# اثرات تفاله چای و پوسته شلتوک برنج در تصفیه پسابها از فلزات سنگین سرب و کادمیوم

**لیلا تابنده**

***کارشناس ارشد بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران***

*E-mail: ltabande@yahoo.com*

چکیده

محدودیت منابع آبی، کمبود بارندگی، خطر بحران آب در کشور و اهمیت بازیابی مجدد آب از یک سو و افزایش آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی به وسیله فلزات سنگین و سایر آلاینده های حاصل از فاضلاب های صنعتی از سویی دیگر، یافتن راه حل‌های قابل قبول زیست محیطی را در جهت حذف این مواد از منابع آبی ضروری می سازد. در این پژوهش، جهت حذف فلزات سنگین سرب وکادمیوم در مقادیر ۵،۱۰،۱۵ ،۳۰ و ۱۰۰میلی گرم بر لیتر از دو نوع ماده جاذب ارزان قیمت تفاله چای و پوسته شلتوک برنج در مقادیر ۰/۵ – ۱ و ۲ گرم و در مدت زمان‌های تماس ۳، ۵ و ۷ ساعت استفاده گردید.

براساس نتایج بدست آمده، مدت زمان تماس تعادلی ۳ ساعت به منظور جذب عناصر مذکور از پساب ها کفایت می‌کند و درصد یا بازده جذب با بالارفتن زمان تماس و مقدار ماده جاذب افزایش می‌یابد ولی پس از گذشت ۳ ساعت، میزان جذب تقریبا ثابت می‌ماند. از طرفی، راندمان جذب برای سرب در هر دو نوع ماده جاذب، ماکزیمم و برای کادمیوم حداقل می‌باشد و قدرت جذب تفاله چای بیشتر از پوسته شلتوک برنج بوده است.

**کلمات کلیدی:** *پوسته شلتوک برنج، تصفیه فاضلاب، تفاله چای، سرب و کادمیوم*

## بیان مسئله

تخلیه بی رویه فاضلاب های صنعتی به آب های پذیرنده، اثرات زیانباری را به محیط زیست به ویژه اراضی کشاورزی که با این آب‌ها مشروب می‌شوند وارد می‌سازد. از جمله مسائلی که اخیراً توجه عده زیادی از محققان و صاحب نظران به مسایل زیست محیطی را متوجه نموده است، وجود فلزات سنگین در پساب‌ها و تاثیر آن ها بر خاک‌های زراعی پذیرنده گیاهان

کشت شده در آن منطقه می‌باشد (۱). بنابراین، یکی از مسایل بسیار مهمی که امروزه در شهرهای بزرگ وجود دارد تخلیه و یا مصرف مجدد حجم زیادی از پساب‌های صنعتی و یا خانگی می‌باشد چرا که این پساب‌ها در کوتاه مدت بدون این که سمیت عناصر سنگین را در گیاهان باعث شوند قابل استفاده هستند. ولی استفاده طولانی مدت از آنها ممکن است منجر به افزایش غلظت این عناصر در گیاهان تحت کشت گردد و غلظت عناصر می‌تواند به سطوحی برسند که امنیت غذایی بشر را تهدید نماید. از طرفی استفاده از پساب ها در لایه سطحی اراضی کشاورزی مقدار ماده آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و عناصر روی و مس را افزایش می‌دهد. از این رو، کاربرد فاضلاب ها از دو جنبه زراعی و محیطی حائز اهمیت است (۲). از این رو، در دهه‌های اخیر از روش جذبی، به عنوان یک تکنیک جدا سازی و پاکسازی ضایعات صنعتی در آب و فاضلاب‌ها مورد توجه قرار گرفته است. جذب در واقع یک فرایند انتقال عنصر از فاز مایع به سطح فاز جامد می‌باشد که توسط فعل و انفعالات شیمیایی عنصر در سطح جاذب محدود می شود.

محققان، ظرفیت جذب فلزات سنگین بوسیله مواد زائد را به ترتیب زیر گزارش نمودند:

بگاسی نیشکر < سبوس گندم < موی انسان < پوسته بادام زمینی < پوست شلتوک < چوب ذرت، و راندمان

در ایران، با توجه به محدودیت منابع آب کشور و روند رو به رشد مصرف آب در سال های اخیر به خصوص در بخش کشاورزی که بیشترین سهم مصرف آب را به خود اختصاص داده است، استفاده از منابع آبی با کیفیت پایین یکی از موثرترین راه حل‌هایی است که می‌توان به آن توجه کرد. لذا به طور کلی بهره برداری از آب نامتعارف از جمله پساب‌های فاضلاب شهری (شکل ۱) و صنعتی برای آبیاری اراضی کشاورزی امری ضروری است و این کار با توجه به محدودیت‌های حاضر در پساب، منجر به مسائل و مشکلات زیست محیطی و ورود ترکیبات سمی به زنجیره غذایی انسان و دام می‌شود. با توجه به این که فلزات سنگین توسط میکروب ها تجزیه نمی شوند و مدت طولانی در محیط باقی می‌مانند لذا باعث آلودگی آب و خاک گشته و نهایتاً گیاهان با جذب این عناصر آلودگی را وارد چرخه غذایی انسان خواهند کرد و زمانی که مقدار آنها از حد مجاز بگذرد باعث بروز بیماری های گوناگون و کشنده خواهد شد. بنابراین لازم است تا تحقیقات گسترده‌ای در مورد بررسی و ارزیابی امکان استفاده از این منبع آبی عظیم و مفید در سیستم‌های کشاورزی صورت گیرد تا علاوه بر استفاده از عناصر غذایی موجود در آن، از مخاطرات زیست محیطی آن جلوگیری به عمل آید. در این پژوهش سعی بر این است که، قابلیت جذب کننده های طبیعی ارزان قیمت که به آسانی می‌توان آنها رافراهم کرد در جهت تصفیه فاضلاب و پس ماندهای صنعتی مورد بررسی قرار گیرد تا در صورت امکان با توجه به خطرات زیست محیطی، ناشی از وجود عناصر سنگین در خاک بتوان از این جذب کننده ها در جهت تصفیه و اصلاح پسابها استفاده نمود (شکل ۲).

**شکل ۱- پسابهای شهری**

**شکل ۲- مواد جاذب کاربردی**

## معرفی دستاورد

اثر نوع ماده جاذب و زمانهای مختلف تماس در جدول ۱ آورده شده است.

**جدول۱*- اثر دو نوع ماده جاذب و زمانهای مختلف تماس در جذب سرب و کادمیوم ( درصد)**

| ماده جاذب (۰/۵ گرم) | مدت تماس ۳ ساعت | | مدت تماس ۵ ساعت | | مدت تماس ۷ ساعت | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | سرب | کادمیوم | سرب | کادمیوم | سرب | کادمیوم |
| | غلظت عناصر در پساب ۵ میلی گرم بر لیتر | | | | | |
| تفاله چای | ۹۳ | ۵۸/٤ | ۹٤ | ٥٤ | ۹٤/۲ | ٦۰ |
| پوسته شلتوک برنج | ۷۵ | ٤۰ | ۷۷/۲ | ٤۲ | ۷۷ | ٤۲/۳ |

*روند تغییرات بازده جذب سرب و کادمیوم ( درصد) در سایر غلظت های پساب (۱۰-۱۵-۳۰ و ۱۰۰میلی گرم بر لیتر) و مقادیر دیگر مواد جاذب (۱ و ۲ گرم) مشابه جدول مذکور بود.

طبق نتایج حاصل از جدول ۱، با کاربرد غلظت‌های مختلف عناصر سنگین سرب و کادمیوم ( ۵ ،۱۰،۱۵،۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) در مقادیر و انواع مختلف مواد جاذب از قبیل تفاله چای و پوسته شلتوک برنج (۰/۵، ۱ و ۲ گرم) و در مدت زمان‌های

تماس ( ۳-۵ و ۷ ساعت)، مشخص گردید که به طور مثال، تاثیرکاربرد ۰/۵گرم از مواد جاذب در محلول‌های حاوی ۵ میلی گرم بر لیتر از عناصر سنگین سرب و کادمیوم، درصد یا بازده جذب با گذشت زمان تماس افزایش می‌یابد ولی پس از گذشت زمان ۳ ساعت، میزان جذب تقریبا ثابت می‌ماند (جدول۱). البته ثابت بودن درصد جذب، معلول اشباع بودن مکان‌های جذبی از عناصر سنگین سرب و کادمیوم است (۲). بنابراین طبق نتایج حاصله، می‌توان چنین استنباط کرد که حداقل مدت زمان تماس تعادلی ۳ ساعت، به منظور جذب عناصر مذکور از پساب‌ها لازم است. از طرفی این نتیجه با کلیه نتایج حاصل از سایر غلظت‌های مختلف عناصر سنگین سرب و کادمیوم در پساب‌ها( ۱۰،۱۵،۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و در مقادیر و انواع مختلف مواد جاذب کاملا یکسان به دست آمد. نتایج به دست آمده از این تحقیق، با یافته‌های تعداد زیادی از محققین دیگرمطابقت دارد به طوریکه آنها زمان مناسب تعادل برای جذب سرب،کادمیوم و روی را توسط جذب کننده ها تقریبا بین ۳ تا ۵ ساعت تماس گزارش کرده اند آنها بیان داشتند بیشتر از ٦ ساعت تماس، جذب به یک حالت تعادل خواهد رسید (۳ و ٤).

در رابطه بین اثر مقادیر و نوع مواد جاذب در برداشت عناصر سرب و کادمیوم از پساب های ساختگی، مشخص گردید که قدرت جذب تفاله چای در مقایسه با پوسته شلتوک برنج در برداشت هر دو عنصر سنگین سرب و کادمیوم از پساب های حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر از سرب و کادمیوم بسیار قابل توجه است و با افزایش مقدار مواد جاذب، درصد جذب افزایش می یابد که به نظر می رسد می توان آن را معلول افزایش جایگاه های جذبی دانست (۲). لذا هر چه سطح تماس مواد جاذب زاید با پساب ها بیشتر باشد درصد یا بازده جذب افزایش می یابد.

نتایج حاصل از اثر مقادیر مختلف مواد جاذب در جذب غلظت‌های مختلف سرب و کادمیوم پساب (۵، ۱۰،۱۵،۳۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) در مدت زمان تماس ۳ ساعت، در جدول‌های ۲ و ۳ آورده شده است.

**جدول۲- اثر مقادیر مختلف تفاله چای (گرم) در جذب عناصر سنگین (درصد) با غلظت های مختلف سرب و کادمیوم در پساب**

| مقدار تفاله چای | غلظت عناصر سرب و کادمیوم در پساب های ساختگی (میلی‌گرم بر لیتر) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ( گرم) | ۵ | | ۱۰ | | ۱۵ | | ۳۰ | | ۱۰۰ | |
| | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم |
| ۰/۵ | ۹۳ | ۵۸/٤ | ۸۷ | ٤۹ | ۸۲/۵ | ۳۹/۸ | ۷۹/۳ | ۲۹/۷ | ۷۵/۱ | ۲۵ |
| ۱ | ۹۸/٦ | ٦۸ | ۹۸/۲ | ۵۹ | ۹۵/۸ | ٤۹/۳ | ۹٤/٦ | ٤۳ | ۹٦ | ۸۳/۳ |
| ۲ | ۱۰۰ | ۷۷/٤ | ۱۰۰ | ۷٤ | ۹۷ | ۵۹/۳ | ۹۷/٤ | ۵۵/۹ | ۹٦/۱ | ٤۳/۷ |

**جدول۳- اثر مقادیر مختلف پوسته شلتوک برنج (گرم) در جذب عناصر سنگین (درصد) با غلظت های مختلف سرب و کادمیوم در پساب**

| مقدار پوسته شلتوک برنج (گرم) | غلظت عناصر سرب و کادمیوم در پساب های ساختگی (میلی‌گرم بر لیتر) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۵ | | ۱۰ | | ۱۵ | | ۳۰ | | ۱۰۰ | |
| | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم | سرب | کادمیم |
| ۰/۵ | ۷۵ | ٤۰ | ٦۷ | ۳۸/۳ | ٦۱/٦ | ۲۵/۸ | ۵۸/٤ | ۱۷/٤ | ۵۰ | ۱۰/٤ |
| ۱ | ۸۰ | ۵۳/٤ | ۷۸/۳ | ٤٦ | ۷۰/۵ | ۳٤ | ٦۷ | ۲۷/٤ | ۵۹/٦ | ۲۳/۷ |
| ۲ | ۹۲/۹ | ٦۲ | ۸۷ | ۵۸/۷ | ۸٤/۷ | ٤۹/۸ | ۷۹/۹ | ٤۲/۳ | ۷۳/۱ | ۳۵/۷ |

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که به طور مثال، از یک پساب ساختگی حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سرب با کاربرد ۰/۵گرم تفاله چای در ۳ ساعت تماس در حدود ۹۳ درصد از سرب برداشت می‌شود. در حالیکه با همان مقدار تفاله چای (۰/۵ گرم) از محلول حاوی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سرب حدود ۷۵/۱ درصد جذب سرب صورت پذیرفته است. لیکن با افزایش مقدار تفاله چای به ۲ گرم، مقدار راندمان جذب به ۱۰۰ درصد برای پساب حاوی ۵ میلی گرم در لیتر سرب و برای پساب حاوی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سرب به حدود ۹٦/۱ درصد افزایش یافته است. بررسی نتایج نشان می‌دهد، حداکثر و حداقل راندمان جذب در مدت تماس ۳ ساعت، در اولین مرحله آزمایش با ۰/۵ گرم تفاله چای برای سرب به ترتیب ۹۳ و ۷۵/۱درصد و برای کادمیوم به ترتیب ۵۸/٤ و ۲۵ درصد بدست آمده است (جدول ۲). این در حالی است که حداکثر و حداقل راندمان جذب با ۰/۵گرم پوسته شلتوک برنج، برای سرب به ترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد و برای کادمیوم ٤۰ و ۱۰/٤ درصد بدست آمد ( جدول۳).

نتیجه دیگر نشان داد راندمان جذب برای سرب در دو نوع ماده جاذب، ماکزیمم و برای کادمیوم حداقل می باشد. همانطور که قبلا اشاره شد، قدرت جذب تفاله چای بیشتر از پوسته شلتوک برنج بوده و در مقایسه بین دو عنصر، تفاله چای قادر است قسمت اعظم سرب را در مقابل کادمیوم جذب نماید. بنابراین، مشخص گردید که بهترین ماده جاذب، تفاله چای و فلز سنگین برگزیده، عنصر سرب می‌باشد. تفاله چای به دلیل سطح فیبری و مکانهای جذب فعال زیاد به عنوان یک جاذب موثر گزارش شده است (۵).

## توصیه ترویجی

طبق نتایج این پروژه، تفاله چای قادر است میزان قابل قبولی از عنصر سرب را از پساب‌های ساختگی، در حداقل مدت زمان تماس ۳ ساعت، حذف نماید. از طرفی با توجه به هزینه بسیار کم و قابل دسترس بودن این گونه ضایعات ارزان قیمت، استفاده از این تکنیک جذبی در جهت اصلاح آلودگی و برداشت فلزات سنگین در حجم زیادی از پساب های آلوده بسیار موثر و مفید می‌باشد و از آنجا که این گونه مواد، بر خلاف ارزش کم اقتصادی، از پتانسیل خوبی در پاکسازی محیط

برخوردار می‌باشند لذا استفاده از این قبیل مواد توصیه می‌شود. میزان جذب به مقدار و نوع ماده جاذب، غلظت اولیه و نوع عناصر سنگین در پساب و حتی مدت زمان تماس، بستگی دارد و مشخص است که در غلظت های بالاتر آلودگی، مقدار ماده جاذب بیشتری لازم است ولیکن حداقل مدت زمان تماس ۳ ساعت به منظور حذف حداکثر میزان آلودگی پساب به نظر کافی می رسد. از طرفی، با توجه به عکس العمل متفاوت مواد جاذب مختلف به انواع عناصر سنگین، تشخیص اینکه چه نوع ماده جاذب، قادر است چه نوع عنصر سنگین را به بهترین نحو ممکن جذب نماید نیاز به تحقیق بیشتر دارد و پیشنهاد می شود از سایر مواد جاذب و در شرایط متفاوت (حالت های حرارت دیده و در دماهای متفاوت) و با پی هاش های مختلف، نحوه‌ی جذب مورد بررسی قرار گیرد و در نهایت، نتایج به پساب های طبیعی انعکاس داده شود.

## فهرست منابع:


۱- مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور (۱۳۹۵). شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، معاونت برنامه ریزی و بهبود مدیریت، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

۲- زوار موسوی، س.ح، فضلی، م، رحمانی، ا. (۱۳۹۰). حذف کادمیوم از محلولهای آبی توسط γ آلومینای نانو ساختار. مجله آب و فاضلاب. ۲۲. (٤) : ۲۲-۹.

3- Mahvi, A.H., Naghipour, D., Vaez, F., and Nazmara, S.H. (2005). Teawaste as an adsorbent for heavy metal removal from industrial wastewaters. Applied Sciences, 2 (1), 372 – 375.

4- Sud, D., Mahajan, G., and Kaur, M.P. (2008). Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solution. Areview. Bioresource Technology, 99, 6017-6027.

5- Chang, Y., and Chen, D. (2005). Preparation and adsorption properties of monodisperse chitosan-bound $Fe_3O_4$ magnetic nanoparticles for removal of Cu (II) ions. Journal of Colloid and Interface Science, 283, 446- 451.