

## The Use of Clay Soil in the Pretreatment of Wastewater produced by the Cardboard Manufacturing Industry

### Abstract

**Background and objective:** Paper, pulp and cardboard manufacturing industries discharge large amounts of waste which contain a variety of pollutants and paints. These wastes are believed to generate the most environmentally hazardous industrial wastewaters. Biological procedures alone may not suffice the treatment of such wastes due to having a high BOD5/COD ratio. On the other hand, applying costly chemical approaches to remove all these pollutants in a short time often results in the production of large quantities of sludge. Therefore, these industries are obliged to combine both these methods in order to optimize wastewater treatment.

**Methods:** In this experimental study, the sample wastewater was provided from the discharge channel of Pazh cardboard factory located in Tous Industrial Zone of Mashhad, Iran. The wastewater samples were collected from this factory by composite sampling. Coagulation of these samples was accomplished by clay soil as the single coagulant. The optimum pH of the treatment was determined by Jar tests in various pHs (from 4 to 9). Afterwards, the optimum concentration of the coagulant was also verified at the optimum pH of 8 by Jar tests.

**Results:** The optimum dosage and pH of treatment by clay soil was determined to be 75 g/L and 8, respectively. Under optimized conditions, the removal efficiency of COD, BOD5 and TSS was calculated as 47%, 26% and 57%, respectively. In addition, the pH adjustment at 8 resulted in a 60% reduction of clay consumption.

**Conclusion:** According to the results of this study, the coagulation of cardboard wastes by clay soil could be a suitable pretreatment method. This particular material makes it possible to improve the quality of wastewater in subsequent bio treatments in a much less costly way compared to other conventional coagulants or adsorbents. It was also observed that the ratio of BOD5/COD reduced from 4.5 to about 3. Although the clay dosage required for the wastewater treatment is relatively high, this approach could still be recommended for the pretreatment of this type of wastewater as well as the wastes produced by similar industries mainly because the overall cost of this treatment is insignificant.

**Paper Type:** Research Article

**Keywords:** Wastewater treatment; Cardboard industry; Coagulation;

**Muhammad Pazira**

MSc, Environmental Health Engineering,  
Municipality of Mashhad, Mashhad, Iran

Tel: 0915 110 5375

Email: m\_pazira@yahoo.com

Received: 24 November 2014

Accepted: 29 January 2015

► **Citation:** Pazira M. The Use of Clay Soil in the Pretreatment of Wastewater produced by the Cardboard Manufacturing Industry. Journal of Research in Environmental Health. Spring 2015; 1(1): 43-48.

## استفاده از خاک رس در پیش تصفیه فاضلاب صنعت مقواسازی

### چکیده

**زمینه و هدف:** پساب های صنایع کاغذ و مقواسازی با داشتن آلاینده ها و ترکیبات رنگ زای مختلف، یکی از خطرناک ترین پساب های صنعتی به شمار می روند. تصفیه بیولوژیکی صرف غالباً به دلیل بالا بودن نسبت COD/BOD<sub>5</sub> برای پاک سازی فاضلاب مقواسازی کفایت نمی کند و از طرف دیگر استفاده از روش های شیمیایی نیز به تنهایی هر چند مشکل آلودگی فاضلاب را به طور کامل و در کوتاه مدت حل می کند، ولی این روش ها غالباً دارای هزینه بالا بوده و حجم زیادی از لجن های شیمیایی را تولید می کنند. مطالعه حاضر با هدف استفاده از خاک رس در پیش تصفیه فاضلاب صنایع مقواسازی انجام شد.

**مواد و روش ها:** این مطالعه از نوع پژوهش کاربردی بوده که به صورت تجربی بر روی فاضلاب خروجی از واحد مقواسازی پاژ واقع در شهرک صنعتی مشهد که مقوای دوبلکس از کاغذ باطله را تولید می کند، انجام شد. نمونه برداری از فاضلاب به صورت مرکب انجام شد. مطالعات انعقاد و لخته سازی با استفاده از خاک رس به عنوان منعقد کننده و انجام آزمایش در pH های مختلف (محدوده pH از ۹-۴) انجام و pH مناسب برای انعقاد در حد ۸ تعیین شد. سپس غلظت بهینه منعقد کننده از طریق آزمایش جار در pH بهینه به دست آمد.

**یافته ها:** در این مطالعه دوز ۷۵ گرم در لیتر به عنوان دوز بهینه و pH=۸ به عنوان pH بهینه انتخاب شد. در شرایط بهینه میزان حذف برای COD، BOD<sub>5</sub> و TSS به ترتیب حدود ۴۷٪، ۲۶٪ و ۵۷٪ به دست آمد. تنظیم pH در حد ۸، باعث کاهش ۶۰٪ مصرف خاک رس شد.

**نتیجه گیری:** با استفاده از فرآیند انعقاد با خاک رس، می توان فاضلاب مقواسازی را پیش تصفیه نمود؛ به گونه ای که با استفاده از این ماده می توان با صرف هزینه کمتر نسبت به سایر مواد منعقد کننده متعارف، بهبود نسبی کیفیت فاضلاب را جهت ورود به تصفیه بیولوژیکی فراهم نمود. نسبت COD/BOD<sub>5</sub> فاضلاب بعد از تصفیه با خاک رس از ۴/۵ تا حدود ۳ تقلیل یافته است. مصرف رس برای تامین این حد از تصفیه بالاست اما با توجه به قیمت پایین آن در مقایسه با سایر مواد جاذب و منعقد کننده استفاده از این ماده در مرحله پیش تصفیه فاضلاب صنعت مقواسازی و/یا صنایع مشابه قابل پیشنهاد خواهد بود.

**کلید واژه ها:** انعقاد، تصفیه فاضلاب، خاک رس، صنعت مقواسازی.

محمد پذیرا

کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط،  
شهرداری مشهد، مشهد، ایران

تلفن: ۰۹۱۵۱۱۰۵۳۵۷

Email: m\_pazira@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۳

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۹

◀ **استناد:** پذیرا م. استفاده از خاک رس در پیش تصفیه فاضلاب صنعت مقواسازی. فصلنامه

پژوهش در بهداشت محیط. بهار ۱۳۹۴؛ ۱(۱): ۴۳-۴۸.

پساب های صنایع کاغذسازی با داشتن آلاینده ها و ترکیبات رنگ زدای مختلف، یکی از آلوده ترین فاضلاب های صنعتی به شمار می روند. یکی از مهمترین مشکلات در تصفیه فاضلاب های صنعتی، عدم تکافوی تصفیه بیولوژیکی در تأمین استانداردهای خروجی می باشد. فاضلاب صنایعی نظیر مقواسازی با توجه به کمبود مقدار نیتروژن و فسفر که دو عامل مهم در پیشرفت تصفیه بیولوژیکی می باشند و همچنین وجود مقدار زیادی از رنگ و مواد معلق، تصفیه پذیری محدودی در مرحله تصفیه ثانویه دارند (۳).

تصفیه بیولوژیکی صرف، غالباً به دلیل بالا بودن نسبت COD/BOD<sub>5</sub> در فاضلاب مقواسازی کفایت نمی کند و از طرف دیگر، استفاده از روش های شیمیایی به تنهایی نیز هر چند مشکل آلودگی فاضلاب را به طور کامل و در کوتاه مدت حل می کند، ولی این روش دارای هزینه بالا و تولید حجم زیادی از لجن های شیمیایی خواهد بود (۴). این صنایع جهت تسریع در تصفیه فاضلاب تولیدی، با ادغام روش های مختلف در صدد بدست آوردن شرایط بهینه ای برای حل مشکل می باشند (۲).

در ایران صنایع تولید خمیر کاغذ و کاغذ مقوا با مصرف ۱۷/۴٪ از کل مصرف آب صنعتی کشور در رتبه دوم قرار دارند و این در حالی است که متأسفانه به دلیل عدم وجود مدیریت زیست محیطی، تنها ۱۸٪ از پساب این صنایع، تحت تصفیه قرار می گیرند و مابقی بدون اعمال هیچ گونه تصفیه ای به محیط دفع می شوند (۹). با توجه به تنوع مواد به کار گرفته شده در این صنعت، ویژگی های فاضلاب می تواند در شرایط مختلف متفاوت باشد و به هر حال لازم است که برای جداسازی مواد مختلف، روش های بیولوژیکی و فیزیکی شیمیایی متعددی به کار گرفته شود (۵).

یکی از روش های تصفیه فیزیکی شیمیایی، انعقاد و لخته سازی است. تحقیقات متعددی به منظور کارآیی انعقاد برای حذف آلاینده های از نوع COD، رنگ و TSS انجام شده است. اما در بسیاری از موارد، این تحقیقات در جهت استفاده از منعقد کننده های فلزی متعارف مانند آلوم، کلروفوریک و ... محدود بوده است (۱).

در مطالعه ویروجانگود و همکاران در سال ۲۰۰۲، استفاده از خاک رس به عنوان منعقد کننده جهت افزایش کیفیت پساب خروجی از واحد لجن فعال تصفیه خانه مورد بررسی قرار گرفت. میزان خاک رس در حد ۹۰ گرم در لیتر و pH=۸ به عنوان دوز و pH بهینه انتخاب شد و راندمان حذف COD، ۷۵٪ گزارش شد. مانومتاوا و همکاران نیز در سال ۱۹۸۸ نشان دادند که برای بهبود کیفیت پساب خروجی از واحد تصفیه بیولوژیکی می توان منعقد کننده ها را به حوض هوادهی وارد نمود (۲).

هدف از مطالعه حاضر استفاده از خاک رس بعنوان ماده پیش تصفیه کننده در فاضلاب صنایع مقواسازی می باشد تا بتواند کیفیت پساب تولیدی از این صنعت را بهبود بخشد.

## مواد و روش ها

این مطالعه از نوع پژوهش کاربردی بوده که به صورت تجربی بر روی فاضلاب خروجی از واحد مقواسازی پاژ واقع در شهرک صنعتی مشهد که مقوای دوبلکس از کاغذ باطله را تولید می کند، انجام شد. این کارخانه روزانه به طور متوسط ۱۵ تن مقوا و کاغذ تولید می کند و فاضلاب تولیدی آن، ۷۵ متر مکعب در روز می باشد. زمان تحقیق از دی ماه سال ۱۳۸۴ تا بهمن ماه سال ۱۳۸۵ بود. نمونه برداری از فاضلاب به صورت مرکب انجام شد و تعداد نمونه های مورد نیاز در حد ۱۲ نمونه

انتخاب شد. مشخصات و خصوصیات اولیه فاضلاب در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. خصوصیات فاضلاب کارخانه مقواسازی

مشخصات	علامت اختصاری	واحد	مقدار
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	COD	mg/L	۶۸۰۰
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	BOD <sub>5</sub>	mg/L	۱۵۱۱
جامدات معلق کل	TSS	mg/L	۳۹۰۰
نسبت COD/BOD <sub>5</sub>	COD/BOD <sub>5</sub>	-	۴/۵
درجه اسیدی	pH	-	۶/۷

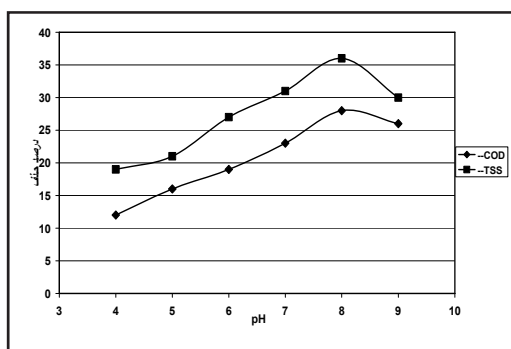
در این تحقیق ماده مورد استفاده به عنوان منعقد کننده، خاک رس (از جنس ترکیب سدیم بنتونیت) و دارای مش سایز ۲۰۰ بود (۱۰). خصوصیات خاک رس مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. مشخصات خاک رس مورد استفاده

مشخصات	علامت اختصاری	واحد	مقدار
درجه اسیدی	pH	-	۶/۲
ظرفیت تبادل یونی	CEC	me/100g	۲۶
تخلخل	-	%	۳۵-۴۲

در این تحقیق ابتدا با افزودن دوز منعقد کننده ۲۰ گرم در لیتر و تنظیم pH در دامنه ۹-۴، اقدام به تعیین pH بهینه شد. مواد شیمیایی لازم برای این کار، اسیدسولفوریک و هیدروکسید سدیم هر کدام به غلظت ۶ نرمال بود. پس از تعیین pH مناسب، با تنظیم pH فاضلاب در حد بهینه، مقادیر مختلف خاک رس به نمونه های مزبور افزوده شد تا بدین وسیله میزان بهینه منعقد کننده از طریق آزمایش جار مشخص شود. نمونه های فاضلاب با مواد منعقد کننده ابتدا به وسیله دستگاه Test Jar به مدت یک دقیقه با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه به شدت مخلوط شدند. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در سرعت ۴۰ دور در دقیقه لخته سازی انجام گرفت و در نهایت به مدت ۳۰ دقیقه اجازه ته نشینی داده شد. بعد از این مرحله

اقدام به نمونه گیری و آنالیز پارامترهای COD، BOD<sub>5</sub> و TSS شد. برای آگاهی از تأثیر منعقد کننده خاک رس بر میزان pH فاضلاب نیز اقدام به اندازه گیری pH پس از قبل از آنالیز پارامترهای فوق الذکر شد. اندازه گیری تمام پارامترها مطابق با دستورالعمل مندرج در کتاب روش های استاندارد آب شناسی انجام شد (۳).

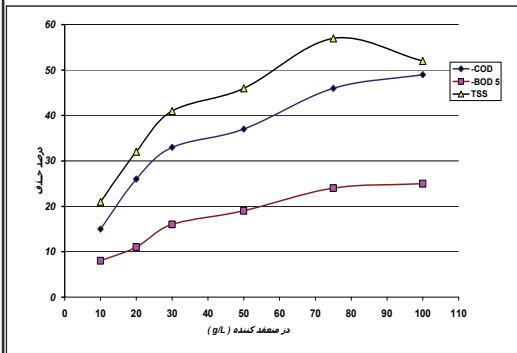


نمودار ۱. تعیین pH بهینه با استفاده از منعقد کننده خاک رس (غلظت منعقد کننده = ۲۰ گرم در لیتر)

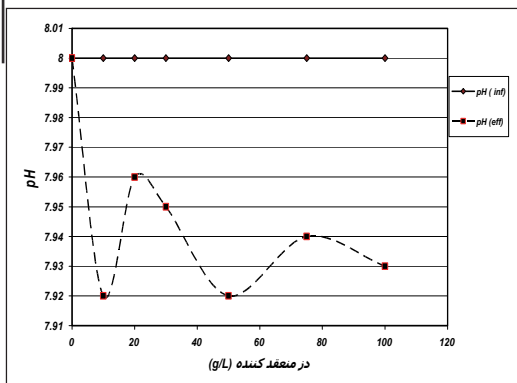
نتایج حاصل از این مطالعه در نمودارهای ۴-۱ ارائه شده است. نمودار ۱ بیانگر نتایج حاصل از تعیین مقدار pH بهینه برای خاک رس (دوز منعقد کننده ۲۰ گرم در لیتر) می باشد. برای این تحقیق pH=۸ که معادل حداکثر حذف مواد آلی (COD) و مواد نامحلول (TSS) است، به عنوان pH بهینه انتخاب شد. نمودار ۲ بیانگر کارایی حذف با استفاده از منعقد کننده خاک رس بدون تنظیم pH می باشد. نمودار ۳ کارایی حذف آلاینده ها را با استفاده از خاک رس با تنظیم pH نشان می دهد و نمودار ۴ نیز نتایج بررسی تأثیر منعقد کننده خاک رس را بر pH خروجی نشان می دهد.

### یافته ها

نتایج حاصل از این مطالعه در نمودارهای ۴-۱ ارائه شده است. نمودار ۱ بیانگر نتایج حاصل از تعیین مقدار pH بهینه برای خاک رس (دوز منعقد کننده ۲۰ گرم در لیتر) می باشد. برای این تحقیق pH=۸ که معادل حداکثر حذف مواد آلی (COD) و مواد نامحلول (TSS) است، به



نمودار ۳. کارایی حذف با استفاده از خاک رس با تنظیم pH



نمودار ۴. بررسی تأثیر منعقد کننده خاک رس بر pH خروجی

**بحث**

با استفاده از خاک های رسی با ترکیب بنتونیت از طریق تماس بین ذرات و ایجاد ذرات بزرگ تر، امکان افزایش غلظت کلوئیدها فراهم می شود، چون خاک رس نیز مانند غالب کلوئیدها بار منفی دارد. نتایج حاصل در خصوص حذف پارامترها را می توان به جذب سطحی بالا در خاک رس نسبت داد که ناشی از سطح مخصوص بالای آن است.

با توجه به نمودارها می توان مشاهده نمود pH بعد از عمل انعقاد و لخته سازی، تغییر ناچیزی داشته است، بدین ترتیب می توان گفت که انعقاد با خاک رس، pH پساب را تغییر نمی دهد.

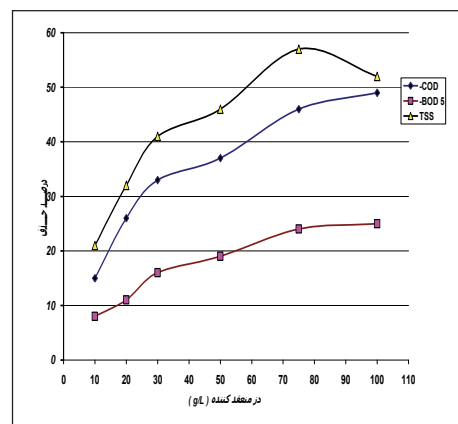
**نتیجه گیری**

استفاده از خاک رس به عنوان پیش تصفیه فاضلاب مقواسازی جهت ورود به تصفیه بیولوژیکی توصیه می شود. از

عنوان pH بهینه انتخاب شد. نمودار ۲ بیانگر کارآیی حذف با استفاده از منعقد کننده خاک رس بدون تنظیم pH می باشد. نمودار ۳ کارایی حذف آلاینده ها را با استفاده از خاک رس با تنظیم pH نشان می دهد و نمودار ۴ نیز نتایج بررسی تأثیر منعقد کننده خاک رس را بر pH خروجی نشان می دهد.

در مطالعه حاضر که با هدف بررسی قابلیت استفاده از خاک رس در پیش تصفیه فاضلاب صنعت مقواسازی جهت ورود به تصفیه بیولوژیکی انجام شد، حداکثر درصد حذف مواد آلی و مواد معلق با استفاده از خاک رس در غلظت ۱۲۵ گرم در لیتر به ترتیب ۴۶٪ و ۵۵٪ به دست آمد. سپس با استفاده از تجربیات به دست آمده از نتایج آزمایشات، غلظت های مختلف از منعقد کننده (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم خاک رس در لیتر) بررسی و با دوز ۷۵ گرم در لیتر به عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. با استفاده از دوز بهینه و با توجه به نتایج نمودار ۳، کارایی های حذف COD، BOD5 و TSS به ترتیب حدود ۴۷٪، ۲۶٪ و ۵۷٪ به دست آمد.

با توجه به اهمیت تنظیم pH در آزمایش جار، تنظیم pH در حد ۸، باعث کاهش ۶۰٪ مصرف خاک رس شد. مقایسه نمودارهای ۲ و ۳ با یکدیگر نشان می دهد که حداکثر حذف بدون تنظیم pH با مصرف ۱۲۵ گرم در لیتر و با تنظیم pH بهینه ۷۵ گرم در لیتر بود.



نمودار ۲. کارایی حذف با استفاده از منعقد کننده خاک رس بدون تنظیم pH

فاضلاب های صنعتی پیشنهاد می شود.

### تشکر و قدردانی

از سرکار خانم دکتر فروغ واعظی که با راهنمایی های ارزشمند ایشان انجام این تحقیق مسیر نمی شد و همچنین مدیرعامل محترم سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد و شرکت پاژ، که نهایت همکاری در زمینه کار را انجام داده اند، کمال تشکر را دارم.

مهمترین مزایای استفاده از خاک رس به عنوان منعقد کننده می توان به استفاده مجدد از لجن حاصله با توجه به شستشو توسط اسید قبل از آغاز آزمایش، قیمت پایین خاک رس در مقایسه با سایر منعقد کننده ها، عدم تغییر pH پس از انعقاد و لخته سازی و عدم نیاز به تثبیت pH برای ورود به تصفیه بیولوژیکی اشاره کرد. با توجه به اولین تجربه استفاده از خاک رس و با توجه به کارایی مناسب خاک رس در پیش تصفیه فاضلاب مقواسازی، انجام مطالعات دیگر جهت سایر

### References

1. Bahatia SC. Handbook of Industrial Pollution and Control. 1<sup>st</sup> ed. by CBS Publisher. NewDehli, 2002.
2. Eckenfelder WW. Industrial Water Pollution Control. 3<sup>rd</sup> ed. Mc Graw-Hill, 2000.
3. AWWA, APHA, WEF., " Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater.," 20 th ed., American Public Health Association., Washington , DC. 1998.
4. Oleszkiewichz JA, and Trebacz , and Thompson, D.B., "Biological Treatment of Kraft Mill Wastewater " , Water Environment Research.1992;Vol.64, No.6, pp:805-810, 1992.
5. Dilek FB, Bese S. Treatment of pulping effluents by using alum and clay –colour removal and sludge characteristics. Water SA. 2001; 27(3):361-6.
6. Wirojangud W. Removal of organic matter contaminated pulp and paper from industrial wastewater by soil. 17<sup>th</sup> WCSS.14-21 August 2002, Thailand.
7. Suphachaiskorn ND. Removal of color and COD of pulp and paper from industrial wastewater by soil", J.The environmentalist Springer Neterlands ,Vol 12 No 2 ,June 2002.
8. شاه منصوری، محمد رضا، روشنی، بابک. " بررسی تصفیه فاضلاب صنایع شوینده به کمک فرایند انعقاد در مقیاس آزمایشگاهی ". مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی یزد. بهار ۱۳۸۴، دوره سیزدهم، شماره اول، صفحات ۶۵-۶۲.
9. شرکت آب و فاضلاب مرکزی کشور " گزارش بررسی وضعیت مصرف آب در بخش صنعت " ۱۳۸۲
10. Donald L. Sparks "Environmental Soil Chemistry" 2th edition. Elsevier Science 2003
11. Kaul SN, Szpyrkowics L, Kumar A. Wastewater Treatment Technologies and Environment" Delhi, Daya Publishing House, 2004, Volume 1.