

## بررسی کارایی جاذب باگاس نیشکر در حذف نیترات از زهاب خروجی کشاورزی

میلاذ هاشمی<sup>۱</sup>، عبدعلی ناصری<sup>۲\*</sup> و افشین تکدستان<sup>۳</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.  
۲- نویسنده مسئول: استاد گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.  
abdalinaseri@yahoo.com  
۳- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۷

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۲۳

## چکیده

نیترات به عنوان یکی از منابع غیر متمرکز آلودگی محیط زیست در زهاب های کشاورزی ناشی از مصرف بیش از حد کود می باشد. در این مطالعه کارایی جاذب طبیعی باگاس نیشکر برای حذف نیترات محلول در زهاب کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. کارایی حذف نیترات از زهاب کشاورزی توسط الیاف باگاس نیشکر در گستره قطر ذرات ۱۰۵-۱۰۰۰ میکرومتر، غلظت اولیه نیترات ۱۲۰-۶ میلی گرم بر لیتر، بازه اسیدیته ۱۰-۴ و مدت زمان تعادل جذب ۱۲۰-۱۵ دقیقه بررسی گردید. آزمایش ها در محیط آزمایشگاهی روی زهاب های مصنوعی و با پیروی از روش تحلیل آزمایش های تاگوچی توسط نرم افزار مینی تب انجام و میزان نیترات حذف شده از زهاب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۲۷۵ نانومتر اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که، میزان جذب نیترات توسط جاذب باگاس نیشکر در پارامترهای مورد مطالعه، برای قطر ذرات باگاس ۲۱۰ میکرومتر، غلظت اولیه نیترات ۶۰ میلی گرم بر لیتر، اسیدیته برابر با ۴ و مدت زمان تعادل جذب ۶۰ دقیقه در میان سایر سطوح این پارامترها از حداکثر ممکن برخوردار بوده و بازده جذب ۶۰ درصد برآورد گردید، لذا این سطوح به عنوان بهترین سطوح در حذف نیترات از محلول آبی توسط جاذب باگاس نیشکر معرفی می گردند. تحلیل داده ها نشان داد، غلظت اولیه نیترات اثر بیشتری بر واکنش جذب توسط جاذب داشته و زمان تعادل جذب از کمترین اثر برخوردار بوده است. شواهد نشان می دهد که با افزایش غلظت نیترات، زمان تعادل جذب هم چنین کاهش اسیدیته محیط جذب و قطر ذرات جاذب تا یک حد مشخص میزان جذب و حذف نیترات توسط جاذب باگاس نیشکر افزایش می یابد.

کلیدواژه ها: باگاس نیشکر، روش تاگوچی، زهاب کشاورزی، نیترات.

## مقدمه

نیترات از جمله عوامل آلاینده منابع آب های زیرزمینی محسوب می شود که در سال های اخیر به لحاظ گسترش کشاورزی و فعالیت های انسانی میزان آن در آب های زیرزمینی رو به افزایش است. این یون جزء ترکیبات معدنی نیتروژن است و آخرین مرحله اکسیداسیون آمونیاک و نیتروژن حاصله از مواد آلی به شمار می آید. نیترات ممکن است هنگام عبور آب از زمین، وارد آب آشامیدنی شود و یا ممکن است در نتیجه آلودگی آب با مواد آلی، تجمع زباله شهری و صنعتی، تجمع کود حیوانی و شیمیایی و یا نشت تأسیسات فاضلاب شهری، وارد منابع آب زیرزمینی گردد (ایمان دل و همکاران، ۱۳۷۹).

اما در چند دهه اخیر افزایش کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن سبب افزودن نیترات در آب های سطحی و زیرزمینی گردیده است. نیترات به دلیل قابلیت حلالیت بسیار بالا و عدم نگهداشت توسط خاک، در صورت کاربرد زیاد و هم چنین آبیاری بیش از حد به راحتی به خارج از ناحیه ریشه حرکت می کند.

بنابراین نفوذ آب به خاک از طریق آبیاری و یا بارندگی، به راحتی نیتراتی را که توسط گیاه جذب نشده باشد به آب های زیرزمینی منتقل می کند. در نتیجه این فرآیند، غلظت نیترات آب های زیرزمینی در مناطق تحت کشت به سرعت افزایش می یابد (مکلی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱).

در صورتی که در این مناطق زهکش های زیرزمینی نصب گردند، نیترات شسته شده از طریق زهکش های زیرسطحی به آب های سطحی انتقال می یابد (جکسون و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۷۳). با ورود ترکیبات نیتروژن به محیط زیست از جمله رودخانه ها ممکن است مشکلاتی از قبیل انباشته شدن نیترات در بافت آبزیان خصوصاً ماهی ها و اختلال در تکثیر و تولید مثل آنها، به خطر افتادن سلامت انسان و بروز بیماری هایی نظیر متاگلوبینمی، به خطر افتادن سلامت دام ها، خوراکی آلودگی آب های منطقه و رشد جلبک ها، مسدود شدن کانال های آبیاری و زهکشی به وسیله

1 - Mc Lay

2 - Jackson et al.

اورلاندو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) نیز در پژوهشی از جاذب‌های ضایعات کشاورزی سلولزی از جمله باگاس نیشکر به منظور حذف نیترات استفاده نمودند. در این پژوهش با افزایش زمان واکنش اتصال گروه‌های آمین موجود در محلول آبی به سلولز افزایش یافت. راندمان جذب جاذب باگاس نیشکر در این تحقیق برابر ۵۶ درصد به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده، ضایعات کشاورزی مورد استفاده دارای پتانسیل حذف نیترات بودند.

دمیرال و گوندوزوگلو<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) در تحقیقی حذف نیترات از محلول‌های آبی را با استفاده از کربن تهیه شده از باگاس چغندر قند مورد بررسی قرار دادند. کربن فعال به دست آمده برای حذف نیترات از محلول آبی مورد استفاده قرار گرفت. اثرات اسیدیته و زمان تماس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با کاهش اسیدیته تا مقدار ۴ و افزایش زمان تماس، ظرفیت جذب افزایش یافته است.

رضایی و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۸) کربن فعال پوست بادام اصلاح شده با سولفات روی را به عنوان جاذب برای حذف نیترات به کار بردند. داده‌های آزمایش نشان داد که کربن فعال اصلاح شده با سولفات روی نسبت به کربن فعال بادام بر حذف نیترات مؤثرتر بود. ماکزیمم حذف نیترات ۶۴ تا ۸۰ درصد و ۵ تا ۴۲ درصد برای کربن فعال اصلاح شده و بدون اصلاح به دست آمد. ظرفیت جذب نیترات ۱۶ تا ۱۷ میلی‌گرم بر گرم برای کربن فعال اصلاح شده گردید.

هدف اصلی این تحقیق، بررسی کارایی جاذب باگاس نیشکر در حذف نیترات از زهاب خروجی مزارع کشاورزی و تعیین بهترین سطوح در شرایط فیزیکی و شیمیایی می‌باشد. انجام فرآیند جذب سطحی توسط چهار پارامتر غلظت نیترات در محلول، اندازه ذره جاذب، اسیدیته محلول، زمان تعادل جذب بررسی و بهترین سطوح برای فرآیند جذب تعیین می‌گردد.

### مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش‌های جذب نیترات توسط باگاس از چهار قطر مختلف ذرات باگاس استفاده شد (جدول ۱). قطر ذرات جاذب مورد آزمایش بر اساس میانگین قطر عبوری از الک‌های آزمایشگاهی با مش‌بندی ارائه شده در جدول فوق الذکر انتخاب گردید و پس از آماده سازی، به ازای هر گرم باگاس ۴۰ میلی لیتر آب بدون یون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت سه ساعت در دستگاه همزن با سرعت اختلاط حداکثر هم زده و مجدداً با آب بدون یون شستشو داده شد تا زهاب خروجی از آن به حالت کاملاً شفاف درآید. اسیدیته جاذب پس از شستشو برابر ۶/۴ می باشد لذا برای تنظیم اسیدیته محلول مورد آزمایش از اسیدکلریدریک و سدیم هیدروکسید (سود) یک نرمال استفاده گردید.

جلبک‌ها و علف‌های هرز رخ بدهد (فراستی، ۱۳۹۰؛ شیمورا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲). در کشور ایران نیز مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، حداکثر غلظت مجاز نیترات در آب آشامیدنی از ۴۵ میلی‌گرم بر لیتر به ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر تغییر یافته و غلظت نیترات برای تخلیه به چاه‌های جاذب آب ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر است (بی‌نام، ۱۳۷۶). به دلیل مخاطرات بهداشتی ناشی از نیترات، سازمان جهانی بهداشت و به تبع آن متولیان استاندارد کشور به منظور جلوگیری از خطرات بهداشتی در مصرف کنندگان، حداکثر غلظت مجاز یون های نیترات در آب آشامیدنی را به ترتیب ۵۰ میلی‌گرم توصیه کرده‌اند (بی‌نام، ۱۹۹۶).

معمولاً از روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای حذف نیترات از پساب‌های مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی و حتی منابع آب استفاده می‌شود که می‌توان به روش‌های فیزیکی فرآیندهای غشایی نظیر اسمز معکوس و نانوفیلتر اشاره کرد که هزینه بالایی داشته و نیاز به پیش تصفیه بالای پساب دارد. از دیگر روش فیزیکی حذف جذب سطحی نیترات توسط کربن فعال می‌باشد که به علت هزینه بالای استفاده از کربن فعال محققین (فراستی و همکاران، ۱۳۹۱ و عروجی و همکاران، ۱۳۹۵) همواره در جستجوی جایگزین مناسبی برای این ماده بوده‌اند.

باگاس نیشکر محصول جانبی صنایع قند می‌باشد. این نامی است که به ضایعات تفاله‌ای نیشکر پس از استحصال قند از آن اطلاق می‌شود. قسمت اعظم این پسماند فیبری خشک و محکم را سلولز، پنتوزان و لیگنین تشکیل می‌دهد. با توجه به بهره برداری از ۱۳۰۰۰۰ هکتار اراضی تحت کشت نیشکر و برنامه تولید سالیانه ۱۳ میلیون تن نیشکر و بیش از ۱/۳ میلیون تن شکر در مجموعه‌های کشت و صنعت نیشکری در استان خوزستان میزان قابل توجهی باگاس به عنوان ضایعات به دست می‌آید که با توجه به قابلیت تولید مقادیر متناهی مواد جاذب و ارزان و فراوان بودن آن امروزه به عنوان یک جاذب مناسب مورد مطالعه قرار می‌گیرد. همچنین مطالعات انجام گرفته توسط جاذب باگاس نیشکر موید آن است که این پسماند گیاهی قادر به جذب عناصر موجود در محلول‌های آبی می‌باشد.

اومش و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) در پژوهشی به مطالعه اثر پارامترهای، مقدار جاذب، اسیدیته در جذب کروم (VI) از محیط آبی با استفاده از زیست توده ضایعات کشاورزی باگاس نیشکر پرداختند که به ارزیابی تعادل جذب و تاثیر پارامتر اسیدیته، مقدار جاذب در حذف محلول کروم (VI) با غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر پرداختند که بالاترین درصد جذب ۹۲ درصد در اسیدیته حدود ۲ و مقدار جاذب ۲۰ گرم بر لیتر بوده است.

4- Orlando *et al.*

5- Demiral and Gunduzoglu

6 - Rezaee *et al.*

1 - Shimura

2 - Anonymous

3- Umesh *et al.*

## جدول ۱- قطر ذرات جاذب باگاس

D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	سطوح قطر ذرات جاذب
۸۸-۱۰۵	۱۷۷-۲۱۰	۴۲۰-۵۰۰	۱۰۰۰-۸۰۰	اندازه قطر ذرات جاذب (میکرومتر)
۱۴۰-۱۷۰	۷۰-۸۰	۳۵-۴۰	۱۸-۲۰	مش الک آزمایشگاهی

## جدول ۲- سطوح پارامترهای مورد آزمایش

سطح چهار	سطح سه	سطح دو	سطح یک	پارامترها
۱۰۵	۲۱۰	۵۰۰	۱۰۰۰	اندازه قطر ذرات جاذب (میکرومتر)
۱۲۰	۶۰	۱۵	۶	غلظت نیترات محلول (میلی گرم بر لیتر)
۱۰	۸	۶	۴	اسیدیته
۱۲۰	۶۰	۳۰	۱۵	زمان تعادل جذب (دقیقه)

قابل ذکر است که در این تحقیق کلیه آزمایش ها با استفاده از روش های استاندارد ذکر شده در مراجع معتبر مانند استاندارد متد و EPA به دقت انجام شده است. تمامی آزمایش های سه بار تکرار و نتایج به صورت میانگین گزارش شد.

با توجه به جدول (۲) در این تحقیق چهار پارامتر در چهار سطح انتخاب شد، لذا به منظور بررسی کلیه پارامترها با هم و در کنار یکدیگر و با در نظر گرفتن اثر متقابل آنها بر یکدیگر، نیاز با انجام آزمایش های بسیار زیادی بود (۲۵۶=۴<sup>۴</sup>). به این دلیل از نرم افزار مینی تب و روش تاگوچی، که روشی برای تجزیه و تحلیل آزمایش های با پارامترهای مختلف است، برای تحلیل نتایج آزمایش استفاده گردید. روش تاگوچی با تبدیل داده های تکراری به یک مقدار دیگر که بیانگر اندازه تغییرها می باشد، روش نسبت پیام به بی نظمی<sup>۲</sup> (SNR) را ارائه می دهد. تاگوچی با استفاده از روش نسبت پیام به بی نظمی که در آن میانگین مجذور مربعها به کمک یک مقیاس لگاریتمی بیان می شود، ادعا می کند که نتایج به کمک این روش خطی تر رفتار می نمایند. وی ادعان می کند که رفتار خطی نتایج، یک فرض لازم برای بیان نتیجه نهایی در بهترین سطح می باشد. روش نسبت پیام به بی نظمی با تبدیل تکرار داده ها (حداقل دو تکرار) به یک ارزش، مقدار تغییر را نشان می دهد.

برای انجام آزمایشات غلظت جاذب برابر ۲۰ گرم بر لیتر در نظر گرفته شد، چرا که تحقیقات نشان داده است که در جاذب های طبیعی با افزایش مقدار جاذب، کارایی جذب افزایش می یابد، زیرا مکان های در دسترس برای جذب، با افزایش میزان جاذب افزایش می یابد (گوپتا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳).

با توجه به نمونه گیری های انجام گرفته شده از زهاب خروجی مزارع شرکت کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی، میزان نیترات در زهاب خروجی در فصل کوددهی برابر ۸۰-۶۰ میلی گرم بر لیتر می باشد. محلول های نیترات مورد آزمایش، ابتدا به روش استاندارد و با استفاده از نمک نیترات پتاسیم با غلظت اولیه ۱۲۰ میلی گرم بر لیتر تهیه و سپس با استفاده از محلول مذکور، غلظت های ۶، ۱۵، ۶۰ میلی گرم بر لیتر در این پژوهش انتخاب گردیدند. غلظت نهایی نیترات پس از انجام هر آزمایش، که با تماس دادن مقدار ۲۰ گرم از هر قطر جاذب در غلظت معین با اسیدیته معلوم و در مدت زمان تماس مورد نظر انجام پذیرفت، توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل DR/5000 ساخت شرکت HACH با طول موج ۲۷۵ نانومتر تعیین و اندازه گیری ها بر اساس روش استاندارد روش ۱۰۰۴۹ این دستگاه انجام گردید. پارامترهای قطر ذرات جاذب، غلظت نیترات، اسیدیته و زمان تماس طبق جدول (۲) مورد بررسی قرار گرفتند.

هاشمی و همکاران: بررسی کارایی جاذب باگاس نیشکر در....

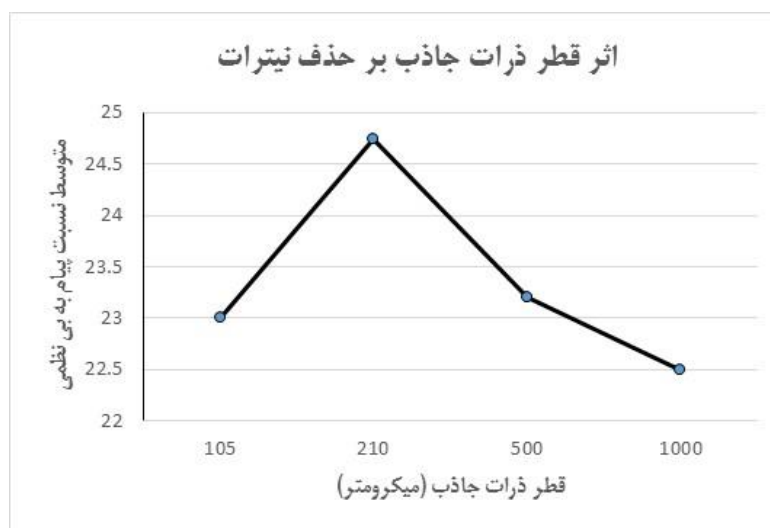
### نتایج و بحث

پس از معرفی و وارد کردن پارامترها و مقادیر آن‌ها به نرم افزار مینی‌تب طبق دستورالعمل روش تاگوچی تعداد ۱۶ آزمایش برای تجزیه و تحلیل چهار پارامتر مورد آزمایش، طبق جدول (۳) طراحی گردید. پس از انجام آزمایش‌های مقدار نیترا ت جذب شده بر حسب میلی‌گرم بر لیتر برای هر آزمایش وارد نرم افزار گردید. قابل ذکر است که نمودارها و تحلیل‌های خروجی بر اساس نسبت پیام به بی نظمی ارائه می‌گردند که بیانگر این است که

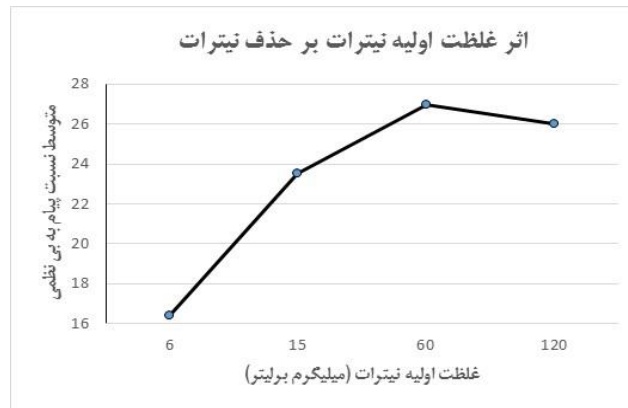
هرچه مقدار نسبت پیام به بی نظمی در هر سطح از پارامترها بیشتر باشد، ایجاد مزاحمت سایر عوامل برای رسیدن به هدف مورد نظر در آزمایش کمتر بوده لذا آن سطح از پارامتر بهترین سطح می‌باشد. هم‌چنین پارامتری که مقادیر نسبت پیام به بی نظمی در سطوح مختلفش دارای تغییرات کم و نزدیک به هم می‌باشند از اهمیت کمتری برای نیل به هدف مورد نظر برخوردار است.

جدول ۳- آزمایشات طراحی شده توسط نرم‌افزار مینی‌تب

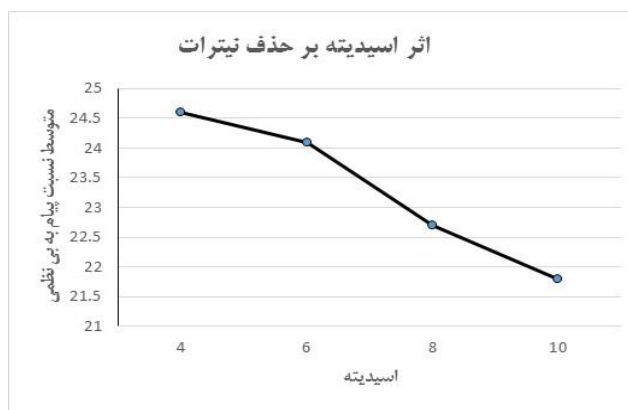
غلظت نهایی نیترا ت میلی‌گرم در لیتر	زمان تعادل جذب دقیقه	اسیدیته	غلظت اولیه نیترا ت میلی‌گرم در لیتر	قطر ذرات جاذب میکرومتر	آزمایش
۱	۱۵	۴	۶	۱۰۰۰	۱
۰	۳۰	۶	۱۵	۱۰۰۰	۲
۳۲	۶۰	۸	۶۰	۱۰۰۰	۳
۱۰۴	۱۲۰	۱۰	۱۲۰	۱۰۰۰	۴
۰	۶۰	۶	۶	۵۰۰	۵
۰	۱۲۰	۴	۱۵	۵۰۰	۶
۴۴	۱۵	۱۰	۶۰	۵۰۰	۷
۱۰۵	۳۰	۸	۱۲۰	۵۰۰	۸
۰	۱۲۰	۸	۶	۲۱۰	۹
۰	۶۰	۱۰	۱۵	۲۱۰	۱۰
۲۸	۳۰	۴	۶۰	۲۱۰	۱۱
۸۶	۱۵	۶	۱۲۰	۲۱۰	۱۲
۰	۳۰	۱۰	۶	۱۰۵	۱۳
۰	۱۵	۸	۱۵	۱۰۵	۱۴
۴۴/۵	۱۲۰	۶	۶۰	۱۰۵	۱۵
۹۴	۶۰	۴	۱۲۰	۱۰۵	۱۶



شکل ۱- نمودار تغییرات میزان جذب نیترا ت نسبت به قطر باگاس



شکل ۲- نمودار تغییرات میزان جذب نیترات نسبت به غلظت نیترات



شکل ۳- نمودار تغییرات میزان جذب نیترات نسبت به تغییرات اسیدیته

جذب شونده به محلول می‌شوند. اما به طور کلی در اغلب مواد جذب با کاهش اندازه ذرات جذب، میزان جذب افزایش می‌یابد، علت این امر افزایش سطح تماس جذب با مواد جذب شونده است که در این زمینه کومار و باندیپایای (۲۰۰۶) نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسیده‌اند.

#### بررسی اثر غلظت اولیه نیترات

یکی از عوامل مؤثر بر فرآیند جذب، غلظت اولیه یون می‌باشد. افزایش غلظت اولیه یون، باعث افزایش میزان جذب در واحد جرم جذب می‌شود (فراستی، ۱۳۹۰)، ولی با افزایش غلظت اولیه ماده جذب شونده، درصد جذب کاهش می‌یابد (موتانهر و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵). طبق شکل (۲) با افزایش غلظت اولیه نیترات تا غلظت ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر، یون‌های نیترات قادرند با مکان‌های جذب موجود بر سطح جذب برهم‌کنش داشته و لذا مقدار جذب بیشتری صورت گرفته است. در حالی که در غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر به دلیل اشباع شدن موقعیت‌های جذب، مقدار جذب کاهش یافته است. در این زمینه پیش از این شریفیات در تحقیقات خود به نتایج مشابهی رسیده بود (شریفیات، ۱۳۹۱).

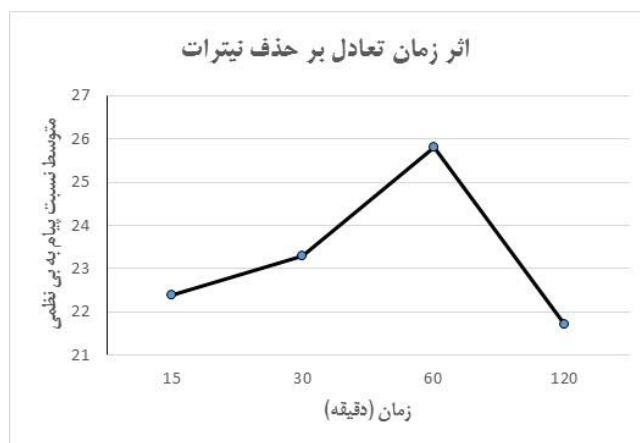
#### ۱- بررسی اثر قطر ذرات جذب

اندازه ذرات و سطح جسم جذب، مهمترین خصوصیت ماده جذب مورد استفاده است. معمولاً مواد جذب دارای خلل و فرج زیادی در سطح خود می‌باشند و دانه‌های آنها نیز به شکل کروی و یا اشکال نامنظم می‌باشد. به طور کلی با کاهش اندازه ذرات جذب، میزان جذب افزایش می‌یابد، علت این امر افزایش سطح تماس جذب با مواد جذب شونده است (کومار و باندیپایای<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶).

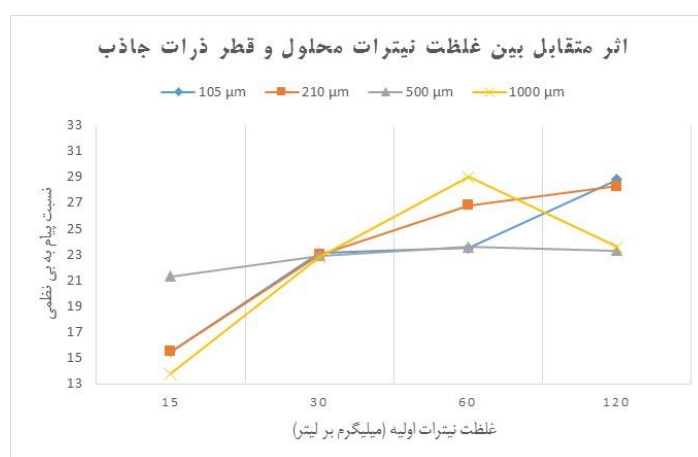
طبق نمودار زیر، قطر ذرات جذب با قطر ۲۱۰ میکرومتر، بیشترین میزان ظرفیت جذب جذب را از خود نشان می‌دهد و با افزایش قطر از ۲۱۰ میکرومتر به دلیل کاهش سطح ویژه جذب مقدار جذب کاهش خواهد یافت.

همچنین طبق نمودار شکل (۱) مشاهده می‌شود در قطر ۱۰۵ میکرومتر میزان ظرفیت جذب کم‌تر از حالت بهینه بوده است. علت این رخداد را این‌گونه می‌توان توجیه کرد که، با کاهش قطر ذرات جذب از حالت بهینه به بعد، در اثر اختلاط ناشی از همزن و افزایش برخورد ذرات جذب با یکدیگر، به سبب هم‌نامی بار الکتریکی یون‌های جذب شده بر روی جذب، دفع میان یون‌های جذب شده نیرویی را اعمال می‌کند که موجب برگشت یون‌های

هاشمی و همکاران: بررسی کارایی جاذب باگاس نیشکر در....



شکل ۴- نمودار تغییرات میزان جذب نیترات نسبت به زمان تعادل جذب



شکل ۵- نمودار اثر متقابل بین قطر ذرات جاذب باگاس نیشکر و غلظت نیترات اولیه

#### بررسی اثر زمان تعادل جذب

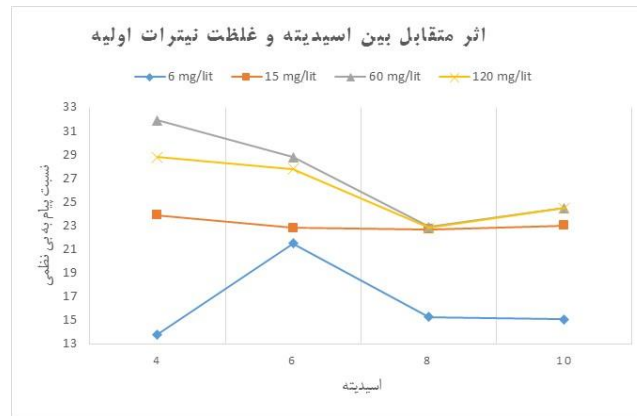
با افزایش زمان تماس جاذب با محلول به دلیل تماس بیشتر مواد جذب شونده با جاذب، مقدار جذب افزایش می‌یابد. البته با افزایش بیشتر زمان تماس مقدار جذب تقریباً ثابت مانده و یا بعضاً کاهش می‌یابد (قیصر و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷). بر اساس شکل (۴)، با افزایش زمان تماس، ظرفیت جذب روند صعودی داشته است به طوری که بعد از ۶۰ دقیقه، ظرفیت جذب به حداکثر مقدار خود می‌رسد و پس از آن با کاهش میزان ظرفیت جذب مواجه خواهیم شد. علت این پدیده را می‌توان به تغییرات دمایی محیط آزمایشگاه در طول انجام عملیات آزمایش و همچنین احیاء و تبدیل یون نیترات به نیتريت طی انجام فرآیند جذب مرتبط دانست که در اثر این رخداد، بر اثر ایجاد شیب غلظت یون نیترات میان محلول و جاذب، نرخ برگشت یون نیترات از سطح ذرات جاذب به درون محلول بیشتر از نرخ جذب نیترات توسط جاذب می‌باشد و فرآیند واجذب رخ خواهد داد. در این زمینه معظمی (۱۳۸۸) به نتایج مشابهی دست یافته است.

#### بررسی اثر اسیدیته

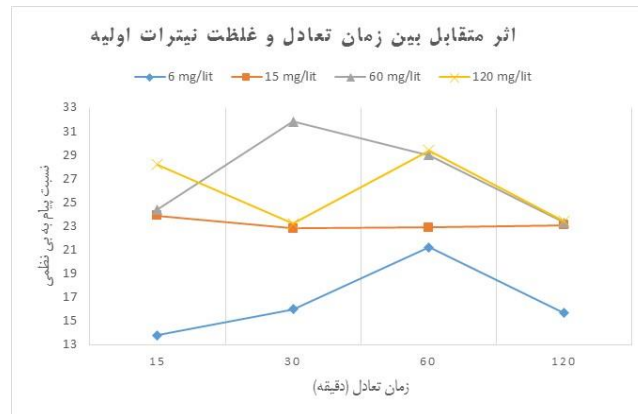
اسیدیته یک فاکتور مهم در قابلیت جذب تبدالی می‌باشد. وابستگی جذب تبدالی به اسیدیته به دلیل رقابت برای اشغال مکان‌های سطح جاذب میان یون‌های موجود در محلول و یون‌های هیدروژن است (محمد و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). همان‌طور که شکل (۳) نشان می‌دهد با افزایش اسیدیته محلول نیترات مورد آزمایش (کاهش اسیدیته)، میزان جذب نیترات توسط جاذب باگاس نیشکر افزایش می‌یابد و همان‌طور که مشاهده می‌شود، در محیط اسیدی با اسیدیته برابر چهار، بیشینه جذب اتفاق افتاده و در محیط بازی با اسیدیته برابر ۱۰ کمینه میزان جذب نیترات توسط جاذب باگاس نیشکر رخ داده است. در واقع می‌توان بیان کرد که در محیط اسیدی محلهای جذب بر روی سطح جاذب فعال شده و افزایش میزان جذب بر واحد وزن جاذب می‌شوند که در این زمینه دمیرال و گوندوزگلو (۲۰۱۰) و محمد و همکاران (۲۰۱۰) نیز به این نتیجه رسیده‌اند.

**جدول ۴- بهترین سطوح پارامترهای مورد آزمایش**

پارامترهای مورد آزمایش	بهترین سطح
قطر ذرات جاذب (میکرومتر)	۲۱۰
غلظت اولیه نیترات محلول (میلی گرم بر لیتر)	۶۰
اسیدیته	۴
زمان تعادل جذب (دقیقه)	۶۰



شکل ۶- نمودار اثر متقابل بین اسیدیته و غلظت نیترات اولیه برای ظرفیت جذب نیترات



شکل ۷- نمودار اثرات متقابل بین زمان تعادل و غلظت نیترات اولیه برای ظرفیت جذب نیترات

**بررسی اثر متقابل پارامترها نسبت به یکدیگر**

**اثر متقابل بین قطر ذرات جاذب و غلظت اولیه نیترات**

بر اساس اثر متقابل دو پارامتر غلظت نیترات اولیه و قطر ذرات جاذب در شکل (۵) مشاهده می‌شود که در سه قطر ۱۰۰۰، ۵۰۰ و ۲۱۰ میکرومتر با افزایش غلظت نیترات اولیه محلول تا ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر مقدار ظرفیت جذب نیز افزایش می‌یابد و در غلظت ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات حداکثر ظرفیت جذب توسط سه قطر ۱۰۰۰، ۵۰۰ و ۲۱۰ میکرومتر رخ می‌دهد. همچنین با افزایش غلظت تا ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر در این سه قطر با کاهش ظرفیت جذب نیترات مواجه خواهیم شد. اما همان‌طور که مشاهده می‌شود در قطر ۱۰۵ میکرومتر با افزایش غلظت اولیه نیترات ظرفیت جذب آن نیز افزایش می‌یابد.

**بهترین شرایط جذب**

با انجام آزمایش تحت بهترین سطوح که در جدول (۴) ارائه شده است، میزان جذب ۶۰ درصد به دست آمد که با پیش‌بینی روش تاگوچی که میزان جذب در بهترین سطوح را ۶۳/۳ درصد برآورد نموده تقریباً مطابقت دارد. مورا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) در تحقیقی کاربردی زغال چوب را برای حذف مواد آلی و مغذی از زهکش‌های کشاورزی مورد بررسی قرار داد. غلظت نیترژن - نیترات کل در نمونه‌های آب قبل و بعد از تصفیه آزمایش گردیدند. میزان کاهش نیترژن - نیترات کل از ۲۰ تا ۴۰ درصد بود.

هاشمی و همکاران: بررسی کارایی جاذب باگاس نیشکر در....

اولیه در شکل (۶) مشاهده می‌شود که در غلظت‌های کم و از ۶ تا ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر با افزایش مدت زمان تعادل جذب تا مدت زمان ۶۰ دقیقه با افزایش ظرفیت جذب روبه‌رو خواهیم شد و همانند سایر پارامترها، در مدت زمان ۶۰ دقیقه بیشینه ظرفیت جذب به وقوع خواهد پیوست.

هم‌چنین همان‌طور که در شکل (۷) مشاهده می‌شود در غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترا با افزایش مدت زمان تعادل جذب، ظرفیت جذب کاهش می‌یابد که علت آن همان کامل شدن ظرفیت جذب جاذب می‌باشد.

### اثر متقابل بین اسیدیته و غلظت اولیه نیترا

بر اساس اثر متقابل دو پارامتر اسیدیته و غلظت نیترا اولیه مشاهده می‌شود که در غلظت‌های پایین نیترا محلول، اسیدیته اثر چندانی بر مقدار ظرفیت جذب نداشته، ولی از غلظت‌های ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترا به بعد با افزایش اسیدیته محلول میزان ظرفیت جذب کاهش می‌یابد. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که در غلظت‌های بالای نیترا محلول جهت افزایش ظرفیت جذب نیترا نیاز به محیطی اسیدی می‌باشد.

### اثر متقابل بین زمان تعادل جذب و غلظت اولیه نیترا

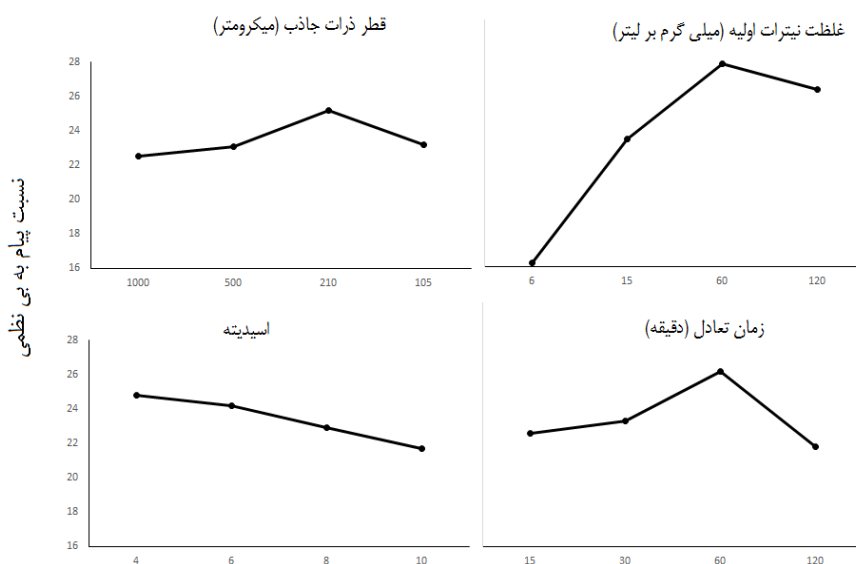
بر اساس اثر متقابل دو پارامتر زمان تعادل جذب و غلظت نیترا

جدول ۵- تجزیه واریانس پارامترهای مورد آزمایش

P	F	میانگین مربعات	مجذور مربعات	درجه آزادی	منابع
۰/۸۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۳	۳/۷۷۱	۱۱/۳۱	۳	قطر ذرات جاذب
۰/۰۳۳*	۸/۶۴	۷۲/۳۸۵	۲۱۹/۳۵	۳	غلظت نیترا اولیه
۰/۶۸۳ <sup>ns</sup>	۰/۵۵	۶/۳۳۵	۱۹/۰۰	۳	اسیدیته
۰/۰۴۴*	۶/۰۹	۴۲/۶۳۷	۱۳۷/۹۱	۳	زمان تعادل
		۱۱/۵۸۷	۳۴/۷۶	۳	خطا
			۴۲۲/۳۴	۱۵	کل

\* در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

ns عدم معنی‌داری



شکل ۸- نمودار اثر تغییرات پارامترهای مورد مطالعه بر حذف نیترا



گرفتند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد، توانایی جذب در سطوح ذرات جاذب باگاس نیشکر با کاهش قطر ذرات جاذب، افزایش میزان اسیدیته محلول، افزایش غلظت نیترات و افزایش مدت زمان واکنش تا یک حد مشخص افزایش می‌یابد، که با نتایج پژوهش دمیرال و گوندوزگلو (۲۰۱۰) در حذف نیترات از محلول‌های آبی با استفاده از جاذب چغندرقد هم‌خوانی دارد.

از میان پارامترهای مورد بررسی مشاهده شد که پارامتر قطر ذرات جاذب از کمترین تاثیر روی توانایی جذب نیترات برخوردار بوده در حالی که پارامتر غلظت نیترات اولیه از بیشترین تاثیر بر این فرآیند برخوردار است. همچنین با بررسی اثر متقابل پارامترهای مورد مطالعه بر یکدیگر مشاهده شد که دو پارامتر قطر ذرات جاذب و غلظت نیترات کمترین تاثیر را جهت جذب نیترات توسط جاذب، بر یکدیگر دارند.

با انجام آزمایش در حضور بهترین سطح پارامترها، بازده جذب نیترات ۶۰ درصد برآورد گردید لذا نتایج حاصل از این پژوهش مؤید تأثیر موثر جاذب باگاس نیشکر در جذب نیترات از محلول آبی می‌باشد. به منظور استفاده از جاذب‌های طبیعی به ویژه باگاس نیشکر برای حذف آلاینده‌های آبی توصیه می‌شود محیط جذبی با شرایطی اسیدی (اسیدیته مساوی و کمتر از ۷) فراهم گردد. همچنین با توجه به نتایج حاصله در شرایط آزمایشگاهی در این تحقیق پیشنهاد می‌گردد طرح در مقیاس صنعتی و بر روی زهاب‌های واقعی و در حضور سایر آلاینده‌ها صورت پذیرد.

### منابع

- ۱- ایمان‌دل، ک، فرشاد، ع. و م. لیلی، ۱۳۷۹. روند فزونی غلظت نیترات در آب‌چاه‌های آبخوان غرب تهران. مجله بهداشت ایران، ۲۳ (۱-۴): ۲۰۸-۱۹۶.
- ۲- بی‌نام، ۱۳۷۶. ویژگی‌های آب آشامیدنی. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۱۰۵۳، چاپ چهارم و پنجم، کمیسیون استاندارد ویژگی‌های آب آشامیدنی.
- ۳- شریفیات، الف، ۱۳۹۱. بررسی کارایی جاذب باگاس نیشکر در حذف کروم شش ظرفیتی از پساب صنعتی و تعیین ایزوترم و سینتیک جذب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی محیط زیست گرایش آب و فاضلاب، دانشکده بهداشت محیط، دانشگاه جندی شاپور اهواز.
- ۴- فراستی، م. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر نانو ساختار نی و پوشال نیشکر بر حذف نیترات از آبهای آلوده. رساله دکتری، رشته آبیاری زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۵- فراستی، م، عابدی کویایی، ج، برومندنسب، س. و ه. معاضد. ۱۳۹۱. تولید کربن فعال نی به منظور حذف کل جامدات محلول از آب آبیاری. مجله علوم و مهندسی آبیاری، ۳۵ (۲): ۱۹-۱۳.
- ۶- عروجی، ن، تکدستان، ا، رئیسی، غ. و ا. پناه پور، ۱۳۹۵. بررسی میزان کارایی سیستم نانو فیلتراسیون در تصفیه آب شهری و حذف برخی از آلاینده‌ها در تصفیه خانه آب ملاتانی. مجله علوم و مهندسی آبیاری، ۳۹ (۴): ۲۱۲-۲۰۱.
- ۷- معظمی، ح. ۱۳۸۸. تأثیر جاذب‌های طبیعی در میزان حذف مس از آب‌های آلوده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی عمران - محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

8- Anonymous. 1996. Guidelines for drinking water quality. 2<sup>nd</sup> Edition Volume 2, Health Criteria and Supporting Information. World Health Organization (WHO), 973 pages.

### مقایسه آماری مرحله دوم آزمایش‌ها

بر اساس تحلیل‌های آماری نرم‌افزار مینی‌تب، اثر چهار پارامتر قطر ذرات جاذب، غلظت اولیه نیترات محلول، اسیدیته و زمان تعادل جذب بر ظرفیت حذف نیترات توسط جاذب باگاس نیشکر بررسی گردید. همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌گردد که غلظت نیترات اولیه محلول و زمان تعادل مورد مطالعه در سطح پنج درصد اثر معنی‌دار بر بازدهی حذف داشته است.

### الویت بندی پارامترهای مورد بررسی

همان‌طور که در شکل (۸) مشاهده می‌شود، پارامتر غلظت اولیه نیترات محلول در سطوح مختلف خود دارای اختلاف بیشتری در میزان نسبت پیام به بی‌نظمی (SNR) نسبت به سایر پارامترها می‌باشد لذا همان‌طور که گفته شد این پارامتر از اهمیت و قدرت تأثیر بیشتری نسبت به سایر پارامترها در حذف نیترات برخوردار است. پس از پارامتر غلظت اولیه نیترات، پارامترهای زمان تعادل جذب، اسیدیته و قطر ذرات جاذب به ترتیب از اهمیت و نقش بیشتری بر تغییر میزان حذف نیترات توسط جاذب باگاس نیشکر برخوردار هستند.

### نتیجه‌گیری

این پژوهش به بررسی میزان جذب نیترات محلول در زهاب کشاورزی توسط جاذب طبیعی باگاس نیشکر پرداخته است. چهار پارامتر قطر ذرات جاذب، غلظت نیترات محلول، اسیدیته و زمان تعادل جذب هر کدام در چهار سطح مختلف مورد ارزیابی قرار

- 9- Demiral, H. and G., Gunduzoglu. 2010. Removal of nitrate from aqueous solutions by activated carbon prepared from sugar beet bagasse. *Bioresource Technology Journal*, 101:1675-1680.
- 10-Gupta, V.K., Jain, C.K., Ali, I., Shahram, M., and V.K., Saini. 2003. Removal of cadmium and nickel from wastewater using bagasse fly ash-a sugar industry waste. *Water Research Journal*, 37(16):4038-4044.
- 11-Jackson, W.A., Asmussen, L.E., Hauser, E.W. and A.W., White. 1973. Nitrate in surface and subsurface flow from a small agricultural watershed. *Environmental Quality Journal*, 2:480-482.
- 12-Kumar, U. and M. Bandyopadhyay. 2006. Adsorption of cadmium from aqueous solution using pretreated rice husk. *Bioresource Technology Journal*, 97(1):104-109.
- 13-Mc Lay, C.D.A. 2001. Predicting groundwater nitrate concentrations in region of mixed agricultural landuse. *Environmental Pollution Journal*, 115(2):191-204.
- 14-Miura, A., Shiratani, E., Hamada, K., Hitomi, T., Yoshinaga, I. and T. Kubota. 2009. Removal of nutrient, organic matter and heavy metal from paddy drainage by charocal. *Journal of Water and Environment Technology*, 7 (1): 9-17
- 15-Mohammad, M., Maitra, S., Ahmad, N., Bustam, A., Sen, T. and B. Dutta. 2010. Metal ion removal from aqueous solution using physic seed hull. *Hazardous Materials Journal*, 179:363-372.
- 16-Montanher, S., Oliveira, E. and M. Rollemberg. 2005. Removal of metal ions from aqueous solutions by sorption onto rice bran. *Hazardous Materials Journal*, 117:207-211.
- 17-Orlando, U.S., Baes, A.U. and W. Nishijima. 2002. Preparation of agricultural residue anion exchangers and its nitrate maximum adsorption capacity. *Bioresource Technology Journal*, 48:1041-1046.
- 18-Qaiser, S., Saleemi, A. and M. Mahmood. 2007. Heavy metal uptake by agro based waste materials. *Electronic Journal of Biotechnology*, 10(3):409-416.
- 19-Rezaee, A., Godini, H., Dehestani, S. and A. Khavanin. 2008. Application of impregnated almond shell activated carbon by zinc nitrate removal from water, Iran. *Journal of Environmental Health Science Engineering*, 5: 125-130.
- 20-Shimura, R. 2002. Drinking-water nitrate, space station and its issues – focus on support technology on nitrate toxicity. *Space Line Sciences: Biological Research and Space Radiation Advance in Space Research*, 30(4):803-808.
- 19- Umesh, K., Garg, V.K., Kaur, M.P. and D. Sud. 2008. Removal of hexavalent chromium from aqueous solution by adsorption on treated sugarcane bagasse using response surface methodological approach. Department of Chemistry, Sant Longowal Institute of Engineering and Technology, Longowal – 148106 (Punjab) India.

EXTENDED ABSTRACT

## Investigation of the Sugarcane Bagasse Adsorbent Efficiency For Nitrate Removal from Agricultural Outflow Drainage

M. Hashemi<sup>1</sup>, A. A. Naseri<sup>2\*</sup> and A. Takdastan<sup>3</sup>

- 1- Ph.D. Student of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
- 2\* - Corresponding Author, Professor of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. *abdalinaseri@yahoo.com*
- 3- Associate Professor of Environmental Health Engineering Department and ETRC, Faculty of Public Health, Jundishapur University of Medical Sciences of Ahvaz, Iran.

Received: 14 September 2014

Accepted: 16 May 2016

**Keywords:** Sugarcane bagasse, Taguchi method, Agricultural drainage, Nitrate.

### Introduction

Nitrate is a non-concentrated source of environmental pollution caused by fertilizer overdose in agricultural wastewater. These poisonous compounds are accumulated in aquatic tissues specially fishes and affect their reproduction and procreation ability. Generally, to eliminate nitrate from urban, agricultural, and industrial wastewater using of physical, chemical and biological methods is very complicated and expensive at industrial scales. Surface absorption method is one of the useful methods for removing nitrate compounds. Due to the high cost of activated carbon, researchers have always been searching for a more economic method alternatively to remove nitrate. Bagasse is one of the wastages of sugarcane industry which contains some amounts of cellulose, pentosane and lignin. In this research, efficiency of sugarcane bagasse adsorbent for nitrate removal from agricultural drainage have been studied.

### Methodology

The effect of adsorbent modified parameters like pH, adsorbent particle size, concentration of current adsorbent in the solution, nitrate concentration, and contact time duration on the amount of nitrate absorption were investigated.

Four bagasse particle diameters of 1000, 500, 210, and 105  $\mu\text{m}$  were used to carry out nitrate absorption experiments. After preparing the adsorbent particles diameter, for each gram of adsorbent, 40 ml of ion-free water at 80 °C temperature was used to wash the adsorbent for three hours and then washed again with ion-free water until its drainage became completely clear. The acidity of the adsorbent after washing was 6.4; therefore, to adjust the acidity of the tested solution, hydrochloric acid and sodium hydroxide were used. For experiments, the concentration of adsorbent assumed to be 20  $\text{g/lit}$ . Previous Researches (Demiral and Gunduzoglu, 2010; Miura et al., 2009; Gupta, et al., 2003) has shown that the absorption capacity increases by increasing of the amount of adsorbent in natural adsorbents, because available sites for absorption increases by increasing of the absorbance.

According to samples taken from the Salman Farsi Sugarcane Industry farms drainage, drainage nitrate concentration is 60-80 mg / L in the fertilization season. Therefore, nitrate solutions were prepared by standard method using potassium nitrate salt with initial concentration of 120 mg / l. Then, using this solution, concentrations of 6, 15, and 60 mg / L were selected in this study. The

final concentration of nitrate after each test, which was carried out by contacting a 20 g of each absorbent diameter at a specified concentration with known acidity and retention time, was measured by spectrophotometer unit DR/5000 model made by HACH company with a wave length of 275nm, and according to 10049 standard method of this unit ( .Experiments were conducted in vitro, on artificial drainage and following Taguchi test analyzing method using Minitab software.

### Results and Discussion

After introducing and importing the parameters and their values into the Minitab software, according to the Taguchi method, 16 experiments were designed to analyze the four parameters tested. After testing, the amount of nitrate absorbed in mg / L for each test was introduced into the software.

Results of this research showed that the rate of absorbed nitrate by sugarcane bagasse absorbent from agricultural drainage in aforementioned under review parameters, for bagasse particles diameter of 210 $\mu$ m, nitrate concentration of 60  $\text{mg/l}$ , absorbent concentration of 20 g/lit, pH=4, and 60 minutes contact duration are optimum parameters among of other available conditions for nitrate removal from aqueous solution by sugarcane bagasse absorbent.. On the other hand, data analyses indicated that the nitrate concentration parameter had the maximum effect on nitrate absorb reaction by absorbent, and absorbent particles diameter had the minimum effect. The results also showed that, by increasing of the nitrate concentration and contact duration with solution as well as by decreasing of the absorbent particles diameter and absorb environmental pH in the absorbent rate with explicit limit, elimination of nitrate by sugarcane bagasse would be increased.

### Conclusion

The results of this study showed that the absorption capability of sugarcane bagasse adsorbent particles increases by decreasing of the absorbent diameter, increasing of the acid solubility, increasing of the nitrate concentration, and increasing of the reaction time to a certain limit.

Among the parameters studied, it was observed that the diameter of the adsorbent particles had the minimum effect on the nitrate absorption capability, while the initial concentration of nitrate concentration had the maximum effect. Also, by studying the interaction between the studied parameters, absorbent particle diameter and nitrate concentration had the minimum effect on nitrate adsorption by adsorbents.

The results suggested that the effect of sugarcane bagasse adsorbent on the nitrate adsorption from aqueous solution was confirmed by the presence of the best surface parameters. In order to use natural absorbents, sugarcane bagasse is recommended to remove contaminants from the environment. In this regard, acidification conditions (acidity equal to and less than 7) should be provided.

### References

- 1- Demiral, H. and G., Gunduzoglu. 2010. Removal of nitrate from aqueous solutions by activated carbon prepared from sugar beet bagasse. *Bioresource Technology Journal*, 101:1675-1680.
- 2- Gupta, V.K., Jain, C.K., Ali, I., Shahram, M., and V.K., Saini. 2003. Removal of cadmium and nickel from wastewater using bagasse fly ash-a sugar industry waste. *Water Research Journal*, 37(16):4038-4044.
- 3- Miura, A., Shiratani, E., Hamada, K., Hitomi, T., Yoshinaga, I. and T. Kubota. 2009. Removal of nutrient, organic matter and heavy metal from paddy drainage by charocal. *Journal of Water and Environment Technology*, 7 (1): 9-17.