٩٩٨٦٨

۸۷/۱/۱۰ ٤٥١٨
۸۷/۱۱/۱۶

دانشگاه تبریز
دانشکده علوم طبیعی
گروه زمین‌شناسی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی اقتصادی

عنوان:

بررسی زمین‌شناسی و ژئوشیمی عنصری زون‌های دگرسان و مینرالیزه در منطقه جلفا، آذربایجان شرقی

استاد راهنما:
دکتر علی اصغر کلاگری

استاد مشاور:
مهندس علی عابدینی

پژوهشگر
سهیلا شیخ

۱۳۸۷ /۵/ ۱

اسفند ۱۳۸٦

۹۹۸٦۸

تقدیم به

حضرت دوست

تقدیم به

غایب همیشه حاضر

تقدیم به

مادر و پدر

پ

عزیزتر از جانم

تقدیم به

برادر

و

خواهرانم

تشکر و قدردانی

سپاس بیکران پروردگار یکتا را که هستی ام بخشید و مرا بطریق علم و دانش رهنمون شد و به همنشینی رهروان دانش مفتخرم نمود و خوشه چینی از خرمن علم و دانش را روزیم ساخت. گذر از این راه و فائق آمدن بر مشکلات و دشواری ها ممکن نبود مگر به لطف و یاری آنهائی که از عطای وجودشان بهره مند بوده ام، بر خود لازم می دانم قدردان تمام کسانی باشم که به نوعی در به ثمر رسیدن و موفقیت من مؤثر بوده اند.

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر گلاگری که همواره در طول دوران تحصیل و طی انجام مراحل پایان نامه از راهنمائی های ایشان بهره مند شدم تشکر می کنم. همچنین از استاد مشاور این پایان نامه جناب آقای مهندس علی عابدینی به دلیل مشاوره های ارزنده شان سپاسگزارم. از جناب آقای دکتر مومید که زحمت داوری این پایان نامه را به عهده گرفتند و با پیشنهادات سازنده شان باعث بهبود آن شدند، تشکر می کنم. همچنین از جناب آقای دکتر مجتهدی به دلیل مساعدتهایشان متشکرم.

از کارشناسان سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور آقایان مهندسین بهزاد محمدی، حبیب الله علی اکبری، علی سامانی و مسئولین شرکت ملی صنایع مس ایران خانم مهندس حسن پور و آقای علیپور به دلیل همکاری با ایشان سپاسگزارم.

از کارکنان محترم دانشکده علوم طبیعی و گروه زمین شناسی آقایان جهانیار، سالک سپهر، مصیب زاده، جعفرپور، قاصدی، عابد، منتظر ظهور و خانم ها اجلالی، مختاری و سمساری تشکر می نمایم.

از همه دوستان و همکلاسی هایم بخصوص خانم ها معصومه آقازاده، پریناز رسولی، لیلا قره بگلو، لیلا عبادی، شهرزاد شریف، راحله ضرابی راد، پروین نجف زاده، سمیه شیخی، پریسا لطف اللهی، معصومه اکبری، شادیه شعبان، اکیده ذاکر حسینی، مرجان احراب، نسیم شاه ویسی، رقیه تقی لو، فروزان کاظمی، نادیه نظرپور، فاطمه کنگرانی، نسرین جاهدان، زینب علیزاده، مریم رنجبرو آقایان هادی عمرانی، ناصر اشرفی، مجید سیاران و محمد جواد وحدانی تشکر می نمایم.

از پدر و مادر عزیزم که هرچه دارم مدیون آنها می دانم، تشکر می نمایم و از خداوند منان برایشان طول عمر و سلامتی خواستارم. همچنین از خواهرانم سمیرا و فهیمه و برادرم سعید که همواره مشوقم بوده و هستند متشکرم.

تشکر و قدردانی

سپاس بیکران پروردگار یکتا را که هستی ام بخشید و مرا بطریق علم و دانش رهنمون شد و به همنشینی رهروان دانش متفخرم نمود و خوشه چینی از خرمن علم و دانش را روزیم ساخت. گذر از این راه و فائق آمدن بر مشکلات و دشواری ها ممکن نبود مگر به لطف و یاری آنها که از عطای وجودشان بهره مند بوده ام، بر خود لازم می دانم قدردان تمام کسانی باشم که به نوعی در پیشرفت و موفقیت من موثر بوده اند.

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر گلاگری که همواره در طول دوران تحصیل و طی انجام مراحل پایان نامه از راهنمائی های ایشان بهره مند شدم تشکر می کنم. همچنین از استاد مشاور این پایان نامه جناب آقای مهندس علی عابدینی به دلیل مشاوره های ارزنده شان سپاسگزارم. از جناب آقای دکتر مویدکه زحمت داوری این پایان نامه را به عهده گرفتند و با پیشنهادات سازنده شان باعث بهبود آن شدند، تشکر می کنم. همچنین از جناب آقای دکتر مجتهدی به دلیل مساعدتهایشان متشکرم.

از کارشناسان سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور آقایان مهندسین بهزادمحمدی، حبیب الله علی اکبری، علی سمائی و مسئولین شرکت ملی صنایع مس ایران خانم مهندس حسن پور و آقای علیپور به دلیل همکاری با ایشان سپاسگزارم.

از کارکنان محترم دانشکده علوم طبیعی و گروه زمین شناسی آقایان جهانیار، سالک سپهر، مصیب زاده، جعفرپور، قاصدی، عابد، منتظر ظهور و خانم ها اجلالی، مختاری و سمساری تشکر می نمایم.

از همه دوستان و همکلاسی هایم بخصوص خانم ها معصومه آقازاده، پریناز رسولی، لیلا قره بگلو، لیلا عبادی، شهرزاد شریف، راحله ضرابی راد، پروین نجف زاده، سمیه شیخی، پریسا لطف اللهی، معصومه اکبری، شادیه شعبان، ارکیده ذاکر حسینی، مرجان احراب، نسیم شاه ویسی، رقیه تقی لو، فروزان کاظمی، نادیه نظرپور، فاطمه گنگرانی، نسرین جاهدان، زینب علیزاده، مریم رنجبرو آقایان هادی عمروانی، ناصر اشرفی، مجید سیاران و محمد جواد وحدانی تشکر می نمایم.

از پدر و مادر عزیزم که هرچه دارم مدیون آنها می دانم، تشکر می نمایم و از خداوند منان برایشان طول عمر و سلامتی خواستارم. همچنین از خواهرانم سمیرا و فهیمه و برادرم سعید که همواره مشوقم بوده و هستند متشکرم.

نام خانوادگی: شیخ	**نام:** سهیلا
عنوان پایان‌نامه: بررسی زمین‌شناسی و ژئوشیمی عنصری زون‌های دگرسان و مینرالیزه در منطقه مسجدداغی، جلفا، آذربایجان شرقی.	
استاد راهنما: دکتر علی‌اصغر کلاگری	**استاد مشاور:** مهندس علی عابدینی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	**رشته:** زمین‌شناسی(اقتصادی) **دانشگاه:** تبریز
دانشکده: علوم طبیعی	**تاریخ فارغ‌التحصیلی:** ۸۶/۱۲/٤ **تعداد صفحه:** ۱۳۲
کلید واژه‌ها: مسجدداغی، دگرسانی، کانه‌زائی، ژئوشیمی،مس پورفیری، اپی‌ترمال.	

چکیده: منطقه مسجدداغی در ۳۵ کیلومتری شرق جلفا و ۵ کیلومتری غرب سیه رود واقع گردیده است. این منطقه در زون متالوژنی ارسباران قرار دارد. بر اساس شواهد صحرائی و مطالعات سنگ‌نگاری مهمترین واحدهای سنگی منطقه، سنگ‌های فلیشی (ائوسن بالائی)، سنگ‌های کربناتی (مزوزوئیک- سنوزوئیک)، سنگ‌های آذرین درونی، بیرونی و ساب ولکانیک (الیگوسن) هستند. سنگ‌های ولکانیکی ترکیبی از داسیت تا ریوداسیت و کوارتزآندزیت دارند. سنگ‌های ساب‌ولکانیک اساساً کوارتزدیوریت هستند.سنگ‌های نفوذی ترکیبی از مونزودیوریت تا گرانیت تا گرانودیوریت دارند. سنگ‌های کوارتزآندزیتی و کوارتزدیوریتی توسط محلول‌های گرمابی شدیداً دگرسان شده و کانه‌زائی مناسب ایجاد کرده‌اند. شکستگی‌ها و ریزشکستگی-ها، بصورت رگچه‌ها و ریزرگچه‌های مختلف ظاهر شده‌اند و مجاری مناسبی برای نفوذ محلول‌های هیدروترمال فراهم نموده-اند. دو نوع دگرسانی و کانه‌زائی در مسجدداغی رخ داده است: (۱) هیپوژن و (۲) سوپرژن. اولی توسط دومی همپوشی شده است. با توجه به نوع سنگ میزبان، ماگمای مولد، ژئومتری ماده معدنی و ویژگی‌های بافتی، دگرسانی و کانه‌زائی هیپوژن را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: (۱) پورفیری و (۲) اپی‌ترمال. دگرسانی‌های هیپوژن دارای زون‌بندی بوده و هفت زون قابل تشخیص است: (۱) پتاسیک، (۲) پتاسیک- فیلیک، (۳) فیلیک، (٤) فیلیک- آرژیلیک، (٥) آرژیلیک حدواسط، (٦) پروپلیتیک و (۷) سیلیسی. کانی‌زائی هیدروترمال هیپوژن نیز در ارتباط با دگرسانی‌های هیپوژن بوده و در محل‌هائی که تراکم و تمرکز رگچه‌ها و ریزرگچه‌ها زیاد است به خوبی توسعه یافته است. کانی‌زائی غالباً به صورت پراکنده در متن سنگ و استوک‌ورک روی داده است. پیریت فراوانترین کانه هیپوژن و کالکوپیریت مهمترین کانه مس در مسجدداغی است. کانی‌های اصلی و مهمی که در طی فرایندهای سوپرژن در منطقه تشکیل شده‌اند، شامل سیلیکات‌ها (عمدتاً کائولینیت)، اکسیدهای آهن (گوتیت و لیمونیت)، اکسیدهای منگنز، سولفات‌ها (عمدتاً جاروسیت)، کربنات‌های مس (مالاکیت و آزوریت) و سولفیدها (کوولیت، کالکوسیت) هستند. آثار دگرسانی سوپرژن تا اعماق ۱۵۰ متری مشاهده شده است. بررسی‌های ژئوشیمیائی نشان داده که فرایندهائی مانند شدت دگرسانی، اکتیویته بالای یون‌های سولفات، نسبت‌های پائین آب به سنگ، pH پائین محلول‌های هیدروترمال دگرسان کننده، کنترل‌های کانیائی و فرایندهای جذب سطحی نقش بسیار مهمی در توزیع عناصر اصلی و فرعی ،عناصر خاکی کمیاب ،عناصر با قدرت میدان بالا ،عناصر لیتوفیل درشت یون و عناصر جزئی عبوری در زون‌های دگرسان مسجدداغی داشته‌اند. مطالعات ژئوشیمیائی عناصر خاکی کمیاب نیز نشان از اکتیویته بالای یون سولفات و pH پائین سیالات دگرسان کننده در طی تکوین مینرالوژی زون‌های دگرسان و همچنین نسبت های پایین آب به سنگ در زون های پتاسیک و فیلیک دارند.

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول: بررسی منابع (پایه‌های نظری و پیشینه پژوهش)	
۱-۱- طلا	۱
۱-۱-۱- ژئوشیمی طلا	۱
۱-۱-۲- کانی شناسی طلا	۳
۱-۱-۳- کاربرد طلا	۵
۱-۱-٤- انواع طبقه‌بندی کانسارهای طلا	٦
۱-۱-٤-۱- طبقه‌بندی بر اساس تیپ کانه‌زائی و محیط تکتونیکی	٦
۱-۱-٤-۲- طبقه‌بندی طلا بر اساس ویژگی‌های محیط پیدایش	٦
۱-۱-۵- کانسارهای طلای اپی‌ترمال	۹
۱-۱-٦- توزیع زمانی و مکانی ذخایر طلا	۱۵
۱-۱-۷- طلا در ایران	۱۷
۱-۱-۷-۱- رده بندی کانسارهای طلا در ایران	۱۷
۱-۱-۷-۲- توزیع زمانی ذخایر طلا در ایران	۱۷
۱-۲- مس	۱۸
۱-۲-۱- ژئوشیمی مس	۱۸
۱-۲-۲-کانه‌های مس	۲۰
۱-۲-۳- کاربرد مس	۲۲
۱-۲-٤- طبقه‌بندی کانسارهای مس	۲۳

فهرست

عنوان	صفحه
۱-۲-٤-۱- طبقه‌بندی بر اساس خصوصیات سنگ میزبان و موقعیت تکتونیکی	۲۳
۱-۲-٤-۲- طبقه‌بندی بر اساس شکل و نحوه تشکیل	۲۳
۱-۲-۵- کانسارهای مس پورفیری	۲٤
۱-۲-۵-۱- دگرسانی و کانسارسازی در کانسارهای مس پورفیری	۲۵
۱-۲-٦- توزیع زمانی و مکانی کانسارهای مس	۲۹
۱-۲-۷- مس در ایران	۲۹
۱-۳- پیشینه پژوهش و هدف از مطالعه	۳۱
فصل دوم: مواد و روش‌ها	
۲-۱- مشخصات و موقعیت جغرافیائی منطقه	۳۳
۲-۲- وضعیت اجتماعی	۳٤
۲-۳- ژئومورفولوژی منطقه معدنی	۳٤
۲-٤- راه‌های ارتباطی	۳۵
۲-۵- روش کار و سیر مطالعاتی	۳٦
۲-٦- منطقه فلززائی ارسباران(اهر)	۳۷
۲-٦-۱- کانی‌سازی مس- مولیبدن پورفیری	۳۸
۲-٦-۲- کانی‌سازی اسکارن	۳۸
۲-٦-۳- کانی‌سازی رگه ای	۳۸

فهرست

عنوان	صفحه
فصل سوم: نتایج و بحث	
۳-۱- زمین‌شناسی عمومی مسجدداغی	٤١
۳-۱-۱- فلیش‌های ائوسن(E^f)	٤١
۳-۱-۲- واحد$E^{c,m}$	٤٢
۳-۱-۳- واحدهای الیگوسنOl^d	٤٢
۳-۱-٤- واحد کواترنری (Qt)	٤٣
۳-۲- پتروگرافی	٤٥
۳-۲-۱- ۱- هورنبلند داسیت	٤٥
۳-۲-۱-۲- ریوداسیت	٤٦
۳-۲-۱-۳- هورنبلند- کوارتز- آندزیت	٤٧
۳-۲-۱-٤- کوارتزدیوریت	٤٨
۳-۲-۱-٥- هورنبلند- بیوتیت مونزودیوریت یا هورنبلند- بیوتیت مونزوگابرو	٤٨
۳- ۳- اختصاصات ماگمائی تشکیل‌دهنده سنگ‌های منطقه	٥٤
الف- سری ماگمائی	٥٤
ب- تعیین جایگاه تکتونیکی منطقه با استفاده از داده‌های ژئوشیمیائی	٥٥
۳-٤- رگچه‌ها و ریزرگچه‌ها	٥٦
۳-٤-۱- رگچه‌ها و ریز رگچه‌های کوارتز	٥٦
۳-٤-۱-۱- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های کوارتز مرحله پیشین	٥٧

فهرست

عنوان	صفحه
۳-٤-۱-۲- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های کوارتز مرحله میانی	۵۷
۳-٤-۱-۳- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های کوارتز مرحله پسین	۵۷
۳-٤-۲- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های سولفیدی	۵۸
۳-٤-۲-۱- رگچه‌ها وریزرگچه‌های پیریت	۵۸
۳-٤-۲-۲- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های کالکوپیریت	۵۸
۳-٤-۲-۳- رگچه‌های کالکوسیتی	۵۹
۳-٤-۳- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های سولفاتی	۵۹
۳-٤-۳-۱- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های انیدریت- سولفید	۵۹
۳-٤-۳-۲- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های باریت- انیدریت	۵۹
۳-٤-۳-۳- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های انیدریت مرحله پیشین	۵۹
۳-٤-۳-٤- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های انیدریت مرحله پسین	۶۰
۳-٤-۳-۵- رگچه‌ها و ریزرگچه‌های کربناتی	۶۰
۳-۵- دگرسانی هیدروترمال هیپوژن	۶۱
۳-۵-۱- دگرسانی پتاسیک	۶۱
۳-۵-۲- دگرسانی پتاسیک- فیلیک	۶۲
۳-۵-۳-دگرسانی فیلیک	۶۲
۳-۵-٤- دگرسانی فیلیک-آرژیلیک	۶۳
۳-۵-۵- دگرسانی آرژیلیک حدواسط	۶۳

فهرست

عنوان	صفحه
۳-۵-٦- دگرسانی پروپلیتیک	٦٤
۳-۵-۷- دگرسانی سیلیسی	٦٤
۳- ٦- کانی‌زائی هیدروترمال هیپوژن	۷۰
۳-۷- دگرسانی و کانی‌زائی سوپرژن	۷٤
۳-۸- غنی‌شدگی سوپرژن	۷۸
۳-۹- ترادف پاراژنتیکی	۷۹
۳-۱۰- ژئوشیمی زون‌های دگرسان	۸۱
۳-۱۰-۱- تعادل جرم	۸۱
۳-۱۰-۲- محاسبات تعادل جرم	۸۱
۳-۱۰-۳- ضرایب همبستگی عناصر	۸۵
۳-۱۰-٤- تغییرات جرم	۹۰
۳-۱۰-٤-۱- عناصر اصلی و فرعی و مواد فرار	۹۰
۳-۱۰-٤-۲- عناصر لیتوفیل درشت یون (LILE)	۹۲
۳-۱۰-٤-۳- عناصر با قدرت میدان بالا (HFSE)	۹۳
۳-۱۰-٤-٤- عناصر جزئی عبوری (TTE)	۹٤
۳-۱۰-٤-۵- عناصر خاکی کمیاب (REE)	۹۷
۳-۱۰-۵- ژئوشیمی عناصر خاکی کمیاب	۱۰۰
۳-۱۰-۵-۱- رخساره دگرسانی سیلیسی	۱۰۱

فهرست

عنوان	صفحه
۳-۱۰-۵-۲- رخساره دگرسانی آرژیلیک حدواسط:	۱۰۳
۳-۱۰-۵-۳- رخساره دگرسانی پروپیلیتیک	۱۰٤
۳-۱۰-۵-٤- رخساره دگرسانی پتاسیک و فیلیک	۱۰٤
۳-۱۰-٦- شدت دگرسانی	۱۰۵
۳-۱۱- کانه زائی	۱۰۷
۳-۱۲- فاکتورهای کنترل‌کننده پایداری مس و نهشت کالکوپیریت	۱۱۰
فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات	
٤-۱- نتیجه‌گیری	۱۱۲
٤-۲- پیشنهادات	۱۲۰
منابع	۱۲۱

۱-۱- طلا

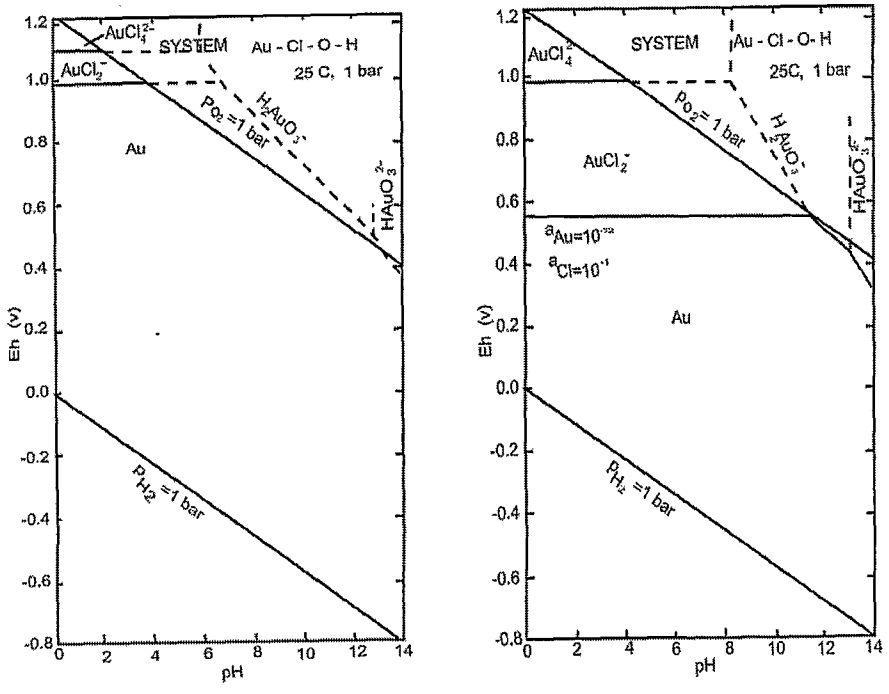
۱-۱- ژئوشیمی طلا

طلا با عدد اتمی ۷۹ در جدول تناوبی عناصر در گروه مس، طلا و نقره و در ردیف چهارم بین جیوه و پلاتین قرار دارد. طلا دارای ۱٤ ایزوتوپ با عدد جرمی ۱۹۲ تا ۲۰٦ می‌باشد که تنها ایزوتوپ ^{197}Au آن پایدار است. اکسیداسیون اصلی آن ۱+ و ۳+ می‌باشد. طلا در محلول‌های سیانیدی قابل حل است. انواع کمپلکس‌های تشکیل‌دهنده آن $[Au(CN)_2]^-$، $[AuCl_2]^-$ و $[AuCl_4]^-$ می‌باشد (شکل۱-۱). حلالیت طلا به مقدار زیاد توسط واکنش‌های اکسایش- کاهش تحت تأثیر قرار می‌گیرد (یانوپولوس، ۱۹۹۱).

مقدار طلا در ترکیب پوسته جامد زمین تقریباً ۲۰ برابر کمتر از نقره است. این فلز یک عنصر سیدروفیل با خاصیت ضعیف کالکوفیلی بوده و از نظر شیمیائی یکی از کم فعالیت‌ترین فلزات به شمار می‌آید. از این لحاظ محلول‌های تجزیه ای فقط به مقدار کم حاوی طلا می باشند، به طوری که مقدار آن در تشکیلات رسوبی به زحمت به حد قابل توجه می‌رسد. طلا به هیچ‌وجه خالص نیست بلکه تقریباً همیشه با مقداری نقره (۲ تا ۲۰ درصد) بلور مختلط تشکیل می‌دهد. طلای پلاسرها دارای نقره کمتری نسبت به طلای اولیه می‌باشند، زیرا نقره در طی تجزیه کانسنگ از آن جدا می‌شود (نقل از عرفانی، ۱۳۷٤). Fe، Bi، Sb، As، Cu، Pb و Zn معمولاً در کانی‌های طلا یافت می‌شوند (یانوپولوس، ۱۹۹۱).

کمپلکس‌های بی سولفیدی و کلریدی بعنوان حمل‌کننده‌های طلا در سیستم‌های گرمابی شناخته شده‌اند. دلیل این امر رخداد متداول کلر و گوگرد در محلول‌های گرمابی و پایداری ترمودینامیک ترکیب آن‌هاست (میکاکی، ۱۹۹۸). این کمپلکس‌ها در شرایط pH بازی، محیط اکسیدان، کمبود H_2S ، افزایش هیدروژن محیط و حرارت پائین به صورت ترکیبات تلوریدی، آرسنیدی یا طلای خالص نهشته می‌شوند. این شرایط می‌تواند

در اثر جوشش سیالات، واکنش با سنگ‌های دیواره، آمیختگی با سیالات درگیر، واکنش با سنگ‌های شیلی گرافیت‌دار و خروج H_2S در اثر تشکیل پیریت در سنگ‌های درونگیر به وجود آید. خروج CO_2 از محلول نیز باعث افزایش pH و نهشت طلا و فلزات پایه می‌شود. در pH خنثی رابطه حلالیت و فشار، معکوس است ولی در pH اسیدی و حرارت بالای ۱۵۰ درجه سانتیگراد، افزایش فشار باعث حلالیت کمپلکس‌های بی‌سولفیدی طلا می‌شود. دمای تبدیل کمپلکس‌های بی‌سولفیدی به کلریدی و بالعکس، به pH، نسبت H_2S/Cl و انجام فرایند جوشش بستگی دارد (گامونز و ویلیام، ۱۹۹۷). فراوانی طلا در لیتوسفر بالائی حدوداً ۵ ppb، از ۳ ppb در سنگ آهک و گرانیت – ریولیت تا ۳۰ ppb در سنگ‌های رسوبی تخمین زده شده است (جدول ۱-۱). درسنگ‌های آذرین یک روند ضعیف در کاهش مقدار طلا از سنگ‌های مافیک به طرف سنگ‌های فلسیک وجود دارد. این اختلاف می‌تواند به دلیل تبلور تفکیکی باشد، ولی دلیل اصلی این اختلاف، مربوط به نشأت‌گیری ماگماها از منشأهای گوناگون می‌باشد (فوستر، ۱۹۹۳).



شکل ۱- ۱- دیاگرام Eh-pH محدوده پایداری کمپلکس‌های کلرایدی طلا (Brookins, 1988)

جدول۱-۱ - پراکندگی طلا در سنگ‌های تشکیل‌دهنده کره زمین(پتروووسکا، ۱۹۷۳)

واحد	ماده طبیعی	Au (ppb)
سنگ‌های تشکیل دهنده زمین	شهاب‌سنگ‌های کندریتی	۱۷۰
	گوشته زمین	۱/۵-٤/۲
	پوسته زمین	۲-٤/۳
سنگ‌های آذرین	بازالت‌های میان اقیانوسی	۱/۲
	بازالت طغیانی	۳/۵
	ولکانیک‌های فلسیک	۲/۲
	کیمبرلیت‌های سیبری	۳/۱
	پلوتون‌های آلکالن	۲/۸
	پلوتون‌های گرانیتی	۱/۵
سنگ‌های رسوبی	ماسه‌سنگ، سیلتستون	۸/۵
	شیل	۲/۱
	کربنات‌ها و تبخیری‌های همراه	۱/۹
سنگ‌های دگرگون	شیست‌های سبز	۷
	آمفیبولیت‌ها	۵/۹
	گرانولیت‌ها	۲/۲

۱-۱-۲- کانی شناسی طلا

تاکنون حدود ۵۰ کانی طلادار شناخته شده است که در این میان، طلا بیشتر به صورت آزاد و به شکل آلیاژ طبیعی طلا و نقره به نام الکتروم دیده می‌شود. بلورهای مختلط طلا با ۳۰ تا ۵۰ درصد نقره الکتروم (Electrum) و با مقدار نقره بیشتر از ۸۰ درصد کوستلیت (Kustelite) نامیده می‌شود. با افزایش مقدار نقره رنگ آن روشن‌تر و حتی سفیدرنگ می‌گردد. طلای فلزی به صورت دانه‌های تا حد۰/۰۰۱ میکرون، اغلب در پیریت و سایر سولفیدها یافت می‌شود. بلورهای مختلط طلا و پالادیوم پروپیزیت (Propezite) نامیده می‌شود. طلای فلزی حدود ۸۵ درصد مجموع محصولات آن را تشکیل می‌دهد (نقل از عرفانی، ۱۳۷٤). مهمترین کانی‌های طلا همراه با مشخصات فیزیکی و شیمیائی در جدول ۱-۲ آورده شده است.

جدول ۱-۲ : مشخصات کلی مهمترین کانی‌های طلا (اقتباس از روبرت و همکاران، ۱۹۹۰.، نکراسو، ۱۹۹۶)

نام کانی	فرمول	ماکزیمم اجزای اصلی	سیستم	سختی	چگالی	رنگ	پیدایش
طلای طبیعی	Au	Au ۶۵-۹۴, Ag۱-۳۵	کوبیک	۲,۵-۳	۱۹,۲۱	زرد تا زرد روشن	تشکیل در رگه‌های اپی ترمالی ، پلاسری، تشکیل در رگه‌های کربناتی
الکتروم	$Au_{1-x}Ag$	Au۳۵-۶۵, Ag۳۵-۶۵	کوبیک	-	۱۶,۱	زرد روشن	تشکیل در کانسارهای دماپائین
آئرواستیبنیت	$AuSb_2$	Au۴۱-۴۶ Sb۵۹-۵۴	کوبیک	۳	۹,۹۱	سفید	تشکیل در کربنات دولومیتی و کوارتز به همراه طلای طبیعی، آرسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت و اسفالریت در کانسارهای طلا
آئروکوپرید	Au_3Cu	Au۶۰-۷۵ Cu ۴۰-۲۵	کوبیک	۳,۵	۱۱,۵	زرد قرمز	در ذخایر هیدروترمال کوارتز _طلا با عمق متوسط و در مواردی در کانسارهای پلاسری و در ذخایر ماگماتوژن تشکیلات مس- نیکل
آمالگامهای طلا	Au_2Hg	Au۶۰-۹۸, Hg۱-۳۰ Ag۱-۲۵	کوبیک	-	-	زرد روشن تا سفید	در کانسارهای دما بالای طلا- نقره و طلا- آنتیموانی تشکیلات آتشفشانی همراه با پیریت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت
مالدونیت	Au_2Bi	Au۶۶-۶۷ Bi۳۴-۳۳	کوبیک	۱,۵-۲	۱۵,۷۰	زرد آبی	در کانسارهای طلا – بیسموت همراه با آرسنوپیریت، بیسموت طبیعی و بیسموتین
کالاوریت	$AuTe_2$	Au۳۹-۴۴ Te۵۳-۵۸	مونوکلینیک	۲,۵-۳	۹,۳۱	زرد روشن با تن صورتی	تشکیل در ذخایر رگه‌ای دما پائین تا دما بالا معمولاً همراه با طلای طبیعی، فلوریت، کوارتز، سولفیدها، سولفوسالت‌ها و تلوریدها
کرنریت	$(Au,Ag)Te_2$	Au۳۰-۴۴ , Ag۰,۵-۷,۲ Te۵۶-۶۲	ارترومبیک	۲-۳	۸,۸۶	زرد روشن با تن صورتی	در ذخایر نزدیک سطح دما پائین
پتزیت	Ag_3AuTe_2	Au۳۵-۴۴, Ag۲۳-۲۸ Te۲۱-۳۵	کوبیک	۲,۵-۳	۸,۷۴	زرد کمرنگ با تن صورتی	تشکیل در ذخایر رگه‌ای همراه با دیگر تلوریدها
سیلوانیت	$AuAgTe_4$	Au۲۴-۳۰, Ag۹-۱۵ Te۶۰-۶۴	مونوکلینیک	۱,۵-۲	۸,۱۷	کرم صورتی	تشکیل در ذخایر رگه‌ای دما پائین تا دما بالا همراه با تلوریدها، سولفیدها، فلوریت، کربنات ، طلای طبیعی ، تلوریم و کوارتز
ناگیاگیت	$Pb_5Au(Te,Sb)_4S_{5-8}$	Pb۵۱-۵۷, Au۷,۵-۱۰ Sb۶-۸ , Te۱۷,۵-۱۹,۵	تتراگونال	۱-۱,۵	۷,۵۵	سفید خاکستری	در ذخایر رگه‌ای هیدروترمال معمولاً همراه با طلای طبیعی، سولفیدها، تلوریدها و کانی‌های کربناته
فیشریت	Ag_3AuSe_2	Au۲۷-۲۸,۵,Ag۴۸ -۵۰ Se۲۰-۲۴, S۱-۳	کوبیک	۲	۹,۰۵	صورتی	تشکیل همراه با طلای طبیعی در رگه‌های کربناته

۱-۱-۳- کاربرد طلا

طلا با خصوصیات فیزیکی همچون وزن مخصوص ۱۹/۳۳گرم بر سانتی متر مکعب، نقطه ذوب C ۱۰٦٤/٧٦°C، نقطه جوش ۲۷۰۰°C و سختی ۳- ۲/۵ در مقیاس موهس، دارای عمده‌ترین مصرف در زینت-آلات، دندانپزشکی و صنایع الکترونیک است. ویژگی منحصر طلا قابلیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری آن است (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۳).

به دلیل خاصیت الکتریکی زیاد طلا و مقاومت آن در مقابل اکسیژن، حدود ۷ درصد صرف ساخت تجهیزات الکترونیک می‌شود. همچنین حدود ۸ درصد از طلای موجود در دندانپزشکی و برای ساخت تاج دندان به کار می‌رود. زیرا علاوه بر مقاومت در برابر خوردگی با همان نرخ رشد مینای دندان، منبسط می-شود. حدود ۱ درصد در مصارف گوناگون صنعتی همانند پوشش‌های منعکس‌کننده موجود بر روی شیشه و ورقه‌های تزئینی طلا برای هر چیزی از ظروف گرفته تا گنبدکاری به کار برده می‌شود. از طلا در ساخت مواد داروئی برای درمان ورم مفاصل استفاده می‌شود (USGS, 2003). این عنصر به صورت آلیاژ همراه با پالادیوم در ترموکوپل‌ها، بدنه سفینه‌ها و صنایع هوافضا استفاده می‌شود. طلا عملکرد مهمی در رایانه، تجهیزات ارتباطی، موتور هواپیماهای جت و فضاپیماها و بسیاری محصولات دیگر دارد. از اسید کلروئوریک (Chlorauric) در عکاسی برای پررنگ کردن تصویر نقره‌ای استفاده می‌شود. چون طلا منعکس کننده خوبی برای هردو نور مادون قرمز و نور ساکن است، بعنوان لایه محافظ سطح بسیاری از ماهواره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۳).

۱-۱-٤- انواع طبقه‌بندی کانسارهای طلا

ذخایر طلا همانند سایر مواد معدنی توسط محققینی ازجمله اسمیرنوف (۱۹۷٦)،کاکس وسینگر (۱۹۸٦)، هنلی (۱۹۷۵)، بویل(۱۹۷۹)، بچ (۱۹۸۱)، رابرت و همکاران (۱۹۹۷)، گروز و همکاران (۱۹۸۸)، مک کوئیستن و شومافر(۱۹۷۵)، بوتروس(۲۰۰۳) و با توجه به معیارهای گوناگون به انواع مختلفی تقسیم شده است. در اینجا به ذکر دو نمونه مهم از این طبقه‌بندی‌ها اکتفا شده است.

۱-۱-٤-۱- طبقه‌بندی بر اساس تیپ کانه‌زائی و محیط تکتونیکی

بر این اساس بوتروس(۲۰۰۳) طبقه‌بندی جامعی را برای ذخایر طلا ارائه داده است که مشخصات کامل آن‌ها در جدول۱-۳ آورده شده است.

۱-۱-٤-۲- طبقه‌بندی طلا بر اساس ویژگی‌های محیط پیدایش

طبقه‌بندی کاکس و سینگر(۱۹۸٦) بر اساس ویژگی‌های محیط پیدایش بنا شده است (جدول۱-٤). علت برتری این رده‌بندی نسبت به رده‌بندی‌های دیگر این است که در اکتشاف ذخایر طلا مفیدتر واقع می‌شود و می‌تواند عملیات اکتشافی را بهتر راهنمائی کند. زیرا کشف هر کانسار احتمالی، بخصوص اگر پنهان باشد دشوارتر از کشف محیط مناسب برای پیدایش آن است. به عبارت دیگر دستیابی به ویژگی‌های محیطی که برای پیدایش یک تیپ ذخیره طلا مناسب باشد، به مراتب آسان‌تر و محتمل‌تر از کشف خود آن تیپ ذخیره است. بسیاری از ذخایر طلا پنهان هستند ولی پارامترهای محیط درونگیر آن‌ها مانند سنگ درونگیر، محیط تکتونیکی، هاله دگرسانی، محصولات هوازدگی و ساختمان‌های وابسته به کانی‌سازی ممکن است پنهان نباشند و یا حداقل همه آن‌ها ممکن است پنهان نباشند (حسنی پاک، ۱۳۸۱).