

# مقایسه کارایی عصاره دانه مورینگا اولیفرآ و مگنافلآک (LT25) به عنوان کمک منعقدکننده در حذف کدورت آب (مطالعه موردی: تصفیه‌خانه آب شماره یک جلالیه)

مهدی خان احمدی<sup>۱</sup> سید مهدی برقی<sup>۲</sup> امیر حسام حسنی<sup>۳</sup>  
(دریافت ۹۰/۱۲/۲ پذیرش ۹۱/۱/۲۲)

## چکیده

انعقاد و لخته‌سازی یکی از واحدهای فرایندی مهم در تصفیه آب است که کارایی این واحد بر روی کیفیت آب تصفیه شده اثر مستقیم دارد. امروزه استفاده از کمک منعقدکننده‌ها در تصفیه آب رواج بیشتری یافته است. طی سالهای اخیر از مگنافلآک به عنوان کمک منعقدکننده در تصفیه‌خانه شماره یک تهران (جلالیه) استفاده می‌گردد. مگنافلآک ال تی ۲۵، کمک منعقدکننده سنتزی است که به صورت کریستاله یا پودری تولید می‌شود. آزمایش‌ها نشان می‌دهد بهترین مکان و زمان برای تزریق این کمک منعقدکننده ۱۰ دقیقه بعد از تزریق منعقدکننده اصلی یعنی کلروفریک است. مورینگا اولیفرآ یک درخت گرمسیری است که به طور گسترده‌ای در مناطق جنوب و جنوب شرق ایران رشد می‌کند و با نام محلی گز روغنی یا گاز رخ شناخته می‌شود. شیره دانه گیاه مورینگا اولیفرآ حاوی پروتئین‌های محلول در آب است که قابلیت انعقاد مؤثر مواد کلوئیدی موجود در آب را داراست. این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی بر روی آب خام ورودی به تصفیه‌خانه شماره یک تهران با هدف مقایسه کارایی مورینگا اولیفرآ و مگنافلآک به عنوان کمک منعقدکننده در حذف کدورت از آب، انجام پذیرفت. آزمایش در محدوده کدورت NTU ۵، ۲۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ و در سه محدوده pH ۶، ۷ و ۸ انجام شد و با استفاده از آزمایش جار، غلظت بهینه منعقدکننده و کمک منعقدکننده تعیین شد. عصاره دانه مورینگا اولیفرآ در غلظت بهینه ۱۴، ۱۰، ۲۵ و ۳۵ میلی گرم در لیتر و pH بهینه ۸ به ترتیب قادر به حذف ۹۶/۵، ۹۷/۴، ۹۸/۵ و ۹۹ درصد از کدورت ۵NTU، ۲۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ در آب ورودی به تصفیه‌خانه بود. مگنافلآک در غلظت بهینه ۰/۰۱۵، ۰/۰۲، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۳ میلی گرم در لیتر و pH بهینه ۸ در مراحل مختلف آزمایش قادر به حذف ۹۷، ۹۸/۱، ۹۸/۴ و ۹۹/۴ درصد از کدورت آب ورودی در محدوده کدورت NTU ۵، ۲۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ به تصفیه‌خانه بود. بررسی‌ها نشان داد عصاره دانه مورینگا اولیفرآ، تأثیر کمی بر روی pH دارد و در حذف کدورت‌های بالا نسبت به کدورت‌های پایین کارایی بهتری از خود نشان می‌دهد ولی مگنافلآک هیچ تأثیری بر pH ندارد و در کدورت‌های بالا به دلیل ایجاد لخته‌های بزرگ و چسبنده، فاقد کارایی مناسب است.

واژه‌های کلیدی: مگنافلآک LT25، شیره دانه مورینگا اولیفرآ، جارست، کمک منعقدکننده

## Comparison of "Morning Olifera Seed Extract and Magnafloc LT25" in Removal of Water Turbidity (Case Study: Tehran's Jalalieh (1) Water Treatment Plant)

Mehdi Khan Ahmadi<sup>1</sup>

Seyed Mehdi Borqei<sup>2</sup>

Amir Hessam Hasani<sup>3</sup>

(Received Feb. 21, 2012)

Accepted Apr. 10, 2012)

### Abstract

Coagulation-flocculation is one of the most important processes for water treatment, commonly used all over the world. The use of synthetic polymers known as "Polyelectrolytes as a coagulant aid is now wide spread in water treatment plants. Tehran's "Jalalieh WTP" has been using an anionic polyelectrolyte under the trade name of "Magna Floc LT25" for a number of years MagnaFloc LT25 (MF-LT25) is a synthetic coagulant with high molecular weight, produced in granular and powder form. The application of this coagulant aid is known to be most effective if injected to water after addition of main coagulant (Ferric Chloride in Tehran's WTP). However the use of synthetic polymers in treatment of drinking water has always been under question due to

1. M.Sc. of Environmental Eng., Water and Wastewater, Supervising on the Operation Assistance, National Water and Wastewater Eng. Co., Tehran (Corresponding Author) (+98 21) m.khanahmadi@nww.ir

2. Prof. of Chemical Eng., Sharif University of Tech., Tehran

3. Assoc. Prof. of Energy and Environmental Eng., Islamic Azad University, Sciences and Research Branch, Tehran

۱- کارشناس ارشد مهندسی آب و فاضلاب، کارشناس معاونت نظارت بر بهره‌برداری، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران (نویسنده مسئول) (+۹۸ ۲۱) ۸۹۶۰۳۰۵۳ m.khanahmadi@nww.ir

۲- استاد گروه مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

۳- دانشیار دانشکده مهندسی محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

high costs, availability and possible health effects. *Moringa Oleifera* (MO) is a tropical tree widely grown in south and south east parts of Iran, regionally identified as oily tamarisk (called "Gazrokh" by natives). The extract of MO seed contains proteins soluble in water which have high coagulating properties. This pilot scale study was performed to compare the coagulating properties of seed extract of MO to MF-LT25, The tests were carried out on Tehran's raw water in Jalalieh treatment plant. Several turbidity ranges such as 5, 20, 100, and 200 NTU were used representing real seasonal turbidities of influent water to treatment plant. Optimum concentration of the coagulant and coagulant aid was determined within water pH values of 6, 7 and 8, using common "Jar Test" technique. The extract of *Moringa Oleifera* seed in optimum concentration of 10, 14, 25, 35 mg/L and optimum pH of 8 is capable in removal of 96.5, 97.4, 98.5 and 99% of water turbidity range of 5, 20, 100, and 200 NTU respectively. Under similar conditions, MF-LT25 removal efficiency were found 97, 98.1, 98.4 and 99.4% of water turbidity range of 5, 20, 100, and 200 NTU at optimum concentrations of 0.015, 0.02, 0.025, 0.03 mg/L respectively. The results also showed that the extract of *Moringa Oleifera* seed is a powerful coagulating agent, at alkalinity pH values, and is more effective for high turbid waters. It compared well with synthetic polyelectrolyte as a coagulating agent. Due to possibility of its production locally, and its excellent properties it could be considered as a potential substitute for more expensive imported polymers such as Magnafloc-LT25.

**Keywords:** Coagulating Agent, Polyelectrolyte, *Moringa Oleifera* seed extract, Magnafloc LT25.

## ۱- مقدمه

آنسلمه و همکاران<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۶، کیفیت آب تصفیه شده را با استفاده از شیره دانه مورینگا اولیفرآ بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داده که مورینگا اولیفرآ هیچ تأثیری بر روی pH، EC، قلیائیت کاتیونی و آنیونی آب ندارد [۵ و ۶].

سلیمان<sup>۲</sup> و لیلیان<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۰ بهینه‌سازی پارامترهای فیزیکی با انعقاد کدورت از شیره دانه گیاه مورینگا اولیفرآ را مورد بررسی قرار داده‌اند [۷].

باتیا و همکاران<sup>۴</sup> در سال ۲۰۰۷ اثر شیره دانه گیاه مورینگا اولیفرآ را در تصفیه فاضلاب کارخانه روغن خرما بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داده است که شیره دانه مورینگا قادر است ذرات معلق را تا ۹۰ درصد حذف نماید [۸].

پریکار و همکاران<sup>۵</sup> در سال ۲۰۱۰ مقایسه‌ای بین کارایی مورینگا اولیفرآ با آلوم و سولفات آهن انجام داده‌اند، نشان داده‌اند که عصاره مورینگا اولیفرآ، کدورت و باکتری‌های /شیرشیاکلی<sup>۶</sup> را مؤثرتر از دو منعقدکننده دیگر حذف می‌کند [۹].

بانژاد و همکاران در سال ۱۳۸۹ امکان‌سنجی استفاده از دانه مورینگا پرگرینا در مقایسه با آلوم و پلی‌آلومینیوم کلراید در تصفیه‌خانه فاضلاب را بررسی نموده و نشان داده‌اند که شیره دانه مورینگا قادر است کدورت کل کلیفرم و /شیرشیاکلی را بیش از ۹۰ درصد حذف کند [۱۰].

مهدی‌نژاد و همکاران کارایی کیتوزان و دانه مورینگا اولیفرآ را به‌همراه آلوم بررسی نموده‌اند. نتایج نشان داده که شیره دانه مورینگا

امروزه موضوع تصفیه بهینه آب از بزرگ‌ترین و جدی‌ترین مسائل محیط زیستی و بهداشتی دنیاست. اهمیت این مسئله در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران زمانی خود را به‌خوبی نشان می‌دهد که به دلیل عدم توانایی در کنترل صد درصد تصفیه آب، بحرانی مانند بالا رفتن عناصر خطرناکی چون نیترات در سطح کلان شهری مانند تهران، سلامتی و امنیت جانی شهروندان را با تهدید جدی مواجه نماید. حذف ذرات معلق و کلوئیدی یکی از مهم‌ترین مراحل تصفیه محسوب می‌شود که در فرایندهای انعقاد، لخته‌سازی و ته‌نشینی صورت می‌گیرد [۱]. این مرحله نقش مهمی در تصفیه آبهای سطحی ایفا می‌کند، به طوری که توسط آن کدورت، رنگ، جلبک، ترکیبات آلی و حتی باکتری‌ها حذف می‌شود. این فرایند با کاهش کدورت، باعث افزایش کارایی فرایندهای بعدی در تصفیه آب از جمله فیلتراسیون و گندزدایی می‌شود [۲]. یکی از منعقدکننده‌های پرمصرف در فرایند انعقاد، نمکهای آهن کلروفریک است [۳]. به‌کارگیری کمک منعقدکننده‌های طبیعی در کنار منعقدکننده‌های اصلی می‌تواند علاوه بر بهبود کیفیت آب خروجی و ارتقاء سطح کیفی تصفیه، مزایای دیگری نظیر غنی‌سازی آب و گندزدایی موفق‌تر داشته باشد. به‌منظور رفع مشکلات مربوط به منعقدکننده‌های شیمیایی، در خصوص منعقدکننده‌های طبیعی در سالهای اخیر، تحقیقات آزمایشگاهی زیادی انجام شده است که در این رابطه می‌توان مورینگا اولیفرآ را به‌عنوان یک کمک منعقدکننده طبیعی انتخاب نمود [۴]. با توجه به هزینه‌های زیاد خرید مواد شیمیایی در فرایندهای تصفیه آب، استفاده از این نوع مواد طبیعی به‌عنوان کمک منعقدکننده باعث صرفه‌جویی می‌گردد [۵].

<sup>1</sup> Anselme et al.

<sup>2</sup> Suleyman

<sup>3</sup> Lilian

<sup>4</sup> Batia et al.

<sup>5</sup> Pritchard et al.

<sup>6</sup> *Escherichia Coli*

اولیفر، کدورت و باکتری‌های آب را تا درصد بالایی حذف می‌کند [۱۱ و ۱۲].

شاهسونی و همکاران کارایی مورینگا اولیفر و پلی‌آلومینیوم کلراید را در حذف کدورت از آب مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاکی از آن بود که شیره مورینگا اولیفر تأثیر کمی بر روی pH آب خواهد داشت [۷].

در این مطالعه اثر منعقدکننده کلوروفریک در ترکیب با کمک منعقدکننده‌های طبیعی و سنتتیک مورد مقایسه قرار گرفت.

## ۲- مواد و روشها

نوع مطالعه در این پژوهش تجربی تحلیلی است. در این مطالعه تأثیر کمک منعقدکننده‌های طبیعی و سنتزی در حذف کدورت از آب خام ورودی به تصفیه‌خانه شماره یک تهران طی یکسال بررسی گردید.

### ۲-۱- مشخصات کیفی آب خام ورودی به تصفیه‌خانه شماره یک تهران

کیفیت آب ورودی به تصفیه‌خانه جلالیه با توجه به دبی آب ورودی و منبع تأمین‌کننده آب متغیر است. مشخصات یک سال آب ورودی به تصفیه‌خانه طبق جدول ۱ است.

منبع اصلی آب تصفیه‌خانه جلالیه، سد کرج و آب چاه یا سد طالقان و آب چاه می باشد.

### جدول ۱- مشخصات کیفی آب خام ورودی به تصفیه‌خانه شماره یک تهران

ردیف	مشخصات	مقدار پارامترها
۱	کدورت (NTU)	۹۰٪ ایام سال زیر ۱۰ NTU
۲	EC	۵۰۰ آب چاه ۶۰۰ سد طالقان
۳	TDS (mg/L)	۳۰-۴۰۰ سد کرج ۱۸۰-۳۰۰
۴	دما (°C)	در فصلهای سرد ۸ در فصلهای گرم ۱۳
۵	سختی کل (mg/L)	۲۰۰
۶	pH	۸±۰/۵

### ۲-۲- روشهای اندازه‌گیری و مواد لازم

در این تحقیق با استفاده از دستگاه جار دارای شش بشر مدل آکوالیتیک<sup>۱</sup> ساخت کشور انگلیس، دز بهینه و pH بهینه تعیین شد.

برای اندازه‌گیری pH از دستگاه متراممدل ۷۸۰ با الکترومد مخصوص آب ساخت کشور سوئیس و برای اندازه‌گیری کدورت از کدورت سنج هیچ<sup>۲</sup> مدل AN۲۱۰۰ ساخت کشور آمریکا استفاده شد. قبل از شروع آزمایش ظروف جار، پیپت و الکترومد pH متر با استفاده از آب مقطر شستشو گردید. منعقدکننده اصلی مورد استفاده در این تحقیق کلوروفریک ساخت کارخانه‌های نیروکلا اصفهان و کلر پارس تبریز بود که با درصد خلوص تقریبی ۳±۴۰ استفاده می‌گردید. کمک منعقدکننده سنتتیک به کار رفته مگنا فلاک ال تی<sup>۳</sup> ساخت شرکت پلی مننت آلمان و کمک منعقدکننده طبیعی شیره دانه مورینگا اولیفر است که از استان‌های بوشهر و سیستان و بلوچستان تهیه گردید. تهیه شیره دانه این گیاه در آزمایشگاه مرجع آب و فاضلاب استان تهران و آزمایشگاه شیمی-فیزیک تصفیه‌خانه شماره یک انجام گردید.

### ۲-۳- تهیه شیره دانه مورینگا اولیفر

دانه‌های گیاه مورینگا اولیفر پس از جمع‌آوری و نگهداری در دستمالهای پارچه‌ای مرطوب، به آزمایشگاه منتقل شدند. طبق دستور العمل تهیه شیره، ابتدا پوسته دانه جدا شده و دانه در هاون له شد. برای تهیه سوسپانسیون شیره، ۵ گرم پودر دانه با ۵۰۰ میلی‌لیتر از حلال کلرید سدیم یک مولار مخلوط گردید و سوسپانسیون به دست آمده با استفاده از همزن مغناطیسی به مدت ۱۰ دقیقه تا استخراج شیره دانه هم زده شد [۱۰]. در ادامه سوسپانسیون از فیلتر کاغذ با مش ۸ میکرومتر عبور داده شد و عصاره حاصله برای آزمایش استفاده شد. با توجه به اینکه کاغذ صافی با مش ۸ میکرومتر مقداری رنگ از خود عبور می‌دهد، برای رفع این مسئله از کاغذ صافی با مش ۴ میکرومتر استفاده گردید [۱۳ و ۱۴].

### ۲-۴- نمونه برداری و انجام آزمایش

در این مطالعه از کدورت طبیعی آب خام ورودی به تصفیه‌خانه جلالیه از مهرماه سال ۱۳۸۹ تا مهر ۱۳۹۰ نمونه برداری شد. با توجه به تغییرات کدورت آب خام، با هماهنگی کارشناسان نمونه بردار آزمایشگاه مرجع، از آب خام نمونه برداری شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. در ابتدا مشخصات کیفی آب خام از قبیل کدورت، EC، TDS، pH، دما و سختی کل اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از همزن، نمونه آب کاملاً مخلوط شد و به منظور انجام آزمایش جار داخل بشرهای دستگاه جار ریخته شد و با توجه به کدورت مویوطه، مقدار مشخصی کلوروفریک-مگنا فلاک و کلوروفریک-مورینگا اولیفر با آب تزریق شد.

<sup>2</sup> HACH

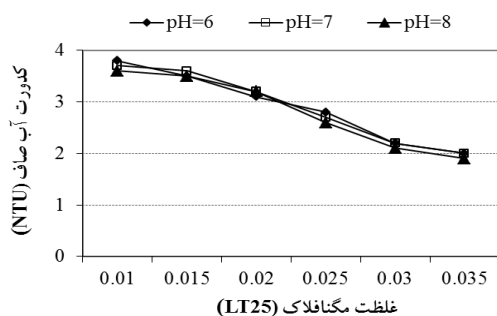
<sup>3</sup> Magnafloc LT25

<sup>1</sup> Aqualytic

### ۳- نتایج و بحث

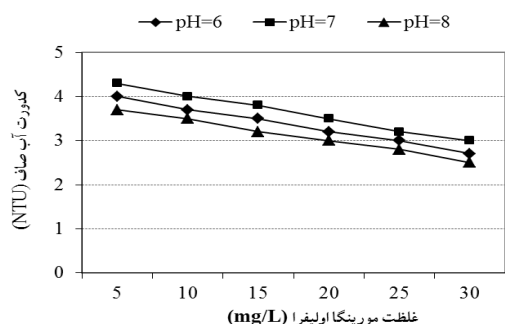
#### ۱-۳- نتایج

در شکل ۱ تأثیر محل و زمان تزریق مگنافلاک LT25 و کلروفوریک در شش حالت مختلف بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهد در صورتی که ابتدا کلروفوریک تزریق شود و بعد از ۱۰ دقیقه مگنافلاک اضافه گردد، بهترین کارایی حاصل می‌شود. در این حالت مگنافلاک قادر خواهد بود ۹۷/۴ درصد از کدورت NTU ۵۰ آب خام را حذف کند.



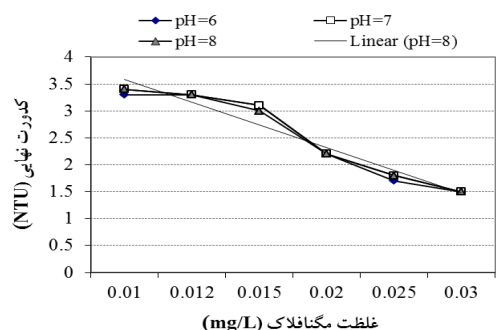
شکل ۳- تأثیر pH های مختلف بر کارایی مگنافلاک LT25 با کدورت آب خام ۲۰۰ NTU

شکل ۴ تأثیر pH های مختلف بر روی کارایی مورینگا اولیفر با کدورت آب خام ۱۰۰ NTU را نشان می‌دهد. شیره دانه مورینگا اولیفر قادر به حذف ۹۷/۵ درصد از کدورت آب خام در pH قلیایی بود.

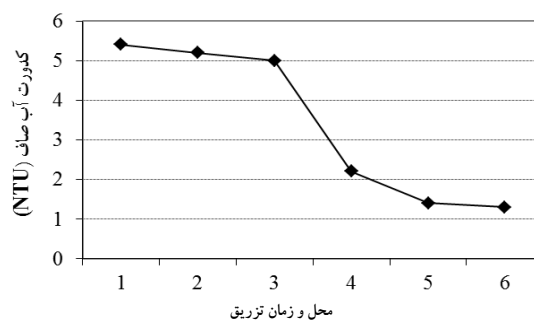


شکل ۴- تأثیر pH های مختلف بر کارایی مورینگا اولیفر با کدورت آب خام ورودی ۱۰۰ NTU (غلظت کلروفوریک ۱۰ mg/l)

شکل ۵ کارایی مگنافلاک در pH های مختلف در حذف کدورت آب خام به مقدار ۱۰۰ NTU را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که مگنافلاک با غلظت تزریق ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر قادر به حذف ۹۸/۵ درصد از کدورت آب خام خواهد بود.

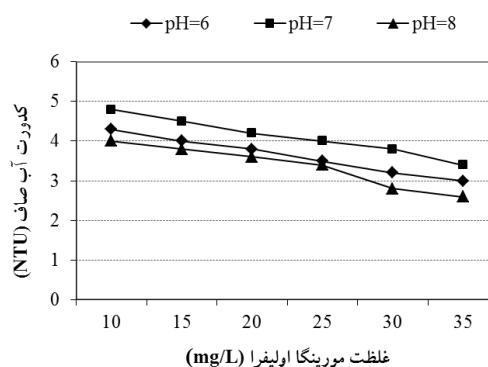


شکل ۵- نمودار کارایی مگنافلاک LT25 با کدورت آب خام ۱۰۰ (غلظت کلروفوریک ۱۰ mg/L)



شکل ۱- تأثیر محل و زمان تزریق مگنافلاک و کلروفوریک (کدورت آب خام ۵۰ NTU و pH اولیه برابر ۷)

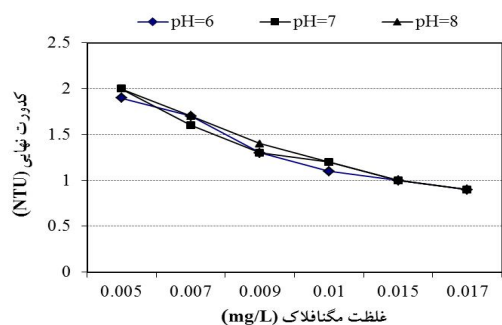
شکل ۲ کارایی شیره مورینگا اولیفر در pH های مختلف در حذف کدورت ۲۰۰ NTU را نشان می‌دهد. در pH برابر ۸ راندمان حذف کدورت بیش از ۹۹ درصد بود و در pH برابر ۷ راندمان حذف کمتر از ۹۸ درصد بود.



شکل ۲- تأثیر pH های مختلف بر کارایی مورینگا اولیفر با کدورت آب خام ورودی ۲۰۰ NTU و غلظت کلروفوریک ۱۲ mg/L

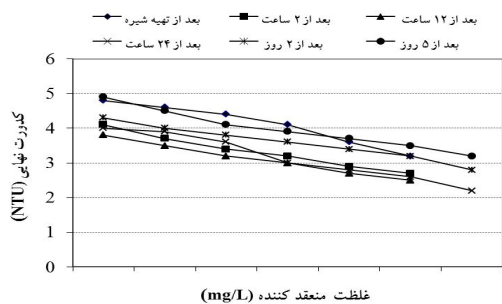
شکل ۳ تأثیر pH های مختلف بر روی کارایی مگنافلاک LT25 با کدورت آب خام ۲۰۰ NTU را نشان می‌دهد. در pH های مختلف کارایی مگنافلاک بسیار جزئی تغییر می‌کند و این نشان از مقاومت خوب مگنافلاک در مقابل pH محیط واکنش دارد.

شکل ۹ تأثیر pH های مختلف بر روی کارایی مگنا فلاک LT25 با کدورت آب خام ۵ NTU را نشان می دهد. در pH های مختلف، کارایی مگنا فلاک بسیار جزئی تغییر می کند و این نشان از مقاومت خوب مگنا فلاک در مقابل pH محیط واکنش دارد. مگنا فلاک در این شرایط قادر به حذف بیش از ۸۲ درصد از کدورت ۵ NTU آب خام بود.



شکل ۹- نمودار کارایی مگنا فلاک LT25 در pH های مختلف با کدورت آب خام ۵ NTU (غلظت کلروفریک ۵ mg/L)

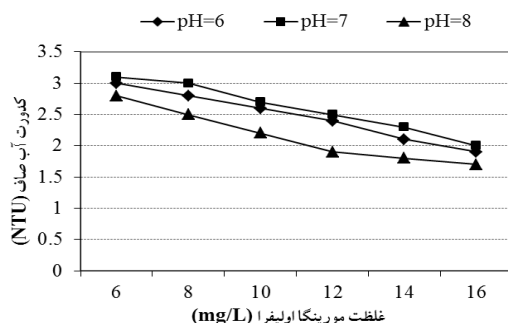
شکل ۱۰ تأثیر زمان نگهداری عصاره دانه مورینگا اولیفرای در حذف کدورت آب خام ۱۰۰ NTU و در pH آب خام را نشان می دهد. مطابق این شکل استفاده از شیر دانه مورینگا اولیفرای بلافاصله بعد از شیرگیری کارایی مناسبی در حذف کدورت ندارد و بهترین زمان تزریق شیر دانه مورینگا اولیفرای ۱۲ ساعت بعد از عصاره گیری می باشد.



شکل ۱۰- تأثیر زمان نگهداری بر کارایی عصاره مورینگا اولیفرای در حذف کدورت اولیه ۱۰۰ NTU و pH اولیه برابر با ۸

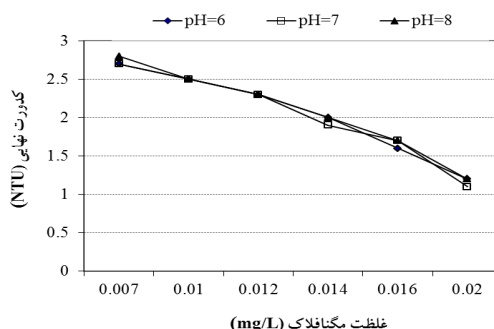
بررسی ها نشان داد در صورتی که ترکیبات آلی به خصوص جلبکها در آب خام افزایش یابد مصرف منعقدکننده اصلی و کمک منعقدکننده های طبیعی و سنتتیک افزایش می یابد. با بررسی مصرف کلروفریک و مگنا فلاک در تصفیه خانه در فصلهایی که بار بیولوژیکی ورودی به تصفیه خانه افزایش می یابد، مشخص گردید که میزان مصرف کلروفریک با بار بیولوژیکی به تصفیه خانه رابطه مستقیم دارد.

شکل ۶ تأثیر pH های مختلف بر روی کارایی مورینگا اولیفرای با کدورت آب خام ۲۰ NTU را نشان می دهد. غلظت ۱۴ میلی گرم در لیتر از شیر دانه مورینگا اولیفرای قادر به حذف ۹۸/۳ درصد از کدورت ۲۰ NTU آب خام می شود.



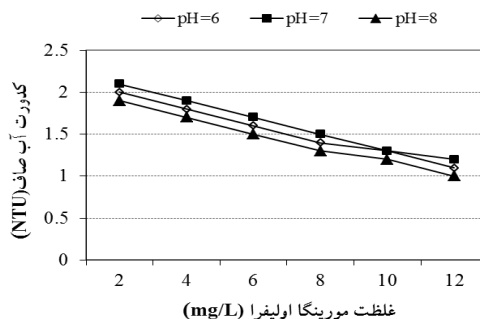
شکل ۶- تأثیر pH های مختلف بر کارایی مورینگا اولیفرای با کدورت آب خام ورودی ۲۰ NTU (غلظت کلروفریک ۷ mg/L)

شکل ۷ کارایی مگنا فلاک در pH های مختلف با کدورت آب خام ۲۰ NTU را نشان می دهد. غلظت ۰/۰۱۶ از مگنا فلاک قادر به حذف ۹۴ درصد از کدورت ۲۰ NTU آب خام است.



شکل ۷- کارایی مگنا فلاک LT25 در pH های مختلف با کدورت آب خام ۲۰ NTU (غلظت کلروفریک ۷ mg/L)

شکل ۸ تأثیر pH های مختلف بر روی کارایی مورینگا اولیفرای با کدورت آب خام ۵ NTU را نشان می دهد. شیر دانه مورینگا اولیفرای قادر به حذف ۸۰ درصد از کدورت آب خام در pH قلیایی بود.



شکل ۸- تأثیر pH های مختلف بر کارایی مورینگا اولیفرای در کدورت آب خام ۵ NTU (غلظت کلروفریک ۵ mg/L)

#### ۴- نتیجه‌گیری

عصاره دانه مورینگا اولیفرآ در غلظت بهینه ۱۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و pH بهینه ۸ به ترتیب قادر به حذف ۹۶/۵، ۹۷/۴، ۹۸/۵ و ۹۹ درصد از کدورت آب ورودی به تصفیه‌خانه است. مگنآفلاک در غلظت بهینه ۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و pH بهینه ۸، در مراحل مختلف آزمایش قادر به حذف ۹۷، ۹۸/۱، ۹۸/۴ و ۹۹/۴ درصد از کدورت آب ورودی به تصفیه‌خانه است. بررسی‌ها نشان داد عصاره دانه مورینگا اولیفرآ، تأثیر کمی بر روی pH دارد و در حذف کدورت‌های بالا نسبت به کدورت‌های پایین راندمان بهتری از خود نشان می‌دهد. مگنآفلاک کارایی بهتری نسبت به مورینگا اولیفرآ دارد ولی به دلیل آنکه لخته‌های ایجاد شده توسط مگنآفلاک بیش از حد چسبنده و درشت است و در کدورت‌های بالا موجب انسداد دریچه‌های تخلیه خروجی لجن از زلال‌سازها می‌شود، به همین دلیل در کدورت‌های بالای ۵۰ NTU، از این پلی‌الکترولیت استفاده نمی‌شود. همچنین به دلیل تولید محصولات جانبی خطرناک مثل مونومرهای پلی‌آمیدی، در استفاده از این نوع پلی‌الکترولیت باید احتیاط لازم رعایت گردد و به صورت روزانه مونومرهای مذکور اندازه‌گیری گردد. ماده پروتئینی عامل انعقاد، موجب افزایش کربن آلی محلول آب نمی‌گردد. نکته قابل توجه آنکه علی‌رغم وجود کلسیم بالا، دانه درخت قابلیت سختی زدایی بالایی دارد و می‌تواند

تا ۷۰ درصد سختی آب را حذف نماید.

#### ۵- پیشنهادها

- ۱- پیشنهاد می‌گردد در تحقیقی دیگر اثر حذف TOC از آب خام توسط مورینگا اولیفرآ و مگنآفلاک بررسی گردد.
- ۲- هزینه کشت هر کیلوگرم دانه مورینگا اولیفرآ ۲۸۰۰ تومان و قیمت هر کیلوگرم مگنآفلاک ۳۵۰۰ تومان است. با توجه به صرفه اقتصادی شیره گیاه مورینگا اولیفرآ، پیشنهاد می‌گردد در تصفیه‌خانه‌های جنوبی ایران به دلیل سهولت کشت این گیاه استفاده از شیره آن بررسی گردد.
- ۳- به دلیل وجود املاح معدنی و ویتامین‌ها و پروتئین‌های موجود در شیره گیاه مورینگا اولیفرآ، بررسی غنی‌سازی آب توسط این گیاه پیشنهاد می‌گردد.

#### ۶- قدردانی

به این وسیله نویسندگان این مقاله از مدیر عامل شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران، معاونت بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب تهران و سرکارخانم مهندس اصفهانی کراچی به دلیل همراهی در مراحل مختلف اجرایی و آزمایشگاهی این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

#### ۷- مراجع

- 1- Torkyan, A. (2000). *Operational units of the environment foundation*, 2<sup>nd</sup> Ed., Jangal Pub., Tehran. (In Persian)
- 2- Razeghi, N., and Mansouri, R. (2003). *Application of conventional water treatment process*, Water and Wastewater productivity Improvement Research Co., Tehran. (In Persian)
- 3- Mousavi, G.R. (2005). *Water works engineering*, 1<sup>st</sup> Ed., Hafiz Pub., Tehran. (In Persian)
- 4- Mirzaei Nadoshan, H., and Asadi Korom, F. (2010). *Moring miracle of nature*, 1<sup>st</sup> Ed., Tahghighate Jangal Pub., Tehran. (In Persian)
- 5- Anselme, N., and Subba Narasiah, K. (1995). "Quality of water treated by coagulation using Moringa oleifera seeds." *Water Research*, 32 (3), 781-791.
- 6- Anselme, N., Subba Narasiah, K., and Talbot, B. G. (1995). "Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleifera." *Original Research Article Water Research*, 29 (2), 703-710.
- 7- Suleyman, A. M., and Lilian, M. E. (1995). "Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with Moringa oleifera seeds." *Original Research Article Water Research*, 29 (12), 2689-2695.
- 8- Burka, L.P. (1993). "A hypertext history of multiuser dimensions." <<http://www.sciencedirect.com>>(Dec. 5, 2012).
- 9- Pritchard, Craven, M., Mkandawire, T., Edmondson, T., and O'Neill, J.G. (2010). "A study of the parameters affecting the effectiveness of Moringa oleifera in drinking water purification." *Original Research Article Physics and Chemistry of the Earth*, 35 (13-14), 791-797.

- 10- Juliene Coelho, S., Nataly Santos, D.L., Thiago Napoleão, H. Francis Gomes, S., Rodrigo Ferreira, S., Russolina Zingali, B., Luana Coelho, C.B.B., Sônia Leite, P., Daniela Navarro, M.A.F., and Patrícia Paiva, M.G. (2009). "Effect of Moringa oleifera lectin on development and mortality of Aedes aegypti larvae." *Original Research Article Chemosphere*, 77 (7), 934-938.
- 11- Andrea Santos, F.S., Luciana Luz, A., Adriana Argolo, C.C., José Teixeira, A., Patrícia Paiva, M.G., and Luana Coelho, C.B.B. (2009). "Isolation of a seed coagulant Moringa oleifera lectin process biochemistry." 44 (4), 504-508.
- 12- Katayon, M.J., Megat Mohd Noor, W., Kien Tat, G., Abdul Halim Thamer, A.M., and Badronisa, Y. (2007). "Effect of natural coagulant application on microfiltration performance in treatment of secondary oxidation pond effluent." *Original Research Article Desalination*, 204 (1-3), 204-212.
- 13- Prasad, K. (2009). "Color removal from distillery spent wash through coagulation using Moringa oleifera seeds: Use of optimum response surface methodology." *Original Research Article Journal of Hazardous Materials*, 165 (1-3), 804-811.
- 14- Sanchez-Martín, J., Ghebremichael, K., and Beltrán-Heredia, J. (2010). "Comparison of single-step and two-step purified coagulants from Moringa oleifera seed for turbidity and DOC removal." *Bioresource Technology*, 101 (15), 6259-6261.