

جذب UDMH از مخلوط حاوی آب و UDMH با استفاده از کربن فعال

منصور کاظمی مقدم^۱

۱- دانشگاه صنعتی مالک اشتر

*E-mail: mzkazemi@gmail.com

(تاریخ وصول: ۸۷/۱/۱۸، تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲)

چکیده

یکی از روشهای مناسب برای جذب ترکیبات آلی همچون UDMH از مخلوطهای آبی آنها، استفاده از فرایند جذب بر روی سطوح فعال و انتخاب پذیر نسبت به ترکیبات آلی می باشد. هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده از کربن فعال به عنوان یک ماده جاذب در فرایندهای تصفیه پساب UDMH می باشد. در این تحقیق امکان جذب ترکیبات UDMH بر روی کربن فعال تجاری از محلولهای آبی آن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. به منظور بدست آوردن اطلاعات بیشتر درباره کاربرد کربن فعال برای تصفیه پسابهای UDMH، اثر شرایط عملیاتی مختلف برای فرایند جذب همچون اثر زمان جذب (زمانهای ۱۰ تا ۲۱۰ دقیقه)، غلظت اولیه آلاینده (غلظتهای ۱۰۰ ppm تا ۲۰۰۰ ppm) و وزن جاذب (مقادیر ۱ تا ۱۱ گرم جاذب) استفاده شده بر روی میزان جذب UDMH در پساب تحقیق شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که کربن فعال در فرایندهایی که نیاز به جذب UDMH از محلولهای آبی آن است، همچون پسابهای این ترکیب، بسیار کاربردی و موثر می باشد.

واژه های کلیدی: کربن فعال، جذب، UDMH، تصفیه پساب.

۱- مقدمه

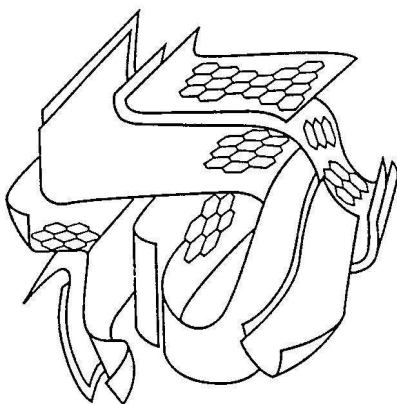
دی متیل هیدرازین نامتقارن (UDMH)^۲ یک سوخت مایع بسیار مهم در صنایع هوافضا می باشد. علاوه بر آن UDMH یک ماده واسطه مهم در سنتز مواد شیمیایی و نیز در صنایع داروسازی، پزشکی، کشاورزی و دیگر صنایع می باشد [۱]. در فرایندهای تولید این ترکیب مقادیر جزئی از این ماده به درون پساب وارد می شود. با توجه به خطرات

زیست محیطی این ترکیب لازم است نسبت به تصفیه این ماده در پساب اقدام شود. با توجه به ویژگی های فرایند جذب فعال، در این تحقیق از این فرایند برای تصفیه پساب آبی حاوی UDMH استفاده شده است. کربن فعال یک جاذب متداول و ایده آل است که بطور گسترده در فرایندهای جداسازی و خالص سازی، به خاطر ظرفیت بالای جذب و سطح فعال زیاد آن، استفاده می شود. همچنین با توجه

2- Unsymmetrical dimethylhydrazine

۱- استادیار

یا سیستم‌های متقاطع امکان پذیر است لیکن از کربن فعال پودری فقط به صورت ناپیوسته می‌توان استفاده کرد. به دلیل اینکه کربن‌های پودر را بصورت بستر ثابت نمی‌توان استفاده نمود و فقط بصورت دوغابی می‌توان استفاده نمود که نیاز به بازیابی کربن فعال است.



شکل ۱- شکل تجسمی از تخلخل کربن فعال [۲]

جذب در سطح کربن فعال عمدتاً به صورت جذب فیزیکی انجام می‌گیرد لیکن اگر دمای جذب افزایش یابد جذب شیمیایی نیز رخ می‌دهد. کربن فعال عمدتاً تمایل به جذب مواد غیر قطبی دارد [۶]. در مرحله فعالسازی، گروههای عاملی توسط اکسیژن و نیتروژن روی سطح کربن فعال ایجاد می‌شوند و به آن خصوصیات شیمیایی خاصی می‌دهند. سطح کربن فعال عموماً آب‌گریز و دارای اندکی بار منفی است لیکن با انجام فرآیند اسیدشویی و بازشویی می‌توان بار سطح و نیز خاصیت آب‌گریزی آنرا تا حدود زیادی تغییر داد [۷].

۳- بخش تجربی

۳-۱- مواد و تجهیزات

وسایل استفاده شده در این طرح شامل ظروف آزمایشگاهی، ترازوی دیجیتال، شیکر، مگنت هیتر، ظرف‌های نمونه‌گیری، آون، ارلن مایر، پیپت، مکند، قیف بوختر، کاغذ صافی و پمپ خلاء می‌باشد. برای انجام تستهای مختلف جذب از UDMH با خلوص بالای ۹۹/۵٪ استفاده شد که با توجه به نیاز و با اضافه کردن مقادیر مختلف آب مقطر دو بار تقطیر شده، خوراک‌های مناسب تهیه شد. مشخصات دقیق نمونه‌های نهایی توسط آزمایشگاه کنترل کیفیت و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مدل Varian 3400 انجام شد که گاز حامل آن هیدروژن، ستون آن پلی اتیلن گلایکول، با اندازه ۵

به ویژگی‌های منحصر به فرد جاذب کربن فعال، از این نوع جاذب برای این تحقیق استفاده شده است. بررسی در صنایع نشان می‌دهد که تاکنون درباره جذب و حذف UDMH با استفاده از روش جذب در منابع تحقیقی صورت نگرفته است.

۲- جاذب کربن فعال

کربن فعال یک جامد کاملاً آمرف با تخلخل بسیار بالا و سطح و حجم داخلی قابل توجه می‌باشد. این ماده دارای خاصیت جذب بسیار بالایی است و نیز قابلیت احیا بسیار خوبی از خود نشان می‌دهد. خصوصیات فوق‌الذکر کربن فعال باعث گردیده است که این ماده بصورت بسیار گسترده و متداول در فرآیندهای تصفیه گاز و مایع در صنایع بزرگ و کوچک مورد استفاده قرار گیرد. کربن فعال به صورت لایه‌های کربن است که توسط گروه‌های آلیفاتیک دارای اتصال عرضی است. آزمایش‌های اشعه X حاکی از آن است که کربن فعال دارای ساختار گرافیتی نیست. در شکل ۱، یک ساختار تجسمی از تخلخل کربن فعال آورده شده است [۲].

سطح ویژه کربن فعال با توجه به مواد اولیه، روش فعال‌سازی، دانسیته و سایر پارامترها می‌تواند تا $3000 \text{ m}^2/\text{g}$ افزایش پیدا کند. شکل‌های آن شامل مهره ای، قرصی، گلوله‌ای و پودری می‌باشد. بعضی از کاربردهای مهم آن شامل تصفیه آب و فاضلاب برای حذف آلاینده‌های آلی، تمیز کردن جریان‌های گازی شامل ترکیبات آلی فرار (به ویژه حلال‌هایی که نیاز به بازیابی دارند)، بالا بردن کیفیت متان از گاز چاه، کلرزدایی از ترکیبات غذایی و تصفیه ترکیبات دارویی می‌باشد. قرار دادن کربن فعال در ماسک‌های تصفیه برای جذب انواع ترکیبات آلی از دیگر کاربردهای آن می‌باشد. کربن فعال با وارد کردن بعضی مواد مثل اکسید آهن کاربردهای متنوع دیگری مثل حذف مرکاپتان‌ها و هیدروژن سولفید پیدا می‌کند [۳ و ۴].

کربن فعال گرانولی جهت حذف اکثریت آلاینده‌های فاز مایع می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این نوع کربن فعال در سیستم‌های پیوسته استفاده می‌گردد و قابل احیا می‌باشد. بنا به دلایل ذیل استفاده از کربن فعال گرانولی بر کربن فعال پودری ترجیح دارد [۵]:

- امکان استفاده پایا از کربن فعال گرانولی وجود دارد.

- احیا کربن فعال گرانولی کاملاً متداول و ممکن است.

- به علت پایا بودن سیستم مورد استفاده در کربن فعال گرانولی، امکان استفاده بهینه از ظرفیت جذب، با استفاده از جریانهای متقابل

۶- درصدهای مناسب پساب تهیه شدند و درون ظروف مناسب قرار داده شدند.

۷- کربن فعال وزن شده به ظروف نمونه اضافه شدند.

۸- ظروف نمونه درون لرزاننده قرار داده شد و برای مدت های مختلف همزده شدند.

۹- بعد از اتمام کار لرزاننده، نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

میزان مشخصی از جاذب را با حجم معینی از پساب آمینی (با یک مقدار آمین مشخص) در یک ظرف آمیخته و برای مدت معینی در شیکر هم زده می‌شود. پس از آن، مخلوط را از کاغذ صافی عبور داده و مایع باقی مانده از عمل جذب (پسماند جذب) بدست می‌آید. با استفاده از کروماتوگرافی گازی مایع باقی‌مانده از فیلتراسیون آنالیز و بدین ترتیب نحوه تاثیر جاذب روی پساب و در نتیجه میزان جذب انتخاب پذیر آمین آلی توسط جاذب بدست می‌آید که این نتایج در ادامه ارائه شده است.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- اثر میزان جاذب بر جذب از پساب آمینی

در اولین تست‌های جذب پساب آمینی بر روی کربن فعال گرانولی، محلول‌های یکسانی به حجم ۲۰۰ سی سی پساب حاوی ۱۰۰۰ ppm ترکیب UDMH تهیه شد و این محلول‌ها در مجاورت مقادیر مختلفی از کربن فعال قرار گرفتند. این محلول‌ها و کربن فعال موجود در آن در شرایط آزمایشگاه درون لرزاننده قرار داده شد و به مدت ۶۰ دقیقه تا رسیدن به تعادل نسبی به شدت همزده شدند. سپس از ظروف نمونه گیری شد و نمونه‌ها آنالیز کروماتوگرافی گازی شدند. شکل ۲ نتایج این تست را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص است با افزایش میزان کربن فعال مقدار جذب آمین پساب بیشتر شده و در مقدار کربن ۱۱ گرم آمین موجود در پساب تقریباً بطور کامل روی سطح کربن فعال جذب شده است. لازم به ذکر است که نتایج ارائه شده با توجه به دقت دستگاه GC استفاده شده بوده که تا دقت 10^{-4} می‌باشد و بدیهی است که میزان UDMH باقی مانده در محلول تست به صفر نمی‌رسد.

میکرون، دمای ستون 120°C ، دتکتور (TCD) 150°C ، دبی جریان دتکتور ۱۵ ml/min، دبی گاز حامل ۵ ml/min، فشار ستون ۱/۵ kPa و فشار ورودی دستگاه ۲۰ kPa می‌باشد.

۳-۲- جاذب کربن فعال

جاذب کربن فعال استفاده شده در این تحقیق، از نوع تجاری و به شکل استوانه‌ای (اکستروژ شده) ساخت کشور چین موجود در بازار می‌باشد. ابعاد دانه‌های کربن فعال استفاده شده به طول ۵ mm و قطر ۳ mm می‌باشد.

کربن فعال استوانه ای استفاده شده در این تحقیق دارای سطح ویژه $952\text{ m}^2/\text{g}$ ، دانسیته $0.48\text{ g}/\text{cm}^3$ و خاکستر آن ۹/۵ درصد بوده که مشخصات آن توسط پژوهشگاه نفت اندازه‌گیری شده است.

۳-۳- روش کار

برای انجام این تحقیق از یک دستگاه لرزاننده آزمایشگاهی استفاده شده است. برای انجام هر تست، ظروف نمونه حاوی محلول آزمایش و جاذب کربن فعال بر روی دستگاه لرزاننده در مکان‌هایی که در دستگاه تعبیه شده قرار داده می‌شوند و دستگاه با سرعت‌های مختلف بصورت رفت و برگشتی و چرخشی حرکت می‌کند. برای انجام تست‌های کربن فعال شرایط ذیل رعایت شدند [۸-۱۲].

۱- با توجه به اینکه کربن فعال به شکل گرانول می‌باشد امکان توزین کاملاً دقیق و یکسان نمودن وزن کربن فعال در کلیه ظروف وجود ندارد، بنابراین مقداری از گرانول‌ها به ابعاد کوچکتر خرد شدند تا حتی الامکان وزن کربن فعال کلیه ظروف تقریباً یکسان باشد.

۲- قبل از استفاده از کربن فعال به مدت ۶ ساعت آنرا در آب جوش شستشو داده و سپس به مدت ۱۲ ساعت در دمای 100°C درجه خشک شد تا در صورت وجود ذرات گرد و غبار و یا مواد احتمالی دیگر این مواد از منافذ کربن فعال تخلیه شوند.

۳- کربن فعال شسته شده در یک ظرف سر بسته نگهداری شد.

۴- با توجه به اینکه آزمایشات بسیار وقت‌گیر می‌باشد چندین آزمایش به صورت موازی انجام شد.

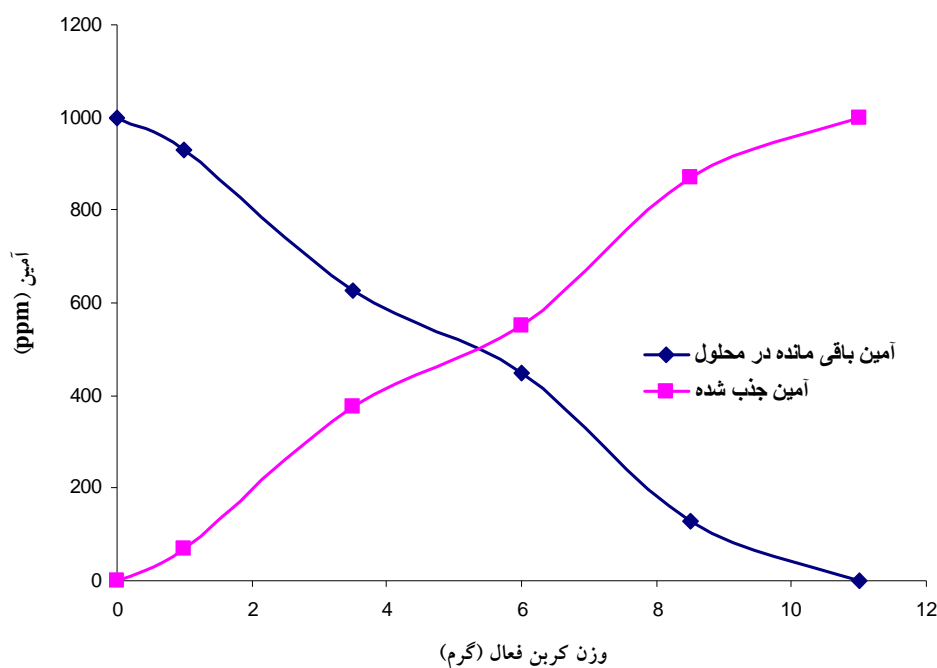
۵- ظروف مورد استفاده در این آزمایشات قدرت تحمل حرارت های بالا را داشتند

۴-۲- اثر زمان روی جذب آمین از پساب

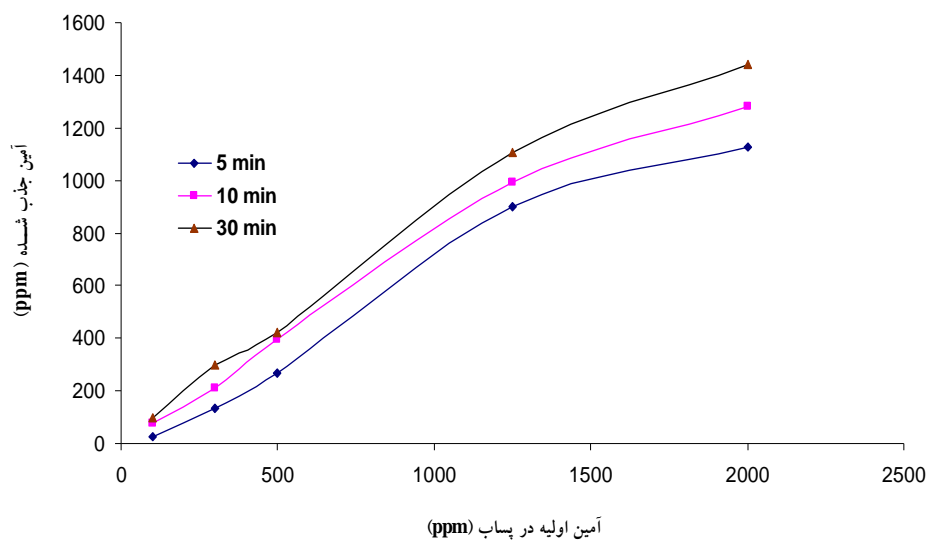
برای بررسی میزان جذب آمین در زمان‌های کمتر و همچنین با میزان آمین اولیه متفاوت در پساب، تست‌های دیگر تعریف و انجام شد. در این تست‌ها میزان کربن فعال موجود در محیط ثابت بود (۱۰ گرم) و میزان آمین اولیه های موجود در پساب متفاوت (۲۰۰۰ ppm) بود. زمانهای مختلف نمونه‌گیری برای این تستها کمتر از تست‌های قبل بود تا قابلیت و ظرفیت جذب آمین در زمانهای کم برای این نوع کربن فعال مشخص شود. نتایج این بخش از تحقیق در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

در این مرحله کربن فعال گرانولی فعال شده را با نمونه های پساب با میزان آمین مختلف و زمان‌های مختلف تماس (۱۰ دقیقه تا ۲۱۰

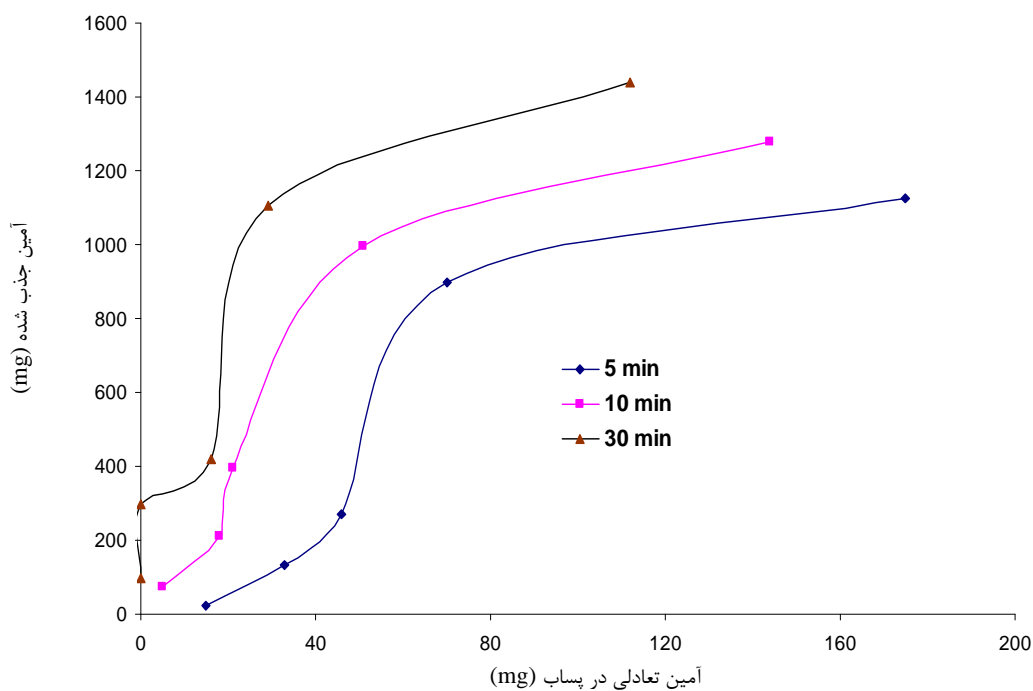
دقیقه) در دمای محیط تماس داده شد. همان گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است سرعت جذب برای مقادیر اولیه پساب کمتر، بیشتر بوده است و با افزایش میزان اولیه آمین در پساب میزان جذب به نسبت کاهش پیدا کرده است. علت این اتفاق ناشی از این موضوع است که در حالت اول میزان سطح کربن بیشتری به نسبت مقدار آمین وجود دارد و سرعت جذب بالاتر می‌باشد ولی در حالت دوم که مقدار آمین بیشتر است هر چند مقدار نهایی جذب از لحاظ کمی بیشتر است ولی سرعت رسیدن به تعادل و میزان تعادل کمتر می‌باشد. این نشان می‌دهد که هر چه نسبت آمین موجود در پساب به کربن فعال کمتر باشد راندمان و میزان جذب بالاتر خواهد بود. همچنین میزان جذب تابعی از مقدار اولیه آمین در پساب دارد.



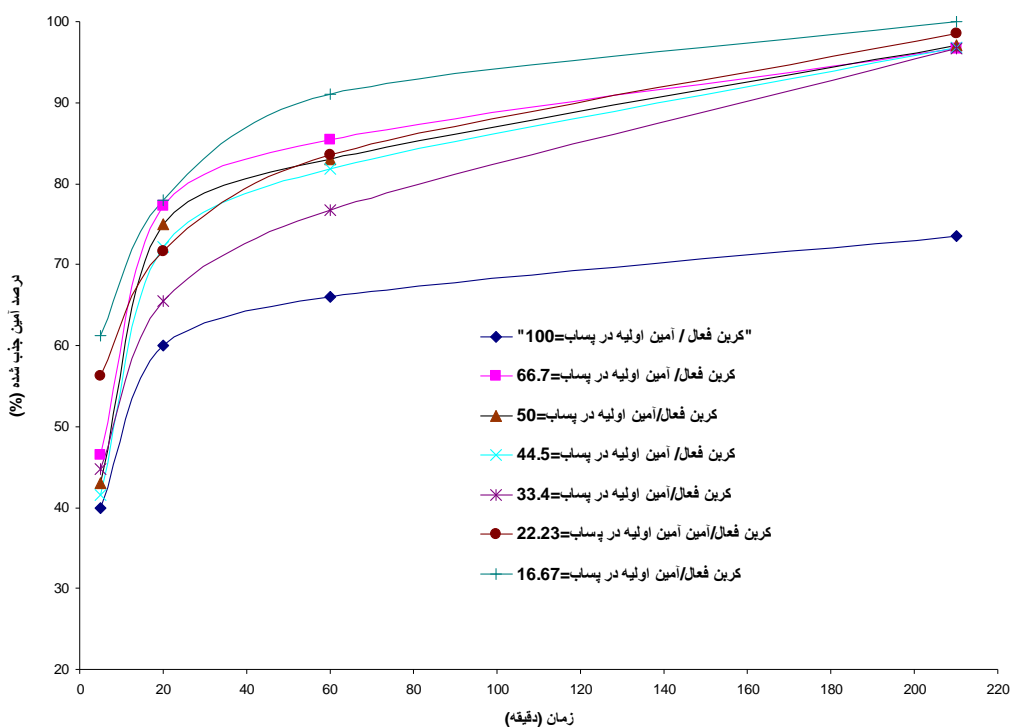
شکل ۲- اثر میزان کربن فعال بر میزان آمین جذب شده و تعادلی در محلول (دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار اتمسفری).



شکل ۳- میزان آمین جذب شده بر روی کربن فعال نسبت به آمین اولیه موجود در پساب در زمان‌های مختلف (دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار اتمسفری).



شکل ۴- آمین جذب شده بر روی کربن فعال نسبت به آمین تعادلی موجود در پساب در زمان‌های مختلف (دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار اتمسفری).



شکل ۵- میزان آمین جذب شده بر روی کربن فعال نسبت به زمان با استفاده از مقادیر مختلف آمین در پساب (دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار اتمسفری).

۵- نتیجه گیری

فعال تابع مستقیمی از میزان اولیه آمین در پساب دارد. در این تحقیق مشخص شد که هر چه نسبت آمین پساب به کربن فعال کمتر باشد، میزان و شدت جذب بیشتر خواهد بود. نتایج نشان داد که کربن فعال قابلیت استفاده به عنوان یک جاذب خوب در فرآیندهای جذب را دارد و از آن می توان در فرایندهایی مثل تصفیه پساب‌های حاوی UDMH به خوبی استفاده نمود.

با توجه به تحقیق انجام شده، کربن فعال گرانولی به خوبی قابلیت جذب UDMH را از پساب دارد و مقدار کربن فعال موجود در محیط پساب اثر مستقیمی بر میزان جذب آمین از پساب دارد. همچنین با افزایش زمان تماس در شرایط یکسان میزان جذب بالا می رود و مقدار جذب بر روی کربن

مراجع

- [1]. Schmidt, E. W. "Hydrazine and its Derivatives, Preparation Properties and Applications", John Wiley and Sons. Inc, New York, N.Y., p101, 2001.
- [2]. Suzuki, M, "Adsorption Engineering", Elsevier, 1990.
- [3]. John. W, Crittenden.B. "Adsorption Technology and Design", Butter Worth and Heinemann, 1998.
- [4]. Douglas, M. Ruthven, "Principles of Adsorption and Adsorption Processes", John Wiley and Sons, 1984.
- [5]. Dabrowski, "Adsorption from Theory to Practice", Advances in Colloid and Interface Science, v93, p 135-224, 2001.
- [6]. Douglas, M. Ruthven, "Encyclopedia of Separation Technology", V1, Mc Graw-Hill, 1997.
- [7]. Schweitzer, P, "Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineering", 3 rd Edition, Mc Graw-Hill, 1996.
- [8]. Richardson I.Masel, "Principles of Adsorption and Reaction on Surfaces", Willey and Sons, 1996.

- [9]. Sabio, E., Zamora, F., Ganan, J., Gonzalez. and Gonzalez, J.F. "Adsorption of P-nitro phenol on Activated Carbon Fixed-Bed", Water Research, Vol 40, pp 3053-3060, 2006.
- [10]. Chandra, T. Christine, "Adsorption of Basic Dye onto Activated Carbon Prepared from Durian Shell: Studies of Adsorption Equilibrium and Kinetics." Chemical Engineering Journal. Vol. 126 , pp. 121-129, 2006.
- [11]. Vasanth , K. and Sivanesan, S. " Equilibrium Data, Isotherm Parameters and Process Design for Partial and Complete Isotherm of Methylene Blue onto Activated Carbon." Journal of Hazardous Materials. B134 , pp. 237- 244, 2006.
- [12]. Nakagawa. K , Namba, A., Mukai, A., Tamon, H., P Ariyadejwanich, W Tanthapanichakoon , "Adsorption of phenol and reactive dye from aqueous solution on activated carbons derived from solid wastes", Water Research , 38, 1791-1798, 2006.