



دانشگاه گورگان و منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و سوم، شماره اول، ۱۳۹۵
<http://jwfst.gau.ac.ir>

اثر آلوم و کیتوزان بر آب‌گیری و خواص کیفی لجن حاصل از پساب خمیر کاغذ Neutral sulfite semi chemical (NSSC)

*مینا متانی بورخیلی^۱، *نورالدین نظرنژاد^۲ و قاسم اسدیپور اتویی^۳

^۱ کارشناسی ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، آدانشیار، عضو هیئت علمی، گروه چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، آستادیار، عضو هیئت علمی، گروه چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مشکلات عمده در تصفیه‌خانه فاضلاب‌های صنعتی حجم زیاد لجن می‌باشد که حل کردن آن نیازمند ارائه راهکارهای مناسب اقتصادی و زیست‌محیطی است. در فرآیند آماده‌سازی لجن کاربرد ترکیبات طبیعی نسبت به شیمیایی به لحاظ زیست‌محیطی ارجحیت دارد، به همین علت متخصصین در تلاش برای یافتن مواد مناسب جهت جایگزین می‌باشند. هدف از این تحقیق تعیین pH و غلظت بهینه دو ماده آلوم، کیتوزان و استفاده همزمان آن‌ها در مقیاس آزمایشگاهی جهت آماده‌سازی اولیه لجن به منظور بهبود آب‌گیری می‌باشد. همچنین بررسی تأثیر این تیمارها بر کدوری، رنگ و اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) آب حاصل از صاف کردن لجن می‌باشد.

مواد و روش‌ها: جهت انجام این تحقیق از تعیین زمان صاف کردن و اندازه‌گیری مقدار رطوبت کیک لجن حاصل برای سنجش قابلیت آب‌گیری لجن استفاده شد. بدین منظور ابتدا محلول ۱۰ درصد آلوم به وسیله حل کردن ۱۰ گرم سولفات آلومینیم در یک لیتر آب مقطر تهیه شد. برای تهیه محلول کیتوزان، ۱۰۰ mg از پودر کیتوزان را به دقت وزن کرده و آن را در ۱۰ ml اسید کلریدریک ۰/۱ مولار حل کرده و حجم آن به ۱۰۰ ml رسانیده شد. اسیدیته نمونه لجن آب‌دار به وسیله هیدروکسید سدیم و اسید

*مسئول مکاتبه: Nazharnezhad91@gmail.com

سولفوریک در محدوده بین ۴ تا ۹ تنظیم شد. سپس غلظت ثابتی از آلوم، کیتوزان و آلوم- کیتوزان اضافه گردید. زمان آب‌گیری ۵۰ ml پساب به‌وسیله قیف بوختر، کاغذ صافی و دستگاه خلا و مقدار رطوبت از روش خشک کردن در اتو تعیین شد.

یافته‌ها: pH بهینه برای آلوم، کیتوزان و آلوم- کیتوزان به ترتیب ۵، ۷ و ۷ و غلظت بهینه به ترتیب ppm ۸۰۰، ۹۰ و ۶۰۰-۷۰ به دست آمد. با اعمال این تیمارها در شرایط بهینه، بهترین تیمار جهت دستیابی به کمترین زمان آب‌گیری، تیمار آلوم- کیتوزان در pH برابر با ۷ و مقدار مصرف ppm ۷۰-۶۰۰ می‌باشد. همچنین بهترین تیمار برای کاهش رنگ، کدورت و COD آب حاصل از صاف کردن لجن، تیمار آلوم با غلظت ppm ۸۰۰ و pH برابر با ۵ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با افزایش pH از ۴ به ۹ زمان آب‌گیری در نمونه شاهد و تیمار شده با آلوم افزایش می‌یابد. در حالی که در نمونه‌های تیمار شده با کیتوزان و به‌خصوص آلوم- کیتوزان زمان آب‌گیری به pH حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهد. همچنین تیمار آلوم در pH=۷ اثر اندکی بر رنگ و COD دارد در حالی که میزان کدورت را تا ۲۴ درصد کاهش می‌دهد. کیتوزان به ترتیب بیشترین اثر را بر COD و سپس کدورت و رنگ داشته است. تیمار آلوم- کیتوزان تأثیر چشم‌گیری بر کدورت و COD داشته است.

واژه‌گاه کلیدی: آب‌گیری لجن، کدورت، COD، آلوم، کیتوزان

مقدمه

یکی از مهم‌ترین ملاحظات در طراحی و عملیات کارخانه‌های خمیر و کاغذ، بهسازی پساب‌ها و فاضلاب‌ها به‌منظور کاهش آلودگی محیط‌زیست است (۲). همچنین به‌منظور کاهش هزینه‌های زیاد سرمایه‌گذاری و مدیریت تأسیسات تصفیه و تثبیت لجن، لازم است حجم لجن تولیدی در تصفیه‌خانه‌ها با آب‌گیری بهینه تا حد ممکن کاهش یابد. بدین منظور معمولاً از روش تغلیظ و آب‌گیری لجن استفاده می‌شود (۱۱). تولید حجم بالای لجن مشکل عمده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب‌های صنعتی^۱ می‌باشد که لزوم ارائه راهکارهای مناسب اقتصادی و زیست‌محیطی را ایجاب می‌نماید (۲). از

1- Chemical oxygen demand

آنجایی که لجن اصلاح شده به راحتی تغلیظ و آب‌گیری می‌شود، لذا عملیات آماده‌سازی لجن در تصفیه‌خانه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. آماده‌سازی لجن شامل دو مرحله انعقاد و لخته‌سازی می‌باشد. همچنین رنگ، مواد آلی معلق و مواد جامد غیر آلی، آلاینده‌های اصلی پساب کاغذسازی می‌باشند (۴). پساب‌های کاغذسازی دارای رنگ، COD و مواد معلق زیادی می‌باشند که برای آب‌های جاری و محیط‌زیست زیان بار می‌باشند (۱۳).

تقریباً تمام ناخالصی‌های کلوئیدی در پساب‌ها دارای بار منفی می‌باشند و با توجه به تئوری‌های انعقاد و لخته‌سازی، بی‌ثباتی‌های کلوئیدی را می‌توان با اضافه‌کردن کاتیون‌هایی ایجاد نمود که با بار منفی ارتباط برقرار می‌کنند (۱۲). همچنین فرآیند لخته‌سازی می‌تواند با استفاده از لخته‌سازهای پلیمری انجام شود. فواید لخته‌سازهای پلیمری، توانایی آن‌ها در تولید فلاک‌های وسیع، فشرده و متراکم با قدرت ته‌نشینی خوب در مقایسه با منعقدسازی است. این فرآیند همچنین می‌تواند حجم لجن را کاهش دهد. همچنین عملیات پلیمرها بستگی کمتری به pH دارد (۳).

کاتیون‌های مورد استفاده در آماده‌سازی لجن می‌توانند شامل مواد شیمیایی معدنی یا پلی‌الکترولیت‌های آلی باشند. مواد مصنوعی از قابلیت تجزیه‌پذیری زیستی برخوردار نبوده و خطرات زیست‌محیطی را به همراه دارند، لذا استفاده از ترکیبات طبیعی در آماده‌سازی لجن جهت انعقاد و لخته‌سازی رو به افزایش است (۲). یکی از منعقدده‌های پرمصرف در فرآیند انعقاد، آلوم می‌باشد. عملکرد نمک‌های فلزی غیر آلی، ناپایدارسازی ذرات است که به واسطه فشردگی لایه دوگانه در اطراف ذره کلوئیدی رخ می‌دهد (۸). آماده‌سازی لجن با پلی‌الکترولیت به‌طور عمده در اثر یک یا تعدادی از فرآیندها شامل جذب سطحی آب پیوندی موجود در ذرات لجن، خنثی‌سازی بار الکتریکی ذرات لجن و تجمع ذرات کوچک با ایجاد پل بین آن‌ها انجام شده و نتیجه نهایی تشکیل کیک لجن با قابلیت آزادسازی آب است (۱۱).

پلیمرهای طبیعی همچون کیتوزان قابلیت تجزیه‌پذیری دارند در نتیجه خطرات زیست‌محیطی به همراه ندارند. این نوع پلیمرها عملیات ناپایدارسازی را از طریق جذب در سطح ذره کلوئیدی و ایجاد پل‌های اتصال ذره- پلیمر- ذره انجام می‌دهند (۸). کیتوزان مشتق استیل‌زدایی شده کیتین می‌باشد. کیتین مهم‌ترین ترکیب ساختاری اسکلت خارجی بی‌مهرگان و دیواره سلولی قارچ‌ها می‌باشد (۹). در حال حاضر گرایش استفاده از کیتوزان به سمت محصولات با ارزش، مانند محصولات آرایشی،

افزودنی‌های مواد غذایی و داروسازی می‌باشد. با این حال، برنامه‌های کاربردی اولیه برای کیتوزان، استفاده به‌عنوان کی‌لیت‌کننده و منعقدکننده برای تیمار فاضلاب می‌باشد (۵).

بار مواد موجود در لجن، یونیزه شدن مواد شیمیایی منعقدکننده و عملکرد پلی‌الکترولیت، تحت تأثیر pH می‌باشد. گروه‌های کربوکسیل موجود در الیاف و نرمه‌ها، در pH بیشتر یونیزه شده و موجب ایجاد بار منفی بر روی آن‌ها می‌شود. از طرفی pH بر یونیزه شدن آلوم در محیط آبی اثر می‌گذارد طوری‌که با افزایش pH و در نتیجه آن افزایش یون OH محیط یون آلومینیوم در تشکیل $AL(OH)_3$ شرکت می‌کند. ترکیب $AL(OH)_3$ یک ماده ژلاتینی رسوب‌شونده بوده و بار کاتیونی خود را به‌دلیل جذب آلوم کاتیونی هیدرولیز شده تا pH حدود ۸/۵ حفظ می‌کند. در pH های پایین‌تر حضور هم‌زمان یون AL^{3+} و ترکیب $AL(OH)_3$ باعث افزایش کارایی آلوم می‌شود (۷). اثر تیمار آلوم بر سوسپانسیون را می‌توان به سه بخش، کاهش pH، حضور یون AL^{3+} و حضور ترکیب ژلاتینی $AL(OH)_3$ تقسیم کرد. وقتی یک نمک آلومینیوم در pH بالاتر وارد آب می‌شود در واقع کمپلکس یون آلومینیوم با یک یون هیدروکسید، موجب تغییر تعادل بین OH^- و H^+ شده و موجب می‌شود pH کاهش یابد (۷).

بار مثبت کیتوزان در pH کمتر افزایش می‌یابد (۱۴). در pH پایین گروه‌های آمینی کیتوزان پروتون دریافت کرده و مثبت می‌شوند (۱۵). در اثر افزودن الکترولیت به سوسپانسیون و افزایش تعداد و قابلیت دسترسی به یون‌های مخالف، ضخامت لایه دوگانه الکتریکی کاهش می‌یابد. در نتیجه پتانسیل زتا کاهش یافته و پتانسیل دفع ذرات کاهش می‌یابد. بنابراین ذرات به یکدیگر نزدیک می‌شوند و تجمع آن‌ها به راحتی صورت می‌گیرد (۷).

یوسفی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی کارایی پلی‌الکترولیت طبیعی کیتوزان به‌عنوان ماده منعقدکننده در حذف کدری آب پرداختند نتایج نشان داد که کیتوزان، تأثیر اندکی بر pH آب دارد و کارایی آن در حذف کدری زیاد، نسبت به کدری کم بیشتر است (۱۷). مهدی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۰) کارایی آلوم توام با کیتوزان و پروتئین مورینگا اولیفر^۱ (مورینگا اولیفر متعلق به خانواده مورینگاسه می‌باشد. این گیاه، غیرسمی و پلیمر آلی طبیعی است، گبریمیشل، ۲۰۰۴)، در حذف ذرات کلوئیدی و باکتری‌ها از آب‌های کدر را بررسی کردند (۱۰). این مطالعه نشان داد که کیتوزان کدری آب را تا زیر

^۱ ۵ NTU کاهش می‌دهند. هم‌چنین وقتی کیتوزان به‌عنوان کمک منعقدکننده به‌همراه آلوم مصرف می‌شود میزان آلوم باقی‌مانده در آب تصفیه شده بسیار کمتر بوده و به حد استاندارد می‌رسد. نتایج به‌دست آمده از تحقیقات مختارانی و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که از بین پلیمرهای طبیعی مورد استفاده، کیتوزان با حداقل مقدار مصرف سرعت آب‌گیری لجن هضم شده هوازی^۲ را تا ۶۱ درصد افزایش داد (۱۱).

مواد و روش‌ها

لجن مورد استفاده از شرکت کاغذسازی طی چند مرحله زمانی تهیه شد. کیتوزان و آلوم مورد استفاده پودری شکل و از نوع آزمایشگاهی می‌باشد.

آماده‌سازی محلول آلوم و کیتوزان: محلول ۱۰ درصد آلوم به وسیله حل کردن ۱۰ گرم سولفات آلومینیوم $(Al_2SO_4)_3$ در یک لیتر آب مقطر تهیه شد. هر ۱ ml از این محلول حاوی ۱۰ ml آلوم می‌باشد. برای تهیه محلول کیتوزان ۱۰۰ mg از پودر کیتوزان را به دقت توزین و در ۱۰ ml اسید کلریدریک ۰/۱ مولار حل شد. پروسه حل شدن به آرامی صورت می‌گیرد به‌همین دلیل به‌مدت یک ساعت نگه داشته شد تا کیتوزان به‌خوبی در اسید حل شود. سپس محلول به‌دست آمده را با آب مقطر به حجم ۱۰۰ ml رسانده شد. هر ۱ ml از این محلول حاوی ۱ mg کیتوزان است (۸). با توجه به این‌که خواص کیتوزان در محیط اسیدی بعد از مدتی تغییر می‌یابد، لذا ضروری است این محلول بلافاصله پس از تهیه استفاده شود.

ابتدا نمونه‌هایی از لجن به حجم ۵۰ ml را درون بشر ریخته و pH آن‌ها را با استفاده از هیدروکسید سدیم و اسید سولفوریک در محدوده pH بین ۴ تا ۹ تنظیم گردید. غلظت ثابتی از آلوم، کیتوزان و ترکیبی از آلوم- کیتوزان به آن‌ها افزوده و به سرعت مخلوط شدند. همچنین نمونه‌های شاهد نیز تنها با تنظیم pH و بدون ماده افزودنی آماده شدند. سپس نمونه‌ها، به کمک دستگاه تعیین زمان صاف کردن لجن که با دستگاه خلا، قیف بوخنر و کاغذ صافی در داخل آزمایشگاه ساخته شده بود، آب‌گیری شدند (APHA)^۳.

1- Nephelometric Turbidity Unit

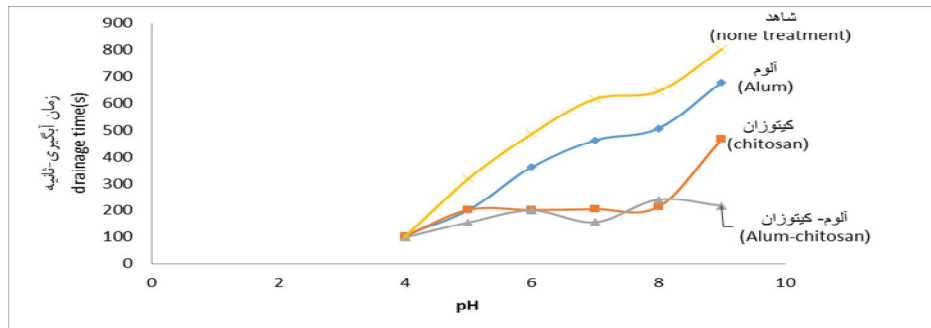
^۲- لجنی که توسط باکتری‌ها تجزیه و تخمیر شده است.

3- Standard Methods for the Examination of Water and Waste water; 19th ed., American public health Association

برای تمامی نمونه‌ها با اندازه‌گیری زمان لازم جهت صاف کردن ۵۰ ml لجن آماده‌سازی شده، pH بهینه تعیین گردید. pH نمونه‌ای با کوتاه‌ترین زمان صاف کردن، pH بهینه می‌باشد (۱۱). در نهایت درصد رطوبت کیک لجن حاصل از آب‌گیری با کاغذ صافی نیز از طریق خشک کردن در آون آزمایشگاهی تعیین شد. برای تعیین غلظت بهینه، ابتدا نمونه‌هایی از لجن در pH بهینه تنظیم شد. سپس غلظت‌های مختلفی از آلوم، کیتوزان و آلوم-کیتوزان به آن‌ها افزوده و مراحل قبل تکرار شد. نمونه‌های لجن در ۴ سری شاهد، آلوم، کیتوزان و آلوم-کیتوزان در شرایط pH و غلظت بهینه آماده شدند. سپس حجم آب حاصل از فیلتر لجن، در زمان ثابت ۱۵ ثانیه و ۳۰ ثانیه تعیین شد. کدوری، رنگ و COD آب فیلتر شده نیز توسط دستگاه طیف سنجی اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری در این پژوهش از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. و داده‌ها با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها بر اساس گروه‌بندی آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج

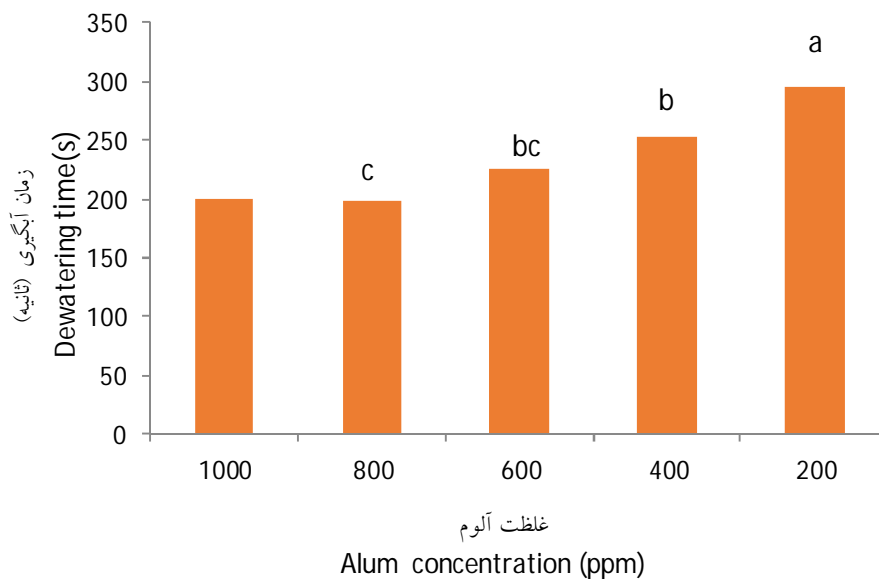
امروزه روش‌های تعیین زمان صاف کردن زمان مکش موین و مقاومت ویژه در برابر صاف کردن، به‌طور گسترده برای سنجش قابلیت آب‌گیری لجن استفاده می‌شود. اما روش‌های یاد شده تنها قابلیت صاف کردن لجن را اندازه‌گیری کرده و هیچ نوع اطلاعاتی در مورد مقدار رطوبت لجن آب‌گیری شده در اختیار قرار نمی‌دهند (مقداری از آب موجود در توده لجن به شکل آب پیوندی است که به راحتی با روش‌های مکانیکی خارج نمی‌شود). به‌عبارت دیگر ممکن است لجن به راحتی قابل صاف شدن باشد اما مقدار زیادی آب در توده لجن باقی بماند (۱۱). بنابراین در این کار از روش تعیین زمان صاف کردن و مقدار رطوبت باقی‌مانده در کیک لجن حاصل به‌طور همزمان استفاده شد. در شکل ۱ مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده زمان آب‌گیری برای تیمارهای متفاوت آلوم، کیتوزان و آلوم-کیتوزان و همچنین نمونه شاهد در ۶ سطح pH آورده شده است. همان طوری که در شکل دیده می‌شود مقدار زمان آب‌گیری در pH ۹ بیشترین و در سطح pH ۴ کمترین مقدار می‌باشد.



شکل ۱- مقایسه زمان آب‌گیری لجن‌های تیمار شده با آلوم، کیتوزان، آلوم-کیتوزان و نمونه شاهد.

Figure 1. Comparison of dewatering times treated sludge with Alum, Chitosan, Alum-Chitosan and Control Sample.

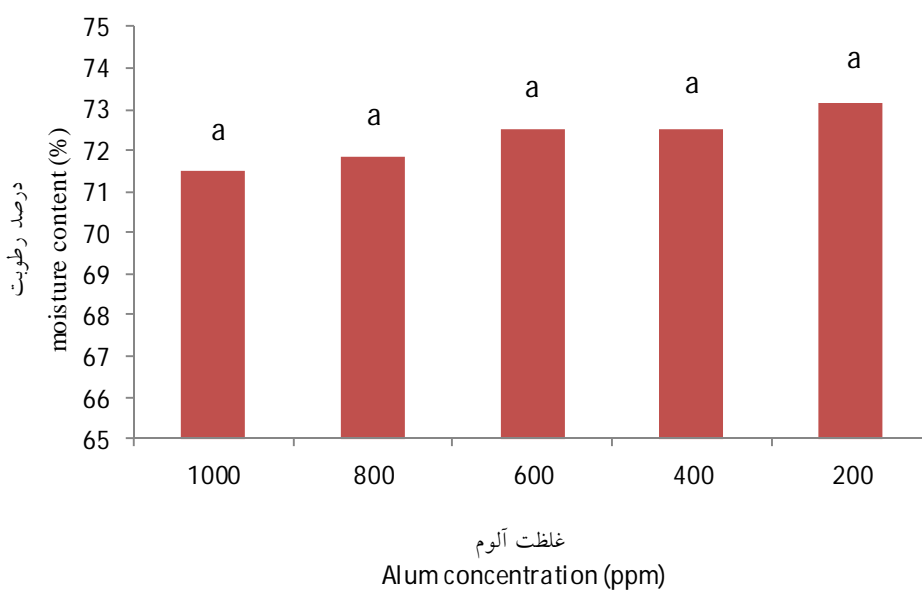
در شکل ۲ مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده زمان آب‌گیری برای تیمار با آلوم در غلظت مختلف و pH بهینه آورده شده است. همان‌طوری که در شکل دیده می‌شود مقدار زمان آب‌گیری در غلظت ۲۰۰ بیشترین و در غلظت ۸۰۰ کمترین مقدار می‌باشد.



شکل ۲- مقادیر زمان آب‌گیری و نتایج آزمون دانکن لجن‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف آلوم و pH بهینه.

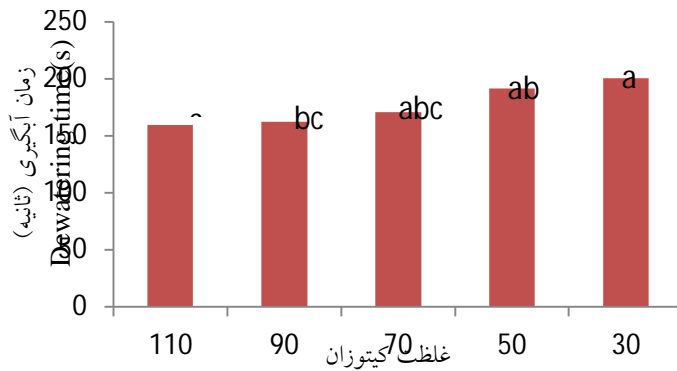
Figure 2. Amounts of dewatering time and Duncan results of treated sludge with different Alum concentrations and optimum pH.

در شکل ۳ مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده درصد رطوبت برای تیمار با آلوم در غلظت مختلف و pH بهینه آورده شده است. همان‌طوری که در شکل دیده می‌شود مقدار درصد رطوبت در غلظت ۱۰۰۰ و ۸۰۰ کمترین مقدار می‌باشد و اختلاف بین مقادیر درصد رطوبت بین لجن‌های تیمار شده با غلظت مختلف آلوم و pH بهینه در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار نیست.



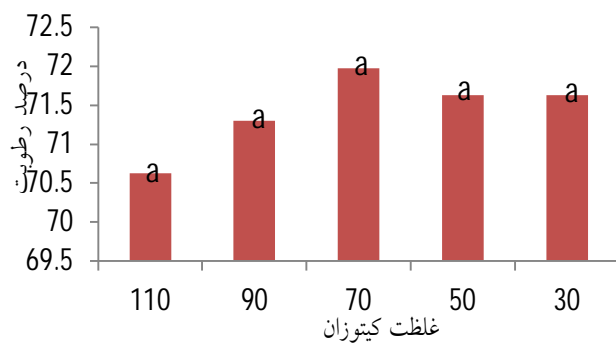
شکل ۳- مقادیر درصد رطوبت کیک لجن پس از صاف‌شدن لجن‌های تیمار شده با مقادیر مختلف آلوم و pH بهینه.
Figure 3. Amounts of moisture content of treated sludge with different Alum contents and optimum pH after filtration.

در شکل ۴ مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده زمان آب‌گیری برای تیمار با کیتوزان در غلظت مختلف و pH بهینه آورده شده است. همان‌طوری که در شکل دیده می‌شود مقدار زمان آب‌گیری در غلظت ۳۰ ppm بیشترین و در غلظت ۹۰ و ۱۱۰ ppm کمترین مقدار می‌باشد.



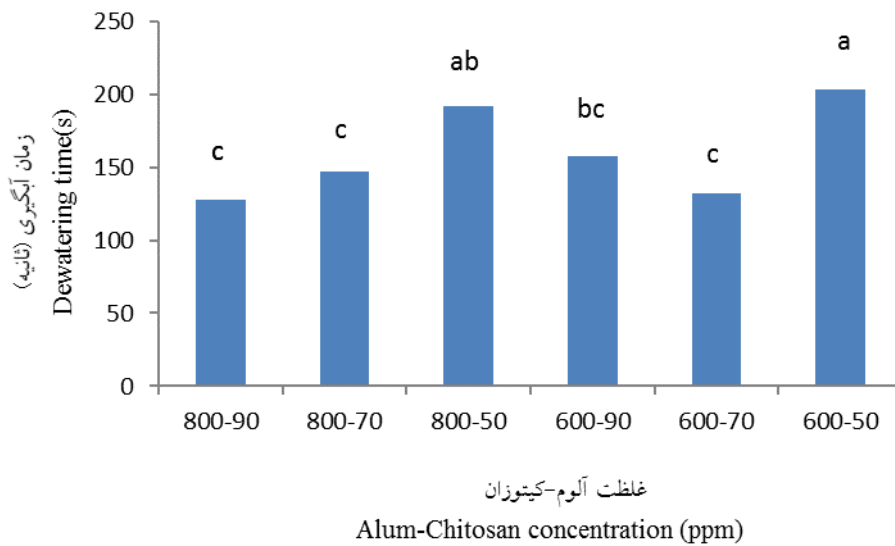
شکل ۴- مقادیر زمان آب‌گیری و نتایج آزمون دانکن لجن‌های تیمار شده با غلظت‌های متفاوت کیتوزان و pH بهینه.
 Figure 4. Amounts of dewatering time and Duncan results of treated sludge with different Chitosan concentrations and optimum pH.

در شکل ۵ مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده درصد رطوبت برای تیمار با کیتوزان در غلظت مختلف و pH بهینه آورده شده است. همان‌طوری که در شکل دیده می‌شود مقدار درصد رطوبت در مقادیر کیتوزان با غلظت ۱۱۰ ppm کمترین مقدار می‌باشد و اختلاف بین مقادیر درصد رطوبت بین لجن‌های تیمار شده با غلظت مختلف کیتوزان و pH بهینه در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار نیست.



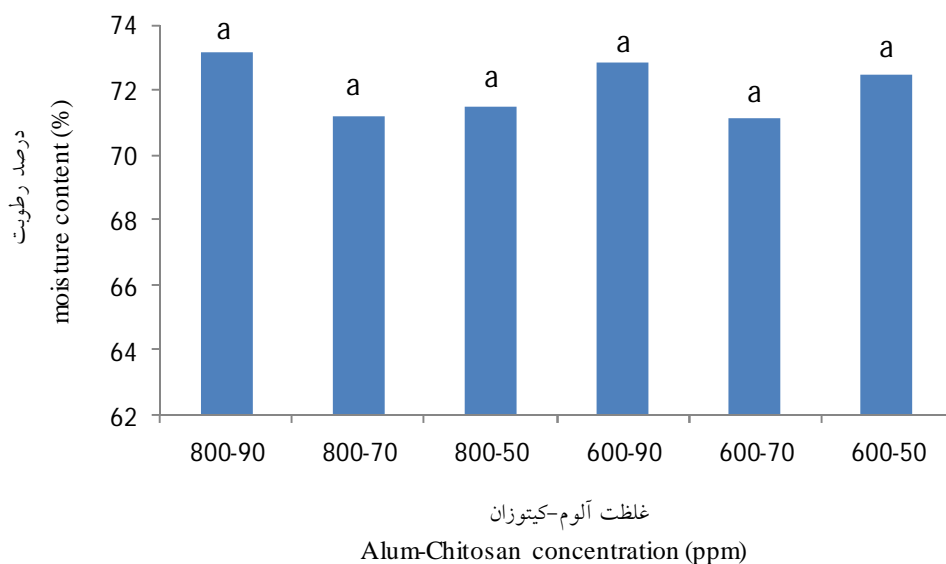
شکل ۵- مقادیر درصد رطوبت کیک لجن پس از صاف‌شدن لجن‌های تیمار شده با مقادیر مختلف کیتوزان و pH بهینه.
Figure 5. Amounts of moisture content of treated sludge with different Chitosan contents and optimum pH after filtration.

در شکل ۶ مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده زمان آب‌گیری برای تیمار با آلوم- کیتوزان در غلظت مختلف و pH بهینه آورده شده است. همان‌طوری که در شکل دیده می‌شود مقدار زمان آب‌گیری در غلظت ۵۰-۶۰۰ ppm بیش‌ترین و در غلظت ۷۰-۶۰۰ ppm و ۹۰-۸۰۰ ppm کمترین مقدار می‌باشد.



شکل ۶- مقادیر زمان آب‌گیری و نتایج آزمون دانکن لجن‌های تیمار شده با غلظت مختلف آلوم- کیتوزان و pH بهینه. Figure 6. Amounts of dewatering time and Duncan results of treated sludge with different Alum-Chitosan concentrations and optimum pH.

در شکل ۷ مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده درصد رطوبت برای تیمار با آلوم- کیتوزان در غلظت مختلف و pH بهینه آورده شده است. همان‌طوری که در شکل دیده می‌شود مقدار درصد رطوبت در غلظت ۶۰۰-۷۰ ppm کمترین مقدار می‌باشد و اختلاف بین مقادیر درصد رطوبت بین لجن‌های تیمار شده با غلظت مختلف آلوم- کیتوزان و pH بهینه در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار نیست.



شکل ۷- مقادیر درصد رطوبت و نتایج آزمون دانکن کیک لجن حاصل از صاف‌شدن لجن‌های تیمار شده با مقدار مختلف آلوم- کیتوزان و pH بهینه.

Figure 7. Amounts of moisture content of treated sludge with different Alum- Chitosan contents and optimum pH after filtration.

در جدول ۱ درصد کاهش زمان آب‌گیری و رطوبت کیک لجن در مقایسه با نمونه شاهد آورده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود بیشترین درصد مربوط به تیمار آلوم- کیتوزان و کمترین درصد مربوط به تیمار آلوم می‌باشد.

جدول ۱- مقدار تأثیر تیمار آلوم، کیتوزان و آلوم- کیتوزان بر زمان آب‌گیری و رطوبت لجن در مقایسه با نمونه شاهد.
Table 1. The effect of Alum, Chitosan and Alum-Chitosan treatment on sludge moisture content and dewatering in compare with the control sample.

درصد کاهش رطوبت کیک لجن در مقایسه با شاهد (درصد) (Percent of sludge moisture content decrease in comparison with control)	درصد کاهش زمان آب‌گیری در مقایسه با شاهد (Percent of dewatering time decrease in comparison with control)	pH بهینه (Optimum pH)	مقدار مصرف (Dosage (ppm))	تیمار (treatment)
0.66	37.63	5	800	آلوم (Alum)
3.67	73.60	7	90	کیتوزان (Chitosan)
3.84	78.53	7	70-600	آلوم- کیتوزان (Alum-Chitosan)

حجم آب صاف شده از ۵۰ میلی‌لیتر لجن تیمار شده در شرایط بهینه و زمان‌های ثابت ۱۵ و ۳۰ ثانیه در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که می‌بینیم بیشترین حجم آب صاف شده مربوط به آلوم- کیتوزان در زمان ۳۹ ثانیه و کمترین حجم مربوط به تیمار شاهد با زمان ۱۳ ثانیه می‌باشد.

جدول ۲- حجم آب صاف شده لجن‌های تیمار شده در زمان‌های ثابت.

Table 2. Filtered water volume of treated sludge in fixed times.

حجم آب زهکش شده در زمان ۱۵ ثانیه (میلی‌لیتر) (Volume of filtered water for 15 second (mL))	حجم آب زهکش شده در زمان ۳۰ ثانیه (میلی‌لیتر) (Volume of filtered water for 30 second (mL))	نمونه (Sample)
13	18	شاهد با pH 5 (Control)
21	29	آلوم 800 ppm با pH 5 (Alum)
30	32	کیتوزان 90 ppm با pH 7 (Chitosan)
32	39	آلوم- کیتوزان 70-600 ppm با pH 7 (Alum-Chitosan)

جدول ۳ خواص آب صاف شده حاصل از لجن تیمار شده با آلوم، کیتوزان و آلوم- کیتوزان در شرایط بهینه را نشان می‌دهد.

جدول ۳- درصد کاهش رنگ، کدوری و COD آب صاف شده حاصل از لجن تیمار شده نسبت به نمونه شاهد.

Table 3. Decrease percent of color, turbidity and COD for filtered water of treated sludge than control sample.

درصد کاهش رنگ نسبت به شاهد (percent of color decrease than control)	درصد کاهش کدوری نسبت به شاهد (percent of turbidity decrease than control)	درصد کاهش COD نسبت به شاهد (percent of COD decrease than control)	تیمار (Treatment)
-	-	-	شاهد با pH 5 (control)
31	51	26	آلوم 800 ppm با pH 5 (Alum)
24	40	20	کیتوزان 90 ppm با pH 7 (Chitosan)
17	47	26	آلوم- کیتوزان 70-600 ppm با pH 7 (Alum-Chitosan)

بحث

pH - با توجه به شکل ۱، زمان آب‌گیری نمونه شاهد، با افزایش pH، افزایش می‌یابد. این روند نشان می‌دهد که تغییرات pH بر آب‌گیری لجن اثر می‌گذارد. با کاهش pH از ۹ به ۴ زمان آب‌گیری و درصد رطوبت کاهش می‌یابد. در واقع زمان آب‌گیری و درصد رطوبت با pH رابطه مستقیم دارند.

در pH برابر با ۴ معنی‌دار نبودن تفاوت بین تیمارها، نشان می‌دهد که اسیدی‌شدن محیط تا این pH، خواص ذرات موجود در لجن را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که، تأثیر تیمارهای آلوم، کیتوزان و آلوم- کیتوزان بر زمان آب‌گیری دیده نمی‌شود. بنابراین از تیمار ۴ صرف‌نظر شده و به‌عنوان تیمار بهینه در نظر گرفته نشده است.

همچنین، با افزایش pH، برای تیمار آلوم در غلظت ثابت و سطوح متفاوت pH، زمان آب‌گیری نیز افزایش می‌یابد. زمان آب‌گیری لجن با تیمار آلوم در pH برابر با ۵ کمتر می‌باشد. همچنین کیک لجن

حاصل از صاف کردن لجن با این تیمار نیز کمترین درصد رطوبت را دارد. بنابراین pH برابر با ۵ به عنوان pH بهینه انتخاب شده است.

در تمامی سطوح pH در مقایسه دو به دوی سطوح pH در مورد تیمار آلوم و نمونه شاهد، زمان آب‌گیری و درصد رطوبت لجن تیمار شده با آلوم کاهش یافته است. علت این است که، در فرآیند انعقاد (با تیمار آلوم) مشخصات سطحی ذرات موجود در لجن تغییر می‌کند. طی این فرآیند لایه دوگانه الکتریکی تحت تأثیر ماده منعقدکننده قرار گرفته و نیروهای الکترواستاتیک بین ذرات کاهش می‌یابد و ذرات ناپایدار می‌شوند (۱۱). بنابراین ذرات ناپایدار شده و دلمه تشکیل می‌دهند که در نتیجه آب‌گیری از آنها راحت‌تر می‌شود. همچنین آلوم نیز با تشکیل کمپلکس $Al(OH)_3$ موجب کاهش pH می‌شود که با زمان آب‌گیری از لجن رابطه مستقیم دارد.

همچنین در تیمارهای با مقدار ثابت کیتوزان و سطوح مختلف pH در مقایسه با تیمار آلوم، با تغییرات pH زمان آب‌گیری ثابت و فقط در مقدار اسیدیته ۹، زمان آب‌گیری افزایش زیادی داشته است. چرا که با افزایش pH بار منفی الیاف بسیار زیاد شده و در نتیجه نیروی دافعه بین آنها زیاد شده و فاصله پل‌زنی زیاد می‌شود. بنابراین امکان تشکیل پل کم می‌شود. نمونه‌های مربوط به pH ۵ تا ۸ در گروه‌بندی دانکن در یک گروه قرار گرفته است. این روند نشان می‌دهد که کارکرد کیتوزان برای کاهش زمان آب‌گیری در مقایسه با تیمار آلوم وابستگی کمتری به pH دارد که با نتایج یوسفی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. با توجه به اینکه نمونه‌های مربوط به pH ۵ تا ۸ در گروه‌بندی دانکن در یک گروه قرار گرفته‌اند. با توجه به اثرات زیست‌محیطی مثبت خنثی بودن آب پساب pH بهینه آب حاصل از آب‌گیری لجن، ۷ در نظر گرفته شد. همچنین کیک لجن حاصل از صاف کردن لجن با این تیمار نیز کمترین درصد رطوبت را دارد (۱۷).

در تمامی سطوح pH در مقایسه تیمار کیتوزان با تیمار شاهد، زمان آب‌گیری و درصد رطوبت برای نمونه‌های تیمار شده با کیتوزان کاهش یافته است. تقریباً تمام ناخالصی‌های کلوئیدی در پساب دارای بار منفی می‌باشند (۱۲). بنابراین کیتوزان کاتیونی با مکانیسم پل‌زنی این ذرات آنیونی را به صورت دلمه می‌سازد. که موجب تسهیل آب‌گیری از لجن و افزایش سرعت آب‌گیری آن می‌شود.

در مورد تیمار آلوم- کیتوزان و سطوح مختلف pH، زمان آب‌گیری با تغییرات pH روند ثابتی ندارد. در واقع می‌توان گفت تیمار آلوم و سپس کیتوزان از وابستگی تیمار آلوم و کیتوزان به pH کم می‌کند. در این تیمار کمترین زمان آب‌گیری مربوط به pH ۵ و ۷ می‌باشد. از آنجایی که این دو تیمار

در گروه‌بندی دانکن در یک گروه قرار گرفته است، تیمار ۷ به‌عنوان تیمار بهینه انتخاب می‌شود. همچنین کیک لجن حاصل از صاف‌کردن لجن با این تیمار نیز کمترین درصد رطوبت را دارد. در تمامی سطوح pH، در مقایسه دو به دوی تیمار آلوم- کیتوزان با تیمار شاهد زمان آب‌گیری و درصد رطوبت برای لجن با تیمار آلوم- کیتوزان کاهش یافته است. تیمار آلوم با مکانیسم خنثی‌سازی و به دنبال آن تیمار کیتوزان با مکانیسم پل‌زنی، در تجمع ذرات و دلمه‌سازی آن‌ها نقش داشته و بدین طریق آب‌گیری تسهیل شده و زمان آب‌گیری کاهش می‌یابد. از طرفی ایجاد این دلمه‌های متراکم موجب خروج آب از بین ذرات موجود در لجن و کاهش ماندگاری آب در کیک لجن می‌شود. با توجه به شکل ۱، بهترین تیمار برای لجن کاغذسازی، جهت دستیابی به کمترین زمان آب‌گیری، تیمار آلوم- کیتوزان با pH برابر با ۷ و مقدار مصرف ۶۰۰-۷۰ ppm می‌باشد.

غلظت بهینه: همان‌طور که در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است، با کاهش غلظت از ۱۰۰۰ ppm به ۲۰۰ ppm زمان آب‌گیری و درصد رطوبت افزایش می‌یابد. اما در غلظت ۸۰۰ ppm زمان آب‌گیری کمی از غلظت ۱۰۰۰ ppm کمتر است و در واقع با هم تفاوت بسیار ناچیزی دارند. به همین سبب غلظت کمتر، یعنی ۸۰۰ ppm به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب می‌شود. همچنین با توجه به شکل ۳ درصد رطوبت کیک لجن حاصل از این تیمار نیز نسبت به سایر تیمارها پایین می‌باشد. در نتیجه شرایط بهینه برای تیمار لجن با آلوم برای به‌دست آمدن کمترین زمان آب‌گیری pH برابر با ۵ و غلظت ۸۰۰ ppm در نظر گرفته شد.

همان‌طور که در شکل ۴ می‌بینیم با افزایش غلظت تیمار کیتوزان از ۳۰ ppm به ۱۱۰ ppm زمان آب‌گیری کاهش یافته است و کم‌ترین زمان آب‌گیری مربوط به لجن با تیمار آلوم ۱۱۰ ppm می‌باشد. اما از آنجا که اختلاف زمان آب‌گیری تیمار ۱۱۰ ppm با تیمار ۹۰ ppm بسیار ناچیز است (کمتر از سه ثانیه) تیمار ۹۰ ppm به‌عنوان تیمار بهینه انتخاب شد تا این‌که مقدار مصرف کیتوزان نیز کمتر شود. بنابراین شرایط بهینه برای تیمار لجن با کیتوزان برای به‌دست آمدن کمترین زمان آب‌گیری در pH برابر با ۷ و غلظت ۹۰ ppm می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۶ می‌بینیم کمترین زمان آب‌گیری مربوط به لجن با تیمار آلوم- کیتوزان ۹۰-۸۰۰ ppm و ۶۰۰-۷۰ ppm می‌باشد. اما از آنجا که اختلاف زمان آب‌گیری این دو تیمار بسیار ناچیز است (کمتر از ۵ ثانیه) تیمار ۶۰۰-۷۰ ppm را به‌علت مصرف پایین‌تر آلوم و کیتوزان به‌عنوان تیمار بهینه انتخاب گردید. در شکل ۷ دیده می‌شود که غلظت ۹۰-۸۰۰ ppm دارای درصد رطوبت

بالایی می‌باشد در حالی که تیمار ppm ۶۰۰-۷۰۰ هم‌زمان با تیمار ppm ۸۰۰-۷۰۰ کمترین میزان رطوبت کیک لجن را دارند. در نتیجه شرایط بهینه برای تیمار لجن با آلوم- کیتوزان، برای به‌دست آمدن کمترین زمان آب‌گیری، pH برابر با ۷ و غلظت ppm ۶۰۰-۷۰۰ می‌باشد.

حجم آب صاف شده در شرایط بهینه و زمان‌های ثابت: با توجه به جدول ۲ حجم آب صاف شده لجن تیمار شده با آلوم- کیتوزان در شرایط بهینه بیشتر از سایر نمونه‌ها می‌باشد. در آغاز آب‌گیری، میزان حجم آب صاف شده از لجن با تیمار کیتوزان قابل رقابت با میزان حجم آب صاف شده از لجن با تیمار آلوم- کیتوزان می‌باشد. به دلیل این‌که اثر بار الکتریکی سطحی در هنگام استفاده از یک ماده افزودنی کاتیونی با بار الکتریکی بالا مثل آلوم غالب می‌باشد. اما وقتی از دلمه‌کننده‌های جرم بالا استفاده می‌شود، لزوماً چنین حالتی ندارد. هنگام استفاده از دلمه‌کننده‌های جرم بالا، خشی‌سازی بار الکتریکی اهمیت کمتری دارد چون زنجیرهای بسیار بلند قادر به پل زدن با سطوح مجاور هستند و به این دلیل در آغاز آب‌گیری کیتوزان به تنهایی هم خوب عمل می‌کند.

اما در تیمار آلوم- کیتوزان، ابتدا تیمار آلوم با کاهش pH محیط، تبادل یونی با الیاف و ذرات موجود در لجن و کاهش پتانسیل زتا موجب نزدیک‌شدن ذرات به یکدیگر شده و با مکانیسم خشی‌سازی بار، دلمه‌های کوچکی تشکیل داده و موجب افزایش کارایی کیتوزان می‌شود. کیتوزان دلمه‌های ریز تشکیل شده توسط آلوم را با مکانیسم پل‌زنی به دلمه‌های بزرگتری تبدیل می‌کند، این عمل موجب می‌شود دلمه‌های تشکیل شده متراکم‌تر شوند و آب کمتری را در خود نگه دارند، آب‌گیری از لجن تسهیل شده و در مقایسه با تیمار آلوم و کیتوزان تنها، در زمان ۳۰ ثانیه آب بیشتری از لجن خارج شود. هم‌چنین بیشتر بودن آب صافی شده از لجن با تیمار کیتوزان نسبت به تیمار آلوم، به دلیل تفاوت مکانیسم تشکیل دلمه می‌باشد. کیتوزان با مکانیسم پل‌زنی نسبت به آلوم دلمه‌های بزرگتری ایجاد کرده و آب‌گیری را آسان‌تر می‌کند.

اکسیژن‌خواهی شیمیایی: با توجه به جدول ۳ می‌بینیم که تیمار سوسپانسیون کاغذسازی با آلوم- کیتوزان میزان COD آب صاف شده را نسبت به نمونه شاهد به میزان ۲۶ درصد کاهش می‌دهد. در اینجا نیز می‌توان تأثیر تیمارها را همانند تأثیر آن‌ها در میزان COD آب‌سفید حاصل از ساخت کاغذ دست‌ساز توضیح داد.

آنچه که در اینجا متفاوت است میزان COD مربوط به تیمار آلوم می‌باشد. که حتی نسبت به تیمار کیتوزان و آلوم- کیتوزان COD را بیشتر کاهش می‌دهد. استفاده از اسید، میزان مقدار منعقدکننده مورد

نیاز را برای حذف ذرات کاهش می‌دهد (عمارلویی، ۱۹۹۷) (۱). در تیمار آلوم نیز pH بهینه ۵ به دست آمده است، در نتیجه pH پایین موجب شد، ذرات معلق و کلوئیدی بر سطح ذرات درشت‌تر رسوب کرده و همراه با آن‌ها در کیک لجن ماندگار شوند. بنابراین در pH پایین، رنگ، کدوری و COD کمتری برای تیمار آلوم به دست آمد.

کدوری: با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود تیمار سوسپانسیون کاغذسازی با آلوم- کیتوزان میزان کدورت آب صاف شده را نسبت به نمونه شاهد به میزان ۴۷ درصد کاهش می‌دهد. در اینجا نیز همانند COD به علت تأثیر کم pH در تیمار آلوم، کدوری پایینی برای تیمار آلوم به دست آمده است. همچنین کیتوزان نیز میزان کدوری را تا ۴۰ درصد نسبت به نمونه شاهد کاهش داده است. نتایج کاهش کدوری توسط کیتوزان در این پژوهش با نتایج مهدی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. مکانیسم حذف کدوری توسط کیتوزان روش خنثی‌سازی بار (به دلیل بالا بودن تعداد گروه‌های آمینی و تولید بار مثبت زیاد در شرایط خنثی و کمی اسیدی) می‌باشد (۱۰).

رنگ: با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که تیمار سوسپانسیون کاغذسازی با کیتوزان میزان رنگ آب صاف شده را نسبت به نمونه شاهد به میزان ۲۴ درصد کاهش می‌دهد. در اینجا نیز همانند COD و کدوری به علت اثرات pH پایین در تیمار آلوم، رنگ پایینی برای این تیمار به دست آمده است. نتایج کاهش رنگ توسط آلوم در این پژوهش با نتایج صادقی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد (۱۶). تأثیرات آلوم در کاهش رنگ در pH پایین مثبت می‌باشد. از آنجایی که ذرات جامد و کلوئیدی موجود در لجن زیاد می‌باشد، سایت‌های مثبت کیتوزان توسط این ذرات اشغال شده و سطح مصرف فعلی کیتوزان، توانایی دلمه‌سازی همه ذرات موجود در لجن را نداشته باشد. بنابراین یا باید سطوح مصرف بالاتر کیتوزان مورد بررسی قرار گیرد و یا این که تیمار طی دو مرحله، یک بار بر لجن اولیه و بار دیگر بر آب حاصل از صاف شدن لجن اعمال گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که، تقریباً در تمامی موارد، ارتباط مستقیمی میان زمان صاف کردن نمونه‌های لجن و درصد رطوبت کیک لجن وجود دارد. در تیمار بهینه کمترین درصد رطوبت کیک لجن در کمترین زمان صاف شدن به دست آمد.

کیتوزان با حداقل مصرف (۳۰ درصد) نسبت به آلوم، سرعت آب‌گیری در زمان ثابت ۱۵ ثانیه را، تا ۶۰ درصد افزایش داد و در زمان ثابت ۳۰ ثانیه، تا ۴۴ درصد افزایش داده‌است. در واقع کیتوزان کارایی بهتری در کاهش زمان آب‌گیری نسبت به آلوم نشان داده است.

با تیمار لجن به‌وسیله ۸۰۰ ppm آلوم، ۹۰ ppm کیتوزان و ۶۰-۷۰ ppm آلوم- کیتوزان سرعت آب‌گیری از لجن نسبت به نمونه شاهد به‌ترتیب به‌میزان ۳۷/۶۳، ۷۳/۶۰ و ۷۸/۵۳ درصد موجب افزایش یافته است. همان‌طور که از پیش اشاره شد، کیتوزان با سطح مصرف بسیار کمتر از آلوم، سرعت آب‌گیری را بسیار بیشتر از آلوم افزایش داده است که با نتایج مختارانی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد (۱۱). هم‌چنین تیمار آلوم- کیتوزان ضمن کاهش مصرف آلوم و کیتوزان موجب افزایش کارایی تیمارها شده است.

هر یک از تیمارهای آلوم، کیتوزان و آلوم- کیتوزان هم‌زمان با کاهش زمان آب‌گیری از لجن، موجب کاهش رنگ، کدوری و COD آب حاصل از صاف کردن لجن شده است.

pH اولیه لجن تیمار شاهد در محدوده ۶/۵ تا ۶/۹ اندازه‌گیری شد است. از آنجایی که pH بهینه آلوم ۵ می‌باشد، هزینه مواد شیمیایی مورد استفاده جهت رساندن pH به ۵، جهت بهینه‌سازی pH برای تیمار با آلوم، و در نهایت افزایش pH قبل از تخلیه پساب به‌منظور رعایت استانداردهای تخلیه، بسیار بالا می‌باشد. اما کیتوزان حساسیت کمتری نسبت به pH داشته، مصرف آن تأثیری بر pH نداشته و pH بهینه آن نیز pH خنثی یعنی ۷ می‌باشد.

منابع

1. Amarlowee, N. 1997. Improving the quality of drinking water with using activated carbon powder. MS Thesis, University of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, 80p.
2. Ayati, B., Barzegar Marvasti, N., and Ganjidoust, H. 2012. Effect of Food Wastes on Sludge dewatering Capability. Journal of Food Science and Technology, 34(9): 1-11. (In Persian)
3. Birjandi, N. 2009. The use of cationic coagulant and clot structure in reducing turbidity and COD from effluent paper recycling plant. MS.c thesis, Department of Natural Resources and Environmental Marine Sciences, Tarbiat Modares University. 159p.
4. Boardman, G.D., and Seyffert, H.J. 1992. Treatment of Kraft Pulp and Paper Wastewater by means of foam separation. chem. Eng. com, 114: 89-102.

5. Desbriers, J., Bobu, E., and Nicu, R. 2011. Chitosan as Cationic Polyelectrolyte in wet-end Papermaking Systems. *Cellulose Chemistry Technology*, 45: 105-111.
6. Ghebremichael, K.A. 2004. Moringa Seed and Pumices as Alternative Natural Materials for Drinking Water Treatment, Kath land and water resources engineering. PHD thesis. Royal Insititue of Technology (KTH). Stockholm. 10-11p.
7. Hamzeh, Y. 2008. Principles of Papermaking Chemistry. University of Tehran Press, Tehran, 424p. (Translate In Persian)
8. Lamer, V.K., Healy, T.W. 1963. Adsorption and Flocculation Reaction of micro molecules at the Solid-liquid interface. *Rev. Pure application*, 13: 112-132.
9. Li, H., Du, Y., and Xu, Y. 2004. Adsorption and Complexation of Chitosan Wet-End Additives in Papermaking System. *Journal of Applied Polymer Science*, 91: 2642-2648.
10. Mehdinezhad, M.H., Bina, B., Nikain, M., Movahedian, M., and Attar, H. 2010. Ability of alum coagulation proteins combined with chitosan and Moringa olifera removal of colloidal particles and bacteria's from turbid waters. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, 31(13): 60-69. (In Persian)
11. Mokhtarani, N., Khaleghi Sarnamy, M., and Ghanjidost, H. 2007. Effect of natural polymers and chemical coagulants on the dewatering of sewage sludge. *Journal of Polymer Science and Technology*, 6: 485-491. (In Persian)
12. Mosleh, L., and Hashemi, S.H. 2013. Evaluation of coagulation and clotting mechanisms by natural chemical coagulants in water treatment and waste water. The 1th Conference and Exhibition on Environment Energy and Clean industry. Tehran. 1-10.
13. Narbaitz, R.M., Droste, R.L., and Fernandes, L., and Ball, D. 1997. PACT^M Process For treatment of Kraft mill effluent. *Water Science and Technology*, 35(2-3): 283-290.
14. Rasoulpour, N. 2013. Effect of fiber surface Modification and Chitosan Treatment for improvement of Mechanical Properties OF Kraft Paper. MS.c. Sari Agricultural Science and Natural Resources University Faculty of Natural Resources. 101p.
15. Sharma, C.P., Pillai, C.K.S., and Paul, W. 2009. Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science*, 34: 641-678.
16. Sadeghi, M., Hoseyni, A.H., and Mazlomi, B. 2009. The study of feedback biological sludge efficiency on yield of coagulation and flocculation treatment of industrial waste water (elimination paint). Third National Conference on Water and Wastewater operation approach. Tehran, 1-7.
17. Yousefi, R.A., Mazad, H., and Radmanesh, F. 2012. Evaluation of the Efficiency of Natural Chitosan as a Coagulant in Reduce Water Turbidity. *Journal of Water Research*, 7(12): 228-225. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (1), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

The Effect of Chitosan and Alum on Dewatering and sludge qualitative properties from Wastewater of NSSC pulp

M. Mataniborkhili¹, *N. Nazarnezhad² and Gh. Asadpour Atoei³

¹M.Sc., Pulp and Paper Industry, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Surrey, Iran, ²Associate Prof., Dept., of Wood and Paper Engineer, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Surrey, Iran, ³Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Engineer, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Sarey, Iran

Received: 02/23/2015 ; Accepted: 02/06/2016

Abstract

Background and objectives: One of the major problems in the industrial wastewater treatment plant is sludge volume, which requires to providing economic and environmental solutions. The use of natural compounds is preferable to the chemical compounds in the sludge treatment process, environmentally. For this reason, experts are trying to find a suitable material for replacement. Yousefi et al (2012) evaluated the efficacy of chitosan natural polyelectrolyte as a coagulant to elimination of water opacity. The results showed that chitosan has little effect on water pH and its efficiency is better in elimination of high opacity.

The chitosan is one of the natural materials. The purpose of this study was determine of optimal pH and concentration of the alum, chitosan and early preparations for simultaneous use in a pilot-scale to improve dewatering sludge. Also, the effect of these treatments was measured on turbidity, color, COD of water sludge Filtration.

Materials and methods: For this purpose, from determine of filtering time and measuring of moisture content was used for assay of dewatered sludge capabilities. In this regard, 10 percent alum solution were prepared by dissolving 10 g from aluminum sulfate in one liter of distilled water. To prepare of the chitosan solution, 100 mg from chitosan powder is carefully weighed and dissolved by 10ml chloric acid 0.1 M and then its volume was bring up to 100 ml. acidity of aqueous sludge adjustment by sodium hydroxide and sulfuric acid in the range of 4 to 9. Afterward the constant concentration of alum, chitosan and chitosan-chitosan was added. MI 50 dewatering time was determined by Buchner funnel, filter paper and vacuum device and water content was determined by oven-dry.

Results: The results indicated that the optimal pH for alum, chitosan and alum-chitosan is 5, 7 and optimal concentrations 800, 90 and 600-70 ppm, respectively. By applying this treatment in optimal conditions the best treatment to achieve the minimum dewatering time is alum-chitosan treated with pH 7 and 70-600 ppm consumption. Also, the best treatment

*Corresponding author: Nazharnezhad91@gmail.com

for reducing color, turbidity and COD of sludge filtered water is treated alum with concentration of 800ppm and pH 5.

Conclusion: Dewatering time of the control and treated with alum increased with increase in pH from 4 to 9. Dewatering time in about the samples treated with chitosan, especially alum– chitosan showed less sensitive to pH. So, the alum treatment had little effect on the color and COD at pH =7, whereas the opacity decreased to 24 percent. The chitosan had highest effect on COD and then turbidity and color. Alum-chitosan treatment has a significant impact on turbidity and COD.

Keywords: Sludge dewatering, Turbidity, COD, Alum, Chitosan