# بررسی عملکرد تالاب مصنوعی جریان عمودی با گیاه پیزر در حذف COD و DO از پساب شهری دزفول

عاطفه جهازی [۱]، علی افروس [۲*]، هادی هنربخش [۳]

۱) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران.

۲) استادیار گروه مهندسی آب، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران.

۳) گروه برق دانشکده فنی و مهندسی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

*نویسنده مسئول: ali. afrous@gmail.com

**تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۰** **تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۲۰**

## چکیده

**تالاب‌های مصنوعی، سامانه‌های مصنوعی تصفیهٔ فاضلاب متشکل از برکه‌های کم‌عمق و یا کانال‌هایی که با گیاهان آبزی کاشته شده‌اند؛ می‌باشند که در آنها با استفاده از فرآیندهای طبیعی میکروبی، بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی عمل تصفیهٔ فاضلاب صورت می‌گیرد. در تالاب‌های مصنوعی فاضلاب هنگام عبور از لایهٔ خاک و همچنین در مجاورت ریشه نی تصفیه می‌گردد. در این تحقیق از گونه گیاهی پیزر در سامانه تالاب مصنوعی با جریان عمودی، جهت حذف و کاهش غلظت COD و DO از پساب شهری دزفول استفاده گردید. دراین بررسی از سه زمان ماند ۳، ۶ و ۹ روزه و همچنین سه عمق ۴۵، ۷۰ و ۹۰ سانتی متری سامانه جریان عمودی به عنوان متغیر استفاده شد. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که تاثیرات زمان ماند و همچنین عمق سامانه تالاب مورد استفاده در تحقیق بر راندمان حذف COD در سطح ۱درصد معنی‌دار شد. همچنین تاثیر زمان ماند بر حذف DO در سطح ۵ درصد معنی‌دار و تاثیر عمق سامانه بر حذف DO غیر معنی‌دار مشاهده گردید.**

**کلمات کلیدی:** تالاب مصنوعی، جریان عمودی، گیاه پیزر، COD، DO

**مقدمه**

از سالیان قبل، تالاب‌ها وظایفی مانند: فراهم کردن زیستگاه برای گیاهان و جانوران آبزی و خاکی، فعالیت‌های تفریحی و تصفیه آب‌های آلوده را بر عهده داشته‌اند. هردو نوع تالاب طبیعی و مصنوعی برای تصفیه فاضلاب از نوع شهری، بیمارستانی، کشاورزی، محل‌های دفن و زباله و جاده‌ای و ... استفاده شده‌اند. تصفیه فاضلاب در یک تالاب شامل فرآیندهای ته‌نشینی، فیلتراسیون، حذف BOD و COD و حذف مواد مغذی می باشد. گونه گیاهی مورد مطالعه پیزر آبی گیاهی از خانواده شبه گندمیان هستند که به صورت یک ساله یا چند ساله دیده می‌شوند. گونه آبزی پیزر آبی یک گیاه تالابی می‌باشد. این گیاه، خاص نواحی باتلاقی بوده و اهمیت اقتصادی دارد. این گونه گیاهی در منطقه عباس آباد دزفول به وفور یافت می‌شود. با توجه به تغییرپذیری شرایط محیطی خصوصا شرایط رشد میکرو ارگانیسم‌ها و تغییرات بیولوژیکی در شرایط آب و هوای گرم و خشک مانند دزفول و اینکه گونه گیاه آبزی پیزر در اطراف دزفول به وفور یافت می‌شود، لذا ضرورت ایجاب می‌نماید که در راستای تحقیقات گذشته استفاده از این گونه گیاهی نیز در کاهش مواد مغذی پساب خانگی دزفول مورد بررسی قرار گیرد. Soto و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی استفاده از گیاه آبزی پیزر را در سامانه نیزار از نوع جریان زیرسطحی، برای حذف بار بیولوژیکی فاضلاب و همچنین میزان میکروب‌های موجود در فاضلاب شهری مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که استفاده از این سامانه تا حد ۹۹/۹ درصد موثر بود و این مقدار عملکرد در راندمان حذف، بسیار بیش از سامانه بدون گیاه (شاهد) بوده است. درگاهی و همکاران(۱۳۹۵) مطالعه‌ای با هدف بررسی کارایی سیستم نیزار مصنوعی در حذف آلاینده‌های آلی از فاضلاب شهری با استفاده از گیاهی بنام فاراگمیتس استرالیس بر روی تصفیه خانه فاضلاب شهر قصر شیرین انجام دادند نتایج نشان داد که میانگین کل برای پارامتر COD پساب خروجی در سیستم نیزار مصنوعی ۱۴۳ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. همچنین بیشترین میزان حذف COD برای سیستم مورد بررسی در فصل تابستان ۷۰/۸۱ درصد و کمترین آن در فصل زمستان ۵۷/۵۸ درصد بود. لذا با توجه به اهمیت حذف آلاینده‌ها این تحقیق با هدف بررسی عملکرد تالاب مصنوعی جریان عمودی با گیاه پیزر در حذف COD و DO از پساب شهری دزفول انجام شد.

**مواد و روش‌ها**

به منظور تهیه محیط کشت و در نظر گرفتن به عنوان سامانه، اقدام به تهیه گلدان‌های پلاستیکی بزرگ به قطر ۶۰ و ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر گردید. ظروف کشت به فاصلهٔ ۱ متری از هم قرار داده شد. پس از پر نمودن سامانه‌ها با فاضلاب خانگی دزفول، گیاه پیزر در سامانه‌ها کشت گردید. پس از آماده‌سازی بستر و افزودن مواد شیمیایی به محیط کشت، هر محیط کشت به صورت تصادفی به عنوان یک تیمار و در سه تکرار انتخاب گردید. گیاهان کشت شده از بین جوان‌ترین نمونهٔ گونه‌های مورد نظر (که پس از انتقال

به محل تحقیق در محیط اشباع از آب تا زمان کشت نگهداری می‌شد)، انتخاب گردید. پس از شستشوی ملایم این گیاه در آب (به منظور جلوگیری از تخریب ریشه‌ها و یا ریزوم‌ها) در عمق ۱۰ سانتی‌متری بستر، کشت گردید. در هر محیط کشت ۴ الی ۵ بوتهٔ گیاهی به فواصل منظم و با فاصله حداقل ۵ سانتی‌متری از دیوارهٔ ظرف قرار داده شد. آزمایشات از اول اردیبهشت ماه تا اواخر مهرماه به انجام رسید. در این مدت و طبق زمان‌های ماند هیدرولیکی در نظر گرفته شده (۳، ۶ و ۹ روزه)، از طریق شیرهای تعبیه شده در اعماق مختلف ( ۴۵ ، ۷۰ و ۹۰ سانتی‌متری)، غلظت آلاینده‌ها اندازه‌گیری شد. پارامتر مورد بررسی در این تحقیق، COD و DO موجود در نمونه‌های ورودی و خروجی در طی آزمایشات اندازه‌گیری گردید. راندمان حذف مواد مغذی فاضلاب با استفاده از رابطه(۱) محاسبه گردید (Vymazal, 2014 ).

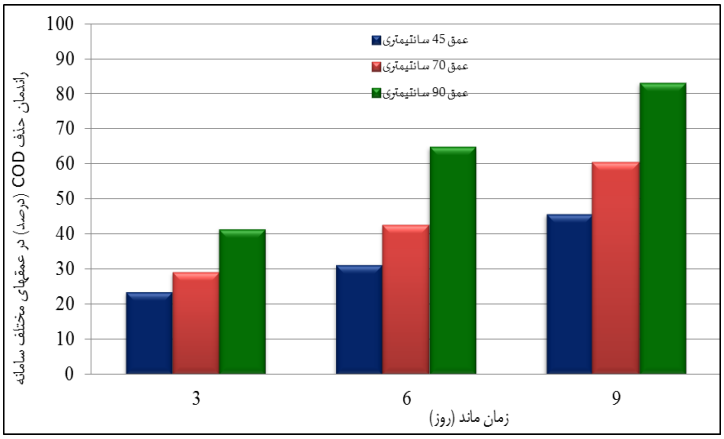
$$RE(\%) = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100$$ رابطه (۱)

که در آن: $C_{in}$ و $C_{out}$ به ترتیب غلظت آلاینده در جریان ورودی به سامانه و خروجی از سامانه می‌باشد. همچنین برای آنالیزهای آماری آزمایشات ومقایسه میانگین داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### تاثیر عمق سامانه بر حذف COD از سامانه تالاب مصنوعی

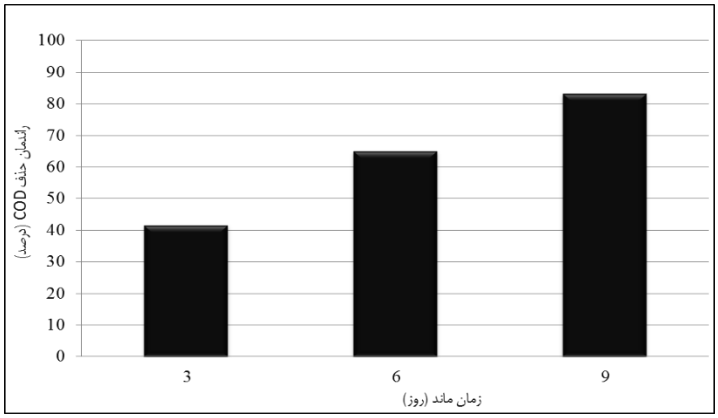
شکل ۱ تغییرات راندمان کاهش غلظت COD را در سامانه نیزار عمودی تحت کشت گیاه پیزر، در سه عمق ۴۵، ۷۰ و ۹۰ سانتی‌متری نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش عمق سامانه، میزان راندمان حذف COD افزایش می‌یابد؛ که نشان از صعودی بودن این نمودار می‌باشد. طبق نتایج بدست آمده میزان راندمان کاهش COD در زمان ماند سه روزه در ۳ عمق یاد شده به ترتیب ۲۳/۵ ، ۲۳/۱ و ۴۶/۱ درصد بود، در زمان ماند ۶ روزه راندمان حذف COD به ترتیب برابر با ۳۱/۳، ۴۲/۶ و ۶۵/۰ و در زمان ماند ۹ روزه راندمان حذف COD به ترتیب برابر با ۴۵/۸ ، ۶۰/۵ و ۸۳/۲ بود. دلیل این امر را می‌توان بر این اساس دانست که با افزایش عمق سامانه میزان کنش مواد آلی با عوامل تجزیه کننده بیشتر شده و در نتیجه غلظت COD در پساب کاهش می‌یابد. میانگین تاثیر عمق سامانه بر راندمان حذف COD در پساب خروجی با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شد. نتیجه آزمون دانکن بر روی تاثیر عمق سامانه بر راندمان حذف COD نشان داد که این اثر در سطح ۱درصد معنی‌دار شد(شکل۱).




**شکل۱: تغییرات راندمان کاهش *COD* در زمانهای ماند متفاوت و در اعماق مختلف سامانه**

### تاثیر زمان ماند بر حذف COD از سامانه تالاب مصنوعی

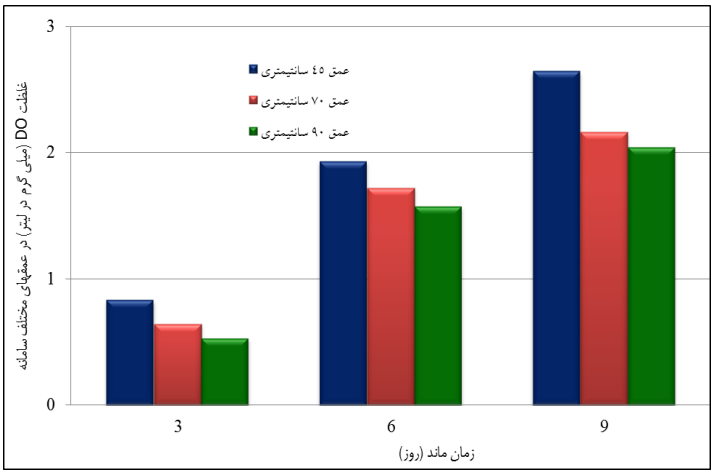
شکل (۲) تاثیر زمان ماند پساب بر راندمان کاهش COD در خروجی سامانه در عمق ۹۰ سانتی‌متری را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه در این بررسی عمق ۹۰ سانتی‌متری عملکرد مناسبی در کاهش نسبت COD داشت، بنابراین به طور اختصاصی تاثیر زمان ماند در این عمق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که در عمق ۹۰ سانتی‌متر در سه زمان ماند ۳، ۶ و ۹ روزه راندمان کاهش غلظت COD به ترتیب ۴۱/۶، ۶۵/۰ و ۸۳/۲ می‌باشد. بنابراین با افزایش زمان ماند، مدت زمان تجزیه‌ی آلاینده‌های پساب بیشتر شده و لذا غلظت COD به تدریج کاهش می‌یابد. بررسی مقایسه میانگین تاثیر زمان ماند بر راندمان حذف COD در پساب خروجی با آزمون دانکن نشان داد که تاثیر زمان ماند بر راندمان حذف COD در سطح ۱درصد معنی‌دار می‌باشد (شکل۲).




**شکل۲: تاثیر زمان ماند پساب بر راندمان کاهش COD در خروجی سامانه در عمق ۹۰ سانتی‌متری**

**تاثیر زمان ماند بر حذف DO از سامانه تالاب مصنوعی**

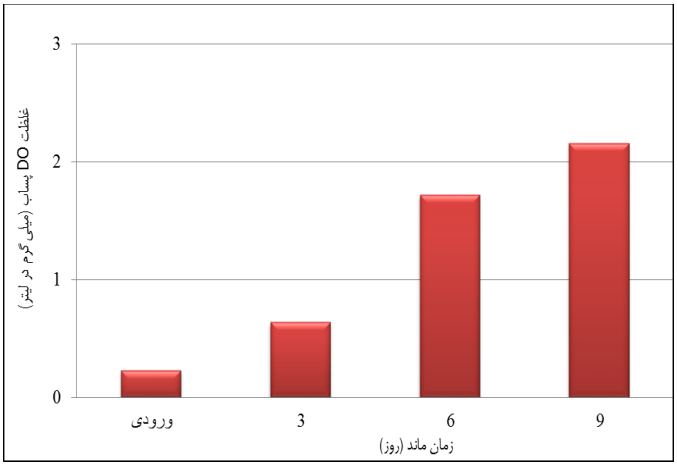
شکل (۳) تغییرات غلظت DO خروجی در زمان‌های ماند متفاوت در اعماق مختلف را تحت کشت گیاه پیزر در سامانه نیزار عمودی نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این نمودار نشان می‌دهد که با افزایش عمق و زمان ماند به دلیل کاهش غلظت BOD و COD میزان اکسیده شدن مواد به تدریج نسبت به زمان ماند مختلف سامانه بیشتر شده و نتیجتا غلظت DO پساب، افزایش پیدا کرده است؛ که این امر نشان دهنده رابطه عکس میان غلظت BOD وDO خروجی می‌باشد. میزان غلظت DO در زمان ماند ۳ روزه در عمق‌های ۴۵، ۷۰ و ۹۰ سانتی‌متری به ترتیب ۰/۸۳ ، ۰/۶۴ و ۰/۵۳ میلی‌گرم در لیتر، در زمان ماند ۶ روزه به ترتیب ۱/۹۳ ، ۱/۷۲ و ۱/۵۷ میلی‌گرم در لیتر و در زمان ماند ۹ روزه به ترتیب ۲/۶۴ ، ۲/۱۶ و ۲/۰۴ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. بررسی مقایسه میانگین تاثیر زمان ماند بر تغییرات DO خروجی، با آزمون دانکن نشان می‌دهد که این اثر در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. اهمیت افزایش DO در این است که با تصفیه پساب شهری و منجر شدن به افزایش DO ، تخلیه پساب‌های شهری به رودخانه منجر به جلوگیری از خروج اکسیژن از رودخانه گردیده و لذا زندگی موجودات آبزی رودخانه را با خطر مواجه نمی‌کند. به عبارتی در صورتی که اکسیژن محلول در پساب به ۵ میلی‌گرم بر لیتر برسد و سایر آلاینده‌ها نیز در حدود استانداردی قرار داشته باشند می‌توان از پساب تصفیه شده به این سیستم (تالاب مصنوعی جریان عمودی) برای جریان‌های تکمیلی طرح های پرورش ماهی استفاده کرد.




**شکل۳: تغییرات غلظت DO خروجی در زمان‌های ماند متفاوت و در اعماق مختلف سامانه**

شکل(۴) تاثیر زمان ماند پساب بر تغییرات غلظت DO خروجی از سامانه را در عمق ۹۰ سانتی‌متری نشان می‌دهد. در این نمودار غلظت DO به هنگام ورود به سامانه و طی گذشت مدت زمان ۳ ، ۶ و ۹ روز مقایسه گردید. نتایج حاصل از این بررسی به ترتیب ۰/۲۳ ، ۰/۵۳، ۱/۵۷ و ۲/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. نتایج حاکی از آن است که میزان غلظت DO در عمق ۹۰ سانتی‌متری، با افزایش زمان ماند پساب و کاهش میزان غلظت BOD و COD موجود در پساب، به تدریج افزایش می‌یابد که این امر بر ادامه زندگی

و حیات جانوران و گیاهان آبزی نقش بسیار موثری دارد. مقایسه میانگین تاثیر عمق سامانه بر تغییرات DO خروجی با استفاده از آزمون دانکن نشان می‌دهد که این اثر غیرمعنی دار می‌باشد (شکل۴).




**شکل۴: تاثیر زمان ماند پساب بر تغییرات غلظت DO در خروجی سامانه در عمق ۹۰ سانتی‌متری**

## نتیجه‌گیری

در این بررسی از گونه گیاهی آبزی پیزر تحت سامانه تالاب مصنوعی جریان عمودی به منظور کاهش غلظت COD و DO از پساب خانگی دزفول در مقیاس آزمایشگاهی استفاده شد. نتایج این بررسی حاکی از این است که در تالاب‌های جریان زیرسطحی عمودی با افزایش عمق و همچنین زمان ماند در این تالاب‌ها، فعالیت میکروارگانیسم‌ها افزایش یافته که این امر منجر به تجزیه بیشتر آلاینده‌های پساب می‌شود. همچنین بدلیل خوراک‌دهی توزیعی مناسب، اکسیژن به خوبی به داخل بستر نفوذ کرده و در اختیار ریشه گیاهان و ریزاندامگان اطراف آن قرار می‌گیرد، که در نتیجه این فعالیت‌ها، حذف COD و به دنبال آن افزایش DO در این تالاب‌ها به خوبی انجام می‌شود.

## منابع

**حسن پور، ح. و افروس، ع. (۱۳۹۲).** تصفیه فاضلاب شهری دزفول با استفاده ازسامانه نیزارهای مصنوعی با جریان عمودی تحت کشت گیاه آبزیPhragmites australis ، اولین همایش ملی بحران آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. اصفهان، ایران.

**درگاهی، ع.، شکوهی،ر.، کرمی، ا. و امیریان، ط. (۱۳۹۵).** بررسی کارایی سیستم نیزار مصنوعی در حذف آلاینده‌های آلی از فاضلاب شهری. ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه کردستان. کردستان،ایران.

**Merino-Solís, M. L., Villegas, E., de Anda, J. and López-López, A. (2015).** The Effect of the Hydraulic Retention Time on the Performance of an Ecological Wastewater Treatment System: An Anaerobic Filter with a Constructed Wetland. Water, 7, pp: 1149-1163.

**Soto F., Garcia, M. and Becares. (2000).** Seasonal differences in removal efficiencies using S. lacustris for wastewater treatment. Proceeding of the 7th International Conference on Wetland Systems Water Pollution Control. 8 pp.

**Vymazal, J. (2014).** Constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters: A review. Ecological Engineering, 73, pp: 724–751.

# Evaluation of vertical artificial wetland performance with Scirpus plant (pizer) in removing COD and DO from Dezful municipal wastewater

Atefeh Jahazi [1], Ali Afrous[2*] and Hadi Honarbakhsh[3]

1) MS.C Student, Department of Civil Engineering-Water Resources Engineering and Management, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran.

2) Assistant Professor, Department of Water Engineering, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

3) Assistant Professor, Department of Electricity Engineering, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

*** Correspondence author:** ali.afrous@gmail.com

**Received Data: 2019. 07. 11** **Accepted Data: 2020. 11. 11**

## Abstract

**Artificial wetlands are artificial wastewater treatment systems consisting of shallow ponds or canals planted with aquatic plants in them; wastewater treatment is performed using natural microbial, biological, physical and chemical processes. In artificial wetlands, wastewater is treated when passing through the soil layer and also in the vicinity of straw roots. In this study, Scirpus (Pizar) species was used in the artificial wetland system with vertical flow to remove and reduce the concentration of COD and DO from Dezful municipal wastewater. Three retention times of 3, 6 and 9 days as well as three depths of 45, 70 and 90 cm of vertical flow system were used as variables. The results showed that the effects of retention time as well as the depth of the wetland system used in the research on COD removal efficiency were significant at 1% level. Also, the effect of retention time on DO removal was significant at 5% level and the effect of system depth on DO removal was not significant.**

**Keywords:** Artificial wetland, vertical flow, Scirpus plant (pizer), COD, DO