

بررسی اقتصادی استفاده از نشاسته به عنوان کمک منعقد کننده در تصفیه آب

دکتر نسرين گودرزی
دکتر سیمین ناصری

کلمات کلیدی:

نشاسته، کمک منعقدکننده، تصفیه آب، مطالعه اقتصادی.

چکیده:

کشور پهناور ما ایران در روند توسعه اجتماعی - اقتصادی، با وجود امکانات زیاد خود با محدودیتهایی روبروست که از آن جمله می‌توان به رشد بالای جمعیت و بدنبال آن تنگنای اقتصادی و کمبود امکانات اشاره نمود.

بنابراین برنامه‌ها در زمینه‌ای می‌باید با توجه به محدودیتها صورت پذیرد تا امکان بهینه‌سازی فعالیتها فراهم و روند توسعه تسریع گردد.

از بخش‌های بسیار مهم و زیربنایی در امر توسعه، صنعت آب است که نیازمند کوشش و تلاش در جهت بهبود بیشتر آن می‌باشد. در این بررسی سعی بر آن بوده است که به خاطر کمبود، گرانی و وارداتی بودن بخشی از مواد منعقد کننده مصرفی، استفاده از نشاسته که در مملکت ما به فراوانی تولید می‌شود به عنوان یک پلی‌مرالی در حذف کدورت آب مورد ارزیابی قرار گرفته و کارایی آن از نظر اقتصادی با پلی‌الکترولیت‌های مصنوعی که از خارج وارد می‌گردد مقایسه شود.

در این بررسی، پس از تعیین میزان بهینه مصرف نشاسته در حذف کدورت از آب در شرایط مختلف، با توجه به برآورد قیمت مواد شیمیایی (آلوم، کلریدفریک و نشاسته) و با در نظر گرفتن تعداد تصفیه خانه‌های کشور که از آلوم و کلریدفریک به عنوان ماده منعقد کننده استفاده می‌کنند و همچنین با استناد به ظرفیت این تصفیه‌خانه‌ها مشخص گردید که می‌توان سالانه مبلغی معادل ۶,۸۷۸,۹۳۳,۳۰۰ ریال صرفه‌جویی اقتصادی در صنعت تصفیه آب در سطح کشور داشت.

استادپار دانشگاه علوم پزشکی تهران - مجتمع آموزش عالی ابرویخان.

دانشیار دانشگاه علوم پزشکی تهران.

با خیر شدم خانم دکتر نسرين گودرزی بر اثر بیماری حادى دارفانی را وداع گفته و به دیار باقی شتافته‌اند. به بازماندگان آن شادروان تسلیت عرض نموده و آرزو داریم روح و روانش شاد باشد. سردبیر

سرآغاز

هرگاه کیفیت فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی آب خام برای آشامیدن مناسب نباشد انجام عملیات تصفیه برای اصلاح کیفیت آب ضروری است.

منابع آب سطحی طبیعتاً دارای مواد جامد معلق با مقادیر متغیر بوده و در معرض آلودگیهای باکتریایی و ویروسی می‌باشند. از اینرو قبل از اینکه به مصرف آشامیدن برسند لازم است که مراحل تصفیه زیر در تصفیه‌خانه‌های با بهره‌برداری مناسب در مورد آنها انجام گیرد.

۱- لخته‌سازی

۲- ته نشینی

۳- صاف کردن

۴- گندزدایی

کاربرد تکنولوژی‌های پیشرفته در تصفیه آب این امکان را فراهم می‌سازد که آبهای شور دریاها و اقیانوسها و یا آبهای شیرین را که آلودگی شدید دارند با صرف هزینه‌های مختلف به آب آشامیدنی تبدیل نمود. آبهای زیرزمینی بر خلاف آبهای سطحی طبیعتاً مواد جامد معلق کمتری داشته و یا اصلاً ندارند. ضمناً شدت آلودگی باکتریایی و ویروسی این آنها معمولاً بسیار پایین‌تر می‌باشد. بنابراین انتظار می‌رود که برای استفاده از آبهای زیرزمینی به عنوان آب آشامیدنی، عملیات تصفیه محدودتری مورد نیاز باشد. به عبارت دیگر، کلیه مراحل تصفیه آب در مورد کلیه منابع آب لازم‌الاجرا نیست. فرایندهای انعقاد و لخته‌سازی به عنوان یکی از مراحل مهم به منظور حذف یا کاهش موادی که عامل تیرگی است محسوب می‌شود. این مواد شامل ذرات معلق، ذرات رسی یا ماسه‌ای بسیار ریز باکتریها و جلبک‌ها است. همچنین پدیده انعقاد جهت حذف رنگ و بوی نامطبوع آبهای سطحی که از فساد گیاهان و فاضلاب‌های صنعتی ناشی می‌شود نیز بکار می‌رود.

معمولی‌ترین موادی که در فرآیند کاربرد دارند، نمکهای آلومینیوم و آهن می‌باشند. به عنوان مواد منعقدکننده کمکی نیز می‌توان از پلی‌الکترولیت‌ها استفاده نمود [۴].

پلی‌الکترولیت‌های مصنوعی به دلیل کارایی‌شان به عنوان منعقدکننده و کمک منعقدکننده در کشورهای مختلف دنیا به ویژه ایالات متحده آمریکا کاربرد زیادی داشته‌اند. اما با وجود فوایدی که

نسبت به پلیمرهای آلی طبیعی دارند، بدلیل اثرات سوء آنها بر سلامتی در بعضی از کشورها استفاده از آنها ممنوع شده است [۲ و ۶]. تحقیق حاضر بر مبنای مطالعه کاربرد نشاسته، به عنوان یکی از عوامل انعقاد طراحی شده است.

بررسیهای انجام شده نشان داده‌اند که نشاسته می‌تواند به عنوان یک نمونه از پلی‌الکترولیت‌های طبیعی در عمل انعقاد و رفع کدورت آب مؤثر باشد.

نظر به اینکه در حال حاضر در ایران مواد منعقدکننده به مقدار قابل توجهی از خارج وارد می‌گردد و در حالی که نشاسته بقدر کافی در داخل کشور تولید می‌شود، بنابراین از نظر اقتصادی در تصفیه آب می‌تواند نقش بسیار مهمی داشته باشد [۷ و ۱].

روش بررسی:

مواد:

مواد بکار رفته عبارتند از: نشاسته ذرت ساخت کارخانه گلوکزا قزوین، سولفات آلومینیوم $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ کلرید فیک $FeCl_3 \cdot 5H_2O$ و آهک CaO که هر سه ماده اخیر ساخت کارخانه مرک^(۱) آلمان است. پلی‌الکترولیت پرستول آنیونی RT 2530 تهیه شده از شرکت ایتان.

دستگاهها:

- دستگاه کدورت سنج مدل 2100 A ساخت کارخانه Hach برحسب واحد NTU.

- دستگاه PH متر ساخت شرکت CONSORT.

- دستگاه COD سنج همراه با شش بالن مخصوص COD، شش اجاق و شش برد.

- دستگاه جارتست^(۲) با شش ظرف مخصوص و همزن برقی ساخت انگلستان.

کلیه روشهای آزمایش در این تحقیق براساس آخرین دستورالعمل استاندارد متد انجام شده است [۳].

در این بررسی ابتدا ۵ نمونه ۵۰۰ میلی‌لیتری آب خام که کدورت آن قبلاً اندازه‌گیری شده است انتخاب و در ظروف مخصوص آزمایش جار ریخته شد. سپس مواد منعقدکننده و کمک

تصفیه هزار مترمکعب آب برابر است با:

$$\text{ریال } 15 \times 1300 = 19500$$

بنابراین مقدار

$$\text{ریال } 19500 - 14050 = 5450$$

در این حالت صرفه جویی اقتصادی می شود.

نتایج و بحث:

در این بررسی با انجام آزمایشات مکرر اولاً ثابت شد که نشاسته در تصفیه آب در حذف کدورت به عنوان یک ماده کمک منعقدکننده راندمان بالایی داشته و از میان دو نوع نشاسته (گندم و ذرت) نشاسته ذرت کارایی بالاتری نسبت به نشاسته گندم دارد. ضمناً مقادیر بهینه مصرف مواد منعقدکننده (آلوم و کلریدفریک) و کمک منعقدکننده (نشاسته و پلی الکترولیت) جهت دسترسی به کدورت استاندارد نهایی آب (۵NTU) و بالاترین درصد حذف کدورت مشخص شد که در جداول مربوط ارائه شده است.

مطالعه این جداول نشان می دهد که:

به عنوان مثال با استفاده از نشاسته ذرت به جای پلی الکترولیت در شرایط بهینه (از نظر غلظت، زمان لخته بندی، زمان ته نشینی، PH و درجه حرارت) در کدورت بالا و متوسط در صورت استفاده از کمک منعقدکننده کاهش هزینه ای برابر ۳۹۵۰ ریال و در صورت عدم استفاده از کمک منعقدکننده کاهش هزینه ای برابر ۵۴۵۰ ریال برای تصفیه هزار مترمکعب آب وجود دارد (جدول شماره ۱). به همین ترتیب جداول شماره ۲ تا ۵ بررسی اقتصادی را به هنگام مصرف آلوم و نشاسته ذرت در کدورت پایین (جدول شماره ۲)، کلریدفریک و نشاسته ذرت در کدورت بالا (جدول شماره ۳)، کدورت متوسط (جدول شماره ۴) و کدورت پایین (جدول شماره ۵) نشان می دهد. نتایج این بررسی بطور خلاصه در جدول شماره ۶ نیز ارائه گردیده است.

نتیجه گیری:

از جنبه اقتصادی بدلیل عدم نیاز به صرف هزینه سرمایه ای و ساخت مواد جدید، استفاده از نشاسته تولید ایران و عدم کاربرد پلی الکترولیت مصنوعی ساخت خارج و با توجه به کاهش میزان مصرف مواد منعقدکننده با استفاده از نشاسته و کاهش حجم و وزن

منعقدکننده یکبار به تنهایی و یکبار توأمأً اضافه به مدت یک دقیقه با دور تند (۱۰۰ دور در دقیقه) و ۲۰ دقیقه با دور آهسته (۳۰ دور در دقیقه) آنرا به هم زده و آنگاه به مدت ۱۰ دقیقه به آن فرصت ته نشینی داده شد. پس از آن کدورت اندازه گیری و با نمونه های اولیه مقایسه گردیده نمونه های آب خام در کدورت پایین (۴۰ NTU >)، متوسط (۴۰ - ۱۰۰ NTU) و بالا (۱۰۰ - ۲۰۰ NTU) مورد آزمایش قرار گرفته شده است.

در بررسی اقتصادی هزینه های مختلف کاربرد هر یک از مواد منعقدکننده در صنعت آب با توجه به میزان آب مورد نیاز جهت تصفیه با مراجعه به ارگانها و سازمانهای دست اندرکار، گردآوری شده و مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته اند.

در این بررسی دو حالت در نظر گرفته است: حالت (الف) تصفیه خانه هایی که از پلی الکترولیت ها استفاده می کنند و حالت (ب) تصفیه خانه هایی که از پلی الکترولیت ها استفاده نمی کنند. در هر دو حالت هزینه استفاده از آلوم و نشاسته ذرت، آلوم و پلی الکترولیت و آلوم به تنهایی در کدورت های بالا، متوسط و پایین محاسبه و مقایسه گردیده است. به عنوان مثال مقدار نشاسته ذرت و آلوم برای تصفیه آب در کدورت بالا به ترتیب برابر ۵ و ۶ میلی گرم در لیتر (۱۰۰ مترمکعب / کیلوگرم) می باشد.

با توجه به اینکه قیمت هر کیلوگرم نشاسته ذرت برابر ۱۲۵۰ ریال و هر کیلوگرم آلوم ۱۳۰۰ ریال می باشد هزینه مصرف این مواد برای تصفیه هزار مترمکعب آب برابر است با:

$$\text{ریال } 5 \times 125 + 10 \times 1300 = 14050$$

در صورت استفاده از پلی الکترولیت با آلوم در همان کدورت جهت تصفیه آب باید ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر پلی الکترولیت و ۱۰ میلی گرم در لیتر آلوم مصرف نمود که هزینه آن با توجه به قیمت پلی الکترولیت (۲۴۰۰۰ ریال / Kg) برابر است با:

$$\text{ریال } 0.25 \times 24000 + 10 \times 1300 = 18000$$

بنابراین برای تصفیه هزار مترمکعب آب در کدورت بالا:

$$\text{ریال } 18000 - 14050 = 3950$$

صرفه جویی اقتصادی وجود دارد.

و در صورت عدم استفاده از پلی الکترولیت با توجه به اینکه مقدار آلوم مصرف شده به تنهایی برای تصفیه آب در کدورت بالا برابر ۱۵ میلی گرم در لیتر می باشد هزینه مصرف این ماده برای

جدول شماره ۱- بررسی اقتصادی با مصرف آلوم و نشاسته ذرت در کودورت بالا و متوسط

نوع ماده مصرفی	مقدار مصرف mg/l	بررسی اقتصادی
آلوم (با نشاسته ذرت)	۶	الف: در صورت استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف آلوم + نشاسته ذرت (ریال) $6 \times 1300 + 5 \times 1250 = 14050$
آلوم با (پلی الکترولیت)	۱۰	هزینه مصرف آلوم + پلی الکترولیت (ریال) $10 \times 1300 + 0.25 \times 24000 = 18000$
پلی الکترولیت	۰/۲۵	کاهش هزینه (ریال) $18000 - 14050 = 3950$
نشاسته ذرت	۵	ب: در صورت عدم استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف آلوم بنهایی (ریال) $15 \times 1300 = 19500$
آلوم بنهایی	۱۵	هزینه مصرف آلوم + نشاسته ذرت (ریال) $6 \times 1300 + 5 \times 1250 = 14050$
		کاهش هزینه $m^3 1000$ (ریال) $19500 - 14050 = 5450$
قیمت آلوم: ریال/kg ۱۳۰۰		قیمت پلی الکترولیت: ریال/kg ۲۴۰۰۰
قیمت نشاسته ذرت: ریال/kg ۱۲۵۰		

جدول شماره ۲- بررسی اقتصادی با مصرف آلوم و نشاسته ذرت در کودورت پایین

نوع ماده مصرفی	مقدار مصرف mg/l	بررسی اقتصادی
آلوم (با نشاسته ذرت)	۵	الف: در صورت استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف آلوم + نشاسته ذرت (ریال) $5 \times 1300 + 5 \times 1250 = 12750$
آلوم با (پلی الکترولیت)	۱۰	هزینه مصرف آلوم + پلی الکترولیت (ریال) $10 \times 1300 + 0.25 \times 24000 = 18000$
پلی الکترولیت	۰/۲۵	کاهش هزینه (ریال) $18000 - 12750 = 5250$
نشاسته ذرت	۵	ب: در صورت عدم استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف آلوم بنهایی (ریال) $15 \times 1300 = 19500$
آلوم بنهایی	۱۵	هزینه مصرف آلوم + نشاسته ذرت (ریال) $5 \times 1300 + 5 \times 1250 = 12750$
		کاهش هزینه $m^3 1000$ (ریال) $19500 - 12750 = 6750$
قیمت آلوم: ریال/kg ۱۳۰۰		قیمت پلی الکترولیت: ریال/kg ۲۴۰۰۰
قیمت نشاسته ذرت: ریال/kg ۱۲۵۰		

جدول شماره ۳- بررسی اقتصادی با مصرف فریک و نشاسته ذرت در کودورت بالا

نوع ماده مصرفی	مقدار مصرف mg/l	بررسی اقتصادی
کلرید فریک (با نشاسته ذرت)	۵	الف: در صورت استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف کلرید فریک + نشاسته ذرت (ریال) $5 \times 1750 + 5 \times 1250 = 15000$
کلرید فریک با (پلی الکترولیت)	۵	هزینه مصرف کلرید فریک + پلی الکترولیت (ریال) $5 \times 1750 + 0.5 \times 24000 = 20750$
پلی الکترولیت	۰/۵	کاهش هزینه (ریال) $20750 - 15000 = 5750$
نشاسته ذرت	۵	ب: در صورت عدم استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف کلرید فریک بنهایی (ریال) $10 \times 1750 = 17500$
کلرید فریک بنهایی	۱۰	هزینه مصرف کلرید فریک + نشاسته ذرت (ریال) $5 \times 1750 + 5 \times 1250 = 15000$
		کاهش هزینه $m^3 1000$ (ریال) $17500 - 15000 = 2500$
قیمت آلوم: ریال/kg ۱۷۵۰		قیمت پلی الکترولیت: ریال/kg ۲۴۰۰۰

جدول شماره ۴ - بررسی اقتصادی با مصرف کلریدفریک و نشاسته ذرت در کدورت متوسط

نوع ماده مصرفی	مقدار مصرف mg/l	بررسی اقتصادی
کلریدفریک (با نشاسته ذرت)	۱۰	الف : در صورت استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف کلریدفریک + نشاسته ذرت (ریال) $10 \times 1750 + 5 \times 1250 = 23750$
کلریدفریک با (پلی الکترولیت)	۱۰	هزینه مصرف کلریدفریک + پلی الکترولیت (ریال) $10 \times 1750 + 0/5 \times 24000 = 29500$
پلی الکترولیت	۰/۵	کاهش هزینه (ریال) $29500 - 23750 = 5750$
نشاسته ذرت	۵	ب : در صورت عدم استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف کلرید فریک بنهایی (ریال) $15 \times 1750 = 26250$
کلریدفریک بنهایی	۱۵	هزینه مصرف کلریدفریک + نشاسته ذرت (ریال) $10 \times 1750 + 5 \times 1250 = 23750$
		کاهش هزینه 1000 m^3 (ریال) $26250 - 23750 = 2500$
قیمت آلوم : ریال /kg	۱۷۵۰	قیمت پلی الکترولیت : ریال /kg
	۲۴۰۰۰	۲۴۰۰۰
قیمت نشاسته ذرت : ریال /kg	۱۲۵۰	

جدول شماره ۵ - بررسی اقتصادی با مصرف کلریدفریک و نشاسته ذرت در کدورت پایین

نوع ماده مصرفی	مقدار مصرف mg/l	بررسی اقتصادی
کلریدفریک (با نشاسته ذرت)	۴	الف : در صورت استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف کلریدفریک + نشاسته ذرت (ریال) $4 \times 1750 + 5 \times 1250 = 13250$
کلریدفریک با (پلی الکترولیت)	۵	هزینه مصرف کلریدفریک + پلی الکترولیت (ریال) $5 \times 1750 + 0/25 \times 24000 = 14750$
پلی الکترولیت	۰/۲۵	کاهش هزینه (ریال) $14750 - 13250 = 1500$
نشاسته ذرت	۵	ب : در صورت عدم استفاده از کمک منعقدکننده هزینه مصرف کلرید فریک بنهایی (ریال) $10 \times 1750 = 17500$
کلریدفریک بنهایی	۱۵	هزینه مصرف کلریدفریک + نشاسته ذرت (ریال) $4 \times 1750 + 5 \times 1250 = 13250$
		کاهش هزینه 1000 m^3 (ریال) $17500 - 13250 = 4250$
قیمت آلوم : ریال /kg	۱۷۵۰	قیمت پلی الکترولیت : ریال /kg
	۲۴۰۰۰	۲۴۰۰۰
قیمت نشاسته ذرت : ریال /kg	۱۲۵۰	

جدول شماره ۶ - قیمت تمام شده هزار متر مکعب آب تصفیه شده با مواد منعقدکننده مختلف (ریال)

کدورت	بالا	متوسط	پایین	هزینه مواد منعقدکننده مصرفی 1000 m^3 (ریال)
آلوم + نشاسته ذرت	۱۴۰۵۰	۱۴۰۵۰	۱۲۷۵۰	
آلوم + پلی الکترولیت	۱۸۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱۸۰۰۰	
کلریدفریک + نشاسته ذرت	۱۵۰۰۰	۲۳۷۵۰	۱۳۲۵۰	
کلریدفریک + پلی الکترولیت	۲۰۷۵۰	۲۹۵۰۰	۱۴۷۵۰	
آلوم بنهایی	۱۹۵۰۰	۱۹۵۰۰	۱۹۵۰۰	
کلریدفریک بنهایی	۱۷۵۰۰	۲۶۲۵۰	۱۷۵۰۰	

در عملیات تصفیه آب، مجله آب و فاضلاب، شماره ۱۶.
 ۲- بینا، بیژن. شاه منصوری، محمدرضا. وکیلی. بهنام. ۱۳۷۵.
 استفاده از سوسپانسیون کتیرا و شنبلیله به عنوان کمک
 منعقدکننده در عملیات تصفیه آب، مجموعه مقالات سمینار
 منعقدکننده‌ها در صنعت آب، اهواز، آبادان.

3- APHA, AWWA, WEF, 1992. Standard methods for the examination of water and Wastewater. 18 th Ed.

4- AWWA, 1991. Water quality and treat. A Handbook of Public Water Supplies, 3rd Ed., Mc Graw Hill Book Company.

5- Crozes, G., White, P., Marshall, M., 1995. Enhanced coagulation: It's effect on natural organic matter (NOM) removal and chemical costs, J. AWWA, Vol 87, No.1, Jan.

6- Mallevalle, J., Bruchrt, A. Fiessinger, F. 1984. How safe are organic polymers in water treatment. J. AWWA, Vol 87, No 2, Feb.

7- Anis Al-layla, M. et al. 1994. Economical evaluation of using polymers with Alum for turbidity removal in water treatment. Mosul University, Iraq. J. Environ Sci, 29 (8).

لجن و در نتیجه کاهش مخارج دفع، حمل و تصفیه لجن، استفاده از نشاسته مقرون به صرفه است.

براساس آخرین آمار و اطلاعات موجود در شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور (سال ۱۳۷۵) جمعاً تعداد ۴۴ تصفیه‌خانه در سطح کشور از آلوم و ۱۲ تصفیه‌خانه از کلریدفریک به عنوان ماده منعقدکننده استفاده می‌نماید. همچنین با در نظر گرفتن ظرفیت این تصفیه‌خانه‌ها ($24/57 m^3/s$ و $23/86 m^3/s$) به ترتیب برای آلوم و کلریدفریک) مشخص می‌گردد که ظرفیت سالیانه تصفیه‌خانه‌هایی که از کلریدفریک استفاده می‌کنند برابر 752448960 مترمکعب خواهد بود. همچنین با در نظر گرفتن قیمت متوسط آلوم و کلریدفریک به ترتیب برابر 1300 و 1750 ریال به ازای هر کیلوگرم این نتیجه کلی حاصل می‌گردد که چنانچه به جای مواد فوق و براساس نتایج این تحقیق از نشاسته به قیمت متوسط 1250 ریال استفاده شود، نهایتاً 4558380800 ریال و 2320552500 ریال و جمعاً 6878933300 ریال سالیانه صرفه‌جویی می‌شود که مبلغ بسیار قابل توجهی است.

یادداشتها:

- 1- Merck.
- 2- Jar test.

منابع:

۱- بینا، بیژن. شاه منصوری، محمدرضا. ذهب صنعی، اسدالله. ۱۳۷۴. استفاده از پرمنگنات پتاسیم به عنوان کمک منعقدکننده

Economic Study on the application of starch as a coagulant - aid in water treatment

Goodarzi, N. (Ph.D)^{**}

Nasseri, S. (Ph.D)^{***}

Abstract :

Iran, for its socio-economic development is faced with limitations, because of growing population, economic drawbacks and shortcomings in resources. Therefore, country planning should be based on considering the limitations.

At present, water treatment industry in Iran is regarded as one of the major development activities needing a comprehensive management with both quantitative and qualitative approaches.

In this paper, emphasis has been placed on the evaluation of the application of starch as a natural organic polymer in turbidity removal, due to the shortage and the high price of some coagulants. Also the effectiveness of starch was compared with imported synthetic polyelectrolytes.

In this research, following the determination of the starch optimum dosage in turbidity removal in different conditions, economic evaluation was done on the cost of the chemicals (Alume, ferric chloride and starch).

Then, regarding the number and the capacity of water treatment plants (WTPs) in Iran, which use Alum and ferric chloride as coagulant, the annual cost savings of 6/878/933/300 Rials in water treatment industry in the case of starch application was resulted.

Key Words:

Starch, Coagulant - aid, Water treatment, Economic study

^{**}. Assist. Prof. Tehran University of Medical Sciences. Aburaihan Cluster of Higher education.

^{*}. Assoc. Prof. of Tehran University of Medical Sciences.