

شواهد تاریخی درباره کشف و ساخت مفرغ و برنج و احیای فلز روی خالص در ایران باستان بחי درباره معنی لغوی روئین در ادب فارسی

غلامحسین دانشی

دانشکده مهندسی و علم مواد، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده: در کتاب‌ها و نوشته‌های غربی کشف و ساخت مفرغ و برنج و همچنین، احیای روی خالص به صنعتگران غیر ایرانی نسبت داده شده است. در این مقاله شواهد و مستندات موجود درباره نقش ایرانیان در کشف و توسعه این فلزات و آلیاژها ارائه شده است. طبق این شواهد به احتمال قریب به یقین آلیاژهای مفرغ، برنج و فلز روی برای اولین بار در ایران تولید و مصرف شده‌اند. در ادبیات فارسی از لغت روئین که به کرات در نوشته‌های ادبی ایران به چشم می‌خورد، به جای مفرغ استفاده شده است. شواهد و مستندات در این زمینه نیز گردآوری شده است.

واژه‌های کلیدی: مفرغ، برنج، روی، روئین و تاریخچه متالورژی

۱. مقدمه

مهندسان و متخصصان استخراج فلزات در غرب می‌گویند که تهیه روی خالص به علت پایین بودن نقطه تبخیر آن بسیار مشکل است و این کار برای اولین بار در سال ۱۷۴۷ در انگلستان انجام شده است. آنها اضافه می‌کنند که هندی‌ها و چینی‌ها احتمالاً از ششصد سال قبل یا پیش از آن نیز با این فلز آشنا بوده و آن را تولید کرده‌اند [۲ و ۱]. ایران با کشور هند هم مرز است و سلطان محمود بارها به هند لشکر کشی کرده است. در ادبیات فارسی از ۱۱۰۰ سال قبل تاکنون به کرات از فلز روی نام برده شده است. آیا امکان ندارد که ایرانیان که تا آن تاریخ تقریباً تمام فلزات را کشف کرده بودند فلز روی را هم کشف کرده باشند و فناوری تولید آن از ایران به هند و چین رفته باشد و نداشتن ارتباط فنی با ایران باعث ایجاد این ناآگاهی شده باشد؟

در سال‌های اخیر، دانشمندان زیادی به خصوص در کشورهای هند و چین ادعا کرده‌اند که احیای فلز روی برای اولین بار در آن کشورها صورت گرفته است. اگر اوال^۱ [۳] با اشاره به مستندات مکتوب در ادبیات هندی مدعی است که فلز روی برای اولین بار در هند و در قرن دوازدهم میلادی احیا شد و فناوری تولید آن بعداً به چین رفت و چینی‌ها در قرن شانزدهم موفق به احیای روی شدند و از قرن هفدهم به بعد آن را به اروپا صادر کردند. این ادعا صحیح به نظر نمی‌رسد. طبق شواهد مندرج در این مقاله ایرانیان قبل از آن تاریخ نیز با فلز روی آشنا بودند. در ادبیات فارسی از قرن دهم به بعد به کرات از فلز روی نام برده شده است.

نکته قابل توجه این است که در کشور هند، فلز روی توتا ناگا^۲ نامیده می‌شود. به نظر می‌رسد که این لغت از ریشه توتیا که همان اکسید روی در زبان فارسی است، گرفته شده باشد. روی صادراتی از چین به اروپا نیز با نام توتیمو و توتینگ^۳ شناخته می‌شد.

در ادبیات فارسی از سه کلمه روی، برنج و روئین به کرات و در برخی موارد توسط شاعران و نویسندگان استفاده شده است. اگر فرض کنیم که پیشینیان این سه کلمه را در

1. Agrawal
2. Tut Thanaga
3. Tutamu & Thanaga

مورد سه فلز یا آلیاژ مختلف به کار برده باشند، باید دید مترادف نام امروزی هر یک چیست. کلمه برنج به طور کامل در کتاب‌های لغت تعریف شده و خواص منتسب به آن همان خواص علمی منتسب به برنج در حال حاضر است.

در لغت نامه‌های فارسی روئین به معنی آنچه از روی ساخته شده، معنی شده است.^۱ باستان‌شناسان می‌گویند که مفرغ در کاشان کشف شده و اشیای مفرغی باستانی زیادی نیز در حفاری‌های نقاط مختلف ایران و به ویژه در لرستان به دست آمده است. نویسنده با علم به اینکه عصر مفرغ بر عصر آهن مقدم بوده و بشر از چند هزار سال قبل از کشف آهن با مفرغ آشنایی داشته است، به جستجوی شواهد مربوط به مفرغ در ادب فارسی در بیش از سی کتاب ادبی پرداخت، ولی در هیچ یک از آنها کلمه مفرغ مشاهده نشد. در عوض، اشارات و اشعار زیادی در ارتباط با روئین دیده می‌شود که نشان می‌دهد این آلیاژ به‌طور گسترده در زندگی روزمره مردم کاربرد داشته است. این موضوع بسیار عجیب است، مگر آنکه قبول کنیم روئین در شعر فارسی در حقیقت همان مفرغ است. خواص منتسب به روئین نیز از هر نظر شبیه خواص مفرغ و برنج است. شکل پذیری روئین و استفاده از آن برای ساخت شیپور، نای و غیره مؤید این نظر است.

چون اختلاف بین برنج و مفرغ از تعاریف آنها ناشی می‌شود و در بسیاری از موارد خواص مفرغ و برنج کاملاً شبیه به یکدیگر است، می‌توان بار معنی روئین را گسترش داد و ادعا کرد که منظور از روئین در ادبیات فارسی مفرغ یا برنج بوده است.

آنچه باقی می‌ماند کلمه روی است. آیا ایرانیان از قدیم روی را می‌شناختند و با تولید آن آشنا بودند و یا منظور از روی آلیاژ دیگری است؟ علم امروز بجز برنج و مفرغ آلیاژ دیگری را در این گروه تعریف نمی‌کند و نمی‌شناسد. از طرف دیگر، ایرانیان با اکسید روی؛ یعنی توتیا نیز آشنایی کامل داشته‌اند و طبق شواهد موجود می‌دانستند که با سوزاندن روی می‌توان اکسید روی (توتیا) تهیه کرد. این شواهد نشان می‌دهند که منظور از روی در ادبیات فارسی همان فلز روی طبق تعریف امروزی آن است، به عبارت دیگر، ایرانیان از بیش از هزار سال قبل با فلزی خالص به نام روی و فرایند تولید آن آشنا بوده‌اند. نکته مهم

۱. مشابیه مسین، سیمین، آهنین و پولادین

دیگر این ست که اگر فلز روی در ایران ناشناخته بود، می‌بایست علی‌الاصول نامی برای آن وارد یا تعیین می‌شد. اینکه ایرانیان فلز تولیدی در اروپا را هم روی نامیدند، نشان می‌دهد که آن را می‌شناختند و نیازی به نامگذاری جدید نداشتند.

الدمشقی، جغرافی نویس قرن سیزدهم بعد از میلاد عرب، اولین کسی است که از روی فلزی یاد کرده و گفته است: "فلز روی از چین وارد می‌شود و چینی‌ها روش تولید آن را مخفی نگاه می‌دارند". نویسندگان چینی و یونانی تولید و کشف روی را به ایرانیان نسبت می‌دهند.

۲. مفرغ

کشف مفرغ سابقه چند هزار ساله دارد. آثار تاریخی به دست آمده در سیلک کاشان، شهداد کرمان و سایر نقاط ایران نشان می‌دهند که این آلیاژ در حدود ۵۵۰۰ قبل و بلافاصله پس از ساخت کوره‌های ذوب تولید شده است. مفرغ‌های اولیه دارای ۵ درصد قلع بودند که بعداً مقدار قلع آنها به ۱۰ درصد افزایش یافت. ترکیب دقیق این مفرغ‌ها نشان می‌دهد که احتمالاً آنها از ترکیب مس با قلع فلزی تولید شده‌اند. مفرغ‌های مس - آرسنیک، مس - نیکل و مس - سرب نیز در این دوران دیده شده است.

محمد بن محمد بن حسن طوسی مشهور به خواجه نصیرالدین طوسی (۱۲۰۱-۱۲۷۷ میلادی) در تنسوخ نامه [۴] می‌گوید "اگر مس را بگدازند و قدری قلعی بر وی افکنند، به رنگ نقره شود و سفید روی آن است."

شواهد تاریخی در مورد روی و برنج

هانس . ای . وولف^۱ [۵] درباره تاریخچه آشنایی بشر با فلز روی می‌نویسد:

- در دوره هخامنشیان برای اولین بار فلزی جدید که همان روی باشد در ایران دیده می‌شود. ولی نه به طور خالص، بلکه همراه با مس و به صورت آلیاژ برنج. جنوب ایران از نظر ذخایر روی بسیار غنی است. ذخایر عمده این فلز بین شهرهای اصفهان و

1. Hans E. Wulf

- انارک در کوه‌های بنان در شمال یزد قرار دارد. در اینجا مارکوپولو کارخانه‌های توتیا را مشاهده کرد. توتیا از کانی کالامین^۱ آسیاب شده ریز دانه به دست می‌آید. برای تهیه برنج این ماده را در بوته با زغال چوب و دانه‌های مس قرار می‌دهند و مجموعه را حرارت می‌دهند. فلز روی در این فرآیند احیا و بخار می‌شود. ولی از آنجا که بوته در بسته است، احتمالاً با مس ترکیب و برنج تشکیل می‌شود".
- از برنج اولین بار در زمان پادشاهی سارگون دوم^۲ در قرن هشتم قبل از میلاد یاد شده است. فوربس^۳ معتقد است که مردم ماسکی^۴ در آسیای صغیر این آلیاژ را کشف و در دوران هخامنشی به ایران معرفی کرده اند.
 - زوسیموس^۵ نویسنده قرن چهارم قبل از میلاد یونانی^۶، در نوشته‌های خود روش تولید این آلیاژ را از کادمیا^۷ یا کالامین [که یک نوع سیلیکات روی است] با مس شرح می‌دهد. او این آلیاژ را آلیاژ زرد یا آلیاژ ایرانی می‌نامد و یک ایرانی مغ به نام پاپانیدوس^۸ فرزند سیتوس^۹، را مخترع آن معرفی می‌کند.
 - نویسنده دیگر یونانی قرن دوم بعد از میلاد که به شبه ارسطو شهرت داشته است، در کتاب حیرت‌های تصویری^{۱۰} می‌نویسد "برنز موسینی چی^{۱۱} خیلی روشن و سبک است. این به خاطر مقدار قلع آن نیست، بلکه به خاطر آن است که با یک کانی دیگر که در کشور ایران یافت می‌شود ساخته می‌شود.
 - در گاه شماری سوئی - سو^{۱۲} که در سال ۶۱۷ بعد از میلاد در چین نوشته شده، از برنج با نام "ت او - سی"^{۱۳} یاد شده و گفته شده از ایران ساسانیان وارد می‌شود.

1 . Calamine
 2 .Sargon
 3 . Forbes
 4 . Muski
 5 . Zosimos
 6 . Kadmeia
 7 . Papanidos
 8 . Papanidos
 9 . Sitos
 10 . Paradoxographia
 11 . Mossynoeci
 12 . Sui-su
 13 . T'ou-si

- کین-کو-سوی-سی-کی^۱ نویسنده دیگر قرن ششم بعد از میلاد چینی می گوید "سوزن و قلاب کمر بند از برنجی ساخته می شود که از ایران به چین می آید".
- کو-کیو-یاو-لون^۲ در کتابی درباره فناوری های قدیمی می گوید "چینی ها برنج تقلبی تولید می کنند. ولی برنج واقعی "ت او-سی" که از مس طبیعی و شمش روی تولید می شود از ایران وارد می شود. همین نویسنده معتقد است که ایرانی ها اولین مردمی بودند که روی را استخراج و آلیاژ برنج تولید کردند.
- شیمیدان ایرانی الجاهیز (متوفی به سال ۸۶۹ میلادی می گوید): "طلا را نمی توان از برنج به دست آورد".
- ابن الفقیه گفته است که تولید برنج در ایران در انحصار دولت است و شرحی نیز از معادن روی در کوه دناوند در استان کرمان نوشته است.
- بوعلی سینا (۱۰۳۷-۹۸۰ بعد از میلاد) نیز با روش ذوب برنج از مس و کالامین آشنایی کامل داشته و گفته است که این فرایند از ایران به هند و چین رفت.
- جابری (۱۲۲۵ بعد از میلاد) نیز فرایند ذوب برنج را تشریح کرده است.
- جغرافی نویس عرب، الدمشقی در ۱۳۰۰ بعد از میلاد، اولین کسی است که می گوید فلز روی از چین وارد می شود و چینی ها روش تولید آن را مخفی نگه می دارند.
- بونتیوس^۳ فیزیکدان آلمانی که بین سالهای ۱۵۳۵ و ۱۵۹۹ می زیسته است، وجود ذخایر توتیا را در کرمان تایید می کند.
- در فارسی مدرن مفرغ (سفید روی) کاملاً با برنج که از مس و توتیا تولید می شود، فرق دارد و توتیا به معنی کالامین است.

احیای روی در ایران در ۱۰۰۰ سال قبل

روی خالص به دلیل تردی، کم بودن مقاومت مکانیکی و پایین بودن دمای ذوب (در حدود ۴۱۹ درجه سلسیوس) کاربرد صنعتی و خانگی چندانی ندارد و از آن در ساخت وسایل کشاورزی و خانگی استفاده نمی شود. بنابراین، کاملاً طبیعی است که پیشینیان با

1. Kin -cu-swi-si-ki

2. Ko-ku-yao-lun

3 . Bontius

وجود آشنا بودن با آن، آن را در مقیاس وسیع تولید نکرده باشند. طبق شواهد ارائه شده ایرانیان از بیش از ۱۰۰۰ سال قبل این فلز را می شناختند، ولی چون کاربردی برای حالت خالص آن نداشتند، از آن فقط برای تهیه توتیای بسیار خالص و برنج استفاده می کردند.

ابوریحان بیرونی (۴۴۰-۳۶۲ هجری) [۶] در کتاب الجواهر جرم مخصوص چند فلز و آلیاژ را ذکر کرده است. در این آزمایش ها جرم مخصوص طلا ۱۰۰ فرض شده و جرم مخصوص بقیه فلزات نسبت به آن به شرح زیر اندازه گیری شده است:

طلا = ۱۰۰، نقره = ۵۴/۵، جیوه = ۷۱/۱۷۳۶، سرب = ۵۹/۴۲، مس = ۴۶/۳۳، برنج = ۴۵، قلع = ۳۸/۵، آهن = ۴۰/۵۲ و روی = ۳۵/۴۱

شعرا نیز نتایج آزمایش های بیرونی را در قالب چند خط شعر بیان کرده اند:

ز روی جثه هفتاد و یک درم سیماب چل و شش است مس و زارزیزی و هفت شمار
 ذهب صد است و سرب پنجه نه آهن چل برنج مس چل و پنج است و نقره پنجه و چا

در شعر زیر از حروف ابجد برای بیان اعداد استفاده شده است:

زر لکن زیبق الم اسرب دهن ارزیز حل فضه ند آهن یکی مس و شبه مه صفر ماه

به حروف ابجد: لکن = ۱۰۰، الم = ۷۱، دهن = ۵۹، حل = ۳۸، ند = ۵۳، یکی = ۴۰، مه = ۴۵ و ماه = ۴۶ است.

جدول ۱ - مقایسه جرم مخصوص های تعیین شده برای فلزات توسط ابوریحان بیرونی با مقادیر اندازه گیری شده جدید

رومی	برنج	قلع	سرب	آهن	مس	جیوه	نقره	طلا	
۷,۱۳۳		۷,۲۹۸	۱۱,۳۴	۷,۸۷	۸,۹۶	۱۳,۵۵	۱۰,۴۹	۱۹,۳۲	جرم مخصوص طبق نظریات جدید gr/cm ³
۶,۸۴	۸,۶۹	۷,۴۴	۱۱,۴۸	۷,۸۲	۸,۹۵	۱۳,۶۸	۱۰,۵۳	۱۹,۳۲	جرم مخصوص طبق آزمایش های بیرونی gr/cm ³

خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب تنسوخ نامه [۷] در ۷۵۰ سال قبل به نقل از ابوریحان بیرونی جرم مخصوص روی را ۶,۸۴ و ابوالقاسم عبدالله کاشانی نیز در سال ۷۰۰ هجری در کتاب عرایس الجواهر و نفایس الاطائب [۸] به نقل از ابوریحان مقدار آن را ۶,۵۷ نوشته است. جرم مخصوص روی ۷,۱۳۳ است. اندازه گیری جرم مخصوص روی بدون داشتن فلز خالص در ۱۰۰۰ سال قبل امری ناممکن بوده است. در ضمن، به جز قلع که جرم مخصوص آن جداگانه اعلام شده، در آن زمان هیچ فلز یا آلیاژی با جرم مخصوص حدود ۶,۵-۷ شناخته شده نبود.

ابوالقاسم عبدالله کاشانی در کتاب عرایس الجواهر و نفایس الاطائب نوشته است:

• «سنگ توتیا بر انواع است. بعضی از آن صناعی است و بعضی کانی است. آنچ صناعی است توتیای نایژه گویند و آن در حدود کرمان می باشد در دیه و معدنی را توتیای فیدی گویند. معدن آن در زمین عرب در کوه فید است.»

عبدالله کاشانی سپس مشخصات کوره ساخت توتیای مصنوعی را این گونه بیان می کند:

• «توتیای کرمانی را چنان حاصل کنند که تنوری بسازند و میخ‌های سفالین در دیوار آن نصب کنند و سنگ توتیا بر دکانچه آنجا بریزند و آتشی قوی کنند. بخاری از سوختن آن سنگ‌ها بر می خیزد و بر آن میخ‌های سفالین می نشیند. چون آتش باز گیرند و سرد شود، توتیای مصعد از آن میخ‌ها جدا کنند. هر چه بر سر میخ بود سبک تر و نیکوتر بود و وسط میخ جدا کنند و شیب میخ جدا بگیرند.»

محمد بن منصور در کتاب گوهر نامه [۹] که در قرن نهم هجری نوشته شده است

می گوید:

«توتیای کرمانی به خلاف سایر اقسام توتیا صناعی است که آن را توتیای مصعد و توتیای پانزده گویند و در نواحی کرمان تحصیل آن به این طریق نمایند که تنوری مانند شاخوره می سازند و از شیب تا بالا میخ‌های سفالین در دیوار آن نصب می کنند و سنگ توتیا بر دکانچه تنور می نهند و آتشی قوی بر می افروزند. بخاری غلیظ از سوختن سنگ توتیا متصاعد می شود و بر میخ‌ها می نشیند و آن بخار که توتیای مصعد عبارت از آن است سه قسم است: قسمی بر سر میخ‌ها می نشیند و این قسم اخف و اعلا بود و نفع آن در داروی

چشم اظهر و اجلی باشد. و قسمی بر میانه میخ‌ها می نشینند و این قسم میانه بود. و قسمتی بر پایین میخ‌ها می نشینند و این قسم اغلظ و ادنی باشد.»

در این متن‌ها چند نکته جالب و با اهمیت وجود دارد: اول آنکه بخارات حاصل از سوختن سنگ توتیا که در متن توتیای مصعد نامیده شده است، توتیا نیست. نقطه ذوب توتیا ۱۹۲۵ درجه سلسیوس است. ایجاد این دما در کوره های معمولی ناممکن است. بنابراین، بخار حاصل از سوختن سنگ‌ها نمی‌تواند توتیا باشد. اگر فضای داخل کوره احیایی باشد، روی فلزی در آن احیا می‌شود. دمای جوش روی فلزی ۹۰۲ درجه سلسیوس است. چنین دمایی به سادگی در کوره ایجاد می‌شود. بنابراین، به احتمال نزدیک به یقین در این فرایند روی فلزی احیا شده و پس از تصعید بر روی میله‌های سفالین رسوب کرده است. طرح کیفی کوره نیز به نحوی است که دما در قسمت بالای آن کمتر از قسمت اجاق است. در سر میله‌های سفالین در سمت داخل کوره، قسمتی از روی منجمد شده با هوا ترکیب و اکسید روی بسیار خالصی تولید می‌شده که مصرف دارویی داشته است. ولی به علت سرد بودن نسبی ته میله‌ها [در مجاورت دیواره کوره] بخارات منجمد شده به طور کامل اکسید نمی‌شوند و قسمت اعظم آن به همان شکل روی فلزی باقی می‌ماند. همان‌طور که در متن نیز نوشته شده است، این رسوبات سنگین‌تر و ناخالص‌تر هستند. جرم مخصوص اکسید روی یا توتیا ۳,۷۲ و جرم مخصوص روی ۷,۱۳۳ است. در هنگام بهره‌برداری نیز رسوبات سه منطقه سر، میانه و ته میله‌های سفالین جدا از هم جمع‌آوری می‌شده‌اند. توتیای سر میله که دارای درجه خلوص بسیار بالا بوده، مصرف دارویی داشته است. شاید صنعتگران بر حسب مورد و با تغییر شرایط کوره روی فلزی یا توتیا تولید می‌کرده‌اند.

توتیا سفید و روی فلزی خاکستری و هر دو تقریباً هم‌رنگ هستند.

روی چکش خوار نیست و به تنهایی کاربرد خانگی و صنعتی زیادی ندارد^۱ و تولید آن بدون آنکه موردی برای مصرف وجود داشته باشد، توجیه پذیر نیست. صنعتگران قدیمی نیز احتمالاً محصول ریخته‌گری روی فلزی را چون چکش خور نبوده است، جزو فلزات

۱. حتی امروز نیز روی خالص برای ساخت لوازم خانگی و صنعتی به کار نمی‌رود و مصرف عمده آن بیشتر در تولید برنج و آهن گالوانیزه است.

طبقه‌بندی نکرده و به آن توجهی نداشته‌اند. به نظر می‌رسد که منظور از "روی سخت"، **روی سخته، روسختج یا راسخت** " که در کتب فنی قدیمی به کرات از آنها نامبرده شده، همان روی فلزی بوده است. محمد بن منصور در کتاب گوهر نامه در توصیف اجزای معجون‌ها از سه ماده متمایز توتیا و روی سخته و برنج و در برخی موارد در کنار هم و در یک جمله نامبرده است که نشان می‌دهد روی سخته با برنج و توتیا فرق داشته است و سه ماده مجزا بوده‌اند.

در متن‌های توصیفی به دفعات از توتیای مدبر و توتیای نایژه (توتیای لوله‌ای شکل محصول کوره فوق) به عنوان بهترین نوع توتیا برای ساخت برنج صحبت شده است. چنانچه توتیای نایژه روی فلزی یا ترکیبی از آن با توتیا باشد، نه تنها برای تولید برنج مضر نیست، بلکه آلیاژ سازی نیز آسان‌تر می‌شود.

محمد صالح تبریزی [۱۰]، معدنچی باشی و سررشته دار امور معادن در عهد محمد شاه و ناصرالدین شاه قاجار، در گزارش مورخ ۱۲۹۰ هجری شمسی خود از وجود سه معدن روی در سراب و کرمروند آذربایجان و یک معدن توتیا در کوه بنان کرمان خبر می‌دهد. اینکه این معادن از چه تاریخی فعال بوده‌اند، مشخص نشده است، گفتنی است که چون در گذشته کوره‌های احیا در نزدیکی معادن قرار داشتند، لذا، مجموعه معدن و تجهیزات غنی‌سازی و کوره‌های احیا نیز معدن نامیده می‌شد. تبریزی به روال مستتر در گزارش به کوره‌های احیا در این معادن نیز اشاره نکرده است، ولی از آنجا که این معادن ذیل فلز روی [نه توتیا] طبقه‌بندی شده‌اند، نشان می‌دهد که به احتمال زیاد عمل احیا نیز در این معادن صورت می‌گرفته است. مارکوپولوی ونیزی نیز در سفرنامه خود به کوره‌های تولید توتیا در کرمان اشاره کرده است.

فناوری تولید برنج

خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب تنسوخ نامه می‌نویسد:

- "اگر مس را بگدازند و توتیای مدبر بر وی افکنند، هم رنگ زر شود و آن برنج است که از آن اوانی‌ها کنند".
- "برنج را شبه گویند و از مس و توتیای مدبر سازند آن را و مس باید که منقی باشد

تا نیک زرد شود و از آن جنس اوانی و غیره سازند و توتیا چون با جوهر مس آمیخته شود (به قدر آمیزش) در وزن مس می افزاید و همچنان که لون زردی به سبب کثرت گداختن کمتر شود، ثقل برنج هم کمتر شود."

• "و برنج دمشقی نیک به زر ماند و تا در آتش نبرند و اعتبار گرانی و سبکی نکنند، از زر باز ندانند، زیرا که چون بر محک زنده قریب چهار دانگ عیار دارد، اما چون در آتش برند در حال سیاه شود. از به هر آنکه توتیا کشته از سرب است، با مس آمیزشی تمام ندارد. آن را بر روی اندازند و هر بار که برنج را در آتش برند، روی او بار دیگر بپاید و مدید (کذا) تا به رنگ خود آید و هر بار که بگدازند، اگر بتازگی توتیا بر وی نهند، بدتر شود."

این عبارات بسیار نارساست. توتیای مدبر تعریف نشده است. نقش روی فلزی هم در این فرایند روشن نیست. توضیح آنکه چون کانی‌های روی اغلب با کانی‌های مس و سرب همراه است، لذا، در گذشته گاهی به غلط تصور می‌شد که توتیا بخار مس یا سرب است. خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب تنسوخ نامه و ابوالقاسم عبدالله کاشانی در کتاب عرایس الجواهر و نفایس الاطایب نوشته‌اند:

"و اگر توتیای نیم کوفته را با مویز بی دانه بر هم کوبند تا نرم شود و به آتشی نرم بریان کنند. چنانچه نسوزد و مس را بگدازد و قدری از آن توتیای مدبر بر وی افکنند و لحظه ای سر بوته را بپوشند تا توتیا اثر فعل خویش بکند و سرد شود، مس رنگ زر سرخ گرفته باشد. و جوهر برنج شامی بدین طریق سازند و در صناعت اکسیر به کار دارند."

ابوالقاسم عبدالله کاشانی در کتاب عرایس الجواهر و نفایس الاطایب نوشته است:

« بهترین برنج، برنج شاهی است و طریق عملش آن است که نحاس را تنقیه کنند چند کرت تا پاک شود و به هر بیست درم دو درم آهن نرم بر اندازند و آن را با صفائح تنک کنند و بگیرند توتیای نایزه به غایت تنک مدبر کرده و سفید شده و در میان خرمای خبیصی نهند و بکوبند و آن را تشویه معتدل کنند. پس آن را بسایند و تر کنند و هر روی را، و هر دو روی طبقه مس را بدان طلی کنند و بگذارند تا خشک شود. آن را درهم پیچند و بوته به قدر آن صفائح بگیرند که آن را سرپوشی هم از گل بوته ساخته باشند و آن در

هم پیچیده را در آن بوته نهند و خلأ بوته را به آبگینه سوده پر کنند و سرش استوار کنند و به آتش فحم بگدازند و در سبیکه افکنند. شبهی مثل زر سرخ برون آید. و هر چندان مقدار مذکور را بدین تفصیل تکرار می کنند و می گدازند لون و ثقل آن زیادت می شود تا چنان شود که بر بیشتر صرافان ماهر مشته شود.

• او را به محک ۴ دانگ عیار باشد، اما چون در آتش برند سیاه و سوخته شود و به محک نیز نتوان دانست. امتحان او جز به خلاص نتوان کرد که از خلاص برون نیاید. نوع دیگر: فرا گیرند توتیای ناوچه سه جزو، نحاس محرق سه جزو، قلقند یک جزو، و مثل جمله فانید سرخ، جمله را کوفته و بیخته به روغن بز تر کنند و نحاس منقا در بوته بگدازند مقدار ده درم سنگ تا به یکدیگر گداخته شود و یک درم سنگ از این دارو بر وی افکنند و سر بوته بپوشند و چند دم معدود بدمند. پس آن را در سبیکه ریزند. لونی گرفته باشد مثل لون زر.

جیش بن ابراهیم محمد تفلیسی دانشمند قرن ششم هجری در کتاب بیان الصناعات [۱۱] گفته است:

"بستاند توتیای کرمانی ده درم سنگ، تنکار و قلقند و اقلیمیای سیم و مارقشیشا از هر یکی یک درم سنگ، خون رگ آدمی و شب یمانی از هر یکی نیم درم سنگ. این جمله را جدا جدا بکوبد سخت خرد، پس بهم بیامیزد. بعد از آن بستاند خرما بی دانه و این داروها را بدان خرما بسرشد و نیک بمالد چندان که داروها در خود گیرد و نباید که خرما بسیار باشد. پس بستاند مس تنک کرده و در آتش گرم کند تا سرخ شود، پس از آتش بدر آرد و همچنان سرخ در دوشاب انگوری زند. پس از دوشاب بدر آرد و در آب نمک افکند. پس از نمک آب بر آرد و در نمک خشک افکند و نیک به دست وی را بمالد و سه چهار بار همچنین کند تا مس پاکیزه شود. پس دو مشت مشمشه ترش در دیگ کند و آبش بر سر ریزد، چندان که وی را بپوشاند. پس آن مس را در آنجا افکند و بجوشاند تا هیچ آب نماند. پس از دیگ وی را به در آرد و به کارد ویرا خرد ببرد و در خرما معجون کرده با داروها در گیرد، چنان که بالای داروها باشد و بالای مس و نباید کزین خرما با دارو که گفتیم بسیار بود که زیان دارد، بلکه آن قدر تمام بود که مس را

پوشاند و پراکنده کند و در بوته نهد تا نیک سبک شود، پس پارهٔ نطف در ریزه مالد- و ریزه آلتی باشد- آنگاه آن گداخته را در آن ریزه ریزد. پس چون سرد شود به ریگ مکی و پرا بزند و یک چندی در پنبه بنهد تا سرخ شود. و اگر خواهد که نیم درم سنگ شادنه با داروهایش بیامیزد هم روا بود و روی سخته جای خون آدمی بگیرد."

با توجه به این نوشته‌ها، برای احیای توتیا به جای چوب و ذغال از خرما و مویز استفاده می‌شده است. این امکان وجود دارد که در ترکیب توتیای مورد استفاده گرد روی فلزی وجود داشته است و خرما و مویز نقش نگهداری گرد روی را در مجاورت صفحات مسی بر عهده داشته‌اند.

ابوریحان در کتاب الجواهر نوشته است: «اگر توتیا را با مس مخلوط کنند، وزن شبه (برنج به زبان عربی) زیادتر از وزن توتیا و مس می‌شود. ولی اگر توتیا بیش از اندازه با مس ممزوج شود در هر آتش از وزن شبه کاسته می‌شود.»
شواهد مربوط به آشنایی ایرانیان با فلز روی و همچنین، آلیاژهای برنج و روئین و توتیا در ادبیات فارسی به این قرار است:

الف - نثر ادبی فارسی

مرزبان بن رستم بن شروین، (قرن چهارم هجری) [۱۲]:

در کتاب مرزبان نامه آمده است:

- ...زلزله مواکب در زمین و حمحمه مراکب در آسمان افکنده و ناله نای رویین و صدای کوس و طبلک دماغ فلک پر طنین کرده؛

شیخ الرئیس ابن سینا (ابوعلی الحسین) وفات در سال ۴۲۸ هجری [۱۳]:

کتاب قانون در طب، کتاب دوم داروها

«توتیا: وقتی که می‌خواهند سرب و مس و آنک را از معدن جدا کنند، دودی که برخیزد از آن ماده توتیا به دست می‌آید و اگر اقلیمیا بالا رود، توتیای خوب تکوین می‌گردد. اما اگر از رسوبی توتیا گیرند آن را سفوریون گویند. توتیا چند نوع است: سفید، زرد، سبز،

توتیای نازک ، توتیای متراکم و ستبر. و قسمی مایل به سرخی است. همه این نوع‌ها در کرمان درست می‌شوند. اما توتیای هندی دردی مانند است. در آب ته نشین می‌شود و آن را (سقوریون) گویند. تفاوت میان سقوریون و توتیا این است که توتیا بالا رود و سقوریون ته نشین است و در بوته گذاخته مس ته نشین می‌شود و آن را اقلیمیای مس می‌شمارند. اگر این اقلیمیا به وسیله حرارت بالا رود، توتیا گردد. گویند جانوری مدور و لاک سخت در دریا می‌میرد و آب خیز آن را به ساحل می‌اندازد و از آن توتیائی سازند که بسیار لطیف است.»

این نوشته نیز تولید توتیای خوب را در کرمان از طریق اکسید کردن روی تصعید شده تأیید می‌کند.

ابو نصر علی بن احمد اسدی طوسی، تولد ۵۳۶- وفات ۵۹۶ هجری [۱۴]:

لغت فرس اسدی

خم - بوقی بود زرین و کوچک تیز آواز. فردوسی:

سپهد بزد نای و روئینه خم خسروش آمد از ناله گاو دم

(تأیید آنکه روئینه مفرغ یا برنج است)

لگن: چون تشتی بود سیمین یا روئین و آنچه بدین مانند.

ناصر خسرو قبادیانی مروزی، تولد ۳۹۴- وفات ۴۸۱ هجری [۱۵]:

سفرنامه

- دور دایره آن ده گز. نایزه‌ای برنجین از میان حوض بر آمده که آبی صافی بفواره از آن بیرون می‌آید ...؟
- سه در پهلوی هم بر آنجاست ... و همه را به آهن و برنج تکلفات کرده؟
- بر درها تکلفات بسیار کرده از آهن و برنج دمشقی و حلقه‌ها و میخ‌ها بر آن زده...؟
- قندیل‌های بسیار برنجین و نقره گین آویخته ...؟
- درها به تکلف بر آنجا نهاده هر یک ده گز علو و شش گز عرض از جمله درها یکی برنجی است بیش از حد به تکلف و نیکویی ساخته‌اند چنان که گویی زرین است و به سیم سوخته نقش کرده؟

ابزار و وسایل برنجی:

• ... درها به تکلف بر آنجا نهاده هر یک ده گز علو و شش گز عرض. از جمله درها یکی برنجی است بیش از حد به تکلف و نیکویی ساخته‌اند، چنان که گویی زرین است و به سیم سوخته نقش کرده؛

• ... روی درها برنج دمشقی که گویی زر طلاست در گرفته و نقش‌ها بسیار در آن کرده و هر یک پانزده گز بالا و هشت گز پهنا و این در را باب داود علیه السلام گویند ...

ساخت آلیاژهای این چنین دقیقی فقط از طریق ترکیب مس با روی خالص میسر است. کوشش کیمیا گران برای ساخت برنجی مشابه طلا از طریق ترکیب مس و توتیا و بدون استفاده از روی خالص کاری بس مشکل بوده است.

• ... در آنجا سبوها دیدم از برنج دمشقی که هر یک سی من آب گرفتی و چنان بود که زرین است. یکی مرا حکایت کرد که زنی است که پنج هزار از آن سبو دارد...
• ... مسجد آدینه فواره برنجین ...

ابوالفضل محمد بن حسین کاتب بیهقی، وفات ۴۷۰ هجری [۱۶]:

تاریخ بیهقی

• و نماز بامداد بکرد و کوسی روئین که بر جمازگان بود، فرو کوفتند...

محمد بن هندوشاه نخجوانی، (قرن هشتم هجری) [۱۷]:

فرهنگ صحاح الفرس

برنج

• بشیز: چیزی باشد که به جای درم رود. گویند برنجین بود.

رودکی:

چو فضل میر ابوالفضل بر همه ملکان چو فضل گوهر یاقوت بر نهره بشیز

روئین

- شیپور: نای روئین بود.
 - شیپور: به معنای شیور بود؛ یعنی نای روئین.
 - خم: اول بوقی باشد کوچک تیز آواز.
- فردوسی:
- سپهبد بزد نای روئین خم خروش آمد از ناله گاو دم

- گاو دم: بوق کوچک است بر مثال دم گاو و نای روئین نیز گویند.
- همان طور که دیده می‌شود، در تمام تعاریف یاد شده وسایل ساخته شده از روئین و سالیلی هستند که به طور سنتی از برنج و یا مفرغ ساخته می‌شوند.
- ابوالعلاء عبدالمومن جاروتی، معروف به صفی کحال، (قرن هشتم هجری) [۱۸]:
- فرهنگ مجموعه الفرس

روی

- گاز: یکی دندان گرفتن بود. دیگر آن آلت است که زرگران و آهنگران و رویگران بدان نقره و آهن و روی برند و مانند مقص بود و نعلبندان نیز دارند که بدان میخ از سم چهارپایان بدر کشند.
- اژیر... لحم رویگران بود...
- [در لغت فارسی رویگر به معنی سفیدگر نیز به کار رفته است]

برنج

- پیشیز: زر برنجین باشد.
- در مقدمه الادب: لحم، کفشیر گداز، کفشیر؛ در برهان: کفشیر - بوره را گویند و آن دارویی باشد مانند نمک که طلا و نقره و فلزات دیگر را به سبب آن با لحیم پیوند کنند و بعضی گویند که قلعی و ارزیز است.... و بعضی ظروف و آلات مسینه و برنج شکسته را گفته‌اند که مکرر لحیم کرده باشند.

روئین

• آردیر: آلت رویینه و مسینه بود [گویا این لغت مصحف ارزیز است و ظاهراً مؤلف در تفکیک معانی، ارزیز و اژیر را در هم آمیخته است].

• کفشیر: آلت رویینه و مسینه بود.دیگر لحیم بود که رویگران کنند. نام لحم رویگران است.

• بش: بند آهنین بود یا روئین که بسمار ززند بر صندوق.

میر جمال الدین حسین بن فخرالدین حسن انجو شیرازی، وفات در ۱۰۳۹ [۱۹]:

فرهنگ جهانگیری (تألیف: ۱۰۱۷ هجری قمری)

در فرهنگ جهانگیری گفته شده است:

روی: پنج معنی دارد. با واو مجهول یکی از فلزات است.

در برهان قاطع می‌خوانیم:

روی: و با ثانی مجهول یکی از فلزات باشد و آن مس با قلعی گذاخته است.

گرچه این تعریف با تعریف مفرغ همخوانی دارد، ولی باید توجه داشت که چنین اشتباهاتی اغلب از ناآگاهی نویسنده با مسائل علمی ناشی شده و ممکن است محمدحسن خلف تبریزی معانی روی و روئین را به جای یکدیگر به کار برده باشد.

ابوعلی سینا در کتاب قانون گفته است:

«وقتی که می‌خواهند سرب و مس و آنک را از معدن جدا کنند، دودی که برخیزد از

آن ماده توتیا به دست می‌آید.»

آنک با نون مضموم به عربی به معنی سرب است، منتهی در اینجا نیز نویسنده یا مترجم مرتکب اشتباه شده و دوبار کلمه سرب را در یک جمله به کار برده است. بوعلی سینا دقیق‌تر از آن است که بگوید سرب و آنک. احتمالاً آنک در این جمله همان روی است. در لغتنامه‌های فارسی دود سرب و روی و مس توتیا نامیده شده است.

شرح بوعلی سینا در ارتباط با تولید توتیا کاملاً صحیح و علمی است و نشان می‌دهد که اولاً فناوری ذوب و تهیه روی وجود داشته است و ثانیاً قدما به خوبی فرق میان فلزات و اکسیدها را می‌دانسته‌اند. مثلاً آنها می‌دانستند که با سوزندان جیوه اکسید (شنگرف) به

دست می‌آید و شنگرف مصنوعی از شنگرف طبیعی خالص تر است. مشابه این تعریف به کرات درباره سرب، آهن و سایر فلزات نیز ذکر شده است.

نظیر همین تعریف برای توتیا در کتاب تحفه حکیم مومن نیز به شرح زیر دیده می‌شود: روی توتیا: شبه است و مشهور به روح توتیا، چه او توتیای غیر مصنوع و معدنی است، به خلاف سایر اقسام توتیا که روئیده معدن نیستند.

روسختج: معرب از روی سوخته و فارسی است و او را راسخت نامند و طریق عمل او در دستورات مذکور است و بهترین او سیاه مایل به سرخی است. [اکسید روی سفید است. بنابراین، احتمالاً منظور نویسنده ترکیب دیگری بوده است].

را سخت و روی سوخته: روسختج است

خارصینی: شبه است، به فارسی روی توتیا نامند.

روی

سرنج: با اول و ثانی مکسور، دو معنی دارد: اول دو پاره روی باشد که مانند طبق بی‌کناره سازند و بر پشت آن قبه‌ای کنند و آن را به دست گرفته بهم زنند تا به صدا در آید و بیشتر در نقاره خانه‌ها بنوازند... و آن را سنج نیز گویند. بسحاق اطعمه گفته است: قلم را علم داشت قلیه سرنج که میزن ز لیبی بهم چون سرنج

روی: پنج معنی دارد... با او مجهول یکی از فلزات است.

برنج

سپست: با اول مضموم، بوی ناخوش باشد مانند بوی ماهی و جامه نم گرفته و قیر و ظروف مسی و برنجی و امثال آن...

بیج: با اول مکسور برنج است.

پرنگ: با اول مکسور و ثانی مفتوح به نون زده و کاف عجمی، شمشیر گوهر دار بود و با اول و ثانی مکسور به نون زده، نوعی از فلزات بود که آن را برنج خوانند و به هندی پتیل خوانند.

هوز: با اول مضموم و زای منقوطة موقوف، آوازی باشد تند و تیز مانند صدایی که از طاس برنجی و امثال آن برآید....

وسایل و ابزار برنجی

تال: دوم طبق مس و برنج و نقره و طلا و امثال آن را گویند. امیر خسرو نظم گفته است:

ز سیری بس که هندو سیر خور شد همه تال برنجش تال زر شد

سیوم پیاله کوچک کم عمق باشد که از برنج سازند و در هنگام سرود گفتن و رقص کردن خنیاگران و گوینده‌های هند آن را بر هم زده و به صدای آن اصول نگاه‌دارند. امیر خسرو گفته است:

دگر ساز برنجین نام آن تال بر انگشت پرویان قوال

مزمل: با اول مضموم و ثانی مفتوح و میم مشدد مکسور، لوله ای باشد که از مس یا برنج و امثال آن سازند که چون بر جانب راست بیچانند آب از آن لوله روان شود، و چون بر جانب چپ باز گردانند آب بایستد. حکیم ازرقی گفته است:

آن گرش مزمل زرین شگفت را آبی بروشنی روان اندرو روان

هم او گوید:

پیروزه همچو سیم کشیده درون رود از گوشه مزمل زرین بآبدان

لورانک، لوراور: با اول مضموم در بعضی فرهنگ‌ها مرقوم است که ظرف برنجی بود که در میان آن روغن و امثال آن کنند..

نور آورد: ظرفی باشد مانند دبه که از برنج سازند.

روئین

شاوغر: ... دوم نای روئین را گویند، و آن را شیپور نیز خوانند.

شیخ نظامی به رشته نظم در آورده است:

ز فریاد خر مهره و گاو دم علی الله در آمد به روئینه خم

فردوسی فرماید :

بَر آمد نای سرغین و روئینه خم
بَر آمد ز دژ ناله گاو دم

روئینه خم : شیخ نظامی گفته است:

در آمد بشورش دم گاو دم
بخمک زدن خام روئینه خم

روئین خم ، روئینه خم و روئینه خم : کوس باشد شاعری گفته است:

شغب کوس بانگ روئین خم
لرزه انداخت در تن انجم

حکیم فردوسی سروده است :

بر آمد خروشیدن گاو دم
دم نای روئین و روئینه خم

شواهد پاورقی فرهنگ جهانگیری

عنصری گوید :

لشکر شاد بهر در جنبید
نای روئین و کوس بغرنبید

فردوسی گوید:

بر آمد خروشیدن گاو دم
دم نای روئین و روئینه خم

نظامی گوید:

زخمه بر کاسه ریخت کاسه نواز
ز فریاد خر مهره و گاو دم
کوس روئین بلند کرد آواز
علی الله بر آمد ز روئینه خم

محمد حسین خلف تبریزی معروف به برهان [۲۰]:

برهان قاطع (تألیف: ۱۰۶۲ هجری قمری)

روی

روی: و با ثانی مجهول یکی از فلزات باشد و آن مس با قلعی گداخته است.

اشیایی که از روی ساخته شده‌اند.

اسرنج : به کسر اول و رای قرشت و سکون ثانی و نون و جشن طبقی باشد بی کناره که از روی سازند و بر پشت آن قبه کنند و بندی بر آن بگذارند و روزهای جشن و تماشا دو تای آن را بر دست گرفته بر هم زنند تا از آن صدائی بر آید و آنرا سنج نیز گفته‌اند
خمک : و دف و دایره کوچکی را نیز گویند که چند بر آن از برنج یا روی باشد و مصغر خم هم هست ...

برنج

بج : به کسر اول به معنی برنج باشد که به عربی ارز گویند.

پرنک : به کسر اول و فتح ثانی و سکون نون و کاف فارسی فروغ و برق شمشیر و تیغ جوهر دار را گویند و به عربی فرند خوانند، به کسر فا و را و سکون ن و دال ابجد و به کسر اول و ثانی برنج را و آن نوعی از فلزات باشد .

وسایل و ابزار برنجی

اسطرلاب : معروف است و آن آلتی است از برنج و تال ساخته که منجمان بدان ارتفاع آفتاب و کواکب معلوم کنند....

بالکانه : با کاف بر وزن آسمانه دریچه مشبکی را گویند از طلا و نقره و امثال آن که از درون خانه بیرون را توان دید و از بیرون درون را نتوان دید و بعضی گویند بالکانه به معنی شبکه است. مطلقاً نهایتش آنکه از آهن و برنج و غیره باشد، بالکانه خوانند و آنچه از چوب و استخوان و امثال آن باشد، پنجره گویند .

پتر : بر وزن شرر تنگه طلا و نقره و مس و برنج و امثال آن را گویند که در اسما و طلسمات و تعویذ نقش کنند.

۷۰ شواهد تاریخی درباره کشف و ساخت مفرغ و برنج و احیای فلز روی ...

پشی، به کسر اول و ثانی و سکون تحتانی مخفف پشیز است و آن پول ریزه کوچک به غایت تنگ و نازک باشد و آن را از مس یا برنج سازند .

پشیز: پشیزه: ... به کسر اول و ثانی و سکون تحتانی مخفف پشیز است و آن پول ریزه کوچک به غایت تنگ و نازک باشد و آن را از مس یا برنج سازند.

پشیزه: بر وزن ستیزه به معنی پشیز است که پول بسیار تنگ نازک و رایج باشد و بعضی گویند زری باشد قلب در نهایت نازکی و کوچکی و چیزی را نیز گویند از برنج و امثال آن در نهایت تنگی که ما بین دسته و تیغه کارد وصل کنند.

بش: به فتح اول و سکون ثانی مطلق بند را گویند عموماً و بندی که از آهن و برنج بر صندوقها زنند.

حصار فولادی: کنایه از انگشت دانه خیاطان است که از فولاد با برنج سازند... و کنایه از آسمان اول هم هست، چه بعضی گویند از فولاد است....

خمک: و دف و دایره کوچکی را نیز گویند که چند بر آن از برنج یا روی باشد و مصغر خم هم هست ...

سطلاب: ...مخفف اصطلاب است و آن آلتی باشد از برنج که بدان ارتفاع آفتاب گیرند .

شتی، شنی: ...به معنی سینی باشد و آن خوانی است که از طلا و نقره و مس و برنج و امثال آن سازند .

شست: ...تار روده و ابریشم و مفتول برنج و فولاد باشد که بر سازها بندند

صلاب: بر وزن گلاب اصطلاب را گویند و آن آلتی باشد که از برنج ساخته اند و منجمان بدان ارتفاع کواکب معلوم کنند

غداره: پیکان پهن بزرگ شکاری را گویند و آن را به اندام بیل سازند و دبه برنجین را نیز گویند .

قفس: معروف است و آن جایی باشد شبکه دار که از چوب و برنج و آهن و امثال آن بافند ...

غزلولاور، غزیور: ...دبه برنجین باشد

لگن : طشت بی آفتابه را گویند و آن طبق دیواره داری است که از مس یا برنج سازند....

لورانک ، لورادر، لولانک، لولاور : بر وزن زور آور که دبه روغن و ظرف برنجی باشد....

مزمل : لوله باشد از مس یا برنج که چون بر جانب راست پیچند آب از آن لوله روان شود و اگر به طرف چپ گردانند بایستد و این لوله را بیشتر در حمام‌ها و آب انبارهای سر پوشیده نصب کنند ...

مشته: ... آلتی باشد از برنج و فولاد که استادان کفش دوز چرم را بدان کوبند
مهرا س: ...هاون باشد مطلقاً خواه هاون سنگی باشد و خواه برنجی ..
نور آور: ظرفی باشد از برنج که آن را مانند دبه روغن سازند .
محمد مومن حسینی [۲۱]:

تحفه حکیم مومن (تألیف : ۱۰۸۶ هجری)

روی

روی : اسم فارسی طالقون است.

روی توتیا : شبه است و مشهور به روح توتیا، چه او توتیای غیر مصنوع و معدنی است به خلاف سایر اقسام توتیا که روئیده معدن نیستند.

روسختج : معرب از روی سوخته و فارسی است و او را راسخت نامند و طریق عمل او در دستورات مذکور است و بهترین او سیاه مایل به سرخی است.

راسخت و روی سوخته : روسحج است.

خارصینی : شبه است ، به فارسی روی توتیا نامند.

برنج

ابرنج : برنج کابلی است.

برنق و برنج کابلی : برنگست.

تال : به هندی نقره و برنج و مس است.

ب : شعر فارسی

رودکی، وفات ۳۲۹ هجری [۲۲]:

رودکی قدیمی‌ترین شاعری است که کلمه روی را در شعر خود به کار برده و گفته :
همه بتنبل بندست بازگشتن او شرنگ نوش آمیغست و روی زر اندود

فردوسی، تولد ۳۲۹- وفات ۴۱۱ هجری [۲۳]:

فردوسی هم لغت روی و هم لغت روئین را در اشعار خود به کار برده است. شواهد
مربوط به فلز روی در شاهنامه فردوسی از این قرار است:

تو گفستی که از آهنش کرده اند	بسنگ و برویش بر آورده اند
همو ز آتش و آهن و روی نیست	جز از خون و از گوشت و از موی نیست
نه هومن ز رویست نه از آهنست	نه پیل ژیان و نه آهرمنست
بفرمود کاهنگران آورید	مس و روی و پتک گران آورید

روئین

فردوسی به کرات از کلمه روئین برای بیان جنس گاو دم، روئنه خم، نای (نام‌های
قدیمی بوق و شیپور و مانند آنها) و غیره استفاده کرده است. با توجه به اینکه این ابزار
اغلب از مفرغ یا برنج ساخته می‌شوند، این اشعار اثباتی بر ادعای مترادف بودن روئین با
مفرغ محسوب می‌شوند.

بر انگیخت پس رخس روئینه سم	برآمد خروشیدن گاو دم
همی کوفت بر خاک روئینه سم	همی کوفت سم و برفشانند دم
چو بشنید گفتار شاه پیلسم	بگرید ماننده روئینه خم
برآمد خروشیدن گاو دم	دم نای روئین و روئینه خم
بزد کوس روئین و هندی درای	سواران سوی رزم کردند رای
خروش آمد و ناله گاو دم	دم نای سرغین و روئینه خم
ببستند بر پیل روئینه خم	برآمد خروشیدن گاو دم
بدلش اندرون بانگ روئینه خم	که آید ز ره رخس فولاد سم
برون رفت روئین روئینه تن	اباده هزار از یلان ختن
بزد نای روئین و بر بست کوس	هوا نیلگون شد زمین آبوس

مبارز ز لشکر نخستین منم
 خروش آمد و ناله و گاو دم
 ز روی خزر نای روئین بخاست
 در گنج بگشاد و روزی بداد
 چو هر دو بر و بر فرود آمدند
 گزیده سپهید هم از بامداد

که اسپ افکن و پیل روئین تنم
 دم نای روئین و روئینه خم
 همی گرد بر شد بخورشید راست
 بزد نای روئین بنه بر نهاد
 ابر پیل بر نای روئین زدند
 بزد نای روئین بنه بر نهاد

[روئین در شاهنامه به صورت نام نیز وارد شده است: روئین تن، روئین دژ.]

بزد نای روئین و روئینه خم
 بگفت آنگهی رستم نامدار
 چرا رزم جستی از اسفندیار
 سحر که خروش آمد از کره نای
 چو اسکندر آن نامه او بخواند
 حکیمان رومی شدند انجمن
 برآمد خروشیدن گاو دم
 یکی دیگ روئین بیار اندرون
 ز میدان خروشیدن گاو دم
 چو بشنید شاپور پایش بیست
 برآمد ز در ناله گاو دم
 چو گرد سپه رام برزین بدید
 خروش آمد و ناله گاو دم
 بر آمد خروشیدن گاو دم
 بزد نای روئین و بر زد خروش
 مشست از بر ابلق مشک دم
 خروش آمد از نای و از گاو دم

برآمد ز در ناله گاو دم
 که روئین تنست این یل اسفندیار
 که او هست روئین تن و نامدار
 هم از کوس روئین و هندی درای
 بزد نای روئین و لشکر براند
 یکی گفت کای پیل روئینه تن
 جهان پر شد از بانگ روئینه خم
 که استاد بود او به کار اندرون
 شنیدند و آواز روئینه خم
 بزد نای روئین و خود بر نشست
 خروشیدن کوس و روئینه خم
 بزد نای روئین و صف بر کشید
 بیستند بر پیل روئینه خم
 ز درگاه و آواز روئینه خم
 زمین آمد از نعل اسپان بجوش
 جهنده سر افراز روئینه سم
 هم از کوهه پیل و روئینه خم

منوچهری دامغانی، وفات ۴۳۲ هجری [۲۴]:

منوچهری دامغانی نیز در دیوان اشعار خود از روی و روئین استفاده کرده و در ارتباط
 با فلز روی گفته است:

بی ز قوس و فش ز درع و رگ زموی و تن ز کوه سر ز نخل و دم ز جبل و برز سنگ و سم ز روی

روئین

در شعر منوچهری نیز خواص منتسب به روئین با خواص منتسب به مفرغ یکی است.
این بدرد ترگ روئین را، چو هیزم را تبر
شده آبگیران فسرده ز یخ
تو گفستی نای روئین هر زمانی
وان شود در سینه جنگی، چو در سوراخ مار
چنان کوس روئین اسکندران
به گوش اندر دمیدی یک دمیدن

اسدی طوسی، وفات ۴۶۵ هجری [۲۵]:

اشعار اسدی طوسی در ارتباط با روی در گرشاسنامه از این قرار است.

روی

بر آنکوه بر میلی افراخته
یکی شیر دید از پس در پهای
ز مس و آهن و روی بگداخته
ز روی و ز مس کرده بنیان ز جای

روئین

بمه بر شد از عاج مهره خروش
بگرید بر کوس چرم هژبر
ز پیروزه و نعل روئین دگر
دم نای روئین ز مه بر گذشت
ز هر سو همی کوس زرین زدند
یکی گوشه دژ نگونسار شد
همه پشت پیلان روئینه تن
جهان آمد از نای روئین بجوش
دم نای روئین برآمد بابر
نبد چیزی آنجا بها گیر تر
غو کوس دشت و که اندر نوشت
دو سرنای روئین و سرغین زدند
چهل دیگ روئین پدیدار شد
پراز ناوک انداز و آتش فکن

ناصر خسرو، تولد ۳۹۴- وفات ۴۸۱ هجری [۲۶]:

ناصر خسرو نیز در دیوان اشعار و نثر خود در سفرنامه از هر سه کلمه روی، برنج و روئین به شرح زیر استفاده کرده است که نشان می‌دهد از نظر او این سه کلمه معرف سه فلز یا آلیاژ بوده‌اند. وی گفته است:

روی

کیسه ت پر پشک و پیشیزست و روی
آشتم ار آهن و روئیی و گگر
کیسه یکی پیش نگونسار ک
آب شوی آب تو را آهنم

برنج

زر مغشوش کم بهاست برنج زعفران مزورسست زیر
تا خوی تو اینست اگر گوهر سرخی نزدیک خردمند زر اندود برنجی

روئین

گر نیست مست مغزت بشناسی زر مجرد از درم روئین

نظامی گنجوی، تولد ۵۳۶، وفات ۵۹۶ هجری [۲۷]:

صفات روئین در شعر نظامی نیز مانند سایر شعرا با صفات منتسب به مفرغ همخوانی دارد.

روئین

خسرو و شیرین

عروسی را به آن روئین حصاری ز بازو ساختن زرین عماری

شرفنامه

در آمد بشورش دم گاو دم ز روئین در کوس تندر خروش
بمن می‌رسد بازوی بهمنی چو بر میمنه ساز ور گشت کار
ز فریاد روئین خم از پشت پیل خروشدیدن کوس روئینه کاس
چو شه پای بر تخت زرین نهاد بفرمود تا کوس روئین زدند
زن ار سیمتن نی که روئین تن است ز بخت زدن خام روئینه خم
بدزهای روئین در افتاد جوش که اسفندیارم بروئین تنی
همان میسره شد چو روئین حصار نفیر نهنگان برآمد ز نیل
نیوشنده را داد بر جان هراس ز گنج سخن حصن روئین گشاد
بایرو در از چینیان چین زدند ز مردی چه لافد که زن هم زنت

۷۶ شواهد تاریخی درباره کشف و ساخت مفرغ و برنج و احیای فلز روی ...

بقیه شاعران نیز به فلز روی و آلیاژهای روئین و برنج اشاره کرده‌اند. همان طور که دیده می‌شود، در کلیه این اشعار خواص منتسب به روئین با خواص منتسب به مفرغ شباهت دارد.

سعدی، تولد ۵۹۱- وفات ۶۹۱ هجری [۲۸]:

روی

بوستان

غلط گفتم ای یار شایسته خوی که نفعست در آهن و سنگ و روی

طبیات

لبت دانم که یاقوتست و تن سیم نمی‌دانم دلت سنگست یا روی

بدایع

ترک من گفت و بترکش نتوانم که بگویم چکنم نیست دلی چون دل از آهن و رویم

بوستان

سکندر به دیوار روئین و سنگ تو را سد یاجوج کفر از زر است بر آرنند بنیاد روئین ز پای حذر کار مردان کار آگهست بکرد از جهان راه یاجوج تنگ نه روئین چو دیوار اسکندرست جوانان بنیروی و پیران برای یزک صد (سد) روئین لشکر گهست

قصاید

اینکه در شهنامه‌ها آورده‌اند رستم و روئینه تن اسفندیار

طبیات

دل سنگیت آگاهی ندارد که من چون دیگ روئین می‌زنم جوش

رباعیات

از من نه عجب که آهن روئین تن از یار جفا دید و با آواز آمد

مولانا جلال الدین رومی: (تولد ۶۰۴- وفات ۶۷۲ هجری) [۱۱]:

مولانا جلال الدین رومی در کتاب کلیات شمس تبریزی می گوید:

ز دست غیر تو اندر دهان من حلوا به جان پاک عزیزان که گرز روئینست

وحشی بافقی [۱۲]:

نعل رخشت چو سنگ سا گردد کوه الماس توتیا گردد

تشکر و قدردانی:

نویسنده از آقایان دکتر حسین یوزباشی زاده و دکتر سید مرتضی سید ریحانی برای راهنمایی‌های ارزنده‌شان و نیز از آقایان دکتر خطیب الاسلام صدرنژاد و دکتر منوچهر حکیم برای تأمین تعدادی از منابع و خانم بهناز دارابی برای کمک و همکاری در تهیه منابع نایاب کمال تشکر را دارد.

مراجع

1. S.W.K. Morgan, Zinc and its Alloys, Macdonald and Evans Ltd, Estover, Plymouth, PL6 7PZ, England, 1977.
2. Fathi Habashi, A History of Metallurgy, Metallurgie Extractive Quebec, Enr. Sainte-Foy, Quebec, Canada, G1X 4E7 Canada, 1994.
3. D.P.Agrawal & L. Tiwari India Was the First to Smelt Zinc by Distillation Process
۴. محمد بن محمد بن حسن طوسی، معروف به خواجه نصیرالدین، تنسوخ نامه ایلخانی، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، تهران، ۱۳۴۸.
5. Hans E. Wulf, "The traditional crafts of Persia, The Massachusetts Institute of Technology, Second printing, 1976.
۶. ابوریحان محمد بن احمد بیرونی، الجماهر فی الجواهر، تحقیق یوسف الهادی، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران، ۱۳۷۴.
۷. محمد بن محمد بن حسن طوسی، مشهور به خواجه نصیرالدین، تنسوخ نامه ایلخانی، با مقدمه مدرس رضوی، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، تهران، ۱۳۴۸.

۷۸ شواهد تاریخی درباره کشف و ساخت مفرغ و برنج و احیای فلز روی ...

۸. ابوالقاسم عبدالله کاشانی، عرایس الجواهر و نفایس الاطایب، به کوشش عبدالله افشار، انجمن آثار ملی تهران، تهران، ۱۳۴۵.
۹. محمد بن منصور، گوهر نامه، مجله فرهنگ ایران زمین، جلد چهارم، صفحات ۳۰۲-۱۸۵، ۱۳۳۵.
۱۰. محمد صالح تبریزی، معدن نامه، فهرستی از معادن ایران در سال‌های ۱۲۴۰ تا ۱۲۷۰ هجری شمسی"، آرشیو فنی مرکز آمار و اطلاعات فنی، شماره ثبت ۷۱۶ مورخ ۶۴/۹/۱۳.
۱۱. جیش بن ابراهیم بن محمد تفلیسی، بیان الصناعات، به تصحیح و مقدمه ایرج افشار، مجله فرهنگ ایران زمین، جلد پنجم، ۱۳۳۶، صفحات ۴۴۵-۲۷۵.
۱۲. مرزبان بن رستم بن شروین، مرزبان نامه، بتصحیح محمد روشن، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۵۵.
۱۳. شیخ رئیس ابو علی سینا، قانون در طب، کتاب دوم داروها"، ترجمه عبدالرحمن شرفکنندی، انتشارات سروش، ۱۳۶۸.
۱۴. ابو نصر علی بن احمد اسدی طوسی، لغت فرس اسدی، به کوشش محمد دبیر سیاقی کتابخانه طهوری، تهران، ۱۳۵۶.
۱۵. ناصر خسرو قبادیانی مروزی، سفرنامه، به کوشش محمد دبیر سیاقی، کتابفروشی زوار، چاپ دوم ۱۳۶۳.
۱۶. ابوالفضل محمد بن حسین کاتب بیهقی، تاریخ بیهقی، به تصحیح سعید نفیسی، انتشارات کتابخانه سنائی.
۱۷. محمد بن هندوشاه نخجوانی، فرهنگ صحاح الفرس، به اهتمام عبدالعلی طاعتی، بنگاه ترجمه و نشر کتاب، چاپ دوم، ۱۳۵۵.
۱۸. ابوالعلاء عبدالمومن جاروتی معروف به صفی کحال، فرهنگ مجموعه الفرس"، به تصحیح عزیزالله جوینی، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۵۶.
۱۹. میر جمال الدین حسین بن فخرالدین حسن انجو شیرازی، فرهنگ جهانگیری، ویراسته رحیم عقیفی، انتشارات دانشگاه مشهد، چاپ دوم ۱۳۵۹.

۲۰. محمد حسین خلف تبریزی معروف به برهان، برهان قاطع، به اهتمام محمد معین، مؤسسه انتشارات امیر کبیر، چاپ پنجم، تهران ۱۳۶۲
۲۱. محمد مومن حسینی، تحفه حکیم مومن، کتابفروشی محمودی، چاپ دوم، تهران ۱۳۷۶.
۲۲. ابو عبدالله جعفر بن محمد رودکی، آثار منظوم رودکی، آکادمی فنهای ریپوبلیکه ساویتی سوسیالیستی تاجیکستان، شعبه شرق شناسی و آثار ادبی، نشریات دولتی تاجیکستان، استالین آباد ۱۹۵۸.
۲۳. ابوالقاسم فردوسی، شاهنامه، گردآورنده، ژول مول، سازمان کتابهای جیبی، تهران، ۱۳۴۵.
۲۴. ابوالنجم احمد بن قوص بن احمد منوچهری دامغانی، دیوان منوچهری دامغانی، به کوشش محمد دبیر سیاقی، انتشارات زوار، ۱۳۷۰.
۲۵. اسدی طوسی، ابو نصر علی بن احمد، گرشاسب نامه اسدی، به اهتمام حبیب یغمائی، کتابخانه طهوری، چاپ دوم، تهران، ۱۳۵۴.
۲۶. ناصر خسرو قبادیانی مروزی، دیوان ناصر خسرو، به تصحیح مجتبی مینوی و مهدی محقق، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، ۱۳۷۸.
۲۷. ابومحمد یوسف نظامی گنجوی، خسرو شیرین، گرد آورنده فرهنگستان علوم جمهوری شوروی سوسیالیستی آذربایجان، ۱۹۶۰.
۲۸. ابومحمد یوسف نظامی گنجوی، اقبالنامه، گرد آورنده فرهنگستان علوم جمهوری شوروی سوسیالیستی آذربایجان، ۱۹۴۷.
۲۹. ابومحمد یوسف نظامی گنجوی، شرفنامه، گرد آورنده فرهنگستان علوم جمهوری شوروی سوسیالیستی آذربایجان.
۳۰. شیخ مصلح الدین عبدالله سعدی شیرازی، کلیات سعدی، با مقدمه و تصحیح محمد علی فروغی، کتابفروشی موسی علمی، تهران.
۳۱. مولانا جلال الدین محمد بلخی مولوی، مثنوی معنوی، به سعی و تصحیح رینولد الین نیکلسون، مؤسسه انتشارات امیر کبیر، چاپ چهارم، تهران، ۱۳۵۶.

۸۰. شواهد تاریخی درباره کشف و ساخت مفرغ و برنج و احیای فلز روی ...

۳۲. مولانا جلال الدین محمد بلخی مولوی، کلیات دیوان شمس تبریزی، با تصحیح
عبدالزمان فروزانفر، انتشارات نشر طلوع، تهران، ۱۳۵۶.

۳۳. کمال الدین وحشی بافقی، کلیات دیوان وحشی بافقی، با حواشی م. درویش، سازمان
چاپ و انتشارات جاویدان، چاپ چهارم، تهران، ۱۳۵۶.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۹/۹)