مقاله تحقیقی

مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل
دوره چهاردهم، ویژه نامه ۱، زمستان ۱۳۹۰، صفحه ۷۶-۷۱

بررسی وضعیت تصفیه طبیعی فاضلاب های خانگی توسط آب بندان مرزون آباد بابل

حسینعلی اصغرنیا(MSc)[۱*]، فرحناز صدیقیان(BSc)[۲]، فرشید جعفرزاده(MSc) [۳]، زهرا شاهنده(MSc)[۲]،

ذبیح اله یوسفی(PhD) [۴]، عبدالایمان عمویی(PhD)[۱]، محمود حاجی احمدی(MSc)[۵]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل
۲- گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل
۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۴- گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
۵- گروه پزشکی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی بابل

دریافت: ۸۹/۱۱/۹، اصلاح: ۹۰/۲/۱۴، پذیرش: ۹۰/۶/۱۶

خلاصه

سابقه و هدف: رشد روز افزون جمعیت سبب افزایش مصارف گوناگون آب و تولید بیشتر فاضلاب گردیده است. از طرف دیگر تخلیه فاضلابها به داخل منابع آبی منجر به کاهش کیفیت آنها می گردد. یکی از مناسبترین روشها برای حذف آلاینده ها از آبهای طبیعی، استفاده از ساختارهای تالابی می باشد. این مطالعه بـه منظـور ارزیـابی تـوان تصفیه فاضلاب های خانگی توسط تالاب مرزون آباد، بابل انجام شد.

مواد و روشها: در این مطالعه تحلیلی، ۱۲ نمونه از محلهای ورودی و خروجی تالاب، در دو فصل کم باران و پر باران برداشته شد. نمونه ها از نظر نوع و تعداد باکتریهـا و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مانند درجه حرارت، کدورت، نیترات، آمونیاک، فسفات، PH، هدایت الکتریکی (EC = Electrial conductivity)، اکسیژن موردنیـاز اکسیداسـیون شـیمیایی (COD = Chemical Oxygen Demand)، اکسـیژن موردنیـاز اکسیداسـیون بیولـوژیکی (BOD = Biochemical oxygen demand) مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته ها: در ورودی تالاب BOD_5=۱۷/۴±۵/۳، COD=۲۷/۴±۷/۵، کدورت= ۳۱۷±۲۸۴ بود که در مقایسه با میزان آن در خروجیها (BOD_5=۱۰/۴±۲/۳، COD =۱۶/۳±۴/۴۵، کدورت =۸/۷±۸) به ترتیب با (p=۰/۰۲۷)، (p=۰/۰۲۸)، (p=۰/۰۲۷) اختلاف معنی داری داشت.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد که تالاب مرزون آباد توانایی تصفیه فاضلاب های خانگی را دارد.

واژه های کلیدی: تصفیه طبیعی، فاضلاب خانگی، آب بندان، مرزون آباد.

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت جهان، مصارف گوناگون آب را افزایش می دهد که منجر به کاهش کمیت آن می شود و از طرف دیگر توسعه شهر نشینی موجب افزایش فعالیت های صنعتی و کشاورزی، تخلیه فاضلاب ها و پساب های مختلف به منابع پذیرنده آبهای سطحی شده که منجر به کاهش کیفیت آن نیز می گردد (۱). محققین در تلاش هستند تا راه حل هایی ارزانتر و سازگارتر با محیط زیست برای حذف آلاینده ها از آب های طبیعی بیابند. تحقیقات در دو دهه اخیر نشان داده که ساختار های تالابی یکی از مناسب ترین روش ها برای این منظور است. تالابها با روش های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می توانند به شکل موثری غلظت انواع آلاینده های شیمیایی و باکتری های بیماری زا را کاهش دهند (۲). طبق تعریف کنوانسیون رامسر، تالاب (Wetland) به مناطق مردابی، آبگیر، توربزار (پیت زار) آبی بصورت طبیعی، مصنوعی، دائم یا موقت با آب ساکن یا جاری، شیرین، لب شور یا شور مشتمل بر آندسته از آبهای دریایی که عمق آب در کشند پایین از ۶ متر تجاوز نکند، گفته می شود (۳). تالاب ها از نظر تصفیه فاضلاب به دو نوع طبیعی و مصنوعی طبقه بندی می شوند. راندمان تصفیه تالابهای مصنوعی برای حذف BOD، COD و جامدات معلق بالا می باشد، در صورتیکه برای حذف ازت و فسفر کمتر می باشد (۴). اکنون سیستمهای طبیعی بعلت عدم نیاز به انرژی و کارآیی بالا در حذف آلاینده ها مورد توجه و علاقه جدی کشورهای پیشرفته و محققین قرار گرفته اند (۵). طی مطالعه ای بر روی

▣ این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی به شماره ۶۸۱۲۵ دانشگاه علوم پزشکی بابل می باشد.

* مسئول مقاله:
آدرس: بابل، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، گروه بهداشت محیط، تلفن: ۲۲۳۴۲۷۴-۰۱۱۱
e-mail: eha_amin2@yahoo.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.22.4]

تالاب انزلی، کاهش قابل توجه آلاینده ها توسط این تالاب مشاهده شده است (۱). همچنین در مطالعه Jeng بر روی یک تالاب طبیعی واقع در لوئیزیانای آمریکا مشاهده شد که در خروجی تالاب مقادیر NH4 و TKN و فسفر کاهش یافته و غلظت مواد مغذی در آن بیش از حدود پایه بوده است (۶) و Molleda نیز یک سیستم تالابی مصنوعی مشاهده نمود، که این نوع تالابها، قابلیت کاهش باکتریهای کلی فرم را به میزان ۹۹/۹٪ دارند (۷). تالابهای ساخته شده با جریان زیرسطحی به مدت بیش از ۳۰ سال است که برای تصفیه فاضلاب استفاده می شود (۸). استفاده از تالابهای طبیعی در کشور ما، بخصوص در استان مازندران، گلستان و گیلان برای مصارف غیر تصفیه فاضلاب، قدمتی دیرینه دارد. آب بندان ها، از جمله تالاب های مصنوعی هستند (با کارکرد یک تالاب طبیعی)، که عمدتا به منظور ذخیره آب برای مقاصد کشاورزی ساخته شده اند ولی بیشتر آنها بسیاری از کارکردهای طبیعی یک تالاب، از جمله تصفیه آب را دارا می باشند. Montreuil و همکاران نشان دادند که میزان غلظت N – No3 در مکانهایی از تالاب که که بعنوان دشتهای کشاورزی استفاده میشوند تا ۳۰٪ کاهش یافته است (۹)، همچنین تحقیق Sigua و همکاران مبین نقش مهم تالاب در غنی شدن خاک علاوه بر تصفیه فاضلاب می باشد (۱۰).

بیش از ۶۵۰ تالاب، همراه با اکوسیستم گیاهی قوی در مازندران وجود دارد (۵). با توجه به تعداد نسبتاً چشمگیر تالابها و عدم انجام مطالعه ای در زمینه توان تصفیه آنها در این منطقه، به منظور مدیریت کارآمدتر اکوسیستم هایی از این دست، این مطالعه به منظور بررسی تصفیه طبیعی فاضلاب های خانگی توسط آب بندان مرزون آباد، بابل که از نظر وسعت، تنوع زیستی و منطقه جغرافیایی با اهمیت می باشد، انجام شد.

مواد و روشها

در این مطالعه تحلیلی، ۱۲ نمونه آب که از محل های ورودی و خروجی آب بندان، در دو فصل کم باران (تیر و مرداد) و پر باران (آذر و اسفند) با حفظ شرایط استاندارد برداشت شد (۱۱)، تعداد و نوع باکتریها و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی از جمله کدورت، نیترات، آمونیاک، فسفات، BOD, COD, EC, PH مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین درجه حرارت تالاب در زمان نمونه برداری ثبت گردید.

برای آزمایشات میکروبی، نمونه آب گرفته شده به روش استاندارد در ظروف درب سمباده ای استریل (۱۲) به آزمایشگاه میکروبشناسی دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی بابل ارسال گردید. از آنجایی که کلیفرم ها شاخص آلودگی در آبها هستند، از روش (Multiple Tube Fermentation, MTF) (۱۳)، به روش تخمیر ۹ لوله ای، برای محاسبه کمی و از تست های IMVIC و اوره نیز برای مشخص کردن نوع باکتری استفاده گردید (۱۴و۱۳). آزمایش در سه مرحله متوالی احتمالی، تائیدی و تکمیلی به ترتیب با استفاده از محیط های لاکتوز براث (Lactose broth = lb)، بریلیانت گرین لاکتوزبایل براث (Briliant Green Lactose Broth, BGLB) و Eosin Metilen Blue agar, EMB آگار انجام شد. نمونه های مثبت در مرحله اول، با استفاده از جدول استاندارد Most Propable Number, MPN، از نظر کمی نیز محاسبه شدند (۱۴و۱۳و۱۱).

برای آزمایشات شیمیایی، نمونه آب گرفته شده به روش استاندارد (۱۱)، به آزمایشگاه اداره آب و فاضلاب شهرستان قائمشهر ارسال گردید. کدورت به روش توربیدیمتری و توسط دستگاه کدورت سنج HACH، BOD_5 به روش trc BOD و توسط دستگاه BOD متر شرکت HACH، COD به روش اکسیداسیون پرمنگنات پتاسیم با استفاده از کیت شرکت HACH انجام و توسط اسپکتروفتومتر DR2100 سنجش شد. برای اندازه گیری غلظت نیترات، فسفات و آمونیاک از روش نسلر (۱۵) و سپس خواندن میزان جذب در طول موج های ۵۰۰، ۸۹۰ و ۴۲۵ توسط اسپکتروفتومتر DR2100 شرکت HACH انجام گردید. همچنین جهت اندازه گیری EC و PH نیز از دستگاه PH متر و EC متر شرکت HACH استفاده گردید. داده ها با استفاده از آزمون آماری Pair T-test تجزیه تحلیل و $p<۰/۰۵$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

درجه حرارت تالاب در فصل کم باران ۲۵ درجه سانتیگراد و در فصل پرباران بین ۱۶/۵–۱۲/۵ درجه سانتیگراد در هر نوبت برداشت نمونه متغیر بوده است. میانگین مقادیر بدست آمده از BOD_5=۱۷/۴±۵/۳، =۲۷/۴±۷/۵ COD، کدورت = ۳۱۷±۲۸۴ در ورودیها و BOD5=۱۰/۴±۲/۳، COD =۱۶/۳±۴/۴۵، کدورت =۸/۷±۸ در خروجیها بود. اختلاف آماری معنی داری بین میانگین ورودیها و خروجیها (به ترتیب p=۰/۰۲۷، p=۰/۰۲۸ و p=۰/۰۲۸) مشاهده شد. همچنین کاهش قابل توجهی بین ورودی ها و خروجی ها در مقدار پارامترهای کدورت، نیترات، آمونیاک، فسفات، EC و PH بدون وجود ارتباطی معنی دار مشاهده گردید (جدول ۱). بطورکلی (در هر دو فصل) تعداد باکتریها در نمونه های بدست آمده از قسمت ورودی تالاب بیش از $۱۰^{۵}$/۱۰۰ml بوده است، اما این تعداد در قسمت خروجی های تالاب از حداقل ۱۵/۱۰۰ml تا حداکثر ۱۱۰۰/۱۰۰ml بوده است. عموماً باکتریهای جدا شده از این تالاب از خانواده انتروباکتریاسه بودند. انواع باکتریهای جدا شده از این تالاب شامل اشرشیاکلی، انتروباکتر، سیتروباکتر، هافنیا، کلبسیلا، لمینورلا و سودوموناس می باشند.

جدول ۱. مقایسه متغیرهای مورد بررسی در ورودی با خروجی تالاب مرزون آباد

پارامتر شیمیایی	میانگین±انحراف معیار خروجی	میانگین±انحراف معیار ورودی	pvalue
COD(mg/l)	۱۶/۳±۴/۵	۲۷/۴±۷/۵	۰/۰۲۸
BOD_5(mg/l)	۱۰/۴±۲/۳	۱۷/۴±۵/۳	۰/۰۲۷
EC (µs/cm)*	۶۳۴±۸۵	۶۴۰±۲۱۲	۰/۹۵
pH	۷/۹±۰/۴۵	۸/۲±۰/۴۴	۰/۳
کدورت (NTU)*	۸/۷±۸	۳۱۷±۲۸۴	۰/۰۲۸
نیترات (mg/l)	۲/۹±۲/۷	۱۱/۲±۱۹/۱	۰/۱۷
آمونیاک (mg/l)	۰/۲۷±۰/۱۵	۰/۹±۱	۰/۱۷
فسفات (mg/l)	۰/۵±۱	۰/۶۱±۱	۰/۰۶

*NTU: Nephlometry Turbidity Unit

*µs/cm:microsimence/cm

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.22.4]

بحث و نتیجه گیری

در این مقاله میزان BOD_5، COD و کدورت در خروجی ها کاهش معنی داری نسبت به ورودی ها داشت. از طرف دیگر در این تالاب pH در فصول مختلف سال، در حدود استاندارد (۸/۵–۶/۵) ثابت بوده است که در رشد گیاهان نقش بسزایی دارد. اما در میزان EC ورودی و خروجی این تالاب کاهش چشمگیری مشاهده نگردید.

در مطالعه El-Khateeb که از وتلند بعنوان تصفیه نهایی سیستمهای بی هوازی تصفیه فاضلاب استفاده شد. نقش وتلند در کاهش میزان BOD,COD، کلیفرمهای مدفوعی، سالمونلا، لیستریا مونوسیتوژنز موثر اعلام شد (۱۵). مطالعه ای که Coulibaly و همکاران، بر روی تصفیه فاضلاب خانگی انجام داد، میزان کاهش COD را ۶۸٪ اعلام نمود (۱۶). در این مطالعه میزان حذف COD برابر ۵۹/۵٪ بود. Wang در تصفیه فاضلاب شهری (۲۴٪ در کاهش COD) و De Feo در تصفیه شیرابه های محل دفن زباله های شهری نیز بیشترین کاهش را در میزان COD مشاهده کردند (۱۸و۱۷). در بررسی تصفیه فاضلاب یک کارخانه شیر، کاهش ۸۵/۵٪ تا ۹۳/۸٪ را برای COD و BOD مشاهده شد (۱۹)، Kantawanichkul و همکاران نیز کاهش ۹۷٪ از میزان BOD و COD پس از تصفیه فاضلاب یک کارخانه تولید خمیر ماهی را گزارش کردند (۲۰). Bulc در بررسی توان تصفیه پسابهای خروجی از یک کارخانه نساجی، کاهش COD و BOD را به میزان ۸۴٪ و ۶۶٪ بدست آورده است (۲۱). میزان کاهش COD و BOD در این مطالعه به ترتیب برابر ۵۹/۵٪ و ۵۹/۸٪ بود. احتمالا علت اختلاف در میزان حذف غلظت کم BOD و COD در فاضلاب ورودی به تالاب می باشد. زیرا هرچه غلظت آلاینده کمتر باشد، حذف آن مشکلتر خواهد بود.

تخلیه فاضلاب به درون آب، بهمراه خود مقدار زیادی مواد مغذی مانند ترکیبات ازته و فسفاته را نیز وارد تالاب می کند (۲۲). این ترکیبات در بدن تمام موجودات زنده و آبها یافت می شوند. بنظر می رسد بالا بودن غلظت فسفات در ورودی تالاب در این مطالعه به دلیل بالا بودن pH ($pH > 8$) تالاب که منجر به محلول شدن فسفاتها (۲۳) گردیده، کاهش DO (۲۲) و همچنین استفاده کشاورزان منطقه از کودهای فسفاته، بوده باشد. اما کاهش آن در خروجی تالاب را می توان به دلایلی دیگر مانند، رسوب در طی تالاب، استفاده گیاهان غوطه ور و باکتریها از آن و کاهش pH آب نسبت داد. برخی از باکتری ها و قارچها طی فرآیندهای متوالی هوازی و بیهوازی در سطح رسوبات، اطراف ریشه ها و ریزومهای گیاهان آبزی در تبدیل ترکیبات نیتراته به ازت و کاهش غلظت نیتراتها نقش بسزایی ایفا می کنند (۲۳). وجود سطح قابل توجهی از گیاهان آبزی شناور و غوطه ور، همچنین گیاهان بن در آب (نی معمولی وتیفا) در تالاب مرزون آباد، می تواند توانایی آن را در کاهش این ترکیبات توجیه نماید.

در تأیید مشاهدات فوق، تحقیق Coulibaly که در خصوص مقایسه پارامترهای بیوشیمیایی در دو پوشش گیاهی متفاوت بوده ، راندمان حذف NH_4^+ و PO_4^{-3}، در پوشش گیاهی بیشتر، به ترتیب ۶۹٪ و ۶۷٪ اما در پوشش گیاهی کمتر به ترتیب ۱۵٪ و ۵۶٪ گزارش شده است (۱۶). همچنین موثر بودن استفاده از تالاب در کاهش نیتروژن و فسفر، طی مطالعات Harrington و همکاران در فاضلاب یک خوک داری و De Feo و همکاران در فاضلاب شهری مشاهده گردیده است (۲۴و۱۸). علاوه بر آن در مطالعه Wang و همکاران نیز میزان TN و TP به ترتیب ۵۸/۵٪ و ۲۴/۸٪ کاهش داشته است (۱۷). در مطالعات Kantawanichkul و همکاران و Bulc و همکاران نیز کاهش قابل توجه در میزان این پارامترها مشاهده گردید (۲۱و۲۰).

Sartaj و همکارانش نیز طی مطالعه ای در تالاب انزلی موثر بودن آن را در کاهش آلاینده های فیزیکی و شیمیایی، مشاهده نموده اند (۱). همچنین Rahmani sani و همکاران نیز نشان دادند که درصد متوسط بازده حذف TP و BOD_5 از فاضلاب شهری توسط نیزارهای مصنوعی در جریان ناپیوسته ۹۷٪ بوده است (۲۵). در تحقیق دیگری که توسط Saeed برروی تصفیه فاضلاب مصنوعی توسط وتلند انجام شد، مشاهده نمود که تالاب در حذف نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن کل، فسفر کل وBOD موثر بوده است (NH_4-N, 99.6%، TN, 97.8% ،TP, 60.3% وBOD_5, 71.3%) (۲۶). تالابها نقش بسیار مهمی در از بین بردن باکتریهای بیماریزا از آبهای سطحی ایفا می کنند. تالاب مورد مطالعه ما نیز توانایی تصفیه باکتریها و کاهش تعداد آنها را داشته است.

Raychaudhuri و همکاران طی مطالعه ای، در یکی از تالابهای شهر کلکته، کشور هند مشاهده نمودند که جلبکها با بالا بردن pH و DO و با وجود نور شدید آفتاب در این منطقه می توانند ۱۰۰٪ از باکتریهایی مانند اشرشیاکلی (E.coli) و اکثر باکتریهای بیماریزا را از بین ببرند (۲۷). همچنین Reinoso طی بررسی توان یک تالاب طبیعی در شمال غربی اسپانیا، مشاهده نمود که باکتری های کلی فرم، E.coli، استرپتوکوک مدفوعی و کلستریدیوم به ترتیب به میزان ۸۴٪، ۹۶٪، ۸۹٪ و ۷۸٪ توسط این تالاب حذف گردیده اند (۲۸). با توجه به مطالعات فوق که نتایج آنها مشابه تحقیق حاضر در تایید نقش تالابها (طبیعی یا مصنوعی) به عنوان پالاینده مواد شیمیایی و باکتریایی می باشند، پیشنهاد می شود، از این الگو برای ایجاد تالابهای مصنوعی استفاده گردد و به عنوان راه حلی جهت تصفیه فاضلاب در اجتماعات کوچک (روستاها)، بهره گرفته شود. همچنین، به منظور شناخت بیشتر توانایی تالاب مذکور در تصفیه و پالایش آب، می توان مطالعات دیگری مانند آنالیز شیمیایی و بیولوژیک رسوبات تالاب را نیز انجام داد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از حمایت مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل و از آقایان دکتر آرام تیرگر، مهندس امین علی نژاد و مهندس عبدالله رستگار نژاد و خانم مهندس هاجر طبری نیا به دلیل همکاری در انجام تحقیق تشکر و قدردانی می گردد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.22.4]

Survey of Natural Treatment of Domestic Wastewater by Marzon Abad Wetland in Babol, Iran

H.A. Asgharnia (MSc)[1×], F. Sadighian (BSc)[2] , F. Jafarzadeh (MSc)[3], Z. Shahandeh (MSc)[2], Z. Yousefi (PhD)[4], A.I. Amouei (PhD)[1], M. Haji Ahmadi (MSc)[5]

1. Department of Environmental Health, Faculty of Paramedical Sciences, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
2. Department of Laboratory Sciences, Faculty of Paramedical Sciences, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
3. Islamic Azad University of Tehran, Science & Research Branch, Tehran, Iran
4. Department of Environmental Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
5. Department of Social Medicine, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

J Babol Univ Med Sci; 14 (Suppl 1); Winter 2012; pp: 71-76

Received: Jan 29th 2011, Revised: Apr 30th 2011, Accepted: Sep 7th 2011.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Increasing of world population growth causes increasing of water consumption and wastewater production. As well as wastewater discharging to surface and underground waters results to quality decreasing of these resources. One of the most suitable methods for removing contaminants from natural water is the use of wetland structures. The aim of this study was to assess the ability of domestic wastewater treatment by Marzon Abad wetland, Babol, Iran.

METHODS: In this analytical study, 12 water samples were taken from influent and effluent locations in two seasons of high and low rainfall. The samples were studied for the type and the number of bacteria, physical and chemical parameters such as temperature, turbidity, $NO3^{-1}$, NH3, $PO4^{-3}$, PH, EC (Electrical Conductivity), COD (Chemical Oxygen Demand) and BOD (Biochemical Oxygen).

FINDINGS: Mean value obtained from wetland influent included BOD5=17.4±5.3, COD=27.4±7.5 and turbidity=317±284, and mean value obtained from wetland effluent included BOD5=10.4±2.3, COD=16.3±4.45 and turbidity=8.7±8. Significant difference between average influents and effluents were observed in the above mentioned parameters (p = 0.027, 0.028 and 0.028, respectively).

CONCLUSION: The results of this study showed that Marzon Abad wetland has ability to purify domestic wastewater.

KEY WORDS: *Treatment, Domestic wastewater, Wetland, Marzon Abad.*

×**Corresponding Author;**
Address: Department of Environment Health, Faculty of Paramedical Sciences, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
Tel: +98 111 2234274
E-mail: eha_amin2@yahoo.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.22.4]

References

1.Sartaj M, Fathollahi Dehkordi F, Filizadeh Y. Survey of pollutant sources, self purification ability, and operation of Wetland in reducing and eliminating industrial, agricultural, and municipal pollutants. National Congress of Civil Engineering, Iran 2004. [in Persian]

2.Von Sperling M. Comparison among the most frequently used systems for wastewater treatment in developing countries. Water Sci Technol 1996;33(3):59-72.

3. Majnoonian H. Wetlands. 1st ed. Tehran: Dayere Sabz Co 1998; p: 7. [in Persian]

4.Vymazal J. Constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. Water Sci Technol 2001;44(11-12):369-74.

5.Gersbeg RM, Elkins BV, Goldman CR. Wastewater treatment by artificial wetland. Water Sci Technol 1984;17(4-5):443-50.

6.Jeng H, Hong YJ. Assessment of a natural wetland for use in wastewater remediation. Environ Monit Assess 2005; 111(1-3):113-31.

7.Molleda P, Blanco I, Ansola G, de Luis E. Removal of wastewater pathogen indicators in a constructed wetland in Leon, Spain. Ecol Eng 2008;33(3-4):252-7.

8.Vymazal J. The use constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater. Ecol Eng 2009;35(1):1-17.

9.Montreuil O, Merot P. Nitrogen removal in valley bottom wetlands: assessment in head water catchments distributed throughout a large basin. J Environ Oual 2006;35(6):2113-22.

10.Sigua GC, Kang WJ, Coleman SW. Soil profile distribution of phosphorus and other nutrients following wetland conversion to beef cattle pasture. J Environ Qual 2006;35(6):2374-82.

11.Eaton AD, Rice EW, Clesceri LS, Greenberg AE. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington DC: APHA Co 2005; pp: 9-54.

12.Nasehinia H, Khaleghizadeh Gh. Microbiological examination of water and wastewater. 1st ed. Tehran: Dibagaran Co 2007; p: 199. [in Persian]

13.Gholikandi Badalians G. Applied microbiology of water and wastewater. 3rd ed. Tehran: Abij Co 2006; pp: 217-21.

14.Emtiazi G, Etemadifar Z. Do you mean Microbiological examination of water and wastewater. 1st ed. Tehran: Mani Co 1996; pp: 47. [in Persian]

15.El-Khateeb MA, Al-Herrawy AZ, Kamel MM, El-Gohary FA. Use of wetlands as post-treatment of anaerobically treated effluent. Desalination 2009;245(1-3):50-9.

16.Coulibaly L, Kouakou J, Savane I, Gourene G. Domestic wastewater treatment with a vertical completely drained pilot scale constructed wetland planted with Amaranthus hybridus. Afr J Biotechnol 2008;7(15):2656-64.

17.Wang X, Bai X, Qiu J, Wang B. Municipal wastewater treatment with pond-constructed wetland system: a case study. Water Sci Technol 2005;51(12):325-9.

18.De Feo G, Lofrano G, Belgiorno V. Treatment of high strength wastewater with vertical flow constructed wetland filters. Water Sci Technol 2005;51(10):139-46.

19.Tandon S, Inarkar M, Kumar R. Wetland treatment (HSSP) of wastewater from a milk-processing unit using Bambusa vulgaris, Typha latifolia and Cyperus rotundus. J Environ Sci Eng 2010;52(1):23-6.

20.Kantawanichkul S, Karnchanawong S, Jing SR. Treatment of Fermented fish production wastewater by constructed wetland system in Thailand. Chiang Mai J Sci 2009;36 (1):149-57.

21.Bulc TG, Qjstrsek A. The use of constructed wetland for dye-rich textile wastewater treatment. J Hazard Mater 2008;155(1-2):76-82.

22.Abbaspour M. Environmental engineering. 1st ed. Tehran: Azad University Co 2005; pp: 255, 270, 272. [in Persian]

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.22.4]

23. Bronmark C, Hansson LA. The biology of lake and ponds. Translated by: Hoseini N. 1st ed. Tehran: Naghshe Mehr Co 2005; pp: 52, 55, 58. [in Persian]

24.Harrington C, Scholz M. Assessment of pre-digested piggery wastewater treatment operations with surface flow integrated constructed wetland systems. Bioresour Technol 2010;101(18):6950-60.

25.Rahmani Sani A, Mehrdadi N, Azimi AA, Torabian A. Performance of the subsurface flow wetland in batch flow for municipal wastewater treatment. J Water Wastewater 2009;2:32-40. [in Persian]

26.Saeed T, Sun G. A comparative study on the removal of nutrients and organic matter in wetland reactors employing organic media. Chem Eng J 2011;171(2):439-47.

27.Raychaudhuri S, Mishra M, Nandy P, Thakur A. Waste management: a case study of ongoing traditional practices at Calcutta wetland. Am J Agri Biol Sci 2008;3(1):315-20.

28.Reinoso R, Torres LA, Bécares E. Efficiency of natural systems for removal of bacteria and pathogenic parasites from wastewater. Sci Total Environ 2008;395(2-3):80-6.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.22.4]