بررسی عملکرد وتلندها جهت تصفیه فاضلاب مناطق روستایی(قسمت اول)

۱ - دکترغلامرضااسماعیلیان
۲ - دکتر عباس مصلحی
۳- مهندس کاوه استاد علی عسکری
نویسنده مسئول kaveh_oaa2001@yahoo.com

چکیده:

تخلیه فاضلاب بـــه محیط قبل از تصفیهٔ آن باعث ویرانـــی و تخریب محیط زیست از طریق آلوده سازی منابع آب، خاک و هوا و تمام چیزهایی که در بهتر زیستن انسان دخالت دارند، خواهد شد. بعد آلوده سازی تخلیهٔ فاضلاب خام بر محیط، نه تنها از لحاظ انتقال و شیوع بیماری های مسری و خطرناک می باشد، بلکه آلوده سازی منابع آب و خاک به برخی از مواد آلی و معدنی و فلزات سنگین می تواند در دراز مدت باعث آسیب های غیر قابل جبران به محیط و بروز برخی از سرطان ها در انسان و حیوانات شود. از طرف دیگر تصفیه فاضلاب با توجه به ترکیب آن (۹۹.۹ درصد آب) و رساندن پساب حاصل از تصفیه به استانداردهای مجاز می تواند باعث بازیافت مقادیر قابل توجهی آب برای امورکشاورزی و فضای سبز گردد، که این امر در ایران بـــه خاطر مقادیر محـــــدود آب های مطلوب قابـــل استحصال حتـــــی در سال های پر باران از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است.

کلمات کلیدی: فاضلاب- محیط زیست- فلزات سنگین

۱- مقدمه:

امروزه طیف گسترده ای از سیستم های تصفیه وجود دارد که می توان آنها را برای تصفیه فاضلاب به کار برد. مشکلات عمده سیستم های متداول تصفیه فاضلاب را می توان بالا بودن هزینه های ساخت، بالا بودن مصرف انرژی، نیاز به بهره برداری پیچیده و نیاز به تصفیه و دفع لجن و استفاده از سیستم های مکانیزه ذکر کرد که عمدتا از تکنولوژی بالا استفاده می کنند. احداث تصفیه خانه های پیشرفته در روستا ها چندان مورد استقبال قرار نمی گیرد و دلیل آن نداشتن نیروی متخصص جهت بهره برداری تصفیه خانه و از طرف دیگر هزینه بالای احداث آن می باشد. هدف از این مقاله معرفی سیستمی مناسب برای احداث تصفیه خانه های فاضلاب در روستاها می باشد.

تصفیه فاضلاب به روش وتلند از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه می‌باشد. هزینه های سالانه از جمله سرمایه، بهره برداری، تعمیر و نگهداری و استهلاک در این سیستم کم می باشد بهره برداری از این سیستم بسیار راحت می باشد.

تنها وسایل مکانیکی در سیستم، پمپ ها و لوله کشی برای انتقال فاضلاب است. وتلند ها ی مصنوعی حدود ۶۰ سال قبل برای تصفیه فاضلاب وارد عرصه شده اند خصوصا در ۳۰ سال اخیر تمایل زیاد به استفاده از این تکنولوژی پدیدار شد. متاسفانه کشورهای در حال توسعه به جای استفاده از این سیستم های ارزان و مناسب به تبعیت از کشورهای پیشرفته به تکنولوژی های بالا روی آورده اند که با توجه به مشکلات متعدد تکنولوژی با مسایل متعدد بهره برداری و نگهداری و مصرف انرژی زیاد و غیره روبه رو شده اند و این در حالی است که استفاده از سیستم های طبیعی اکنون به دلیل عدم نیاز به انرژی و کارآیی بالا مورد توجه و علاقه زیاد کشورهای پیشرفته است.

وتلندها به عنوان واحد تصفیه ثانویه مورد استفاده قرار می گیرند و معمولا بعد از واحدهای آشغال گیر، دانه گیر و ته نشینی اولیه احداث می گردند و مراحل تصفیه وتلند در شکل (۱) نشان داده شده است.

شکل۱- مراحل تصفیه وتلند

وتلندها به دو گروه تقسیم می شوند :

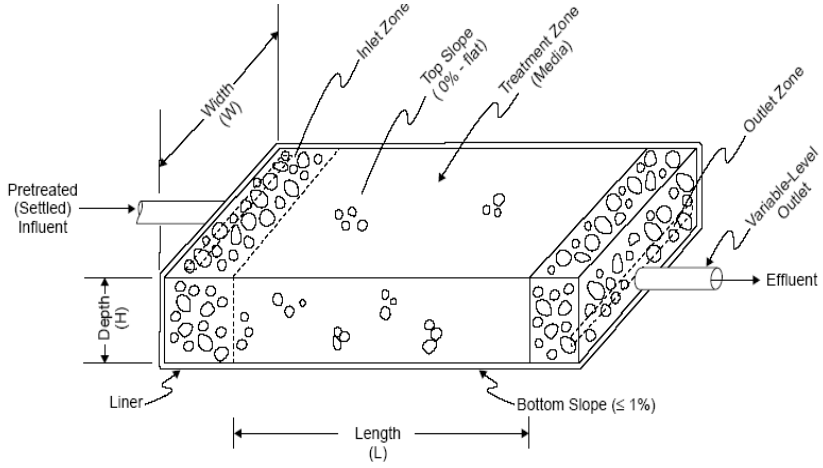
۱- وتلند طبیعی ۲- وتلند مصنوعی

در وتلندهای طبیعی گیاهانی از قبیل نی و غیره به صورت خودرو در محل ذخیره فاضلاب مثل مرداب ها روییده و فاضلاب به صورت غیر کنترل شده تصفیه می شوند. وتلند های مصنوعی طرح های جدیدی از سیستم های طبیعی هستند که اولین بار در اوایل دهه ۱۹۵۰ در آلمان غربی ارایه شد. وتلندهای مصنوعی خود دو دسته اند:

۱- وتلندهای مصنوعی با جریان سطحی که سطح مایع در تماس با هواست و از خاک یا محیط مناسب دیگر برای رشد گیاهان بر آمده از آب استفاده می شود.

۲- وتلندهای مصنوعی با جریان زیر سطحی که جریان مایع در زیر سطح گراول یا ماسه بر قرار می باشد. در روش سطحی فاضلاب بر روی سطح زمین جریان دارد. این روش به علت مشکلاتی از قبیل رشد پشه و مگس و تولید بو در بسیاری از مناطق توصیه نمی شود. در روش زیر سطحی فاضلاب از لایه های زیر سطح عبور می کند و سطح وتلند کاملاً خشک می باشد. این روش مشکلات تولید بو و تکثیر پشه و مگس را ندارد. فاضلاب ورودی به وتلند باید قبلاً توسط یک ته نشینی ساده پیش تصفیه شود.

اجزای سیستم وتلند مصنوعی همانند شکل (۲) می باشد.



شکل۲- اجزای سیستم وتلند مصنوعی

با توجه به شکل (۲) اجزای اصلی سیستم آبیاری وتلند عبارتست از [شکل (۳)]:

www.omran-mb.com

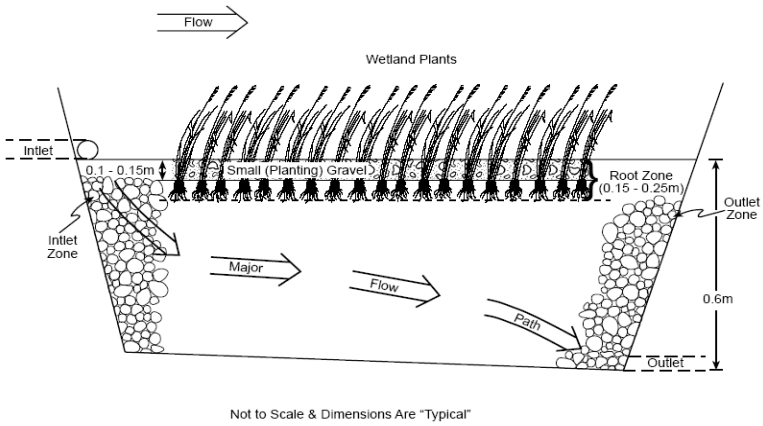
(۱) لوله ورودی.

(۲) خاک رس و یا ترکیبی غشاء و فرآیندهای غشایی امتداد حوضچه.

(۳) مصالح سست برای پر کردن حوضچه.

(۴) پوشش گیاهی کاشته شده.

(۵) لوله خروجی و سیستم کنترل سطح آب.



شکل۳- اجزای اصلی سیستم آبیاری وتلند

۲- مزایای استفاده از گیاهان:

رشد گیاهان در وتلند به چند طریق می تواند به عمل تصفیه کمک کند:

۲-۱- انتقال اکسیژن: گیاه، اکسیژن را از برگ به ریشه انتقال می دهد. این عمل برای رشـــــد ریشه و تجزیهٔ فیتوتوکسین (مواد سمی اطراف ریشه) انجام می شود. این عمل به باکتری های هوازی اطراف ریشه کمک می کند که مواد آلی فاضلاب را تجزیه کنند.

۲-۲- افزایش نفوذ پذیری لایه های وتلند: نفوذ ریشه در خاک علاوه بر حرکت آب در اطراف ریشه، باعث از بین رفتن و پوسیدن ریشه های قدیمی می شود و منافذی را برای عبور آب فراهم می کند.

۲-۳- برداشت ازت و فسفر : برداشت ازت و فسفر از لایه های وت لند توسط ریشه ها (حدود ۲۰ درصد ازت).

۲-۴- تبخیر و تعرق :

تبخیر و تعرق باعث کاهش حجم فاضلاب می شود.

۲-۵- عایق حرارتی :

یکی از مزایای خوب گیاهان در سیستم زیر آبیاری نقش گیاه به عنوان عایق حرارتی در فصول سرد برای سیستم می باشد.

گیاهان وتلند می تواند عامل تسهیل انتقال گاز به داخل و خارج فاضلاب از سیستم گردد. تحقیقات نشان می دهد که نقش وارد کردن اکسیژن بیشتر می باشد. البته گیاهان سبب خروج گاز متان و دیگر گازهای محلول در فاضلاب می شوند.

مقدار پتانسیل انتقال اکسیژن توسط ریشه های گیاه بستگی به عوامل بسیاری از جمله غلظت اکسیژن محلول در فاضلاب، عمق ریشه در فاضلاب، هوا و درجه حرارت برگ دارد. بر اساس مطالعات انجام شده نرخ انتقال اکسیژن(O2) توسط گیاه بین ۰ تا3 (g-O/m^2-d) می باشد که این میزان آنقدر کم است که نمی توان گفت این گیاهان تمام اکسیژن لازم را برای سیستم زیر آبیاری تامین می کنند.

ریشه گیاهان وتلند نقش موثری در جذب فسفر و نیتروژن و فلزات دارند و گیاهان مواد مغذی را به وسیله ریشه و ساقه خود خارج می کنند. تحقیقات نشان می دهد جذب نیتروژن (N2) توسط گیاه بین ۱۲ تا ۱۲۰(gN/m^2-y) و جذب فسفر توسط گیاه برابر ۱.۸ تا۱۸(gP/m^2-y) که میزان جذب بستگی به نوع گیاه دارد برای مثال حداقل و حداکثر موارد فوق به ترتیب مربوط به گیاه نی و bulrush می باشد. میزان حذف فسفر نیتروژن و فلزات با گذشت زمان فرق می کند و بیشتر جذب مواد مغذی توسط گیاه در فصل رشدش یعنی بهار و تابستان رخ می دهد.

۱- حذف آلاینده های فاضلاب توسط سیستم وتلند:

وتلند ساخته شده است که سیستم های بسیار پیچیده ای است که توسط فرایند های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب را تصفیه می‌کند. کیفیت فاضلاب خروجی به پارامتر های زیادی بستگی دارد که بسیاری از آنها قابل اندازه گیری نیستند و تنها پارامتر هایی از قبیل پارامترها به سیستم، تعاملات داخلی، ویژگی های وتلند قابل اندازه گیری هستند. در نمودار (۱) میزان حذف مواد آلاینده در سیستم وتلند طراحی شده در یکی از روستاهای امریکا نشان داده شده است.

همان گونه که در نمودار (۱) نشان داده شده است میزان حذف آلاینده ها توسط سیستم وتلند خوب بوده و پساب خروجی جهت آبیاری گیاهان کیفیت لازم را دارند. در جدول (۱) کیفیت فاضلاب خروجی در سیستم وتلند سطحی نشان داده شده است.

در سیستم های وتلند زیر سطحی بیشترین میزان TSS در چند متر اول راکتور (CELL) حذف می گردد. همچنین بررسی های انجام شده نشان می دهد میزان نیتروژن فاضلاب به میزان ۶۰ تا ۸۶ درصد در سیستم وتلند حذف می گردد. نیتریفیکاسیون و دینیتریفیکاتیون از مهمترین عوامل حذف نیتروژن فاضلاب می باشد. که به خوبی این دو پدیده در راکتور وتلند صورت می گیرد. تحقیقات نشان می دهد که میزان نیتروژن موجود در پساب خروجی با زمان ماند ۶ تا ۷ روز کمتر از ۱۰میلی گرم درلیتر می باشد[نمودار (۲)].

میزان حذف فسفر در سیستم های وتلند خیلی خوب نمی باشد و برای حذف بهتر فسفر بایستی از مصالح خاص استفاده گردد. منظور از مصالح خاص مصالحی می باشد که محتوی آهن یا آلمینیوم هستند. استفاده از این مصالح از لحاظ اقتصادی چندان مقرون به صرفه نمی باشد و بعد از مدت کوتاهی این مصالح کارایی خود را از دست می دهند لذا استفاده این مصالح در وتلند ها، پیشنهاد نمی گردد.

به طور کلی عواملی از قبیل کیفیت فاضلاب ورودی، هیدرولیک فاضلاب ورودی، آب و هوا و مشخصه های فیزیکی سیستم از عوامل موثر بر میزان پارامترهای کیفیت فاضلاب خروجی می‌باشد.

۳- نتیجه گیری:

با توجه به آنچه بیان شد پرواضح است به کارگیری از روش های کم هزینه و اجرایی نظیر وتلندها در مناطق مختلف اقلیمی و مناطق دیگر دنیا به خصوص ایالت متحده امریکا و بررسی رفتار و کارکرد آنها می تواند تاثیرات به سزایی در ارتقاء سطح بهداشت عمومی و کاهش هزینه های اجرایی داشته باشد.

نتایج کلی زیر برای سیستم وتلندها قابل بیان می باشد:

- هزینه ساخت کم تصفیه خانه.
- بهره برداری بسیار آسان تصفیه خانه.
- ارتقاء سطح کیفی آبهای زیرزمینی روستا.
- کاهش بیماری های ناشی از فاضلاب.
- افزایش فضای سبز روستا با پیاده سازی طرح انتقال پساب و به کارگیری جهت آبیاری.

منابع

[1]. EPA/625/1-88/022. Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment U.S. Environmental Protection Agency
Office of Research and Development Center for Environmental Research Information , Cincinnati, OH 45268,2010.

[2]. United States Environmental Protection Agency, EPA/625/R-99/010
September 2000.

[3]. CONSTRUCTED WETLANDS, By p.SULLIVAN ,NCAT Agriculture Specialist July 2003.

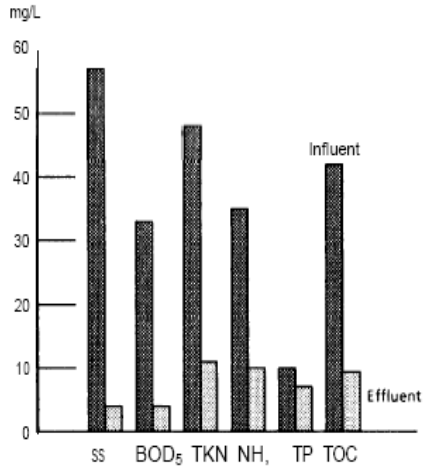
[4]. Hydrology, Water Resources Center Archives, University of California Water Resources Center, UC Berkeley,2009.

[5]. Metcalf & Eddy (1981). Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater, McGraw-Hill, New York.1981.

[6]. Metcalf & Eddy (2003), Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th ed., McGraw- Hill, New York,2003.

www.omran-mb.com

Wastewater Treatment, Clemson University, Clemson, SC, April 1983, pp. 205–218.,1983.
[17]. Bastian, R.K. and Reed, S.C., Eds. (1979). Aquaculture Systems for Wastewater Treatment EPA 430/9-80-006, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.,1979.



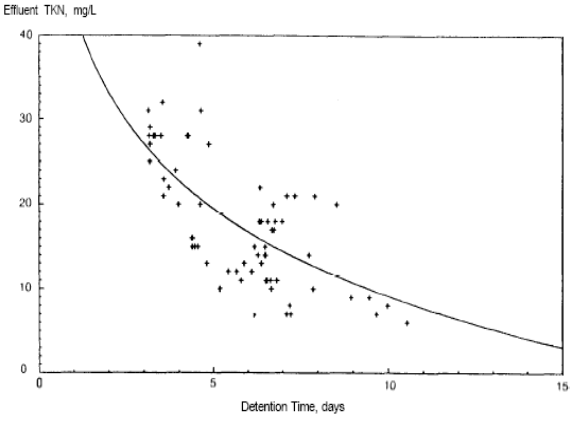
نمودار ۱- میزان حذف مواد آلاینده در سیستم وتلند

جدول ۱- کیفیت فاضلاب خروجی در سیستم وتلند سطحی

Table 3-5. Background Concentrations of Contaminants of Concern in FWS Wetland Treatment System Effluents

Constituent	Range (mg/L)	Typical (mg/L)	Factors Governing Value	Reference
TSS	2-5	3	Plant types, coverage, Climate, wildlife	Reed et al.,1995; Kadlec and Knight, 1996
BOD_5 [1]	2-8	5	Plant types, coverage, Climate, plant density	Reed et al., 1995 Gearheart, 1992
BOD_5 [2]	5-12	10	Plant types, coverage, Climate, plant density	Kadlec and Knight, 1996
TN	1-3	2	Plant types, coverage, Climate, oxic/anoxic	Kadlec and Knight, 1996 Reed et al., 1995
NH_4-N	0.2-1.5	1.0	Plant types, coverage, Climate, oxic/anoxic	Kadlec and Knight, 1996 Reed et al., 1995
TP	0.1-0.5	0.3	Plant types, coverage, Climate, soil type	Kadlec and Knight, 1996 Reed et al., 1995
Fecal Coli CFU/100 ml	50-5,000	200	Plant types, coverage, Climate, wildlife	Watson et al, 1987; Gearheart et al., 1989

[1]Wetland system with significant open water and submergent vegetation
[2]Wetland system fully covered by emergent vegetation



نمودار ۲- میزان نیتروژن موجود در پساب خروجی با زمان ماند

[7]. Middlebrooks, E.J., Middlebrooks, C.H., and Reed. S.C. (1981). Energy requirements for small wastewater treatment systems, J. Water Pollut. Control Fed. , 53(7), 1172–1198.,1981.
[8]. USEPA (1984). Process Design Manual for Land Treatment of Municipal Wastewater: Supplement on Rapid Infiltration and Overland Flow, EPA 625/1-81-013a, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.,1984.
[9]. USEPA (1983). Process Design Manual for Municipal Wastewater Stabilization Ponds EPA 625/1-83-015, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.1983.
[10]. USEPA (1981). Process Design Manual for Land Treatment of Municipal Wastewater, EPA 625/1-81-013, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. , USEPA (1983).
[11]. Reed, S.C., Bastian, R., Black, S., and Khettry, R.K. (1984). Wetlands for wastewater treatment in cold climates, in Proceedings of the Water Reuse III Symposium American Water Works Association, August 1984, Denver, CO.,1984.
[12]. Reed, S.C., Crites, R.W., Thomas, R.E., and Hais, A.B. (1979). Cost of land treatment systems, EPA 430/9-75-003, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.,1979.
[13]. Middlebrooks, E. J., Middlebrooks, C.H., Reynolds, J.H., Watters, G.Z., Reed, S.C., and George, D.B. (1982). Wastewater Stabilization Lagoon Design, Performance and Upgrading, Macmillan, New York.,1982.
[14]. Forster, D.L. and Southgate, D.D. (1983). Institutions constraining the utilization of municipal wastewaters and sludges on land, in Proceedings of Workshop on Utilization of Municipal Wastewater and Sludge on Land, University of California, Riverside, February 1983, pp. 29–45.,1983.
[15]. Deese, P.L. (1981). Institutional Constraints and public acceptance barriers to utilization of municipal wastewater and sludge for land reclamation and biomass production, in Utilization of Municipal Wastewater and Sludge for Land Reclamation and Biomass Production, EPA 430/9-81-013, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.,1981.
[16]. Banks, L. and Davis, S. (1983). Wastewater and sludge treatment by rooted aquatic plants in sand and gravel basins, in Proceedings of a Workshop on Low Cost