



بررسی نقش گیاه در افزایش راندمان حذف مواد مغذی از فاضلاب در نزارهای مصنوعی

علی شیر افروس^۱ و عبدالمجید لیاقت^۲

۱- عضو هیات علمی گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. ۲- استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران
* نویسنده مسئول: علی شیر افروس، دزفول-دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول-دانشکده کشاورزی-معاونت پژوهشی دانشکده.

Ali.afrous@gmail.com

چکیده

استفاده از گیاهان آبی در جذب و حذف آلاینده‌ها از فاضلابهای کشاورزی، شهری و صنعتی به عنوان یک تکنولوژی سازگار با محیط زیست شناخته شده است. در این تحقیق، راندمان حذف $\text{NO}_3\text{-N}$ ، TKN ، $\text{PO}_4\text{-P}$ و TP در سامانه‌های (حوضچه‌های) نزار مصنوعی با بستری شنی تحت کشت دو گونه گیاه آبی *Phragmites australis* و *Typha latifolia* با حوضچه شاهد (بدون گیاه)، با ابعاد ۴/۵ متر طول، ۰/۵ متر عرض و ۰/۴ متر ارتفاع و در چهار زمان ماند مختلف (۰/۷۵، ۱/۵، ۳/۵ و ۷ روز) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع سامانه و زمان ماند در حذف آلاینده‌های $\text{NO}_3\text{-N}$ ، TKN ، $\text{PO}_4\text{-P}$ و TP نشان داد که تاثیر دو عامل نوع سامانه (در حضور گیاه و بدون حضور گیاه یا شاهد) و زمان ماند در سطح ۱ درصد معنی دار گردیده است و با افزایش زمان ماند در هر سه سامانه، راندمان حذف آلاینده‌ها نیز افزایش یافت.

واژگان کلیدی: نزار مصنوعی، زمان ماند، نیتروژن، فسفر، *Phragmites australis* و *Typha sp.*

مقدمه

در سامانه نزارهای مصنوعی یا Constructed Wetland می‌توان با انتخاب گونه‌های مناسب گیاهی راندمان حذف آلاینده‌های فاضلاب را بطور چشمگیری افزایش داد. Gomez و همکاران (۲۰۰۱) در منطقه نیمه خشک مژاکار اسپانیا اثر اجرای چند مرحله‌ای تصفیه فاضلاب شهری با سامانه تالاب مصنوعی را مورد مطالعه قرار دادند. Alka و همکاران (۲۰۰۷) در یک شهر گرمسیری هندوستان استفاده از گیاهان آبی جهت جذب فلزات سنگین و مواد مغذی در مرحله ثانویه تصفیه فاضلاب شهری را در آب و هوای گرمسیری به عنوان یک روش نویدبخش یاد نموده‌اند. Chung و همکاران (۲۰۰۸) در هنگ کنگ بیلان جرمی نیتروژن و فسفر در سامانه تالاب مصنوعی از نوع جریان زیرسطحی برای تصفیه فاضلاب‌های شهری را مورد مطالعه قرار دادند. راندمان حذف آلاینده‌ها در سامانه نزارهای مصنوعی بسته به نوع فاضلاب، ترکیبات فاضلاب، نوع سامانه، نوع بستر، گونه‌های مختلف گیاهی، ابعاد سامانه و همچنین شرایط آب و هوایی متغیر است و همین امر دلیل انجام تحقیقات بیشتر محلی را ایجاد می‌کند. در این تحقیق قابلیت تصفیه این سامانه‌ها در شرایط آب و هوایی گرم و خشک دزفول با استفاده از گونه‌های گیاهی آبی بومی این منطقه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در محل سایت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول (32° 16' N, 48° 25' E) در شرایط صحرایی انجام گرفته است. نمونه‌های گیاهی جوان دو گونه *Phragmites australis* و *Typha latifolia* از حاشیه رودخانه دز، کانال زهکش روباز صفی‌آباد و سنجر در اردیبهشت ۱۳۸۷ جهت کشت در سامانه‌ها (حوضچه‌ها) جمع‌آوری شدند. هر سامانه نزار از یک پلاستیک



ضخیم قرار داده شده در بستر یک کانال سیمانی تشکیل شده است، که در انتهای آن یک سوراخ کوچک جهت خروج (زهکشی) جریان خروجی فاضلاب تعبیه شده بود. ابعاد بستر به صورت ۴/۵ متر طول، ۰/۵ متر عرض و ۰/۴ متر ارتفاع و با شن رودخانه‌ای منظور گردید. به منظور حداقل نمودن متغیرهای تحقیق، محلولی شبیه‌سازی شده از مواد مغذی (به صورت مصنوعی با اضافه نمودن مواد مغذی به آب) وارد بسترها گردید. در این تحقیق نیتروژن با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به نسبت ۱ : ۱ ترکیب (NH₄-N و NO₃-N)، فسفر و پتاسیم با غلظت به ترتیب ۵۰ و ۲۵ به ترتیب ۵۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده گردید. برای بررسی اثر گیاهان آبی بر روی حذف مواد آلاینده از فاضلاب علاوه بر سامانه‌های حاوی کشت گیاه، یک سامانه (حوضچه) نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. میزان و غلظت ورودی فاضلاب به درون حوضچه‌های شاهد نیز مانند حوضچه‌های اصلی (حاوی کشت گیاه) انتخاب گردید و توانایی حذف آلاینده‌ها توسط این سامانه و سامانه‌های حاوی گیاه در چهار زمان ماند ۰/۷۵، ۱/۵، ۳/۵ و ۷ روزه مورد مقایسه قرار گرفت. نمونه‌های جریان ورودی به حوضچه‌ها قبل از اضافه نمودن فاضلاب به بستر گرفته شد. نمونه‌های خروجی جریان بلافاصله بعد از زهکشی توسط حفرة انتهایی سامانه برداشت گردید. میزان نیتروژن کل کج‌لدال، بوسيله روش کج‌لدال، نترات و فسفر بوسيله دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری گردید. جهت آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۳ استفاده گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ مقایسه میانگین تاثیر زمان ماند فاضلاب را بر راندمان حذف آلاینده‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در راندمان حذف NO₃-N و TKN در زمان ماندهای ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳/۵ روز وجود ندارد، ولی با اینحال با افزایش زمان ماند راندمان حذف افزایش یافته است. دلیل این امر نیز به استفاده گیاه از نیتروژن و فرصت لازم برای انجام برخی از فرایندهای حذف مانند دنتریفیکاسیون می‌باشد. با افزایش زمان ماند از ۳/۵ (با میانگین به ترتیب ۳۱/۷ و ۳۴/۱ درصد) تا ۷ روز افزایش معنی‌داری در راندمان حذف (میانگین راندمان حذف به ترتیب ۵۳/۷ و ۵۴/۹ درصد) NO₃-N و TKN مشاهده گردیده است. در مورد TP و PO₄-P بین دو زمان ماند ۳/۵ و ۷ روز با دو زمان ماند اول اختلاف معنی‌داری در راندمان حذف مشاهده گردید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که زمانهای ماند طولانی‌تر منجر به افزایش حذف مواد مغذی از فاضلاب عبوری از سامانه نیزارهای مصنوعی گردیده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین تاثیر زمان ماند فاضلاب بر راندمان حذف NO₃-N، TKN، PO₄-P و TP

نوع آلاینده	زمان ماند ۰/۷۵ روز	زمان ماند ۱/۵ روز	زمان ماند ۳/۵ روز	زمان ماند ۷ روز
NO ₃ -N	۱۷/۳b	۲۳/۷b	۳۱/۷b	۵۳/۷a
TKN	۱۳/۴b	۲۵/۲b	۳۴/۱b	۵۴/۹a
PO ₄ -P	۵/۹c	۱۱/۸c	۲۲/۸b	۴۷/۱a
TP	۳/۵b	۹/۲b	۱۶/۶b	۴۰/۸a

جدول ۲ مقایسه میانگین تاثیر نوع سامانه را بر راندمان حذف آلاینده‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تاثیر سامانه‌های حاوی کشت دو گونه گیاهی بر میانگین راندمان حذف آلاینده‌ها در مقایسه با سامانه بدون گیاه (شاهد) معنی‌دار می‌باشد. اعداد این جدول از میانگین راندمان حذف هر آلاینده در چهار زمان ماند برای هر سامانه بدست آمده است. سامانه حاوی گونه گیاهی *Phragmites australis* نسبت به سامانه حاوی گونه *Typha sp.* عملکرد بهتری در حذف آلاینده‌ها داشت، هر چند بین این دو سامانه اختلافات معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. همانطور که مشاهده می‌گردد، سامانه شاهد نیز توانسته است در حذف آلاینده‌ها نقش داشته باشد.



جدول ۲- مقایسه میانگین تاثیر نوع سامانه بر راندمان حذف NO₃-N، TKN، PO₄-P و TP

نوع آلاینده	سامانه تحت گونه <i>australis</i> <i>Phragmites</i>	سامانه تحت گونه <i>Typha</i> <i>sp.</i>	سامانه بدون گیاه (شاهد)
NO ₃ -N	۴۶/۹a	۳۵a	۱۲/۹b
TKN	۴۸/۳a	۳۶/۱a	۱۱/۳b
PO ₄ -P	۲۷/۹a	۲۶/۴a	۱۱/۵b
TP	۲۲/۶a	۲۱/۳a	۸/۷b

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصله از این تحقیق نشان داد که با انتخاب زمان ماند مناسب سامانه نیزارهای مصنوعی تحت دو گونه *Phragmites australis* و *Typha latifolia* از نوع جریان زیرسطحی افقی را می توان با راندمان بالایی جهت حذف فرمهای مختلف نیتروژن و فسفر از فاضلابهای خانگی (بخصوص برای جوامع کوچک روستایی) بکار برد.

منابع

- Alka R. Upadhyay., et al., 2007. Biofiltration of secondary treated municipal wastewater in a tropical city. Ecological Engineering, Volume 30, Issue 1, Pages 9-15.
- Gomez, C. R., et al., 2001. The performance of a multi-stage system of constructed wetlands for urban wastewater treatment in a semiarid region of SE Spain. Ecological Engineering, Volume 16, Issue 4, Pages 501-517.
- Chung, A.K.C., et al., 2008. Nitrogen and phosphate mass balance in a sub-surface flow constructed wetland for treating municipal wastewater. Ecological Engineering, Volume 32, Issue 1, Pages 81-89.

Studying role of plant on increasing the removal efficiency of nutrients from wastewater in constructed wetlands

Alishir Afrous¹, Abdol Majid Liaghat²

1- Faculty of Water Engineering Department, Islamic Azad University, Dezfoul Branch, Iran.

2- Professor in Irrigation and Drainage, Tehran University.

* Corresponding ali.afrous@gmail.com

Abstract

In this study NO₃-N, TKN, PO₄-P and TP removal efficiency in constructed wetlands with sand bed under planted two aquatic plant species *Phragmites australis* and *Typha latifolia* with the control pond (without plant), with dimensions of 4.5*0.5*0.4 meters (long*width* depth) and four different retention times (0.75, 1.5, 3.5 and 7 days) were investigated and compared. Analysis of variance of system type and retention time on removal of NO₃-N, TKN, PO₄-P and TP pollutants showed significantly effect at P≤0.01. Also removal efficiencies increased with retention time in all three systems.

Key words: Constructed wetland, nitrogen, phosphorus, retention time, *Phragmites australis* and *Typha sp.*