیرا استحاله مورد نظر برای طلا قابل اعمال نیست بلکه

دیگر فلزات هستند که باید به طلا برسند. او می‌افزاید علم میزان راه تنظیم مجدد نسبت روح و جسد در فلزات است و بر اجزای کمی و کیفی فلز تأثیر می‌گذارد و پس از آنکه نسبت‌ها تنظیم شد، استحاله در چشم بر هم زدنی رخ می‌دهد (همان‌جا).

مطابق با شرح جلدکی جابر در این قسمت به تشکیل فلزات و «طبخ» و «اتصال» بین روح و جسد فلزات در معدن می‌پردازد و می‌گوید که فلزات خصلت خود را از کیفیت آمیزش روح و جسد اولیه گرفته‌اند و کیمیاگر می‌تواند با آگاهی بر اسرار اولیه آفرینش فلزات، به فهم خواص نهانی آنها نایل شود و در کارهای مختلف آن را به کار ببرد. حکیم کیمیاگر می‌تواند با دانش، خواص و تغییراتی را در فلزات ایجاد کند که در آفرینش اولیه آنها وجود نداشت. برهان جلدکی آن است که خداوند از صورت هیولایی اولیه‌ای آنها را ساخت و برای هر کدام کنش و واکنش خاصی قرار داد، بنا بر این امکان انتقال حالت و استحاله فلزات و یا به تعبیر جلدکی ترکیب ثانویه نیز به اذن خدا ممکن است و در واقع در امتداد خلقت اولیه است (مصر، ص ۷۷).

اینکه مقدار روح و جسد فلزات به اندازه و درست است به این معنا است که میزان کلی ارواح واجساد در فلزات یکسان است ولی کیفیت امتزاج و طبخ ارواح واجساد در فلزات مختلف یکسان نیست. ولی این اتصال بین روح و جسد در همه فلزات به اندازه ای است که خواص مشترک ذوب شوندگی و چکش‌خواری را به وجود آورد. همه فلزات در آتش مانند جیوه روان می‌شوند ولی سرعت ذوب آنها یکسان نیست، آنها که سریع‌تر ذوب می‌شوند طبخشان سست‌تر است یعنی روح و جسدشان اتصال سستی دارند و آنها که دیر ذوبند اتصال روح و جسد در آنها قوی‌تر است. مثلاً نقره به سبب سستی اتصال بین روح و جسد سریع‌تر از طلا ذوب می‌شود و وزن آن طی عملیات ذوب و خالص سازی کم می‌شود و می‌سوزد و اگر در اصل تکوینش اتصال طلا را پیدا کرده بود، از وزن آن کاسته نمی‌شد. در واقع جلدکی کاهش وزن و سوختن نقره را در عملیات ذوب و خالص سازی به روح موجود در فلز مرتبط می‌داند که چون با جسد به خوبی متصل نشده فرار می‌کند در حالی که طلا به سبب پایبندی روح به جسدش، اجازه فرار روح و

در نتیجه کاهش وزن را نمی‌دهد و وقتی از تنکار و ناترون^۱ تشویه^۲ شده استفاده شود طلا بسیار راحت و با کمترین اتلاف ذوب می‌شود (مصر، ص ۷۹). او در توجیه اینکه گاهی از وزن طلا در عملیات ذوب کاسته می‌شود می‌گوید که بوته ذوب و املاح کمک ذوب مقداری از طلا را «می‌نوشند» و حکیم کیمیاگر با استفاده از جیوه، طلای نوشیده شده را پس می‌گیرد، در نتیجه هیچ نقصانی در وزن به وجود نمی‌آید. وارد کردن جیوه در بوته و آمیزش آن با سرباره و باقی‌مانده‌های ذوب ملغمه طلا-جیوه را می‌سازد و پس از تصعید جیوه، طلای نوشیده شده باقی می‌ماند (همان‌جا؛ نیز در این باره نک: هودسون، ص ۴۵). در اینجا بار دیگر جلدکی را در کسوت یک کیمیاگر ورزیده می‌بینیم، او همچنین خواننده را به خواندن کتاب‌های دیگرش، غایه السرور و کنز الاختصاص ارجاع می‌دهد (همان‌جا).

در مورد رصاصین یعنی سرب و قلع، جلدکی قایل به سستی ذاتی طبع این دو فلز است ولی می‌گوید که طبعشان به اندازه‌ای هست که ذوب شوند و چکش‌خوار باشند و اگر بتوان امتزاج روح و جسد را به تمام و کمال انجام داد، اجزای ناسازگار در ذات آنها جدا می‌شوند و انتقال به طلا صورت می‌گیرد. او همین سخن را در باره مس و آهن نیز تکرار می‌کند و در مورد این دو فلز اضافه می‌کند که اگر حکیم کیمیاگر تفاله و براده‌هایی را که هنگام گداختن این دو فلز جدا می‌شوند، جمع‌آوری کند می‌تواند مجدداً آهن و مس استخراج کند و فلز خالص را از ناخالص جدا کند.

جلدکی ناخالصی‌ها و اجزاء ناسازگار را مانع دیگری برای انجام امتزاج و استحاله فلزات می‌داند. در نظر او پس از طلا، که کامل‌ترین فلز است، نقره در مرتبه دوم کمال است و پنج فلز باقی مانده به سبب اجزای نامتناسب موجود در آنها ناقص هستند. او از قاعده‌ای به نام قاعده مزاج یاد می‌کند و مبنای آن را یک اصل هندسی می‌داند و «اعتبار و دلیل» کلام خود را به «اقلیدس» نسبت می‌دهد. بر این اساس اگر همه اجزاء متناسب باشند، ترکیب متناسب است اما با ورود تنها یک جزء نامتناسب همه تناسب به هم می‌ریزد. او می‌نویسد:

۱. تنکار $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ و ناترون (سدیم و پتاسیم کربنات) دو ترکیبی بودند که موجب کاهش نقطه ذوب طلا می‌شدند و از تشکیل اکسید جلوگیری می‌کردند و زرگران هنگام ذوب طلا از آنها استفاده می‌کردند.
۲. تشویه یا برشته کردن عملیاتی است که در آن به کمک آتش مواد معدنی از ناخالصی‌ها رها می‌شوند و واکنش‌پذیر می‌شوند.

امتزاج کامل با وجود اجزاء نامتناسب، ناممکن است و این قاعده بزرگی است که اعتبار و دلیل آن از سخن اقلیدس، دانشمند و حکیم هندسه‌دان است، که گفت وقتی خطوط متساوی با یکدیگر جمع شوند همه با هم برابرند و هنگامی که با خطی نامساوی جمع شوند همگی نامتساوی می‌گردند. کلماتی از این بزرگ‌تر در حکمت وجود ندارد و برهانی بر خاصیت تناسب است زیرا اگر اجزاء متناسب جمع شوند همگی سازگار هستند و اگر با نامتناسب و یا مخالف گرد آیند همه نامتناسب و ناسازگار می‌گردند و آمیزش و امتزاج به تمامی انجام نمی‌شود. این قاعده مزاج است که برایت بیان کردیم همراه با قانون آتش که میزانی معتبر و مبرهن است زیرا که آتش سبب آمیختگی اجزای سازگار و جدایی اجزای ناسازگار می‌شود. پس بر این اساس جسد طلا به تمامی با ارواحش پیوسته است و از جهت کمی و کیفی واحد، متحد، لازم، ملزوم و در هم تنیده با یکدیگر هستند به نحوی که طبایع و عناصر و جواهر طلا به صورت پیوسته درآمدند... (مصر، ص ۸۲).

جابر معتقد است خصلت فلزی، حاصل اعتدال در امتزاج روح و جسد است و جلدکی در تشریح سخن او مراحل را برمی‌شمرد که شامل شناخت ارواح و اجساد و موازین و نسبت آنها و معانی اعتدال از جنبه خاص و عام است و برای بررسی کمی نسبت‌ها خواننده را به جزء چهارم کتاب ارجاع می‌دهد (همان‌جا). جابر آلیاژ شدن دو فلز را مشروط به تشابه در کیفیت طبایع می‌داند و علم المیزان حد و اندازه کیفیات را مشخص می‌کند. بر این اساس در علم المیزان طبایع دو فلز قابل اندازه‌گیری است و می‌توان به کمک علم المیزان نقص و کمبود طبع یکی را با اضافه طبع دیگری جبران کرد ولی اندازه مورد نیاز از هر فلز در فرآیند آلیاژسازی تنها بر اساس موازین مستخرج از علم المیزان امکان‌پذیر است. جابر می‌گوید موازنه باید به نسبتی اعمال شود که «بالا را با پایین پیوند» دهد مانند نسبت اعداد زوج‌الزوج به اولین عدد زوج و نسبت اعداد زوج‌الفرد به اولین عدد زوج (مصر، ص ۸۵). به عقیده جلدکی آلیاژ شدن و امتزاج مؤخر بر اختلاط است. منظور از «بالا» فلز ذوب شده سبک‌تر است که در حالت مایع روی فلز سنگین‌تر می‌ایستد. لازم است که دو فلز در آتش با یک آهنگ ذوب شوند و اگر تأخیر زیادی در ذوب یکی وجود داشته باشد فلز تندذوب، حرارت زیادی می‌بیند و می‌سوزد. پس لازم است کیمیاگر تدبیری بیندیشد تا دو فلز هم‌زمان ذوب و ممزوج

شوند. به عبارت دیگر، نباید اختلاف در چگالی و نقطه ذوب به حدی باشد که دو فلز مخلوط نشوند.

جلدکی به خاصیت اعداد زوج الزوج و زوج الفرد اشاره می‌کند و می‌گوید اعداد زوج الزوج علامت زوجیت و همبستگی کامل هستند و زوج الفرد نشان‌گر اختلاط بدون امتزاج است و توضیح می‌دهد اگر دو فلز خالص باشند نسبت‌ها مانند اعداد زوج الزوج به اولین عدد زوج است یعنی مثلاً ۴ به ۲ و اگر یکی از این دو خالص نباشد نسبت مانند زوج الفرد به اولین زوج است یعنی ۶ به ۲. جابر اضافه می‌کند:

اگر قرین^۱ خالص باشد به وزنی نیاز داری و اگر ناخالص بود پس نیاز است که در جزء خالص مقدار مطلوبی به اندازه یک شصتم از تفاضل جزء بهتر به قیاس خودت به جزء ناقص بیفزایی و «به سرورم قسم»^۲ کشف عظیمی است و دریافتنش دشوار است پس اگر کسی آن را بداند کار او چه آسان می‌گردد (همان‌جا).

جابر یک مقیاس تقریبی برای حالتی که یکی از دو فلز ناخالص است به دست می‌دهد که آن افزودن مقدار یک شصتم از فلز خالص‌تر به مخلوط است تا دو فلز ممزوج شوند. جلدکی در چند صفحه بعد توضیح می‌دهد که مقدار یک شصتم معادل با ناخالصی‌هایی است که وجود دارد و افزودن آن نسبت بر هم خورده را دوباره باز می‌گرداند تا امتزاج و آلیاژ شدن تکمیل گردد (مصر، ص ۸۶-۸۸).

جابر در ادامه می‌گوید که نشانه تکمیل امتزاج دو فلز ظاهر شدن سرخی بر سطح مذاب است که به سیاهی می‌زند و این تأثیر عنصر آتش است و هنگامی که آتش فرو نهاده شد، محصول فلز سرخی خواهد بود که به عقیده جلدکی همان طلای کیمیاگران است که از طریق علم المیزان به دست آمده است (همان، ص ۸۸-۹۱). در اینجا جلدکی برای جابر از خداوند خیری همسنگ «معلم و حکیم و امام» طلب می‌کند (همان،

۱. قرین به معنی جزء کوچک‌تر در امتزاج است.

۲. ترجمه عبارت «و حق سیدی» است و در ادبیات جابری به این مفهوم است که این نکته از امام صادق (ع) نقل شده است.

ص ۹۰). که به اعتقاد نگارنده اشاره به «هرمس مثلث العظمة»^۱ است و در واقع جابر را در ردیف هرمس اساطیری قرار داده است.

به نظر می‌رسد افزودن جزء خالص تنها منحصر به یک شصتم نیست و شاید منظور مضارب یک شصتم بوده است زیرا جابر در ادامه به ضرورت دانستن حساب شصتگانی اشاره می‌کند و جلدکی در توضیح آن می‌گوید هیچ دستگاهی به تکامل یافتگی دستگاه شصتگانی نیست زیرا هر کسری را از یک شصتم تا شصت شصتم می‌توان به صورت جمع یا ضرب کسرهای ساده مانند نصف، ثلث، ربع، خمس تا عشر نوشت و همه نسبت‌ها را به تفکیک ذکر می‌کند و مدعی است که اعمال کیمیایی، ساخت اکسیر، اصوات موسیقایی، مشاهدات حسی، اشکال هندسی، هیئت و نجوم بر اساس نسبت‌های شصتگانی درک و محاسبه می‌شوند و سیستم شصتگانی شامل موازین آسمانی هم می‌شود (مصر، ص ۹۱-۹۲).

تولید آهن و فولاد در جزء چهارم کتاب

جلدکی در جزء دوم کتاب البرهان سخن جابر را نقل می‌کند:

و داروی بزرگ آن زرنیخ است و اگر دو نوع زرنیخ برای آن به کار رود در نرم کردن آهن مؤثرتر است. اگر بگویی از کجا زرنیخ حکیمان را بیابیم به تو می‌گویم آن زرنیخ از اجزای سنگ آنان است پس بر تو زرنیخ ایشان که از سنگ حکیمان (حجرالفلاسفه) به دست می‌آید پنهان نخواهد بود.

لازم به توضیح است که در کوره‌های کوچک فلزکاری، آهن مذاب و روان نمی‌شود بلکه تحت شرایطی به صورت خمیر در می‌آید. «نرم کردن» آهن یا «تلیین» اشاره به این فرم خمیری آهن است. در این حال با کوبیدن و چکش کاری آهن خمیری، ناخالصی‌ها و به اصطلاح جابر، «توابل»^۲ از آن جدا می‌شوند. این مصنوع پس از عملیات چکش کاری ممتد به آهن ورزیده تبدیل و نرم آهن نامیده می‌شد (کرددک، ص ۵۹۴، ۵۹۶).

۱. Hermes trismegistus: هرمس به سه اعتبار بزرگ است زیرا شأن و مقام سه شخصیت را هم‌زمان دارد: پیغمبر، پادشاه و حکیم (لغت‌نامه دهخدا).

۲. جمع توبال به معنی براده و ذرات

برای درک بهتر متن کمی از کوره‌های مورد بحث سخن می‌گوییم. در کوره‌های کوچک به علت اتلاف حرارتی از مواد بدنه کوره و اتلاف تابشی، دمای داخل نمی‌توانست به نقطه ذوب آهن یعنی ۱۵۳۷ درجه سلسیوس برسد (ردر، ۱ ص ۲۸). لذا در کارگاه‌های کیمیاگری به مواد کمک ذوب نیاز بوده است تا ذوب آهن در دمای پایین‌تری ممکن شود. مهم‌ترین کمک ذوب در دسترس زرنیخ یا سولفید ارسنیک بوده است که در رنگ‌ها و ناخالصی‌های مختلف موجود بوده است. بسته به میزان کمک ذوب، دمای ذوب مخلوط پایین می‌آید و در مقادیر زیاد آن، آهن به‌صورت مایع روان می‌شود. رازی در المدخل التعلیمی چنین می‌گوید:

گداختن آهن مشکل‌ترین کارها است، زیرا هنگام گداختن مانند آب روان نمی‌شود مگر آنکه آن را با داروی به‌خصوصی عمل آورند. روش گداختن آهن به شرح زیر است: براده آهن را به هر اندازه‌ای که خواهی بردار و بر روی آن یک چهارم وزنش زرنیخ سرخ و نرم بریز و مخلوط نما و آن را در کیسه‌ای بریز و دور آن را گل بگیر و در تنور بگذار و سپس آن را بیرون بیاور، وزن کن و روی آن یک ششم وزنش ناطرون بریز و با روغن زیتون مخلوط کن و این مخلوط را در بوته‌ای که کف آن سوراخ است بریز و بر بوته دیگر بگذار و حرارت بده تا آنچه ذوب شده استتزال شود و آن را بردار و دوباره بگذار و با نشادر و زاج شامی که هر دو کوبیده و با روغن زیتون مخلوط شده است، مخلوط کن و از آن گلوله‌های کوچک بساز و هر چند بار که خواهی آن را ذوب کن و هر بار به آن از مخلوط اضافه کن، تا سرعت ذوب شدن و سفیدی آن بیشتر شود. هرگاه این عمل را چند بار تکرار کنی مانند نقره به آسانی ذوب می‌شود (ص ۸۳).

از متن فوق چنین بر می‌آید که ابزاری به نام «بوته بر بوته» برای ذوب کردن فلزات به کار می‌رفته است. در این ابزار بوته بالایی دارای سوراخ بوده است و ماده ذوب شونده در آن قرار داده می‌شده است. این مجموعه را داخل کوره می‌گذاشتند و در اثر حرارت، فلز ذوب می‌شد و از ناخالصی‌هایش جدا می‌شد و در بوته زیرین به اصطلاح «استتزال» می‌شده است.

در مورد آهن به احتمال قوی جسم حاصل از ذوب مرحله اول Fe_2As است که ۱۶/۶٪ ارسنیک دارد و نقطه ذوب آن ۹۱۹ درجه سلسیوس است. این ترکیب مجدداً

با آهن ترکیب می‌شود و بلور مزدوجی می‌سازد که نقطه ذوب اوتکتیکی در حدود ۸۳۰ درجه سلسیوس دارد (رازی، ص ۳۹۵). جسم ابتدایی همان طور که جابر اشاره کرده بود، ترد و شکننده است و باید با ملیتاتی نظیر نشادر و زاج ترکیب شود تا بافت فلزی و چکش‌خواری پیدا کند. جلدکی در اینجا پس از آنکه روش رازی را در استنزال آهن می‌آورد به خواننده هشدار می‌دهد که مراقب ظاهر کلام حکیمان باشد و تنها به فهم ظاهر از سخنان آنان اکتفا نکند و عده‌ای نادان هستند که منتهای فهمشان ساخت ترکیبی ناخالص از آهن و زرنیخ است. صرف نظر از تاختن بی‌رحمانه جلدکی به رازی، از ورای این توصیف دقیق و فنی سیمای یک کیمیاگر ورزیده آشکار می‌شود. او به خوبی محصول این فرآیند را می‌شناسد که در آن آمیزه زرنیخ و آهن محترق می‌شود تا زرنیخ اضافی بسوزد (مصر، ص ۶۳) ولی خلاصی کامل از ارسنیک ممکن نیست و به تعبیر ما آلیاژی از ارسنیک و آهن برجای می‌ماند که با آهن خالص مورد نظر او تفاوت زیادی دارد.

مطابق با نظر جلدکی زرنیخ مورد نظر جابر از سنخ زرنیخ‌های موجود نیست بلکه جزیی از اجزای سنگ حکیمان است. جلدکی ضمن نقل قولی از کسی به نام شعز ابن ارفع اندلسی^۱، جوینده را ترغیب به یافتن سنگ حکیمان می‌کند زیرا دانستن سنگ حکیمان و کلید اعظم راه فهمیدن علم المیزان است (همان‌جا). به عبارت روشن‌تر حکیم باید از خاک‌های معدنی خاصی استفاده کند که به‌طور ذاتی دارای گوگرد متناسب هستند و نیازی به افزودن زرنیخ به عنوان منبع گوگرد ندارند و جوینده را به خواندن جزء چهارم البرهان تشویق می‌کند و در آنجا در باره روش تولید آهن چنین می‌نویسد:

فصل: بدان که آهن منسوب به مریخ است و خدای تعالی در آن قدرت و شدتی قرار داده است و آب را بر آن مسلط گردانید. پس [آب] قدرتش را از او می‌گیرد و آن را فاسد می‌کند و [آهن] نمی‌تواند مانع آب شود و آن را دفع کند و همین‌طور همه تیزاب‌ها و نمک‌ها... و بدان ای برادر که یاران تو در کارگاه‌های ریخته‌گری آهن را ذوب می‌کنند پس از آنکه آهن را از خاک زرد رنگ معدن

۱. علی بن موسی بن ارفع رأس اندلسی (درگذشته در سال ۵۱۵ق) در کیمیا پیرو جابر بوده و فنون کیمیا را در قالب منظومه‌های شعری آورده است. *شذور الذهب فی فن السلامات* مهم‌ترین اثر اوست که جلدکی جداگانه آن را شرح کرده است.

آن که دارای رگه‌های آهن نادیدنی است استخراج کردند. آنها خاک معدنی را در کوره‌های متعدد ذوب می‌ریزند و دم‌های پر قدرت بر آن متصل می‌کنند و این خاک‌های آهن دار را با مقدار کمی روغن و قلیا مخلوط می‌کنند و بر آن هیمه برمی‌افروزند و بر آن می‌دمند تا اینکه آن را ذوب ببینند و جسمش و جسدش از آن خاک پاک شود سپس آن را از سوراخ‌هایی که کار صافی را در این کوره ها انجام می‌دهد عبور می‌دهند تا آهن از ناخالصی‌هایش جدا شود و آن را به صورت شمش‌هایی درمی‌آورند و آن را به دوردست‌ها و سرزمین‌ها می‌فرستند تا مردمان آن را در آنچه که نیاز دارند به کار گیرند (دوبلین، ص ۱).

جلدکی در این قسمت شرح متفاوتی از استخراج آهن از خاک‌های معدنی آورده است که با متن‌های مشهور دیگر متفاوت است. قال‌گذاری آهن مطابق با شرح جلدکی از خاک زرد رنگی است که دارای آهن پنهان است و به احتمال زیاد همان پیریت (FeS_2) است. کوره‌های توصیف شده دارای دریچه خروج مذاب و سوراخ‌هایی برای صاف کردن مذاب از سرباره و ناخالصی‌ها هستند. به نظر می‌رسد محصول این عمل چدن بوده است زیرا از چوب برای ایجاد حرارت استفاده شده است.^۱ جلدکی در ادامه به شرح تولید فولاد می‌پردازد:

و اما اصحاب فولاد این شمش‌ها را در کوره‌های مناسب برای مقصود در کارگاه‌های فولاد می‌نهند و کوره را بر آن بنا می‌کنند و با دمیدن، آتش را شعله ور می‌کنند تا آنکه مانند آب جوشان صدا دهد و خوراکی از شیشه و روغن و قلیا به آن می‌دهند تا اینکه نور در دل آتش دیده شود و اکثر سیاهی آن به خاطر ادامه ذوب در شب و روز زایل شود و مراقب دوران مذاب هستند تا علامت بهبود و نور درخشان آن دیده شود، پس آن را مانند آب از مجاری خارج می‌کنند و به صورت شمش جامد می‌کنند و یا در سوراخ‌های ظروف گلی که مانند بوته‌های بزرگ است می‌ریزند و شمش‌های فولاد خالص را مانند تخم شتر مرغ خارج می‌کنند و از آن شمشیر و کلاه خود و سرنیزه و سایر اقسام را می‌سازند (دوبلین، ص ۲-۳).

در این روش محل بوته‌های ذوب یا سبک ابتدا ساخته و بعد کوره بر آن بنا و دمنده ها به آن متصل شده‌اند. از مشخصات گفته شده چنین به نظر می‌رسد که کوره‌های مورد

۱. دمای شعله آدیباتیک چوب به حدود ۱۳۰۰ درجه می‌رسد که برای ذوب آهن ناکافی است ولی چدن را ذوب می‌کند.

اشاره بزرگ بوده‌اند گرچه توصیفات مشابه بالا در مورد کوره‌های بزرگ در لبنان و آمل در ایران وجود دارد اما هنوز شواهد باستان‌شناسی منحصر به کوره‌های کوچک است (کردک، ص ۶۰۱)، البته قالب‌های گلی که به شکل تخم شترمرغ است در حفاری های آسیای مرکزی به دست آمده است (فویرباخ،^۱ ص ۳۳۱).

با فرض آنکه محصول عمل قبل چدن بوده است برای آنکه فولاد به دست آید باید کربن اضافی چدن بسوزد و نسبت کربن به کمتر از یک درصد برسد. این روش کربن زدایی نام دارد و یکی از روش‌های تولید فولاد است. در ابتدا با دمیدن شدید هوا و افزایش حرارت فلز به حالت مذاب می‌رسد و صدایی مانند «جوشیدن آب» می‌دهد. یکی از مشکلات در درک فرآیند تولید فولاد در متون بالا توصیف غیر دقیق این متون از «دوص» یا چدن است. بیرونی دوص را سرباری می‌داند که بر روی مذاب قرار دارد و در زابلستان به آن «رو» می‌گویند که سخت و مانند نقره سپید است و برای تولید فولاد آن را با نرم‌آهن ممزوج می‌کنند (بیرونی، ص ۴۰۷). از اینجا معلوم می‌شود که دوص نوعی آهن پرکربن بوده که طی امتزاج آن با نرم‌آهن کم کربن منجر به تولید فولاد شده است. این روش را هم‌ذوبی می‌نامند که قسمت بزرگی از فولاد در کوره‌های کوچک به این روش تولید می‌شده است (کردک، ص ۵۹۳-۵۹۶). به عبارت دیگر با اختلاط متناسب چدن (بیش از ۲/۵ درصد کربن) و نرم‌آهن فاقد کربن، فولاد با حدود ۰/۸ درصد کربن به دست می‌آمده است. در مرحله بعدی شیشه، منبع سیلیسیم اکسید، اضافه می‌شود تا اکسیدهای آهن و دیگر فلزات به صورت سرباره جدا شوند. امروزه نیز از اضافه کردن شیشه به همین منظور استفاده می‌شود. مقدار اضافه سیلیسیم اکسید توسط قلیا (پتاسیم و سدیم کربنات) به عنوان رسوب پتاسیم و سدیم سیلیکات جدا شده و در ته بوتله ذوب جمع می‌شود. روغن به عنوان منبع کربن و هیدروژن برای تولید مونو اکسید کربن مورد نیاز بوده است. مونو اکسید کربن محیط کوره را در حالت احیاء نگه می‌دارد و اکسید آهن باقی مانده را به آهن تبدیل می‌کند.

جنبه مهم دیگر این متن، تلاش جلدکی برای ایجاد پیوند بین تولید فولاد و علم المیزان جابری است. در نزد شیمی‌گران فولاد همان آهن در شکل خالص و واقعیش

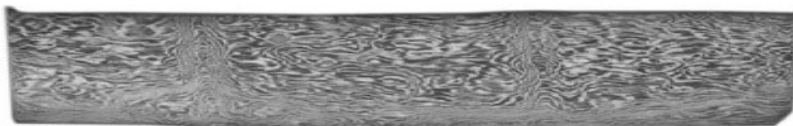
بوده است و در واقع عملیات تولید فولاد برای آنان در حکم تصفیه ناخالصی‌های آهن بوده است. او در جزء چهارم چنین می‌نویسد:

بدان که فولاد خالص‌تر و سخت‌تر از آهن است و از همین رو در حالت گرما آب دیده می‌شود و اگر فولاد را مجدداً به همین روش ذوب کنند و راه تصفیه و نرم کردن آن را بپویند جوهر آن آشکار می‌گردد و اگر این کار را بدون دانش لازم از ذوب تکرار کنند شمش‌های بیاض مانند نقره سفید خواهد شد و خداوند حجاب بر نقش آن خواهد کشید و تنها برای اهل حکمت شریف کیمیا کلید دست یافتن بر آن را قرار داده است و همان طور که این سخنان را با برهان برایت تقریر خواهیم کرد، به شیوه تعالیم در ذوب و تعدیل و آشکار شدن جوهر آن در اعمال میزان باز خواهیم گشت (دوبلین، ص ۳).

جلدکی اشاره می‌کند که گاهی در عملیات ساخت فولاد دمشقی نقش زیبای فرند آشکار نمی‌شد و کلید دست یافتن به نقش فولاد اشاره‌ای است به اکسیری که می‌تواند نقش را ظاهر کند. فرند که معرب پَرند است به نقش‌های زیبایی گفته می‌شود که بر سطح فولاد پس از عملیات مختلف فیزیکی و شیمیایی پدید می‌آید و به قول بیرونی مانند رد گام‌های مورچه و یا مانند اشکال حاصل از در هم رفتن ابرها و یا آب روان است (بیرونی، ص ۴۱۱). با به کارگیری تکنیک‌های آنالیز جدید، معلوم می‌شود که ذرات Fe_3C مسبب طرح زیبای فولاد دمشقی است که در اثر مهاجرت به سطح آمده و این نقوش را ایجاد می‌کنند (تصویر ۱؛ فرهون، ص ۵۹-۶۰). در واقع آشکار کردن پَرند فولاد، عملی کیمیاگرانه محسوب می‌شد و با به کارگیری اکسیر مخصوصی انجام می‌پذیرفت. این همان عمل «تکریر» مورد اشاره جابر است (کراوس، ج ۲، ص ۹). بیرونی در الجماهر چنین می‌گوید:

برای آشکار کردن فرند آن را با زاج زرد بامیانی و یا سفید مولتانی اندود می‌کنند و اگرچه زاج بامیانی از مولتانی بهتر است و برای آب دادن، بدنه شمشیر را با ملغمه‌ای از گِل و سرگین گاو و نمک می‌پوشانند و محل آب دادن را با انگشتان از دو طرف می‌فشارند سپس آن را در کوره با دمیدن هوا می‌گدازند پس آن ملغمه می‌جوشد و فولاد را آب دیده می‌کند بعد سطح شمشیر را از آن

پاک می‌کنند و جوهر آشکار می‌شود. می‌توان همراه نمک از زاج نیز استفاده کرد (ص ۴۱۰).



تصویر ۱

از لحاظ شیمیایی سطح فولاد را می‌توان با خمیری از زاج حرارت داد و اسید سولفوریک تولید شده یک لایه از آهن سطح را حل می‌کند و ذرات کاربید آهن که طرح فرند را تشکیل می‌دهند آشکار می‌شود. این روش شبیه روش خالص‌سازی طلای سطوح مطلا است که در مصر باستان به کار می‌رفت (کلی، ۱ ص ۱۱۵۵).

اندازه‌گیری خاصیت مغناطیسی با ترازو

جابر می‌گوید که خاصیت در فلزات و مواد از تحریک نفس ایجاد می‌شود. خاصیت مورد اشاره همان طور که گفتیم همان وزن است که آن را می‌توان با ترازوی طبیعی اندازه گرفت. استفاده از ترازوی طبیعی برای اندازه‌گیری قدرت مغناطیسی آهن‌ربا نیز جنبه مبتکرانه‌ای است که نظیر آن مشاهده نشده است زیرا از این ترازوها برای اندازه‌گیری چگالی استفاده می‌شده است. جلدکی اعتراف می‌کند ابزار چنین اندازه‌گیری را نمی‌شناسد (مصر، ص ۹۳). به احتمال قوی ترازوی مورد نظر دارای ساختاری متفاوت از دیگر ترازوهای طبیعی داشته که می‌توانسته قدرت جذب سنگ مغناطیس را اندازه‌گیری کند. جلدکی در شرح کلام جابر می‌گوید که قدرت جذب یک سنگ مغناطیس با استفاده از ترازوی طبیعی با جذب اوزان مختلفی از آهن سنجیده می‌شود. بعضی از سنگ‌ها به اندازه جذب یک سوزن قدرت دارند و بعضی به اندازه کسری از وزن خود و بعضی دیگر به اندازه چند برابر وزنشان آهن جذب می‌کنند. پس سؤال در اینجا است که چگونه این خاصیت در سنگ‌های مغناطیس مختلف متفاوت است؟ پاسخ این است که سنگ مغناطیس از جوهر منفردی نیست و جوهر دیگری با آن مخلوط شده که مانند حجاب بر جوهر مغناطیس افکنده شده است. آن حجاب از آهن است که با جذب مغناطیس از صدور خاصیت مغناطیسی به خارج از حدود سنگ مغناطیس

جلوگیری می‌کند. شدت کاهش با میزان آهن مرتبط است و از شدت مغناطیس اولیه می‌کاهد همان‌گونه که برای ساخت قطب نما چنین می‌کنند (مصر، ص ۹۴).

در ادامه جلدکی بحث را به استفاده از خاصیت مغناطیسی در ساخت قطب نما می‌کشاند و ساختار آن را توضیح می‌دهد:

آیا نمی‌بینی که وقتی سوزنی از آهن ساخته می‌شود و بعد از اینکه با سنگ مغناطیس تماس یافت در گوی چوبینی قرار داده می‌شود که بر عمودی ثابت قرار دارد و بر روی آن حباب شیشه‌ای نهاده می‌شود و تبدیل به قطب‌نما می‌گردد و هنگامی که سنگ مغناطیس از خارج حباب به آن نزدیک گردد به جانب سنگ می‌ایستد و اگر آن را به حال خود رها کنی همواره به سمت دورترین نقطه جنوب جایی که سنگ مغناطیس از آن جدا شده می‌ایستد و اگر در داخل حباب شیشه‌ای قرار نگیرد به سنگ می‌چسبد پس حجاب به هر حال مانع از تأثیر کامل و یا تأثیر ناقص و یا به کلی باطل‌کننده تأثیر است (همان‌جا).

از جهت توجیه عمل مغناطیس و ساختار قطب‌نما و هم از جهت تاریخی عبارت جلدکی مهم است. سوزن قطب‌نما بر اثر تماس مقداری از خاصیت مغناطیسی را در خود جذب می‌کند. حباب شیشه‌ای مثال از حجابی است که تأثیر را کم می‌کند ولی از بین نمی‌برد.

اثر مجاورت و تأثیر در کلام جابر به داروها و خوراکی‌ها تسری می‌یابد و سپس به طلسمات می‌رسد. در نظر جابر همه این خواص مشابه خاصیت مغناطیس است که در زمان و مکان مناسب تأثیر می‌کند:

و اما آن چیزی که در باب طلسمات از طریق مجاورت و به عاریت گرفتن عمل می‌کند و در غیر از این کتاب ذکر کردیم مانند... لاک پشت وارونه که مانع نزول تگرگ بر کشتزارها می‌گردد و در پنجاه کتاب از کتاب خواص گفتیم که آتشی سرکش که در سر ظروف شراب و نمک قلیایی مشتعل می‌گردد و از مخلوط یک چهارم شراب و سرکه در گلاب و یک کفه نمک ساییده به دست می‌آید که پس از جوشیدن و تولید بخار، آتش به آن نزدیک کنیم مشتعل می‌گردد و نامه‌ای [نامری] که بر پارچه حریر نوشته می‌شود و با آب آهک خیس می‌گردد [تا ظاهر گردد] از اشیاء نوظهوری است که به نظر می‌رسد فایده کمی

داشته باشد ولی بر تعداد زیادی از این علوم دلالت می‌کند... و انسان نیازمند درایت در علوم است تا فهم شنیده‌ها آسان شود (مصر، ص ۹۶).

درک کلام رمز آلود جابر در این قسمت حتی برای جلدکی بسیار دشوار می‌شود و در قسمت پایانی چنین می‌گوید:

در مورد تمام آن می‌گویم این خواص همگی تأییدی با برهان قاطع از اثر علم میزان است و بیشتر آن در پایان کتابش در مورد خواص آشکار و اسرار پیچیده ای است که در کنز الاختصاص بیان کردیم و ای کاش می‌دانستم آیا تگرگ از لاک پشت واژگونه در صحرا می‌ترسد؟ (همان‌جا).

نتیجه

گرچه گروه بزرگی از محققان همواره بر محتوای معنوی کیمیای دوره اسلامی تکیه کرده‌اند اما لازم است با دید شیمی و فیزیک نوین نیز به خواندن آنها اقدام کرد. این رویکرد شامل تکرار دستورات کهن کیمیایی در آزمایشگاه نیز می‌شود که در واقع حرکت جدیدی در تاریخ علم محسوب می‌شود. با اتخاذ این رویکرد، تاریخ علم شیمی غنی‌تر و دقیق‌تر از پیش نوشته خواهد شد و چه بسا نکات مغفول مانده بسیاری بر محققان آشکار شود. معمولاً در فقدان چنین دانشی گفته می‌شود کیمیا انسجام یک نظام علمی را ندارد، گفته‌ای که تنها نشان از کم‌کاری پژوهشگران کیمیا دارد و می‌تواند تغییر یابد.

برای درک کیمیای جابری مطالعه آثار جلدکی نقطه آغاز مناسبی است زیرا همان‌طور که دیدیم شرح او می‌تواند کلید فهم این سنت کیمیایی باشد. همچنین آثار جلدکی ارتباط و یا تضاد بین مکاتب مختلف کیمیایی را نیز آشکار می‌کنند.

منابع

- بیرونی، ابوریحان. (۱۳۷۴ش). الجماهر فی معرفة الجواهر. تصحیح یوسف الهادی. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ اول.
- جابر ابن حیان. (۱۹۸۸م). تدبیر الإکسیر الاعظم. تصحیح پیر لوری. دمشق: المعهد العلمی الفرنسی للدراسات العربیة.
- جلدکی، ایدمر بن علی. نهاییه الطلب. نسخه خطی شماره ۳۱۸۱۰ کتابخانه مجلس شورای اسلامی. دفاع، علی عبدالله. (۱۴۰۲ق). «علامة الكيمياء الجلدکی»، البحوث الإسلامية، العدد ۶، ص ۲۱۷-۲۲۴.
- دمرداش، احمد سعید. (۱۹۵۹م). «تاریخ ما اهمله التاريخ الجلدکی»، رسالة العلم، العدد ۴، ص ۳۲۴-۳۴۴.
- رازی، ابوبکر محمد بن زکریا. (۱۳۷۱ش). المدخل التعليمی. ترجمه و تصحیح و شرح حسنعلی شیبانی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- _____. (۱۳۴۹ش). کتاب الأسرار یا رازهای صنعت کیمیا. ترجمه و تصحیح و شرح حسنعلی شیبانی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
- زیبق، مسلم. (۱۴۱۵ق). «من کنوز مخطوطات بمركز جمعه الماجد: مخطوطات جلدکی فی علم الكيمياء»، آفاق ثقافة و التراث، العدد ۶، ص ۸۴-۸۹.
- سارتون، جرج. (۱۳۸۸ش). مقدمه ای بر تاریخ علم. ترجمه غلامحسین صدری افشار. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ سوم.
- شادفر، شیرین. (۱۳۸۹ش). «جلدکی»، دایرةالمعارف بزرگ اسلامی، ج ۱۸، ص ۳۳۶-۳۳۹.
- قره بلوط، علی الرضا. (۲۰۰۱م). معجم التاريخ التراث الإسلامی فی مکتبات العالم (الجزء الأول). تركيا: قیصریه-دارالعقبه.
- کاتن، اف. آلبرت. (۱۳۷۰ش). مبانی شیمی معدنی. ترجمه منصور عابدینی. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- لوری، پی.یر. (۱۳۸۸ش). کیمیا و عرفان در سرزمین اسلام. ترجمه زینب پودینه آقایی و رضا کوهکن. تهران: انتشارات طهوری، چاپ اول.
- هودسون، جان. (۱۳۷۴ش). تاریخ شیمی. ترجمه احمد خواجه نصیر طوسی. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- Al-Hassan, A. Y. (1978). "Iron and Steel Technology in Medieval Arabic Sources", *Journal for the History of Arabic Science*, vol. 2(1). Aleppo. pp.31-52.
- Arberry, A. J. (1963). *A Handlist of the Arabic Manuscripts*. vol. V.
- Caley, E. R. (1926). "The Leyden Papyrus X. An English Translation with Brief Notes", *Journal of Chemical Education*, vol. 3(10). pp 1149-1166.

- Craddock, P. T. (2007). "Cast Iron: the Elusive Feedstock of Crucible Steel", *Indian Journal of History of Science*, vol. 42(4). pp 593-607.
- Feuerbach, A. (2007). "Production and Trade of Crucible Steel in Central Asia", *Indian Journal of History of Science*, vol. 42(3). pp 319-336.
- Glick, Thomas F. (1999). "From the Sarton Papers: Paul Kraus and Arabic Alchemy", *Cronos*, vol.2(2), pp 221-224.
- Holmyard, E. J. (1937). "Aidamir al-Jildakī", *Iraq*, vol. 4(1). pp.47-53.
- Kraft, A. (2008). "The Discovery and History of Prussian Blue", *Bulletin for the History of Chemistry*, vol. 33(2). pp.61-67.
- Kraus, P. (1943). *Jabir ibn Hayyan: Contribution à l'histoire des idées scientifiques dans l'Islam*. Cairo.
- Rehder, J. E. (2000)., *The Mastery and Uses of Fire: A Sourcebook on Ancient Pyrotechnology*. McGill-Queen's University Press.
- Stapleton, H. E. (1953). "The Antiquity of Alchemy", *Ambix*, vol. 5(1-2). pp. 1-43.
- Verhoeven, J. D., Pendray, A. H., & Dauksch, W. E. (1998). "The Key Role of Impurities in Ancient Damascus Steel Blades", *Journal of the Minerals, Metals and Materials Society*. Vol. 50(9). pp.58-64.