



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

هیدروژل های پلی (وینیل الکل) / پلی (اکریلیک

اسید): بررسی اسپکتروسکوپی FT-IR واکنش

کراس لینک و کار در نقطه گذار

واکنش کراس لینک پلی اکریلیک خالص و ترکیب آن با پلی وینیل

الکل توسط طیف سنج FT-IR مطالعه شد. پی برده شد که ترکیبات،

تشکیل انیدرید برای پلی اکریلیک اسید، یک واکنش کراس لینک

غالب تحت گرمایش است. با این حال، تشکیل استر بین پلی وینیل

الکل و پلی اکریلیک اسید به دلیل ارتعاشات استری $C=O$ و ارتعاشات

$C-O-C$ قابل تشخیص است. درجه آماس و ضریب کشسانی یانگ

ترکیب کراس لینک در آب مقطر بستگی به زمان و دمای تیمار

حرارتی دارد. در وابستگی مقدار اسیدیتة عامل آماس، ترکیب یا متورم

شده و یا این که آب خود را از دست می دهد. انرژی کار در فرایند

آماس یا از دست دهی آب ناشی از تغییر مقدار اسیدیتة ترکیبات می

باشد که در این مطالعه اندازه گیری شد. مقادیر در یک دامنه قابل

قبول فنی بودند.

پلی الکترولیت ها انطباق خود را با درجه از هم گسستگی تغییر می دهند که خود ناشی از برخی کمیت ها ناشی از مقدار اسیدیته، قطبیت حلال، مقاومت یونی و دما است. از این روی تغییر انطباق در پلیمر های کراس لینک متورم منجر به وابستگی درجه تورم بر خواص فیزیکی عامل آماس یا متورم کننده می شود. به این طریق، انرژی شیمیایی به طور برگشت پذیری به انرژی مکانیکی در این ژل ها تبدیل می شود. ایده استفاده از ژل های پلیمری به عنوان فعال گر ماهیچه مانند به کار های کان و همکاران بر روی ژل های پلی الکترولیت بر می گردد(1)-

2). پیشرفت های ناشی از ایده های اولیه در بسیاری از منابع و

مطالعات اخیر به وفور گزارش شده است.(3).

یکی از ساده ترین هیدروژل های حساس به اسیدیته را می توان با

کراس لینک ترکیب پلی وینیل الکل و پلی اکریلیک اسید PAA تهیه

کرد. چندین شیوه برای تهیه یک شبکه وجود دارند. از این روی امکان

تهیه یک شبکه سه بعدی با سیکل های ذوب و انجماد محلول های

آبی PVA وجود دارد(4-5). در طیف سنج NMR کربن 13 اثبات

شده است که نقاط اتصال توسط پیوند های هیدروژنی (6) تشکیل می

شوند(6). استفاده از سیکل های یکسان در محلول آبی PVA و PAA

منجر به تشکیل ژل های متخلخل می شود که در آن درجه تعادل آماس یا تورم بستگی به مقدار اسیدیته عامل آماس دارد. فرض بر این است که شبکه ای با غلظت بالای PVA و PAA در نقاط اتصال فیزیکی تشکیل می شود (7). تیمار هیدروژل با NHCl1 منجر به کراس لینک شیمیایی از طریق استریفیکاسیون می شود. ژل ها مستحکم بوده و در آب جوش نامحلول هستند ولی به دلیل ماهیت بسیار متخلخل خود نرم هستند و برای برخی کاربردها نظیر فعال کننده یا فعال گر نامناسب هستند.

شبکه های حساس به اسید پته PVA و PAA نیز با پلیمریزاسیون کراس

لینک اکریلیک اسید در حضور PVA و سپس کراس لینک PVA

تشکیل می شوند. این شبکه های مفوذی حساس به اسید پته و دما

هستند که این حساسیت بستگی به ساختار مولکولی آن ها دارد(9).

حرارت دهی PVA و PAA و قرار دادن سیستم در آب منجر به تشکیل

یک هیدروژل کراس لینک می شود. فرض می شود که کراس لینک

سیستم ترکیبی مخلوط پذیر از طریق استریفیکاسیون رخ می

دهد.(10). بر اساس گفته زانگ و همکاران، ترکیب پذیری سیستم

PVA/PAA ناشی از پیوند های هیدروژنی قوی بین گروه های

OH-COOH می باشد و این که طی روش تابیدگی پلی استر تشکیل

می شود (11). خواص مکانیکی ب و قابلیت انجام کار های مکانیکی

اهمیت زیادی برای استفاده از ترکیبات PVA/PAA با پیوند حرارتی

دارد. ماهیچه های زیستی و طبیعی، بهترین فعالگرهایی actuator

هستند که تاکنون شناخته شده اند. این سامانه ها با قابلیت

خود تعمیر شوندگی و ذخیره سازی، حرکت نرم و بی صدا تولید کرده و

انرژی شیمیایی را به طور مستقیم به انرژی مکانیکی تبدیل فعالگرهای

سنتی ساخته دست بشر، میکنند. معمول برای تولید نیرو از موتورهای

الکتریکی یا موتورهای احتراق استفاده میکنند. این سامانه ها وزن

زیاد، شکلهای محدود و اتصالهای پیچیده دارند. بنابراین، استفاده از

آنها برای کاربردهای کوچک مانند سامانه های میکروالکترومکانیکی و رباتها مناسب نیست. بهترین راهحل برای تولید فعالگرهای کارآمد، شبیه سازی ماهیچه های انسان است. اگرچه فناوری حاضر، هنوز به کارایی فعالگرهای طبیعی یا ماهیچه های زیستی دست نیافته است، اما هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA نزدیکترین مواد برای شبیه سازی حرکت نرم و مشخصه های فعالگرهای طبیعی هستند. هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA مشخصه های مطلوب تورم، جمعشده گی و خمش را در پاسخ به تغییرات کوچک، تحت فعال گرهای خارجی از قبیل تغییر pH، میدان الکتریکی، دما و نور نشان میدهند. این خواص بینظیر امکان تولید سامانه فعالگر نرم را از هیدروژلهای پلیمر PVA-

PAAی فراهم میکند و برای تولید ریزسامانهای مناسب است که محدودیتهایی در ابعاد، وزن و مصرف انرژی دارد. کاربردهای این مواد شبیه ساز هیدروژلهای پاسخگو به فعال گر و ایاف هیدروژلی پلیآکریلونیتریل شامل فعالگر با حرکت نرم، ماهیچه مصنوعی و سامانه رهایش کنترلشده دارو هستند. هیدروژلهای پلی الکترولیت به ویژه هیدروژلهای از نوع پلی آکریلونیتریل PAN به دلیل تغییرات زیاد حجم در پاسخ به فعال گر محیطی، شناخته شده هستند. بهطور کلی سرعت جمعشدگی ماهیچه های هیدروژلی خیلی کمتر از ماهیچه های موجودات زنده است. علت این موضوع به انتقال جرم آب و یونها به بیرون و درون پلیمر PVA-PAA نسبت داده میشود. کاهش اندازه

هیدروژل، مقاومت در برابر انتقال جرم را کاهش داده و سرعت جمعشدن را افزایش میدهد. وقتی هیدروژل پلی آکریلونیتریل به شکل لیفی باشد، نیرو و جابهجایی بزرگی در اثر تغییر حجم هیدروژل حاصل میشود. الیاف پلی آکریلونیتریل به مقدار زیاد برای مصارف تجاری تولید میشوند. از این رو، تهیه مواد اولیه ساده بوده و فرایند تحریک نیز آسان است. در این مقاله، مشخصه های بینظیر الیاف هیدروژلی پلیآکریلونیتریل و مقایسه آن با سایر هیدروژلها مرورشده است. هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA ی هیدروژل پلیمر PVA- است. ساختاری سه بعدی شامل زنجیرهای خطی پلیمر PVA- PAA با زنجیرها به طور فیزیکی یا شیمیایی پیوندهای کووالانسی

است. معمولاً اتصال جانبی یافته اند تا ساختاری شبکه‌ای سه بعدی

تشکیل دهند. گروه‌های قطبی که روی زنجیرهای خطی پلیمر PVA-

PAA وجود دارند، موجب آبدوستی هیدروژل شده و اتصالات

عرضی موجب انحلالناپذیری آن میشوند. هیدروژل پلیمر PVA-

PAA مشابه با پروتئینهای ماهیچه موجودات زنده، ماده‌ای

متورمشونده با حلال است که مشخصات آن از پلیمر PVA-PAA

تقریباً جامد، تا محلولی با مقدار پلیمر PVA-PAA بسیار کم که هنوز

شکل خود را حفظ میکند، متغیر است. مایع از فشردن ساختار

پلیمر PVA-PAA به شکل جرم جامد جلوگیری میکند، درحالی‌که

شبکه پلیمر PVA-PAA، مانع از جاریشدن آن به شکل سیال میشود.

اگر ساختار هیدروژل حاوی آب باشد، هیدروژل نامیده میشود. بسته به ساختار اتصالات جانبی، هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA ی کرنشهای بسیار بزرگی را با فعال گرههای مختلف مانند تغییر حلال، تغییر pH و تغییر دما ایجاد میکنند [1-3]. این شباهت بین ماهیچه طبیعی و سامانه هیدروژل پلیمر PVA-PAA، قابلیت کاربرد هیدروژلها را به عنوان ماهیچه های مصنوعی آشکار میکند [3]. با تشکیل نیروهای ثانویه (مانند پیوند هیدروژنی، اثرهای آبگریزی و برهمکنشهای الکتروستاتیک)، فعل و انفعالاتی چون واکنش اسید و باز و تغییر فشار اسمزی این سامانههای پلیمر PVA-PAA ی ابعاد زنجیرها، ساختار ثانویه، درجه اتصال جانبی یا انحلالپذیری خود را تغییر میدهند.

وجود گروه‌های عاملی پاسخگو به تغییر شرایط در بدنه زنجیر پلیمر PVA-PAA، موجب تغییرات نسبتاً کوچک در ساختار شیمیایی و تغییرات بزرگ در خواص ماکروسکوپی ماده میشود[4]. وقتی شرایط خارجی مثل دما یا ترکیب حلال تغییر میکند، هیدروژل‌های پلیمر PVA-PAA به طور برگشت پذیر، متورم شده یا جمع میشوند. یون شدن شبکه هیدروژل نقش مهمی را در تغییر حجم ایفا میکند. تانکا و همکاران نشان دادند، هیدروژل آکریل آمید یون‌نشده غوطه ور در مخلوط استون-آب، با تغییر غلظت استون یا دما، تغییر مداوم در حجم تعادلی نشان میدهد. اگر بخش کوچکی از گروه‌های آکریل آمید در شبکه به گروه‌های آکرلیک اسید یون‌نشده آبکافت

شود، با تغییر غلظت استون، جمعشدگی حجمی ناپیوسته و برگشتپذیر
به بزرگی 350 برابر اتفاق میافتد. به کمک نظریه فلوری - هاگینز
نشان داده شد که این جمعشدگی حجمی چشمگیر، با فشار اسمزی
یونهای هیدروژن جدا شده از گروه های یونشونده توضیح داده
میشود. وجود گروههای آبدوست یونشونده روی زنجیرها، دلیل
ماهیت یونی شبکه است. در این حالت، دافعه بارهای همنام متمرکز
روی زنجیرهای شبکه، در کنار تمایل ذاتی به جذب آب، با ایجاد
نیروهای الکتروستاتیک، بخشهای همسایه زنجیر را از یکدیگر رانده
و آنها را به انبساط تحریک میکند. افزون بر این، برخی عوامل روی
واحدهای تکرارشونده اسکلت اصلی زنجیرها و حتی پلهای

اتصال عرضی می‌تواند برهمکنش با دامنه بزرگ (مانند پیوند هیدروژنی) را با مولکولهای نفوذکننده به داخل شبکه برقرار کند(6)

اگرچه جذب همزمان فیزیکی و شیمیایی سبب نفوذ عامل تورمزا و تغییر حجم میشود، وجود اتصال فیزیکی و شیمیایی متعدد بین زنجیرها به شبکه امکان تورم میدهد و از انحلال آن در محیط آبی جلوگیری میکند. بین ویژگیهای ساختاری شبکه های پلیمر PVA- PAA، مهمترین و مؤثرترین عامل تعیینکننده رفتار تورمی و مکانیکی، چگالی اتصالهای عرضی یا به عبارتی طول متوسط زنجیر بین اتصالهای عرضی است که نقش مهمی در تعیین ظرفیت جذب، تورم تعادلی، مقدار تورم، مدول و استحکام هیدروژل ایفا میکند [7،8].

هیدروژل‌های پلیمر PVA-PAA ی در پاسخ به تغییرات کوچک فعال

گر خارجی مانند تغییر pH، میدان الکتریکی، دما و نور، مشخصه‌های

مطلوب تورم، جمع‌شدگی و خمش را در محلول‌های آبی نشان

میدهند [9-15]. هیدروژل‌های پلیمر PVA-PAA ی پاسخگو به فعال

گر به‌طور گسترده به عنوان ماهیچه مصنوعی، سامانه دارورسانی

هوشمند، حسگر و جداساز زیستی شکل 1- تنوع در خواص فیزیکی

هیدروژل‌های پلیمر PVA-PAA ی مطالعه شده‌اند. در این سامانه‌ها،

با فراهم‌کردن حالت با تورم اندک حالت با تورم زیاد مقدار حلال زیاد

مقدار پلیمر PVA-PAA کم مقدار حلال کم مقدار پلیمر PVA-PAA

زیاد رفتار حلال به شدت به‌وسیله شبکه پلیمر PVA-PAA دچار

اختلال شده است. رفتار حلال به وسیله شبکه پلیمر PVA-PAA دچار اختلال نشده است. حمیده میربها و همکاران هیدروژل‌های پاسخگو به فعال گر و الیاف هیدروژلی پلی‌اکریلونیتریل ورودی ضربانی از فعال گر خارجی، مانند میدان الکتریکی، دما و تغییرات pH، خروجی ضربانی یعنی تغییرات برگشت پذیر در حرکت هیدروژل، خواص سطح، تراوایی جسم حلشده و سرعت آزادسازی حاصل میشود. این سامانه‌ها در پاسخ به تغییرات خارجی، عکسالعمل نشان داده و رفتاری مشابه با عملکردهای خودتنظیم در سامانه‌های زنده نشان میدهند. پلیمر PVA-PAA‌های حساس به pH، حاوی گروه‌های یونشونده هستند که میتوانند در پاسخ به تغییرات محیطی pH، پروتون بگیرند

یا از دست بدهند. با تغییر pH، درجه یونش گروهها در pH خاصی

تغییر چشمگیری میکند و باعث تغییر حجم زنجیرهای پلیمر PVA-

PAA ی و تغییر حالت آبگریزی و آبدوستی میشود [17، 16، 4]. فعال

گرها برای تحریک هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA ی با توجه به

خواص فیزیکی مختلف هیدروژلهای و تنوع روشهای تحریک آنها،

فعال گرهای متنوعی برای تحریک هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA ی

وجود دارند که میتوانند به دو گروه دستهبندی شوند -1: فعال گرهای

فیزیکی مانند پرتودهی نور، تغییر دما، تغییر شکل فیزیکی، میدان

مغناطیسی، میدان الکتریکی و پرتودهی امواج ریزموج -2: فعال

گرهای شیمیایی مانند تغییر pH، اکسایش و کاهش، تغییر حلال و

تغییر قدرت یونی[1]. ماهیچه مصنوعی مهمترین ویژگی

هیدروژل‌های پلیمر PVA-PAA، قابلیت آنها برای تقلید از

ماهیچه های زیستی است. این هیدروژلها خاصیت ارتجاعی، سختی و

مقادیر کرنش زیاد دارند. شباهت بین مشخصه‌های این هیدروژلها با

ماهیچه های زیستی باعث میشود به آنها عنوان ماهیچه مصنوعی نیز

داده شود که قابلیت توسعه را برای روباتهای شبیه‌ساز زیستی

دارند[18]. دو گروه از پلیمر PVA-PAA های رایج برای تولید

ماهیچه های مصنوعی، پلیمر PVA-PAA های رسانا و هیدروژل‌های

پلی الکترولیت هستند. ماهیچه های ساخته شده از پلیمر PVA-

PAA های رسانا که به روش الکتریکی فعال شده‌اند، زمان

پاسخگویی سریع) چند ثانیه (و خواص خمش و تاشدگی عالی دارند .

این پلیمر PVA-PAA ها نیرو در واحد جرم بزرگی تولید میکنند، ولی تغییر مکان محوری آنها محدود است. هیدروژلهای پلی الکترولیت به علت تغییرات حجم بزرگ، شناخته شده هستند، در میدان الکتریکی متورم و جمع میشوند و تغییرات حجم بزرگی را در طول چند ثانیه ایجاد میکنند. این تغییرات حجم بزرگ میتواند به کار مکانیکی تبدیل شود(19) تحریکپذیری هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA ی پس از ارائه نظریه تورم توسط Tanaka و همکاران، تعداد پلیمر PVA-PAA ها و روشهای تحریک آنها گسترش یافته است. بهویژه سازوکارهای تغییر حجم در هیدروژلها با تغییر ترکیب یا دمای حلال، پژوهشگران بسیاری

را به مشاهده پدیده انتقال فاز در سامانه‌های هیدروژلی عالقه‌مند کرده است (9-14)، در حالت تعادل، تورم شبکه‌های پلی‌الکترولیت با تعادل سه نیرو معین می‌شود: 1- انرژی آزاد اختالط زنجیرهای شبکه با حلال) تمایل ترکیب پلیمر PVA-PAA- پلیمر 2PVA-PAA- فشار یون هیدروژن که در اثر حرکت یون هیدروژن درون شبکه هیدروژل ایجاد می‌شود 3- کشسانی شبکه که از مقاومت شبکه در برابر کشش و جمع‌شدگی ناشی می‌شود. کشسانی باعث جمع‌شدن شبکه شده، درحالی‌که فشار اسمزی و انرژی آزاد اختالط زنجیرهای شبکه و حلال باعث انبساط شبکه می‌شوند. بنابراین، درجه تورم با افزایش کشسانی هیدروژل کاهش می‌یابد (10). این سه نیرو در فشار اسمزی کل که

مشخصکننده حالت تعادل هیدروژل است، شرکت دارند .

Katchalsky و همکاران در سال 1950، با فرض اینکه میتوان

جمعشده گی و انبساط در مقیاس بسیار کوچک (کمتر از میکرون) را

به سامانه های ماکروسکوپی منتقل کرد، اولین هیدروژل پلیمر -PVA

PAA ی پاسخگو به pH را تولید کردهاند. این هیدروژلها با تغییر pH

متورم و جمع میشوند و انرژی شیمیایی را بهطور مستقیم و بازگشتپذیر

به کار مکانیکی تبدیل میکنند. مطالعه آنها روی هیدروژلهای

پلیآکریلیک اسید اتصال جانبی یافته و پلیمتاکریلیک اسید اتصال

جانبی یافته بود. این سامانههای هیدروژلی با افزودن قلیا به محلولی که

الیاف در آن شناور است، تا حد زیادی متورم شده و در اثر افزایش

اسید، به سرعت جمع میشوند. بنابراین، نیروهای انبساطی یعنی دافعه الکتروستاتیکی بارهای روی زنجیر و فشار اسمزی کاتیونها، قابلیت غلبه را بر نیروهای انقباضی کشسان زنجیر دارند و باعث کشیدگی زنجیرها میشوند. رشته ها به اندازه کافی قوی هستند که بتوانند بار قابل توجهی را حمل کرده و انرژی شیمیایی را بهطور مستقیم به کار مکانیکی تبدیل کنند[9]. طبق نظریه تورم Tanaka، شبکه هیدروژل پلیمر PVA-PAA یونشده، با تغییر ترکیب حلال یا دما در شرایط مشخص، متحمل تغییر حجم ناپیوسته میشود. یونشده شدن شبکه هیدروژل، نقش ضروری در تغییر حجم ایفا میکند و درجه تغییر حجم بسته به درجه یونش، ممکن است به بزرگی 500 برابر باشد. تغییر حجم در

حقیقت به عنوان‌گذار فاز سامانه‌های شامل شبکه پلیمر PVA-PAA

باردار، یونهای متحرک و سیال است. همچنین وقتی pH هیدروژل

متغیر است، تغییرات حجم مشاهده میشود. هیدروژل یونشده، به جای

تغییر حجم ناپیوسته، تغییر حجم پیوسته با تغییر غلظت حلال نشان

میدهد Tanaka. و همکاران به کمک نظریه فلوری - هاگینز

نشان داده‌اند، افت قابل‌ملاحظه حجم، از فشار اسمزی یونهای

هیدروژن گروه‌های یونشونده ناشی میشود[5]. همچنین Tanaka و

همکاران در سال 1982 دریافتند، گذار فاز حجمی را میتوان از راه

اعمال میدان الکتریکی به هیدروژل ایجاد کرد. تغییری بسیار کوچک

در پتانسیل الکتریکی در میان هیدروژل پلی الکترولیت، باعث ایجاد

تغییر حجم ناپیوسته برگشتپذیر میشود. بسته به درجه یونش هیدروژل و ترکیب حلال، تغییر حجم میتواند ناپیوسته یا پیوسته باشد. این پدیده برگشتپذیر است و حذف میدان الکتریکی، باعث بازگشت هیدروژل به شکل اصلی و متورم هیدروژلهای پاسخگو به فعال گر و ایاف هیدروژلی پلیآکریلونیتریل اسمزی π مرتبط با غلظت یونها میشود. در اثر اعمال میدان الکتریکی، یونها متحرک به سمت الکتروود مخالف حرکت کرده و در نتیجه π تغییر میکند. بنابراین نیروی فعال گره خمش، اختلاف فشار اسمزی بین هیدروژل و محلول در سمت آند و کاتد π خواهد بود (22). شکل 4 طرحی از سازوکار خمش هیدروژل را در میدان الکتریکی نشان میدهد. نتایج بهدست آمده از مطالعات

آنها بیانگر موارد زیر است 1- تغییر شکل ایجاد شده در اثر میدان الکتریکی شامل تورم، جمعشدگی و خمش است 2- یونها نقش مهمی در تغییر شکل هیدروژل ایفا میکنند. وقتی غلظت یونها کم است، هیدروژل جمع شده و با زیاد شدن غلظت یون، متورم میشود. هیدروژل غیر یونی تحت تأثیر میدان الکتریکی قرار نمیگیرد 3- هیدروژل نازک و بلند در میدان الکتریکی خم میشود 4- سرعت خم شدن بستگی به شدت میدان و غلظت یونهای متحرک در محلول دارد 5- اگر میدان الکتریکی حذف شود یا قطبیت آن تغییر کند، هیدروژل خم شده به شکل اصلی بر میگردد 6- تغییر شکل ناشی از دو عامل مهم است: الف- اختلاف فشار اسمزی ایجاد شده در اثر

اختلاف غلظت یون درون و بیرون هیدروژل .ب- تغییرات پیکربندی

شبکه پلیمر PVA-PAA با کاهش غلظت یون] و همکاران در سال

1992، روی سامانه شیمیایی- مکانیکی بر پایه هیدروژل پلیمر PVA-

PAA ی پلی 2- آکریل آمیدو-2- متیل پروپان سولفونیک اسید متورم

در آب مطالعه کرده‌اند. شبکه هیدروژل آنیونی است، بنابراین

مولکولهای سطح فعال با بار مثبت، میتوانند به سطح آن متصل شده

و به دلیل کاهش اختلاف فشار اسمزی بین محلول و درون هیدروژل،

باعث جمعشدگی موضعی شوند. با تغییر قطبیت در فواصل 2 ثانیه، نوار

هیدروژلی با حرکتهای خمشی و کششی تکرارشونده، حرکت رو به

جلو نشان میدهد. سرعت حرکت نوار هیدروژلی تابعی از جریان

اعمالشده، غلظت نمکهای سطح فعال و اندازه مولکولی زنجیرهای آلکیل از مولکولهای سطح فعال است. قانون حرکت هیدروژل از کمپلکس شدن بازگشتپذیر مولکولهای سطح فعال روی هیدروژل پلیمر PVA-PAA در میدان الکتریکی نشأت میگیرد. برهمکنشهای آبگریز بین زنجیرهای بلند آلکیل مجاور، کمپلکس را پایدار میکند و باعث جمعشدگی مؤثر هیدروژل میشود. با اعمال میدان میشود. طبق مطالعات آنها، نیروهای الکتریکی روی مناطق باردار شبکه، باعث ایجاد گرادیان تنش در طول خطوط میدان الکتریکی در هیدروژل و تغییر شکل هیدروژل میشود. طرحی از تغییر شکل و انقباض هیدروژلها با افزایش ولتاژ در شکل 2 نشان داده شده است [24]. تغییر شکل

هیدروژل پلی الکترولیت آکرلیک اسید - آکریل آمید تحت تأثیر

میدان الکتریکی، را Shiga و همکاران در سال 1990 بررسی -

COO، متورم، کرده‌اند. هیدروژل در میدان الکتریکی، بسته به غلظت

یون جمع یا خم میشود. هیدروژل غیریونی، تحت تأثیر میدان

الکتریکی قرار نمیگیرد. اگر هیدروژل نازک و بلند باشد، تحت تأثیر

میدان الکتریکی به شکل کمان خم میشود و هر دو انتهای آن به

سمت کاتد حرکت میکند (شکل 3). مقدار خمش با گذشت

زمان افزایش میابد. هنگام خم شدن وزن هیدروژل افزایش میابد. این

موضوع نشان میدهد که خم شدن، رفتاری تورمی است [22]. رفتار

تورمی هیدروژل پلیآکرلیک اسید - آکریل آمید در میدان الکتریکی

با نظریه فلوری توضیح داده شده است. در این هیدروژل تغییر شکل

وابسته به میدان الکتریکی است و باعث حرکت یونها در هیدروژل

پلیمر PVA-PAA ی و ایجاد فشار شکل 2- چگونگی تغییر حجم

هیدروژل سه سانتیمتری پلیآکریل آمید در اثر افزایش میدان

الکتریکی [24]. شکل 3- تصویر هیدروژل خم شده در میدان

الکتریکی [22]. شکل 4- طرحی از سازوکار خم شدن هیدروژل در

میدان الکتریکی [22]. [هیدروژل اعمال میدان عدم اعمال میدان تورم

جابجایی یونهای آزاد حمیده میربها و همکاران هیدروژلهای پاسخگو

به فعال گر و الیاف هیدروژلی پلیآکریلونیتریل 85 مجله علمی -

ترویجی علوم و فناوری نساجی، سال دوم، شماره 2، تابستان 1391

الکتریکی، مولکولهای سطح فعال با بار مثبت به سمت کاتد حرکت میکنند و با هیدروژل دارای بار منفی، در سمتی از هیدروژل که رو به آند است، کمپلکس تشکیل میدهند و باعث جمعشدگی ناهمگن هیدروژل و خمشدن آن به سمت آند میشوند (شکل 5). وقتی قطبیت میدان الکتریکی تغییر میکند، مولکولهای سطح فعال جذبشده روی هیدروژل آزاد میشوند و در میدان الکتریکی به سمت آند حرکت میکنند. در عین حال، مولکولهای سطح فعال جدید، در طرف مقابل هیدروژل کمپلکس تشکیل میدهند و هیدروژل را صاف میکنند. به دلیل اتصالت جانبی درون هیدروژل، تغییرات پیکربندی مولکولی انباشته شده و به تغییر شکل ماکروسکوپی منجر میشود [12].

Yoshida و همکاران در سال 1996، با استفاده از هیدروژل‌های

پلی-N (ایزوپروپیل آکریل آمید-کو-آکرلیک اسید -کو- بوتیل

متاکریلات) به سامانه هیدروژلی جدیدی دست یافت‌اند که در اثر

فعال گر خارجی ثابت، حلقه‌های تورم- انقباض دورهای و خروجی

ضربانی تولید میکند. تبدیل واکنش‌های شیمیایی نوسانکننده به تغییر

حجم مکانیکی، موجب تولید حرکت مکانیکی ضربانی میشود. آنها از

راکتوری با سرعت جریان ثابت، برای انجام واکنش‌های شیمیایی استفاده

کردند که pH محلول درون راکتور به دلیل تولید و مصرف یون

هیدروژن در سرعت‌های قابل مقایسه، با دامنه و تناوب ثابت نوسان

میکرد. هیدروژل‌ها نیز تغییرات انبساط و انقباض منظم، همگام با نوسان

pH نشان دادند. کلاوال و همکاران در سال 2000، با استفاده از

هیدروژل پلیمر PVA-PAA ی پلیوینیل الکل - پلیآکریلیک اسید،

فعالگری با قابلیت تبدیل انرژی شیمیایی به حرکت مکانیکی تولید

کرده اند. طبق مطالعات آنها، عوامل اثرگذار بر پاسخگویی هیدروژل

شامل ضخامت ماهیچه، دما و غلظت حلال هستند. کاهش ضخامت

ماهیچه باعث افزایش سرعت پاسخگویی و از طرفی کاهش نیروی

انقباضی میشود، درحالیکه نیرو در واحد مساحت هیدروژل ثابت

میمانند. افزایش دمای حلال سبب افزایش چشمگیر سرعت انقباض

میشود، ولی نیروی انقباضی بدون تغییر باقی میماند. افزایش غلظت

حلال، سبب افزایش حداکثر سرعت انقباضی و تنش حاصل

میشود] 3. [بیشتر روشهای تحریک هیدروژلهای پلیمر PVA-PAA ی

هوشمند، تحت تأثیر نفوذ فعال گر به درون و بیرون هیدروژل است،

به همین دلیل این فرایندها آهسته هستند. برای مثال هیدروژلهای پلیمر

PVA-PAA ی پاسخگو به تغییرات pH و غلظت الکترولیت، نیازمند

جابهجایی یونها به درون و بیرون زنجیرها هستند. به طور مشابه

پاسخگویی پلیمر PVA-PAA های حساس به دما، وابسته به پدیده

انتقال گرماست (4) محدودیتهای کاربرد هیدروژلهای پلیمر PVA-

PAA ی به عنوان ماهیچه مصنوعی نیروی انقباضی شبکه، برهمکنشهای

الکتروستاتیکی و برهمکنشهای بین زنجیرهای پلیمر PVA-PAA و

حلال، نقش مهمی در رفتار تورمی ایفا میکنند. اگر هیدروژل بخواهد

به عنوان سامانه مکانیکی - شیمیایی مانند ماهیچه مصنوعی بهکار رود، باید به چند مسئله توجه کرد 1- مقدار تورم هیدروژل، 2- زمان پاسخگویی رفتار انبساط و انقباض و 3- نیروی انقباضی. ساختارهای هیدروژل حساس به pH، سرعت پاسخگویی آهسته و مقدار تورم و جمعشدگی اندکی دارند. از آنجا که سرعت پاسخگویی به شدت به سازوکارهای انتشار، مانند انتشار شبکههای هیدروژل به محلول محیطی و انتشار ذرات یونی به شبکههای هیدروژل وابسته است، سرعت انقباض با کاهش اندازه هیدروژل سریعتر میشود. مطالعات اولیه روی هیدروژلها بیشتر روی نمونههای سهبعدی حجیم متمرکز بودند. سرعت پاسخگویی هیدروژلهای حجیم به فعال گر خارجی، به

اندازه کافی سریع نیست. سرعت پاسخگویی آهسته، کاربرد هیدروژلها را در برخی زمینها مانند ماهیچه های مصنوعی محدود میکند. برای فائقشدن بر این مشکل تالشهای متعددی انجام شده است. بهطور مثال، از میله های هیدروژلی متخلخل استفاده شده است، اما ساختار متخلخل استحکام بسیار کمی دارد Suzuki. با ایجاد ریزتخلخل در هیدروژل PVA-PAA، سرعت پاسخگویی را افزایش داد. اومتو ۲۵ و همکاران از الیاف پلی آکریلونیتریل استفاده کردهاند تا الیاف هیدروژلی حساس به pH را با عملیات پایدارسازی گرمایی و صابونیشدن تولید کنند (10). شن و همکاران از الیاف توخالی متخلخل برای افزایش سرعت پاسخگویی استفاده

کرده‌اند و با هدایت جریان فعال گر درون حفره الیاف، به جمعش‌دگی و ازدیاد طول با تغییر محیط فعال گر دست یافته‌اند. تورم حاصل در این الیاف، به دلیل دسترسی راحت‌تر قلیا به درون لیف، به مراتب بیشتر از الیاف پلی‌اکریلونیتریل است (کلادول) و همکاران برای افزایش سرعت پاسخگویی، الیاف ماهیچه با ضخامت کمتر تولید کرده‌اند و برای جلوگیری از کاهش نیروی انقباضی، تعدادی از این الیاف ظریف را به‌طور موازی به هم متصل کرده و ماهیچه‌های ضخیم متشکل از الیاف ظریف‌تر تولید کرده‌اند (3) از نظر مکانیکی ضعیف‌اند و قابلیت هیدروژل‌های پلی‌الکترولیت معمول تحمل بار زیادی ندارند. روشی که برای افزایش استحکام پیشنهاد شد، استفاده از الیاف با زنجیرهای

پلیمر PVA-PAA آرایش یافته بود. این الیاف پاسخ بسیار سریعی نشان می‌دهند، ولی در حالت متورم بسیار شکننده هستند. برای دستیابی به نیروی انقباضی قوی، هیدروژل باید از شبکه‌هایی با تعداد زیادی از اتصالات جانبی تشکیل شود و ساختار شیمیایی سختی داشته باشد (10-17).. ماهیچه‌های ساخته شده از الیاف هیدروژلی پلی‌اکریلونیتریل که به روش شیمیایی فعال شده‌اند، به دلیل اتصالات جانبی بسیار، از شکل 5- طرحی از سازوکار خم شدن هیدروژل با تجمع ناهمگن مولکول‌های سطح فعال در میدان الکتریکی [12]. تجمع پراکندگی هیدروژل سطح فعال هیدروژل‌های پاسخگو به فعال‌گر و الیاف هیدروژلی پلی‌اکریلونیتریل حمیده از نظر مکانیکی قویتر هستند

و تغییرات محوری بزرگتری نسبت به سایر هیدروژل‌های پلی الکترولیت دارند، بنابراین قابلیت بیشتری برای کاربرد به عنوان فعالگرهای خطی و ماهیچه های مصنوعی دارند. الیاف هیدروژلی پلیآکریلونیتریل در مقایسه با هیدروژل‌های پلیآکرلیک اسید که برای تغییر عدد، روزها یا هفتهها زمان نیاز دارند، طی چند ثانیه تغییرات ابعادی ب بزرگی نشان میدهند. همچنین، این الیاف به آسانی از منابع تجاری قابل تأمین هستند(17،19). بنابراین الیاف هیدروژلی پلیآکریلونیتریل قابلیت مطلوبتری برای کاربرد به عنوان فعالگرهای خطی و ماهیچه های مصنوعی دارند. از این رو، در این مطالعه ساختار و خواص الیاف پلیآکریلونیتریل و مراحل فعالسازی (پایدارسازی



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی

گرمایی و آبکافت قلیایی) و نیز رفتار تحریکپذیر الیاف هیدروژلی

پلیآکریلونیتریل بررسی شده است.

(ترجمه به صورت کمی خلاصه انجام شده است)