Archive of SID

پژوهش و فناوری محیط زیست، دوره چهارم، شماره شش، پاییز و زمستان ۹۸، صفحه‌ی ۴۷-۵۴

# تعیین رابطه کدورت آب (NTU) و کل مواد معلق (TSS) در آبیاری قطره‌ای

فرهاد میرزایی [۱]*، زینب سجودی [۲]، اسماعیل شهریاری [۲]
fmirzaei@ut.ac.ir

**چکیده**

صافی‌های شنی از مخازن پر از شن و ماسه با دانه‌بندی‌های مشخص و با ضخامت معینی از لایه‌های شن و ماسه تشکیل می‌شوند که تحت فشار کار می‌کنند و در سیستم کنترل مرکزی بعد از سیکلون و قبل از فیلتر توری یا دیسکی قرار می‌گیرند. هدف از این تحقیق تعیین رابطه بین کدورت آب و کل مواد معلق در آب است. برای تعیین کدورت با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفتند و درصد عبور نور از هر نمونه بصورت جداگانه بدست آمد. همچنین آزمون تعیین کل مواد معلق نیز انجام گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که یک معادله درجه دوم بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد وجود دارد که این معادله از نمودار شکل ۳ که همبستگی بیشتری بین داده‌ها دارد به‌عنوان معادله اصلی معرفی می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود در طول موج ۴۵۰ نانومتر بین کدورت و درصد عبور نور همبستگی بیشتری داشته و خطای کمتری وجود دارد.

**کلید واژه ها:** آب، کدورت، گرفتگی، مواد معلق

## Determination of the Relationship between Water Turbidity (NTU) and Total Suspended solids (TSS) in drip irrigation

**Farhad mirzaei [1*], Zeynab sojoodi [2], Esmaeel Shahriari[2]**

1- Associate Professor, Faculty of Technology and Agricultural Engineering, University of Tehran
2- M.Sc. of Technology and Agricultural Engineering, University of Tehran

**Abstract**

Sand filters are composed of sand-filled containers with determined granulation and specified thicknesses of pressurized sand layers that work under pressure and they are placed in the center control system after the cyclone and before the grid or disk filter. The aim of this study was to determine the relationship between water turbidity and Total suspended solids (TSS). To determine the samples turbidity, they were tested using a spectrophotometer and the percentage of light passing was obtained through each sample separately. The test of determining total suspended solids was also performed. The results of this experiment showed that there is a quadratic equation between the percentage of light passing and total suspended solids, which is presented as the main equation from figure 3, that is more correlated with the data. As can be seen, at 450 nm, there is a higher correlation between the turbidity and the light transmittance and less error.

**Keywords:** Clogging, Suspended solids, Tubidiry, Water

۱- دانشیار دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران

www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

کمبود منابع آب شیرین، استفاده از پساب‌های قابل بازیافت در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای را افزایش داده است (تال ۲۰۱۶).

با این حال، استفاده از پساب به دلیل وجود نمک، مواد مغذی، غلظت مواد جامد و بیولوژیکی بیشتر، خطر انسداد قطره چکان را افزایش می‌دهد. بنابراین، بزرگترین چالش در هنگام استفاده از پساب جلوگیری از گرفتگی قطره چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای است (تروئین و هیلز، ۲۰۰۷). گرفتگی قطره‌چکان‌ها باعث توزیع نامتناسب آب در طول لوله فرعی شده و در نتیجه یکنواختی کاربرد آب و همچنین تولید محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کلارک و همکاران ۱۹۹۲).

با وجود انتخاب صحیح قطره چکان که گرفتگی را کاهش می‌دهد در هنگام استفاده از پساب، روش‌های نگهداری مانند تصفیه آب، شستشو و پایش عملکرد سیستم موردنیاز است (ژو و همکاران، ۲۰۱۹).

فیلترهای شن و ماسه استاندارد برای جلوگیری از مشکل گرفتگی در سیستم‌های قطره‌ای در نظر گرفته شده‌اند. چون این فیلترها معمولا ذرات بیشتری را حذف می‌کنند و بنابراین گرفتگی قطره چکان را کاهش می‌دهند (ون یونگ و همکاران ۲۰۱۵).

هدف از ساخت فیلترها حذف مواد معلق و کاهش کدورت آب است. بخش عمده‌ای از گرفتگی قطره چکان‌ها مربوط به مواد معلق موجود در آب آبیاری است. مواد معلق گرفته شده توسط فیلتر مقدار جریان عبوری از فیلتر را کاهش می‌دهد که در نهایت باید فیلتر شنی به‌وسیله شست‌وشوی معکوس تمیز شود. اینکه به فاصله چه مدت زمان لازم است فیلتر شسته شود. و چند بار و به چه مدت بایستی آن را شست بستگی به کیفیت آب و عمدا به مواد معلق موجود در آن دارد. تعیین آزمون مواد معلق به اندازه کافی و در طول مدت بهره‌برداری هزینه بردار و وقت‌گیر است و از دقت بالایی برخوردار نیست. کدورت آب تابع کیفیت آب و بیشتر متاثر از مواد معلق درآن است. تعیین کدورت با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر دارای دقت بالا است و به مدت زمان کمی نیاز دارد. در این مقاله با مشخص شدن کدورت و با استفاده از رابطه بدست آمده مقدار کل مواد معلق به سادگی محاسبه می‌شود.

کاپرا و همگاران (۱۹۹۸) تحقیقاتی بر روی کیفیت آب و یکنواختی پخش در تعدادی از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در جنوب ایتالیا انجام دادند. هدف از تحقیق آن‌ها، تعیین پارامترهای موثر در گرفتگی قطره‌چکان‌ها و نیز بررسی رابطه بین این پارامترها و کیفیت آب بود. نتایج مطالعات آن‌ها امکان طبقه‌بندی برخی از شاخص‌های مزرعه‌ای را فراهم ساخت به طوری که این شاخص‌ها در ارزیابی فاکتورهای گرفتگی و طبقه‌بندی خطرات گرفتگی مرتبط با کیفیت آب استفاده گردید. انسداد قطره‌چکان‌ها ارتباط نزدیکی با کیفیت آب آبیاری و ساختار مسیر قطره‌چکان‌ها دارد و به همین دلیل عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مختلفی می‌توانند گرفتگی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای را تشدید نمایند (ارون و همکاران ۱۹۹۶).

(ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار ۱۳۸۳). در میان فیلترهای رایج در آبیاری میکرو، فیلترهای شنی بیشترین کاربرد را دارند بخصوص زمانی که از پساب به‌عنوان آب آبیاری استفاده گردد. این فیلترها همیشه زمانی که جلبک یا سایر آلاینده‌های آلی وجود دارند توصیه می‌شوند (راوینا ۱۹۹۷).

مواد معلق گرفته شده توسط فیلتر مقدار جریان عبوری از فیلتر را کاهش می‌دهد که درنهایت باید فیلتر شنی به‌وسیله شست‌و شوی معکوس تمیز شود که بخش مهمی از عملیات و عملکرد فیلتر شنی است. این شست‌وشوی معکوس یا با زمان و یا با افت بار در فیلتر کنترل می‌شود. با این حال اگر فیلترهای شنی بطور مداوم و بصورت کافی شسته نشوند در فیلترهای شنی منافذ بزرگ و بهم پیوسته‌ای به نام سوراخ موش می‌تواند تشکیل شود که عملکرد فیلتر را کاهش می‌دهد (ناکایاما ۱۹۸۲).

ناکایاما (۱۹۸۲) در ارتباط با کیفیت آب مورد استفاده در روش‌های آبیاری قطره‌ای بیان داشته است که کاربرد آب‌هایی با محتوای مواد جامد معلق بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشکلات عدیده‌ای را برای سیستم آبیاری تحت فشار ایجاد می‌نماید. علاوه بر این طبق توصیه مراجع، آبی که غلظت جامدات معلق در آن کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باشد برای استفاده در اکثر سیستم‌های آبیاری تحت فشار مناسب است (متسفل و همکاران ۲۰۰۷). اطلسی (۱۳۹۱) به این نتیجه رسید که اسمز معکوس از راندمان حذف نیترات بالایی برخوردار است. راندمان حذف نیترات برای بالاترین غلظت نیترات ورودی انجام شده در این تحقیق (۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) برابر ۹۱ درصد گزارش شده است. فروغی و همکاران (۱۳۹۱) فیلتراسیون رواناب با استفاده از شن روش تصفیه‌ای است که به

www.SID.ir

Arch

دلیل ارزان بودن، فراوانی و قابلیت دسترسی به شن و نیز امکان کاربرد این روش در مقیاس‌های کوچک و بزرگ اهمیت خاصی بین سایر روش‌های تصفیه دارد. امین و همکاران ۱۳۸۹ به این نتیجه رسیدن که با بهبود شرایط راهبری تصفیه‌خانه و ارتقای کیفیت پساب خروجی از طریق فیلتراسیون شنی تحت فشار و با اصلاح دانه‌بندی بستر فیلتر برای کاهش TSS، سیستم uv گزینه‌ای قابل رقابت با کلرزنی به‌منظور گندزدایی و بازیابی حجم عظیم پساب در مصارف مختلف به‌خصوص آبیاری زمین‌های کشاورزی پایین دست تصفیه‌خانه محسوب می‌شود.

عابدی کوپایی و همکاران (۱۳۹۱) روش‌های مختلفی برای بهبود کیفیت آب‌های نامتعارف وجود دارد که در بین آن‌ها روش فیلتراسیون یک روش کارآمد و مؤثر در حذف عناصر بوده است. در ساختن فیلتر مهمترین قسمت انتخاب جاذب است. در این مطالعه از تراشه‌های لاستیکی به‌عنوان جاذب استفاده شده است. نتایج نشان داد که حذف عناصر به عوامل مختلفی چون زمان تماس جاذب با محلول و مقدار ماده جاذب به کار برده شده (ضخامت فیلتر) بستگی دارد. با افزایش زمان تماس، میزان جذب افزایش یافته و سبب کاهش بیشتری در غلظت عناصر موجود در زه‌آب خروجی شد. همچنین با افزایش ضخامت فیلتر نیز بر مقدار جذب افزوده شد. دانشی و همکاران (۱۳۸۹) فیلتر شنی تک‌لایه ثقلی با محیط شن سیلیسی می‌تواند بطور موفقیت آمیزی برای حذف غلظت‌های پایین مس مورد استفاده قرار گیرد. برای غلطت‌های بالای مس یا بطور کلی جهت حذف روی در غلظت‌های مختلف کارایی مطلوبی حاصل نگردید اما احتمالا در این شرایط می‌توان با استفاده از سری فیلترهای شنی دارای عمق بیشتر استفاده نمود.

مهلنگو و همکاران (۲۰۱۱) استفاده از زئولیت را در فیلتر شنی بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده راندمان حذف بالای ۸۰ برای کلسیم، ۸۹ برای منیزیم، ۹۹ برای آهن، ۵۶ برای آرسنیک، ۵۴ برای فلوراید، ۹۶ برای کدورت، ۳۷ برای نیترات، و ۴۱ درصد برای کل کربن آلی بوده است.

بنجامین و همکاران (۲۰۰۹) هرچند شن جاذب ارزان قیمت و در دسترسی به‌شمار می‌رود اما حذف الاینده‌های محلول مانند فلزات سنگین را بدلیل واکنش‌پذیری سطحی اندک محدود می‌کند در واقع شن قدرت جذب سطحی خیلی کمی دارد اما در ترکیب با مواد جاذب دیگر توانایی جذب آب افزایش می‌یابد.

وارا پراساد (۲۰۰۳) برای حذف فلزات سنگین از سیال‌های صنعتی، از ترکیبی از مواد جاذب مانند شن، سیلیکا، ذغال سنگ و اکسید آلومینیوم استفاده کردند.

متسفل و همکاران (۲۰۰۷) توصیه کردند که از سیستم فیلتراسیون قبل از واحدهای uv استفاده شود. خود فیلتر به تنهایی باعث حذف اکثر ذرات و بخشی از پاتوژن ها می شود و در نتیجه بارگذاری سیستم uv کاهش میابد.

بیگ و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای، محلول‌های با غلظت‌های مختلف کروم را از ستون شن عبور دادند. آن‌ها دریافتند توانایی حذف این عنصر توسط شن ۸۹ تا ۱۰۰ درصد است که این توانایی را به تمایل زیاد یون‌های کروم برای جذب به ذرات شن مرتبط دانستند.

منکل و همکاران (۱۹۹۱) فیلترهای شن با تکیه بر پوشش‌های بیوفیلم فعال ذارت شن و ماسه بیش از یک قرن است که برای تصفیه آب فاضلاب استقاده می‌شود.

شی و همکاران (۲۰۰۰) امروزه فیلتر شینی تاثیر خود را در از بین بردن بیش از ۹۹ درصد نیاز اکسیژن بیوشیمیایی ($BOD_5$) از فاضلاب فراوری پنیر نشان داده است.

احمد و همکاران در سال ۲۰۱۰ کارایی شن پوشیده شده با اکسید منگنز و شن بدون پوشش را در حذف برخی آلاینده‌های رواناب مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که فیلترهای شنی پوشش داده شده کاراتر از فیلترهای شنی بدون پوشش است.

ایون و همکاران (۲۰۰۳) حذف چهار فلز سنگین سرب، کروم، مس، نیکل را از محلول آبی با استفاده از شن معمولی در ۲۰ منطقه بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین جذب فلزات سنگین توسط شن به ترتیب سرب، کروم، مس و روی بود.

هان و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه ای که روی حذف روی و مس توسط زئولیت پوشیده شده با اکسید منگنز (mocz) انجام شد، نشان داد که mocz جاذب موثری برای حذف مس و روی می‌باشد. فلورنت پورسل و همکاران (۲۰۲۰) رابطه بین غلظت کل مواد معلق در لوله‌های آب در شتستشوهای مکرر و کدورت را مورد ارزیابی قرار دادند. و ملاحظه کردند که نسبت بین کدورت و غلظت کل مواد معلق در نمونه‌ها تا چندین برابر با یکدیگر فرق دارند و آن متاثر از منشاء ذرات معلق و زمان

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌گیری و روش شستشو می‌باشد.

البانا و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از یک پساب احیا شده برای ارزیابی کارایی فیلترهای ماسه با قطرهای مؤثر ماسه ۰/۳۲، ۰/۴۷، ۰/۶۳ و ۰/۶۴ میلی‌متر در کاهش کدورت و بهبود غلظت اکسیژن محلول آزمایشی انجام دادند. تأثیر شستشوی فیلترها بر کارآیی تصفیه بسته به اندازه ماسه مؤثر، باعث کاهش کدورت بین ۵۹/۶ تا ۸۵/۴ درصد و بهبود اکسیژن محلول از ۴/۵ تا ۱۵/۷ درصد شد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق یک مدل فیزیکی ساخته شد. این مدل فیزیکی شامل یک مخزن استوانه‌ای فلزی به ارتفاع یک متر و قطر ۶۰ سانتی‌متر جهت جای‌گذاری دانه‌های شن و ماسه می‌باشد. یک درپوش فلزی، لوله ورودی وخروجی آب به قطر یک اینچ، لوله فلزی متخلخل به همراه توری پیچیده شده در اطراف آن در داخل و در کف مخزن از ضمایم این مدل می‌باشند، یک شیر قطع و وصل جریان در قسمت ورودی مخزن شن، یک عدد پمپ با توان ۰/۵ اسب بخار به منظور تامین فشار، دو عدد فشار سنج یکی قبل از ورودی به مخزن فیلتر شنی و دیگری بعد از مخزن فیلتر شن (برای تعیین افت بار هیدرولیکی در ستون فیلتر شنی) را نیز شامل است. همچنین دو مخزن آب هرکدام به حجم ۱۵۰ لیتر یکی جهت تهیه آب خام با کیفیت مشخص (قبل از فیلتر شن) و دیگری جهت جمع‌آوری آب تصفیه شده از فیلتر شن (بعد از فیلتر شن) نیز وجود دارند. یک لوله فرعی انشعاب گرفته از پمپ به داخل مخزن آب جهت ایجاد تلاطم و مخلوط کردن مواد معلق موجود در آب خام (برای یکنواختی بهتر مواد معلق در مخزن ورودی آب) پیش‌بینی شده است.

- **آزمایش تعیین TSS**

نمونه‌های کیفیت آب گرفته شده از مخزن آب خام (ورودی) و مخزن آب تصفیه شده (خروجی) درون ظرف‌های شیشه‌ای محکم یک لیتری، جمع آوری شد و به آزمایشگاه زهکشی گروه آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج منتقل شد و در آن‌جا نمونه آب در ظرف‌های مخصوص یک لیتری ریخته شد و ظرف‌ها بصورت سر باز درون آون قرار گرفتند. دمای آون روی ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید تا آب نمونه‌ها بخار شود تبخیر شدن نمونه‌ها حدود ۴۸ ساعت طول کشید. پس از تبخیر شدن آب درون ظرف‌ها، آنچه درون ظرف‌ها باقی ماند مقدار کل مواد معلق جامد بود. ظرف‌های حاوی رسوبات خشک شده، با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، وزن شدند. سپس ظرف‌ها شسته شدند و مجددا به مدت ۱۵ دقیقه درون آون قرار داده شدند تا ظرف‌ها کاملا خشک شدند سپس مجددا ظرف‌ها وزن گردید و وزن ظرف خالی بدست آمد و در نهایت با تفاضل وزن ظرف‌ها مقدار رسوبات (مواد معلق جامد یا TSS) بدست آمد.

چون در همه تیمارها میزان رس اضافه شده به مخزن ورودی آب تقریبا یکسان و به میزان ۱۵۰ (با خطای ۵ گرم ) گرم در ۱۵۰ لیتر آب بود لذا TSSهای به‌دست آمده از تیمار ورودی حدود یک گرم بود. ولی این مقدار برای مخزن خروجی که آب تصفیه شده را جمع‌آوری می‌کرد متفاوت بود علت این تفاوت هم به این خاطر است که تیمارهای مختلف فیلتر شن طراحی شده، مقدار متفاوتی از رس را جذب می‌کنند (هر تیمار مقدار خاصی رس جذب می‌کند) و بنابراین تصفیه‌های متفاوتی صورت می‌گیرد. به همین علت مقدار TSSهای خروجی از فیلتر متفاوت است.

- **اندازه‌گیری درصد عبور نور با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر**[1]

هدف کلی استفاده از این دستگاه در این آزمایش، به‌دست آوردن رابطه بین کل مواد جامد معلق و درصد عبور نور است. با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفتند و درصد عبور نور از هر نمونه به‌صورت جداگانه بدست آمد. به این صورت که ابتدا دستگاه روشن گردید سپس آب مقطر (جهت صفر کردن دستگاه یا مبنا قرار دادن جهت مقایسه نمونه‌ها)، درون لوله شیشه‌ای کوچکی که درون دستگاه بود ریخته شد سپس ظرف شیشه‌ای با دستمال تمیز گردید (چون در صورت وجود لکه روی این ظرف شیشه‌ای حساس، قرائت با خطا مواجه می‌شود، لازم به ذکر است که علاوه بر لکه روی ظرف شیشه‌ای، حباب‌های ریز که در هنگام ریختن آب در شیشه به وجود می‌آید نیز باعث شکست نور شده و قرائت با خطا روبرو می‌شود) در ادامه نمونه درون دستگاه قرار داده شد سپس دستگاه روی طول موج مشخص (۴۵۰، ۵۵۰، ۷۵۰ نانومتر) هر کدام بصورت جداگانه تنظیم گردید (با آب مقطر) و درصد عبور نور تعیین شد چون دستگاه با آب مقطر صفر شد یا

[1] - Spectrophotometer

www.SID.ir

Archive of SID

به تعبیر دیگر مبنا قرار گرفت پس درصد عبور نور ۱۰۰ درصد و جذب نور صفر می‌شود). اندازه‌گیری برای هر طول موج جداگانه انجام شد، به‌عنوان مثال برای اولین بار دستگاه با طول موج ۴۵۰ نانومتر (با آب مقطر) تنظیم شد سپس درصد عبور نور نمونه‌ها یک به یک در این طول موج قرائت شد. هر بار که لازم باشد طول موج عوض شود باید دستگاه با آب مقطر صفر شود بعد درصد عبور نور نمونه‌ها قرائت گردد.

- **درصد عبور نور از نمونه آب ورودی و خروجی**

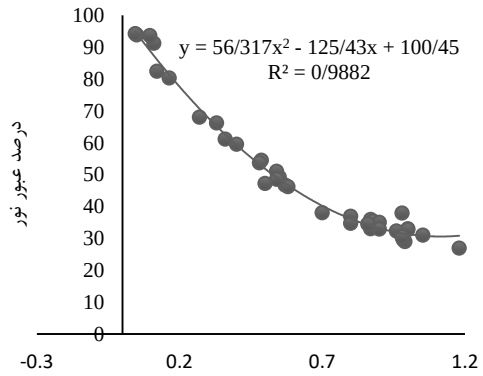
داده‌های اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه کیفیت آب مربوط به درصد عبور نور و جذب نور از تیمارهای ورودی و خروجی از فیلتر بود که هدف از این آزمایش برقراری رابطه‌ای بین درصد عبور نور با کدورت آب و همچنین رابطه‌ای بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد در آب بود. درصد عبور نور برای همه تیمارها در طول موج‌های ۴۵۰، ۵۵۰ و ۷۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. جدول ۱ درصد عبور و جذب نور از نمونه آب ورودی و خروجی در تیمار اول را نشان می‌دهد. به جهت محدودیت در حجم مقاله یک جدول آورده شده است. درصد عبور نور از نمونه‌ها در تیمار اول کمترین بود چون در این تیمار ارتفاع لایه وسط کم و دانه‌بندی آن درشت‌تر از بقیه تیمارها بود و آب کمتر تصفیه شد این در حالی است که تیمار نهم چون دارای لایه وسط با ضخامت بیشتر و دانه‌بندی ریزتری بود تصفیه بیشتری انجام داد. به‌طور کلی هر چه درصد عبور نور از آب بیشتر باشد یعنی فیلتر شنی تصفیه بهتری انجام داده است. شکل‌های ۱ تا ۳ رابطه بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد را در طول موج‌های مختلف نشان می‌دهند. شکل‌های ۴ تا ۶ رابطه بین درصد عبور نور و کدورت آب را در طول موج‌های مختلف نشان می‌دهند.

- **اندازه‌گیری کل مواد جامد معلق (TSS)، کدورت و درصد تصفیه**

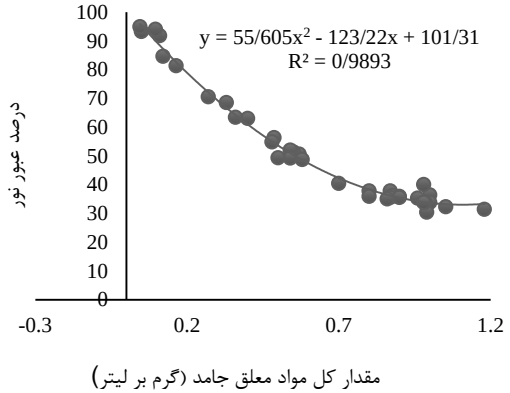
داده‌های TSS در آزمایشگاه زهکشی گروه آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج و داده‌های کدورت در آزمایشگاه کیفیت آب و فاضلاب البرز اندازه‌گیری شدند.

**یافته‌های پژوهش**

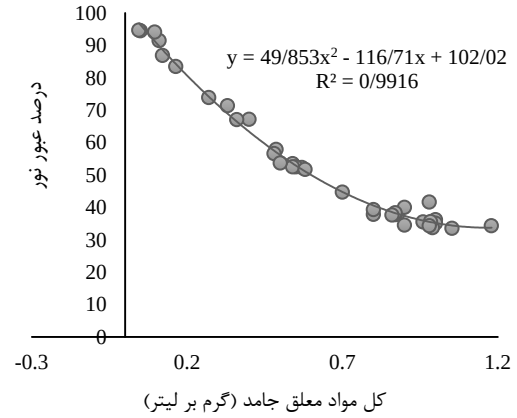
در این بخش نمودارها و نتایج حاصل از آن‌ها آمده است.




**شکل۱- رابطه بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد (۴۵۰nm)**




**شکل۲- رابطه بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد (۵۵۰nm)**



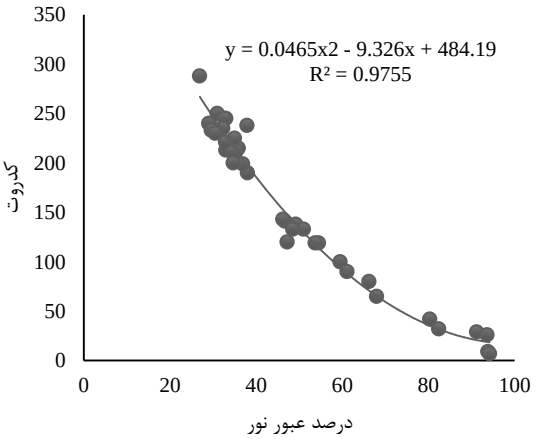

**شکل۳- رابطه بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد (۷۵۰nm)**

تفاوت معنی‌داری بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد در طول موج‌های ۴۵۰، ۵۵۰ و ۷۵۰ نانومتر وجود ندارد ولی

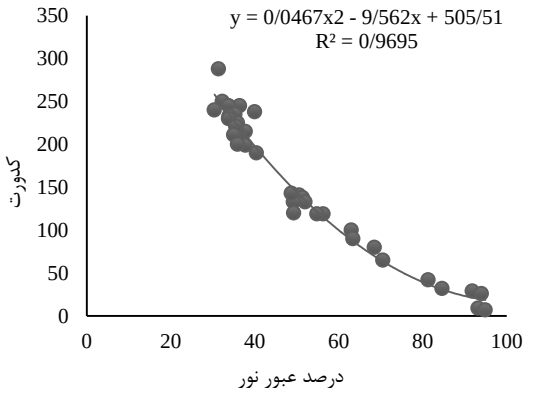
www.SID.ir

Archive of SID

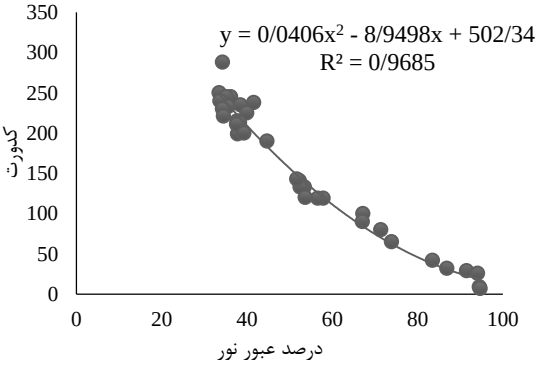
می‌توان گفت بطور جزئی در طول موج ۷۵۰ نانومتر بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد همبستگی بیشتری داشته و خطای کمتری وجود دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که یک معادله درجه دوم بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد وجود دارد که این معادله از نمودار شکل ۳ که همبستگی بیشتری بین داده‌ها را نشان می‌دهد به‌عنوان معادله اصلی معرفی می‌شود. که در این رابطه x مواد معلق جامد (TSS) و y درصد عبور نور می‌باشد.




**شکل۴- رابطه بین درصد عبور نور و کدورت آب (۴۵۰nm)**



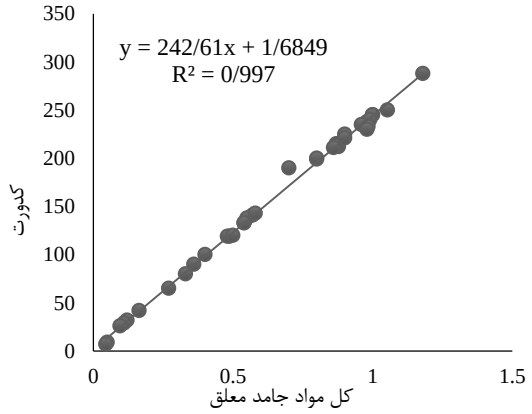

**شکل ۵- رابطه بین درصد عبور نور و کدورت آب (۵۵۰nm)**




**شکل۶- رابطه بین درصد عبور نور و کدورت آب (۷۵۰nm)**

با توجه به روابط بدست آمده از نمودارهای بالا، رابطه بین درصد عبور نور و کدورت آب یک رابطه غیرخطی درجه دوم به‌دست آمد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در طول موج ۴۵۰ نانومتر بین کدورت و درصد عبور نور همبستگی بیشتر و خطای کمتری وجود دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که یک معادله درجه دوم بین کدورت و درصد عبور نور آب وجود دارد که این معادله از نمودار شکل۶ که همبستگی بیشتری بین داده‌ها وجود دارد به‌عنوان معادله اصلی معرفی می‌شود. که در این رابطه x درصد عبور نور و y کدورت آب می‌باشد.

با توجه به داده‌های حاصل از کدورت و کل مواد جامد معلق، یک رابطه خطی بین کدورت و کل مواد معلق جامد مطابق نمودار زیر به‌دست آمد (شکل۷).




**شکل ۷- رابطه بین کدورت آب و کل مواد معلق جامد**

با توجه به معادله حاصل از شکل ۷، رابطه بین کل مواد معلق جامد و کدورت آب یک رابطه خطی با عرض از مبدا ۱/۶۸ می‌باشد. بنابراین با افزایش مقدار کل مواد معلق جامد (رس) در آب، کدورت آب با ضریب ۶/۲۴۲ افزایش می‌یابد. این ضریب فقط برای مواد معلق جامد رس است و برای سایر موادی که باعث گرفتگی قطره چکان‌ها می‌شود ضرایب متفاوتی بدست می‌آید.

**جدول۱- درصد عبور و جذب نور از نمونه آب در تیماراول**

| تیماراول | نمونه‌ها | ۴۵۰ nm | ۵۵۰ nm | ۷۵۰ nm |
|---|---|---|---|---|
| آب | درصد عبور | ۳۳ | ۳۶/۴ | ۳۶/۲ |
| ورودی۱ | جذب | ۰/۴۸ | ۰/۴۳ | ۰/۴۴ |
| آب | درصد عبور | ۳۵/۹ | ۳۷/۸ | ۳۷/۷ |
| ورودی۲ | جذب | ۰/۴۴ | ۰/۴۲ | ۰/۴۲ |
| آب | درصد عبور | ۴۶/۷ | ۵۰/۶ | ۵۲/۳ |
| خروجی۱ | جذب | ۰/۳۳ | ۰/۲۹ | ۰/۲۸ |
| آب | درصد عبور | ۴۹/۲ | ۵۱/۴ | ۵۲/۵ |
| خروجی۲ | جذب | ۰/۳۰ | ۰/۲۸ | ۰/۲۷ |

www.SID.ir

Archive of SID

**بحث و نتیجه‌گیری**

نتایج نشان می‌دهد در طول موج ۷۵۰ نانومتر بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد در آب، همبستگی بیشتری داشته و خطای کمتری وجود دارد. و یک معادله درجه دوم بین درصد عبور نور و کل مواد معلق جامد وجود دارد. همچنین در طول موج ۴۵۰ نانومتر بین کدورت و درصد عبور نور همبستگی بیشتر و خطای کمتری وجود دارد. و رابطه بین کدورت و درصد عبور نور آب یک معادله درجه دوم است. در این تحقیق یک رابطه خطی بین کل مواد معلق جامد و کدورت آب با ضریب تبیین ۰/۹۹۷ به‌دست آمد و ضرایب معادله مشخص می‌کند که با افزایش مقدار کل مواد معلق جامد در آب، کدورت آب با شیب زیادی افزایش می‌یابد.

فیلترهای مورد آزمایش در این تحقیق ارزیابی شدند. فیلترهای که مقادیر مواد معلق جامد خروجی آن‌ها به ازای کیفیت‌های مختلف آب ورودی کمتر از ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هستند به‌عنوان فیلتر بهینه انتخاب می‌شوند و فیلترهای که مقادیر مواد معلق جامد خروجی آن‌ها به ازای کیفیت‌های مختلف آب، بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هستند، نسبتا مناسبند و فیلترهایی که مقادیر مواد معلق جامد در خروجی آن‌ها بیشتر ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باشد فیلتر نامناسب محسوب می‌شوند.

**منابع**


اطلسی، باهر. بررسی تاثیر کاربرد فیلتر شنی بر افزایش عملکرد سیستم اسمز معکوس در تصفیه آب. کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۹۱؛ ۱۶۳ صفحه.

امین محمدمهدی، هاشمی حسن، ابراهیمی افشین، بینا بیژن، موحدیان عطار حسین، جابری ادیب، صفاری حسین، موسویان زهرا، «کاربرد سیستم تلفیقی فیلتراسیون و اشعه فرابنفش در گندزدایی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان در مقیاس پایلوت، مجله آب و فاضلاب، تابستان۱۳۹۰، جلد۲۲، شماره ۲.

دانشی نواب، بانژاد حسین، پیرتاج همدانی رضا، فرجی هوشنگ. تاثیر فیلتر تند شنی بر کارایی حذف فلزات مس و روی در حضور غلظت‌های متفاوت فسفات. سلامت و محیط زیست. ۱۳۸۹; ۳ (۳) :۲۷۱-۲۸۰

ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار. ۱۳۸۳. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر انتشارات علمی و مدارک تخصصی. شماره ۲۸۶.

عابدی کوپایی، جهانگیر و همکاران، «بررسی کارایی فیلترهای شنی حاوی تراشه‌های لاستیک در پوشش زه‌کش‌های زیرزمینی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، زمستان۱۳۹۱، جلد۱۶، شماره ۶۴.

فروغی، مریم؛ حاجیان‌نژاد، مهدی؛ پورزمانی، حمیدرضا؛ نوری‌مطلق، زهرا؛ هاشمی، حسن؛ «بررسی کارایی فیلتر شنی پوشیده شده با اکسید منگنز در حضور میدان مغناطیسی در بهبود کیفیت رواناب‌های شهری، مجله بهداشت و توسعه، تابستان۹۵، جلد۱، شماره ۴.

Ahammed, M.M. and Meera, V., 2010. Metal oxide/hydroxide-coated dual-media filter for simultaneous removal of bacteria and heavy metals from natural waters. hazardous materials, vol. 181, pp.788-793.

Awan, M.A., Qazi, I.A. and Khalid, I., 2003. Removal of heavy metals through adsorption using sand. Environmental Sciences, vol. 15, pp.413-416.

Benjamin, M. M., and Sletten, R. S. 2002. Metals treatment at superfund sites by adsorptive filtration , Bulletin of Environmental Engineering and Sciences University of Washington, EPA/540/F-92/008.

Baig, M.A., Mehmood, B., & Matin, A. 2001. Removal of chromium from industrial effluents by sand filtration. Environmental Engineering and sciences university of Washington, pp.1579-1588.

Clark, G.A. 1992. drip irrigation management and scheduling for vegetable production. by drip irrigation. Agricultural Water Management, vol. 68, pp. 135-149.

Capra, A. and Scicolone, B., 1998. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. Agricultural Engineering Research, vol. 70, pp.355-365

Elbana, M., de Cartagena, F.R. and Puig-Bargués, J., 2012. Effectiveness of sand media filters for removing turbidity and recovering dissolved oxygen from a reclaimed effluent used for micro-irrigation. Agricultural Water Management, vol. 111, pp.27-33.

Florent pourcel,Sophie Duchesne and Maxim Ouellet. 2020. Evolution of the relationship between Total Suspended Solid concentration and turbidity during flushing sequences of water pipes.Journal of water supply:Research and Technology.in press 2020.

Han, J.Y., Kwon, Y.S., Yang, D.C., Jung, Y.R. and Choi, Y.E., 2006. Expression and RNA interference-induced silencing of the dammarenediol synthase gene Panax ginseng. Plant


www.SID.ir

Archive of SID

Leverenz, H., Tsuchihashi, R. and Tchobanoglous,

Control of clogging in drip irrigation with stored treated municipal sewage effluent. Agricultural Water Management, vol. 33, pp.127-137.

Shi, W.X., Pun, C.L., Zhang, X.X., Jones, M.D. and Bunney, B.S., 2000. Dual effects of D-amphetamine on dopamine neurons mediated by dopamine and nondopamine receptors. Neuroscience, vol. 20, pp.3504-3511.

Tal, A., 2016. Rethinking the sustainability of Israel's irrigation practices in the Drylands. Water research, vol. 90, pp.387-394.

Trooien, T.P. and Hills, D.J., 2007. 9. Application of biological effluent. In Developments in Agricultural Engineering, Vol. 13, pp. 329-356.

Wen-Yong, W., Yan, H., Hong-Lu, L., Shi-Yang, Y. and Yong, N., 2015. Reclaimed water filtration efficiency and drip irrigation emitter performance with different combinations of sand and disc filters. Irrigation and drainage, vol. 64(3), pp.362-369.

Zhou, B., Zhou, H., Puig-Bargués, J. and Li, Y., 2019. Using an anti-clogging relative index (CRI) to assess emitters rapidly for drip irrigation systems with multiple low-quality

and cell physiology, vol. 47, pp.1653-1662.

Metcalf and Eddy, Inc, Asano, T., Burton, F.L., G., 2007. Water reuse. McGraw-Hill Professional Publishing.

Mahlangu, T.O., Mpenyana-Monyatsi, L., Mamba, B.B. and Momba, M.N.B., 2011. A simplified cost-effective biosand filter (BSFZ) for removal of chemical contaminants from water. J. Chem. Eng. Mater. Sci, vol. 2, pp.156-167.

Mancl, K.M. and Peeples, L.A., 1991. One hundred years later. Reviewing the work of the Massachusetts state board of health on the intermittent sand filtration of wastewater from small communities. In the 6 th National Symposium on Individual and Small Community Sewage Systems, Chicago, IL, USA, 12/16-17/91 (pp. 22-30).

Nakayama, F.S. and Bucks, D.A., 1981. Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. Transactions of the ASAE, vol. 24, pp.77-0080.

Oron, G., Campos, C., Gillerman, L. and Salgot, M., 1999. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation. small communities. Agricultural water management,vol. 38, pp.223-234.

Ravina, I., Paz, E., Sofer, Z., Marm, A., Schischa, A., Sagi, G., Yechialy, Z. and Lev, Y., 1997.

www.SID.ir