

# حذف سختی کلسیم از محلول‌های آبی توسط کلینوپتیلولیت

## اصلاح شده

مهدی صدیقی<sup>۱</sup>، احسان جباری<sup>۱</sup>، علی شمشیری<sup>۲</sup>، امیر حسین سلیمی<sup>۳</sup>، محمدرضا حسنونند<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه مهندسی شیمی دانشگاه قم، قم

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد آب و سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه قم، قم

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد آب و سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه سمنان، سمنان

آدرس پست الکترونیکی نویسنده رابط ( )

## خلاصه

کلینوپتیلولیت در فرآیند تصفیه آب و پساب کاربرد فراوانی دارد. از این ماده می‌توان به عنوان جاذب در پساب‌های صنعتی و کشاورزی که امروزه از مهم‌ترین آلاینده‌های آب و خاک می‌باشد، استفاده کرد. در این تحقیق به بررسی حذف آهن کل و فسفات موجود در آب و پساب پرداخته شده است. افزودن جاذب به محلول حاوی آهن و فسفات و بررسی میزان حذف این یون توسط کلینوپتیلولیت در شرایطی مانند نوع روش اصلاحی، غلظت جاذب به آلاینده، زمان تماس و pH های مختلف محلول پرداخته شده است. مطالعه نشان داده است که کلینوپتیلولیت با روش اصلاحی بسیار ساده می‌تواند به عنوان یک جاذب موثر و ارزان قیمت جهت حذف سختی کلسیم از محلول‌های آبی بکار رود. استفاده از محلول هیدروکلریدریک اسید بهترین پاسخ برای حذف سختی کل را داراست. در زمان ۱۲ ساعت اختلاط آلاینده و جاذب بیشینه درصد حذف را سبب می‌شود. نسبت غلظت جاذب بر آلاینده ۴۵ و pH ۰.۷. ایزوترم فروندلیچ فرآیند جذب سختی کلسیم را با ضریب همبستگی ۰/۹ بهتر توصیف کرد.

واژه‌های کلیدی: کلینوپتیلولیت، سختی کلسیم، جذب سطحی، نانو ذره، تصفیه آب، لانگمویر

۳: دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه قم

۴: دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه سمنان

## مقدمه:

آب لازمه زندگی و سلامت انسان است. بیش تر از یک میلیارد نفر از سکنه دنیا دسترسی به آب آشامیدنی ایمن ندارند. کیفیت و سلامت آب آشامیدنی از ابتدا یک مساله مهم بوده است. تاریخ نشان می دهد که بشر از ابتدا به ارتباط بین بیماری و انتشار آن و آلودگی آب پی برده است. مشخصه هایی مقدماتی برای شناسایی آلودگی از جمله رنگ، بو و مزه وجود دارند [۱-۳].

با افزایش جمعیت کشورها در دهه های اخیر متوسط آب تجدید شونده به شدت کاهش یافته که این روند همچنان ادامه دارد. ایران از جمله کشورهای خشک و نیمه خشک دنیا به حساب می آید و با گذشت زمان این مساله بیش تر به چشم می آید. وجود آلودگی ها در آب یکی از مشکلات امروزی جوامع بشری است و یکی از مهم ترین این آلودگی های صنعتی آهن و فسفات هستند. امروزه تصفیه پساب یک راه حل بسیار مهم و کاربردی برای مقابله و پیش گیری بحران آب است. امروزه استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی باعث کاهش استفاده از آب هایی می شوند که علاوه بر کشاورزی می تواند به مصارف دیگر نظیر شرب برسند [۴-۸].

آلودگی آب ها با مواد مختلف آلی و معدنی، مانند سختی، همواره با گسترش تکنولوژی و صنعت رو به افزایش بوده و هشدار جدی محسوب می شود. تنوع وجود آلاینده های کلسیم دار از جمله سختی در طبیعت با ماندگاری بالا در محیط زیست سبب این شده، دانشمندان شیمی و زیست حذف این یون ها از پساب ها را جزو تحقیقات خود قرار دهند [۹-۱۲].

روش های به کار رفته در حذف آلاینده های آب متعدد و شامل تعدادی از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی مانند اسمز معکوس، تبادل یونی و رسوب دهی شیمیایی می باشد. روش های فوق ضمن آن که اثرات احتمالی جانبی بر روی آب دارند، از نظر اقتصادی نیز بعضا گران قیمت هستند. در حال حاضر جذب به عنوان روش مناسب برای حذف آلاینده ها به دلیل کم بودن هزینه، سادگی و راهبری آسان مورد توجه قرار گرفته است [۱۳، ۱۴].

آب سخت آبی است که حاوی نمک های معدنی از قبیل ترکیبات بی کربنات، یون های کلسیم و منیزیم و غیره است. سختی آب عمدتا بر دو نوع است دائمی و موقت و بر اساس دو فلز کلسیم و منیزیم سنجیده می شود. سختی موقت یا کربناتی شامل بی کربنات کلسیم و منیزیم است [۱۵].

از مضرات آب سخت رسوب در افراد سنگ ساز و ایجاد بیماری های گوارشی است. آب سخت به جداره دیگ های بخار آسیب زده و باعث خوردگی تاسیسات مرتبط می شود.

میزان سختی آب بر حسب میل گرم بر لیتر بیان می گردد. شهرهای قم، سمنان، میانه میزان سختی بالایی دارند. استاندارد آب آشامیدنی حد مجاز سختی کربنات کلسیم را ۵۰ میلی گرم بر لیتر تعیین می نماید.

در سال های اخیر بکارگیری زئولیت طبیعی برای کنترل آلودگی های محیط زیست افزایش یافته است. زئولیت طبیعی دارای ظرفیت بالای تبادل یونی و جذب می باشد. این خواص زئولیت را به یک ماده محبوب در زمینه تصفیه تبدیل کرده است. در کنار این خواص هزینه پایین و دسترسی آسان نیز مورد توجه است.

زئولیت ها آلومیناسیلیکات های هیدراته کریستالی با کاتیون های گروه اول و دوم اصلی جدول تناوبی می باشند. این کاتیون ها عموما عبارتند از: سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، استرانسیم و باریم. شبکه زئولیت از نظر ساختمانی چارچوبی آلومیناسیلیکاتی است که تشکیل دهنده یک شبکه سه بعدی بی پایان از چهاروجهی های  $SiO_4$  و  $AlO_4$  می باشد که به وسیله اکسیژن ها به هم وصل هستند [۱۹-۱۶].

## مواد و روش ها: