مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
زمستان ۱۳۹۱؛۴(۴):۶۵۷-۶۶۳

Journal of North Khorasan University of Medical Sciences
Winter2012;4(4):657-663

مقاله پژوهشی

بررسی کارایی فرایند نانوفیلتراسیون در حذف فلوراید از آب

سارا نام آور [۱]، سیمین ناصری [۲]، امیرحسین محوی [۳]، رامین نبی زاده [۴]*

[۱]کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[۲]استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[۳]استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[۴]دانشیارگروه مهندسی بهداشت محیط ،دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
* **نویسنده مسئول**: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
پست الکترونیک: ahmahvi@yahoo.com

وصول:۱۳۹۰/۹/۲۶ اصلاح:۱۳۹۰/۱۲/۲۷ پذیرش:۱۳۹۱/۳/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: *یکی از پارامتر های مهم در بحث کیفیت آب، میزان فلوراید آن است. فلوراید در غلظت های بالا می تواند باعث ایجاد عوارضی در بدن گردد. از مهمترین این عوارض بیماری فلوئوروزیس (دندانی و اسکلتی) است. بر اساس رهنمود سازمان بهداشت جهانی غلظت فلوراید در آب شرب نباید بیش از ۱/۵ میلی گرم در لیتر باشد. طبق مطالعات انجام شده در مناطقی از ایران غلظت فلوراید بیش از این استاندارد می باشد. امروزه استفاده از تکنیک های غشایی با توجه به مزایای این روش ها در صنعت آب گسترش بسیاری یافته است. تعیین کارایی فرایند های غشایی در تولید آب با کیفیت مناسب از نظر غلظت فلوراید در آب تولیدی از اهداف این مطالعه می باشد.*

مواد و روش کار: *در این مطالعه کارایی غشاء نانوفیلتر (NF33-1812-50 ,FILMTEC) در حذف فلوراید آب بررسی واثر پارامتر های شیمیایی (غلظت اولیه فلوراید، غلظت سولفات و میزان هدایت الکتریکی آب خام، تاثیر کاتیون همراه با فلوراید) و فیزیکی (دبی ورودی) در کارایی حذف فلوراید مورد ارزیابی قرار گرفت.*

یافته ها: *نتایج به دست آمده نشان داد که کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه فلوراید، سولفات و هدایت الکتریکی آب خام و افزایش دبی ورودی کاهش می یابد. به علاوه راندمان حذف برای نمک فلورید کلسیم در مقایسه با نمک فلورید سدیم بیشتر می باشد.*

نتیجه گیری: *در مقایسه با مقدار استاندارد غلظت فلوراید آب تولیدی در تمامی نمونه ها در حد استاندارد بوده و کارایی حذف برای این غشا بیش از ۸۵ درصد می باشد.*

واژه های کلیدی: *تصفیه آب، فرایندهای غشایی، نانوفیلتراسیون، حذف فلوراید*

مقدمه

آب به عنوان منبع حیات، یکی از عوامل مهم در رشد و توسعه جوامع بشری است.بنابراین تامین آب سالم و بهداشتی را می توان به عنوان یکی از شاخص های توسعه پایدار و باعث حفظ و ارتقاء سلامت جامعه دانست. در جهان امروز تقاضا برای آب آشامیدنی سالم روز به روز افزایش می یابد در حالی که ذخایر آب موجود، در نتیجه خشکسالی ها، رشد سریع جمعیت ،افزایش سطح کیفیت زندگی و افزایش مصارف آب در حال کاهش است. به علاوه افزایش آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی ناشی از فعالیت های جوامع شهری و صنعتی، کیفیت آب های موجود را به شدت تحت تاثیر قرار داده است. یکی از پارامتر های مهم در تعیین کیفیت آب آشامیدنی غلظت فلوراید در آب می باشد. فلوئور الکترونگاتیوترین و فعال ترین عنصر در جدول تناوبی است، به طور طبیعی و به میزان های متفاوت در آب، خاک و گیاهان وجود دارد. پوسته زمین حاوی ۰/۳ g/kg فلوراید می باشد، همچنین میانگین فلوراید در لیتوسفر زمین حدود ۹۵۰ mg/kg است [۱] این عنصر به مقدار کم برای سلامت انسان و حیوانات ضروری می باشد. یکی از مهمترین جنبه های

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]

بهداشتی فلوراید در انسان، نقش آن در حفظ سلامتی و بهداشت دندان ها و استخوان ها است. وجود فلوراید در غلظت های کم برای حفظ سلامت دندان و استخوان ها ضروری است، اما در غلظت های بالاتر از حد مجاز حالت سمی داشته و باعث ایجاد عوارض مختلفی از جمله فلوروزیس دندانی و اسکلتی می گردد.[۲، ۳، ۴] بر اساس رهنمود سازمان بهداشت جهانی، حد مجاز فلوراید در آب آشامیدنی ۱/۵ mg/l است. [۵، ۶، ۷] ایران جزء کشورهایی است که غلظت فلوراید در برخی نقاط آنها بالاتر از حد مجاز می باشد، لذا لزوم استفاده از روش مناسب جهت حذف فلوراید به منظور حفظ سلامت عمومی احساس می گردد [۴] روش های مختلفی برای حذف فلوراید آب وجود دارد، اساس عمده این روش ها بر چهار مورد است. روش های جذبی، روش ترسیب شیمیایی، روش تبادل یونی و فرایند های غشایی.[۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱]

امروزه با توجه به اهمیت بحث بحران آب استفاده از روشی با کارایی بالا و صرفه اقتصادی در اکثر نقاط دنیا مد نظر می باشد و فرایند های غشایی بدین منظور توسعه بسیاری یافته اند. این تکنولوژی ها می توانند بسیار مقرون به صرفه تر و موثر تر از روش های متداول برای حذف آلاینده ها از آب باشد و بنابراین در صنعت آب و فاضلاب نقش مهمی یافته اند. [۱۲، ۱۳، ۱۴]فرایند نانوفیلتراسیون (NF) و اسمز معکوس (RO) در بین سایر فرایند های غشایی کاربرد بیشتری در صنعت آب دارند و معمولا برای حذف آلاینده های خاص از این دو نوع غشاء استفاده می شود.[۱۱،۱۵،۱۶] به علاوه غشاها دارای مدول های متفاوتی هستند که نوع مارپیچی بیشترین مصرف را دارد.

بررسی جنبه های مختلف کاربرد غشاء نانوفیلتراسیون در حذف فلوراید از آب گسترش بسیاری یافته است. طی مطالعه ای توسط مالف و همکارانش در سال ۲۰۱۰، اثر پارامتر های فیزیکی و شیمیایی در حذف فلوراید طی فرایند نانوفیلتراسیون مورد ارزیابی قرار گرفت. در این بررسی که با استفاده از غشاء (HL2514 T, Osmonics) انجام شد، نتایج به دست آمده نشان داد که راندمان حذف فلوراید در این غشاء بیش از ۸۰ درصد بوده است. [۱۷]

در تحقیق دیگری که توسط کانگ هو[1] و همکارانش در سال ۲۰۰۶ انجام شد از انواع متفاوتی از غشاهای نانوفیلتر (DS-5-DL ، DS-51-HL و SR-1) جهت حذف فلوراید از آب استفاده شد. [۱۸] نتایج این تحقیق نشان داد که میزان حذف فلورید سدیم با افزایش فشار و فلاکس محلول افزایش و با افزایش غلظت اولیه کاهش می یابد. در بررسی دیگری که بر روی حذف فلوراید با استفاده از غشاء نانوفیلتر انجام شد، پونتای[2] و همکارانش نشان دادند که راندمان غشاء NF90 برای حذف فلوراید بیش از ۷۰ درصد بوده و این غشاء به عنوان یک انتخاب مناسب برای حذف فلوراید از آب های شور می باشد. [۱۹] در مطالعه حاضر نیز کارایی غشاء نانوفیلتر (NF33-1812-50 FILMTEC) در حذف فلوراید در شرایط مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش کار

در این تحقیق جهت حذف فلوراید، از غشاء نانوفیلتر (NF33-1812-50 ,FILMTEC) استفاده شد. مشخصات غشاء در جدول شماره (۱) آورده شده است. پارامترهای مورد بررسی به دو دسته پارامتر های شیمیایی (غلظت اولیه فلوراید و سولفات، میزان هدایت الکتریکی آب خام و تاثیر کاتیون همراه با فلوراید) و پارامتر فیزیکی (دبی ورودی) موثر بر کارایی حذف فلوراید تقسیم شدند. محلول سنتتیک حاوی غلظت های متفاوت از فلوراید (۲ mg/l، ۵، ۱۰) همراه با غلظت های متفاوت از سولفات (۲۰۰ mg/l، ۴۰۰، ۶۰۰) و میزان های متفاوت از هدایت الکتریکی (۵۰۰ µmhos/cm، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰) با استفاده از دو نمک فلورید سدیم و فلورید کلسیم ساخته و به پایلوت تزریق گردید. جهت افزایش میزان غلظت سولفات و هدایت الکتریکی آب خام، به ترتیب از سولفات سدیم و کربنات هیدروژن سدیم استفاده شد. میزان pH تمامی نمونه ها ۷ و دمای آن ها نیز روی ۲۲ درجه سیلسیوس تنظیم گردید. تمامی روش های آنالیز مورد نیاز با استباط از کتاب روش های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد. در همه آزمایشات حجم اولیه آب خام[3]

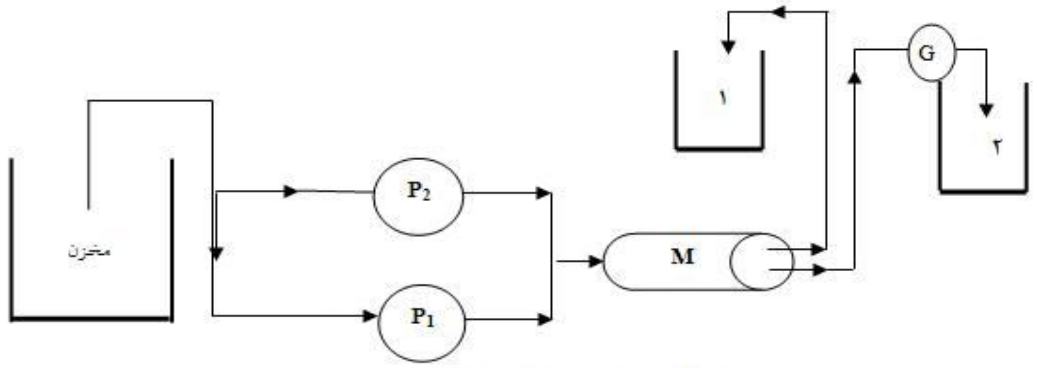
1-KANG HU
2 - Pontie
3 Feed water

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]

۴ لیتر در نظر گرفته شد. پس از عبور آب خام از غشاء پمپ دبی عبوری ۱/۷۳ لیتر در دقیقه بود. تمامی

جدول ۱: مشخصات غشاء نانوفیلتراسیون.

نوع غشا	جنس غشا	مدول	حداکثر درجه حرارت (°c)	حداکثر فشار بهره برداری (psi)	محدوده pH	حداکثر میزان جریان ورودی (lpm)
NF33-1812-50	پلی آمیدی	مارپیچی	۴۵	۳۰۰	۴-۱۱	۲۲/۷



P_1 و P_2 پمپ های دیافراگمی ، M غشاء مورد استفاده ، G : شیر تنظیم جریان ،

۱ : permeate ، ۲ : concentrate .

نمونه های آب تولید شده از غشاء (پرمیت) [1] جمع آوری و از لحاظ پارامتر های مورد نظر مورد آزمایش قرار گرفتند. به منظور تعیین میزان فلوراید از روش SPADNS و از دستگاه اسپکتروفتومتر (DR/5000, HACH Company ,USA) در طول موج ۵۸۰ نانومتر استفاده شد. سنجش میزان سولفات با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (دستگاه Spectrophotometer, PerkinElmer) و تعیین میزان هدایت الکتریکی نیز با استفاده از دستگاه هدایت سنج (WTW cond 330i) صورت گرفت. جهت تنظیم دبی عبوری از غشاء از دو پمپ دیافراگمی استفاده شد که در حالت کار یک پمپ دبی عبوری ۰/۷۵ لیتر در دقیقه و در حالت کار هر دو آزمایشات در شرایط کاملا مشابه یکبار با استفاده از محلول حاوی فلورید سدیم و یکبار با استفاده از محلول ساخته شده با نمک فلورید کلسیم در دو دبی l/min ۰/۷۵ و ۱/۷۳ انجام شد.

در شکل (۲) شمای کلی از پایلوت مورد استفاده آورده شده است. در این شکل قسمت های مختلف پایلوت قابل مشاهده می باشد. به منظور دقت در انجام آزمایشات غشاء پس از هر بار آزمایش شستشو شده است. به منظور محاسبه میزان حذف فلوراید از فرمول زیر استفاده شد:

$$R\% = (1- (C_p/ C_0)) \times 100$$

که در آن R درصد حذف ، C_p و C_0 نیز به ترتیب نشانه غلظت پارامتر های مورد نظر در پرمیت و آب خام ورودی می باشد.

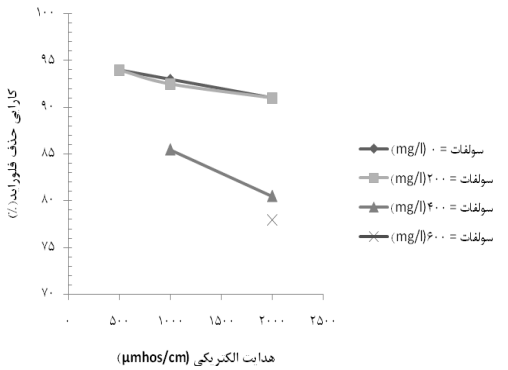
1 Permeate water

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]

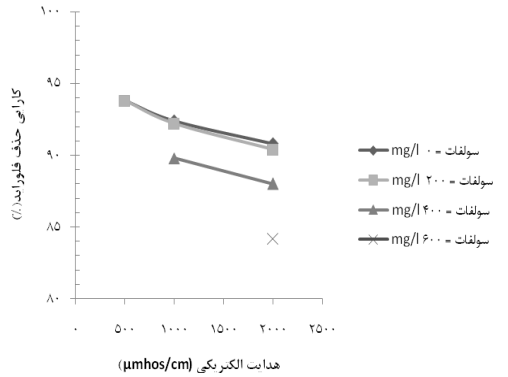
پس از انجام آزمایشات و جمع آوری داده ها نتایج حاصل در نرم افزار اکسل مورد آنالیز قرار گرفت.

یافته ها

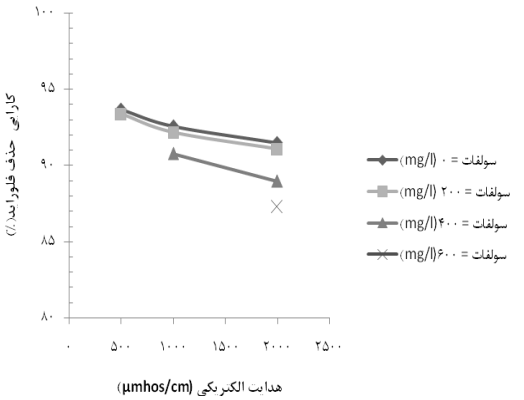
آزمایشات در شرایط مشابهی از نظر دما و pH برای حالت های مختلف انجام شد. با توجه به اینکه راندمان حذف فلوراید در دبی ۰/۷۵ لیتر در دقیقه بیشتر از دبی ۱/۷۳ لیتر در دقیقه به دست آمد، لذا آزمایشات بررسی اثر میزان غلظت سولفات و هدایت الکتریکی تنها در دبی ۰/۷۵ لیتر در دقیقه انجام شد. به علاوه نتایج به دست آمده به تفکیک برای نمک های فلورید سدیم و فلورید کلسیم آورده شده است. نمودار های شماره۱ تا ۶ نشان دهنده اثرمقادیر متفاوت غلظت سولفات و هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید در دبی ۰/۷۵ لیتر بر دقیقه می باشد. همانطور که مشاهده می شود با افزایش مقادیر سولفات و هدایت الکتریکی، کارایی حذف فلوراید کاهش می یابد. نمودار شماره۷ نشان دهنده مقایسه میانگین کارایی حذف فلوراید برای دو نمک فلورید کلسیم و فلورید سدیم می باشد. طی مطالعه انجام شده مشخص گردید که میزان حذف یون فلوراید، زمانی که با یون کلسیم همراه است بیشتر از زمانی است که که فلوراید همراه با یون سدیم می باشد .به علاوه همانطور که در نمودار شماره۸ نشان داده شده است، با افزایش دبی ورودی به غشاء از میزان کارایی حذف فلوراید کاسته می شود. در نمودار شماره۹ نیز تاثیر غلظت اولیه فلوراید آب خام بر کارایی حذف نشان داده شده است. با توجه به نمودارهای مذکور مشخص می گردد که با افزایش غلظت اولیه فلوراید کارایی حذف کاهش می یابد.



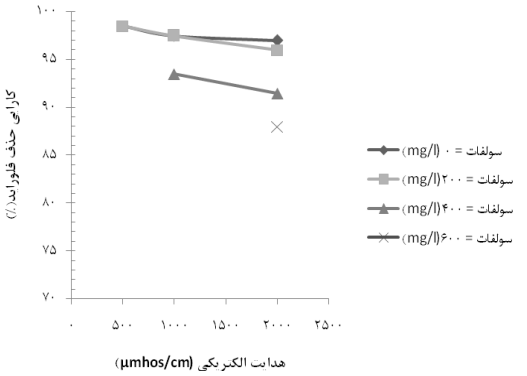
نمودار ۱: تاثیر سولفات و هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید (فلورید سدیم ، غلظت فلوراید = ۲ mg/l)



نمودار ۲: تاثیر سولفات و هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید (فلورید سدیم ، غلظت فلوراید = ۵ mg/l)

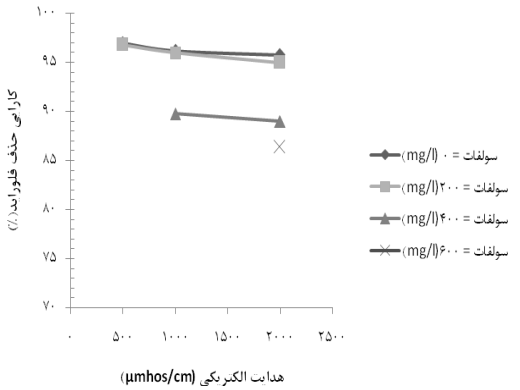


نمودار ۳: تاثیر سولفات و هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید (فلورید سدیم ، غلظت فلوراید = ۱۰ mg/l)

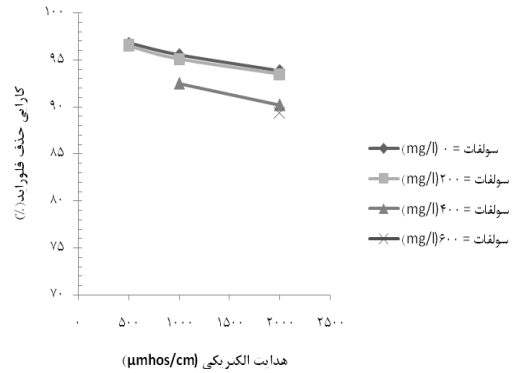


نمودار ۴: تاثیر سولفات و هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید (فلورید کلسیم ، غلظت فلوراید = ۲ mg/l)

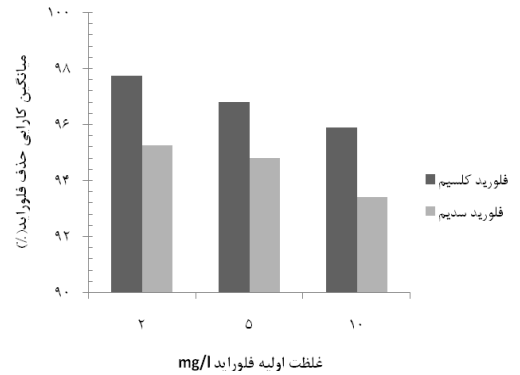
[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]



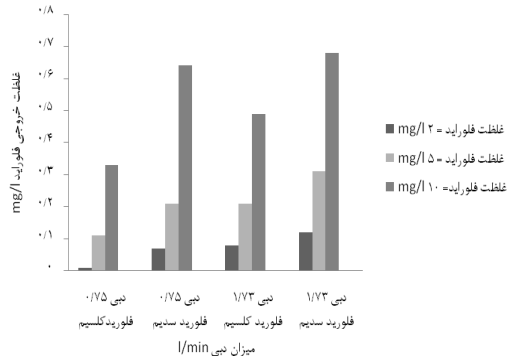
نمودار ۵: تاثیر سولفات و هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید (فلورید کلسیم ، غلظت فلوراید = ۵ mg/l)



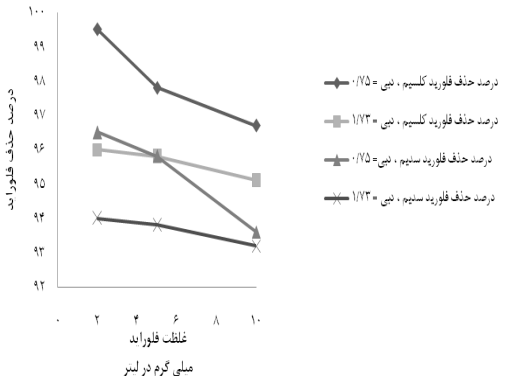
نمودار ۶: تاثیر سولفات و هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید (فلورید کلسیم ، غلظت فلوراید = ۱۰ mg/l)



نمودار ۷: میانگین کارایی حذف فلوراید در ارتباط با کاتیون های مختلف در غشاء نانوفیلتر.



نمودار۸: تاثیر دبی عبوری بر غلظت خروجی فلوراید



نمودار ۹: اثر غلظت اولیه فلوراید بر کارایی حذف

بحث

بر اساس رهنمود سازمان بهداشت جهانی (WHO) غلظت مجاز فلوراید در آب آشامیدنی ۱/۵ mg/l می باشد. در تمامی آزمایشات انجام شده، غلظت فلوراید در آب تولیدی (پرمیت) کمتر از حد مجاز به دست آمده است. راندمان این فرایند برای حذف فلوراید بیش از ۸۵ درصد به دست آمده است. به علاوه بر طبق نتایج موجود با افزایش غلظت اولیه فلوراید از کارایی غشاء در حذف فلوراید کاسته می شود که علت این کاهش را می توان به پدیده سپر شدن (Shielding phenomenon) نسبت داد. با افزایش غلظت نمک، غلظت کاتیون های جذب شده توسط غشاء به علت باردار بودن غشاء افزایش می یابد، در نتیجه بار موثر منفی غشاء کاهش و آنیون ها آسانتر از غشاء عبور کرده و در نتیجه کارایی کاهش می یابد. مطالعات انجام شده توسط مالف[1] و همکاران (۲۰۱۰) و کانگ هو و

1- Mulf

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]

همکارانش (۲۰۰۶) نیز همین نتیجه را به همراه داشته و با افزایش غلظت اولیه فلوراید آب خام کارایی فرایند نانوفیلتراسیون کاهش یافته است. [۱۶،۱۷]

در ارتباط با تاثیر مقادیر اولیه سولفات و هدایت الکتریکی نیز به علت اثر ایجاد شده از کارایی کاسته می شود، تاثیر افزایش غلظت سولفات به طور همزمان با میزان هدایت الکتریکی بر کارایی حذف فلوراید را نیز می توان به همین علت دانست چرا که با افزایش هدایت الکتریکی میزان کاتیون ها و آنیون های موجود در آب افزایش می یابد و در نتیجه رقابت بین یونها افزایش یافته و کارایی کاهش می یابد. ضمن اینکه با افزایش غلظت یون ها در آب خام احتمال گرفتگی (fouling) غشاء افزایش یافته و بر کارایی اثر معکوس خواهد داشت. همچنین در غشاهای با بار منفی کاتیون ها بیشتر از آنیون ها در نزدیکی سطح غشاء وجود دارند، این پدیده پتانسیل الکتریکی به نام پتانسیل دونان (Donnan Potential) ایجاد می کند. این پتانسیل به رد شدن یون ها از غشاء کمک می کند، اما افزایش غلظت و افزایش یون های دو ظرفیتی این پتانسیل را کاهش داده و در نتیجه باعث کاهش کارایی می گردد. [۲۰] در بررسی انجام شده توسط پارک[1] و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر مشخصات آب خام بر کارایی غشاء نانوفیلتر مورد بررسی قرار گرفته است. در این بررسی مشخص شده است که کیفیت آب خام و خصوصیا ت غشاء از فاکتورهای موثر در پدیده انتقال از غشاء می باشند. [۲۰] بر اساس نتایج به دست آمده، حذف فلوراید در ارتباط با کاتیون کلسیم بهتر از زمانی است که همراه با کاتیون سدیم می باشد. دلیل این امر را می توان به نفوذپذیری کمتر کلسیم (m^2/s ($^{-9}$ ۱۰) ۰/۷۱۸) در مقایسه با سدیم (m^2/s ($^{-9}$ ۱۰) ۱/۳۳۳) نسبت داد. بنابراین کلسیم تمایل کمتری برای عبور از غشا داشته و در نتیجه حذف بهتری دارد و بنابراین حذف فلوراید همراه با آن نیز در مقایسه با زمانی که همراه با سدیم می باشد افزایش می یابد. در مطالعه ای که توسط ون در براگن (۲۰۰۳) در ارتباط با حذف آلاینده ها از آب های سطحی و زیر زمینی انجام شد نیز این نتیجه به دست آمد که یون های دو ظرفیتی کارایی حذف بالاتری توسط فرایند های غشایی دارند [۲۱]. ترابیان و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی کارایی فرایند نانوفیلتراسیون در حذف نیترات پرداختند، در این بررسی مشخص شد کلسیم به علت نفوذپذیری کمتر کارایی حذف بالاتری نسبت به سدیم دارد. [۲۲] اثر افزایش دبی عبوری بر کاهش کارایی را نیز می توان به علت افزایش فلاکس جرمی جریان دانست. در مطالعه ای که توسط یوکی هانگ در سال ۲۰۰۷ انجام شد نیز همین نتیجه به دست آمد به طوری که با افزایش دبی ورودی از ml/min ۱۸ تا ۴۲ میزان کارایی به میزان ۴ ٪ کاهش یافته است.[۲۳]

نتیجه گیری

از آنجا که تولید آب آشامیدنی در مقیاس های صنعتی و خانگی با استفاده از فرایند های غشایی توسعه یافته است، با توجه به یافته های این مطالعه می توان نتیجه گرفت که فرایند نانوفیلتراسیون رامی توان به عنوان راهکاری مناسب جهت حذف فلوراید در مناطقی که غلظت این آنیون بیشتر از حد مجازاست، به کار برد. اندازه گیری میزان فلوراید در آب تولیدی در تمامی نمونه های به دست آمده و در شرایط فیزیکی و شیمیایی متفاوت و مقایسه آن ها با استاندارد آب آشامیدنی گویای این مورد می باشد.

1 - Park

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]

Refrences

1. A. mesdaghinia , K.A.V, A. Montazeri, M.R. Mohebbi, R. Saeedi, Monitoring of Fluoride in Groundwater Resources of Iran, Bull Environ Contam Toxicol 2010; 84: p. 432-437[Persian]
2. D.Shanthakumari, S.S., Effect of Fluoride Intoxication on Bone Tissue of Experimental Rats, Research Journal of Environmental Sciences 2007; 1(3): p. 82-92.
3. F. M. Fordyce , K.V., E. Zhovinsky ,V. Povoroznuk , G. Toth , B. C. Hope ,U. Iljinsky , J. Baker, A health risk assessment for fluoride in Central Europe, Environ Geochem Health, 2007; 29: p. 83–102.
4. Pontié, M., "et al", Chapter 2 Water Defluoridation Processes: A Review, Application: Nanofiltration (NF) for Future Large-Scale Pilot Plants, in Advances in Fluorine Science, T. Alain, Editor 2006; Elsevier. p. 49-80.
5. Tahaikt, M., "et al", Fluoride removal from groundwater by nanofiltration. Desalination 2007, 212(1-3): p. 46-53.
6. Mohapatra, M., "et al", Review of fluoride removal from drinking water, Journal of Environmental Management 2009; 91(1): p. 67-77.
7. M.Ghaderpoori, G.R.J.k., M.H. Dehghani, M.Shams , A.Zarei, Determination of Fluoride in Bottled Water Sold in Tehran Market,Iran American -Eurasian J. Agric.&Environ. Sci. 2009; 6(3): p. 324-327[Persian]
8. Kabay, N., "et al", Separation of fluoride from aqueous solution by electrodialysis: Effect of process parameters and other ionic species, Journal of Hazardous Materials 2008; 153(1-2): p. 107-113.
9. Brajesh K, Shrivastava , A.V., Comparative Study of Defluoridation Technologies in India, Asian J. Exp. Sci. 2009; 23(1): p. 269-274.
10.Ramdani, A., "et al", Removal of excess fluoride ions from Saharan brackish water by adsorption on natural materials, Desalination 2010; 250(1): p. 408-413.
11.Abid, M.F., "et al", Desalination of Iraqi surface water using nanofiltration membranes, Desalination and Water Treatment 2011; 29(1-3): p. 174-180.
12.Nicolaisen B , Developments in membrane technology for water treatment, Desalination, 2002; 153: p. 355-360.
13.M.ARORA, R.C.M., S.K.Jain, A. Gupta, Use of membrane technology for potable water production, Desalination 2004; 170: p. 105-112.
14.Ari, P.H.,"et al", Cost analysis of large scale membrane treatment systems for potable water treatment, Desalination and Water Treatment 2011; 26(1-3): p. 172-177.
15.Pendergast, M.M. and E.M.V. Hoek, A review of water treatment membrane nanotechnologies, Energy & Environmental Science 2011; 4(6): p. 1946-1971.
16.KANG HU , D.J.M., Nanofiltration membrane performance on fluoride removal from water Journal of membrane science 2006; 279: p. pp. 529-538.
17.Amine Mulf , M.B.S., Bechir Hamrouni, effect of some physical and chemical parameters on fluoride removal by nanofiltration, Ionics 2010; 16: p. 245-253.
18.KANG HU , D.J.M., Nanofiltration membrane performance on fluoride removal from water Journal of membrane science 2006; 279: p. pp. 529-538.
19.Pontie, M., Nanofiltration as a sustainable Water Defluoridation operation dedicated to large scale pilot plants for the future.
20.Noeon Park , j.C., seungkwan Hong, sangyoup Lee, ion transport characteristics in nanofiltration membrane : mesurements and mechanisms. water supply :research and technology, 2010; p. 179-190.
21.Bart Van der Bruggen, C.V., Removal of pollutants from surface water and groundwater by nanofiltration: overview of possible applications in the drinking water industry; Environmental Pollution 2003; 122 p. 435–445.
22.Al i Torabian , G.N.B., Aliasghar Ghadimkhani, Mehdi afaefar, evaluation of Efficiency Nitrate Removal of a Nanofiltration Membrane from drinking Water under Different Operating Conditions, water and wastewater 2008; 61: p. 15-23[Persian]
23.seong Uk Hong, r.m., Merlin L.Bruening, Separation of fluoride from other monovalent anions using multilayer polyelectrolyte nanofiltration membranes, langmuir 2007; 23(4): p. 1716-1722.

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]

Original Article

The investigation of nanofiltration membrane efficiency to remove fluoride from water

*namavar S[1], Naseri S [2] , Mahvi AH *[3], Nabizadeh R[4]*

[1] M.S. in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran,Iran
[2] Prof. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran,Iran
[3] Asst. Prof. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran,Iran
[4] Assoc. Prof. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran,Iran

***Corresponding Author**: School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran,Iran
Email: ahmahvi@yahoo.com*

Abstract

***Background & objectives**: One of the most important parameter in water quality is the amount of fluoride in water. Fluoride can cause bad effects on human body in high concentration. The most important of these is dental and skeletal fluorosis. According to the WHO guideline, fluoride concentration in drinking water should be limited in 1.5 mg/l. According to the recent study, in some parts of Iran fluoride concentration is more than this standard. At present time, membrane technologies have a lot of advantages; therefore get improved in water industry. The aim of this study is investigation of membrane processes efficiency to product water with suitable quality of fluoride concentration in permeates.*

***Material & Methods:** In this study, the efficiency of nanofiltaration membrane (NF33, 1812-50, FILMTEC) to remove fluoride from water was investigated. The effect of some chemical (initial amount of fluoride, sulfate and electrical conductivity (EC) and the effects of associated cation with fluoride ion) and physical (flow rate) parameters to remove fluoride were studied.*

***Result:** Obtained results showed that the fluoride removal efficiency decreased with increasing in initial amounts of fluoride, sulfate and EC in feed water and increasing in flow rate. Moreover, this efficiency for CaF2 was higher than NaF.*

***Conclusion:** Compare with standard, fluoride concentration in all samples was in standard range and fluoride removal efficiency for this membrane was over 85%.*

***Keywords**: water treatment, membrane technology, nanofiltaration, fluoride removal*

***Submitted:**2011 Dec 17*
***Revised:**2012 Mar 17*
***Accepted:**2012 Jun 7*

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-07-08]