بررسی توانایی صدف *دریسنیده پلی مورفا* در کاهش غیر مستقیم غلظت نیترات و فسفات فاضلاب شهری

لیلی غلام حسینی [۱] آرش جوانشیر [۲] امیر حسام حسنی [۳]

(دریافت ۸۵/۷/۳ پذیرش ۸۵/۱۲/۲۳)

چکیده

صدف *زبرا ماسل* از خانواده دریسنیده و گونه پلی مورفا به دلیل تراکم بالای جمعیتی، قادر است حجم بالایی از آب را فیلتر نماید. در این تحقیق میزان کاهش غلظت نیترات و فسفات توسط سه توده صدف (۲۰ ، ٤٠ و ٦٠ گرم) تحت آزمایش‌های فیلتراسیون (از طریق کشت توأم فیتوپلانکتون کلرلا و سندسموس) و جذب غیرمستقیم نیترات و فسفات در سیستم باز و بسته قرار گرفت و این آزمایش‌ها ۳ تا ۱۰ بار، تکرار گردید. در سیستم باز و بسته، بین وزن توده‌های صدف و میزان فیلتراسیون نیترات و فسفات همبستگی مثبت دیده شد (R^2=0.99) و بین غلظت نیترات و فسفات در ورودی فاضلاب و میزان فیلتراسیون نیترات و فسفات، همبستگی منفی مشاهده گردید (R^2=0.97). با افزایش وزن توده‌های صدف، در سیستم باز به طور متوسط میزان جذب نیترات ۰/۰۸ تا ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر و میزان جذب فسفات ۰/۰۲ تا ۰/۰٤ میلی‌گرم بر لیتر به ازای وزن خشک توده صدف می‌باشد و در سیستم بسته میزان جذب نیترات ۰/۰۳ تا ۰/۱۱ میلی‌گرم بر لیتر و میزان جذب فسفات ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر به ازای وزن خشک توده صدف می‌باشد. بنابراین کارآیی این صدفها در کاهش غلظت نیترات و فسفات به ویژه در خصوص فسفات، پایین می‌باشد و برای تصفیه فاضلاب شهری مناسب نمی‌باشند.

واژه‌های کلیدی: فاضلاب شهری، حذف نیترات، حذف فسفات، *دریسنیده پلی مورفا*.

Study of Capability of *Zebra Mussel* (*Dreissena polymorpha*) in Nitrate and Phosphate Indirect Removal from Urban Wastewater

Leyli Gholamhosseini [1] Arash Javanshir [2] Amirhesam Hassani [3]

(Received Sep. 25, 2006 Accepted Mar. 14, 2007)

Abstract

Zebra mussel (*Dreissenidae polymorpha*) is capable of filtering great volumes of water due to its high population density. In this study, Nitrate and Phosphate removal capability of 3 shell masses (20, 40, and 60 gr) in urban wastewater was investigated based on filtering rate measurements (using simultaneous phytoplankton, chlorella, and Scenedesmus cultures) and indirect absorption of nitrate and phosphate in open and closed systems with 3 to 10 replications. Open and closed systems showed a positive correlation between shell weights and Nitrate and Phosphate filtration rates (R^2 =0.99) but a negative correlation between influent Nitrate and Phosphate concentrations and their filtration rates (R^2=0.97). Increasing of shell weights in the open system resulted in absorption rates of 0.08-0.2mg.l^{-1} of the shell dry weight for Nitrate and 0.02-0.04 mg.l^{-1} for Phosphate. In the closed system, these rates

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، gholamhosseini2006@yahoo.com
۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

1-Grad. Student of Environmental Sciences, Faculty of Energy & Environment, Science & Research Campus, Islamic Azad University, gholamhosseini2006@yahoo.com
2-Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran
3-Assistant Prof. of Faculty of Energy & Environment, Science & Research Campus, Islamic Azad University

Archive of SID
www.SID.ir

were 0.03-0.11 mg.l^{-1} of the shell dry weight for Nitrate absorption and 0.01-0.02 mg.l^{-1} for Phosphate. These results show that shell masses have a low nitrate and phosphate removal efficiency, especially in the case of phosphate, and they can not be, therefore, recommended for urban wastewater treatment.

Keywords: Urban Wastewater, Nitrate Removal, Phosphate Removal, *Dreissena polymorpha*.

۱- مقدمه

فاضلاب، محلول رقیقی است که ۹۹/۹ درصد آن را آب و فقط ۰/۱ درصد آن را مواد جامد و یا سایر مواد تشکیل داده است. با جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهری، می‌توان از آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی جلوگیری کرد. لکن تحقیقات نشان می‌دهد، پس از تصفیه فاضلاب، یک دوم نیتروژن و یک سوم فسفر جدا نگردیده و باعث مشکلاتی چون رشد جلبکها و پدیده یوتریفیکاسیون می‌گردد [۱]. به دلیل مزیت روشهای بیولوژیکی نسبت به سایر روشهای فیزیکی و شیمیایی از نظر کاهش هزینه‌های ناشی از مصرف مواد شیمیایی و همچنین به دلیل پیشگیری از اثر ترکیبات شیمیایی باقیمانده در پساب دفعی، به سیستم‌های بیولوژیکی روی آورده می‌شود [۲]. در این تحقیق، توانایی و کارآیی صدف *دریسنیده پلی مورفا* [1] با استفاده از فیلتراسیون جلبک کلرلا[2] و سندسموس[3] در کاهش غیرمستقیم غلظت نیترات و فسفات در فاضلاب شهری مورد بررسی قرار گرفت. آرنات و وانی در سال ۱۹۹۶ درخصوص بازیافت نیتروژن و فسفر توسط صدف *دریسنیده پلی مورفا* ، در دریاچه ارای[4] تحقیقاتی را انجام دادند [۳]. هالند و همکاران نیز در سال ۱۹۹۵، راجع به روند تغییرات غلظتهای مواد مغذی در خلیج هچری[5] و دریاچه ارای، قبل و بعد از حضور *پلی مورفا دریسنیده* تحقیقاتی داشته‌اند [۴]. در مقاله‌ای با نام فیلتراسیون و دفع به وسیله زبرا ماسل[6] اشاراتی از اثرات این صدف بر کیفیت آب دریاچه پپین[7] و رودخانه می سی سی پی توسط جیمز و همکاران در سال ۱۹۹۹ گزارش شده است.

تردیسی[8] در سال ۱۹۹۲ گزارش کرد که جلبک سندسموس، در مرحله ثانویه تصفیه فاضلاب شهری، به طور کامل باعث حذف ازت و فسفر از پساب طی یک دوره ۲۴ساعته گردیده و حمودا[9] درسال ۱۹۹۵ مشاهده کرد که جلبک سندسموس و کلرلا حدود ۱۰۰ درصد ازت، فسفر و آمونیاک را در انتهای مرحله تصفیه حذف می‌نماید [۲].

در این تحقیق در شرایط آزمایشگاهی، فاضلاب با استفاده از کودهای شیمیایی فسفات آمونیوم و اوره و با غلظتی مشابه آنچه در یک فاضلاب تصفیه شده به دست می‌آید، تهیه شد. سپس این فاضلاب همراه با محیط کشت جلبک کلرلا و سندسموس در دو محیط باز و بسته در اختیار صدف مذکور قرار گرفت. در هر مرحله از آزمایش در سیستم باز و بسته میزان فیلتراسیون جلبکهای کلرلا و سندسموس و همچنین میزان فیلتراسیون توده های صدف که در وزنهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم انتخاب شده بودند، تعیین گردید. این آزمایش‌ها در هر مرحله از کار، ۳ تا ۱۰ بار تکرار شد و در نهایت، تجزیه و تحلیل وآنالیز آماری بر روی داده‌ها صورت گرفت.

۲- مواد و روشها

صدف *دریسنیده پلی‌مورفا* از مصب رودخانه تجن واقع در شهر ساری، جمع‌آوری گردید. سپس نمونه‌ها به تهران انتقال داده شد و برای طی دوره سازگاری و رفع استرس ناشی از حمل و نقل به مدت ۲۰ روز در آکواریم قرار گرفت. برای اندازه‌گیری توان فیلتراسیون صدف، دو فیتوپلانکتون کلرلا و سندسموس از طریق روش گیلارد[10] و ریتر[11] کشت داده شد. برای این منظور یک بطری ۱/۵ لیتری، با یک لیتر آب لوله‌کشی شهری پر گردید و بعد به آن ۰/۱۶ گرم اوره، ۰/۰۱۶ گرم تیوسولفات سدیم و ۰/۰۰۰۳۳ گرم کلرید آهن افزوده شد، سپس ۱۰ میلی‌لیتر استوک کشت کلرلا و سندسموس که از پژوهشکده اکولوژی دریای خزر واقع در شهر ساری تهیه شده بود، به محلول افزوده شد و به کمک یک پمپ هوا و لامپ کم مصرف، جریان هوادهی و نوردهی در این محیط کشت فراهم گردید. محیط کشت بعد از ۷ تا ۱۰ روز سبز شده و به بلوم می‌رسد. از آنجایی‌که مواد تشکیل دهنده فاضلاب شهری بسیار متنوع می‌باشد و تصفیه همگی این مواد در قالب این پروژه امکان‌پذیر نبود، بنابراین دو ماده تشکیل دهنده فاضلاب، یعنی نیترات و فسفات به طور مصنوعی و با غلظتی مشابه آنچه در یک فاضلاب تصفیه شده وجود دارد، با استفاده از کودهای شیمیایی (فسفات آمونیوم و اوره) در آزمایشگاه ساخته شد.

سیستم باز، سیستمی است که در آن جریان خروجی فاضلاب از سیستم خارج شده و دفع می‌گردد و سیستم بسته، سیستمی است که در آن جریان خروجی فاضلاب مجدداً وارد سیستم شده و به

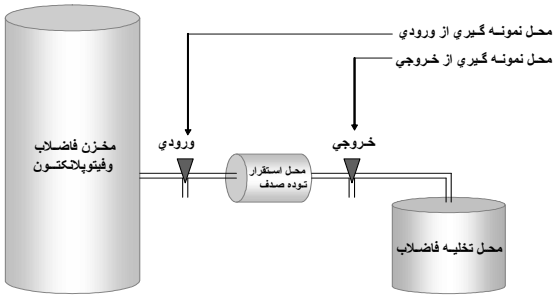
[1] *Dreissena polymorpha*
[2] *Chlorella Sp.*
[3] *Scenedesmus Sp.*
[4] Erie
[5] Hatchery
[6] Zebra mussel
[7] Pepin
[8] Tredici
[9] Hammuda
[10] Gillard
[11] Rhiter

Archive of SID
www.SID.ir

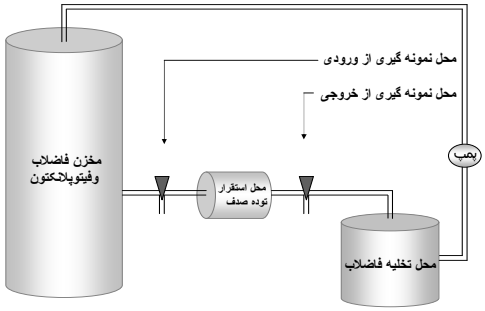
عنوان جریان ورودی فاضلاب عمل می‌کند. جهت تهیه سیستم آزمایش، بشکه‌ای به حجم ۱۲۰ لیتر که دارای یک شیر در قسمت پایین آن بود به عنوان مخزن فاضلاب و فیتوپلانکتون در نظر گرفته شد. شیلنگی که یک سر آن به شیر بشکه متصل و سر دیگر آن به ظرف ۴۰۰ لیتری وارد می‌شد، به عنوان ورودی فاضلاب به ظرف ۴۰۰ لیتری که محل استقرار صدفها در سیستم آزمایش می‌باشد منظور گردید. یک شیلنگ دیگر نیز به عنوان خروجی فاضلاب، یک سر آن به ظرف ۴۰۰ لیتری متصل و سر دیگر آن در سیستم باز در ظرفی که به عنوان محل تخلیه فاضلاب بود، قرار گرفت (شکل ۱) و در سیستم بسته از طریق یک پمپ مجدداً به عنوان ورودی به مخزن فاضلاب محتوی فیتوپلانکتون وارد می‌شد (شکل ۲).

به منظور انجام آزمایش فیلتراسیون، ابتدا ۲۰ گرم صدف را در ظرف مخصوص استقرار صدف قرار داده و شیر بشکه را باز کرده تا جریان فاضلاب به همراه کلرلا و سندسموس وارد این ظرف (ظرف استقرار صدف) شد. در طی مدت زمان ۱۲۰ دقیقه از آزمایش، هر ۲۰ دقیقه یکبار نمونه‌گیری از فاضلاب محتوی فیتوپلانکتون ورودی (به ظرف استقرار ۲۰ گرم توده صدف) و نمونه‌گیری از فاضلاب محتوی فیتوپلانکتون خروجی (از ظرف استقرار ۲۰ گرم توده صدف) به طور همزمان به عمل آمد. این نمونه‌گیریها توسط سرنگ و به اندازه ۵ میلی‌لیتر انجام می‌شد. این عمل هفت مرتبه در توده ۴۰ و ۶۰ گرم صدف، در سیستم بسته انجام گردید و بازای هر نمونه در هر سیستم باز و بسته، پنج بار تکرار شد. ۱۰ بار نیز شمارش فیتوپلانکتون، با استفاده از لام هماسیتومترنئوبار انجام گرفت. این آزمایش‌ها در هر توده وزنی ۳ تا ۱۰ بار تکرار گردید. به منظور بررسی شیمی فاضلاب (میزان کاهش غلظت نیترات و فسفات) در سیستم باز و بسته بلافاصله بعد از بازکردن فلکه شیرمخزن فاضلاب، یک نمونه به حجم ۴۰۰ سی‌سی از اولین ورودی فاضلاب و بعد از ۱۲۰ دقیقه، نمونه دیگری به حجم ۴۰۰ سی‌سی از آخرین خروجی فاضلاب گرفته شد. آزمایش‌های شیمی فاضلاب یعنی اندازه‌گیری نیترات و فسفات در این تحقیق براساس روشهای ذکر شده در کتاب استاندارد متد به عمل آمد. در این تحقیق برای اندازه‌گیری نیترات روش احیای دی واردا و برای اندازه‌گیری فسفات روش وانادامولیبدات[1] کلرومتریک فسفریک اسید به کار رفت.

[1] Vanadamolibdat



شکل ۱- سیستم باز تصفیه بیولوژیکی



شکل ۲- سیستم بسته تصفیه بیولوژیکی

www.SID.ir

پس از انجام آزمایش‌ها، امحاء و احشاء هر یک از توده‌های صدف از پوسته‌شان خارج شد و در دمای ۴۸ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت، در آون قرار گرفت تا خشک شود. به این ترتیب وزن خشک توده صدفها به دست آمد. عدد فیلتراسیون از رابطه جرگنسن به دست آمد [۵]

$$V_W = V \times \frac{Ln(Ct_0) - Ln(Ct_n)}{t \times w} \qquad (۱)$$

که در آن :

V_w: میزان فیلتراسیون برحسب میلی‌لیتر در هر دقیقه به ازای هر گرم وزن خشک توده صدف؛

V: حجم ظرف (محل استقرار توده‌های صدف در سیستم) برحسب میلی‌لیتر؛

C_{to} : غلظت فیتوپلانکتون در زمان صفر (تعداد در هر میلی‌لیتر)؛

C_{tn} : غلظت فیتوپلانکتون در پایان آزمایش (تعداد در هر میلی‌لیتر)؛

t : زمان آزمایش برحسب دقیقه و

W: وزن جانور براساس وزن خشک برحسب گرم.

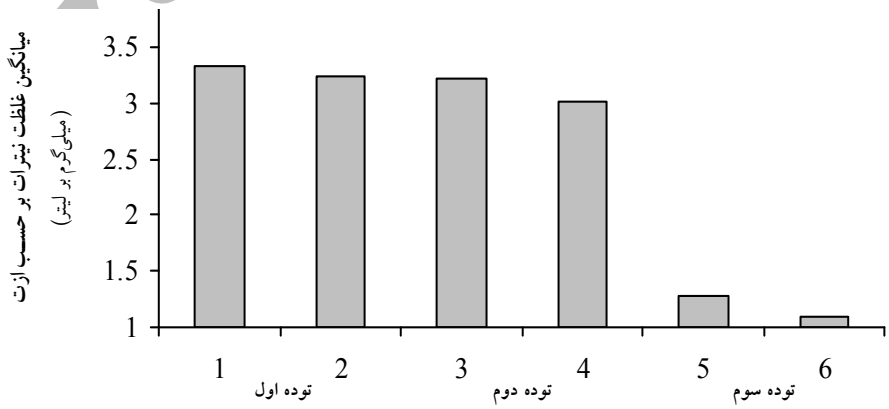
داده‌های حاصل از آزمایش‌های فیلتراسیون و حذف غیرمستقیم غلظت نیترات و فسفات در سه توده وزنی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم از صدف در محیط اکسل مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت و آنالیز آماری از طریق مقایسه میانگینها به روش استیودنت تی تست (واریانس همگن) با احتمال حداقل ۹۵ درصد، به عمل آمد.

۳- نتایج

بررسی توانایی صدف *دریسنیده پلی‌مورفا* در فیلتراسیون نیترات (برحسب ازت) و فسفات (بر حسب فسفر) در سیستم باز نشان داد میانگین غلظت نیترات توسط توده صدف اول از ۳/۳۲ به ۳/۲۴، توده صدف دوم از ۳/۲۱ به ۳/۰۱ و توده صدف سوم از ۱/۲۸ به ۱/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته است. آنالیز آماری نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در قبل و بعد از آزمایش است. (۰/۰۴۳> P، ۲/۱۳۱= t) (شکل ۳). میانگین غلظت فسفات توسط توده صدف اول از ۱/۴۷ به ۱/۴۵ ، در توده صدف دوم از۱/۰۳ به ۰/۹۹ و در توده صدف سوم از ۰/۵۱ به ۰/۴۷ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته است. آنالیز آماری نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در قبل و بعد از آزمایش است. (۰/۰۴۶>P، ۲/۱۳۱=t) (شکل ۴).

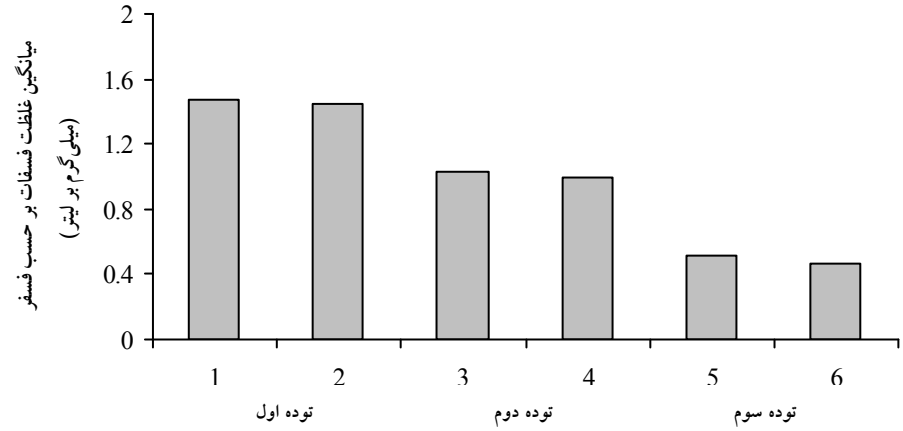
در سیستم بسته، میانگین غلظت نیترات توسط توده صدف اول از ۳/۳۲ به ۳/۲۹ ، در توده صدف دوم از۳/۲۱ به۳/۱۲ و در توده صدف سوم از ۱/۲۸ به ۱/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته است. آنالیز آماری نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در قبل و بعد از آزمایش است(۰/۰۴۷> P ،۲/۱۳۱= t) (شکل ۵). میانگین غلظت فسفات توسط توده صدف اول از ۱/۴۷ به ۱/۴۶، در توده صدف دوم از۱/۰۳ به ۱/۰۱ و در توده صدف سوم از ۰/۵۱ به ۰/۴۹ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته است. آنالیز آماری نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در قبل و بعد از آزمایش است. (۰/۰۳۳> P ،۲/۱۳۱= t) (شکل۶) .

نتایج همچنین مشخص می‌سازد در سیستم باز و بسته، بین میانگین غلظت نیترات و فسفات در ورودیهای فاضلاب و میزان فیلتراسیون نیترات و فسفات همبستگی منفی وجود دارد. به عنوان مثال با کاهش میانگین غلظت نیترات در فاضلاب ورودی از ۳/۳۲ به ۳/۲۱ و ۱/۲۸ میلی‌گرم بر لیتر، میزان فیلتراسیون نیترات توسط توده‌های صدف به ترتیب ۰/۴۱، ۰/۵۷ و۰/۹۶ میلی‌لیتر در هر دقیقه به ازای هر گرم وزن خشک می‌باشد(R^2=۰/۹۷۲). آنالیز آماری نشان دهنده اختلاف معنی‌دار

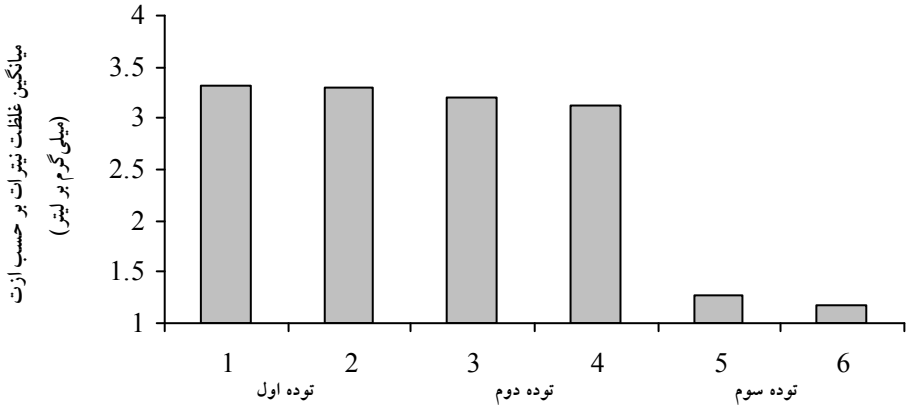


شکل ۳- روند تغییرات غلظت نیترات (برحسب ازت) توسط سه توده صدف درسیستم باز

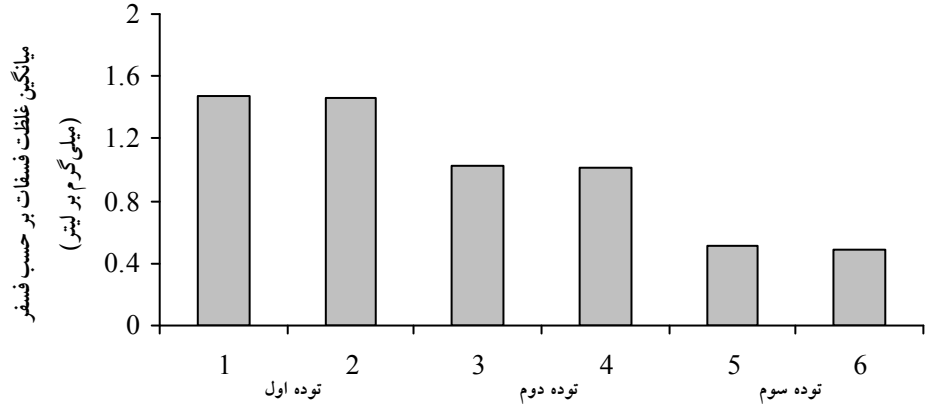
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴- روند تغییرات غلظت فسفات (برحسب فسفر) توسط سه توده صدف درسیستم باز



شکل ۵- روند تغییرات غلظت نیترات (برحسب ازت) توسط سه توده صدف در سیستم بسته



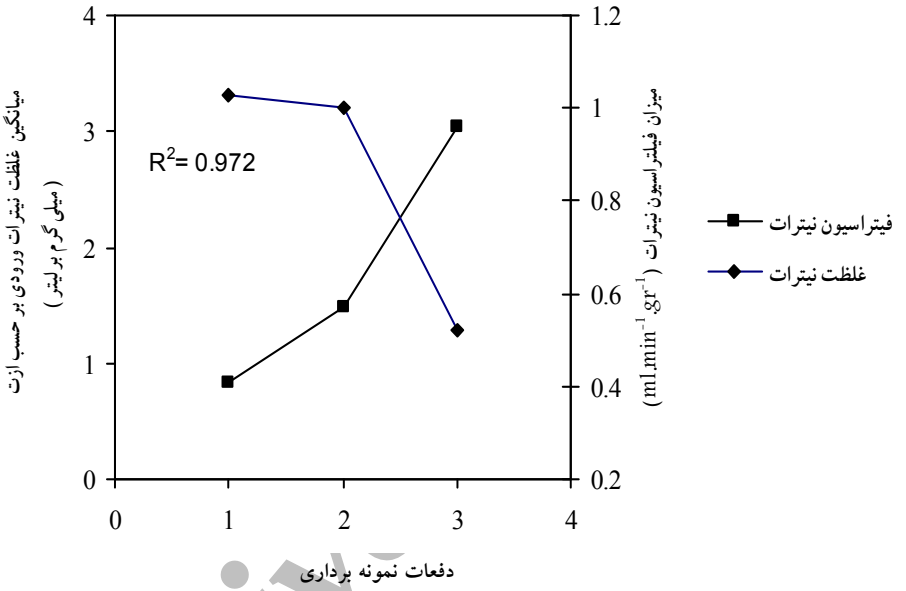
شکل ۶- روند تغییرات غلظت فسفات (برحسب فسفر) توسط سه توده صدف در سیستم بسته

www.SID.ir

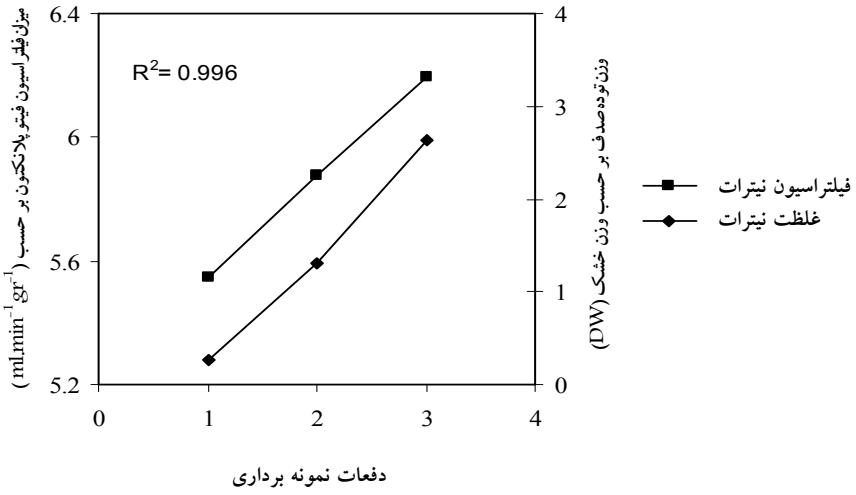
در قبل و بعد از آزمایش است ($t = ۲/۱۳۲$، $P < ۰/۰۲۳$) (شکل ۷).

بررسی نتایج فیلتراسیون فیتوپلانکتون *کلرلا* و *سندسموس* توسط توده صدف نشان می‌دهد با افزایش وزن خشک توده‌های صدف از ۱/۱۵ به ۲/۲۵ و ۳/۳۱ گرم، میزان فیلتراسیون فیتوپلانکتون‌ها توسط توده صدف به ترتیب از ۵/۲۸ به ۵/۵۹ و ۵/۹۹ میلی‌لیتر در هر دقیقه به ازای هر گرم وزن خشک افزایش یافته است. بنابراین بین وزن خشک توده‌های صدف و میزان فیلتراسیون فیتوپلانکتون‌ها همبستگی مثبت وجود دارد (R^2=۰/۹۹۶) (شکل ۸).

با توجه به نتایج میان تغییرات وزن خشک توده‌های صدف و میزان فیلتراسیون و جذب نیترات و فسفات توسط توده صدف، همبستگی مثبت وجود دارد. برای مثال در سیستم باز با افزایش میانگین وزن خشک توده‌های صدف از ۱/۱۵ به ۲/۲۵ و ۳/۳۱ گرم، میزان فیلتراسیون میانگین نیترات به ترتیب از ۰/۴۱ به ۰/۵۷ و ۰/۹۶ میلی‌لیتر در هر دقیقه به ازای هر گرم وزن خشک افزایش یافته است (R^2=۰/۹۷۰).



شکل ۷- کاهش غلظت نیترات (NO_3) ورودی و افزایش فیلتراسیون (V_w) نیترات درسیستم باز



شکل ۸- رابطه افزایش میانگین وزن توده‌های صدف (DW) و افزایش فیلتراسیون (V_w) فیتوپلانکتون‌ها درسیستم باز

www.SID.ir

۴- بحث و نتیجه‌گیری

امروزه یکی از روشهای بسیار مؤثر و رایج برای حذف مواد محلول و به خصوص نیترات و فسفات، استفاده از فیلترهای زیستی می‌باشد. ایده استفاده از نرمتنان آب شیرین و جلبک کشت شده برای پالایش مواد غذایی از پساب در سال ۱۹۷۲ توسط آقای ریتر مطرح شد. فیلتراسیون مواد از آب یکی از خصوصیات ذاتی هرگونه نرمتن می‌باشد.

طبق گفته جورگنسن و همکارانش، میزان فیلتراسیون و شفافیت در واقع معادل حجمی از آب می‌باشد که صدف از مواد معلق و فیتوپلانکتون‌ها در واحد زمان تغذیه می‌نماید. بنابراین میزان تصفیه برابر نرخ پمپاژ می‌باشد [۶]. به همین منظور برای اندازه‌گیری نرخ فیلتراسیون از کشت توأم *کلرلا* و *سندسموس* که از فیتوپلانکتون‌های مورد تغذیه این صدف در اکوسیستم‌های طبیعی می‌باشد، استفاده گردید. کراک و همکارانش نیز در سال ۱۹۹۲برای تعیین اثرات کوتاه مدت فلزات مس، روی و کادمیم بر صدف *دریسنیده پلی‌مورفا*، نرخ فیلتراسیون این صدف را از طریق کاهش غلظت جلبکها به دست آورده و به این صورت میزان تغذیه این نرمتن از فلزات مذکور را محاسبه نمودند [۷].

جهت تعیین نرخ فیلتراسیون از کاهش نمایی ذرات (یعنی اختلاف غلظت نیترات و فسفات ورودی و خروجی فاضلاب) استفاده گردید. به منظور تعیین تأثیر بسته بودن سیستم بر جذب نیترات و فسفات توسط توده‌های صدف از یک نمونه ثابت فاضلاب به طور متوالی، سیستم بسته در کنار سیستم باز طراحی گردید.

جلبکها، نیترات، آمونیوم و مواد آلی نیتروژن‌دار مثل اوره و فسفر را به مصرف می‌رسانند و از این مواد جهت رشد خود استفاده می‌کنند [۸]. با توجه به نتایج این تحقیق، میانگین کاهش نیترات در سیستم باز توسط توده صدف اول از ۳/۳۲ به ۳/۲۴، در توده صدف دوم از ۳/۲۱ به ۳/۰۱ و در توده صدف سوم از ۱/۲۸ به ۱/۰۹ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. با توجه به عدم حضور توده‌های صدف در سیستم در فاصله زمانی دو آزمایش متوالی و کاهش غلظت نیترات فاضلاب از ۳/۲۴ به ۳/۲۱ میلی‌گرم بر لیتر و از ۳/۰۱ به ۱/۲۸ میلی‌گرم بر لیتر می‌توان نتیجه گرفت که کاهش غلظت نیترات فاضلاب در هر مرحله نسبت به مرحله قبل به دلیل مصرف فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد. همین امر در سیستم بسته و در مورد غلظت فسفات مشاهده گردید. بنابراین کاهش غلظت نیترات و فسفات محلول توسط فیتوپلانکتون‌ها و صدفها انجام می‌گردید.

به ازای توده صدفی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم، فیلتراسیون در غلظتهای بالای نیترات و فسفات (بالاتر از ۵ میلی‌گرم بر لیتر)، بی اثر و یا منفی بودند. سلگن و هیک نیز اشاره کردند که این صدفها نمی‌توانند آمونیاک را با غلظت بیش از ۲ میلی‌گرم بر لیتر تحمل کنند و با افزایش غلظت، نرخ شفافیت توسط دوکفه‌ای‌ها کاهش می‌یابد [۹]. در نتایج این تحقیق نیز مشخص شد که با کاهش میانگین غلظت نیترات (از ۳/۳۲ به ۱/۲۸ میلی‌گرم بر لیتر) و فسفات (از ۱/۴۷ به ۰/۵۱ میلی‌گرم بر لیتر) در ورودی فاضلاب، میزان فیلتراسیون نیترات و فسفات در سیستم باز و بسته افزایش می‌یابد.

جوهنگن در سال ۱۹۷۶ اشاره کرده است که بین وزن (چه وزن خشک و چه وزن بدون خاکستر) و میزان فیلتراسیون رابطه زیر وجود دارد [۱۰]

$$Fr = a\,(W)^{b} \qquad (۲)$$

که در آن :

Fr، نرخ فیلتراسیون و W، وزن صدف a و b ضرایب ثابت می‌باشد. در این تحقیق نیز به عنوان نمونه در سیستم باز، با افزایش میانگین وزن خشک توده‌های صدف از ۱/۱۵ به ۲/۲۵ و ۳/۳۱ گرم، میزان فیلتراسیون فسفات از ۰/۲۴ به ۰/۳۴ و ۰/۴۹ میلی‌لیتر در هر دقیقه بازای هر گرم وزن خشک توده صدف افزایش می‌یافت.

از نتایج چنین بر می‌آید که کارآیی این صدف در جذب نیترات، ۰/۰۸ تا ۰/۲ و در جذب فسفات ۰/۰۲ تا ۰/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر بازای وزن خشک توده صدف می‌باشد. لذا از نظر تصفیه فاضلاب شهری، توانایی این صدف (راندمان حداکثر کاهش نیترات و فسفات تا ۲۰ درصد) کافی نمی‌باشد.

این راندمان در سیستم بسته به دلیل ورود متوالی فاضلاب خروجی به سیستم و افزایش رسوبات مدفوع و شبه مدفوع این صدفها در مقایسه با سیستم باز، بسیار کمتر می‌باشد. تحقیقاتی که در دریاچه پولیش انجام شده نشان می‌دهد، که این صدفها بر روی غلظت و چرخه نیتروژن و فسفر از طریق فیلتر کردن ذرات اثر می‌گذارند و ۵۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن و ۴۰ درصد فسفر را فیلتر نموده و به صورت مدفوع و شبه مدفوع رسوب می‌دهد[۴] از اینرو می‌توان این صدفها را در تصفیه آب رودخانه‌ها و سایر اکوسیستم‌های آبی پیشنهاد کرد. همان طور که تحقیقات به عمل آمده در اروپای مرکزی نشان می‌دهد، سطحی به وسعت ۱۰۰ متر مربع از این صدف قادر به فیلتراسیون ۵۰۰ تا ۲۸۰۰۰ متر مکعب آب در یک روز می‌باشد و طی این عملیات می‌تواند حدود ۵/۵ گرم فسفات و ۱۱/۵ گرم نیترات را از آب فیلتر کند [۱۱].

Archive of SID

www.SID.ir

۵- مراجع

۱-عرفان منش، م.، و افیونی، م. (۱۳۷۹). *آلودگی محیط‌زیست (آب ، خاک و هوا)* ، انتشارات اردکان، ۱۴۷.

۲-ظهوریان، م. (۱۳۸۰). "توسعه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به منظور حذف نیترات و فسفات (مطالعه موردی تصفیه‌خانه‌های زرگنده و صاحبقرانیه تهران)." پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاداسلامی، واحد علوم و فنون دریایی، ۸-۱۶.

3- Arnott, D.L., and Vanni, M.J. (1996). "Nitrogen and phosphorus recycling by the zebra mussel (Dreissena polymorpha) in the western basin of Lake Erie." *Can. J. Fish. Aquat. Sci.,* 53, 646-659.

4- Holland, R.E., Johengen, T.H., and Beeton, A.M. (1995). "Trends in nutrient Concentrations in Hatchery Bay, Western Lake Erie, before and after Dreissena polymorpha." *Can. J. Fish. Aquat. Sci.,* 52, 1202-1209.

5-Javanshir, A. (2001). "Influence of labratrema minimus trematoda: digenea on filteration rate performance of edible cockle cerastoderma edule in the extreme temperature and salinity conditions (an in vitro experiment)." *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 73-94.

6-Bunt, C.M. (1993). "Pumping rate sand projected filtering impacts of juvenil Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in the western basin of Lake Erie, Maclsaac, H.J. and Sprules." *W.C., Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 50, 1017-1022.

7-Kraak, M. H., Toussaint, M., Lavy, D.,and Davids, C. (1994). Short term effects of metalson the filtration rate of the Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*)." *Environment Pollution*, 84, 139-143.

۸-ریاحی، ح. (۱۳۸۱). *جلبک‌شناسی*، انتشارات دانشگاه الزهرا، تهران.

9- Selegean, J.P. (1994). The use of *Dreissena polymorpha* (The Zebra mussel) as a biofilter of municipal wastewater with special reference to bioaccumulation of heavy metals , heidtke, T.M., Wayne state university, 625-632.

10-Lei, J., Payne, B.S. and Wang, S.Y. (1996)."Filtration dynamics of the Zebra mussel. Dreissna polymorpha." *Can. J. Fish. Aquat. Sci.,* 53, 29-37.

11-<http://www.biofilter.htm> (Jan. 8, 2005).

Archive of SID

www.SID.ir