

ارزیابی حذف نیترات و فسفات از فاضلاب شهری با استفاده از گیاهان آبی نی و لویی

محسن صالحزاده^۱ و حسین رضایی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه
^۲ دانشیار دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه

(دریافت: ۹۴/۱۱/۲۱، پذیرش: ۹۵/۷/۱۷، نشر آنلاین: ۹۵/۷/۱۸)

چکیده

پساب به دلیل داشتن عناصر مغذی مانند نیتروژن و فسفر، پس از تخلیه به آب‌ها باعث رشد سریع انواع جلبک‌ها می‌شود. از این رو نیاز است تا قبل از تخلیه پساب به منابع آبی، مقدار فسفر و نیتروژن آن تا حد امکان کاهش یابد. یکی از روش‌های مؤثر برای پالایش آب‌های آلوده به نیتروژن و فسفر، استفاده از گیاهان آبی است. این تحقیق به منظور بررسی راندمان استفاده از گیاهان نی و لویی در کانال با جریان زیرسطحی جهت حذف نیتروژن و فسفر از فاضلاب شهری می‌باشد. برای انجام این مطالعه، کانال‌هایی به طول ۳ متر و عرض ۰/۱۵ متر در شرایط آب و هوای آزاد نصب شده است. این پایلوت‌ها با سنگریزه‌هایی به قطر ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر با ضریب تخلخل ۵۰ درصد تا ارتفاع ۰/۰۷ متر کانال پر شده است، سپس گیاهان مذکور در کانال‌ها کشت شده و نمونه فاضلاب تهیه شده از فاضلاب دانشگاه ارومیه با دبی ثابت ۳۰ ml/min به صورت جریان زیرسطحی از کانال‌ها عبور داده شده است. پساب وارد مخزن خروجی می‌شود. هر هفته ۱ بار به مدت ۶ هفته از پساب خروجی نمونه گرفته و عوامل DO، PH، نیترات (NO-3-N) و فسفات (PO4-3-P) فاضلاب ورودی و خروجی اندازه‌گیری گردیده است. متوسط افزایش DO و PH برای کانال‌های نی و لویی به ترتیب ۲۰۴، ۲۰۵ و ۹/۱ درصد محاسبه گردیده و مقدار نیترات و فسفات نیز به ترتیب در حدود ۸۱/۴۳، ۹۲/۶۶ و ۸۳/۶۶، ۷۴/۲۶ درصد کاهش یافته است.

واژگان کلیدی: نیترات، فسفات، نی، لویی، کانال، فاضلاب.

۱- مقدمه

میکروارگانیزم‌ها را به دنبال دارد. با مرگ این موجودات تقاضای اکسیژن برای تجزیه آن‌ها افزایش می‌یابد. در این شرایط محیط هوازنی به بی‌هوازی تبدیل شده و همه این فرآیندها سبب پدیده غنی شدن آب‌ها می‌شود. علاوه بر بروز مشکلات ناشی از این پدیده برای محیط زیست، بهای خالص‌سازی این آب‌ها نیز امری هزینه بر و نامطلوب است (Alonso و Camargo، ۲۰۰۶). همچنین نوشیدن آب‌های آلوده به نیترات، سبب گسترش بیماری متهمو گلو بینمیا در کودکان و سرطان‌های گوارشی در بزرگسالان می‌گردد (Lin و همکاران، ۲۰۰۲). از این رو کاهش فسفر و نیتروژن قبل از تخلیه پساب به منابع آبی باید انجام گردد. امروزه طیف گسترده‌ای از سیستم‌های تصفیه فاضلاب وجود دارد که اغلب دارای محدودیت‌هایی از قبیل هزینه و مصرف انرژی بالایی بوده و نیاز به نگهداری و بهره‌برداری پیچیده‌ای می‌باشد ولی در عین حال کارایی بالایی دارند (Sperling، ۱۹۹۶). تالاب‌ها یکی از روش‌های تصفیه طبیعی فاضلاب شهری و صنعتی محسوب می‌شود. تالاب با در نظر گرفتن هزینه‌های اولیه پایین جهت احداث، بهره‌برداری و نگهداری بسیار ساده به عنوان

با رشد روزافزون جمعیت و پیشرفت و گسترش صنایع، مصرف آب و به دنبال آن تولید فاضلاب به طور چشم‌گیری افزایش یافته است. تخلیه فاضلاب به محیط زیست سبب تخریب بیولوژیکی و اکولوژیکی محیط، آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی و بروز بیماری‌های حاد و مزمن می‌گردد (Hosseni و Godssian، ۲۰۱۱).

نیتروژن و فسفر از عناصر ضروری برای گیاهان و موجودات زنده محسوب می‌شوند، با این وجود ورود فسفر و نیتروژن از زمین‌های کشاورزی و پساب‌های شهری و صنعتی کاملاً تصفیه نشده به آب‌ها می‌تواند از مهم‌ترین منابع تهدید کننده کیفیت آب باشد (Chang و همکاران، ۲۰۰۹).

مطالعات نشان داده است مقادیر کم نیتروژن در حدود ۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر و فسفر در حدود ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر در آب-های آرام، مانند جویبارها و دریاچه‌ها، باعث رشد سریع انواع جلبک‌ها شده و رشد آن‌ها سبب کاهش غلظت اکسیژن محلول و نفوذ نور به زیر آب می‌شود که نابودی ماهی‌ها و

* نویسنده مسئول؛ شماره تماس: ۰۹۱۴۲۸۲۷۹۴۹

نی (*Phragmites australis*) می‌تواند به‌طور مؤثری مواد مغذی را جذب نماید. این گیاه دارای توده بیومس بزرگی در دو ناحیه بالایی (برگ‌ها) و زیرین (ساقه و ریشه زیر زمین) می‌باشد که به عنوان سطح سوبسترا محسوب می‌شوند. بافت‌های زیرسطحی گیاه، به طریق افقی و عمودی رشد می‌کنند و یک ماتریکس گسترده‌ای را ایجاد می‌نمایند که ذرات خاک را به هم متصل کرده و سطوح گسترده‌ای را برای جذب نوترینت‌ها (نیتروژن و فسفر) و یون‌ها فراهم می‌سازند. لوله‌های خالی در بافت‌های گیاهی قادر می‌سازد تا گیاه اکسیژن را از برگ‌ها به ناحیه ریشه و اطراف خاک منتقل سازد این کار باعث می‌شود فرآیند تجزیه هوزای فعال میکروبی و جذب آلاینده‌ها در سیستم آب اتفاق بیفتد (Kadlec و Robert، ۱۹۹۶). پراکندگی این گیاه جهانی و PH بهینه برای آن بین ۶-۸/۵ می‌باشد. دمای مطلوب برای رشد حداکثر گیاه نی بین ۲۰-۳۰ درجه سانتیگراد است و در دمای کمتر از صفر درجه فعالیت چندانی ندارد.

گیاه آبی لویی^۴ جزو درختچه‌های آب‌دوست است که ریشه‌های آن در بستر و اندام هوایی آن خارج از آب قرار دارد این گیاه چندساله و معمولاً در آب‌های راکد، کنار نهرها و مزارع برنج می‌روید (Hunter و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین تحمل به شوری این گیاه متوسط و PH بهینه برای آن بین ۴-۱۰ است، به دست آمده و دمای مطلوب برای گیاه لویی بین ۱۰-۳۰ و برای رویش دانه ۱۲-۲۴ درجه سانتیگراد می‌باشد. این گیاه از طریق توسعه ریزم به سرعت رشد می‌کند (Mofaezi، ۲۰۰۹). گیاه لویی به دلیل دارابودن سیستم بافت خاص گیاهی، توانایی جذب، ذخیره و حذف مواد غذایی را به صورت یک بار در سال حتی در صورت حذف قسمت هوایی دارد. ریشه‌های گیاه لویی نقش یک فیلتر بیولوژیکی را برای حذف انواع مواد آلی ایفا می‌کنند (Werker و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به آلودگی برخی از پساب‌ها به عناصر نیتروژن و فسفر و تخلیه آن‌ها به زمین‌های کشاورزی و آب‌های جاری و تأثیر نامطلوب این عناصر در غنی شدن آب‌های سطحی و سلامتی بشر، این پژوهش با هدف بررسی اثر گیاهان آبی نی و لویی بر حذف عناصر نیتروژن و فسفر از پساب شهر ارومیه انجام شده است.

۲- مواد و روش‌ها

هدف از این تحقیق، بررسی عملکرد گیاهان نی و لویی در تالاب‌های زیرسطحی (مشابه شکل (۱)) در حذف عوامل نیترات، فسفات و افزایش اکسیژن محلول در آب (DO) و PH می‌باشد. پساب مورد نیاز طرح در چند مرحله از تصفیه‌خانه دانشگاه ارومیه به صورت خام جمع‌آوری شد. این تصفیه‌خانه با فرآیند لاگونی

روش اقتصادی و مقرون به صرفه مطرح می‌باشد و در رفع آلودگی‌های زیست‌محیطی اثر مطلوبی داشته است (Reed و همکاران، ۱۹۹۶). تالاب عبارت است از زمینی که سطح آب در آن به اندازه‌ای است که خاک را از آب اشباع و شرایط لازم برای رشد گیاه را فراهم می‌آورد (Crites و همکاران، ۲۰۱۰). در کشورهای توسعه یافته برای تصفیه فاضلاب خانگی، رواناب‌های کشاورزی، فاضلاب صنایع، شیرابه محل دفع زباله، سیلاب و رواناب شهری، تصفیه پیشرفته پساب، احیای دریاچه‌های اتوتروفیک و تصفیه آب‌های آلوده به مواد مغذی نظیر نیترات و فسفات از تالاب‌های مصنوعی استفاده می‌شود (Moore و همکاران، ۲۰۰۰).

مدت مدیدی است که انسان‌ها از تالاب برای کنترل آلودگی استفاده می‌کنند (Mitsch و Jrgensen، ۲۰۰۴). به طور کلی تالاب‌ها به دو گروه طبیعی و مصنوعی طبقه‌بندی می‌شوند. تالاب‌های مصنوعی دو نوع هستند. تالاب‌های مصنوعی با جریان زیرسطحی^۱ که جریان مایع در زیر سطح گراول یا ماسه برقرار می‌باشد تالاب‌های مصنوعی با جریان سطحی^۲ که مایع با فاضلاب در تماس با هوا است و از خاک یا محیط مناسب دیگر برای رشد گیاهان برآمده از آب استفاده می‌شود (Reed و همکاران، ۱۹۸۰). در تالاب‌های مصنوعی فرایندهای تصفیه بیشتر تحت شرایط کنترل شده نسبت به تالاب‌های طبیعی انجام می‌شود (Knight و Kadlec، ۱۹۹۶). تالاب از شن، ماسه و خاک با دانه‌بندی مناسب پر می‌گردد. این بستر سطح مناسبی را برای رشد میکروب‌ها ایجاد می‌کند و در اصل دارای خاک‌های معدنی می‌باشد (Mitsch و Jrgensen، ۱۹۸۹).

سیستم تالاب می‌تواند BOD، جامدات معلق، نیتروژن، فسفر و همچنین فلزات، عناصر کمیاب و پاتوژن‌ها را حذف کند. تالاب‌ها دارای فعالیت‌های بیولوژیکی بالایی هستند؛ چرا که گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در ترکیب خاک وجود دارد. این گونه‌ها می‌توانند موجب تصفیه فاضلاب و بهبود کیفیت پساب گردند (Kadlec و Brix، ۱۹۹۴). گزارشات نشان دادند کارایی دفع آلاینده‌ها ممکن است به صورت تابعی از هیدرولوژی وتلند^۳، نوع پوشش گیاهی و میزان غلظت آلاینده‌ها تغییر نمایند (Rivas و همکاران، ۲۰۱۳).

استفاده از درختچه‌های آبی مانند نی و لویی برای تصفیه فاضلاب‌های مختلف تحت شرایط گوناگون در تعداد زیادی از کشورها از جمله مصر تایلند و ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است (Tang و همکاران، ۲۰۰۹). پژوهش‌ها نشان داده تأثیر تالاب‌های مصنوعی نی و لویی در حذف نیتروژن بین ۹۸-۲۰ درصد و در حذف فسفر بین ۹۴-۱۸ درصد است (Vymazal، ۲۰۰۷). گیاه

4. *Typha latifolia*

1. Subsurface flow
2. Free water surface
3. Wetland

مجدداً به مخازن تغذیه باز گردانده می‌شود. نمونه‌برداری از کانال‌ها ۱۰ روز پس از زمان شروع به کار سیستم انجام می‌گردد. بعد از رشد گیاه نمونه‌برداری از نیمه اول آبان ماه تا نیمه دوم آذر ماه سال ۱۳۹۲ هر هفته یک بار از خروجی کانال‌ها گرفته شد. در مجموع ۴۲ نمونه تهیه گردید که این تعداد نمونه با توجه به مطالعه‌های مشابه انتخاب شد (Yousefi و همکاران، ۲۰۰۱). پس از انجام آزمایش‌های مختلف نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل گردید. جهت مقایسه میانگین تغییر پارامترها بین کانال‌های مربوط به گیاهان نی و لویی با کانال شاهد (فاقد گیاه) نیز از آزمون چند متغییره دانکن استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

در طول مطالعه عوامل نیتрат (N-NO_3)، فسفات (P-PO_4^3)، اکسیژن محلول (DO) و PH ورودی و خروجی مربوط به کانال‌های کشت شده گیاهان نی و لویی اندازه‌گیری شد و در جدول (۱) و (۲) میانگین و انحراف معیار پارامترهای ورودی و خروجی کانال‌ها ارائه گردیده است.

۳-۱- کارایی سیستم کانال‌های حاوی گیاه نی با جریان

زیرسطحی در حذف نیترات

تغییرات نیترات در کانال‌های مورد آزمایش در شکل (۲) ارائه گردید. در طول دوره آزمایش مقدار نیترات مربوط به کانال‌های ۱، ۲، ۳ حاوی گیاه نی به ترتیب از ۸۳/۷ میلی‌گرم بر لیتر به ۱۷/۵، ۱۳/۴ و ۱۵/۶ میلی‌گرم بر لیتر پالایش یافته و در کانال‌های ۱، ۲، ۳ حاوی گیاه لویی به ترتیب از ۸۳/۷ میلی‌گرم بر لیتر به ۹، ۶/۲ و ۳/۱ میلی‌گرم بر لیتر کاهش پیدا کرده است.

کار می‌کند. در این آزمایش، پساب از کانال‌های کم‌عمق که با سنگریزه پر شدند و گیاهان نی و لویی در آن‌ها کشت شده عبور داده می‌شود. سنگ‌ریزه‌های مورد استفاده در این مطالعه به قطر تقریبی ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر و با ضریب تخلخل ۵۰ درصد می‌باشند. پساب به صورت جریان زیرسطحی عبور داده می‌شود، به طوری که جریان پساب در زیر سطح سنگریزه‌ها نگه‌داشته می‌شود. در طرح پایلوت ۷ کانال به صورت موازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. که در ۳ کانال به تعداد ۳۰ نهال ۲۰ روزه نی و در ۳ کانال دیگر لویی کشت گردید و یک کانال هم بدون گیاه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. علت این که برای گیاهان نی و لویی از ۳ کانال استفاده می‌شود، به دست آوردن داده‌های بیشتر در زمان محدود طرح و به عنوان تکرار می‌باشد.

مخازن پساب از جنس پلاستیک و با حجم تقریبی ۵۰ لیتر هستند. برای طراحی کانال از لوله‌های پی وی سی ۶ اینچ با طول ۳ متر و قطر ۰/۱۵ متر که به طور افقی به دو نیم تقسیم شده است، استفاده گردید. سنگریزه‌ها در ۲/۸ متر از طول، ۰/۱۵ متر از عرض و ۰/۰۷ متر از ارتفاع کانال‌ها قرار می‌گیرند.

کل تجهیزات سیستم شامل هفت کانال کم‌عمق، هفت مخزن تغذیه و جمع‌آوری پساب می‌باشد. این سیستم به صورت یک مدار بسته عمل می‌کند. برای این که در روزهای بارانی حجم پساب موجود در کانال‌ها افزایش نیابد از یک پوشش پلاستیکی استفاده شد. در این سیستم ۳۰ لیتر پساب برای تصفیه در هر کانال مورد استفاده قرار گرفت. پساب از مخزن تغذیه تحت جریان پایدار و با شدت جریان ثابت در حدود ۳۰ ml/min به صورت جریان زیرسطحی در کانال‌ها عبور داده می‌شود تا فرایند تصفیه با استفاده از گیاهان نی و لویی بر روی آن صورت گیرد. پساب عبوری از کانال‌ها در مخازن انتهایی جمع‌آوری شده و

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار پارامترهای ورودی و خروجی کانال‌های حاوی گیاه نی

پارامترها	فاضلاب ورودی	خروجی کانال (۱) گیاه نی	خروجی کانال (۲) گیاه نی	خروجی کانال (۳) گیاه نی	شاهد (فاقد گیاه)
NO3_N (mg/L)	۸۳/۷ ± ۰/۰۰	۲۹/۲۶ ± ۹/۲	۲۴/۹۶ ± ۹/۱۵	۲۶/۶۵ ± ۸/۶۳	۴۹/۹۵ ± ۸/۱
PO4-3_P(mg/L)	۱۴/۴ ± ۰/۰۰	۳/۵۲ ± ۰/۸۵	۳/۴۴ ± ۰/۷۱	۳/۳۹ ± ۰/۸۳	۸/۴۳ ± ۱/۵۳
DO (mg/L)	۱/۴۷ ± ۰/۰۰	۴/۳۹ ± ۱/۸۸	۴/۴۲ ± ۱/۸۲	۴/۶۲ ± ۱/۹۵	۵/۱۳ ± ۲/۱۵
PH	۷/۷۴ ± ۰/۰۰	۸/۶۱ ± ۰/۲	۸/۵۶ ± ۰/۲۳	۸/۶۲ ± ۰/۲۳	۸/۵۴ ± ۰/۲۳

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار پارامترهای ورودی و خروجی کانال‌های حاوی گیاه لویی

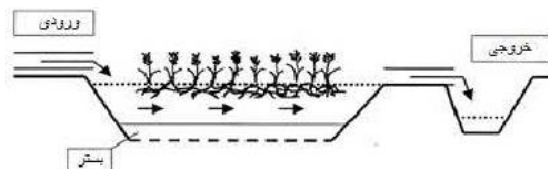
پارامترها	فاضلاب ورودی	خروجی کانال (۱) گیاه نی	خروجی کانال (۲) گیاه نی	خروجی کانال (۳) گیاه نی	شاهد (فاقد گیاه)
NO3_N (mg/L)	۸۳/۷ ± ۰/۰۰	۲۱/۶۱ ± ۱۰/۴۵	۱۹/۵۸ ± ۱۰/۹	۱۷/۰۶ ± ۱۱/۲۱	۴۹/۹۵ ± ۸/۱
PO4-3_P(mg/L)	۱۴/۴ ± ۰/۰۰	۵/۱۱ ± ۰/۹۶	۵/۰۱ ± ۱/۰۹	۴/۷۴ ± ۱/۰۲	۸/۴۳ ± ۱/۵۳
DO (mg/L)	۱/۴۷ ± ۰/۰۰	۴/۴۱ ± ۱/۸۷	۴/۵۶ ± ۱/۹۷	۴/۵۱ ± ۱/۹۷	۵/۱۳ ± ۲/۱۵
PH	۷/۷۴ ± ۰/۰۰	۸/۳۷ ± ۰/۱۸	۸/۴۲ ± ۰/۲۳	۸/۵۲ ± ۰/۲۵	۸/۵۴ ± ۰/۲۳

در کاهش دادن نیترات نسبت به گیاه نی را نشان می‌دهد که ممکن است به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی مربوط به گیاه لویی باشد.

شکل (۳) راندمان حذف نیترات توسط کانال‌های حاوی گیاه نی و لویی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین راندمان حذف مربوط به کانال ۳ حاوی گیاه لویی با ۹۶/۳ درصد، کمترین راندمان حذف مربوط به کانال ۱ حاوی گیاه نی با ۷۹ درصد و راندمان حذف نیترات توسط کانال شاهد ۵۱/۲ درصد بود.

نتایج نشان داده است که اثر گیاهان نی و لویی بر کاهش نیترات در پساب نسبت به تیمار بدون گیاه مشهودتر می‌باشد. همچنین تالاب‌های بدون گیاه در کاهش نیترات کارایی دارند. زیرا در پژوهشی دیگر نقش مؤثرتر فرآیندهای دنیتریفیکاسیون^۵ و نیتریفیکاسیون^۶ در برداشت نیتروژن نسبت به جذب گیاهی تأیید شده است (Zimmo و همکاران، ۲۰۰۴).

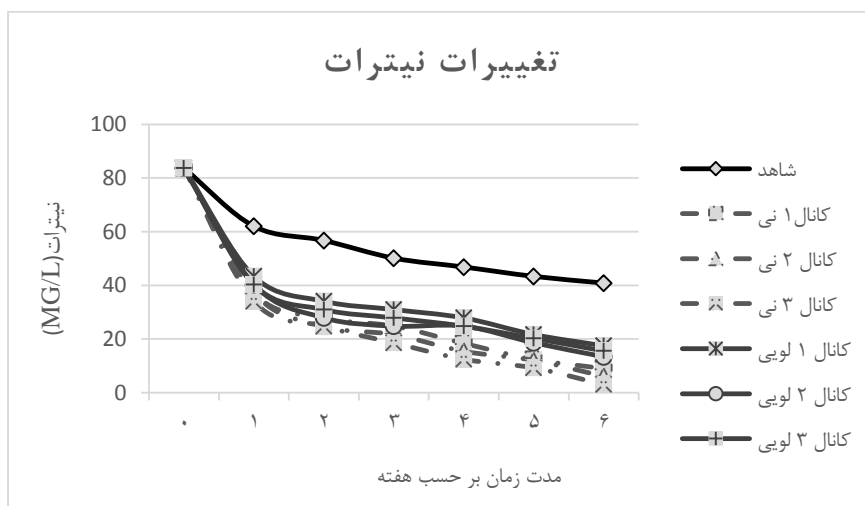
با این وجود نتایج کلی پژوهش تأثیر بیشتر تالاب‌های مصنوعی گیاهی در حذف مواد غذایی نسبت به تالاب‌های مصنوعی بدون گیاه را نشان داد این نتیجه مشابه نتایج سایر پژوهش‌ها بود (Hunter و همکاران، ۲۰۰۱). زیرا در تالاب‌های گیاهی علاوه بر حذف گیاهی مواد غذایی، ریشه‌های گیاهان یک زیستگاه مناسب برای فعالیت‌های میکروبی فراهم می‌کنند و سبب افزایش جمعیت‌های میکروبی در این تالاب‌ها نسبت به تالاب‌های بدون گیاه می‌شوند و از طرفی در حذف مواد غذایی در همه تالاب‌ها فرآیندهای میکروبی نقش اصلی دارند (Zimmo و همکاران، ۲۰۰۴).



شکل ۱- طرح شماتیک کانال‌های مورد بررسی

در کانال شاهد نیز کاهش نیترات از ۸۳/۷ میلی‌گرم بر لیتر به ۴۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده می‌شود. در واقع توانایی شاهد (کانال فاقد گیاه) در کاهش دادن نیترات در طول دوره آزمایش نسبت به کانال‌های حاوی گیاه نی و لویی به ترتیب در حدود ۳۰ و ۴۱/۴۶ درصد کمتر بوده است.

نتایج مربوط به شکل (۲) نشان می‌دهد که در منحنی‌های مربوط به همه کانال‌ها دو شیب تند و کند برای کاهش نیترات قابل استنباط است. شیب تند مربوط به هفته اول آزمایش می‌باشد که در آن درصد کاهش نیترات به ترتیب برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه لویی و کانال شاهد ۴۷/۶، ۵۱/۸، ۵۱/۸، ۵۵/۵، ۵۵/۵، ۵۹/۲ و ۲۵/۹ درصد و شیب کند مربوط به هفته دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم آزمایش است که درصد کاهش نیترات در این مدت به ترتیب برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه نی، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه لویی و کانال شاهد ۳۱/۴، ۳۲/۲، ۳۲/۲، ۳۳/۷، ۳۴/۱ و ۲۵/۳ درصد بود. تغییرات جزئی که در کاهش نیترات کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاهان نی و لویی به چشم می‌خورد به دلیل تغییرات مربوط به توسعه ریشه و تراکم گیاهی در کانال‌ها می‌باشد. همچنین شکل (۲) راندمان بیشتر گیاه لویی



شکل ۲- تغییرات نیترات در طول ۶ هفته آزمایش برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه نی، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه لویی و کانال شاهد (فاقد گیاه)

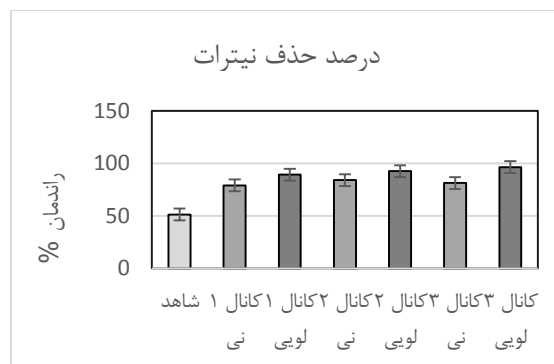
تبادل کاتیون خاکهایی با دانه‌های ریز اتفاق می‌افتد (Vymazal, 2005).

باید توجه داشت که در این سیستم از یک لایه ماسه برای بالا کشیدن آب به منطقه ریشه همراه با سنگریزه‌های ۱-۲ سانتی‌متری استفاده شده بود. از دلایل دیگر حذف بالای نیترات ممکن است زمان ماند در این سیستم باشد. چرا که زمان ماند در نظر گرفته شده برای سیستم، در محدوده زمانی مربوط به دوره رشد کامل گیاه زمان نسبتاً طولانی بود.

۳-۲- کارایی سیستم کانال‌های حاوی گیاه نی با جریان زیرسطحی در حذف فسفات

تغییرات فسفات در کانال‌های مورد آزمایش در شکل (۴) ارائه گردید. در طول دوره آزمایش مقدار فسفات مربوط به کانال‌های ۱، ۲، ۳ حاوی گیاه نی به ترتیب از ۱۴/۴ میلی‌گرم بر لیتر به ۲/۳۵، ۲/۴۹ و ۲/۲ میلی‌گرم بر لیتر پالایش یافته و در کانال‌های ۱، ۲، ۳ حاوی گیاه لویی به ترتیب از ۱۴/۴ میلی‌گرم بر لیتر به ۳/۱۹، ۳/۶۷ و ۳/۵۳ میلی‌گرم بر لیتر کاهش پیدا کرده است. در کانال شاهد نیز کاهش فسفات از ۱۴/۴ میلی‌گرم بر لیتر به ۶/۷۶ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده می‌شود. در واقع توانایی شاهد (کانال فاقد گیاه) در کاهش دادن فسفات در طول دوره آزمایش نسبت به کانال‌های حاوی گیاه نی و لویی به ترتیب در حدود ۳۰/۶ و ۲۱/۲۶ درصد کمتر بوده است.

نتایج مربوط به شکل (۴) نشان می‌دهد که در منحنی‌های مربوط به همه کانال‌ها دو شیب تند و کند برای کاهش فسفات قابل استنباط است. شیب تند مربوط به هفته اول آزمایش می‌باشد که در آن درصد کاهش فسفات به ترتیب برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه نی، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه لویی و کانال شاهد ۶۷، ۶۸/۴، ۶۹/۳، ۵۵/۱، ۵۳، ۵۶/۱ و ۲۷/۵ درصد و شیب کند مربوط به هفته دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم آزمایش است که درصد کاهش فسفات در این مدت به ترتیب برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه نی، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاه لویی و کانال شاهد ۱۶/۶، ۱۴/۳، ۱۵/۴، ۱۷/۷۶، ۲۱/۵، ۱۹/۳ و ۲۵/۵ درصد بود. تغییرات جزئی که در کاهش فسفات کانال‌های ۱، ۲ و ۳ حاوی گیاهان نی و لویی به چشم می‌خورد به دلیل تغییرات مربوط به توسعه ریشه و تراکم گیاهی در کانال‌ها می‌باشد. همچنین شکل (۴) توانایی بیشتر گیاه نی در کاهش دادن فسفات نسبت به گیاه لویی را نشان می‌دهد که ممکن است به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی مربوط به گیاه نی باشد.



شکل ۳- درصد حذف نیترات برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حاوی گیاه نی)، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حاوی گیاه لویی) و کانال شاهد (فاقد گیاه)

همچنین گیاهان آبی با انتشار اکسیژن به وسیله فرآیند فتوسنتز در محیط‌های آبی اکسیژن لازم برای اکسید آمونیوم به نیترات را به وسیله باکتری فراهم می‌کنند، ضمن این‌که فرآیند تنفس گیاهی می‌تواند سطح اکسیژن در تالاب‌ها را کاهش داده و فرایند دنیتریفیکاسیون را فعال کند و نیترات را به گاز نیتروژن تبدیل نماید (Chang و همکاران، ۲۰۰۹).

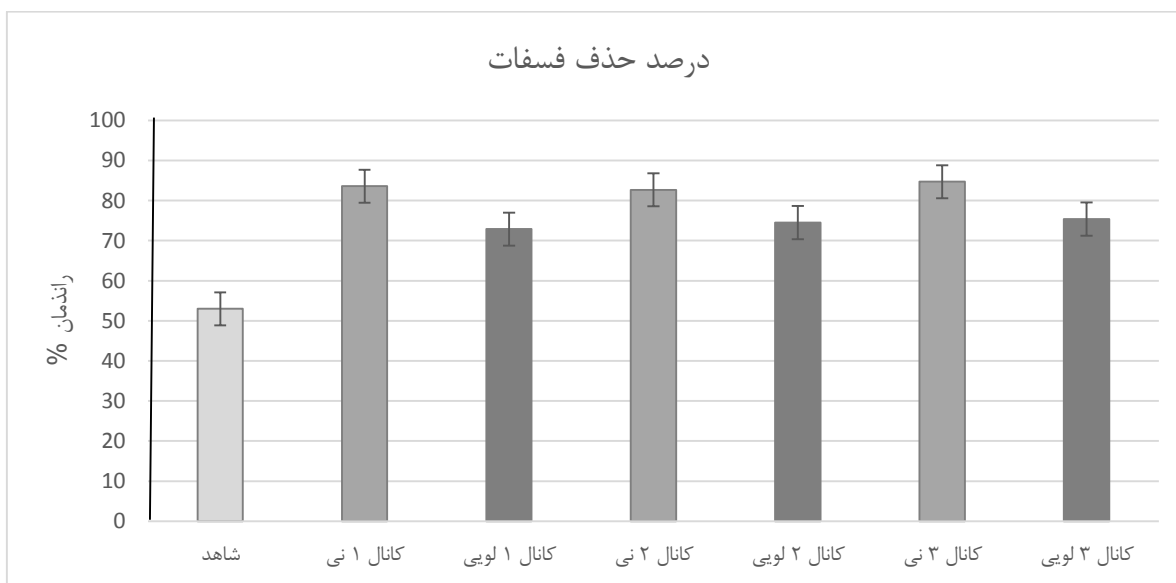
در این مطالعه میانگین حذف نیترات توسط کانال‌های حاوی گیاهان نی و لویی به ترتیب ۸۱/۴ و ۹۲/۶ درصد با غلظت ورودی ۸۳/۷ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد که این مقدار بازدهی نسبت به نتایج به دست آمده از مطالعات دیگر تقریباً مقادیر بالاتری را گزارش می‌نماید.

Noorbakhsh و Boorghie (۲۰۰۲)، کارایی تالاب مصنوعی با جریان زیرسطحی از نوع افقی با گیاه نی (فراگماتیس استرالیس) در حذف نیتروژن را ۷۹/۶۲ درصد گزارش کردند. Pendashteh و همکاران (۲۰۰۶)، میزان کاهش آلودگی نیتروژن را با استفاده از نیزارها ۶۰ درصد نشان دادند. Vymazal (۲۰۰۷)، در مورد استفاده از تالاب مصنوعی زیرسطحی برای تصفیه فاضلاب، حذف مواد مغذی بسترهای گیاهی را برای کل نیتروژن با میانگین ۴۱/۶ درصد گزارش داد.

بنابراین با توجه به نوع لایه‌بندی و استفاده از پوکه معدنی در لایه‌های زیر سطح خاک و ریشه گیاهی و محل عبور جریان فاضلاب، شاید افزایش در فرآیندهای جذب و حذف نیترات از سیستم به دلیل استفاده از این مواد در لایه‌بندی سیستم بوده باشد. در واقع خاک‌های با دانه‌های ریز^۷ همیشه حذف بهتر نیتروژن را از طریق جذب سطحی نسبت به خاک‌های با دانه‌های درشت^۸ نشان داده‌اند و میزان حذف بالاتر به دلیل ظرفیت بالاتر



شکل ۴- تغییرات فسفات در طول ۶ هفته آزمایش برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حاوی گیاه نی)، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حاوی گیاه لویی) و کانال شاهد (فاقد گیاه)



شکل ۵- درصد حذف فسفات برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حاوی گیاه نی)، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حاوی گیاه لویی) و کانال شاهد (فاقد گیاه)

گیاه نقش مؤثری دارند و مطالعات گذشته این نتیجه را تأیید می‌کنند و نشان دادند تأثیر گیاهان نی و لویی در کاهش فسفر پساب بین ۳۰-۸ درصد است (Ciria و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین گیاهان نی و لویی نقش مهمی در کاهش غلظت فسفر دارند. همچنین گیاهان آبی با حمایت بیشتر از باکتری‌ها سبب افزایش جذب میکروبی فسفر از منطقه رایزوسفر گیاهی می‌شوند (Pendashteh و همکاران، ۲۰۰۶).

شکل (۵) راندمان حذف فسفات توسط کانال‌های حاوی گیاه نی و لویی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین راندمان حذف مربوط به کانال ۳ حاوی گیاه نی با ۸۴/۷ درصد، کمترین راندمان حذف مربوط به کانال ۱ حاوی گیاه لویی با ۷۲/۹ درصد و راندمان حذف فسفات توسط کانال شاهد ۵۳ درصد بود. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد تیمار گیاهان آبی نی و لویی در کاهش فسفر نسبت به تیمار بدون

با کاهش شدید دما و رسیدن دما از $10/2^{\circ}\text{C}$ به $2/1^{\circ}\text{C}$ - مقادیر DO در کل کانال‌ها به شدت کاهش پیدا کرده و تقریباً DO همه کانال‌ها به مقدار یکسانی رسیده است. از هفته پنجم تا هفته ششم با افزایش دما به $5/2^{\circ}\text{C}$ روند افزایشی DO در همه کانال‌ها - حای‌های گیاهان نی، لویی و کانال شاهد قابل مشاهده است. تفاوت جزئی در DO مربوط به منحنی‌های کانال شماره ۱، ۲ و ۳ حای نی و لویی به دلیل اختلاف در تعداد برگ‌های مربوط به گیاهان می‌باشد. در واقع تعداد برگ‌های موجود در کانال ۳ حای گیاه نی و لویی از کانال‌های ۱ و ۲ کمتر بوده است.

۴-۳- ارزیابی نتایج آماری

برای ارزیابی نتایج آماری از نرم‌افزار SAS استفاده گردید برای تحلیل آماری معنی دار بودن، داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی قرار گرفتند همچنین برای مقایسه میانگین تغییر پارامترها بین کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حای گیاه نی)، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حای گیاه لویی) و کانال شاهد (فاقد گیاه) از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز استفاده شده است.

همان‌طور که در جداول (۳) و (۴) مشاهده می‌شود در پارامترهای DO، نیترات و فسفات بین میانگین داده‌ها در کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حای گیاه نی) و کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حای گیاه لویی) با شاهد (فاقد گیاه) اختلاف معنی‌داری وجود داشته اما در مورد PH اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

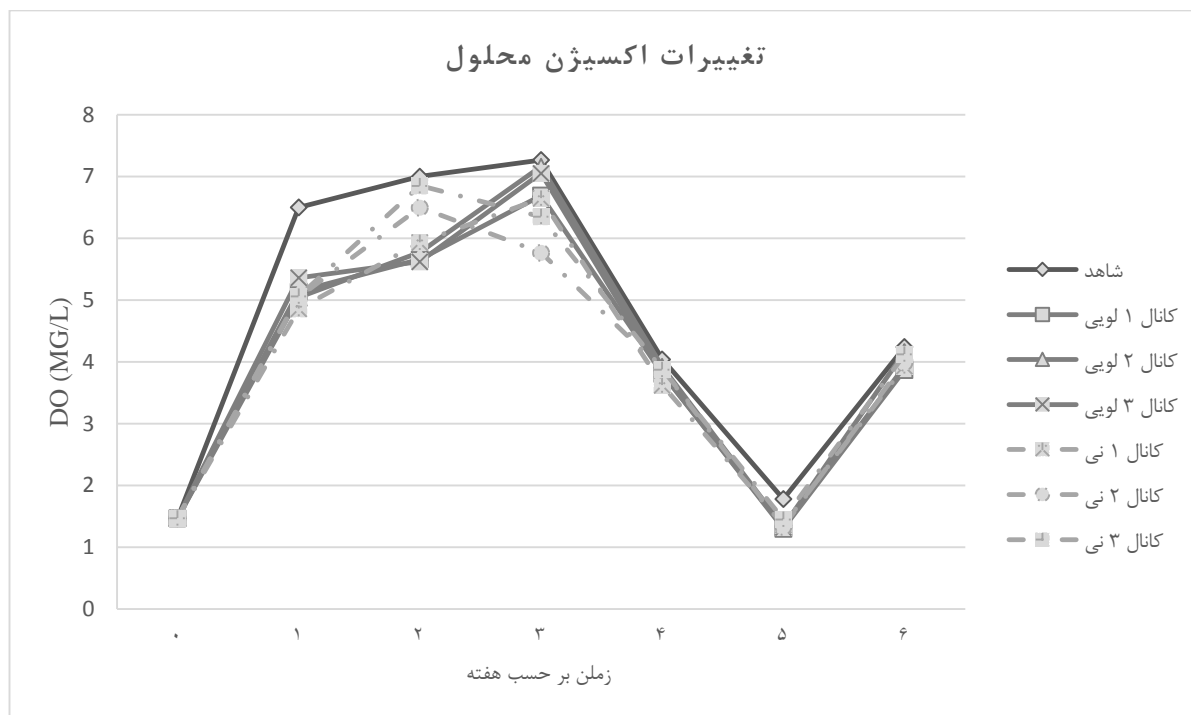
در برخی از مطالعات تفاوت معنی‌داری در برداشت فسفر در بین تیمارهای گیاهی و بدون گیاه مشاهده نشد و کاهش غلظت فسفر در تیمارهای بدون گیاه احتمالاً به خاطر جذب به وسیله جلبک‌ها و باکتری‌ها و رسوب‌گذاری شیمیایی فسفر با کلسیم آهن و آلومینیوم می‌باشد (Lamchaturapater, 2007).

در این مطالعه میانگین حذف فسفات توسط کانال‌های حای گیاهان نی و لویی به ترتیب $83/6$ و $74/3$ درصد با غلظت ورودی $14/4$ میلی‌گرم در لیتر به دست آمده بررسی‌ها نشان داد که در مطالعات دیگران میزان حذف فسفات مقادیر کمتری از این مقدار را نشان داده‌اند.

Vymazal در مورد استفاده از تالاب‌های مصنوعی زیرسطحی برای تصفیه فاضلاب، حذف مواد مغذی بسترهای گیاهی را برای کل فسفر بین $26/7$ تا 65 درصد گزارش کردند. این اختلاف شاید مرتبط با مواد استفاده شده در ایجاد فیلتر خاک می‌باشد (Vymazal, 2005).

۳-۳- تغییرات گیاه‌پالایی گیاهان نی و لویی در خصوص DO

مقادیر DO اندازه‌گیری شده در کانال‌های مورد آزمایش در شکل (۶) ارائه گردید و نتایج نشان داد که با وجود فعالیت گیاهان نی و لویی در طول دوره آزمایش در کل کانال‌ها مقادیر DO کمتر از مقادیر کانال شاهد بود. همچنین از هفته سوم تا هفته پنجم



شکل ۶- تغییرات DO در طول ۶ هفته آزمایش برای کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حای گیاه نی)، کانال‌های ۱، ۲ و ۳ (حای گیاه لویی) و کانال شاهد (فاقد گیاه)

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (گیاه نی)

پارامترها	N-NO ₃	P-PO ₄ ³	DO	PH
شاهد	۵۴/۷۷ ^a	۹/۲۷ ^a	۴/۶۱ ^a	۸/۴۲ ^a
کانال ۱	۳۷/۰۴ ^b	۵/۰۷ ^b	۳/۹۷ ^b	۸/۴۸ ^a
کانال ۲	۳۳/۳۵ ^b	۵ ^b	۳/۹۹ ^b	۸/۴۴ ^a
کانال ۳	۳۴/۸ ^b	۴/۸۹ ^b	۴/۱۶ ^b	۸/۴۹ ^a

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (گیاه لویی)

پارامترها	N-NO ₃	P-PO ₄ ³	DO	PH
شاهد	۵۴/۷۷ ^a	۹/۲۷ ^a	۴/۶۱ ^a	۸/۴۲ ^a
کانال ۱	۳۰/۴۸ ^b	۶/۴۳ ^b	۳/۹۹ ^b	۸/۲۸ ^a
کانال ۲	۲۸/۷۴ ^b	۶/۳۵ ^b	۴/۱۲ ^b	۸/۳۲ ^a
کانال ۳	۲۶/۵۸ ^b	۶/۱۲ ^b	۴/۰۸ ^b	۸/۴۱ ^a

Boorgheie M, Noorbakhsh M, "Investigation of the Isfahan refinery waste water treatability", Journal of Environmental Sciences and Technology; 2002, 8(15), 15-24. [In Persian].

Camargo J, Alonso A, "Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. Journal. Environmental Int", 2006, 32, 831-849.

Chang H, Yang X, Fang H, "In situ nitrogen removal from the eutrophic water by microbial plant integrated system", Journal Zhejiang University Sciences Total Environmental, 2009, 17, 521-531

Ciria MP, Solano ML, Soriano P, "Role of macrophyte Typha latifolia in a constructed wetland for wastewater treatment and assessment of its potential as a biomass fuel", Journal Biostatistics Engineering, 2005, 92, 535-544.

Crites RW, Middlebrooks EJ, Reed SC, "Naturalwastewater treatment systems", New York, NY: Taylor & Francis, 2010.

Hunter RG, Combs DL, George DB, "Nitrogen, phosphorous, and organic carbon removal in simulated wetland treatment systems", Journal Environmental Contametal Toxicol, 2001, 41, 274-281.

Hosseini HR, Ghodsian M, "Wetlands their benefits and disadvantages", Proceedings of the 2th Public Conference of Application Usage Researches, May 18-19, 2011, Zanjan, Iran.

Kadlec RH, Knight RL, "Treatment Wetlands: Theory and implementation", Cherry Hill, NJ: Lewis Publ, 1996.

Kadlec RH, Brix H, "Wetland systems for water pollution control", Water Science and Technology, 1994, 29(4), 4-8.

Iamchaturapatr J, Won Yi S, Rhee JS, "Nutrient removals by 21 aquatic plants for vertical free surface-flow (VFS) constructed wetland", Journal of Ecology Engineering, 2007, 29, 287-293.

Lin YF, Jing SR, Wang TW, Lee DY, "Effects of macrophytes and external carbon sources on nitrate removal from groundwater in constructed wetlands", Journal Environmental Pollution, 2002, 119, 413-420.

تحلیل آماری معنی‌دار بودن داده‌ها به این صورت بود که تکرار روی پارامترهای DO، نیترات، فسفات و PH خروجی از کانال‌های حاوی گیاهان نی و لویی در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری داشته، همچنین اثر تیمار روی پارامترهای DO، نیترات و فسفات در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده ولی روی PH اثر معنی‌داری نداشت.

۴- نتیجه‌گیری

فاضلاب تصفیه نشده می‌تواند مشکلات زیاد زیست‌محیطی به دنبال داشته باشد. استفاده از سیستم‌های تصفیه فاضلاب با تکنولوژی پایین و عدم مصرف انرژی یا سیستم‌های کم مصرف علاوه بر کاهش هزینه‌های اقتصادی به اصلاح محیط زیست هم کمک می‌نماید.

نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد که در کانال‌های حاوی گیاهان نی و لویی میزان حذف نوترینت‌ها نسبت به شاهد بیشتر بوده است. همچنین، کانال‌های حاوی گیاه لویی در حذف نیترات و کانال‌های حاوی گیاه نی در حذف فسفات از عملکرد بهتری برخوردار بوده‌اند. بنابراین برای افزایش عملکرد حذف نوترینت‌ها از فاضلاب شهری می‌توان از یک سیستم ترکیبی کشت شده حاوی گیاهان نی و لویی استفاده کرد.

۵- تشکر و قدردانی

از شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان غربی که ما را در این حرکت یاری کردند و نیز از استاد راهنمای گرامی، جناب آقای دکتر حسین رضایی، که در غنای علمی تحقیق نقش داشتند کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

- treatment", *Ecological Engineering*; 2005, 25(5), 478-90.
- Werker AG, Dougherty JM, Mchenry JL, Van Loon WA, "Treatment variability for wetland wastewater treatment design in cold climates", *Journal Ecological Engineering*, 2002, 19, 1-11.
- Zimmo OR, Van der Steen NP, Gijzen HJ, "Nitrogen mass balance across pilot-scale algae and duckweed-based wastewater stabilization ponds", *Journal Water Research*, 2004, 3, 8913-92.
- Mitsch WJ, Jrgensen SE, "Ecological engineering and ecosystem restoration", New York, NY: John Wiley & Sons, 2004.
- Mitsch WJ, Jrgensen SE, "Ecological engineering: an introduction to ecotechnology", Minnesota, MN: Wiley, 1989.
- Mofaezi A, "Natural systems of sewage in filtration", 1st ed. Mashhad, Iran: Marandiz, 2009.
- Moore MT, Rodgers JH, Jr., Cooper CM, Smith S. J.r., "Constructed wetlands for mitigation of atrazine-associated agricultural runoff", *Environ Pollut*, 2000, 110(3), 393-9.
- Pendashteh E, Chaei Bakhsh Langroudi N, Fuji M, Fallah F, "The treatment systems for the high density urban areas. Research center of the environmental studies [Online]", Available from: URL:http://erijd.ir/index.php?option=com_content&task=view&id=66&Itemid=32/ [In Persian], 2006.
- Reed S, Parten S, Matzen G, Pohrent R, "Water reuse for sludge management and wetland habitat", *Water Science and Technology*, 1996, 33(10-11), 213-9.
- Reed SC, Crites RW, Middlebrooks EJ, "Natural systems for waste management and treatment", 2nd ed. New York, NY: McGraw Hill Professional, 1989.
- Rivas Hernandez A, Mantilla Morales G, Pozo Roman F, Sánchez Castañeda LF, Sotelo Romero ND. Manejo sustentable y diseño hidráulico ybiológico de humedales para control de la contaminación. Part 1: Para Descargas Municipales, Sustainable management and biological and hydraulic design of wetlands for pollution control. Part 11: Municipal discharges. Final report. Mexican Institute of Water Technology, 2004, 1-4. Available form: <http://www.cep is.org.pe/bvsAIDIS/PuertoRico 29/patzcua.pdf>. Accessed July 1, 2013.
- Robert H, Kadleck RLK, "Treatment wetlands, Lewis Publishers", 1996.
- Sperling MV, "Comparison among the most frequently used systems for wastewater treatment countries", *Water Science and Technology*, 1996, 33(3), 59-72.
- Tang X, Huang S, Scholz M, "Nutrient removal in pilot-scale constructed wetlands treating eutrophic river water: Assessment of Plants, Intermittent artificial aeration and polyhedron hollow polypropylene balls", *Journal Water Air soil Pollution*, 2009, 197, 61-73.
- Yousefi Z, Mohseni Bandpey A, Ghiaseddin M, Naseri S, Shokri M, Vaezi F, et al., "Role of Iran pseudacorus plant in removal of bacteria in subsurface constructed Wetland", *Journal Mazandaran University Medical Sciences*, 2001, 11(31), 7-15.
- Vymazal J, "Removal of nutrients in various types of constructed wetlands", *Journal Zhejiang University Sciences Total Environment*, 2007, 380(1-3), 48-65.
- Vymazal J, "Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater

EXTENDED ABSTRACT

Performance Removal Nitrate and Phosphate from Treated Municipal Wastewater Using *Phragmites Australis* and *Typha Latifolia* Aquatic Plants

Mohsen Salehzadeh, Hossein Rezaie*

Faculty of Agriculture, Water Engineering, Urmia University, Iran

Received: 10 February 2016; Accepted: 08 October 2016

Keywords:

Nitrate, Phosphate, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, Canal, Wastewater

1. Introduction

It is known that ingredients such as nitrogen and phosphorus are the main nutrition elements for all living beings and plants; however the release of such ingredients into the water, which is the result of agricultural and industrial activity and can be found in urban sewage, is among the most menacing factor concerning the quality of water (Chang et al., 2009). Lagoon system can omit BOD, suspended solids, nitrogen, phosphorous also metals and other rare ingredients and pathogens. This system has a hyperactive biological activity, since there are different ilk if plants and species within the soil compound. This ilk can lead to the filtration of sewage and improvement of sewage quality (Kadlec and Brix, 1994). Aquatic shrub like *Phragmites australis* and *Typha* are used in countries like Egypt, Thailand and Japan under different conditions for purification of sewage (Tang et al., 2009).

2. Methodology

This study aims at investigation of function of aquatic and *Typha* plants in under surface lagoons in the elimination of nitrate, phosphorous and increasing the amount of dissolved oxygen in Do and PH water. In this experiment, the sewage was passed through a shallow channel which was filled with pebbles, also aquatic *Phragmites australis* and *Typha* plant are planted. The sewage is passed in subsurface form, so that the mainstream of sewage is marinated under the pebbles. In pilot plan, seven channels were parallel used, wherein 3 of them there exists 20 days old 30 *Phragmites australis* plant and in other 3 channels there exist *Typha*. The whole system is constituted of 7 shallow channels, 7 supply and wastewater collection tank. This system acts as surveillance circle. In this system, about 30 Lit sewage is being used for filtration in every channel. The sewage is allowed to pass from storage tank under a stable stream with constant intensity of 30 ml/min in form of a subsurface stream through the channels, so that the filtration process is being fulfilled by the use of *Phragmites australis* and *Typha* plants. The crossed sewage through the channels is being collected in terminal tanks and again they are being returned to the storage tanks. The sampling is done form channel after passing of 10 days after the launch of the system. After the growth of plants, sampling is done once upon a week from the first half of November till the second half of December year of 2013, from the outputs of the channel. There were totally 42 samples provide and this number with regard to other similar studies were opted (Yousefi et al., 2001). After the execution of different experiments, the resulted data were analyzed via SAS Software. A multivariate test of Duncan was used for comparison of deviation average of parameters among the channels linked to the *Phragmites australis* and *Typha* channels with the control channel (no plant).

* Corresponding Author

E-mail addresses: mohsenph67@gmail.com (Mohsen Salehzadeh), h.rezaie@urmia.ac.ir (Hossien Rezaie).

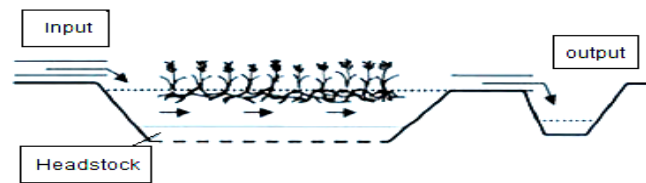


Fig. 1. Schematic plan of under investigation channels

3. Results and Discussion

3.1. The Efficiency of Channel System including *Phragmites australis* Plant with subsurface stream in Elimination of Nitrate

Diagram 2 shows the efficiency of channels including *Phragmites australis* and Typha plant in eliminating the nitrate. As it is obvious, the maximum efficiency is related to 3rd channel including Typha plant which is equal to 96.3 percent, the minimum efficient is related to 1st channel including *Phragmites australis* plant which is equal to 79 percent and the efficiency of control channel in eliminating the nitrate is equal to 51.2 percent. The results proved that the impact of *Phragmites australis* and Typha plants in reducing the rate of nitrate existing in sewage is so obvious when compared with lagoons without any plants. It should be pointed out that lagoons without plant also have efficiency in reducing the rate of nitrate.

3.2. The Efficiency of Channels including *Phragmites australis* plant with subsurface stream in removing phosphate

The diagram 3 presents the efficiency of channels including *Phragmites australis* plant and Typha plant in elimination of phosphate. As it is presented, the maximum efficiency of channel 3 which includes *Phragmites australis* plant in removing this substance is equal to 84.7 percent and the minimum value of the same parameter is related to the channel 1 (including Typha plant) is equal to 72.9 percent. The same parameter for control channel is equal to 53 percent. According to the obtained result, we should the filtration ability of aquatic *Phragmites australis* and Typha plants in reducing the amount of phosphorous is higher than free plant filtration system.

3.3. Plant purification changes of *Phragmites australis* and Typha plant about DO

The amount of measured DO within the experimental channels is illustrated in diagram 4. The results showed that in spite of Typha and *Phragmites australis* plant activity during the experiment period within the whole of channels, the amount of DO was less than the one existing in control channel. Furthermore, after the 3rd to 5th week there was a sharp decline in temperature (10.2 C to -2.1 C) the amount of DO in all of the channels was highly reduced and it was almost the same in all of them. From 5th to 6th by the increase of temperature to 5.2 C, DO was increased in all channels containing *Phragmites australis*, Typha and control channels. The minor differences in DO dose curve related to the channels 1, 2 and 3 (containing *Phragmites australis* and Typha plant) is due to the difference in the number of leaves of plants. Indeed, the number of leaves of plants in channel 3 (containing *Phragmites australis* and Typha plants) is less than the channel 1 and 2.

4. Conclusions

Untreated sewage may lead to severe environmental problems. The use of low-tech wastewater treatment systems and low consumption systems can result in reduction of economic cost and modification of the environment.

The results of experiments proved that the nutrients removal rate of channels containing read and typha plants is more than control channel. It was also demonstrated that the channels that including typha and read plants are more efficient in the elimination of nitrate and phosphate, respectively. Therefore, for increasing the performance of nutrient removal rate from the urban sewage, we can combine and implement a system which is constituted of panted *Phragmites australis* and typha plants.

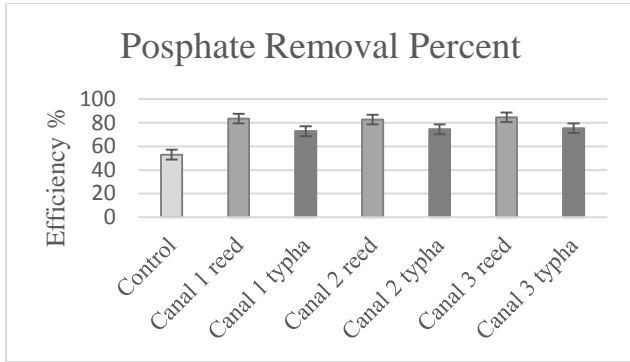


Fig. 3. Phosphate removal rate for channels 1, 2 and 3 (containing *Phragmites australis*), channels 1, 2 and 3 (containing *Typha* plant) and control channel (no plant)

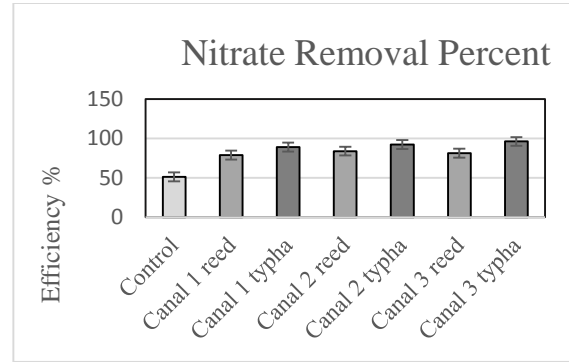


Fig. 2. The variations of Nitrate during the 6 weeks of experiment for 1st, 2nd and 3rd channels (Including *Phragmites australis* plant), 1st, 2nd and 3rd channel (including *Typha* plant) and control channel (no plant)

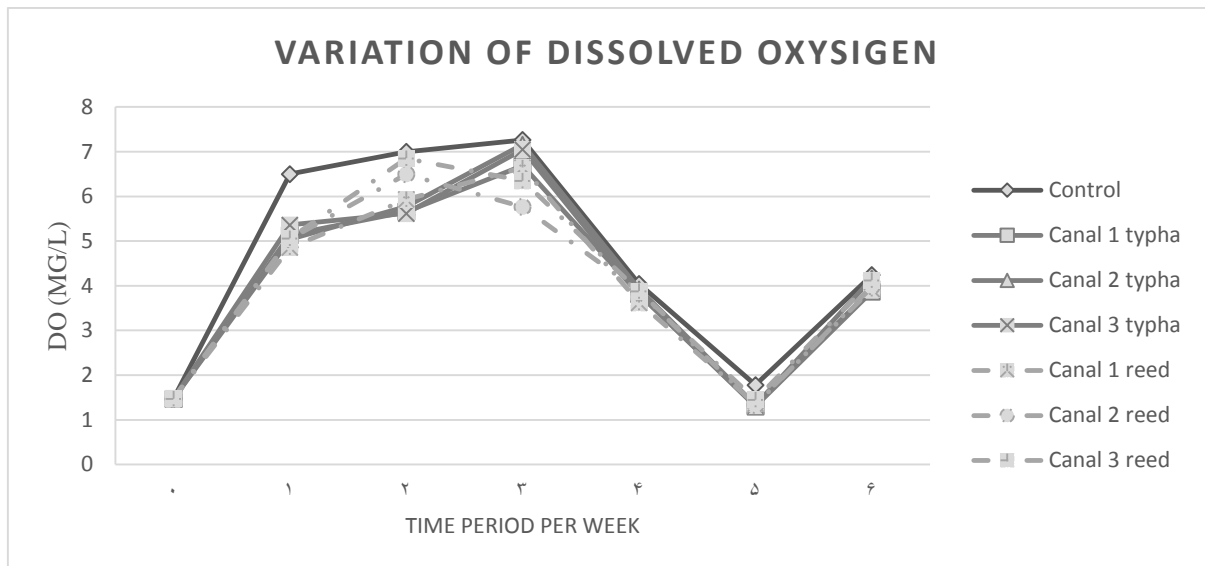


Fig. 4. The Variations of DO during the 6 weeks of experiment for channels 1, 2 and 3 (Including *Phragmites australis* plant), Channels 1, 2 and 3 (Including *typha* plant) and Control channel (no plant)

5. References

- Chang H, Yang X, Fang H, "In situ nitrogen removal from the eutrophic water by microbial plant intergrated system", *Journal Zhejiang University Sciences Total Environment*, 2009, 17: 521-531.
- Kadlec RH, Brix H, "Wetland systems for water pollution control", *Water Science and Technology*, 1994, 29(4), 4-8.
- Tang X, Huang S, Scholz M, "Nutrient removal in pilot-scale constructed wetlands treating eutrophic river water: Assessment of Plants, Intermittent artificial aeration and polyhedron hollow polypropylene balls", *Journal Water Air Soil Pollution*, 2009, 197, 61-73.
- Yousefi Z, Mohseni Bandpey A, Ghiaseddin M, Naseri S, Shokri M, Vaezi F, et al., "Role of Iran pseudacorus plant in removal of bacteria in subsurface constructed Wetland", *Journal Mazandaran University of Medical Sciences*, 2001, 11(31), 7-15.