

# بهینه سازی انعقاد و لخته سازی با استفاده از مواد منعقد کننده جایگزین

مجتی فاضلی<sup>1</sup>، محمد یزدی<sup>2</sup>، حدیث شوکتی<sup>3</sup>

- 1-استاد یاردانشکده آب دانشگاه شهید عباسپور ، fazeli@pwut.ac.ir  
2-دانشجوی کارشناسی ارشد آبفا دانشگاه شهید عباسپور، yazdi\_abfa@yahoo.com  
3- دانشجوی کارشناسی آبفا دانشگاه شهید عباسپور، shokati\_abfa@yahoo.com

چکیده :

یکی از مهمترین روشهای تصفیه آب ، منعقدسازی مواد معلق موجود در آب بوسیله منعقد کننده ها می باشد. در این پژوهش کارائی چهار منعقد کننده شامل کلرور فریک، آلوم، پلی آلومینیوم کلراید و پلی فریک سولفات در فرایند انعقاد- لخته سازی، بوسیله یک دستگاه جارتست مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. شایان ذکر است که در این پژوهش ، پلی فریک سولفات برای اولین بار در ایران بر روی آب مورد آزمایش قرار گرفته است. طبق نتایج بدست آمده، این ماده در مقایسه با دیگر منعقد کننده های مورد آزمایش، عملکرد بهتری از نظر راندمان حذف کدورت و حذف کل کربن آلی داشته و در محدوده وسیعتری از pH عملکردی مناسب دارد.

**کلید واژه: انعقاد-لخته سازی، پلی فریک سولفات، آزمایش جار، حذف کدورت ، کل کربن آلی.**

## 1- مقدمه

آب از هر منبعی که بدست آمده باشد ممکن است نا خالصی هایی که ناشی از فرسایش زمین، انحلال مواد معدنی، انحلال گازها و مواد معلق حاصل از متلاشی شدن مواد آلی گیاهی یا حیوانی شامل: ویروس ها، باکتری ها، کیست ها و جلبک ها می باشد. این مواد در صورتیکه مقدارشان از حدود معینی تجاوز کند باعث بروز مشکلاتی از قبیل کاهش شفافیت آب، بیماری زایی ، ایجاد مسمومیت می شود. به منظور حذف کدورت آب از روش های مختلفی استفاده می شود که از متداول ترین این روش ها می توان به انعقاد/لخته سازی/ته نشینی و فیلتراسیون اشاره نمود. در زمینه فرایند انعقاد-لخته سازی می توان به کاربرد منعقد کننده های مناسب جهت افزایش راندمان حذف کدورت و آلودگی های مختلف در طی این فرایند اشاره نمود. مواد منعقد کننده متعارف اغلب در مواقع بروز کدورت های بالا و پایین عملکرد مناسبی نداشته و در این موارد مسئولین بهره برداری مجبور به استفاده از کمک منعقدکننده ها می شوند که هر کدام دارای اثرات جانبی ویژه ای می باشند. از این رو به منظور استفاده از منابع و امکانات موجود و کاهش هزینه ها، بکارگیری از ماده منعقدکننده جدید و توسعه یافته تحت نام پلی فریک سولفات (PFS) برای افزایش راندمان توان تصفیه خانه های متعارف در شرایط بحرانی و بروز آلودگی، کاهش و یا حذف بالایی از میزان کدورت، کاهش حجم لجن تولیدی و کاهش و یا حذف ریز آلاینده ها و کاهش مصرف مواد شیمیایی، با 3 ماده منعقد کننده دیگر به نام های: آلوم، پلی آلومینیوم کلراید و کلرور فریک مقایسه شده است. هدف اصلی این پژوهش بررسی و مطالعه تأثیر ماده منعقدکننده پلی فریک سولفات بر حذف کدورت آب (بالا-پایین) و حذف کل کربن آلی موجود در آب (TOC) بوده است. به این منظور آب شهر تهران برای مطالعه موردی انتخاب شده است.

## 2- مواد و روش ها

جهت انجام آزمایشات از نمونه های آب شهر تهران که کدورت و مواد آلی آن بطور مصنوعی با افزودن خاک رس رس شده از الک نمره 200 و مواد آلی طبیعی (برگ فاسد شده درختان) تهیه گردیده است، استفاده شده است. آزمایشات در مقیاس

آزمایشگاهی و با استفاده از دو دستگاه جارتست توسط چهار ماده منعقد کننده آلوم، پلی آلومینیوم کلراید، کلرور فریک و پلی فریک سولفات استفاده شده است. در هر مورد آزمایش از بشر 1 لیتری استاندارد حاوی 800 میلی لیتر نمونه آب مورد نظر استفاده شد، و سپس آزمایشات لازم صورت پذیرفت. جهت تنظیم pH از اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم با غلظت های 0.5 و 0.1 مولار و دستگاه سنجش pH استفاده شده است. بطوریکه در یک سری آزمایش جار، در تمام شش بشر یک غلظت خاص از ماده منعقدکننده مورد نظر تزریق شده، ولی pH بشرها متفاوت انتخاب می شوند تا پس از طی مراحل انعقاد/خته سازی/ته نشینی، pH بهینه از نظر حداکثر راندمان حذف کدورت و حذف کل کربن آلی موجود در آب (TOC) بدست آید. به منظور سنجش کدورت و کربن آلی از دستگاه کدورت سنج و TOC سنج استفاده شده است. در سری آزمایشات بعدی، pH تمام بشرها روی pH بهینه تنظیم شده ولی دُز ماده اصلی مورد پژوهش و سه ماده بکار رفته بعنوان ماده منعقدکننده در ایران در رنج های مختلف به بشرها افزوده شده تا پس از طی مراحل انعقاد/خته سازی/ته نشینی، دُز بهینه مشخص شود..

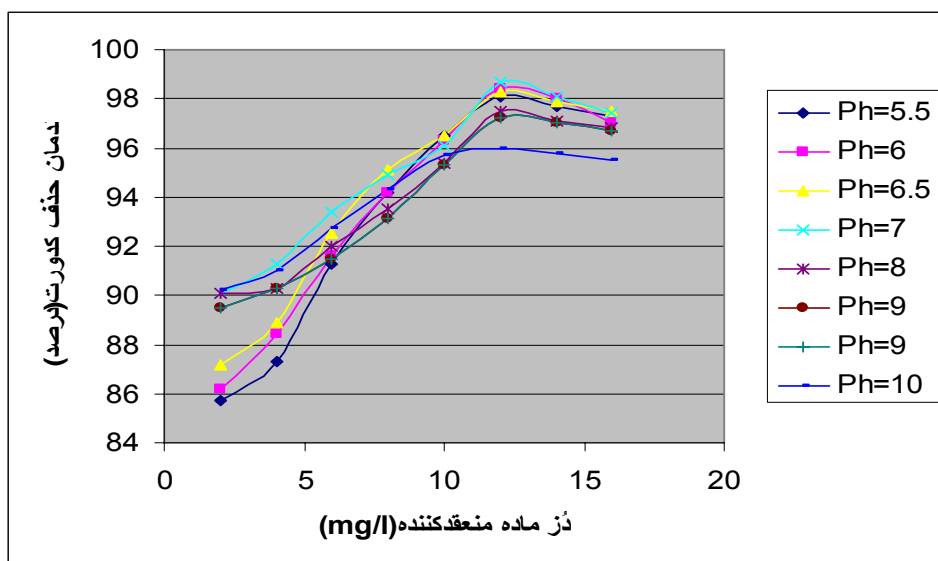
### 3- مراحل انجام آزمایش

در این پژوهش در آزمایشگاه بر روی حذف کدورت و کربن آلی موجود در آب (TOC) شهر تهران با کدورت 320NTU مصنوعی و 10NTU مصنوعی با آزمایش جار صورت گرفت.

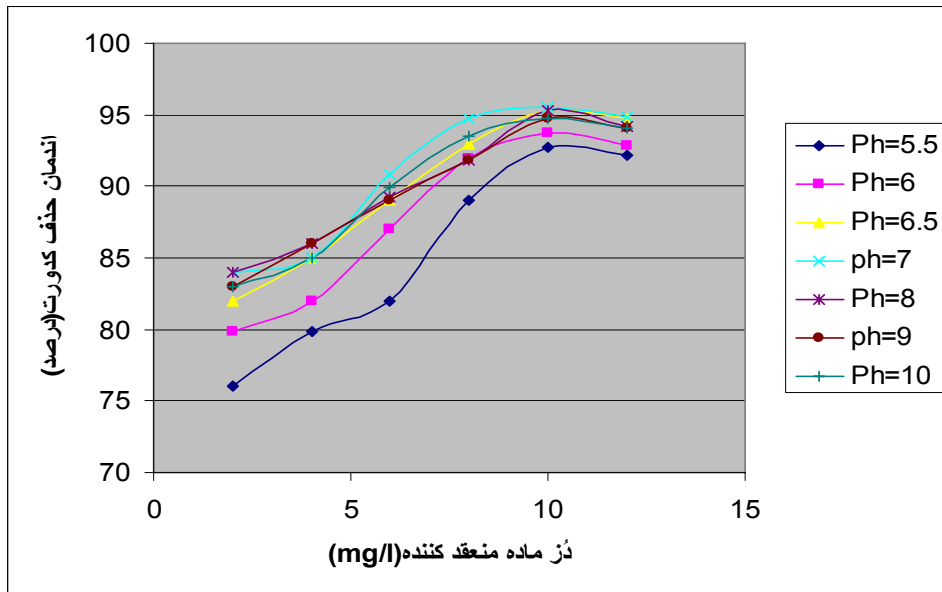
در آزمایش جار، اخلاط سریع با سرعت 120 دور بر دقیقه به مدت یک دقیقه انجام گرفت و طی مرحله اختلاط کند 20 دقیقه ای با سرعت 25 دور بر دقیقه دنبال شد. در انتها نمونه ها به مدت 30 دقیقه جهت ته نشینی به حال سکون قرار گرفته است. به منظور بررسی رفتار ماده منعقدکننده پلی فریک سولفات، کدورت آن بطور مصنوعی با افزودن خاک رس رد شده از الک نمره 200 و مواد آلی طبیعی (برگ فاسد شده درختان) به میزان TOC تعیین شده در حد مطلوب تنظیم شد. آزمایشات جار با چهار ماده منعقد کننده آلوم، پلی آلومینیوم کلراید، کلرور فریک و پلی فریک سولفات بر روی نمونه های تهیه شده انجام گردید، که نتایج مربوط به درصد حذف کدورت و TOC بدست آمده در شکل های بعد نشان داده شده است.

در شکل های 1-الف و 1-ب تأثیر pH آب خام با کدورت 320NTU و 10NTU در نحوه عملکرد پلی فریک سولفات مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به نمودار، این ماده در کدورت های بالا و پایین دارای دامنه وسیعی از رنج pH می باشد.

در این بررسی pH بهینه برای حذف کدورت از آب توسط پلی فریک سولفات برای کدورت بالا و پایین در حدود 7 می باشد.



شکل 1-الف- تأثیر pH بر روی راندمان حذف کدورت 320NTU توسط پلی فریک سولفات

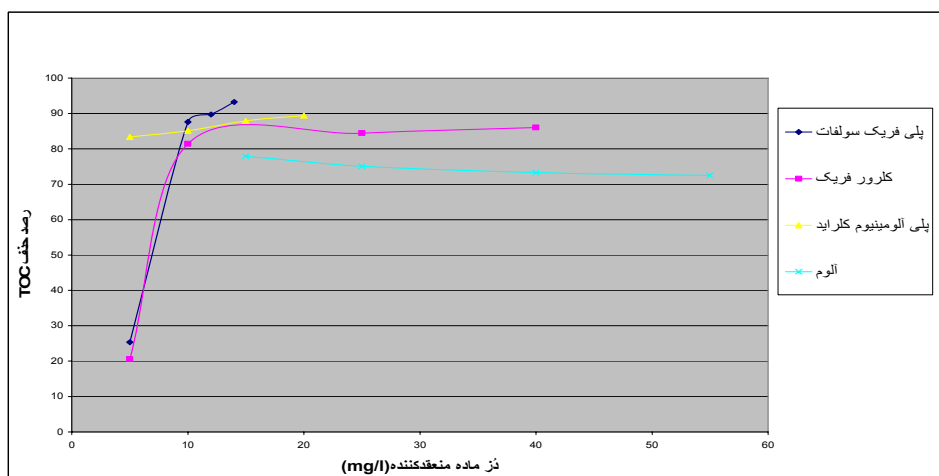


شکل 1-ب- تأثیر pH بر روی راندمان حذف کدورت 10NTU توسط پلی فریک سولفات

مقایسه راندمان حذف کل کربن آلی توسط مواد منعقد کننده

جدول 1- راندمان حذف TOC مواد منعقد کننده در ( TOC=10 (mg/l)

TOC=10 (mg/l)	پلی فریک سولفات	آلوم	کلرور فریک	پلی آلومینیوم کلراید
pH بهینه	7	8	7.3	8
دوز بهینه (mg/l)	14	25	25	20
راندمان حذف TOC (درصد)	93.2	75.1	86	89.1

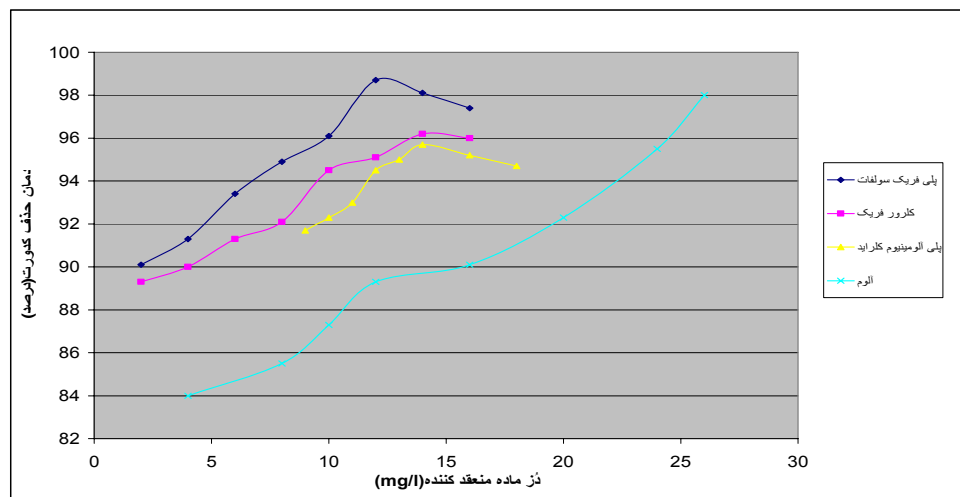


شکل 2- مقایسه عملکرد چهار ماده منعقد کننده در حذف TOC با غلظت اولیه (mg/l) 10

شکل 2 مقایسه درصد راندمان حذف TOC این چهار ماده منعقد کننده را نشان می دهد که با توجه به نمودار بالا پلی فریک سولفات در مقایسه با مواد دیگر قابلیت بسیار بالایی در حذف TOC موجود در آب از خود نشان داده است. با توجه به نمودارها چنین برداشت می شود که با میزان تزریق 14 میلی گرم بر لیتر از ماده پلی فریک سولفات، راندمان حذف TOC را به مرز 93.2 درصد می رساند.

جدول 2- راندمان حذف کدورت مواد منعقد کننده در کدورت 320 NTU

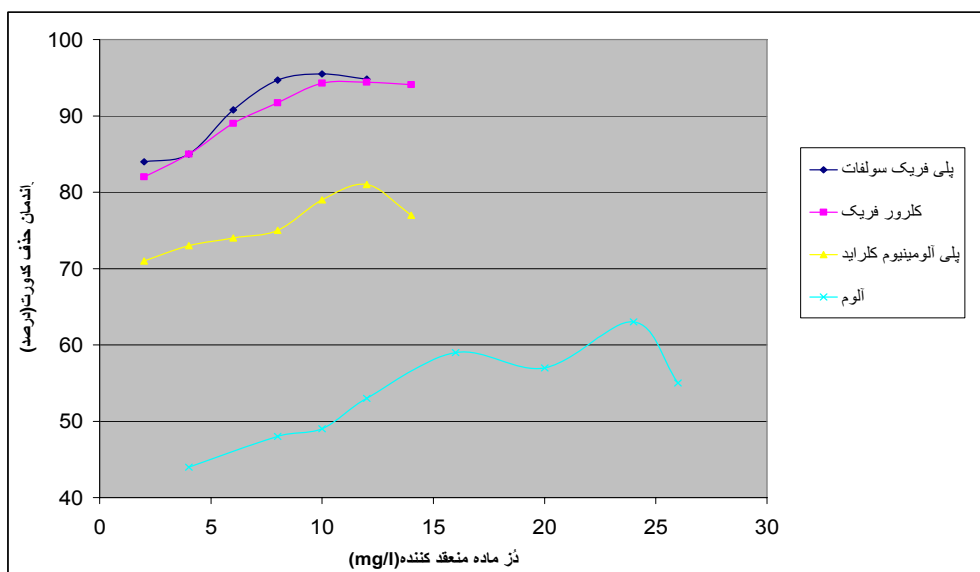
کدورت 320NTU	پلی فریک سولفات	آلوم	کلرور فریک	پلی آلومینیوم کلراید
pH بهینه	7	8	7.3	8
دوز بهینه (mg/l)	12	20	12	14
راندمان حذف کدورت (درصد)	98.7	95.5	96.2	95.8



شکل 3- الف-مقایسه عملکرد چهار ماده منعقد کننده در حذف کدورت 10NTU

جدول 3- راندمان حذف کدورت مواد منعقد کننده در کدورت 10NTU

کدورت 10NTU	پلی فریک سولفات	آلوم	کلرور فریک	پلی آلومینیوم کلراید
pH بهینه	7	8	7.3	8
دوز بهینه (mg/l)	8	16	8	10
راندمان حذف کدورت (درصد)	96	63	94.4	94.3



شکل 3-ب-مقایسه عملکرد چهار ماده منعقد کننده در حذف کدورت 10NTU

در شکل های 3-الف و 3-ب درصد راندمان حذف کدورت توسط چهار ماده منعقد کننده آلوم، پلی آلومینیوم کلراید، کلرور فریک و پلی فریک سولفات مورد مقایسه قرار گرفته است. همانگونه که در نمودارها مشهود است، اولاً پلی فریک سولفات در کدورت بالا دارای راندمان حذف بالایی می باشد، ثانیاً با افزایش میزان دُز ماده منعقدکننده میزان انعقاد و حذف کدورت بالا می رود، همچنین ازدیاد مصرف پلی فریک سولفات از حد معینی که بگذرد تأثیر چندانی روی حذف کدورت نخواهد داشت.

#### 4-نتیجه گیری

از انجام این آزمایشها نتایج زیر بدست می آید:

1-راندمان عملکرد پلی فریک سولفات در فرایند انعقاد به منظور حذف کدورت رابطه مستقیمی با میزان کدورت اولیه و pH دارد و در کدورت های بالاتر حذف کدورت افزایش می یابد.

2-میزان 2 میلی گرم در لیتر پلی فریک سولفات قادر است راندمان حذف کدورت را در 320 NTU به 90 درصد و در کدورت 10NTU به 84 درصد برساند، قابل ذکر است که این ماده در کدورت 320 NTU با تزریق 12 میلی گرم در لیتر، راندمان حذف را به 98.8 درصد و در کدورت 10NTU با تزریق 10 میلی گرم در لیتر، راندمان حذف را به 95.5 درصد می رساند.

3- پلی فریک سولفات در دامنه وسیعی از pH عملکرد مناسبی دارد و pH بهینه برای حذف ذرات معلق در کدورت های پایین و بالا در حدود 7 می باشد.

#### 5-منابع:

لازم به ذکر است که تمام نتایج بدست آمده براساس آزمایشات انجام گرفته می باشد؛ لذا از این منابع تنها جهت آشنایی با ماده جدید پلی فریک سولفات استفاده شده است.

[1].Shen, Y.H., B.A. Dempsey; "Synthesis and Speciation of Poly-ferric-sulfate for water treatment", Environmental International, Vol.24, No.8, 899910, 1998.

[2].Qu, J., H.Liu; "Optimum condition for Al13 polymer formation in PAC preparation by electrolysis process", Chemosphere, 55:51-56, 2004.

[3]. Jiang, J.Q. and Graham, Nigel J.D. 2003. Development of Optical Poly-Aluminum-Iron Sulphate Coagulant [J]. J. Environmental Engineering, 129(8):699-708.

[4]. [www.kemiron.com](http://www.kemiron.com)

[5]. Li X J,1995.The new technology for production of PFS[J].Water Treatment for Industry,1:5-6.

[6]. Gao,B.Y.,Q.Y.Yue,B.J.Wang.; "Electrophoretic nature and evaluation of Poly-ferric-Sulfate (PFS) as a coagulant for water and wastewater treatment", J.Environ.Sci.,38(5):897-907,2003(abs).

[7]. [HTTP://WWW.CQVIP.COM/QK/85265X/200203/6606319.html](http://WWW.CQVIP.COM/QK/85265X/200203/6606319.html)