

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز ابهر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی (معدنی)

دانشکده علوم

گروه شیمی

عنوان پایان نامه:

تهیه و شناسایی چارچوبهای فلز - آلی کبالت و کاربرد آنها جهت تهیه نانو

ساختارهای کبالت اکسید

استاد راهنما :

دکتر علی مرسلی

استاد مشاور:

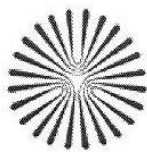
دکتر فرزین مرندی

نگارش:

سهیلا ابوذری

بهمن ۹۰

ب



دانشگاه پیام نور
دانشکده علوم
گروه شیمی

بایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش شیمی معدنی سهیلا ابوذری تحت عنوان

تهیه و شناسایی چارچوبهای فلز - آلی کبالت و کاربرد آنها جهت تهیه نانو ساختارهای کبالت اکسید

در تاریخ ۹۰/۱۱/۶ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۳۰ با درجه ممتاز به تصویب
نهایی رسید.

امضاء
امضاء
امضاء
امضاء

با مرتبه‌ی علمی دانشیار
با مرتبه‌ی علمی دانشیار
با مرتبه‌ی علمی استاد
با مرتبه‌ی علمی مربی

۱- استاد راهنما دکتر علی مرسلی
۲- استاد مشاور دکتر فرزین مرندی
۳- استاد داور دکتر علی رضمانی
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی مهندس عابدینی

تقدیم به:

پدر بزرگوارم، تکیه گاه زندگی ام

و

مادر مهربانم، پشتیبان صمیمی زندگی ام

تقدیر و تشکر:

برخود لازم می دانم تشکر کنم از :

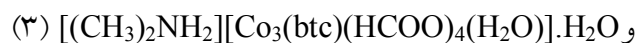
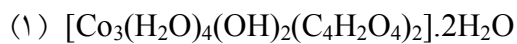
استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر علی مرسلی که زحمات شایان تقدیری را برای من متقبل شدند و از خداوند برای ایشان سلامتی، بهروزی و موفقیت روزافزون رامسئلت دارم. جناب آقای دکتر فرزین مرندی که از راهنمایی های ایشان بهره بردم . استاد گرانقدر جناب آقای دکتر علی رضانی که داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند .

و همچنین

خانواده عزیز و مهربانم .

چکیده

چهار پلیمر کوئوردینانسی



از واکنش کبالت(II) کلرید و کبالت(II) نیترات با ۱، ۲، ۴، ۵-بنزن تتراکربوکسیلات (bta) و ۱، ۳، ۵-بنزن تری کربوکسیلات (btc) و لیگاند فوماریک اسید در دمای اتاق، هیدروترمال و رفلاکس سنتز شدند. مطالعات ساختاری روی این ترکیبات از طریق XRD و IR انجام شد. نانو ذرات Co_3O_4 از طریق کلسیناسیون حاصل شدند. نانو اسپینل Co_3O_4 به وسیله آنالیزهای پراش پرتو X (XRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار گرفتند.

کلمات کلیدی: نانو اسپینل Co_3O_4 ، هیدروترمال، نانوذرات.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده.....	۱
فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱- کبالت.....	۲
۱-۱-۲- اثر کبالت بر روی سلامتی.....	۳
۱-۱-۳- تأثیرات زیست محیطی کبالت.....	۳
۱-۱-۴- ایزوتوپ های کبالت.....	۴
۱-۱-۵- خواص فیزیکی شیمیایی کبالت.....	۴
۱-۱-۶- منابع.....	۵
۱-۲-۱- سیستم های فلز-آلی.....	۵
۱-۲-۲- فاکتورهای کنترل کننده در MOSs.....	۸
۱-۲-۳- ماکرو مولکول های فلز - آلی (MOMs).....	۱۰
۱-۲-۴- کاربردهای مختلف MOMs.....	۱۲
۱-۲-۵- MOFs.....	۱۵
۱-۲-۶- اصول سنتز MOFs.....	۱۶
۱-۲-۷- خاصیت تخلخل MOF ها.....	۱۹
۱-۲-۸- تأثیر دما و زمان در سنتز MOF ها.....	۲۱
۱-۲-۹- کاربردهای مختلف MOF ها.....	۲۲
۱-۲-۹-۱- ذخیره سازی گازها در MOF ها.....	۲۲
۱-۲-۹-۲- ذخیره سازی هیدروژن در MOF ها.....	۲۳
۱-۲-۹-۳- ذخیره سازی متان در MOFs.....	۲۶
۱-۲-۹-۴- ذخیره و جداسازی گاز استلین در MOF ها.....	۲۶
۱-۲-۹-۵- جذب و جداسازی کربن دی اکسید در MOF ها.....	۲۷
۱-۲-۹-۶- جذب انتخابی گازها در MOFs.....	۲۸
۱-۲-۹-۷- جذب انتخابی گازها در MOF دینامیک.....	۲۸
۱-۲-۹-۸- جذب انتخابی گازها در MOF های صلب.....	۲۹

۲۹.....	۱-۲-۹-۹-استفاده از MAMS برای جذب انتخابی گازها.....
۳۰.....	۱-۳-۳- نانو مواد، خواص و روش های سنتز آن.....
۳۰.....	۱-۳-۱- مواد و ذرات نانو.....
۳۱.....	۱-۲-۳- روش های ساخت نانو مواد.....
۳۳.....	۱-۳-۳- کاربردهای نانو اکسید کبالت.....
۳۳.....	۱-۴.....
۳۳.....	۱-۴-۱- استفاده از روش کلسینه در تهیه ی نانو مواد.....
۳۴.....	۱-۲-۴- مشخصه یابی به وسیله ی پراش پرتو X.....
۳۴.....	۱-۴-۳- میکروسکوپ الکترونی روبشی.....
۳۵.....	۱-۵- اهداف تحقیق.....
۳۶.....	فصل ۲: بخش تجربی.....
۳۷.....	۲-۱- مواد و دستگاه های مورد استفاده.....
۳۷.....	۲-۲- لیست مواد مورد استفاده در آزمایشگاه.....
۳۷.....	۲-۳- ترکیبات تهیه شده در این پژوهش.....
۳۷.....	۲-۳-۱- تهیه ی کمپلکس (۱) $[\text{Co}_3(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
۳۸.....	۲-۳-۲- سنتز (۲) $[\text{Co}_2(\text{bta})(\text{H}_2\text{O})]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$
۳۸.....	۲-۳-۳- تهیه کمپکس (۳) $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{btc})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$
۳۹.....	۲-۳-۴- تهیه (۴) $\text{MOF-CJ4} = [\text{Co}_6(\text{BTC})_2(\text{HCOO})_6(\text{DMF})_6]$
۳۹.....	۲-۴- سنتز نانو ذرات کبالت اکسید از پیش ماده های سنتز شده.....
۴۱.....	فصل ۳: بحث و نتایج.....
۴۲.....	۳-۱-۱- توصیف ساختاری (۱) $[\text{Co}_3(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
۴۳.....	۳-۱-۲- بررسی طیف IR ترکیب $[\text{Co}_3(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
۴۴.....	۳-۱-۳- بررسی الگوی XRD ترکیب $[\text{Co}_3(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
۴۴.....	۳-۱-۴- تهیه نانو ذرات Co_3O_4 از پیش ماده $[\text{Co}_3(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
۵۰.....	۳-۲-۱- توصیف ساختاری (۲) $[\text{Co}_2(\text{bta})(\text{H}_2\text{O})]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$
۵۱.....	۳-۲-۲- بررسی طیف IR ترکیب $[\text{Co}_2(\text{bta})(\text{H}_2\text{O})]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$
۵۲.....	۳-۲-۳- بررسی الگوی XRD ترکیب $[\text{Co}_2(\text{bta})(\text{H}_2\text{O})]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$

۵۲.....	[Co ₂ (bta)(H ₂ O)] _n .2nH ₂ O	تهیه نانو ذرات Co ₃ O ₄ از پیش ماده	۳-۲-۴
۵۸.....	[(CH ₃) ₂ NH ₂][Co ₃ (btc)(HCOO) ₄ (H ₂ O)].H ₂ O(۳)	توصیف ساختاری	۳-۳-۱
۶۰.....	[(CH ₃) ₂ NH ₂][Co ₃ (btc)(HCOO) ₄ (H ₂ O)].H ₂ O	بررسی طیف IR ترکیب	۳-۳-۲
۶۱.....	[(CH ₃) ₂ NH ₂][Co ₃ (btc)(HCOO) ₄ (H ₂ O)].H ₂ O	بررسی الگوی XRD ترکیب	۳-۳-۳
۶۱...	[(CH ₃) ₂ NH ₂][Co ₃ (btc)(HCOO) ₄ (H ₂ O)].H ₂ O	تهیه نانو ذرات Co ₃ O ₄ از پیش ماده	۳-۳-۴
۶۷.....	MOF-CJ4 = [Co ₆ (BTC) ₂ (HCOO) ₆ (DMF) ₆](۴)	توصیف ساختاری	۳-۴-۱
۶۹.....	MOF-CJ4	بررسی طیف IR ترکیب	۳-۴-۲
۶۹.....	MOF-CJ4	بررسی الگوی XRD ترکیب	۳-۴-۳
۷۷.....		چکیده انگلیسی	
۷۸.....		مراجع	

- شکل ۱-۱ شکل گیری حلقه های ابرمولکولی و پلیمرهای کوئوردینانسی با استفاده از لیگاندهای همگرا و واگرا..... ۵
- شکل ۲-۱ شکل گیری پلیمرهای 1-3D با استفاده از بلوکهای ساختاری اولیه..... ۶
- شکل ۳-۱ خودتجمعی در MOSs..... ۷
- شکل ۴-۱ شمای کلی MOFs..... ۸
- شکل ۵-۱ انواع لیگاندهای آلی مورد استفاده در MOSs..... ۱۰
- شکل ۶-۱ طراحی منطقی MOSs..... ۱۱
- شکل ۷-۱ کنترل سایز در MOMs..... ۱۲
- شکل ۸-۱ ماکرومولکول به عنوان میزبان برای انواع حلقه های آروماتیک..... ۱۳
- شکل ۹-۱ یک یون لیتیوم کوئوردینه شده به سه Cp^*Ir با لیگاندهای ۲، ۳ دی هیدروکسی پیریدین..... ۱۳
- شکل ۱۰-۱ یک ماکرومولکول کایرال و کاربرد آن به عنوان کاتالیزور..... ۱۴
- شکل ۱۱-۱ الگویی از MOF-5..... ۱۶
- شکل ۱۲-۱ ساختار $Zn_4O(Rx-BDC)_3$ با گروه های عاملی مختلف..... ۱۷
- شکل ۱۳-۱ روشهای مختلف برای رشد کریستال هادر MOFs..... ۱۸
- شکل ۱۴-۱ ظرف اتوکلاو با بشر داخلی تفلونی..... ۱۸
- شکل ۱۵-۱ طبقه بندی آیوپک جذب ایزوترم گازها..... ۲۱
- شکل ۱۶-۱ تاثیر دما و زمان در شکل گیری کمپلکس های کبالت..... ۲۲
- شکل ۱۷-۱ بخش های ساختار کریستالی $[Mn\{(Mn_4Cl)_3(BTT)_8\}_2]$ ۲۴
- شکل ۱۸-۱ جذب - و جذب هیدروژن در $[Co_2(1,4-bdc)(dabc)]$ ۲۴
- شکل ۱۹-۱ سنتز UMC های همتراز شده و جذب هیدروژن دو MOF پلی مورف PCN-12 و PCN-12'..... ۲۵
- شکل ۲۰-۱ ایزوترم هیدروژن برای MOF-1 خنثی و MOF تغلیظ شده با یون فلزی..... ۲۶
- شکل ۲۱-۱ جداسازی دی اکسید کربن از متان در amino-MIL-53(Al)..... ۲۸
- شکل ۲۲-۱ جذب ایزوترم H_2, O_2, N_2 و CO در PCN-13 در ۷۷ k..... ۲۹

- شکل ۱-۲۳ نمایی از MAMs-1 و حفراتی که با دما تغییر می کند. ۳۰.....
- شکل ۱-۲۴ شمایی از روش بالا به پایین و پایین به بالا. ۳۲.....
- شکل ۱-۲۵ سرهم شدن چارچوب های فلز-آلی به وسیله کوپلیمریزاسیون یون های فلزی با پل
دهنده های آلی ۳۵.....
- شکل ۱-۲ طرح XRD حاصل از سورفکتانت اولئیک اسید ترکیب
۴۰..... $[(CH_3)_2NH_2][Co_3(BTC)(HCOO)_4(H_2O)].H_2O$
- شکل ۱-۳ شمای ORTEP ترکیب $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$ ۴۲.....
- شکل ۲-۳ طیف IR نمونه پودری ترکیب $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$ ۴۳.....
- شکل ۳-۳ الگوی شبیه سازی شده نمونه بلوری والگوی پراش پودری
۴۴..... $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$
- شکل ۳-۴ الگوی XRD پودری مربوط به Co_3O_4 با پیش ماده
۴۵..... $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$
- شکل ۳-۵ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق
۴۶..... $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$ دردمای $400^\circ C$
- شکل ۳-۶ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق
۴۷..... $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$ دردمای $500^\circ C$
- شکل ۳-۷ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق
۴۸..... $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$ دردمای $650^\circ C$
- شکل ۳-۸ هیستوگرام برای تعیین اندازه نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون
ترکیب $[Co_3(H_2O)_4(OH)_2(C_4H_2O_4)_2].2H_2O$ ۴۹.....
- شکل ۳-۹ شمایی از چارچوب فلز-آلی $[Co_2(bta)(H_2O)]_n.2nH_2O$ ۵۰.....
- شکل ۳-۱۰ طیف IR نمونه پودری ترکیب $[Co_2(bta)(H_2O)]_n.2nH_2O$ ۵۱.....
- شکل ۳-۱۱ الگوی شبیه سازی شده نمونه بلوری والگوی پراش نمونه پودری ترکیب
۵۲..... $[Co_2(bta)(H_2O)]_n.2nH_2O$
- شکل ۳-۱۲ الگوی XRD پودری مربوط به Co_3O_4 با پیش ماده $[Co_2(bta)(H_2O)]_n.2nH_2O$ ۵۳.....
- شکل ۳-۱۳ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون ترکیب
۵۴..... $[Co_2(bta)(H_2O)]_n.2nH_2O$ دردمای $400^\circ C$

- شکل ۳-۱۴ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون ترکیب $[\text{Co}_2(\text{bta})(\text{H}_2\text{O})]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$ در دمای 500°C ۵۵
- شکل ۳-۱۵ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون ترکیب $[\text{Co}_2(\text{bta})(\text{H}_2\text{O})]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$ در دمای 650°C ۵۶
- شکل ۳-۱۶ هیستوگرام برای تعیین اندازه نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون ترکیب $[\text{Co}_2(\text{bta})(\text{H}_2\text{O})]_n \cdot 2n\text{H}_2\text{O}$ ۵۷
- شکل ۳-۱۷ ساختار $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{BTC})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ۵۹
- شکل ۳-۱۸ طیف IR نمونه پودری $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{BTC})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ۶۰
- شکل ۳-۱۹ الگوی شبیه سازی نمونه بلوری والگوی پراش پودری نمونه $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{btc})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ۶۱
- شکل ۳-۲۰ الگوی XRD پودری مربوط به Co_3O_4 با پیش ماده $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{BTC})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ۶۲
- شکل ۳-۲۱ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون ترکیب $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{BTC})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ در دمای 400°C ۶۳
- شکل ۳-۲۲ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون ترکیب $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{BTC})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ در دمای 500°C ۶۴
- شکل ۳-۲۳ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون ترکیب $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{BTC})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ در دمای 600°C ۶۵
- شکل ۳-۲۴ هیستوگرام برای تعیین اندازه نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2][\text{Co}_3(\text{BTC})(\text{HCOO})_4(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ۶۶
- شکل ۳-۲۵ ساختار $\text{MOF-CJ4} = [\text{Co}_6(\text{BTC})_2(\text{HCOO})_6(\text{DMF})_6]$ ۶۸
- شکل ۳-۲۶ طیف IR نمونه پودری MOF-CJ4 ۶۹
- شکل ۳-۲۷ الگوی شبیه سازی شده نمونه بلوری والگوی پراش پودری MOF-CJ4 ۷۰
- شکل ۳-۲۸ الگوی XRD پودری مربوط به Co_3O_4 با پیش ماده MOF-CJ4 ۷۱
- شکل ۳-۲۹ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون MOF-CJ4 در دمای 400°C ۷۲
- شکل ۳-۳۰ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون MOF-CJ4 در دمای 500°C 76

شکل ۳-۳۱ تصویر SEM نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون MOF-CJ4 در دمای 600°C	۷۴
شکل ۳-۳۲ هیستوگرام برای تعیین اندازه نانو ذرات Co_3O_4 تهیه شده از طریق کلسیناسیون MOF-CJ4.....	۷۵

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷	جدول ۱-۱ انواع برهمکنش ها در MOFs
۱۵	جدول ۲-۱ مطالعات روی MOFs در سال های ۲۰۰۸-۲۰۰۱
۱۹	جدول ۳-۱ طبقه بندی حفرات درموادمتخلخل
۳۱	جدول ۴-۱ کاربردهای نانو ذرات

فصل اول

مقدمه

۱-۱ کبالت

اغلب معدنچیان، خرافه پرست بودند و گمان می کردند که در بسیاری از معادن آلمان ارواح یا جن سکونت دارند که بر سر راه معدنچیان کانی های سمی قرار می دهند. این جن های معدنی را Kobold می نامیدند به معنی روح شیطان. واژه کبالت را برای نامیدن کانی های بی ارزش یا سمی به کار می برند. به تدریج استفاده از این واژه برای نامیدن کانی های آرسنیدهای کبالت منحصر شد که زمانی تصور می شد بدون استفاده هستند لیکن در قرن ۱۶ کشف کردند که می توان از آنها برای آبی کردن شیشه ها استفاده کرد.

کبالت عنصر فلزی سخت، براق و شکننده به رنگ سفید - نقره ای است. این عنصر از لحاظ خواص فیزیکی شبیه نیکل و آهن می باشد و از نظر شیمیایی عنصری فعال است. این عنصر به ندرت به صورت غیر ترکیبی در طبیعت یافته می شود، اما غالباً به صورت فلز درخشان یافت می شود. این عنصر یکی از اجزاء سازنده سنگهای معدنی کبالتیت و سایر کانی های دیگر می باشد. فلز کبالت خالص از طریق احیاء ترکیباتش توسط آلومینیوم، کربن یا هیدروژن به دست می آید.

کبالت عنصری ترد و شکننده، فلزی سخت، ظاهر آن شبیه نیکل و آهن می باشد نفوذپذیری آن دو سوم آهن می باشد. کبالت مخلوطی از دو آلوتروپی با رنج وسیع حرارتی می باشد. ترکیب کبالت با آهن و نیکل آلیاژی به نام آلینکو می سازد که ترکیبی با خاصیت مغناطیسی قوی و جهت استفاده های مهم کاربرد دارد. کبالت همچنین در فولادهای مغناطیسی، فولاد ضد زنگ و آلیاژی که در توربین جت ها و ژنراتورهای توربین های گازی مورد استفاده قرار می گیرد. این فلز همچنین برای آبکاری الکتریکی استفاده می شود زیرا دارای سختی بالا و مقاوم در برابر اکسید شدن می باشد.

استلیتها که آلیاژهای سخت جهت ساختن موتورهای بیستونی هستند شامل کبالت، کروم و تنگستن هستند و از این آلیاژ برای مصارف کارهای سنگین و لوازم و تجهیزات برش حرارت بالا و برای قالبگیری استفاده می شود.

نمک های کبالت برای تولیدات الماس و سرامیک های با رنگ آبی ثابت، شیشه ها، سفال، کاشی و میناکاری استفاده می شود. اجزای اصلی کبالت که باعث رنگ آبی می شوند عبارتند از: *sever* و *thenaral*. محلول کلرید کبالت برای جوهر سمپاتیک مورد استفاده قرار می گیرد. معمولاً کبالت به صورت کلرید، نیترات و استات مورد استفاده قرار می گیرد که این ترکیبات برای جانورانی که کمبود مینرال های کبالت دارند استفاده می شود [۱].

پرتودهی کبالت حدود $30/05 \text{ mg/m}^3$ است که استفاده از آن را محدود می کند.

۱-۱-۲- اثر کبالت بر روی سلامتی

از آنجایی که کبالت به طور گسترده در محیطهای مختلف وجود دارد، با تنفس هوا، آشامیدن، آب و خوردن غذاهایی که حاوی کبالت هستند، مقداری کبالت وارد بدن انسان می شود. تماس پوست با خاک یا آب دارای کبالت نیز راه دیگر ورود کبالت به بدن انسان می باشد. کبالت برای بدن انسان اهمیت زیادی دارد، زیرا بخشی از ویتامین B₁₂ را تشکیل می دهد. برای برطرف کردن عارضه کم خونی در زمان بارداری از کبالت استفاده می شود، زیرا کبالت تولید سلولهای خونی را تحریک می کند. مقدار زیاد کبالت برای بدن انسان مضر است، اگر مقدار کبالت در هوای تنفسی از حد مجاز بیشتر باشد، بر اثر تنفس کبالت مشکلات تنفسی مانند آسم و ذات الریه ایجاد می کند. مصرف غلظت های بالای کبالت موجود استفرغ، تهوع، مشکلات بینایی، مشکلات قلبی و آسیب به تیروئید می شود. اشکال دیگری از کبالت که باعث بیماری می شوند، ایزوتوپهای رادیو اکتیو کبالت می باشند. ایزوتوپهای رادیو اکتیو کبالت سبب نازایی، ریزش مو، تهوع، خونریزی، کما و حتی مرگ می شود. گاهی اوقات پرتوهای حاصل از ایزوتوپهای کبالت برای بیماران سرطانی برای از بین بردن تومورها استفاده می شوند، این بیماران بر اثر استفاده از ایزوتوپهای کبالت عوارضی از قبیل ریزش مو، اسهال و تهوع را تجربه می کنند. آژانس بین المللی تحقیقات سرطانی (IARC)، کبالت و ترکیبات آن را در گروه B₂ قرار می دهند این بدان معناست که می تواند برای انسان سرطان زا باشد.

۱-۱-۳- تأثیرات زیست محیطی کبالت

کبالت عنصری طبیعی است که در هوا، آب، خاک، سنگها، گیاهان و جانوران وجود دارد. همچنین کبالت می تواند از طریق وزش باد در سطح زمین، وارد هوا یا آب شود، یا از طریق هرز آبهای شهری که از سنگها و خاکهای حاوی کبالت عبور می کند وارد آبهای سطحی شود. فعالیت های انسانی مانند: احتراق زغال سنگ، معدنکاری، فرآوری کانسنگهای حاوی کبالت و تولید و استفاده از مواد شیمیایی دارای کبالت باعث ورود مقداری از این عنصر شیمیایی به اتمسفر می شود. ایزوتوپهای رادیواکتیو کبالت به طور طبیعی وجود ندارند، اما بر اثر عملیات هسته ای که در کارخانه های انرژی اتمی انجام می شود، تولید و تشکیل می گردند. از آنجائیکه ایزوتوپهای رادیواکتیو کبالت نیمه عمر نسبتاً کوتاهی دارند، خطرناک نمی باشند. زمانی که کبالت وارد محیط می شود، بلافاصله از بین نمی رود. کبالت می تواند با سایر ذرات واکنش دهد یا جذب سایر ذرات شود. این ذرات عبارت هستند

از ذرات خاک یا رسوبات آبی، فقط زمانی که شرایط محیط اسیدی باشد، کبالت می تواند متحرک باشد البته در نهایت قسمت اعظم کبالت وارد رسوبات و خاک می شود.

۱-۱-۴- ایزوتوپ های کبالت

DP	DE Mev	DM	نیمه عمر	ایزوتوپ
۵۶ Fe	۴/۵۶	e	۷۷/۲۷ روز	۵۶
۵۷ Fe	۰/۸۳	e	۲۷۱/۷۹ روز	۵۷
۵۸ Fe	۲/۳۰	e	۷۰/۸۶ روز	۵۸
			پایدار	۵۹
۶۰ Ni	۲/۸۲	$-\beta$	۵/۲۷۱۴ سال	۶۰

۱-۱-۵- خواص فیزیکی شیمیایی کبالت

شماره، نام، علامت اختصاری	۲۷ Cobalt, Co	حالت ماده	جامد فرومغناطیسی	اولین انرژی یونیزاسیون	Kg/m ۷۶۰/۴
گروه شیمیایی	فلز انتقالی	نقطه ذوب	۲۷۲۳°F	دومین انرژی یونیزاسیون	۱۶۴۸
گروه، تناوب، بلوک	۹/۴/d	نقطه جوش	۵۳۰۷	سومین انرژی یونیزاسیون	۳۲۳۲
جرم حجمی Kg/m ³	۸۹۰۰	حجم	۶/۶۷m ³ /mol	چهارمین انرژی یونیزاسیون	۴۹۵۰
وزن اتمی amu	۵۸/۹۳۳۲۰۰	گرمای تبخیر	kg/mol ^{۳۷۶/۵}		
رنگ	فلزی سفیدنقره ای	گرمای فروپاشی	Kg/m ^{۱۶/۱۹}		
شعاع اتمی	<<۱۵۲>> ۱۳۵ pm	فشار بخار	۱۷۵ Pa at ۱۷۶۸ K		
شعاع کووالانسی	۱۲۶ Pm	سرعت صوت در ۲۹۳/۱۵ کلوین	at k ^{۴۷۲۰} m/s		
وزن اتمی	amu ^{۵۸/۹۳۳}	الکترون گاتیویته	۱/۸۸ پاولینگ		
e- به ازای هر سطح انرژی	۲/۱۵/۸/۲	ظرفیت گرمایی ویژه	۴۲۰J/(kg/k)		
درجه اکسیداسیون	۲و۳ (آمفوتریک)	رسانایی گرمایی	۱۰۰W(mk)		
ساختار کریستالی	شش گوش	رسانایی الکتریکی	۱۷/۲۱ اهم		

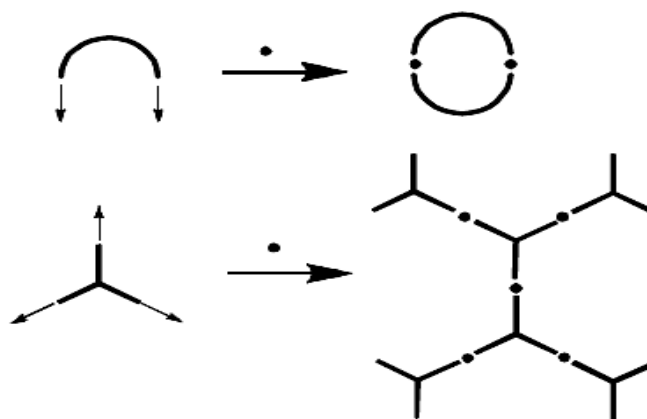
۱-۱-۶- منابع

کبالت در کانی های کبالتیت، اسمالتیت، اریتریت و اکثر نهشته های آهن، مس، سرب و نیکل وجود دارد. این عنصر همچنین در شهاب سنگها وجود دارد. معادن مهم این کانی در کشور های زئیر، مراکش و کانادا وجود دارد. انجمن زمین شناسی آمریکا خبر از نهشته های غنی از کبالت در شمال مرکزی اقیانوس آرام در اعماق کم گزارش داده است.

۱-۲-۱- سیستم های فلز-آلی

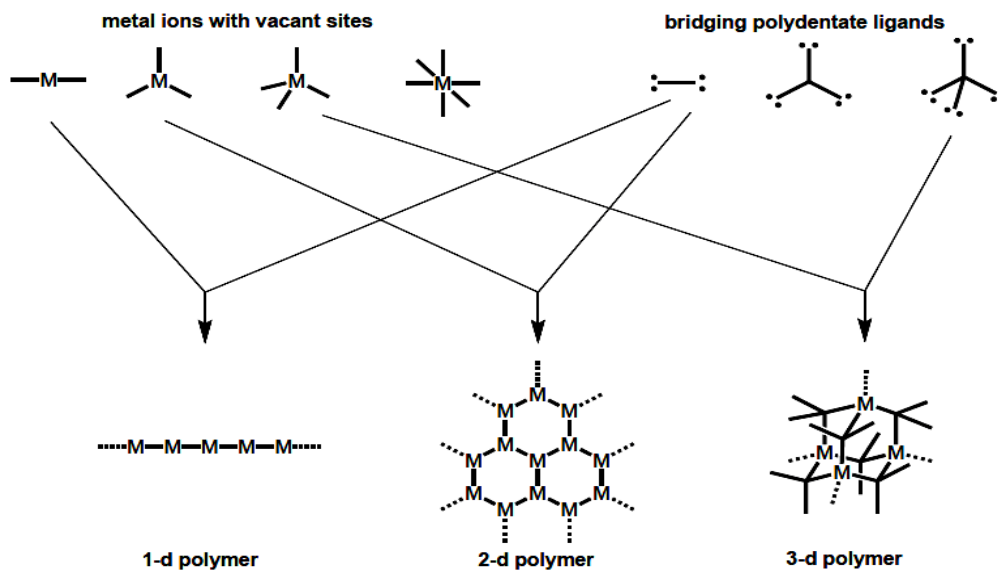
حلقه های بزرگ فلز - آلی (MOMs)^۱ و سیستم های فلز - آلی (MOSS)^۲ و چارچوبهای فلز - آلی (MOFs)^۳ گروهی از سیستم های فلز - آلی هستند که شامل دو جزء اصلی می باشند: یون فلزی غیر آلی (اسیدلوتیس) و لیگاندهای آلی طراحی شده (بازلوتیس)، که از طریق پیوندهای کوئوردینانسی یا بر همکنش های ضعیف، ساختارهای یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی را تشکیل می دهند.

به طور کلی استفاده از ساختار های همگرا^۴، حلقه های ابر مولکولی^۵، و استفاده از ساختارهای واگرا^۶ MOF ها را تولید می کند [۳] شکل (۱-۱). بنابراین، شرط اصلی برای تشکیل ساختارهای حلقه ای استفاده از حداقل یک ساختار با هندسه منحنی می باشد [۴ و ۵].



شکل ۱-۱ شکل گیری حلقه های ابرمولکولی (بالایی) و پلیمرهای کوئوردینانسی (پایینی) با استفاده از لیگاندهای همگرا و واگرا.

- ¹ Metal-Organic macrocycles
- ² Metal-Organic Systems
- ³ Metal-Organic frameworks
- ⁴ Convergent buildings
- ⁵ Supramolecular cycles
- ⁶ Divergent buildings



شکل ۱-۲ شکل گیری پلیمرهای 1-3D با استفاده از بلوکهای ساختاری اولیه.

برای به دست آوردن یک MOF، به دو جزء نیاز می باشد: یک یون فلزی با یک یا بیش از یک ظرفیت خالی با موقعیت های کوئوردینانسی فعال و یک لیگاند با حداقل دو موقعیت مستقل کوئوردینانسی .

در بر همکنش بین فلز - لیگاند در یک MOS، انرژی پیوندهای کوئوردینانسی در حدود 50 kJ/mol تخمین زده می شود که این مقدار کمتر از انرژی پیوندهای کووالانسی و بیشتر از پیوندهای ضعیف مثل پیوندهای هیدروژنی، دو قطبی - دو قطبی، پیوندهای وان دروالس و $\pi - \pi$ می باشد. این مقدار میانگین انرژی باعث کنترل خود تجمعی لیگاند - فلز در طراحی منطقی MOSs توسط شیمیست ها می شود. هنگامی که لیگاند - فلز با هم ترکیب می شوند ابتدا محصولات سینتیکی حاصل می شوند که آنها نوآرایی کرده و محصولات ترمودینامیکی را ایجاد می کنند. ساختار نهایی توسط پیوندهای کوئوردینانسی، بر همکنش های ضعیف پیوندهای هیدروژنی، $\pi - \pi$ ، فلز - فلز و بر همکنش فلز - آروماتیک در فرایند تجمع تعیین می شود.

بر همکنش های آروماتیک - آروماتیک نوعی از برهمکنش های $\pi - \pi$ شامل برهمکنش های وجه در وجه یا لبه در وجه ($\text{C} - \text{H} \dots \pi$ interaction) هستند. در فرایند تجمع، حلقه های آروماتیک طوری قرار می گیرند که بیشترین جاذبه راداشته باشند. بر همکنش فلز - آروماتیک هنگامی است که کاتیون های فلزی می توانند الکترون های π را از مولکول های آروماتیک غیر اشباع بگیرند [۶].