سنتز و مطالعه خواص فیزیکی سوپر جاذب آب بر پایه مواد معدنی

طلوعی، وحید[۱]؛ عادلی فرد، مهدی[۱]؛ عسگری،قاسم[۲]

[۱] گروه فیزیک، دانشگاه دامغان، دامغان
[۲]دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، دامغان

چکیده

مواد سوپرجاذب هیدروژل‌های آب‌دوستی هستند که توانایی بالایی در جذب و نگهداری حجم زیادی از آب یا حلال‌های آبی رادارند. یکی مهم‌ترین کاربردهای مواد سوپرجاذب پلیمری در کشاورزی هست که برای مرطوب نگه‌داشتن خاک در اراضی خشک و کاهش دوره آبیاری مورداستفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق روشی سریع، جدید و آسان برای تهیه ماده کامپوزیتی بنتونیت-پلی اکریلات آکریل امید با استفاده از تابش امواج ماکروویو معرفی‌شده است و خواص ساختاری، مورفولوژی و آزمایش میزان جذب و واجذب آب این کامپوزیت بررسی شده است. نمونه سنتز شده درصد جذبی برابر با ۱۳۰ گرم بر گرم را نشان داد و از طرفی پلیمر استفاده‌شده در کامپوزیت به دلیل بافت ضعیفش برای محیط‌زیست ایمن می‌باشد.

Synthesis and study on the physical properties of water super absorbent based on the mineral Materials

Toloei, Vahid[1]; Adelifard, Mehdi[1]; Askari, ghasem[2]
[1]*School of Physics, Damghan University, Damghan*
[2]*Faculty of Earth Science, Damghan University, Damghan*

Abstract

Super absorbent materials are hydrophilic hydrogels that can absorb and retain huge amounts of water or aqueous solutions. One the most important application of these materials is in Agricultural, which use for holding soil moisture in arid areas and reduces irrigation period. In this research a fast, new and easy method for the preparation of bentonite-poly acrylate-co-acrylamide composite material using microwave radiation is presented, and structural, morphological and the water absorption and its desorption rate testing this composite is investigated. The synthesized sample showed the absorptivity of 130 g/g, and in other hands, the corresponding copolymer used in the composite due to its poor texture is safe for environment
PACS No.8105

مقدمه

سنتز اولین سوپرجاذب در سال ۱۹۳۸ با استفاده از آکریلیک اسید و دی وینیل بنزین حرارتی در یک محیط آبی صورت گرفته است [۱]. سوپرجاذب‌ها را اغلب با عنوان هیدروژل یاد می‌کنند که ژل‌های آب‌دوستی بوده و از انعطاف‌پذیری بالایی در جذب آب در ساختار خود برخوردارند و ساختارشان شبیه بافت طبیعی بدن است [۲]. بیشترین حجم سوپر جاذب‌های تولیدشده در جهان در پوشاک یک‌بارمصرف استفاده می‌شود [۳]. در صنعت باغبانی این مواد کمک شایانی را در بهبود خواص فیزیکی خاک از منظر افزایش ظرفیت نگهداری آب و یا حفظ مواد مغذی دارند. از طرفی استفاده از این مواد باعث کاهش دوره آبیاری، توقف فرسایش خاک، افزایش هوادهی خاک و فعالیت‌های میکروبی می‌شود [۴،۵]. در ادامه پس از بیان روش ساخت کامپوزیت سوپر جاذب بر پایه رس بنتونیت که ماده‌ای فراوان و ارزان‌قیمت در طبیعت هست، خواص ساختاری، مورفولوژی و مقادیر جذب و واجذب آب موردمطالعه قرارگرفته است.

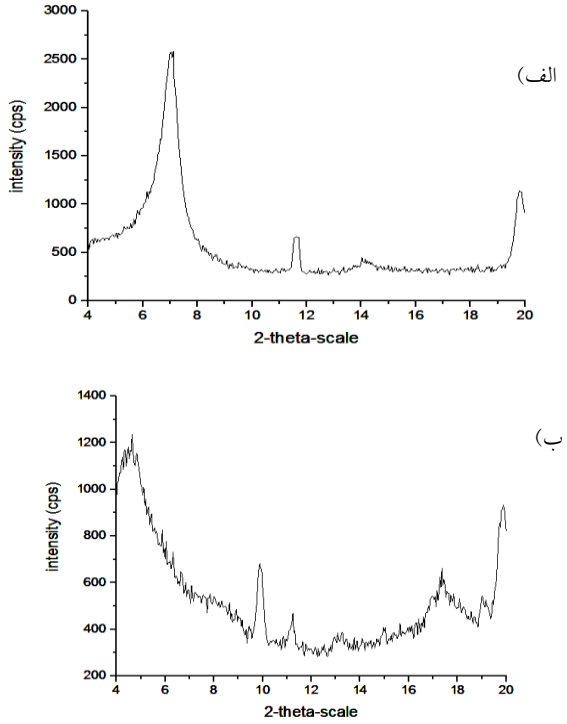
فعالیت‌های آزمایشگاهی

برای سنتز سوپر جاذب بر پایه بنتونیت با بهره‌گیری از کوپلیمریزاسیون پیوند پلی(AA-CO-AM) در حضور MBA و KPS به این صورت عمل شد که ابتدا ۶ گرم از آکریلیک اسید

با استفاده از سود تا ۸۰ درصد خنثی‌سازی شد که این خنثی‌سازی در حمام یخ برای جلوگیری از عدم پلیمریزاسیون انجام می‌شود. بعدازآن ٦ گرم آکریل آمید و ۱۲ میلی‌لیتر آب به محلول اضافه و سپس ٤ گرم بنتونیت و ۰/۰۸ از پتاسیم پر سولفات به محلول اضافه شد.در ادامه ۰/۰٦ گرم از ماده MBA را اضافه کرده و حجم محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول را به مدت نیم ساعت روی همزن قرار داده تا کاملاً یکنواخت گردد. سپس محلول حاصل را داخل لوله‌آزمایش ریخته و به‌منظور فرایند جداسازی داخل سانتریفیوژ قرار داده شد. پس‌ازآن محلول جداسازی شده داخل ماکروویو به مدت۱۰۰ ثانیه در قدرت۹۰۰ وات قرار داده شد. سپس ماده حاصل چندین بار با متانول شستشو داده شد و درنهایت به مدت ٢٤ ساعت داخل آون در دمای ۷۰ درجه قرار گرفت تا کاملاً خشک گردد و سوپر جاذب درنهایت آماده می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

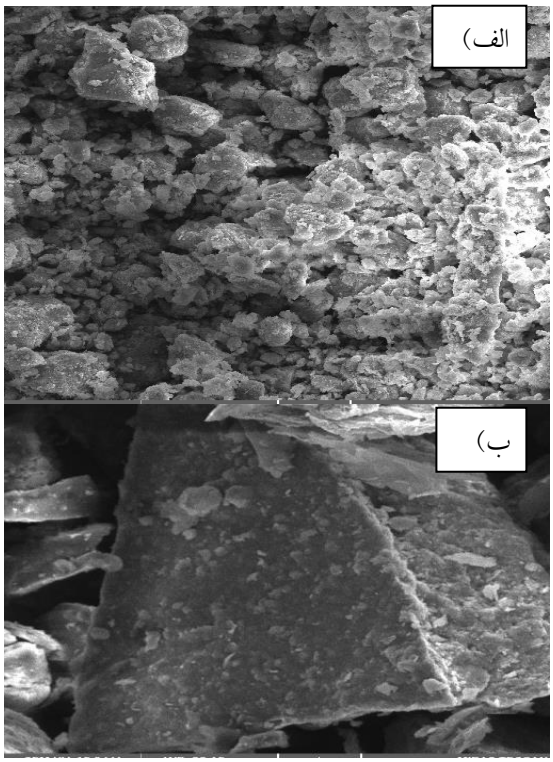
شکل۱ الگوی پراش پرتوی X مربوط به ماده اولیه بنتونیت و سوپر جاذب ساخته‌شده بر پایه آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱: الگوی پراش پرتوی ایکس الف) بنتونیت وب) سوپر جاذب ساخته‌شده از بنتونیت

همان‌گونه که در شکل (الف) ملاحظه می‌شود بنتونیت خالص دارای قله ترجیحی در حدود ۷ درجه بافاصله d برابر با ۱/۱۷ نانومتر می‌باشد.درحالی‌که در سوپرجاذب این قله از بین رفته است که این امر بیانگر تعلیق بالای صفحات رسی در کامپوزیت می‌باشد. همچنین قله‌های دیگری نیز در زوایای۱۱/۵و۲۰ مربوط به فاز مونت موریلونیت دیده می‌شود.در کامپوزیت سوپر جاذب نیز قله‌هایی مربوط به پلیمرهای آکریلیک اسید و آکریل آمیددر زوایای۱۰و۱۷دیده می‌شود که بیانگر این مطلب است که ساختار کامپوزیت پلیمری-رسی به خوبی شکل‌گرفته است.

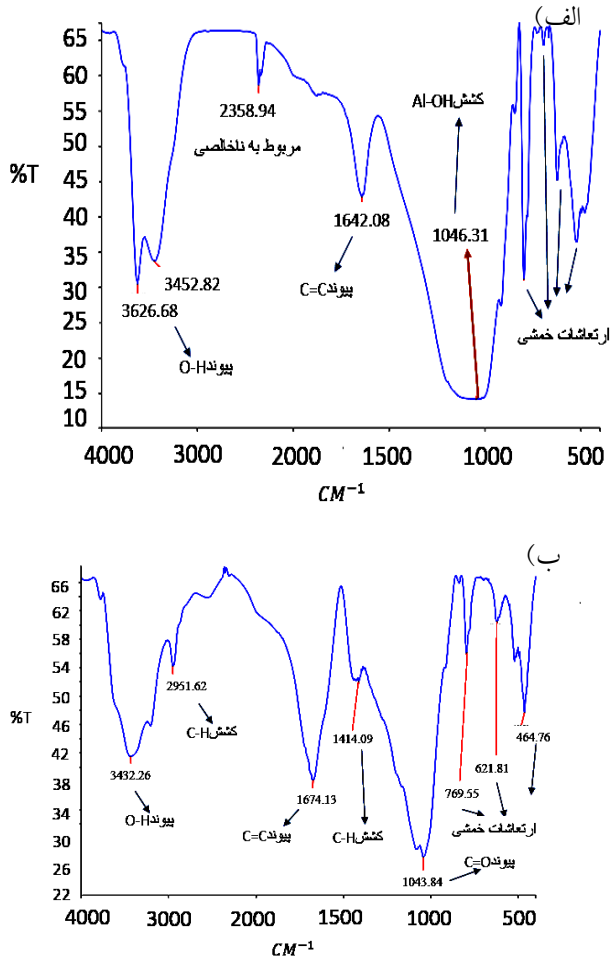
شکل۲ (الف) و (ب) نیز به ترتیب تصاویر مربوط FE-SEM به رس بنتونیت و سوپر جاذب بر پایه آن را نشان می‌دهد.



شکل۲:تصاویر FE-SEM مربوط به الف)رس بنتونیت وب)کامپوزیت سوپرجاذب

همان‌طور که در تصاویر مشاهده می‌شود رس بنتونیت دارای ساختار خوشه‌ای هست که بعد از فرایند پلیمریزاسیون آن برای تشکیل سوپر جاذب ساختارهای چندوجهی، با اشکال مختلفی دیده می‌شود.

شکل۳ طیف FTIR این نمونه‌ها را نشان می‌دهد. در طیف FTIR بنتونیت قله‌های مشاهده شده در ۳۶۲۶/۸۷ و۳۴۵۲/۸۲ مربوط به گروه‌های O-H و قله مشاهده‌شده در۲۳۵۸/۹۴ مربوط به ناخالصی گاز کربن دی‌اکسید هست.قله‌های دیگری نیز در ۱۶۴۲مربوط به پیوند دوگانه C=C و در۱۰۴۶/۳۱ مربوط به کشش Al-OH مشاهده گردید. این در حالی است که در کامپوزیت سوپر جاذب بنتونیتی مطابق شکل(ب) قله مشاهده‌شده در ۳۴۳۲/۲۶ مربوط به کشش O-H به دلیل حضور آمید در ترکیب می‌باشد. قله‌های دیگری نیز مطابق طیف FTIR بنتونیت در کامپوزیت آن نیز دیده می‌شود و علاوه بر آن پیوند C=C بعد از تشکیل کامپوزیت تقویت گردیده و حضور پیوند دوگانه C=O نیز در این ترکیب دیده می‌شود.



شکل۳:الف) طیف FTIR مربوط به الف)پودر بنتونیت وب) سوپرجاذب بنتونیتی

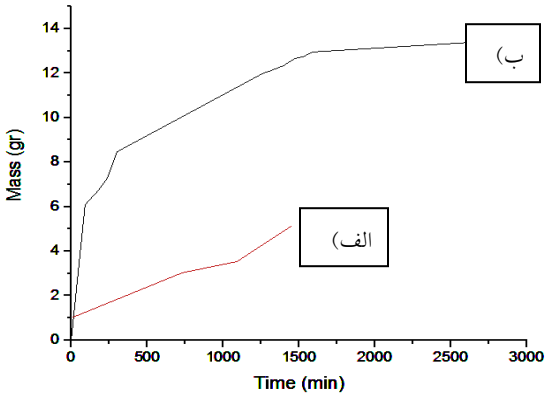
برای بررسی مقدار جذب آب در سوپر جاذب‌ها می‌توان از سه روش چای کیسه‌ای، سانتریفیوژ و غربال استفاده نمود. که در این پژوهش مقدار جذب آب بر روی بنتونیت و کامپوزیت ساخته‌شده از آن به روش چای کیسه‌ای انجام گرفت.

این روش یکی از متداول‌ترین، سریع‌ترین و مناسب‌ترین روش برای به دست آوردن جذب است. مقدار جاذب مورداستفاده در این روش بین ۰/۱ تا ۰/۵ گرم می‌باشد. نمونه را پس از وزن کردن داخل یک کیسه‌ی چای کیسه‌ای قرار داده و سپس کیسه را به مدت ۳ ساعت (و یا تا زمان رسیدن به تعادل نمونه در جذب آب که برای بنتونیت حداقل ۸ ساعت و حداکثر ۲٤ ساعت است) داخل آب یا محلول سالین غوطه‌ور می‌کنیم تا به تعادل برسد سپس برای وزن کردن نمونه، بعد از خارج کردن آن از آب یا محلول به مدت ۱۵ دقیقه آویزان می‌گردد تا محلول یا آب خارج شود و از طریق رابطه (۱) مقدار تورم به دست می‌آید:

$$S_e = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \qquad (1)$$

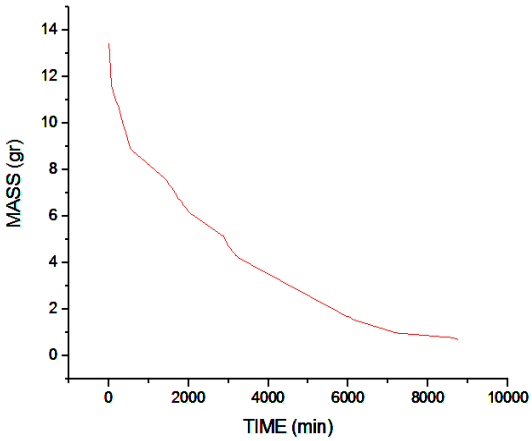
که در این رابطه W_1 نشان‌دهنده مقدار ماده بعد از تورم و W_0 نشان‌دهنده مقدار ماده اولیه هست.

در این تحقیق با استفاده از روش چای کیسه‌ای مقادیر جذب و پس دهی آب برای کامپوزیت سوپرجاذب بنتونیتی مورد ارزیابی قرار گرفت.شکل٤ (الف) و (ب) به ترتیب نمودار میزان تغییرات میزان جذب آب را برای بنتونیت و سوپرجاذب آن نشان می‌دهد.



شکل٤: الف)نمودار جذب آب بنتونیت در یک شبانه‌روز، ب)نمودار جذب آب کامپوزیت

همان‌طور که در نمودارها مشاهده می‌شود بنتونیت دارای جذب پایینی است به‌طوری‌که بعد از مدت ٢٤ ساعت حداکثر ٦ برابر مقدار اولیه خودش متورم می‌شود.این در حالی است که کامپوزیت ساخته‌شده از جذب بسیار بالایی برخوردار بوده و قابلیت تورم ١٣٠ برابری را نشان می‌دهد.

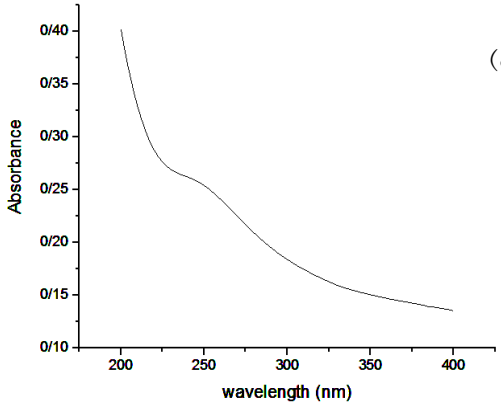


شکل٥: نمودار پس دهی آب کامپوزیت ساخته‌شده از بنتونیت

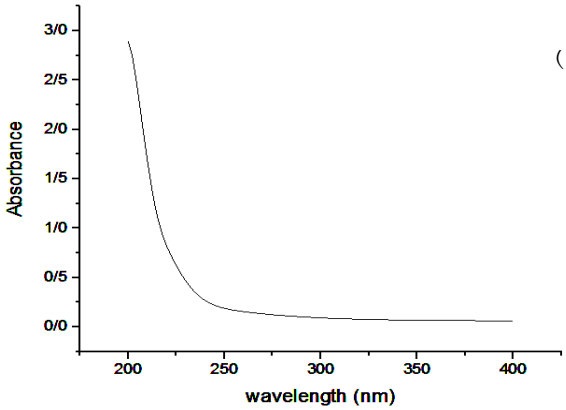
شکل٥ نمودار روند پس دهی آب سوپرجاذب را نشان می‌دهد.همان‌گونه که در نمودار دیده می‌شود، بازه زمانی نسبتاً طولانی در حدود ٨ روز برای واجذب این نمونه در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی گردید که حتی این فرایند پس دهی می‌تواند در شرایط محیط خاک طولانی‌تر نیز گردد.

به‌منظور بررسی اثرات نوری بر روی نمونه‌های موردمطالعه در این تحقیق، از هر دو نمونه با استفاده از طیف نگار داده‌های جذب نوری اندازه‌گیری شد.نتایج حاصل از این اندازه‌گیری‌ها همان‌طور که در شکل ٦ دیده می‌شود، حاکی از وجود دو لبه جذبی حوالی٢٥٠ و٣٠٠ نانومتر در رس بنتونیت بود و در کامپوزیت آن تنها یک لبه جذبی در حدود ٢٢٥ نانومتر مشاهده شد.

الف)



ب)



شکل ٦:نمودار طیف جذب، الف)بنتونیت، ب)کامپوزیت ساخته‌شده

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از رس بنتونیت که ماده‌ای فراوان و ارزان‌قیمت می‌باشد ابتدا کامپوزیت پلیمری سوپرجاذب آن ساخته شد و سپس مشخصه یابی های ساختاری، سطحی، اپتیکی، و آزمایش میزان جذب و پس دهی آب به‌طور مقایسه‌ای با ماده اولیه انجام شد. نتایج حاکی از شکل‌گیری ساختار پلیمری-معدنی بر پایه بنتونیت بود که تصاویر سطحی آن حضور ابعاد دانه‌ای متفاوتی با اشکال چندوجهی را نشان داد.از مقایسه میزان جذب ماده اولیه بنتونیت و کامپوزیت آن مشخص شد که فرایند جذب آب به‌طور چشمگیری از حدود ٦ برابر به حدود ١٣٠ برابر افزایش یافت.مقایسه طیف‌های عبور آن‌ها نیز مؤید جابجایی لبه جذبی به سمت طول‌موج‌های کمتر بعد از تشکیل کامپوزیت سوپر جاذب بود.

مرجع‌ها

[١] . Gel, Wikipedia, The free encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/gel, available in 28مه2008.

[٢] . Buchholz FL, Graham AT, Modern Superabsorbent Polymer فنّاوری، WileyVCH, New York, Ch 1-7, 1998

[٣]. Buchholz FL, Peppas NA, Superabsorbent Polymers Science and فنّاوری، رشته، هم‌نشست ACS 573, American Chemical society, Washington, DC, Ch 2, 7, 8, 9, 1994.

[٤]. Chen J, مانک H, مانک K, Synthesis of superporous hydrogels: hydrogels with fast swelling and superabsorbent properties, J Biomed Mater Res, 44, 53-62 1999 [٥]. B. Bagchi and C. Quesne, J. Phys. A: Math. Gen. **37**, L 133(2004).

[٥]. Abd El-Rehim HA, Hegazy ESA, Abd ElMohdy HL, Radiation synthesis of hydrogels to enhance sandy soils water retention and increase plant performance, *J Appl Polym Sci*, **93**, 1360-1371, 2004