

هیدروژل‌ها؛ پلیمرهای محبوب و پرکاربرد

مرسده شهابی
کارشناس ارشد شیمی آلی

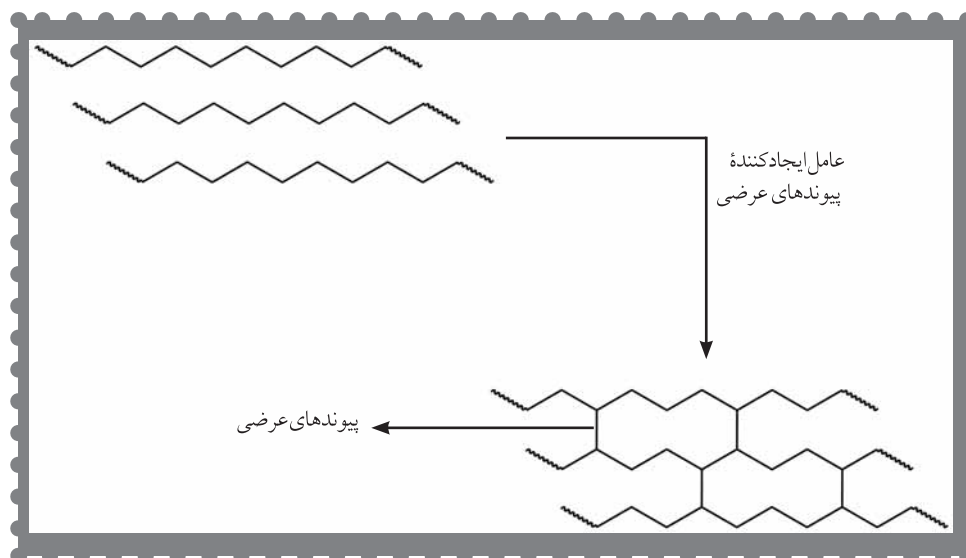
چکیده

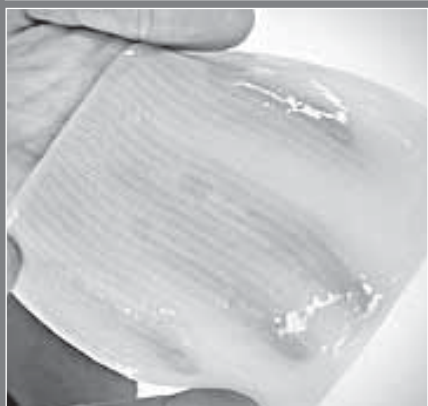
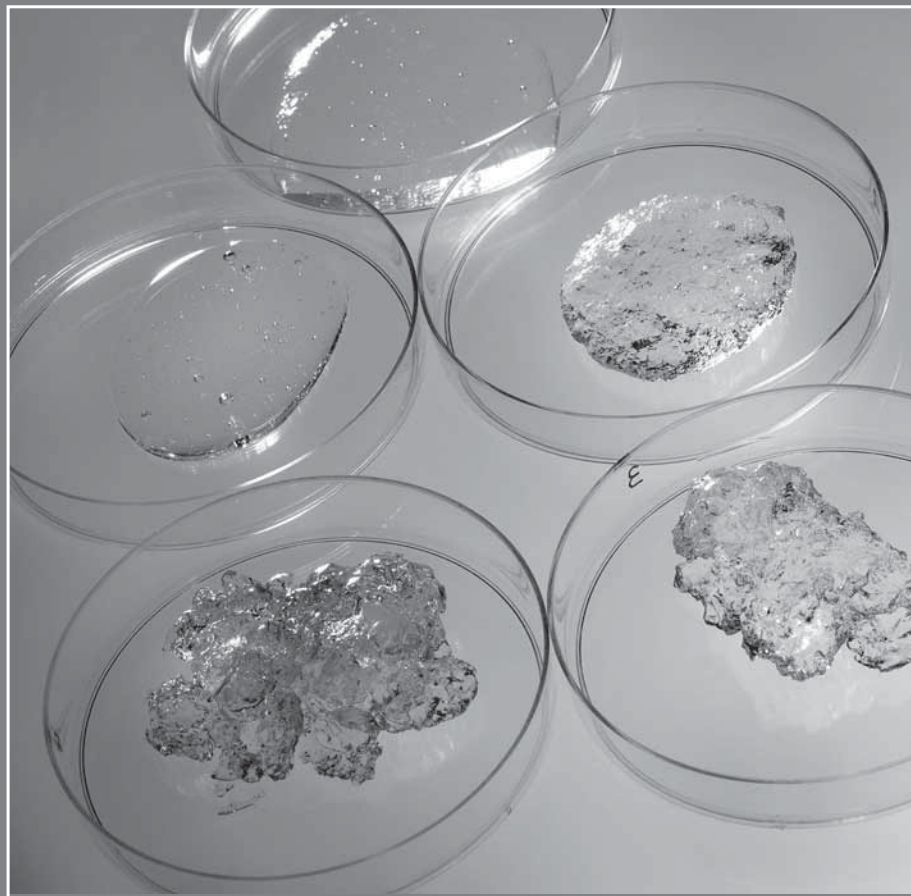
هیدروژل‌ها گروهی از پلیمرهای شبکه‌ای هستند که زنجیره‌های آن‌ها با یکدیگر پیوندهای عرضی دارند. کمپلکس‌های پلیمرشده نیز انواع دیگری از هیدروژل‌ها هستند که پیوند هیدروژنی یا نیروهای بین مولکولی دیگر در تشکیل آن‌ها مؤثر واقع می‌شوند. هنگامی که هیدروژل‌ها در محیط‌های آبی قرار می‌گیرند چند برابر وزن خود، آب جذب می‌کنند و به دلیل داشتن ساختار سه بعدی و ویژه، نامحلول باقی می‌مانند. ویژگی‌های مناسبی هم‌چون پایداری، استحکام، فرایندپذیری، شفافیت و ارزانی کاربردهای گسترده هیدروژل‌ها را در صنایع غذایی، کشاورزی، داروسازی، پزشکی و بهداشتی در پی داشته است.

کلیدواژه‌ها: هیدروژل، پیوند عرضی، سنتتیک، تورم.

مقدمه

هیدروژل‌ها شبکه‌های درشت مولکول با ساختار سه‌بعدی و پیوندهای عرضی هستند که از واکنش هم‌بسپارش میان تک‌پارهای آب دوست تشکیل می‌شوند. این پلیمرها با جذب مقدار چشم‌گیری آب، متورم می‌شوند بی‌آن‌که در آب حل شوند. این توانایی از حضور گروه‌های آب‌دوست موجود در زنجیره‌های پلیمری ناشی می‌شود که گروه‌های $-COOH$ ، $-CONH_2$ ، $-SO_3H$ و $-OH$ از آن‌جمله‌اند. در واقع، انحلال‌ناپذیری هیدروژل‌ها و پایداری شکل آن‌ها از پیوندهای عرضی میان شاخه‌های پلیمری نتیجه می‌شود. [۱ و ۲]





تاریخچه

تولید نخستین هیدروژل‌ها به دهه ۱۹۵۰ بازمی‌گردد که بر پایه متاکریلات هیدروکسی آلکیل و تک‌پارهای گوناگون انجام شد و انقلابی را در توسعه لنزهای تماسی در چشم پزشکی پدید آورد. در ادامه، نیاز به بهبود و توسعه هیدروژل‌ها با درجه تورم بیش‌تر که در دهه ۱۹۷۰ روی داد، کاربرد این پلیمرها را وسعت بخشید. [۳]

از دیدگاه تاریخی، پیشینه هیدروژل‌ها به پلیمرهای طبیعی بازمی‌گردد ولی تا قبل از دهه ۱۹۷۰ توجه و رویکرد مشخصی نسبت به این مواد وجود نداشت. عملکرد مناسب این پلیمرها پس از قرارگرفتن در بدن و تماس آن‌ها با خون و بافت‌های بدن و خواص سطحی مناسبی که از خود نشان داده‌اند در توسعه کاربردهای زیست پزشکی هیدروژل‌ها مؤثر بوده است.

هیدروژل‌ها گروهی از پلیمرهای شبکه‌ای هستند که زنجیره‌های آن‌ها با یکدیگر پیوندهای عرضی دارند

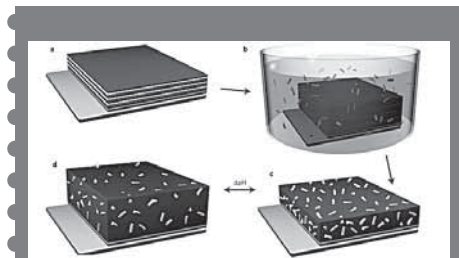
- سمی نبودن
- ایجاد شبکه‌های پلیمری نامحلول در آب
- برخورداری از استحکام زیاد
- قابلیت برگشت پذیری خواص پس از تورم یافتن.

با توجه به وجود تنوع در هیدروژل‌ها، خواص دیگری نیز در هر یک از انواع این پلیمرها می‌توان مشاهده کرد. در ادامه، همراه با معرفی انواع هیدروژل‌ها به این خواص اشاره می‌شود.

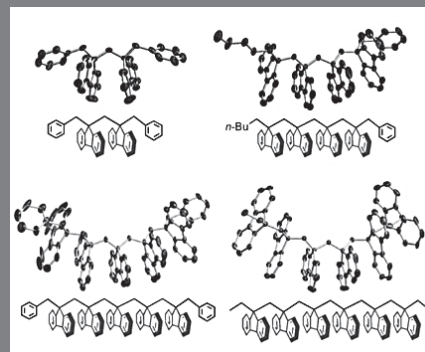
هیدروژل‌های فیزیکی و شیمیایی

هیدروژل‌های فیزیکی که از آن‌ها به هیدروژل‌های برگشت پذیر یاد می‌شود از شبکه‌های پلیمری تشکیل یافته‌اند که در میان آن‌ها جاذبه‌های یونی، پیوندهای هیدروژنی یا نیروهای آب گریز برقرار است. این هیدروژل‌ها همگن نبوده، از درهم رفتن مولکولی یا تجمع یونی، به صورت کلافی آب گریز در محیط تشکیل می‌شوند.

چنانچه پیوندهای عرضی در میان پلیمرهای محلول در آب تشکیل شوند هیدروژل به دست آمده یک هیدروژل شیمیایی خواهد بود، شکل ۲.



نمایش توانایی زیاد هیدروژل‌ها در جذب آب



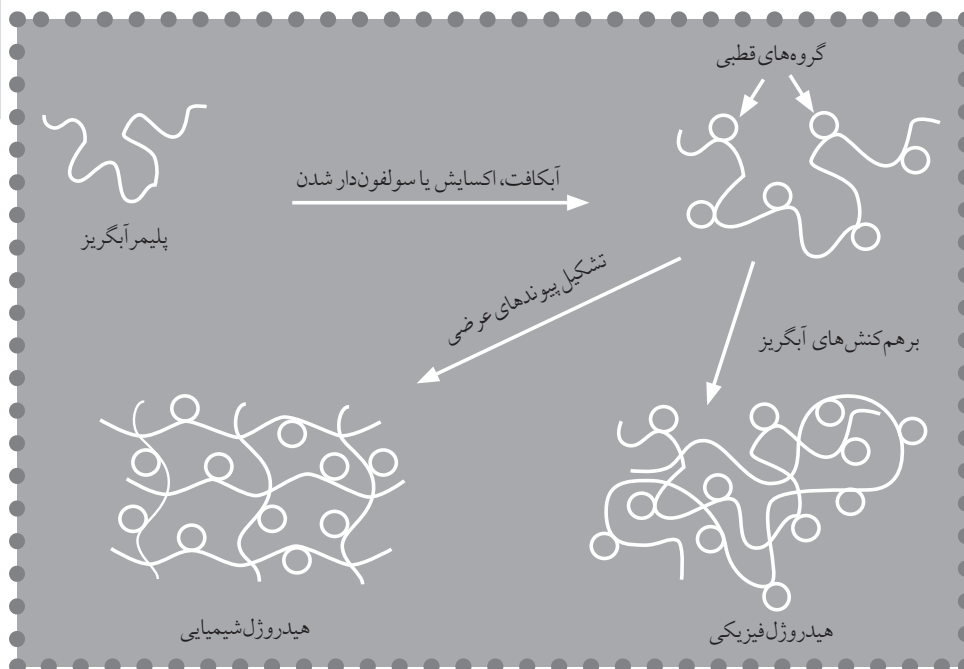
ساختار نمونه‌ای از هیدروژل‌ها

هیدروژل؛ ویژگی‌ها و انواع

هیدروژل‌ها با خواص بی‌مانند خود کاربردهای گسترده‌ای را برای خود رقم زده‌اند که عبارتند از:

- توانایی جذب آب به مقدار زیاد
- سرعت جذب بالا

انحلال ناپذیری هیدروژل‌ها و پایداری شکل آن‌ها از پیوندهای عرضی میان شاخه‌های پلیمری نتیجه می‌شود





توانایی هیدروژل‌ها در جذب سریع آب و ظرفیت بالا در نگهداری آن، سبب می‌شود که مانند یک آب‌انبار عمل کنند

هیدروژل‌های هوشمند

این هیدروژل‌ها به تغییرات جزئی در عوامل محیطی حساسند و با تغییر خواص تورمی، پاسخ سریعی از خود نشان می‌دهند. این ویژگی، آن‌ها را برای کاربردهای گسترده در مهندسی پزشکی، داروسازی و صنایع گوناگون، مناسب کرده است. به این ترتیب طبقه‌بندی هیدروژل‌های هوشمند با عنوان هیدروژل‌های حساس به دما، pH، نشانه‌های الکتریکی و مغناطیسی، نور، فشار، مولکول یا یونی ویژه و... انجام گرفته است. [۴]

هیدروژل‌های فراجاذب

این هیدروژل‌ها به شدت آب دوستند و این ویژگی نیز از وجود پیوندهای عرضی نتیجه می‌شود که می‌توانند با جذب فراوان آب، متورم شوند و در فشارهای زیاد آن را حفظ کنند. فراجاذب‌هایی از زیرگروه‌های بزرگ و مهم هیدروژل‌ها به‌شمار می‌روند.

کاربرد هیدروژل‌ها

● کاربرد بهداشتی

بیش از ۸۰ درصد کاربرد هیدروژل‌ها به تولید کالاهای بهداشتی مربوط می‌شود. برای نمونه، از سال ۱۹۷۳، گارد هیدروژل در تولید پوشک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

● کاربرد در کشاورزی

توانایی هیدروژل‌ها در جذب سریع آب و ظرفیت بالا در نگهداری آن، سبب می‌شود که مانند یک آب‌انبار عمل کنند. از این‌رو در کشاورزی به کنترل فرسایش خاک می‌پردازند و در زمان نیاز ریشه گیاهان آب را به راحتی در اختیار آن قرار می‌دهند و استفاده بهینه از آب را امکان‌پذیر می‌کنند. هم‌چنین سبب جریان بهتر

استفاده از هیدروژل‌های هوشمند با هدف نگهداشتن دارو در گستره درمانی مورد نیاز و با دوز ساده است که در نتیجه آن، دارو در بخش معینی از بدن مصرف شود

هوا در خاک شده، استفاده بهینه از کودها و سم‌های شیمیایی را فراهم می‌کنند و در نتیجه بر بازده فراورده‌های کشاورزی می‌افزایند.

● کاربرد در صنایع ساختمانی

هیدروژل‌ها با توانایی زیادی که در جذب آب دارند در حل مشکلات نشست آب در ساختمان، سودمند به‌نظر می‌رسند. هیدروژل‌ها به صورت لاستیک‌های متورم شونده جهت کاربرد به عنوان درزگیر مناسب بوده‌اند. این لاستیک‌ها از لاستیک طبیعی همراه با ذره‌های فراجاذب آب ساخته می‌شوند و با جذب آب تا ۱/۵ برابر افزایش حجم نشان می‌دهند. به این ترتیب در ساخت تونل، واشر و درزگیر پنجره‌ها به‌کار می‌روند.

کاربرد دیگر هیدروژل‌ها در بهبود بتون‌هاست. انقباض در اثر خشک شدن، دلیل اصلی ترک خوردن بتون است. استفاده از ذره‌های فراجاذب در بتون از این مشکل جلوگیری می‌کند و بر استحکام آن می‌افزاید.

[۵]

● کاربرد در داروسازی و پزشکی

در دو دهه گذشته، استفاده از هیدروژل‌های هوشمند در سامانه‌های رهاسازی دارو مورد توجه بوده است. [۶] از آن‌جا که برای هر دارو، تراز غلظت پلاسمایی تعریف می‌شود که بیش از آن مقدار، سمی خواهد بود و کم‌تر از آن بی‌اثر و در نتیجه، اگر سطح سمی و کم‌اثر دارو به هم نزدیک باشند مشکل جدی ایجاد خواهد شد.

استفاده از هیدروژل‌های هوشمند به منظور نگهداشتن دارو در گستره درمانی مورد نیاز و با دوز ساده است که در نتیجه آن، دارو در بخش معینی از بدن مصرف شود. به این ترتیب مقدار

است:

- هرچه چگالی پیوندهای عرضی در شبکه هیدروژل کم تر باشد ظرفیت جذب آب بیش تر می شود اما سختی و استحکام کاهش می یابد. بنابراین کیفیت نهایی پلیمر بستگی به موازنه این دو عامل دارد.
- افزایش غلظت یونی بر سرعت و مقدار تورم می افزاید.
- افزایش گروه های آب دوست افزایش تورم را در پی دارد.
- با تغییر pH، بسته به نوع گروه های آب دوست، مقدار تورم شبکه دستخوش تغییر می شود.



1. Buchholz, F.L.; Peppas, N. A. "Superabsorbent Polymers Science and Technology", ACS Symposium Series 513, 1994.
2. Kudela, V. Hydrogels in Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd edition, H. F. Mark, N. M. Bikales, C. G. Overberger, G. Menges, and J. I. Kroschwitz, eds. 1986, John Wiley & Sons, Inc.
3. Kopecek, J.; Yang, J. "Hydrogels as Smart Biomaterials" Polymer International, 56 (2007) 1078-1098.
4. Hoffman, A. S. in Polymeric Materials Encyclopedia, J. C. Salamone (Ed.), Vol. 5, CRC, Boca Raton (FL) (1996) 3282-3292.
5. Bakass, M.; Mokhlisse, A.; Lallemand, M. "Absorption and desorption of liquid water by a superabsorbent polyelectrolyte: Role of polymer on the capacity for absorption of a ground" Journal of applied polymer Science, 82(2001) 1541-1548.
6. Park, K. Adv. Drug Deliv. Rev.1 (2002) 54.

کل مصرف دارو و نیاز به مراقبت های بعدی کاهش می یابد و پیشرفت و سرعت در بهبودی بیمار فراهم می شود.

- از هیدروژل های هوشمند پاسخگو به pH، در تهیه سامانه های آزادسازی انسولین برای درمان قندخون استفاده می شود.

- هیدروژل های هوشمند که نسبت به وجود عفونت حساسند، می توانند آنتی بیوتیک هایی هم چون جنتامایسین را در زمان نیاز آزاد کنند تا اثر درمانی خود را در برابر عفونت موجود، اعمال کنند.

- برای حفظ تازگی میوه و سبزی، پوشش های بسته بندی با هیدروژل های فراجاذب مخلوط می شوند.

- برای بسته بندی گوشت و مواد پروتئینی دیگر، وجود گرد هیدروژل های فراجاذب به جذب خونابه کمک می کند و در نتیجه از آلوده شدن مواد غذایی جلوگیری می شود.

- کاربرد هیدروژل در کیسه های جاذب آن سبب جدا شدن آب از سوخت های هیدروکربنی و نفتی می شود. این کیسه ها بارها - تا حدود ۲۰ بار - می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

نتیجه گیری

هیدروژل ها به عنوان پلیمرهای جاذب آب کاربردهای گسترده و متفاوتی یافته اند. از این رو، اثر عوامل گوناگون بر تغییر خواص هیدروژل ها مورد توجه قرار گرفته است و در این جریان، بهینه سازی هیدروژل ها به کمک تغییر در عواملی هم چون دما، pH، قدرت یونی و... امکان پذیر شده است.

یکی از مهم ترین خواص هیدروژل ها، مقدار تورم این پلیمرهاست. پژوهش های فراوان در این زمینه با نتایجی به این شرح همراه بوده