

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی معدنی

عنوان :

بررسی پارامترهای مؤثر در سنتز پلی سیلوکسانهای نامحلول

استاد راهنما : دکتر وحید محمدی

استاد مشاور : دکتر مسعود رجبی

ارائه دهنده : عزت اله پرکلاه

مهر ۸۸

بسمه تعالی

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی



دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
معاونت آموزشی دانشگاه - مدیریت تحصیلات تکمیلی
(فرم شماره ۲۶)

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب علیرضا محمدی دانشجو رشته تعمیر معین مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه / تز تحصیلی خود، با عنوان پژوهی پارامترهای مؤثر در بهینه‌سازی عملکرد سازه بتی را تأیید کرده، اعلام می‌نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین‌المللی، نبوده و تعهد می‌نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ‌التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت‌ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو

امضاء و تاریخ

علیرضا محمدی
۱۳۸۸/۴

به نام خدا

صورت جلسه ی دفاعیه از پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی شیمی معدنی

جلسه ی دفاعیه ی آقای عزت الله پر کلاه در تاریخ ۸۸/۷/۱۴ با عنوان پارامترهای موثر در سنتز پلی سیلوکسانهای نامحلول در سالن آمفی تئاتر دانشکده ی علوم پایه برگزار شد و مورد تایید هیئت داوران قرار گرفت.

استاد راهنما
استاد مشاور
داور داخلی
داور خارجی
نماینده تحصیلات تکمیلی

اعضای هیئت داوران

۱- دکتر وحید محمدی

۲- دکتر مسعود رجبی

۳- دکتر شهریار غمامی

۴- دکتر محمد یوسفی

۵- دکتر میرمحمد علوی نیکجه



تقدیم به پدر و مادر عزیزم:

ای دو سرمایه گرانبهای زندگی که تمام هستی وجودم
حاصل تلاش، ایثار، محبت، صداقت و استواری
شماست، هر چه دارم و هر آنچه را که بدست خواهم
آورد مدیون زحمات، الطاف بیدریغ، راهنمائیها،
نصایح ارزنده، دعای خیر و نگاههای امید بخش و با
صفا یتان هستم. بر جبین پر نورتان بوسه میزنم و
بهترین هدیه آسمانی، سلامتی را برایتان آرزو میکنم

A close-up photograph of several pink tulips with green leaves. The petals are covered in small, clear water droplets, giving them a fresh and dewy appearance. The background is a plain, light color.

تقدیم به همسر مهربان و دوقلوهای عزیزم:

**که صفای دل و تشویق شما عزیزان بهترین
یاری رسان من در این راه بود.**

با سپاسگذاری و قدردانی از :

استاد بزرگوار و گرامی ، جناب آقای دکتر وحید محمدی که همواره در طول انجام ، تهیه ،

تدوین و به ثمر رسیدن این پایان نامه از راهنمایی های سودمندتان بهر مند شدم .

جناب آقای دکتر مسعود رجبی ، استاد محترم مشاور بخاطر راهنمایی ها و نقطه نظرات

ارزنده ای که در کلیه مراحل اجرای این پروژه ارائه فرمودند .

از جناب آقای دکتر شهریار غمامی و جناب آقای دکتر محمد یوسفی که زحمت بازخوانی

این پایان نامه را تقبل نمودند و بعنوان داوران داخلی و خارجی با شرکت در جلسه دفاعیه

بر دیده منت نهادند کمال تشکر و قدر دانی را دارم .

و با تشکر از جناب آقای دکتر علوی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی .

از کلیه اساتید گروه شیمی و دانشجویان ورودی ۸۵ صمیمانه تشکر میکنم .

و در پایان از تمامی همکارانم در صنایع مهم پارچین قدردانی می نمایم .

چکیده :

در این تحقیق ترکیبات پلی سیلوکسانی از واکنش تترااتوکسی سیلان (TEOS) یا تترا متوکسی سیلان (TMOS) با ۳- آمینو پروپیل تری متوکسی سیلان (APTMS) یا ۳- کلرو پروپیل تری متوکسی سیلان (CPTMS) سنتز شد. این پلی سیلوکسانها با نسبتهای مولی ۱/۱۰، ۱/۵، ۲/۱، ۱/۲، ۱/۱ و ۱/۱۰ از تترا اتوکسی سیلان یا تترا متوکسی سیلان به هر کدام از سیلانهای APTMS, CPTMS جهت تهیه ترکیب با جذب بهینه پروتون تهیه شد. میزان جذب Cu^{2+} با استفاده از طیف سنجی جذب اتمی و تیتراسیون کمپلکسومتری انجام شد. جذب کاتیون در زمانهای مختلف و در pH های مختلف اندازه گیری شد، بیشترین جذب فلز در pH=5,6 صورت گرفت. و همچنین جذب فلز در غلظتهای مختلف محلول فلزی اندازه گیری شد و غلظت بهینه ۰/۱ مولار انتخاب شد.

همچنین در این تحقیق برخی از پارامترهای مؤثر در سنتز (مقدار آب ، نوع کاتالیست ، همزدن ، تغییر ترتیب افزایش مواد اولیه و ۰۰۰۰) مورد بررسی قرار گرفت که هر کدام از موارد ذکر شده تأثیر متفاوتی در زمان ژلاسیون داشتند.

فهرست

صفحه	عنوان
فصل اول : مقدمه	
۱	۱) فرآیند سل-ژل
۱-۱	۱-۱) تاریخچه
۳	۲-۱) پیش ماده های آلکوکسید فلزی
۶	۳-۱) کاربرد فرآیند سل - ژل
۷	۴-۱) فرآیند سل - ژل مواد سیلیکاتی
۷	۱-۴-۱) واکنشهای هیدرولیز و تراکم آلکوکسی سیلان ها در محیط بازی واسیدی
۹	۵-۱) فرآیند سل - ژل در پلیمریزاسیون
۱۲	۱-۵-۱) کنترل تراکم
۱۷	۲) انواع ترکیب های اصلی سیلیسیم:
۱۷	۱-۲) سیلان ها Si-H
۱۷	۲-۲) کلروسیلانها Si-C
۱۹	۳-۲) سیلانول ها Si-OH
۲۰	۴-۲) سایلن ها $R_2Si=CR_2$
۲۱	۳) سیلوکسانها Si-O-Si
۲۱	۱-۳) تهیه سیلوکسان بوسیله تراکم گروه هیدروکسیل متصل به سیلیسیم
۲۱	۲-۳) تهیه سیلوکسان بوسیله سیلیسیم کلراید و سیلیسیم استر
۲۲	۳-۳) اکسیداسیون گروه آلی متصل به سیلیسیم:
۲۲	۴-۳) تهیه پلیمرهای حلقوی
۲۳	۵-۳) تهیه پلیمرهای خطی
۲۴	۴) عاملیت (Functionality)
۲۵	۱-۴) گروه های تک عاملی (mono functional groups)
۲۵	۲-۴) گروه های دو عاملی (bifunctional groups)
۲۷	۳-۴) گروه های سه عاملی (trifunctional groups)
۲۸	۵) واکنش سیلوکسانها
۲۸	۱-۵) شکستن پیوند بر اثر حرارت
۲۹	۲-۵) واکنش با قلیا
۲۹	۳-۵) واکنش با اسید
۳۰	۶) تترااتوکسی سیلان (TEOS)
۳۰	۷) سنتز پلی سیلوکسانها

۳۲	۱-۷) واکنش گروه های قابل هیدرولیز روی سیلیسیم
۳۲	۱-۷-۱) آلکولیز
۳۳	۱-۷-۲) هیدرولیز و تراکم
۳۵	۸) انواع جاذبها
۳۵	۱-۸) جاذبهای کلاسیک
۳۶	۲-۸) فازهای ساکن پلیمری
۳۶	۳-۸) جاذبهای فازیوندی
۳۷	۹) کاربرد سیلوکسانها در جداسازی و جذب فلزات سنگین
۴۳	۱-۹) بررسی برخی از عوامل موثر در جذب فلزات بر روی پلی سیلوکسان ها
۴۳	۱-۹-۱) نوع لیگاند
۴۴	۱-۹-۲) نوع کاتیون
۴۵	۱-۹-۳) تاثیر pH
۴۶	۱-۹-۴) نوع حلال
۴۷	۱۰) کاربرد پلی سیلوکسانها در پیش تغلیظ مقادیر اندک فلزات
۴۷	۱-۱۰) واکنش سایلیل دار کردن
۵۰	۲-۱۰) ظرفیت جذب
۵۱	۳-۱۰) سرعت جذب
۵۳	۱۱) فلز مس (Cu) و اثرات جانبی آن

فصل دوم: تجربی

۵۴	۱-۲) دستگاههای مورد استفاده
۵۶	۲-۲) مواد شیمیایی مورد نیاز
۵۷	۳-۲) سنتز پلی سیلوکسان (A) از ۳-آمینو پروپیل تری متوکسی سیلان
۵۸	۴-۲) سنتز پلی سیلوکسان (B) از ۳-آمینو پروپیل تری متوکسی سیلان
۵۹	۵-۲) سنتز پلی سیلوکسان (C) از ۳ - کلرو پروپیل تری متوکسی سیلان
۶۱	۶-۲) سنتز پلی سیلوکسان (D) از ۳ - کلرو پروپیل تری متوکسی سیلان
۶۲	۷-۲) اندازه گیری جذب پروتون
۶۳	۱-۷-۲) اندازه گیری پروتون جذب شده در زمانهای مختلف برای سیلوکسانهای A و B
	۲-۷-۲) اندازه گیری پروتون جذب شده در غلظتهای مختلف اسید
۶۳	برای پلی سیلوکسانهای A و B
۶۳	۸-۲) اندازه گیری مقدار فلز جذب شده
	۱-۸-۲) اندازه گیری فلز جذب شده در غلظتهای مختلف محلول فلزی
۶۴	برای پلی سیلوکسانهای A و B
۶۴	۹-۲) اندازه گیری جذب فلز با استفاده از تیتراسیون کمپلکسومتری EDTA

۶۴	.....اندازه گیری جذب Cu^{+2}
۶۵	.....اندازه گیری جذب فلز به روش اسپکتروسکوپی جذب اتمی.....
۶۵	.....روش درست کردن استاندارد.....
۶۶	.....بررسی برخی پارامترهای مؤثر در سنتز پلی سیلوکسانها.....
۶۶	.....مقدار آب (نسبت مولی آلکوکسی به آب).....
۶۶	.....همزدن.....
۶۶	.....حلال.....
۶۶	.....کاتالیست.....
۶۶	.....دما.....
۶۷	.....نوع آلکوکسیدفلزی.....
۶۷	.....نوع سیلان.....
۶۷	.....تغییر ترتیب افزایش مواد واکنش.....

فصل سوم : بحث و نتایج

۶۸	.....سنتز پلی سیلوکسان (A) از ۳-امینو پروپیل تری متوکسی سیلان.....
۶۸	.....سنتز پلی سیلوکسان (B) از ۳-امینو پروپیل تری متوکسی سیلان.....
۷۳	.....سنتز پلی سیلوکسان (C) از ۳- کلروپروپیل تری متوکسی سیلان.....
۷۵	.....سنتز پلی سیلوکسان (D) از ۳- کلروپروپیل تری متوکسی سیلان.....
۷۵	.....اندازه گیری جذب پروتون.....
۷۵	.....اندازه گیری جذب پروتون در غلظت‌های مختلف اسیدی.....
۷۶	.....اندازه گیری جذب پروتون در مدت زمان‌های مختلف.....
۷۸	.....ظرفیت.....
۸۰	.....جذب فلز توسط پلی سیلوکسان A.....
۸۰	.....جذب فلز در مدت زمان‌های مختلف.....
۸۱	.....جذب فلز در غلظت‌های مختلف محلول فلزی.....
۸۲	.....روش‌های مختلف اندازه گیری جذب فلز.....
۸۳	.....جذب فلز در pH های مختلف.....
۸۵	.....بررسی برخی پارامترهای مؤثر در سنتز پلی سیلوکسانهای نامحلول.....
۸۵	.....مقدار آب (نسبت مولی آلکوکسی به آب).....
۸۷	.....همزدن.....
۸۸	.....حلال.....
۹۰	.....کاتالیست.....
۹۲	.....دما.....

- ۹۴.....نوع آلکوکسید فلزی (۶-۱۰-۳)
- ۹۶.....نوع سیلان (۷-۱۰-۳)
- ۹۷.....تغییر ترتیب افزایش مواد اولیه (۸-۱۰-۳)
- ۱۰۰.....طیف سنجی (۱۱-۳)
- ۱۰۱.....وزن سنجی حرارتی (TGA) (۱۲-۳)
- ۱۰۳.....نتیجه گیری (۱۳-۳)
- ۱۰۴.....پیشنهاد برای ادامه کار (۱۴-۳)

فهرست شکلها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۱) نمایی از واکنش سل ژل.....	۹
شکل ۲-۱) تأثیر pH بر تراکم و هیدرولیز.....	۱۱
شکل ۳-۱) اشتراک تیتانیوم در پلیمریزاسیون TEOS با الیگومرهای عامل دار شده.....	۱۳
شکل ۴-۱) نمای SAXS برای سیستم TEOS-PDMS در غلظت‌های مختلف از کاتالیست اسیدی.....	۱۴
شکل ۵-۱) واکنش الیگومرهای دارای گروه های عاملی فعال.....	۱۶
شکل ۶-۱) واکنش تهیه کلرو سیلانها.....	۱۸
شکل ۷-۱) واکنش های جاننشینی کلرو سیلانها.....	۱۹
شکل ۸-۱) تعدادی از واکنشهای افزایشی سایلنها.....	۲۰
شکل ۹-۱) پلی سیلوکسان P-IDA-TA سنتز شده توسط گروه النحال.....	۲۹
شکل ۱۰-۱) رزینهای سنتز شده توسط سوزوکی و همکارانش.....	۴۱
شکل ۱۲-۱) واکنش سیلیکا با ۳- (۲-آمینواتیل آمینو) پروپیل تری متوکسی سیلان.....	۴۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۱) الکترون گاتیویته X ، بار جزئی δ ، شعاع یونی r ، ۵	
و حداکثر عدد کئوردیناسیون N برای برخی آلکوکسیدهای فلزی	
جدول (۲-۱) جذب فلزات روی لیگاند P-IAED، P-IDDB در شرایط بهینه..... ۴۳	
جدول (۳-۱) غلظت‌های یون‌های فلزی قبل و بعد از جذب به وسیله پلی سیلوکسان‌های مختلف..... ۴۴	
جدول (۴-۱) ظرفیت جذب برخی مواد پلیمری برای کاتیون‌های مس و روی..... ۵۰	
جدول (۵-۱) مقایسه سرعت جذب گروه‌های اتیلن دی آمین و دی آلکیل..... ۵۱	
دی تئو کاربامات متصل به پایه سیلیکا برای یون‌های جیوه، نقره، کروم، منگنز، و مس	
جدول (۱-۲) مقادیر مورد نیاز برای تهیه نسبت‌های مولی مختلف..... ۵۷	
پلی سیلوکسان A (مقادیر بر حسب گرم)	
جدول (۲-۲) مقادیر مورد نیاز برای تهیه نسبت‌های مولی مختلف ۵۸	
پلی سیلوکسان B (مقادیر بر حسب گرم)	
جدول (۳-۲) مقادیر مورد نیاز برای تهیه نسبت‌های مولی مختلف ۶۰	
پلی سیلوکسان C (مقادیر بر حسب گرم)	
جدول (۴-۲) مقادیر مورد نیاز برای تهیه نسبت‌های مولی مختلف..... ۶۱	
پلی سیلوکسان C (مقادیر بر حسب گرم)	
جدول (۱-۳) اندازه گیری جذب پروتون روی نسبت‌های مولی مختلف TEOS/APTMS ۶۸	
جدول (۲-۳) مقدار جذب فلز و جذب پروتون را نشان می دهد ۷۲	
جدول (۳-۳) اندازه گیری پروتون جذب شده توسط پلی سیلوکسان‌های ۷۶	
A و B در زمان‌های مختلف (۱/۱ و ۱/۵)	
جدول (۴-۳) آنالیز عنصری N؛H؛C پلی سیلوکسان A..... ۷۸	
جدول (۵-۳) آنالیز عنصری N؛H؛C پلی سیلوکسان B..... ۷۹	
جدول (۶-۳) آنالیز عنصری N؛H؛C سیلوکسان C..... ۷۹	
جدول (۷-۳) جذب یون Cu^{2+} در مدت زمان‌های مختلف توسط سیلوکسان‌های A و B ۸۰	
جدول (۸-۳) روش‌های مختلف اندازه گیری جذب کاتیون (Cu^{2+}) ۸۲	
جدول (۹-۳) جذب کاتیون Cu^{2+} در pH های مختلف توسط سیلوکسان‌های A و B ۸۳	
جدول (۱۰-۳) نتیجه تست حلالیت نسبت‌های سنتز شده پلی سیلوکسان ۸	

فهرست نمودارها

صفحه

عنوان

- نمودار ۱-۱) اثر pH روی جذب کاتیون های فلزی توسط ترکیب P-IDA-TA..... ۴۵
- نمودار ۲-۱) وابستگی جذب کاتیونهای فلزی (Hg^{2+}) و (Cu^{2+}), (Mn^{2+}) و (Zn^{2+})..... ۴۹
در pH های مختلف
- نمودار ۱-۳) اندازه گیری جذب پروتون در غلظتهای مختلف اسیدی توسط..... ۷۵
پلی سیلوکسانهای A و B
- نمودار ۲-۳) اندازه گیری جذب پروتون در زمانهای مختلف توسط پلی سیلوکسانهای A و B..... ۷۷
- نمودار ۳-۳) روند تغییرات جذب کاتیون Cu^{2+} در غلظتهای مختلف محلول فلزی..... ۸۱
- نمودار ۴-۳) روند تغییرات جذب کاتیون Cu^{2+} در pH های مختلف برای پلی سیلوکسانهای A و B..... ۸۴
- نمودار ۵-۳) مقایسه الیگومرهای محلول در آب در نسبت ۱/۱ پلی سیلوکسان C (مقدار متغیر آب).... ۸۶
- نمودار ۶-۳) تأثیر همزن در کاهش زمان ژلاسیون..... ۸۷
- نمودار ۷-۳) تأثیر حلال در زمان ژلاسیون ۸۸
- نمودار ۸-۳) کاهش وزن اولیه تا هنگام سنتز نسبت ۱/۱ پلی سیلوکسان C با دو حلال اتانل و متانل.. ۸۹
- نمودار ۹-۳) کاهش وزن اولیه تا هنگام سنتز نسبت ۱/۲ سیلوکسان C با دو حلال اتانل و متانل..... ۸۹
- نمودار ۱۰-۳) تأثیر نوع کاتالیست در زمان ژلاسیون ۹۰
- نمودار ۱۱-۳) مقایسه الیگومرهای محلول در آب نسبت ۱/۱ پلی سیلوکسان C ۹۱
(استفاده از دو نوع کاتالیست)
- نمودار ۱۲-۳) مقایسه زمان ژلاسیون نسبت ۱/۱ پلی سیلوکسان C در دو حالت ۹۲
- نمودار ۱۳-۳) سرعت کاهش وزن طی زمان ژلاسیون را در دوشرايط رانشان می دهد..... ۹۳
- نمودار ۱۴-۳) تأثیر دما در کاهش زمان ژلاسیون..... ۹۳
- نمودار ۱۵-۳) تأثیر دما در افزایش مقدار پلیمر و کاهش الیگومر محلول در آب ۹۴
- نمودار ۱۶-۳) اختلاف زمان ژلاسیون سیلوکسانهای D و C رانشان میدهد..... ۹۵
- نمودار ۱۷-۳) سرعت کاهش وزن سیلوکسانهای D, C رانشان می دهد..... ۹۵
- نمودار ۱۸-۳) نشان دهنده زمان ژلاسیون دوسیلان است ۹۶
- نمودار ۱۹-۳) نشان دهنده زمان ژلاسیون دوسیلان نسبت ۵/۱ ۹۷
- نمودار ۲۰-۳) اندازه گیری جذب پروتون در زمانهای مختلف پلی سیلوکسان B..... ۹۸
- نمودار ۲۱-۳) اندازه گیری جذب پروتون در غلظتهای مختلف اسیدی (HCl) پلی سیلوکسان B ۹۹
- نمودار ۲۲-۳) مقایسه زمان ژلاسیون پلی سیلوکسان B (تغییر ترتیب افزایش مواد)..... ۹۹

بخش اول :

مقدمه و تئوری

(۱) فرآیند سل-ژل^۱

(۱-۱) تاریخچه

در سال ۱۸۴۵ یک شیمیدان فرانسوی بنام ابلمن^۲ مشاهده کرد که ترکیب تترائیل ارتوسیلیکات به آهستگی با رطوبت هوا وارد واکنش شده و یک ترکیب جامد شیشه ای تشکیل می دهد این واکنش در حقیقت اولین سنتز یک ترکیب معدنی (سیلیکا) از یک پیش ماده فلزی آلی بود. پس از مشاهده این پدیده در حدود بیش از یک قرن پیش روش سنتزی سل-ژل آغاز گردید و موجب پدید آمدن دستاوردهای صنعتی و آکادمیک مهمی شد و اکنون سالیانه صدها مقاله در این باره به چاپ می رسد.

اولین محصولات تجاری به روش سل-ژل در سال ۱۹۵۳ به بازار عرضه گردید. اینگونه تولیدات در مقایسه وسیع تر توسط شرکت شات گلاسورک^۳ در سال ۱۹۵۹ با آینه های اتوماتیک آغاز شد و بوسیله پوششهای انعکاس متقابل در سال ۱۹۶۴ ادامه یافت [1].

دامنه وسیعی از محصولات از قبیل الیاف، پودرهای با اندازه ریز، جامدات تخلخلی و پوششها هم اکنون از طریق سل-ژل تولید می شود [2].

مواد معدنی به صورت تبدیلی از طریق واکنشهای حالت جامد تهیه می شوند. پودرها را با یکدیگر مخلوط کرده و برای ساعتها و یا روزها در دمای بالا جهت بالا بردن قابلیت نفوذ یونها و کامل شدن ساختارشان در معرض حرارت قرار می دهند. این عمل چندین مرتبه تکرار می گردد تا یک محصول همگن بدست آید.

یک چنین فرایندهائی در حالت جامد، اغلب به عنوان روشهای کامل کردن پخت ترکیب^۴

توصیف می شود.

۱- Sol-Gel

۲- Ebelmen

۳- Schott Gluswerke

۴- Shake and Bake

آسیاب کردن محصولات ذرات بسیار کوچکی را حاصل می کند که می توانند به صورت کامل مخلوط شده و دردهماهای بالاتر لزوماً نفوذ سایر عناصر را تسهیل نمایند. و کاربرد نهائی این مواد تواما" به ساختار و شکل آنها وابسته است. برای نمونه سیلیکا می تواند به عنوان شیشه برای کاربردهای مختلفی از قبیل شفافیت ، به صورت پودر برای پوششهای حرارتی به صورت فیلم های علیق در وسایل الکترونیکی و یا به عنوان یک کریستال پیزوالکتریک^۱ مورد استفاده قرار گیرد. شیشه ها و سرامیکها مواد معدنی هستند که هزاران سال از تولید اولیه آنها می گذرد در عهد باستان شیشه و سرامیک از مواد خام طبیعی از قبیل رس و ماسه تهیه می گردید . سرامیکها با افزودن آب به خاک رس شکل داده شده و سپس در کوره حرارت داده می شوند شیشه ها از ذوب کردن و شکل دادن این مواد به وسیله قالبهایی در حدود نقطه نرمی آنها بدست می آیند در هر دو حالت دماهای بالا مورد نیاز است.

در فرایند سل- ژل محلول شامل پیش ماده های مولکولی را توسط یک واکنش شیمیائی به یک حالت ژل و یا سل در آورده و سپس بوسیله خشک شدن و تکلیس یک ماده جامد تهیه می کنند. این فرایند به ما اجازه می دهد که مواد یک جزئی و یا چند جزئی با خلوص بالا و همچنین ترکیبات جدیدی را تولید نمائیم که از نظر شیمیائی بسیار همگن هستند فیلم ها یا الیاف می توانند مستقیماً" از حالت سل یا ژل به وسیله تکنیکهای پوشش دهی توسط غوطه ورسازی^۲ ، چرخیدن یکنواخت^۳ ، پاشش^۴ و یا کشیدن^۵ بدست آیند.[2]

روش سل- ژل افق جدیدی را برای تهیه شیشه ها و سرامیکها مهیا می سازد.[3]

در ابتداء یک شبکه جامد از یک محلول طی واکنشهای پلیمریزاسیون معدنی شکل می گیرد.

۱-Piezoelectric

۲-Dip-Coating

۳-Spin-Coating

۴-Spraying

۵-Drawing

در حقیقت تکنیک شیمیایی سل - ژل می تواند به طور گسترده ای جهت تهیه اکسیدهای معدنی بوسیله روشهای شیمیایی از قبیل رسوبگیری، هم رسوبی یا هیدرولیز در دماهای مختلف بکار گرفته می شود .

اصولاً دو روش کلی در این جهت وجود دارد: یکی استفاده از نمکهای فلزی در محیط آبی و دیگری استفاده از آلکوکسیدهای فلزی در حلالهای آلی که در هر دو حالت پس از هیدرولیز ماده ها یا بوسیله تغییر در pH یک محلول آبی صورت پذیرد [4]. پس از این مرحله محلول به سمت تشکیل پیوندهای «فلز-اکسیژن-فلز» هدایت می گردد. در بیشتر مواقع در این حالت الیگومرها، اکسوپلیمرها، کلئیدها، ژلها یا رسوبات حاصل می گردند که در نهایت به تشکیل پودر گروه فعال M-OH حاصل می شود . این واکنش می تواند به سادگی با افزایش آب به پلی مرها، فیلم ها، الیاف یا شیشه های یکپارچه منجر می شود. [5,6]

۱-۲) پیش ماده های آلکوکسید فلزی^۱

آلکوکسیدهای فلزی به صورت $M(OR)_Z$ هستند که R نشان دهنده یک گروه آلکیل مانند متیل، اتیل و غیره است. این ترکیبات به صورت گسترده ای که در کتابهایی که طی سالهای گذشته به چاپ رسیده توصیف گشته اند. [7] برخی از آنها بصورت تجارتي قابل دسترس هستند و در بعضی از فرآیندهای صنعتی کاربرد دارند (فلز M در آنها معمولاً Si, Ti, Zr, Al است). آلکوکسیدهای فلزات قلیایی و قلیایی خاکی می توانند مستقیماً از طریق واکنش الکل ها با فلزات آنها تهیه گردند .



(M = Na, Mg, Ba,)

آلکوکسید بعضی از فلزات رامیتوان از طریق واکنشهای جانشینی نمکهای فلزی آنها از قبیل کلریدها با الکلها یا آلکوکسیدهای فلزات قلیایی بدست آورد :



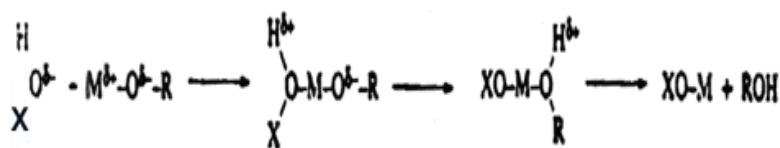
گروه های آلكوكسى ليگاندهاى پاى- دهنده قوى هستند و بالاترين عدد اكسيداسيون فلز را پايدار مى سازند . آلكوكسيدهاى عناصر اصلى و عناصر واسطه d با اين روش تهيه شده اند در حاليكه در مورد ساير dn ها مطالعات كمترى صورت گرفته است . پايدارى آلكوكسيدهاى فلزى از چپ به راست جدول تناوبى كاهش مى يابد. [8,9]

هيدروليز فلزاتى كه از نظر كئوردينا سيون به حالت اشباع رسيده اند به جانشينى نوكلئوفيلى ليگاندهاى آلكوكسى بوسيله گونه هاى هيدروكسيله شده XOH وابسته است :



كه X مى تواند نماينده هيدروژن، يك فلز و يا حتى يك ليگانده آلى يا معدنى باشد. اين واكنشها مى توانند توسط يك مكانيسم (SN₂) به صورت شكل زير توصيف گردند :

(4)



واكنش با افزايش نوكلئوفيلى گروه هاى OH كه بار جزئى منفى دارند به اتمهاى فلز M كه بار جزئى مثبت دارند آغاز مى شود و به افزايش عدد كئوردينا سيون اتم در حالت حد واسطه منجر مى گردد. سپس پروتون مثبت شده به يك گروه آلكوكسى منتقل شده و در نهايت گروه ROH آزاد مى شود. فعاليت شيميايى آلكوكسيدهاى فلزى به شدت به بار مثبت اتم فلز و قابليت فلز در افزايش عدد