



گروه شیمی کاربردی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی آلی

عنوان

سنتز و شناسایی هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی کلویزیت B-۳۰-گرافت-

پلی‌اکریلیک اسید / پلی‌اکریلیک اسید

استاد راهنما

دکتر یعقوب منصوری

استاد مشاور

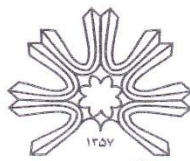
دکتر غلامحسین ایمانزاده

توسط

هادی سالمی

دانشگاه محقق اردبیلی

زمستان ۱۳۹۰



دانشگاه صنعتی اربیل

گروه شیمی کاربردی

سنتز و شناسایی هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی کلوزیت B-30-گرافت- پلی‌اکریلیک اسید/ پلی-

اکریلیک اسید

توسط :

هادی سالمی

پایان‌نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی آلی

از

دانشگاه محقق اردبیلی

اردبیل- ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان‌نامه با درجه عالی

دکتر یعقوب منصوری (استاد راهنما و رئیس کمیته)

دکتر محمدرضا زمانلو (داور)

دکتر غلامحسین ایمانزاده (استاد مشاور)

دانشیار

استادیار

دانشیار

زمستان ۱۳۹۰

تقدیم بہ

پدر و مادر عزیزم

باساس فراوان از

استاد راهنمای کراتقدم جناب آقای دکتر منصور می که افتخار شاگردی ایشان را داشتم.

از اساتید گرامی آقای دکتر ایمانزاده و آقای دکتر زمانلو که همیشه محبتشان شامل حال بنده بوده است پاسکزارم.

همچنین قدردان زحمات آقایان سعادت و خدیاری به دلیل مساعدت ایشان در انجام این پروژه می باشم.

از دوستان عزیز و مهربانم آقای درویشی، خانم روحانی و خانم لاهوتی که با بودنشان این دوره از زندگی را برای من به یادماندنی کردند بسیار ممنونم. همیشه به یادشان خواهم بود.

از همه دوستانم در آزمایشگاه تحقیقاتی شبی آلی، آقایان هوشمند و پورمحمد و خانم باستانی زاده، وکیلی، قمبری، رحیمی و مرتضوی پاسکزارم.

نام خانوادگی دانشجو: سالمی	نام: هادی
عنوان پایان نامه: سنتز و شناسایی هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی کلوزیت ۳۰B-گرافت- پلی‌اکریلیک اسید/ پلی‌اکریلیک اسید	
استاد راهنما: دکتر یعقوب منصوری استاد مشاور: دکتر غلامحسین ایمانزاده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی گرایش: آلی دانشگاه: محقق اردبیلی دانشکده: علوم- گروه شیمی تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۰ تعداد صفحه: ۸۲	
کلید واژه‌ها: پلی‌اکریلیک اسید، هیدروژل نانوکامپوزیتی، مونت‌موریلونیت، کلوزیت ۳۰B	
<p>چکیده:</p> <p>هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی با گروه‌های عاملی بسیاری که دارند باعث بهبود خواص حرارتی- مکانیکی و جذب آب محصولات می‌شوند. وینیل تری کلروسیلان با نانوذرات آلی- معدنی واکنش می‌دهد تا جانشین گروه‌های هیدروکسیل لبه‌های خاک رس شود. پلیمریزاسیون رادیکالی محصول بدست آمده با اکریلیک اسید باعث گرافت پلیمر به سطح مونت موریلونیت می‌شود. هموپلیمر ساخته شده در طول واکنش از طریق سکسوله خارج می‌شود. خصلت آبدوستی کلوزیت ۳۰B از طریق گرافت پلی‌اکریلیک اسید به سطح آن بهبود می‌یابد. گرافت شیمیایی پلیمر به سطح خاک رس بوسیله طیف FT- IR ثابت می‌شود. هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی با استفاده از اکریلیک اسید، کلوزیت ۳۰B سایلیله شده و N,N-متیلن بیس آکریل آمید به عنوان کراسلینگر ساخته می‌شوند. لایه‌های سیلیکاتی به خوبی در ساختار هیدروژل پخش می‌شوند تا هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی با منافذ بزرگتر ایجاد کنند. هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی ساخته شده خواص حرارتی، مکانیکی و جذب آب بهتری از هیدروژل خالص دارند. ساختار هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی بوسیله SEM و XRD بررسی می‌شود. هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی ۷-۱٪ کاملاً ورقه ورقه هستند. هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی جذب آب بالاتری را نسبت به هیدروژل خالص نشان می‌دهند.</p>	

فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
فصل اول: مقدمه	
۱-۱ هیدروژل.....	۱
۲-۱ کراسلینکر.....	۲
۱-۲-۱ اتصال عرضی فیزیکی.....	۳
۱-۱-۲-۱ اتصال عرضی با برهمکنش یونی.....	۳
۲-۱-۲-۱ اتصال عرضی از طریق بلوک‌های آمفیفیلیک و گرافت کوپلیمرها.....	۴
۳-۱-۲-۱ اتصال عرضی از طریق متبلور کردن.....	۵
۴-۱-۲-۱ اتصال عرضی از طریق پیوند هیدروژنی.....	۵
۲-۲-۱ اتصال عرضی شیمیایی.....	۶
۱-۲-۲-۱ اتصال عرضی با پلیمریزاسیون رادیکالی.....	۶
۲-۲-۲-۱ اتصال عرضی با تابش‌های پرانرژی.....	۷
۳-۲-۲-۱ اتصال عرضی با واکنش شیمیایی گروه‌های مکمل.....	۷
۳-۱ پلیمرهای ابرجاذب.....	۹
۴-۱ نانوکامپوزیت.....	۱۱
۱-۴-۱ نانوکامپوزیت‌های پلیمر/سیلیکات لایه‌ای.....	۱۱
۲-۴-۱ روش‌های تهیه پلیمرهای سیلیکات لایه‌ای.....	۱۸
۱-۲-۴-۱ روش ورقه ورقه - جذب سطحی.....	۱۸
۲-۲-۴-۱ روش پلیمریزاسیون موضعی نفوذی.....	۱۹
۳-۲-۴-۱ روش نفوذ ذوبی.....	۲۰
۴-۲-۴-۱ روش سنتز الگو.....	۲۰

۲۱	..... ۳-۴-۱ هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی
۲۴	..... ۵-۱ اکریلیک اسید
۲۵	..... ۶-۱ هدف

فصل دوم: بخش تجربی

۲۷	..... ۱-۲ اطلاعات کلی
۲۷	..... ۲-۲ اصلاح شیمیایی کلوزیت ۳۰B با وینیل‌تری‌کلروسیلان
۲۸	..... ۳-۲ واکنش پلیمریزاسیون کلوزیت ۳۰B اصلاح شده با وینیل‌تری‌کلروسیلان با اکریلیک اسید
۲۹	..... ۴-۲ آزمایش شاهد
۲۹	..... ۵-۲ تهیه هیدروژل پلی‌اکریلیک اسید خالص
۲۹	..... ۶-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید- کلوزیت ۳۰B سایلیله شده (۱٪ w)
۳۰	..... ۷-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید- کلوزیت ۳۰B سایلیله شده (۳٪ w)
۳۰	..... ۸-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید- کلوزیت ۳۰B سایلیله شده (۵٪ w)
۳۰	..... ۹-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید- کلوزیت ۳۰B سایلیله شده (۷٪ w)
	..... ۱۰-۲ اندازه‌گیری جذب آب توسط هیدروژل پلی‌اکریلیک اسید خالص و مقایسه آن با هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی
۳۱	..... ۱۱-۲ بررسی تاثیر pH بر ظرفیت جذب آب هیدروژل‌ها

فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری

۳۳	..... ۱-۳ گرافت پلی‌اکریلیک اسید به سطح کلوزیت ۳۰B
۳۳	..... ۲-۳ آنالیز طیف‌های FT-IR
۳۷	..... ۳-۳ بررسی پراش پرتو ایکس (XRD)
۴۰	..... ۴-۳ بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی پوششی (SEM)

- ۳-۵ اثر ایجاد اتصال عرضی بر پایداری حرارتی پلی اکریلیک اسید..... ۴۱
- ۳-۶ بررسی دیاگرام‌های ترموگراویمتری (TGA)..... ۴۲
- ۳-۷ بررسی دیاگرام‌های DMTA..... ۴۴
- ۳-۷-۱ منحنی $\tan \delta$ نسبت به زمان..... ۴۴
- ۳-۷-۲ منحنی‌های مدول ذخیره برای هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی..... ۴۶
- ۳-۸ بررسی میزان جذب آب توسط هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی..... ۴۸
- ۳-۹ بررسی نفوذ آب در هیدروژل‌ها..... ۴۹
- ۳-۱۰ تاثیر pH بر میزان جذب آب هیدروژل خالص..... ۵۲
- ۳-۱۱ نتیجه‌گیری کلی..... ۵۴
- ۳-۱۲ پیشنهادات..... ۵۵

فهرست تصاویر

عنوان.....	صفحه.....
شکل (۱-۱) روشهای ایجاد اتصال عرضی.....	۳
شکل (۲-۱) آلگینات.....	۴
شکل (۳-۱) الف) هیدروژل با PCL ۵۳۰ ب) هیدروژل با PCL ۱۲۵۰.....	۴
شکل (۴-۱) اتصال عرضی فیزیکی.....	۶
شکل (۵-۱) اتصال عرضی از طریق تشکیل آلدهید.....	۹
شکل (۶-۱) تقسیم بندی ابرجاذبها بر اساس نوع کاربرد.....	۱۰
شکل (۷-۱) سدیم مونت موریلونیت.....	۱۲
شکل (۸-۱) الف) میکرو کامپوزیت جداشده فازی ب) نانوکامپوزیت نفوذی ج) نانوکامپوزیت ورقه ورقه شده.....	۱۳
شکل (۹-۱) الگوی XRD.....	۱۴
شکل (۱۰-۱) تصویر TEM.....	۱۵
شکل (۱۱-۱) جهت گیری آلکیل آمونیومها در گالری سیلیکاتهای لایه‌ای.....	۱۷
شکل (۱۲-۱) مدل تراکمی زنجیرهای آلکیلی.....	۱۸
شکل (۱۳-۱) هیدروژل نانوکامپوزیتی پلیمر/خاک رس.....	۲۲
شکل (۱۴-۱) عامل اصلاح کننده مونت موریلونیت.....	۲۳
شکل (۱۵-۱) ساختار کریستال آتاپولگیت.....	۲۳
شکل (۱-۲) آمین استفاده شده در ساختار کلوزیت ۳۰B.....	۲۷
شکل (۱-۳) سایلیلاسیون و گرافت پلی اکریلیک اسید به سطح کلوزیت ۳۰B.....	۳۴
شکل (۲-۳) مقایسه طیف FT-IR کلوزیت ۳۰B، کلوزیت ۳۰B سایلیله شده و گرافت شده.....	۳۵
شکل (۳-۳) تفریق ریاضی طیف.....	۳۵

- شکل (۳-۴) طیف FT-IR (a) پلی اکریلیک اسید (b) N,N-متیلن بیس آکریل آمید (c) هیدروژل خالص. ۳۶
- شکل (۳-۵) منحنی TGA برای کلویزیت ۳۰B سایلیله شده، کلویزیت ۳۰B گرافت شده و پلی اکریلیک اسید. ۳۷
- شکل (۳-۶) الگوی XRD برای کلویزیت ۳۰B، کلویزیت ۳۰B سایلیله شده و کلویزیت ۳۰B گرافت شده با پلی اکریلیک اسید. ۳۷
- شکل (۳-۷) تشکیل الیگومر نردبانی در خاک رس از طریق وینیل تری کلرو سیلان. ۳۸
- شکل (۳-۸) الگوی XRD برای کلویزیت ۳۰B، هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی. ۳۹
- شکل (۳-۹) تصویر SEM برای کلویزیت ۳۰B. ۴۰
- شکل (۳-۱۰) تصویر SEM برای هیدروژل‌ها. ۴۱
- شکل (۳-۱۱) دیاگرام TGA برای پلی اکریلیک اسید و هیدروژل خالص. ۴۲
- شکل (۳-۱۲) تشکیل دی انیدرید در فرایند تخریب. ۴۲
- شکل (۳-۱۳) فرایند آزاد شدن دی اکسید کربن از دی انیدرید در فرایند تخریب. ۴۳
- شکل (۳-۱۴) منحنی TGA برای هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی. ۴۴
- شکل (۳-۱۵) منحنی $\tan \delta$ بر حسب دما برای هیدروژل پلی اکریلیک اسید و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی. ۴۵
- شکل (۳-۱۶) منحنی مدول ذخیره برای هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی. ۴۶
- شکل (۳-۱۷) تغییرات منحنی مدول ذخیره نسبت به زمان. ۴۷
- شکل (۳-۱۸) میزان جذب آب توسط هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی نسبت به درصد خاک رس. ۴۸
- شکل (۳-۱۹) درصد جذب آب نسبت به زمان برای هیدروژل‌ها. ۴۹
- شکل (۳-۲۰) نمودار جذب برای هیدروژل خالص و نانوکامپوزیت‌ها در بازه زمانی ۱۵ دقیقه. ۵۰
- شکل (۳-۲۱) نمودار $\ln(W_t/W_\infty)$ بر حسب $\ln(\text{time})$ برای هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی. ۵۱

- شکل (۳-۲۲) نمودار جذب آب برای هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی در pH های مختلف ۵۳
- شکل (۴-۱) طیف FT-IR کلویزیت ۳۰B (KBr) ۵۷
- شکل (۴-۲) طیف FT-IR کلویزیت ۳۰B اصلاح شده با وینیل تری کلروسیلان (KBr) ۵۸
- شکل (۴-۳) طیف FT-IR پلی اکریلیک اسید (KBr) ۵۹
- شکل (۴-۴) طیف FT-IR کلویزیت ۳۰B پیوند شده با پلی اکریلیک اسید (KBr) ۶۰
- شکل (۴-۵) طیف FT-IR هیدروژل پلی اکریلیک اسید (KBr) ۶۱
- شکل (۴-۶) تصاویر SEM کلویزیت ۳۰B ۶۲
- شکل (۴-۷) تصاویر SEM هیدروژل‌ها ۶۳
- شکل (۴-۸) منحنی TGA کلویزیت ۳۰B (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۶۴
- شکل (۴-۹) منحنی TGA کلویزیت ۳۰B سایلیله شده (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۶۵
- شکل (۴-۱۰) منحنی TGA کلویزیت ۳۰B گرافت شده با پلی اکریلیک اسید (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۶۶
- شکل (۴-۱۱) منحنی TGA پلی اکریلیک اسید (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۶۷
- شکل (۴-۱۲) منحنی TGA هیدروژل خالص (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۶۸
- شکل (۴-۱۳) منحنی TGA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۱ درصد وزنی (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۶۹
- شکل (۴-۱۴) منحنی TGA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۳ درصد وزنی (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۷۰
- شکل (۴-۱۵) منحنی TGA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۵ درصد وزنی (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۷۱
- شکل (۴-۱۶) منحنی TGA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۷ درصد وزنی (اتمسفر N₂ و سرعت روبش ۱۰°C/min) ۷۲

شکل (۴-۱۷) نمودار DMTA هیدروژل خالص (اتم‌سفر N_2 و سرعت روبش $10^\circ C/min$)..... ۷۳

شکل (۴-۱۸) نمودار DMTA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۱ درصد وزنی (اتم‌سفر N_2 و سرعت روبش

۷۴..... $10^\circ C/min$)

شکل (۴-۱۹) نمودار DMTA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۳ درصد وزنی (اتم‌سفر N_2 و سرعت

رویش $10^\circ C/min$)..... ۷۵

شکل (۴-۲۰) نمودار DMTA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۵ درصد وزنی (اتم‌سفر N_2 و سرعت روبش

۷۶..... $10^\circ C/min$)

شکل (۴-۲۱) نمودار DMTA هیدروژل نانوکامپوزیتی ۷ درصد وزنی (اتم‌سفر N_2 و سرعت روبش

۷۷..... $10^\circ C/min$)

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه.....
جدول (۱-۱) ترکیبات سیلیکات لایه‌ای متعلق به گروه سمکتیت.....	۱۳.....
جدول (۲-۱) انواع مونت موریلونیت اصلاح شده با سورفکتانت‌های مختلف.....	۱۶.....
جدول (۳-۱) فاصله بین لایه‌ای مونت موریلونیت با اصلاح کننده‌های آلی و متورم شده با ۴-کاپرولاکتام.....	۲۰.....
جدول (۱-۳) فاصله بین لایه‌ای در کلویزیت ۳۰B و مشتقات ساخته شده از آن.....	۳۸.....
جدول (۲-۳) فاصله بین لایه‌ای در کلویزیت ۳۰B، هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی... ۳۹	۳۹.....
جدول (۳-۳) دماهای تخریب و باقیمانده زغالی بدست آمده از بررسی‌های TGA.....	۴۳.....
جدول (۴-۳) دمای تبدیل شیشه‌ای برای هیدروژل پلی اکریلیک اسید و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی.. ۴۵	۴۵.....
جدول (۵-۳) مدول ذخیره برای هیدروژل خالص و نانوکامپوزیت‌ها قبل و بعد از دمای تبدیل شیشه‌ای.....	۴۷.....
جدول (۶-۳) مقادیر n و ضریب همبستگی.....	۵۲.....
جدول (۷-۳) تاثیر pH بر درصد افزایش وزن.....	۵۳.....

علائم اختصاری

T _{tr}	Phase transition temperature
LCST	Lower Critical Solution Transition
UCST	Upper Critical Solution Transition
SAP	Superabsorbent Polymers
PCL	Poly(ϵ -caprolactone)
PLLA	Poly L-lactic acid
PDLA	Poly D-lactic acid
PEG	Poly ethylene glycol
PLS	Polymer layered silicate
MMT	Montmorillonite
CEC	Cation exchange capacity
WXR	Wide angle X-ray diffraction
TEM	Transmission electron microscopy
HCN	Hydrogel/Clay Nanocomposite
SEM	Scanning electron microscope
DMTA	Dynamic Mechanical Thermal Analysis
TGA	Thermogravimetric Analysis

فصل اول

مقدمه

۱-۱ هیدروژل

هیدروژل‌ها ماکرومولکول‌های شبکه‌ای با ساختار سه بعدی از جنس پلیمرهای زنجیری هیدروفیل هستند که توان جذب مقدار زیادی مایعات آبی را دارند. این ترکیبات آب را جذب کرده و متورم می‌شوند. دلیل تمایل به جذب آب در این ترکیبات وجود گروه‌های آبدوست مثل OH، COOH و NH₂ در ساختار زنجیرهای پلیمری می‌باشد. مقدار آب جذب شده توسط هیدروژل‌ها بستگی به خواص شبکه دارد (مثل درجه تورم، ضریب نفوذ پذیری، چگالی کراسلینگر^۱، اندازه منافذ و ...). این ترکیبات وقتی خشک هستند حالت شیشه‌ای دارند و وقتی آب جذب می‌کنند حالت الاستیک پیدا می‌کنند [۱-۲].

عبارت شبکه‌ای شدن دلالت بر ایجاد اتصالات عرضی دارد که مانع حل شدن زنجیرهای پلیمری می‌شود. محلول‌های پلیمری که در آنها پیوندهای عرضی قابل توجهی وجود ندارد به طور معمول رفتار نیوتنی از خود نشان می‌دهند. از سوی دیگر وجود اتصالات عرضی بین زنجیرهای پلیمری، شبکه‌ای ایجاد می‌کند که دارای خاصیت ویسکو-الاستیک یا الاستیک خالص است. پیوندهای عرضی توسط موادی بنام کراسلینگر ایجاد می‌شود [۳].

هیدروژل بسته به نوع مونومر مورد استفاده به تغییرات فیزیکی و شیمیایی مثل دما، pH، قدرت یونی، میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی واکنش نشان می‌دهد [۴].

هیدروژل‌های حساس به دما بسیار مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این ترکیب‌ها از پلیمرهایی مثل پلی آکریل آمید N-استخلافی، پلی متاکریل آمید، پلی اتیلن اکساید و ... ساخته شده‌اند. برای مثال N-ایزوپروپیل آکریل آمید یک هیدروژل حساس به دماست که دارای دمای تبدیل فاز^۲ (T_{tr}) یا پایین‌ترین دمای بحرانی محلول^۳ (LCST) برابر ۳۳ °C است. در پلیمرهای LCST با افزایش دما یک گذار از آبدوستی به آبریزی اتفاق می‌افتد. در مقابل نیز پلیمرهای UCST^۴ هستند که با کاهش دما گذار از آبدوستی به آبریزی را نشان می‌دهند. در دمای بالاتر از LCST یک افت ناگهانی در حجم هیدروژل

1- Crosslinker

2- Phase transition temperature

3- Lower critical solution transition

4- Upper critical solution transition

دیده می‌شود. این کم شدن حجم در دماهای بالا باعث تحقیقات گسترده‌ای در زمینه دارورسانی شده است بطور کلی هیدروژل‌های حساس به دما دو نوع رفتار می‌توانند داشته باشند، پاسخ منفی به افزایش دما، که در این حالت با افزایش دما مقدار آزادسازی کاهش می‌یابد و پاسخ مثبت به افزایش دما، که در این حالت مقدار آزادسازی با افزایش دما افزایش می‌یابد [۵-۶].

هیدروژل‌های حساس به pH نوعی از هیدروژل‌ها هستند که به تغییرات pH محیط واکنش نشان می‌دهند. این ترکیب‌ها نیز بطور وسیعی در سیستم دارورسانی کاربرد دارند. به دلیل اینکه pH قسمت‌های مختلف بدن مثل معده و خون متفاوت است این سیستم بر اساس این تغییرات کار می‌کند. در سال‌های اخیر تحقیقات در زمینه هیدروژل‌های حساس به pH آموغتری که در محیط اسیدی و قلیایی کاربرد داشته باشد انجام شده است [۷].

هیدروژل‌های عمومی به طور کلی دارای مقدار زیادی کراسلینگر و مقدار کمتری مونومر آبدوست هستند در نتیجه ظرفیت جذب آب بالایی ندارند (کمتر از ۱۰۰٪) در مقابل هیدروژل‌های پلیمری ابرجاذب (SAP)^۱ که بر اساس پایه مونومر آبدوست و مقدار بسیار کمی کراسلینگر ساخته می‌شوند ظرفیت جذب آب فوق العاده بالایی دارند که معمولاً بین ۱۰۰۰۰۰-۱۰۰۰۰٪ است [۸].

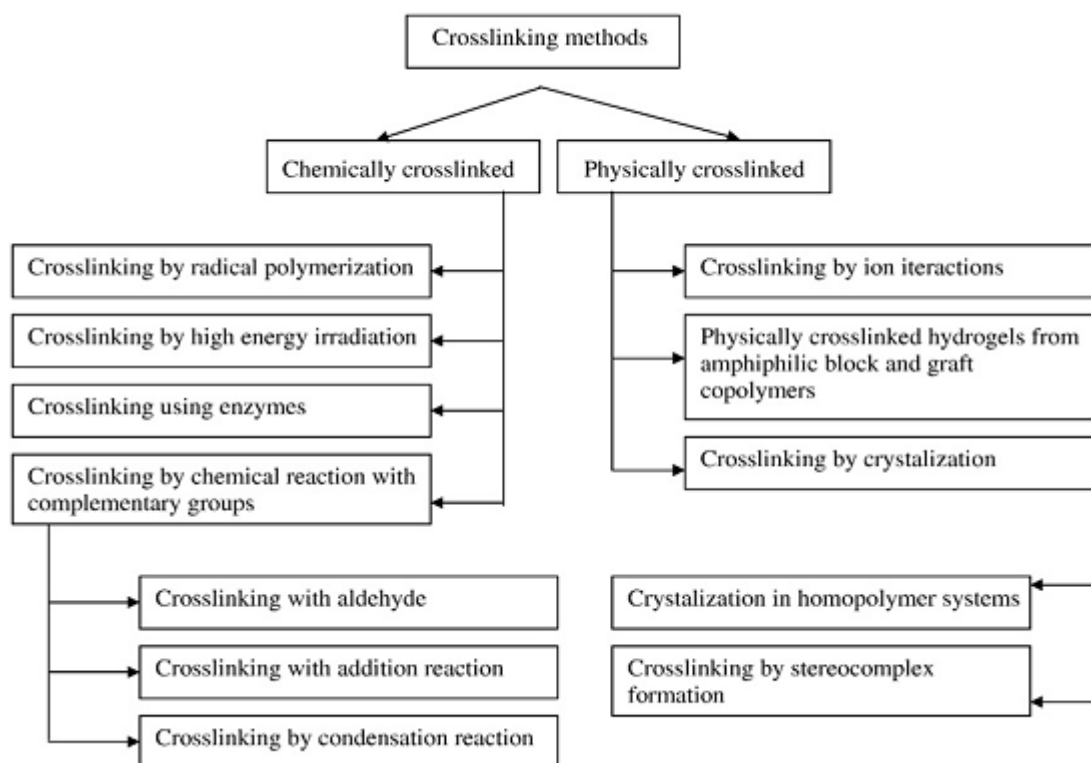
۲-۱ کراسلینگر

هیدروژل‌ها توسط ایجاد پیوندهای عرضی در هوموپلیمرها یا کوپلیمرها ساخته می‌شوند که براساس ساختار سه بعدی آنها خواص مکانیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. کراسلینگرها می‌توانند توسط پیوند کووالانسی یا غیر کووالانسی، شاخه‌های پلیمر را به هم متصل کنند. کراسلینک شدن می‌تواند هم زمان با پلیمریزاسیون و یا پس از آن انجام شود [۳].

این پیوندها می‌توانند به دو صورت ایجاد شوند (شکل ۱-۱)

الف) پیوندهای فیزیکی

ب) پیوندهای شیمیایی



شکل (۱-۱): روشهای ایجاد اتصال عرضی

۱-۲-۱ اتصال عرضی فیزیکی^۱

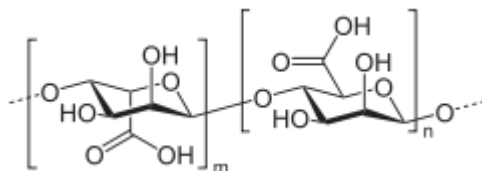
ژل‌های فیزیکی شبکه سه بعدی از پلیمرهای زنجیری هستند که از طریق برهمکنش‌های غیر کووالانسی پیوند خورده‌اند. در سال‌های اخیر علاقه به استفاده از اتصال عرضی فیزیکی، به دلیل حذف کراسلینکرها که عموماً ترکیباتی سمی هستند افزایش یافته است. برای تشکیل این پیوندها روش‌های مختلفی وجود دارد [۹].

۱-۱-۲-۱ اتصال عرضی با برهمکنش یونی

زنجیرهای پلیمر از طریق برهمکنش بارهای مخالف (نیروی الکترواستاتیک) می‌توانند پیوند عرضی ایجاد کنند. این برهمکنش بار می‌تواند بین زنجیرهای پلیمر با یک مولکول کوچک با بار مخالف باشد و یا بین دو زنجیر پلیمری با بارهای مخالف هم ایجاد شود. برای مثال آلگینات^۲ (شکل ۱-۲) یک نمونه

1- Physical crosslinking
2- Alginate

خوب از پلیمر است که بروش یونی کراسلینک می‌شود. آلگینات پلی ساکاریدی از مانورونیک^۱ و گلوکورونیک اسید^۲ است که بوسیله یون کلسیم کراسلینک می‌شود. محصول بدست آمده می‌تواند در سلولهای زیستی و آزادسازی پروتئین‌ها استفاده شود.

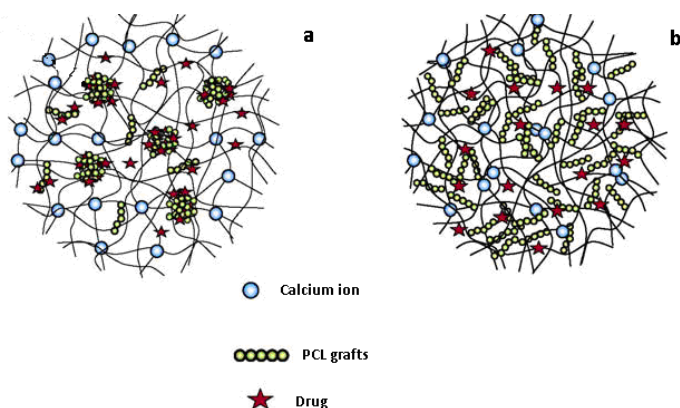


شکل (۲-۱): آلگینات

یک نمونه از این نوع اتصال عرضی، ساخت هیدروژل آمفیفیلیک بوسیله آلگینات گرافت شده با زنجیره‌های پلی ϵ -کاپرولاکتان^۳ با جرم مولکولی متفاوت (۵۳۰ و ۱۲۵۰) است که با یون کلسیم اتصال عرضی پیدا کرده است و برای دارورسانی کاربرد دارد (شکل ۳-۱) [۱۰].

۲-۱-۲-۱ اتصال عرضی از طریق بلوک‌های آمفیفیلیک^۴ و گرافت کوپلیمرها

یکی از راه‌های پیوند فیزیکی، برهمکنش قسمت‌های آبریز از پلیمرهایی است که در آن بلوک‌های آبدوست و آبریز به هم متصل هستند. در محلول‌های آبی زمانی که دما افزایش می‌یابد بلوک‌های



شکل (۳-۱): (a) هیدروژل با PCL ۵۳۰ (b) هیدروژل با PCL ۱۲۵۰

-
- 1- Mannuronic
 - 2- Glucuronic acid
 - 3- Poly(ϵ -caprolactone)
 - 4- Amphiphilic