

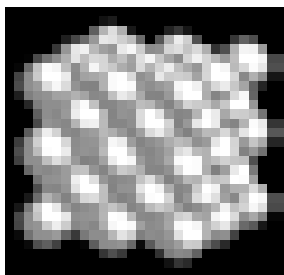


طلا،

فلزی تزئینی یا راهبردی؟

مسعود سعادت *

فرساینده دارد، از آن در سکه و جواهرات استفاده می‌شود. طلای بومی، ۸ تا ۱۰ درصد نقره در بر دارد. هرچه مقدار نقره بیش‌تر باشد، رنگ طلا سفیدتر و جرم حجمی آن کم‌تر می‌شود. آلیاژ طلا با مس، سرخ با آهن سبز و با آلومینیم به رنگ ارغوانی است. ساختار بلوری طلا، به صورت مکعب مرکز وجوه پر است. این ساختار نقش مهمی در خاصیت لوله شدن طلا دارد. از خواص مهم طلا پایداری آن در برابر خوردگی است چنان‌که تنها در مخلوط نیتریک اسید و هیدروکلریک اسید (تیزاب) خورده می‌شود. این عنصر، فلزی نرم به شمار می‌رود و درجه‌ی سختی آن ۲/۵-۳ است.



شکل ۱
ساختار بلوری طلا

فراوانی طلا

طلا در طبیعت به صورت عنصر آزاد یا همراه با کوارتز، پیریت و سنگ معدن‌های دیگر یافت می‌شود. $\frac{2}{3}$ طلای جهان در آفریقای جنوبی وجود دارد. اگرچه که طلا در آب دریا نیز در

طلا با عدد اتمی ۷۹ و جرم اتمی ۱۹۶/۶۹، فلزی به رنگ زرد سیر است. نام این عنصر از واژه‌ی قدیمی geolo به معنی زرد، و نماد شیمیایی آن (Au) از واژه‌ی لاتین aurum گرفته شده است. کشف طلا به ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد بازمی‌گردد ولی کاشف آن مشخص نیست. این عنصر، تنها یک ایزوتوپ پایدار دارد و آن ایزوتوپ ۱۹۷ است. با این حال، تقریباً دارای ۲۴ ایزوتوپ پرتوزاست که در جدول ۱، چند ایزوتوپ آن آمده است.

ایزوتوپ‌های طلا	نیم عمر
Au-۱۹۴	روز ۱/۶
Au-۱۹۵	روز ۱۸۶
Au-۱۹۵	روز ۳۰/۵
Au-۱۹۶	روز ۶/۲
Au-۱۹۷	پایدار
Au-۱۹۸	روز ۲/۷

جدول ۱ برخی ایزوتوپ‌های طلا و نیم عمر آن‌ها

طلا، رسانایی خوبی در برابر گرما و الکتریسیته دارد. از آن‌جا که این فلز پایداری زیادی در برابر گرما، رطوبت و بسیاری عوامل

حدود ۵-۶ گرم در میلیون تن یافت می شود اما تاکنون هیچ روش اقتصادی برای استخراج آن از این منبع طراحی نشده است. در جدول ۲، مقدار طلا بر حسب ppb هم بر پایه ی وزن و هم بر پایه ی اتم آمده است.

فراوانی	ppb (وزن)	ppb (اتم)
جهان	۰/۶	۰/۰۰۴
خورشید	۱	۰/۰۱
شهاب سنگ ها	۱۷۰	۲۰
صخره های سخت	۳/۱	۰/۳
آب دریا	۰/۰۵	۰/۰۰۱۶

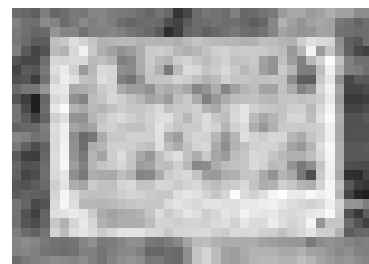
جدول ۲

کاربردهای طلا

آ- کاربردهای صنعتی

۱- آ کاربرد در الکترونیک

طلا، ماده ای اساسی در بسیاری از صنایع الکترونیک بویژه در فناوری اطلاعات ارتباط از راه دور و کاربردهای حساس امنیتی و با کیفیت بالاست. چنان که به گوشی تلفن همراه یا رایانه های خود توجه کنیم اتصال های طلا اندود را در صفحه مدارهای آن ها خواهیم یافت. در واقع، هرگاه نیاز به ولتاژهای اعمالی کوچک، اجزای ترکیب کننده ی جریان برق پیچیده و اطمینان بالاست، طلا برترین انتخاب به شمار می رود. رسانایی بالای طلا در برابر گرما و جریان الکتروسیسته در کنار پایداری آن در برابر کدر شدن و خوردگی، استفاده از آن را نسبت به نقره و مس به صرفه تر می کند.



شکل ۲ نمونه ای از بردهای مدارهای چاپی طلا اندود

در صنعت الکترونیک، آبکاری با طلا به طور گسترده برای

پوشاندن اتصال ها و رابط ها کاربرد دارد. رابط های پوشش یافته با طلا جزء اصلی دوشاخه ها و پریزهای مدارهای یکپارچه و بردهای مدارهای چاپی هستند، شکل ۲. از کاربردهای دیگر طلا در الکترونیک می توان به سیستم های بسیار ظریف مورد نیاز در اتصال نیم رساناها هم چون ترانزیستورها و مدارهای یکپارچه، جهت اطمینان از اتصال ها میان اجزای مدار اشاره کرد. این اتصال ها که تا درجه ی بالایی، حدود ۹۹۹/۹۹٪، خالص می شوند، از یک تار موی سر انسان باریک ترند و حدود ۲۰۰-۱۰ میکرون ضخامت دارند. هم چنین در شرایطی که استفاده از ابررساناها ابعاد گسترده ای یافته است، مواد ابررسانای تازه ای با حضور طلا معرفی و گزینش شده اند. گفتنی است که ابررسانایی حالتی است که برخی از مواد هنگامی که تا دماهای بسیار پایین سرد می شوند در برابر گذر جریان الکتریکی مقاومت صفر از خود نشان می دهند. آهن ربا های ابررسانا در دستگاه MRI (عکس برداری بر پایه ی رزونانس مغناطیسی) حدود نیمی از سیم های ابررسانای جهان را به مصرف می رسانند. تاکنون تنها از نقره و طلا برای ایجاد لایه ی پوشاننده و حفاظتی فلزی در ابررساناها استفاده شده است. دلایل فنی انتخاب این دو فلز، به رسانایی الکتریکی و گرمایی، مقاومت فیزیکی، ظرفیت های گرمایی ویژه، پتانسیل کاهش، ثابت شبکه ی فلزی، ضریب انبساط خطی و... آن ها باز می گردد.

۲- آ کاربردهای زیست شناختی

آگاهی از خواص درمانی طلا به هزاران سال پیش بازمی گردد. بسیاری از تمدن های کهن هم چون مصر و هند داروهایی ساخته شده از طلا را استفاده می کرده اند. در چین برای درمان آبله، زخم های پوستی و سرخک این ماده کاربرد داشته است. باور ژاپنی ها بر این بود که انداختن ورقه های نازک طلا در چای یا غذا برای حفظ سلامتی سودمند است. امروزه، افزون بر استفاده از این ماده در دندان پزشکی، در تهیه ی ابزارهای پزشکی نیز از آن استفاده می شود و علت این نوع کاربرد نیز به سازگاری زیستی طلا با بدن انسان مربوط می شود، شکل ۳.



شکل ۳ ابزاری با پوشش طلا که در پزشکی برای محافظت از رگ های باریک کاربرد دارد.

۳- کاربرد طلا در دندانپزشکی

کارایی طلا و آلیاژهای آن در دندانپزشکی از جهت قابلیت سازگاری، انعطاف پذیری و پایداری آن در برابر خوردگی است. از این رو است که وقتی این آلیاژ در تماس با بدن قرار می گیرد، آسیبی به آن وارد نمی کند. در دندانپزشکی، طلا به شکل های گوناگون از جمله فلز خالص به صورت تراشه، گرد یا ورقه ی نازک و آلیاژهای شکل داده شده به صورت سیم یا صفحه مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۵ کاربرد طلا در دندانپزشکی

امروزه، در دندانپزشکی آلیاژهایی مورد استفاده قرار می گیرند که تهیه ی آن ها آسان بوده، دوام و استحکام و مقاومت مناسبی در برابر کدرشدن و خوردگی داشته باشند. در این زمینه از مخلوط طلا با فلزهای گران قیمتی هم چون پلاتین، پالادیم یا نقره استفاده می شود. این آلیاژها در طلاکوبی، پوشاندن دندان و اتصال های آن کاربرد دارند. مقدار طلا در آلیاژ بسته به نوع استفاده از آن متفاوت است. یک آلیاژ پوششی یا اتصالی ممکن است ۶۷-۶۲ درصد طلا داشته باشد.

۴- آ پرداخت کاری های تزئینی

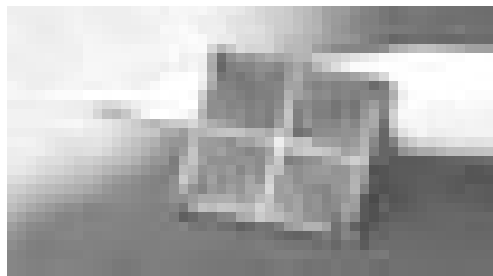
بیش از ۶ هزار سال است که از طلا و آلیاژهای آن استفاده های تزئینی می شود. برای ایجاد پایداری مناسب باید پوشش طلا، دست کم ضخامتی در حدود ۱۰ μ داشته باشد. با این حال برای تزئین درون خانه ای، لایه هایی نازک تر از این حد نیز با لایه ای جلا مناسب است.

از آن جا که طلا در برابر تمرکز باکتریایی پایداری زیادی نشان می دهد از آن به عنوان ماده ای برای کاشت هایی که در معرض عفونت بسیار است از جمله کاشت گوش درونی، استفاده می شود. در واقع در زمینه ی جراحی های ظریف گوش، این ماده فلزی ارزشمند و پرسابقه است. هم چنین از لوله های ساخته شده از طلای خالص در نارسایی های مزمن تهویه ی گوش درونی استفاده می شود.

به تازگی در ژاپن محصولی به بازار ارایه شده است که شامل قطعه ای از جنس طلا-تیتانیم است و به تنظیم یون ها در بدن می پردازد. بنابه پژوهش ها، خستگی و کوفتگی ماهیچه ای، نتیجه ی افزایش یون های مثبت در بدن است. این وسیله توازن از بین رفته میان یون ها را با استفاده از یک تحریک الکتریکی - در نتیجه ی اثر گالوانی میان طلا و تیتانیم- برقرار می کند و درد ایجاد شده در ماهیچه با تولید گرما تسکین می یابد.

در سال ۱۹۲۹، ژاکوس فورستر فرانسوی گزارش داد که استفاده از کمپلکس های طلا در درمان ورم مفصل ها سودمند است. پس از جنگ جهانی دوم آشکار شد که داروهای تشکیل شده از طلا در درمان ورم روماتیسمی مؤثر است. دو داروی متداول در این زمینه، میوکریسین^۱ و اورانوفین^۲ هستند.

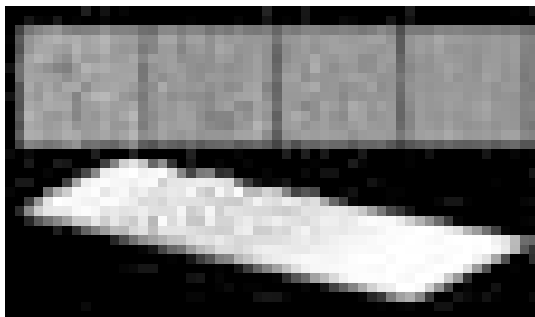
در چند دهه ی گذشته، خواص ترکیب های طلا به عنوان عوامل مؤثر در درمان ایدز و سرطان مورد توجه قرار گرفته است. پژوهشگران دانشگاه ملی سنگاپور، کمپلکس های تازه ای از طلا را در درمان سرطان معرفی کرده اند. هم اکنون درمان بسیاری از سرطان ها با استفاده از داروهای شامل پلاتین انجام می گیرد که عوارض بسیار جدی در بر دارد. اما پروفوسور لینگ پارک هیگ کشف کرده است که کمپلکس های طلا با فسفین اثر ضدتوموری بسیار عالی در پی دارند و در آینده ای نزدیک استفاده از آن ها آغاز خواهد شد.



شکل ۴ نمای بیرونی یک میکروچیپ آزادکننده ی دارو با الکترودها و دریوشی از طلا

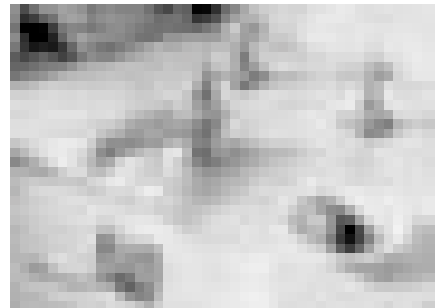
براساس این ویژگی‌ها، کاربرد طلا در این گستره به این شرح خلاصه می‌شود:

- جوهرهای حاوی ذره‌های نانوی طلا با قابلیت چاپ با مقاومت پایین، جهت استفاده در قطعه‌های الکترونیکی انعطاف پذیر
- سیم‌ها در اندازه‌ی نانو از طلا برای اتصال‌های درونی در ابزارهای الکترونیکی آینده
- کلویید ذره‌های طلا برای انجام آزمون‌های سریع و آزمایش‌های زیست‌درمانی
- لایه‌های نانوی طلا - سیلیسیم برای نابودی هدفمند سلول‌های سرطانی
- ذره‌های نانوی طلا در بر دارنده‌ی رنگ، به منظور ایجاد اثرهای زیبایی بخش به نقاشی‌ها
- پوشش‌های تزئینی با استفاده از ذره‌های نانوی طلا که با تیول تثبیت شده‌اند
- ذره‌های نانوی طلا به عنوان کاتالیزگر برای کنترل آلودگی و سنتزهای شیمیایی.



شکل ۷ نانوذره‌های طلا که به سطح سیلیسیم چسبیده‌اند

از جمله کاربردهای صنعتی دیگر طلا، استفاده از آن در پنجره‌هایی است که بخشی از گرما را بدون کاهش نور بازمی‌تاباند. پنجره‌ی کابین هواپیماهای جت امروزی نیز با لایه‌ی نازک و ویفری از طلا پوشانده می‌شود. به این ترتیب پرتوهای زیان‌بار خورشیدی بازتابش می‌یابد. در سفینه‌های فضایی نیز چنین کاربردی متداول است. در دیسک‌های فشرده و ابزارهای دیسک‌خوان که نیاز به توانایی بالا در بازتابش نور لیزری است، موادی هم‌چون طلا، مس و نقره مناسبند. اما نقره و مس ممکن است اکسایش یابند یا کدر شوند. در حالی که طلا چنین نیست. گفتنی است که لایه‌ی نازک طلا روی دیسک‌های



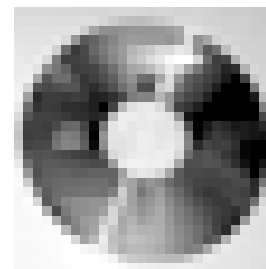
شکل ۶ کاربرد طلا در تزئین وسایل خانه

طلا به چهار شکل، جهت تزئین کاربرد دارد که به این قرارند: نمک‌های روکشی، طلاهای نورد، طلای مایع، ورقه‌ی طلا. نمک‌های طلا با ترکیب سیانید یا سولفید طلا به شکل محلول‌های آبی یا نمک‌های بلوری برای پوشاندن وسایل مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای تزئین فرآورده‌هایی هم‌چون جوهرهای با کیفیت بالا، فندک و خودکار از طلای نورد استفاده می‌شود. نورد طلا ساختاری ساندویچی دارد که تکیه‌گاه آن را آلیاژی از مس یا نیکل با یک یا چند لایه از طلا تشکیل می‌دهد. چسبندگی لایه‌ها در نتیجه‌ی استفاده از فشار و دمای مناسب تأمین می‌شود و ماده، نورد می‌یابد. طلای مایع یا طلای درخشان در تزئین سرامیک و شیشه، بویژه بطری مواد معطر کاربرد دارد. محلولی از طلا شامل ۱۲-۴ درصد از آن که در روغن‌های طبیعی از اسطوخودوس و درخت بلسان، رزین‌های طبیعی و اسید آلی حل شده است، در این زمینه استفاده می‌شود. اما بسته به نوع استفاده از این فرآورده، فرمول‌های گوناگونی برای تهیه‌ی طلای مایع وجود دارد. زیباترین نوع طلا در تزئینات، ورقه‌ی آن است که به طور گسترده توسط معماران، سازندگان شیشه، چاپگرها و هنرمندان استفاده می‌شود.

۵- آکاربردهای طلا در فناوری نانو

بی‌اثر بودن و پایداری طلا در برابر اکسایش سطحی ویژگی مناسب آن جهت کاربردهای گسترده‌ی طلا در فناوری نانو شناخته شده است. ویژگی‌های نوری طلا در مقیاس نانو جذاب است چنان‌که ذره‌های طلا در حد نانو بسته به اندازه‌ی آن‌ها رنگ‌های متفاوتی از سرخ تا بنفش را از خود به نمایش می‌گذارند. این ذره‌ها فعالیت کاتالیزگری نیز دارند و هم‌چنین سطح مناسبی را برای پیوستگی مولکول‌های شامل گوگرد هم‌چون تیول‌ها فراهم کرده، ایجاد ساختارهای جالب و سودمندی را امکان‌پذیر می‌کنند.

فشرده، با پراش ایجاد می شود.



شکل ۸ کارایی لوح های فشرده در نتیجه ی توانایی طلا در بازتاباندن نور است.

کنترل آلودگی های ایجاد شده توسط وسایط نقلیه : کاتالیزگرهای موتورهای دیزلی، از بین برنده ی NO_x .



شکل ۱۰ کاتالیزگری از طلا که روی پایه ای از آهن اکسید قرار دارد.

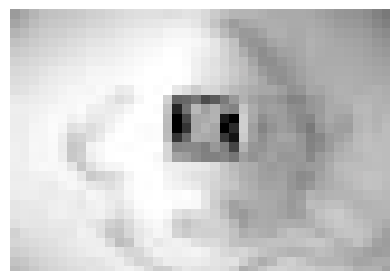
ب- کاربرد طلا به عنوان کاتالیزگر

هم اکنون انگیزه های فراوانی برای استفاده از طلا جهت کاتالیز کردن واکنش های صنعتی وجود دارد. از جمله این واکنش ها می توان به این نمونه ها اشاره کرد:

- اکسایش انتخابی کربن مونوکسید در جریانی از هیدروژن
- سوختن کاتالیزی هیدروکربن ها
- هیدروکلردار کردن استیلن
- اکسایش گلوکوز به گلوکونیک اسید
- تجزیه ی اوزون
- از بین بردن اکسایشی جیوه

روی هم رفته، کاربردهای تجاری طلا شامل فرایندهای شیمیایی، اقتصاد هیدروژن، کنترل آلودگی محیط زیست و کنترل آلودگی های ایجاد شده توسط وسایط نقلیه است که هر یک عبارتند از:

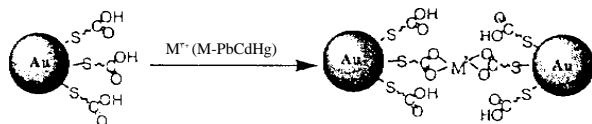
- فرایندهای شیمیایی: تولید مونومر وینیل استات، تولید مستقیم هیدروژن پراکسید، تولید پروپن اکسید.
- اقتصاد هیدروژن: کاتالیزگر جابه جایی آب-گاز، خالص سازی هیدروژن.
- کنترل آلودگی محیط زیست: کاهش بو، کنترل نشر جیوه، خالص سازی هوای اتاق، کاتالیزگر در ماسک گاز.



شکل ۹ ماسک گاز شامل کاتالیزگر طلا

پ- کاربرد طلا در اندازه گیری کاتیون های دیگر

استفاده از طلا به عنوان یک نگهدارنده، می تواند مشکلات مربوط به روش های دیگر را از میان بردارد. طلا به عنوان یک نگهدارنده ی لیگاند عمل می کند و نسبت به گونه های دیگر موجود در محلول غیرفعال است. از این رو، تعیین مقدار دقیق همه ی فلزهایی که به لیگاند متصل هستند، امکان پذیر خواهد بود.



* دبیر شیمی عجب شیر، استان آذربایجان شرقی

1. myocricin
2. auranofin

۱. طلا (پیدایش، اکتشاف، استخراج، بازیابی، کاربرد...)، عباس فرهنگی و صیاد بقوزیان و محمود پاشایی و ژرژ میناسیان، نشر و پخش نخست وزیری، ۱۳۶۸.

2. www.gold.org
3. www.roshd.ir
4. www.webelements.com
5. C. Frank Shaw III, *Chemical reviews*, **1999**, 99, 2589-2600.
6. Miller, T. C. and Holcombe, J. A. *Analytica Chimica Acta*, **2002**, 454, 37-44.
7. Kim, Y, Johnson, R. C. and Hupp, J. T. *Nano Letters*, **2001**, 1, 165-167.
8. Miller, T. C. and Holcombe, J. A. *Analytical chemistry*, **1999**, 71, 2667-2671.