# بررسی تأثیر ضایعات غذائی در بهبود آبگیری لجن فاضلاب شهری

نوشین برزگر مروستی[۱]، بیتا آیتی[۲]*، حسین گنجی دوست[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار گروه مهندسی محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس
۳- استاد گروه مهندسی محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

**(تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲۳)**

## چکیده

تولید حجم بالای لجن از جمله مشکلات عمده اکثر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب می‌باشد که لزوم ارائه راهکارهای مناسب اقتصادی و زیست‌محیطی را جهت مدیریت و تصفیه مناسب آن ایجاب می‌نماید. با توجه به اینکه در فرایند آماده‌سازی لجن کاربرد ترکیبات طبیعی نسبت به شیمیایی از ارجحیت زیست محیطی و اقتصادی زیادی برخوردار است، متخصصین در تلاش برای یافتن مواد مناسب جهت جایگزینی می‌باشند. در این تحقیق آماده‌سازی و آبگیری لجن با سه ترکیب غذائی شامل نشاسته، عصاره لوبیا و پوست انار در مقیاس آزمایشگاهی بصورت ناپیوسته و در طی دو مرحله اصلی تعیین pH و نیز دوز بهینه مواد توسط آزمون‌های زمان فیلتراسیون، درصد کاهش حجم لجن، درصد رطوبت کیک لجن و حجم آب فیلتر شده (در زمان ۱۰ ثانیه) و کدورت آب فیلتر شده صورت پذیرفت. طبق نتایج حاصل، عصاره پوست انار در pH و غلظت بهینه به ترتیب ۴ و متوسط ۱۰۰۰ ppm بهترین کارائی را نشان داد. به گونه‌ای که نسبت به نمونه شاهد، زمان فیلتراسیون و رطوبت کیک لجن به ترتیب حدود ۶۳ درصد و ۶/۵ درصد کاهش و حجم آب فیلتر شده در ۱۰ ثانیه، ۶۴ درصد افزایش یافت.

**کلید واژگان:** فاضلاب شهری، آماده‌سازی لجن، آبگیری، pH، غلظت، عصاره پوست انار، نشاسته، عصاره لوبیا

## ۱- مقدمه

پیشرفت جوامع بشری و رشد صنایع غذائی، نرخ تولید محصولات غذائی و متعاقب آن ضایعات و پسماندهای حاصل را افزایش داده که این امر لزوم ارائه راهکارهای مناسب مدیریتی را سبب شده است. در این راستا در سالهای اخیر، تحقیق در جهت بازیابی و استفاده از این مواد در بخشهای دیگر توجه زیادی را به خود معطوف داشته است که از آن جمله می‌توان به استفاده از بقایای پسته به عنوان خوراک دام [۱]، تهیه کود کمپوست[۱] از ضایعات کشاورزی [۲] و نیز استفاده از ضایعات کشاورزی در تصفیه فاضلاب[۳] اشاره کرد. از طرفی افزایش جمعیت، میزان مصرف آب، تولید فاضلاب و لجن حاصل از فرایندهای تصفیه را بطور چشمگیری افزایش داده است. در این میان یکی از مسائل مهم و حیاتی در تصفیه خانه‌های فاضلاب، نحوه تصفیه، دفع و یا حتی استفاده مجدد از لجن باقیمانده از فرایندهای مختلف مکانیکی، بیولوژیکی و شیمیایی می‌باشد؛ چرا که حجم بالا و ساختار تقریباً مایع شکل آن (۹۵-۹۹ درصد از ساختار لجن را آب تشکیل می‌دهد) هزینه بالایی را به تصفیه‌خانه تحمیل می‌کند [۴] و در صورت دفع آن بصورت خام و یا تصفیه ناقص، شرایط بحرانی در محیط زیست به وجود می آورد. از این رو در تصفیه خانه‌های فاضلاب عموماً از روشهای تغلیظ[۲]، آماده‌سازی[۳] و آبگیری[۴] جهت کاهش حجم ذرات جامد بیولوژیکی استفاده می‌گردد. از آنجا که لجن حاصل از مرحله تغلیظ همچنان

*مسئول مکاتبات: Ayati_bi@modares.ac.ir

1. Compost
2. Thickening
3. Conditioning
4. Dewatering

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]

دارای ساختار مایع شکل می‌باشد، فرایند کلیدی آبگیری به منظور جداسازی جزء بیشتر مایع از ذرات جامد بیولوژیکی و تبدیل آن به کیک لجن[1] انجام می‌گیرد و با کاهش آب لجن، این ماده به شکل جامد در آمده، از پایداری بیشتری برخوردار شده و دفع آن آسان‌تر می‌گردد [۵]. جهت بهینه سازی عملیات آبگیری می‌توان از فرایند آماده‌سازی لجن به منظور بهبود مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن، ضدعفونی بیشتر لجن، کاهش بو و بهبود بازیابی جامدات آن استفاده نمود که دو روش تصفیه گرمایی و آماده‌سازی شیمیایی مرسوم‌تر می‌باشند [۶].

بطور کلی لجن حاصل از فرایندهای تصفیه فاضلاب، حامل بارهای الکترواستاتیک است که مانع تجمع ذرات آن و تشکیل لخته می‌گردد. بر این اساس آماده‌سازی شیمیایی با کاربرد برخی منعقدکننده‌های آلی و غیر آلی سنتزی یا طبیعی و به واسطه دو سامانه اصلی خنثی سازی بار[2] و پل زنی بین ذره-ای[3]، سبب بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی لجن، کاهش بارهای الکتروستاتیک سطح ذرات، تشکیل لخته های درشتتر، کاهش قابلیت نگهداری آب توسط ذرات و در نهایت افزایش قابلیت آبگیری لجن می‌شود [۸،۷]. از آنجا که کاربرد ترکیبات غیرآلی سبب کاهش ارزش حرارتی لجن، افزایش حجم آن و نیز در برخی موارد خوردگی می‌شود و نیز با توجه به آنکه مواد مصنوعی از قابلیت تجزیه پذیری زیستی برخوردار نبوده و مخاطرات زیست محیطی را همراه دارند، تلاش در جهت استفاده از ترکیبات طبیعی در آماده‌سازی لجن و نیز عملیات انعقاد و لخته‌سازی در فرایندهای تصفیه آب و فاضلاب رو به گسترش است [۹،۸]. ساختار اولیه اکثر این پلیمرها، بنیان پلی-ساکارید بوده و برخی از آنها دارای گروه‌های آنیونی نظیر کربوکسیل می‌باشند. از جمله این مواد می‌توان به نشاسته، انواع صمغ‌ها و رزین‌های طبیعی نظیر کهربا، سقز، کیتوزان، تانن‌ها و نیز ترکیبات استخراج شده از کتیرا، شنبلیله، پوست باقلا، دانه گیاه مارینگا و برخی جلبک‌های دریایی اشاره نمود. مزیت عمده این ترکیبات نسبت به پلیمرهای سنتزی، عدم سمیت، قابلیت دسترسی از طریق منابع طبیعی و تجزیه‌پذیری زیستی آنها می‌باشد ضمن اینکه حجم لجن کمتری تولید کرده و هزینه پایین‌تری دارند [۹].

1. Sludge Cake
2. Neutralization
3. Bridging

در ارتباط با آماده سازی شیمیائی لجن، تحقیقات زیادی از جمله کاربرد آلوم، آهک و پلی‌الکترولیت [۱۰]، کلریدفریک ۱۰ درصد [۱۱]، فرات سدیم [۱۲]، $Fe^{2+}/H_2O_2$[4] [۱۳] انجام شده است اما با توجه به موارد مذکور، کاربرد مواد طبیعی رو به افزایش است. بعنوان نمونه، آماده‌سازی لجن با دانه گیاه مارینگا، نتایج مشابهی با منعقدکننده‌های کلرید فریک و سولفات آلومنیوم داشته به نحوی که زمان مکش موئینه[5] در غلظت ml/l ۴۰ از هر دو منعقد کننده برای آلوم ۴۲/۲، مارینگا ۷/۵۹ و نمونه شاهد ۱۷۵/۴ ثانیه بوده است. همچنین حجم لجن تولید شده با دانه مارینگا ۲۰ تا ۳۰ درصد لجن تولید شده در عملیات آماده‌سازی با آلوم بوده است [۱۴]. در مقایسه عملکرد کیتوزان به عنوان یک پلیمر طبیعی و PC-325 به عنوان یک پلیمر مصنوعی در روش‌های مکانیکی آبگیری مانند پرس تسمه‌ای[6] و فیلتر پرس[7] و دستگاه سانتریفوژ نیز راندمان عمل کیتوزان بسیار نزدیک به راندمان عمل پلیمر مصنوعی بوده و جایگزین مناسبی برای پلیمر مصنوعی می باشد [۱۵]. خالقی نیز در سال ۱۳۸۱ تأثیر پلیمرهای طبیعی شامل کربوکسی متیل سلولز، کیتوزان و سدیم آلژینات را بر آبگیری لجن حاصل از تصفیهٔ فاضلاب شهری بررسی نمود که کیتوزان با حداقل مقدار مصرف، سرعت آبگیری لجن هضم شده را ۶۱ درصد افزایش داد که در نتیجه آن، مقدار رطوبت لجن در مقایسه با نمونه شاهد ۱۳ درصد کاهش یافت [۱۶].

با توجه به مزایای استفاده از ترکیبات طبیعی و لزوم اعمال مدیریت ضایعات صنایع غذائی، در این تحقیق به بررسی تأثیر سه ترکیب غذائی نشاسته، عصاره لوبیا و پوست انار بر بهبود آبگیری لجن پرداخته می‌شود.

## ۲- مواد و روشها

با توجه به لزوم آماده‌سازی لجن، تعیین مناسبترین ماده آماده‌ساز، pH عملکرد و غلظت بهینه جهت دستیابی به راندمان بالای آبگیری از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. در این راستا از آزمایشات متنوعی استفاده می‌گردد که در میان آن-ها تعیین زمان فیلتراسیون لجن (TTF)[8] و زمان مکش موئینه

4. Fenton
5. Capillary Suction Time (CST)
6. Belt Filter
7. Filter Press
8. Time To Filtration



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]

(CST) معمول‌تر می‌باشند [۱۷]. چنانچه جامدات موجود در لجن و ویسکوزیته فیلتر شده در نمونه‌ها یکسان باشد، آزمون TTF، دارای همبستگی با نتایج زمان مکش موئینه و مشابه مقاومت ویژه در برابر فیلتراسیون می‌باشد با این برتری که انجام تست TTF بسیار ساده‌تر است. از طرف دیگر نتایج حاصل از این آزمون قابل استفاده در تمام روشهای آبگیری و بخصوص فیلتراسیون خلأ می‌باشد [۱۸]. از این رو در این تحقیق برای ارزیابی آماده‌سازی لجن از روش TTF استفاده شد. همچنین به دلیل آنکه نگهداری لجن منجر به تغییر خواص بیولوژیکی و قابلیت آبگیری آن و ایجاد خطا در داده-های حاصل می‌شود، نمونه‌های لجن به صورت روزانه از واحد لجن برگشتی تصفیه خانه اکباتان تهیه گردید. لازم به ذکر است، متوسط میزان جامدات کل، جامدات معلق و ذرات جامد فرار نمونه‌های برداشت شده لجن به ترتیب برابر با ۷۵۰۰، ۳۵۰۰ و ۲۴۰۰ میلی گرم بر لیتر و pH=۷ بود. در طی این تحقیق، جهت تعیین pH بهینه عملکرد مواد آماده‌ساز، ابتدا مقادیر مساوی از لجن (۱۰۰ml) در محدوده pH معادل ۴ تا ۱۰ با استفاده از اسید و باز (هیدروکسید سدیم و اسید سولفوریک) تهیه و مقادیر مساوی از ماده مورد نظر به آنها افزوده و به کمک دستگاه سانتریفیوژ همزده شد (به مدت ۱ دقیقه در دور تند ۱۰۰ rpm و ۱۵ دقیقه در دور ۳۰ rpm) [۱۱]. میزان pH بهینه با توجه به نتایج داده‌های حاصل از ۵ پارامتر زیر انتخاب شد:

– تعیین زمان فیلتراسیون نمونه (TTF) (زمان لازم جهت صاف نمودن ۵۰ میلی‌لیتر حجم نمونه) [۱۸].

– تعیین حجم فیلتر شده نمونه های مختلف در زمان ثابت ۱۰ ثانیه [۱۸].

– تعیین درصد کاهش حجم لجن (انجام تست ته‌نشینی نمونه‌های آماده‌سازی شده) [۱۱].

– تعیین درصد رطوبت کیک لجن حاصل [۱۹].

– تعیین میزان کدورت آب فیلتر شده (مبنای میزان مواد خروجی در آب فیلتر شده) [۲۰].

سپس به منظور تعیین غلظت بهینه ماده آماده‌ساز، نمونه های لجن در pH بهینه تنظیم و مقادیر مختلفی از ماده (مطابق با جدول ۱) به نمونه‌ها افزوده و همانند قبل عملیات اختلاط صورت گرفت. تعیین غلظت بهینه منعقدکننده نیز همانند تعیین pH بهینه صورت گرفت.

**جدول ۱** محدوده pH و غلظت مواد مورد بررسی جهت آماده‌سازی لجن

| نام ماده | محدوده pH | محدوده غلظت (ppm) |
|---|---|---|
| نشاسته | ۴–۱۰ | ۵۰ –۱۲۸۰۰ |
| عصاره لوبیا | ۴–۱۰ | ۱۰۰ –۱۴۴۰۰ |
| عصاره انار | ۴–۱۰ | ۱۰۰ –۱۵۰۰ |

نکته قابل ذکر اینکه سوسپانسیون نشاسته از انحلال آن در آب مقطر تهیه شد. به منظور تهیه عصاره لوبیا، ابتدا دانه‌های لوبیا از غلاف خارج و آسیاب شدند. برای استخراج ترکیب منعقدکننده فعال ۰/۵ گرم از پودر لوبیا در ۱۰۰ml آب مقطر به مدت ۱۰ دقیقه به کمک همزن مغناطیسی بهم زده شد و سپس سوسپانسیون حاصل فیلتر گردید و محلول ۵۰۰۰ ppm عصاره لوبیا بدست آمد. به منظور تهیه عصاره پوست انار نیز ابتدا بخش سفید رنگ داخلی پوست انار جدا گردید و همانند عصاره لوبیا، عصاره آن بدست آمد [۲۱].

در این پژوهش جهت تعیین زمان فیلتراسیون از پمپ خلأ تایوانی مدل VC-701، قیف بوخنر با قطر ۹cm و استوانه مدرج استفاده و دستگاه TTF طبق روش ارائه شده درکتاب روشهای استاندارد آزمایش آب و فاضلاب [۲۲] ساخته شد (شکل ۱). جهت تعیین pH از دستگاه pH متر Metrohm و به منظور تعیین درصد رطوبت کیک لجن از آون دیجیتالی آرا طب فن و ترازوی آزمایشگاهی Mettler PJ3000 استفاده گردید. کدورت آب فیلتر شده نیز با دستگاه اسپکتروفتومتر Hach مدل DR4000 اندازه گیری شد.

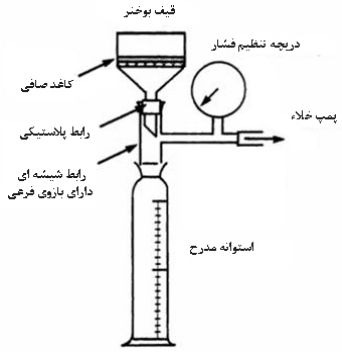
## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- تاثیر نشاسته

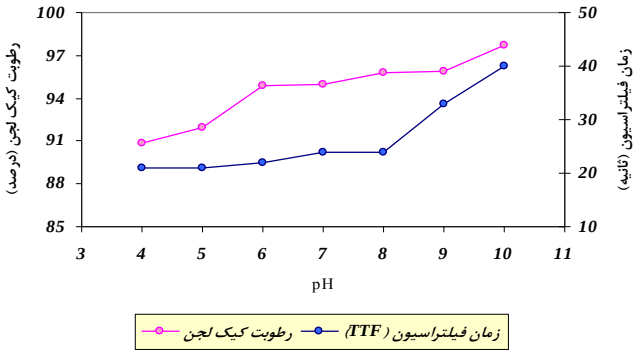
نتایج تعیین pH بهینه تأثیر نشاسته بر آبگیری لجن در نمودارهای ۱ تا ۴ آمده است. طبق نتایج حاصل، درصد رطوبت کیک لجن در pH=۴ و زمان فیلتراسیون در ۵ و pH=۴ در حداقل میزان مشاهده گردید که در مقایسه با نمونهٔ لجن شاهد به ترتیب ۷/۰۶ و ۴۶/۱۵ درصد کاهش داشت.



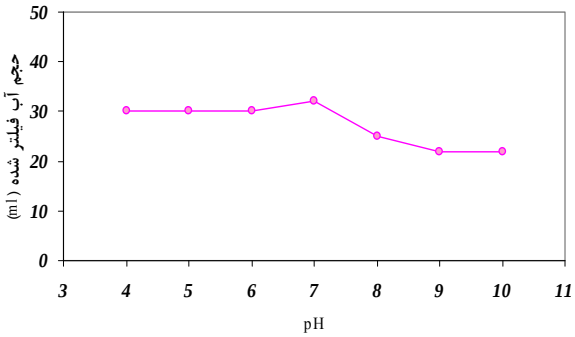
[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]



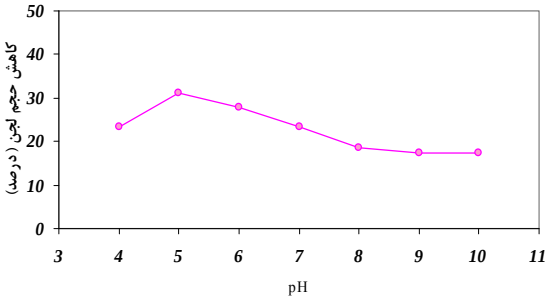

**شکل ۱** سامانه مورد استفاده در تحقیق



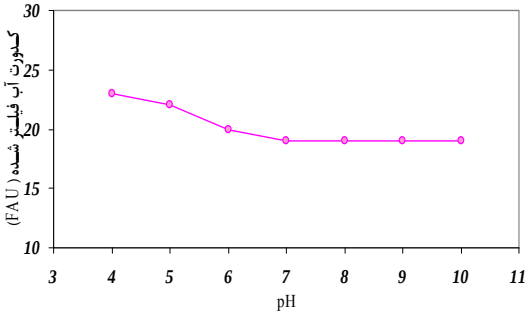

**نمودار ۱** تأثیر pH بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن




**نمودار ۲** تأثیر pH بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت




**نمودار ۳** تأثیر pH بر درصد کاهش حجم لجن




**نمودار ۴** تأثیر pH بر کدورت آب فیلتر شده

درصد کاهش حجم لجن نیز در pH=۵ در بالاترین حد و نسبت به شاهد، ۳۱/۱۱ درصد کمتر بود. حداکثر میزان حجم آب فیلتر شده در زمان ۱۰ ثانیه با ۳۴/۳۷ درصد افزایش نسبت به نمونه شاهد در pH=۷ و برابر با ۳۴ml مشاهده و حداقل میزان کدورت آب فیلتر شده برابر با FAU ۱۹[1] در این pH بدست آمد که این پارامترها اختلاف معنا داری را با pH های پایین‌تر نشان نداد. بر این اساس با توجه به اهمیت پارامترهای درصد رطوبت کیک، زمان فیلتراسیون و نیز کاهش حجم لجن، pH=۵ برای آماده‌سازی لجن با نشاسته بعنوان میزان بهینه انتخاب گردید.

با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات تعیین غلظت بهینه در نمودارهای ۵ تا ۸، زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن، در غلظت ۱۶۰۰ppm از سایر نمونه‌ها کمتر و این مقادیر نسبت به نمونه شاهد، به ترتیب ۴۷/۰۵ و ۵/۶۲ درصد کاهش داشت. از طرف دیگر حجم آب فیلتر شده نیز در این غلظت نسبت به سایر نمونه‌ها بالاتر مشاهده شد و مقدار آن نسبت به نمونه شاهد، ۳۶/۶۶ درصد افزایش داشت. کدورت آب فیلتر شده نیز در این غلظت از پایین‌ترین میزان برخوردار بود. با این حال، درصد کاهش

[1] Formazin Attenuation Units

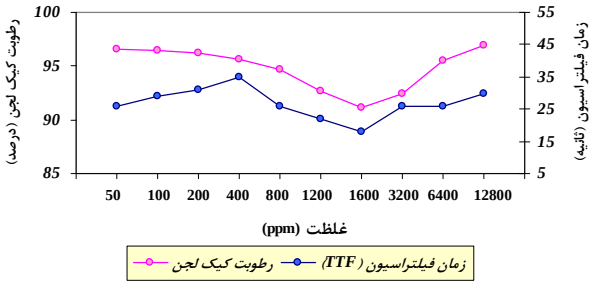


[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]

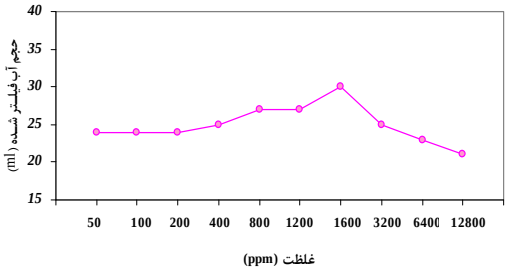
حجم لجن در غلظتهای ۶۴۰۰ppm و ۱۲۸۰۰ بالاترین میزان را داشت که حجم لجن را نسبت به نمونه شاهد، ۲۹/۷۷ درصد کاهش داد. با در نظر داشتن نتایج تمامی پارامترهای تحت بررسی، غلظت ۱۶۰۰ ppm برای آماده سازی لجن با نشاسته بهینه تعیین شد.

## ۳-۲- تاثیر عصاره لوبیا

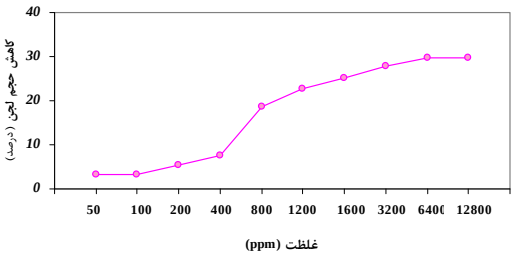
نتایج بررسی تأثیر عصاره لوبیا بر آماده‌سازی لجن، برای تعیین pH و غلظت بهینه به ترتیب در نمودارهای ۹ تا ۱۲ و ۱۳ تا ۱۶ ارائه شده است. طبق این نتایج، زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن در pH=۶ نسبت به سایر نمونه‌ها پایین‌تر و حجم آب فیلتر شده در ۱۰ ثانیه از سایرین بالاتر بوده و این پارامترها نسبت به نمونهٔ شاهد، به ترتیب ۴۳/۳۳ و ۲/۵ درصد کاهش و حجم آب فیلتر شده ۳۳/۳۳ درصد افزایش داشت. از طرف دیگر، درصد کاهش حجم لجن در ۵ و pH=۴ بالاتر بود که نسبت به نمونه شاهد، ۸/۵ درصد کاهش داشت. کدورت آب فیلتر شده نیز در pH=۷ از سایر نمونه‌ها پایین‌تر و برابر با ۲۱FAU (کدورت آب فیلتر شده در نمونه شاهد، ۲۸ FAU) مشاهده شد. با در نظر داشتن کلیه نتایج، pH=۶ برای آماده‌سازی لجن با عصاره لوبیا بعنوان میزان بهینه انتخاب گردید.



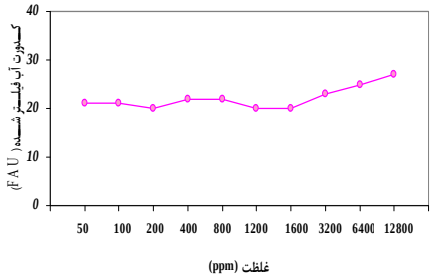

**نمودار ۵** تأثیر غلظت بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن



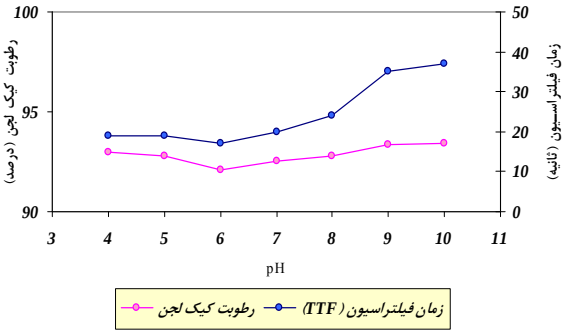

**نمودار ۶** تأثیر غلظت بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت



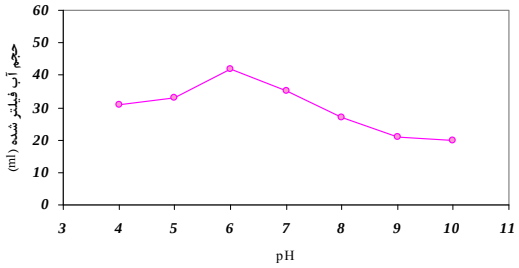

**نمودار ۷** تأثیر غلظت بر درصد کاهش حجم لجن




**نمودار ۸** تأثیر غلظت بر کدورت آب فیلتر شده



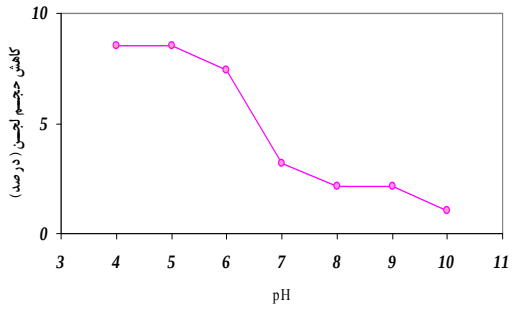

**نمودار ۹** تأثیر pH بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن



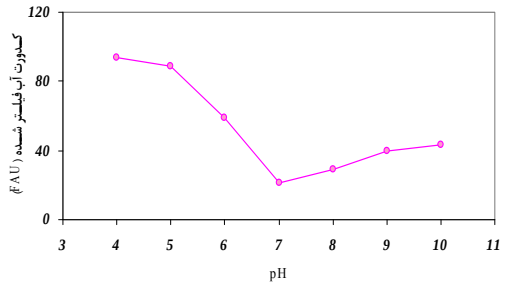

**نمودار ۱۰** تأثیر pH بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت



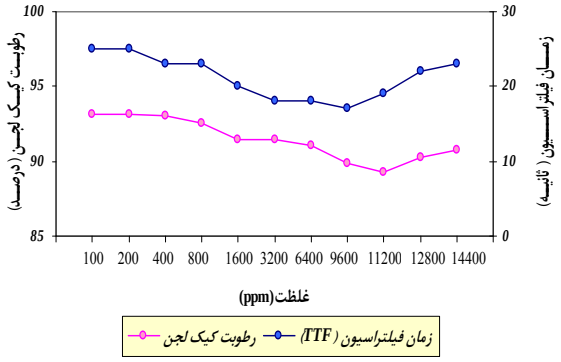
[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]



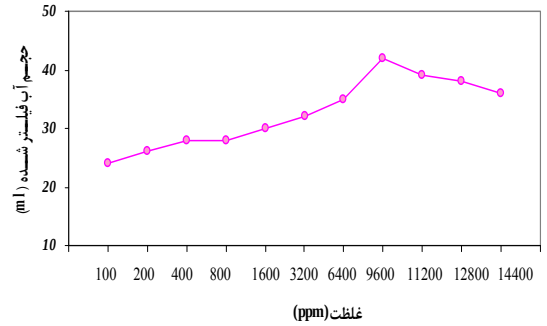

**نمودار ۱۱** تأثیر pH بر درصد کاهش حجم لجن



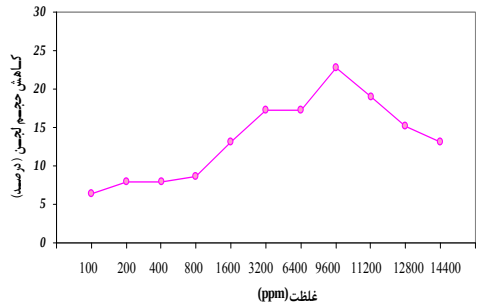

**نمودار ۱۲** تأثیر pH بر کدورت آب فیلتر شده



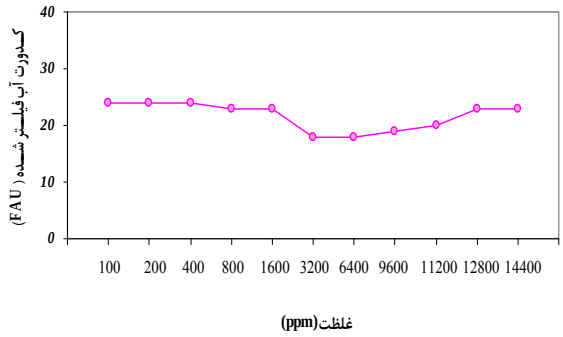

**نمودار ۱۳** تأثیر غلظت بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن




**نمودار ۱۴** تأثیر غلظت بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت




**نمودار ۱۵** تأثیر غلظت بر درصد کاهش حجم لجن




**نمودار ۱۶** تأثیر غلظت بر کدورت آب فیلتر شده

با توجه به نتایج آزمون غلظت، زمان فیلتراسیون در غلظت ۹۶۰۰ppm از سایر نمونه‌ها کمتر و حجم آب فیلتر شده در زمان یکسان و درصد کاهش حجم لجن در این غلظت از بالاترین حد خود برخوردار بود که نسبت به نمونه شاهد زمان فیلتراسیون را ۲۶/۰۸ درصد کاهش، حجم آب فیلتر شده را ۴۳/۱۸ درصد افزایش و حجم لجن را ۲۲/۸۲ درصد کاهش می‌دهد. از طرف دیگر، درصد رطوبت کیک حاصل در غلظت ۱۱۲۰۰ ppm نسبت به سایر نمونه‌ها پایین‌تر و نسبت به نمونه شاهد ۲/۵ درصد کمتر بوده است. کدورت آب فیلتر شده نیز در غلظتهای ۳۲۰۰ppm و ۶۴۰۰ حداقل بود. لذا غلظت ۹۶۰۰ ppm برای آماده‌سازی لجن با عصاره لوبیا بعنوان غلظت بهینه تعیین شد.

## ۳-۳- تاثیر عصاره پوست انار

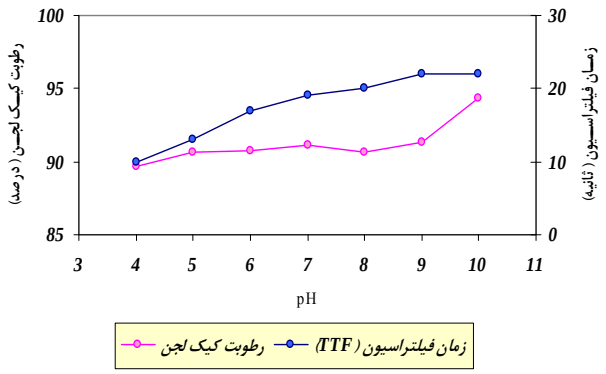
نتایج بررسی تاثیر عصاره پوست انار بر آبگیری لجن برای تعیین pH و غلظت بهینه به ترتیب مطابق نمودارهای ۱۷ تا ۲۰



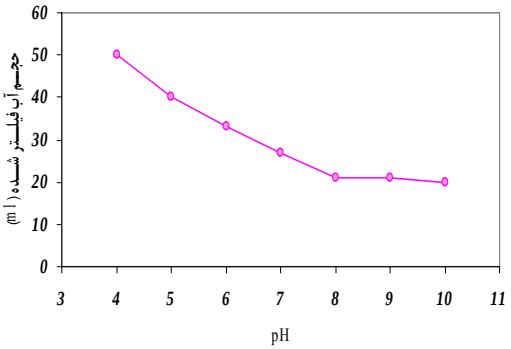
[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]

و ۲۱ تا ۲۴ می باشد. طبق نتایج حاصل، درصد رطوبت کیک لجن، با افزایش pH، افزایش یافت. بر این اساس، حداقل رطوبت کیک لجن و زمان فیلتراسیون در pH=۴ مشاهده گردید که مقدار آنها در مقایسه با نمونهٔ شاهد، ۴/۹۵ و ۶۲/۹۶ درصد کاهش داشت. مطابق نمودار ۱۸، حجم آب فیلتر شده در زمان ۱۰ ثانیه، با افزایش pH، کاهش یافت که حداکثر مقدار آن در pH=۴ برابر با ۵۰ml نسبت به نمونه شاهد (۲۰ml)، ۶۰ درصد افزایش داشت. همچنین حداکثر کاهش حجم لجن و حداقل کدورت نیز در همین pH مشاهده شد که حجم لجن را در حدود ۴۹ درصد کاهش داد. با در نظر داشتن نتایج فوق، pH=۴ جهت آماده‌سازی لجن با عصاره انار بعنوان pH بهینه انتخاب شد.

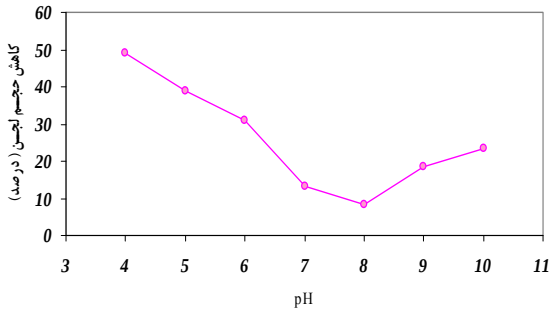
با توجه به نتایج غلظت بهینه، زمان فیلتراسیون در محدوده غلظت ppm ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ از سایر نمونه‌ها کمتر و نسبت به نمونه شاهد، ۵۷/۱۴ درصد کاهش داشت. از طرف دیگر درصد رطوبت کیک لجن در غلظت ppm ۹۰۰ و حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه، در غلظت ppm ۱۱۰۰ در میزان بهینه مشاهده شدند که نسبت به نمونه شاهد، به ترتیب ۲/۱۶ درصد کمتر و ۴۵/۶۱ درصد بیشتر بودند.



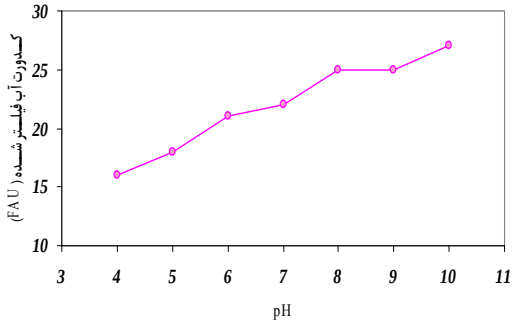

**نمودار ۱۷** تأثیر pH بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن



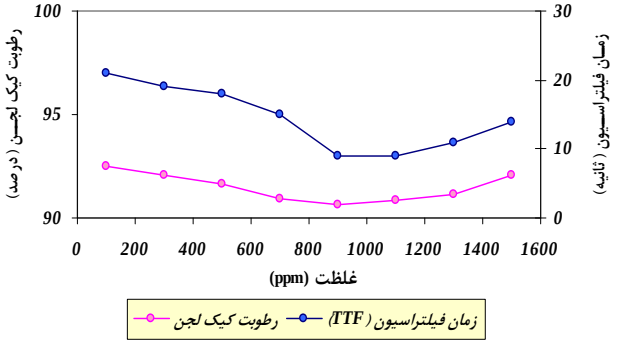

**نمودار ۱۸** تأثیر pH بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت



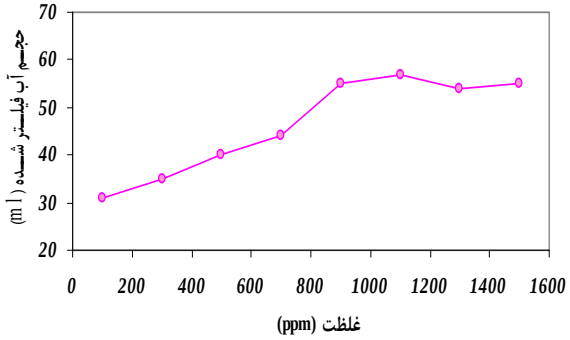

**نمودار ۱۹** تأثیر pH بر درصد کاهش حجم لجن




**نمودار ۲۰** تأثیر pH بر کدورت آب فیلتر شده



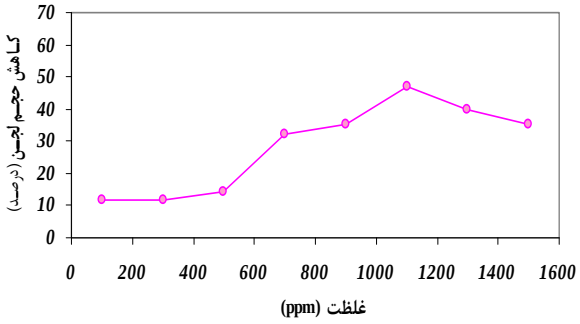

**نمودار ۲۱** تأثیر غلظت بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن



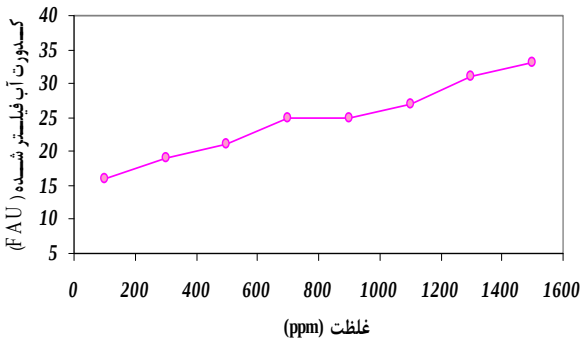

**نمودار ۲۲** تأثیر غلظت بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]




**نمودار ۲۳** تأثیر غلظت بر درصد کاهش حجم لجن




**نمودار ۲۴** تأثیر غلظت بر کدورت آب فیلتر شده

با توجه به نمودار ۲۳، درصد کاهش حجم لجن با افزایش غلظت تا میزان ۱۱۰۰ppm، ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. بر این اساس کمترین میزان حجم لجن در غلظت ۱۱۰۰ ppm مشاهده گردید که نسبت به نمونه شاهد ۴۷/۰۵ درصد کاهش داشت. با در نظر داشتن نتایج تمامی پارامترهای بررسی شده، غلظت بهینه در محدوده ۹۰۰ ppm تا ۱۱۰۰ انتخاب شد.

## ۳-۴- مقایسه اثر مواد بررسی شده بر آبگیری لجن

به دلیل کیفیت متفاوت نمونه‌های لجن در طول دوره تحقیق (شهریور ۱۳۸۷ تا اسفند ۱۳۸۸)، در فروردین ماه ۱۳۸۸، نمونه واحدی از تصفیه‌خانه اکباتان برداشت و غلظتهای بهینه مواد آماده ساز مورد آزمایش مجدد قرار گرفت. نتایج این مرحله تحقیق بطور خلاصه در جدول ۲ آمده است. مشاهده می‌شود که زمان TTF و درصد رطوبت کیک لجن در نمونه آماده شده با عصاره پوست انار در حداقل میزان نسبت به سایر نمونه‌ها و نیز نمونه شاهد می‌باشد. حجم آب فیلتر شده در زمان ۱۰ ثانیه نیز در این نمونه با ۴۴ درصد افزایش نسبت به نمونه شاهد، از سایر نمونه‌ها بالاتر مشاهده شد.

**جدول۲** مقایسه کارائی مواد در آماده سازی و آبگیری لجن

در ارتباط با تغلیظ لجن نیز نمونه آماده شده با پوست انار، بالاترین حجم ته‌نشینی لجن را نشان داد و حجم لجن را نسبت به نمونه شاهد، ۲۵/۵۵ درصد کاهش داد. با این وجود کدورت آب فیلتر شده در این نمونه بیش از سایر مواد و نیز نمونه شاهد (۱۹ FAU) بود. در جدول ۳ به تحلیل نتایج حاصل با نتایج برخی مطالعات صورت گرفته پرداخته می‌شود.

**جدول۲** مقایسه کارائی مواد در آماده سازی و آبگیری لجن

| نوع ماده | نمونه شاهد | نشاسته | عصاره لوبیا | عصاره پوست انار |
|---|---|---|---|---|
| pH بهینه | ۷ | ۵ | ۶ | ۴ |
| غلظت بهینه (ppm) | – | ۱۶۰۰ | ۹۶۰۰ | ۹۰۰-۱۱۰۰ |
| TTF (ثانیه) | ۲۷ | ۱۹ | ۲۱ | ۱۰ |
| رطوبت کیک لجن (درصد) | ۹۴/۲۸ | ۹۰/۶۸ | ۹۲/۵۵ | ۸۸/۳۱ |
| حجم آب فیلترشده در زمان ۱۰ ثانیه (ml) | ۱۸ | ۲۹ | ۲۴ | ۵۰ |
| کاهش حجم لجن (درصد) | – | ۲۱/۲۸ | ۱۹/۷۶ | ۲۵/۵۵ |
| کدورت (FAU) | ۱۹ | ۱۹ | ۲۴ | ۲۴ |

## ۴- نتیجه گیری

با توجه به آن که در حدود ۲۴ درصد از حجم انار را ضایعات پوست آن تشکیل می‌دهد [۲۳] و با در نظر داشتن راندمان بالای تأثیر آن در بهبود آبگیری لجن فاضلاب شهری، کاربرد این ماده در تصفیه لجن می تواند مشکل آبگیری و نیز مدیریت پسماندهای صنایعی مانند تولیدکننده های رب انار و آب انار را برطرف نماید. از طرف دیگر، کاربرد نشاسته نیز نتایج مطلوبی در آماده‌سازی لجن داشت. با در نظر داشتن آنکه ضایعات نان، ماکارونی، برنج، لوبیا، گندم و ... حاوی این ماده می باشد [۲۴]، استفاده از این ضایعات در بهبود آبگیری لجن فاضلاب و در نتیجه کاهش میزان ضایعات مثمر ثمر خواهد بود.



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]

**جدول۳** تحلیل و مقایسه برخی مطالعات صورت گرفته

| نام محققین | ماده (غلظت بهینه) | پارامترهای اندازه گیری شده | نتایج حاصل از آماده سازی لجن |
|---|---|---|---|
| Kebreab ۲۰۰۴ | MO[1] (۱۲۵ کیلوگرم به ازای جامدات خشک لجن) | CST، SRF و نرخ آبگیری | - کاهش ۶۵/۸ درصد CST<br>- کاهش ۶۵/۵ درصد SRF<br>- افزایش ۷۶/۴ درصد نرخ آبگیری |
| | آلوم (۶۳ کیلوگرم به ازای جامدات خشک لجن) | | - کاهش ۷۵/۸ درصد CST<br>- کاهش ۸۱ درصد SRF<br>- افزایش ۸۰ درصد نرخ آبگیری |
| | پلی الکترولیت Draestol 650TR (۱/۸ کیلوگرم به ازای جامدات خشک لجن) | | - کاهش ۱/۹۶ درصد CST<br>- کاهش ۹۱/۹ درصد SRF<br>- افزایش ۹۹/۴۷درصد نرخ آبگیری |
| Buyukkamaci ۲۰۰۴ | واکنشگر فنتون ($Fe^{2+}/H_2O_2$) غلظت ۵۰۰۰ mg/L و ۶۰۰۰ از $Fe^{2+}$ و $H_2O_2$ | CST و SRF | - کاهش ۴۸/۵۲ درصد CST<br>- کاهش ۹۳/۲۸ درصد SRF |
| del Pilar ۲۰۰۴ | Ferrate (۱۰ppm) | زمان فیلتراسیون و حجم لجن | - کاهش۸/۳ درصد زمان فیلتراسیون<br>- کاهش ۴۰ درصدی حجم لجن |
| خالقی ۱۳۸۱ | کلرید آهنIII | حجم لجن فعال برگشتی، سرعت آبگیری و رطوبت کیک | - کاهش ۴۵/۳ درصد حجم لجن (دوز بهینه ۱۳۲ ppm)<br>- کاهش رطوبت کیک به ۷۴/۵ درصد (دوز بهینه ۵۰۰ ppm)<br>- افزایش ۶۷/۵ درصد سرعت آبگیری (دوز بهینه ۵۰۰ ppm) |
| | آلوم (۳۰۰ - ۴۰۰ ppm) | | - کاهش ۳۰ درصد حجم لجن<br>- کاهش رطوبت کیک به ۷۴/۸ درصد<br>- افزایش ۳۴/۲ درصد سرعت آبگیری |
| | کیتوزان (۵۰ -۷۵ ppm) | | - کاهش رطوبت کیک به ۷۶ درصد (دوز ۷۵ ppm)<br>- کاهش ۷۱/۹ درصد زمان فیلتراسیون (دوز بهینه ۵۰ ppm) |
| نتایج پژوهش حاصل | نشاسته (۱۶۰۰ppm) | TTF، رطوبت کیک، حجم لجن | - کاهش ۳۰ درصد TTF<br>- کاهش رطوبت کیک به ۹۰/۶۸ درصد<br>- کاهش ۲۱/۲۸ درصد حجم لجن |
| | عصاره لوبیا (۹۶۰۰ ppm) | | - کاهش ۲۲/۲ درصد TTF<br>- کاهش رطوبت کیک به ۹۲/۵۵ درصد<br>- کاهش۱۹/۷۶ درصد حجم لجن |
| | عصاره پوست انار (۹۰۰-۱۱۰۰ppm) | | - کاهش ۶۳ درصد TTF<br>- کاهش رطوبت کیک لجن به ۸۸/۳۱ درصد<br>- کاهش ۲۵/۵ درصد حجم لجن |

1. Moringa Oleifera



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]

## ۵- منابع

[1] Foroogh Ameri N., Shakeri P., Challenges and strategies for optimum use of residual pistachio in animal nutrition, The third National Congress of Recycling and Reuse of Organic Renewable Resources in Agriculture, 2008

[2] Omran G.A., Amini Ranjbar G.R., Fakhim Ahmadi H., Management of horticulture sector waste (Case Study: Tehran), The 1st National Conference on Environmental Engineering, 2006

[3] Asadi F., Shariatmadari H., Mir Ghaffari N., Use of agricultural wastes in tertiary treatment of wastewater, The third National Congress of Recycling and Reuse of Organic Renewable Resources in Agriculture, 2008

[4] Spellman, Frank R., Water and wastewater treatment plant operations, Handbook of Lewis Publishers, Boca Raton London New York Washington, D.C., by CRC Press Llc., 2003.

[5] Salehi S., Edition of integrated maintenance and repair program (TPM) of biological solids (sludge) in sewage treatment plants by activated sludge, M. Sc. Thesis, Civil Engineering, Abbaspoor Univ., 2007

[6] Degremont, Water Treatment Handbook, 7th Edition, Lavoisier, 2007.

[7] Spinosa L., Vesilind P.A., Sludge into bio-solids: Processing, disposal and utilization, Published by IWA, London, 2001.

[8] Vesilind, P., Wastewater treatment plant design, Water Environment Federation USA and IWA, 2003.

[9] Tridib Tripathyl and Bhudeb, Flocculation, A New way to treat the wastewater, Paschim Medinipur, Journal of Physical Sciences, 10: 93 – 127, 2006.

[10] Buyukkamaci N., Kucukselek E., Improvement of dewatering capacity of a petrochemical sludge, Journal of Hazardous Materials, 144:323–327, 2007.

[11] Nemes N., Vlaicu I., Treatment possibilities for sludge resulted from wastewater treatment in the city of Timisoara, West university of Timisoara, Faculty of Chemistry- Biology- Geography, 2006.

[12] Del Pilar Rios, Dewatering of bio-solids by sodium ferrate, University of Central Florida Orlando, Florida, 2004.

[13] Buyukkamaci N., Biological sludge conditioning by Fenton's reagent, Process Biochemistry, Volume 39, Issue 11, 30 July 2004, Pages 1503-1506, 2003.

[14] Kebreab A. Ghebremichae, Moringa seed and Pumice as alternative natural material for drinking water treatment, KTH land and water Resources Engineering, 2004.

[15] Palencia S., Octavio, Impact of sludge pre-digestion disintegration on dewatering and polymer dose, Cranfield University, 2007.

[16] Khaleghi Sarnami M., Effects of natural polymers and chemical coagulant on the dewatering of sewage sludge, M.Sc. Thesis, Environmental Engineering, Islamic Azad Univ., 2002

[17] Hosokawa, Tetsuo-Iwasaki, Masaji-Komatsubara, Hidehisa-Makino, Yukio Matsubara, Kiyoshi-Morinaga, Hideo-Suzuki, Kurita handbook of water treatment, Kurita Water Industries Ltd., 1999.

[18] Cecil Lue-Hing, David R. Zenz, Richard Kuchenrither, Municipal sewage sludge management: A reference text on processing, utilization and disposal, 2nd Edition, Published by CRC Press 1992

[19] McFarland Michael, (2000), Bio-solids Engineering, McGraw Hill.

[20] Shah Mansoori M.R., Roshani B., Investigation of detergent industrial wastewater treatment using lab-scale coagulation process, Journal of Shaeed Sadoughi University of Medical Sciences Yazd, Vol. 13, No. 1, Spring 2005

[21] Sciban, Marina B, Klasnja, Mile T, Stojimirovic, Jelena L., Investigation of coagulation activity of natural coagulants from seed of different leguminous species, bibilid: 1450–7188, 36, 81-87, 2005.

[22] AWWA, APHA, WEF, Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 21st ed., American Public Health Association. 2005.

[23]http://www.iranmania.com/nutrition/foodstuff/features/anar.asp

[24] http://www.khomeinedu.ir/board.asp

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]

# Effect of Food wastes on sludge dewatering capability

**Barzegar Marvasti, N. [1], Ayati, B. [2 *], Ganjidoust, H. [3]**

1. M.Sc. Student, Civil Engineering Department, Tarbiat Modares University
2. Assoc. Prof., Civil Engineering Department, Tarbiat Modares University, P.O., Tehran.
3. Full Prof., Civil Engineering Department, Tarbiat Modares University

**(Received: 88/2/12 Accepted: 88/8/23)**

Production of high volume of sludge is an important problem in wastewater treatment plants that necessitates approach of a proper economical and environmental management method. Chemical conditioning is used for increasing sludge dewater-ability and its volume reduction. Researchers have shown that use of natural compounds have environmental superiority over chemical ones. Therefore, in this research the effect of three food wastes including starch, white bean and pomegranate skin extract on the sludge dewatering capability in lab scale batch system was investigated. From the results, pomegranate skin extract in optimum pH of 4 and concentration of 1000 ppm gave the best efficiency. In this case, the amount of TTF, sludge cake humidity, volume of filtered water in 10 second, sludge volume reduction and turbidity were 10 seconds, 88.31 percent, 50 ml, 25.55 percent and 24 FAU, respectively.

**Key Words:** Conditioning, Dewatering, pH, Concentration, pomegranate skin extract, starch, white bean extract

* Corresponding Author E-Mail address: ayati_bi@modares.ac.ir



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20 ]