Removal of heavy metals from Wastewater using constructed wetland

A thesis

Submitted to the

College of science – University of Basrah

in partial fulfilment of the requirement

for the Degree of Master of Science in Ecology

(Environmental pollution)

By

Abdulrahman Yousif Yaqoob

B.sc Ecology

2016

Supervised by

Prof. Dr.Najah Aboud Hussain

Prof. Dr. Makia Mohalhul Al-Hejuje

August 2021 **D-Hijjah 1442**

Summary

Constructed wetlands can be an effective solution to the release of untreated wastewater which contain a variety of pollutants. This unexpensive, easy to operate technique was used in university of Basrah where constructed wetland research station was rehabilitated for the removal of heavy metals from the campus wastewater. This study aim was to analyze the station's ability to heavy metals removal from wastewater in both separated and hybrid operation.

The station consisted of three storage tanks for clean and wastewater feeding two parallel lines each line with three basins. The first line consisted of vertical subsurface flow (VSSF) and horizontal subsurface flow (HSSF) both planted with *Phragmites australis* and free surface flow (FSF) planted with *Lemna* spp. The second line with similar design except VSSF and HSSF planted with *Typha domingensis*. The basins dimensions were 300cm*120cm*100cm for length, width, and height respectively. The substrate contained three standardized layers of gravel (5mm, 15, 35-55mm) from top to bottom to height of (20cm, 30cm, 10cm) respectively.

During separated operation, samples were collected from raw and after 24, 48, 72 hours from the initial filling of the systems. Meanwhile, during hybrid operation, samples were collected from the end of the line.

The measured parameters for the raw and treated water samples were temperature, pH, electrical conductivity (EC), total suspended solids (TSS), total hardness, turbidity, and heavy metals such as Al, Cd, Cu, Ni, Mn, Zn in water and substrate samples. The results from used system were efficient in removal of the pollutants in which it ranged during the experiment period and systems as follow; turbidity (94.9% - 99.3%), TSS (81.3% - 95.2%). Dissolved metals removal was as follow; Al (35.2% - 98.7%), Cd (99.1%-99.6%), Cu (94.3% - 99.7%), Mn (42.7% - 97%), Ni (94.9% -.

98.7%), Zn (28.8% - 79%). Meanwhile, the insoluble metals increased after 72 hours of operation. Hybrid operation was efficient in removal of TSS (41.6%, 44.1%), turbidity (60.5%, 79.7%), dissolved metals such as; Al (47.6%, 48.4%), Cd (18.9%, 45.6%), Mn (66%, 72.28%), Zn (32.5%, 25.9%) in hybrid line one and two respectively. Variance in heavy metals concentrations was observed in sediment samples. Fourier transmission infrared spectroscopy was used to analyze plants samples from root and leaves which showed an interaction between heavy metals and functional groups in plants tissue. Scanning electron microscopy mapping showed the distribution of heavy metals in the plant samples. HPI and Igeo was used to evaluate the pollution in heavy metals in water and sediment respectively. HPI ranged between (1.7 – 7.8) which indicate unpolluted water compared to wastewater which had HPI value of (407.7). Igeo showed that systems substrate was extremely polluted with Al. Cd ranged between unpolluted to strongly polluted, and unpolluted to moderately polluted with Ni. Meanwhile, unpolluted with Cu, Mn, and Zn

الخلاصة

تعد الاراضي الرطبة المشيدة حلاً فعالاً لمعالجة مياه الصرف الصحي والتي تحتوي على مجموعة متنوعة من الملوثات. استعملت هذه التقنية غير المكلفة وسهلة التشغيل في جامعة البصرة من خلال إعادة تأهيل محطة أبحاث للأراضي الرطبة لغرض إزالة العناصر الثقيلة من مياه الصرف الصحي في الحرم الجامعي. هدفت الرسالة الى تقييم كفاءة المحطة في ازالة العناصر الثقيلة من المياه العادمة بنوعين من طرق التشغيل المنفصل والهجين.

تتكون المحطة من ثلاث خزانات لتخزين المياه النظيفة والصرف الصحي إذ تزود هذه الخزانات خطين متوازيين كل خط بثلاثة احواض. يتكون الخط الأول من نظام الجريان العمودي تحت السطحي (VSSF) ونظام الجريان الأفقي تحت السطحي (HSSF) كلاهما مزروع بنبات القصب *Phragmites australis* ونظام الجريان السطحي الحر (FSF) المزروع بـنبات *Lemna* spp. . أما الخط الثاني فقد صمم بتصميم مشابه للخط الاول باستثناء نوع النبات فقد زرعت احواض VSSF و HSSF بنبات البردي *Typha domingensis* كانت أبعاد الأحواض 300 سم * 120 سم * 100 سم للطول والعرض والارتفاع على التوالي. احتوى كل حوض على ركيزة مكونة من ثلاث طبقات قياسية من الحصى (5 مم بإرتفاع 20 سم، 15 مم بإرتفاع 30سم، 35-55 مم بإرتفاع 10 سم) من أعلى إلى أسفل على التوالي.

جُمعت العينات من المياه الخام أثناء التشغيل المنفصل وبعد فترات 24 و 48 و 72 ساعة من الملء الأولي للأنظمة. أما اثناء التشغيل الهجين فقد تم جمع العينات من نهاية كل خط.

قيست بعض المتغيرات لعينات المياه الخام والمعالجة وشملت درجة الحرارة للماء، والأس الهيدروجيني (pH)، والتوصيلية الكهربائية (EC) ، والمواد الصلبة العالقة الكلية(TSS) ، والعسرة الكلية، والعكورة ، وتم قياس المعادن الثقيلة Al، Cd، Cu، Ni، Mn، Zn في عينات الماء وعينات الركيزة.

كانت النتائج من النظام المستعمل فعالة في إزالة الملوثات من المياه و التي تراوحت خلال فترة التجربة والأنظمة على النحو التالي: العكورة (94.9% - 99.3%) ، المواد الصلبة الذائبة (81.3% - 95.2%). إما إزالة العناصر المذابة كانت على النحو التالي: Al(- 35.2%) Cd(99.6% - 99.1%) ،Cu (99.7% - 94.3%) ،Mn (97 % -42.7%) ،Ni

98.7% - 94.9%))، Zn (79% - 28.8%)، وفي الوقت نفسه زادت العناصر غير الذائبة بعد 72 ساعة من التشغيل. نظام التشغيل الهجين كان فعالاً في إزالة المواد الصلبة الذائبة (41.6% ، 44.1%)، العكورة (60.5% ، 79.7%)، العناصر الذائبة مثل: Al ,47.6%) Cd % (48.4 %(45.6% ,18.9%) ، Mn (66% ، 72.28%) ، Zn (32.5% ، 25.9%) في الخط الهجين الأول والثاني على التوالي. اظهرت النتائج تباين في تراكيز العناصر الثقيلة في عينات الرسوبيات. تم استعمال مطياف الامتصاص للأشعة تحت الحمراء لتحليل عينات النباتات من الجذور والأوراق والتي أظهرت تفاعلًا بين العناصر الثقيلة والمجاميع الفعالة في أنسجة النباتات. أظهر المجهر الإلكتروني الدقيق توزيع العناصر الثقيلة في عينات النبات. تم استعمال بعض ادلة التلوث بالعناصر الثقيلة (HPI و Igeo) لتقييم التلوث في عينات الماء والرسوبيات على التوالي. تراوحت قيمة HPI بين (1.7 - 7.8) مما يدل على عدم تلوث المياه مقارنة بمياه الصرف الصحي التي بلغت قيمة HPI (407.7) في حين بين Igeo أن ركيزة الأنظمة كانت ملوثة للغاية بالالمنيوم Alبينما غير ملوث إلى شديد التلوث بـالكادميوم Cd . غير ملوث الى معتدل التلوث بالنيكل Ni. في حين كانت الركيزة غير ملوثة بالنحاسCu والمنغنيز Mn والزنك Zn.

إزالة العناصر الثقيلة من المياه العادمة باستعمال الأراضي الرطبة المشيدة

رسالة مقدمة

إلى

مجلس كلية العلوم – جامعة البصرة

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير

في علم البيئة

(تلوث بيئي)

من قبل

عبدالرحمن يوسف يعقوب

بكالوريوس علوم البيئة

2016

بإشراف

أ.د. نجاح عبود حسين **أ.د. مكية مهلهل الحجاج**

ذو الحجة /1442 **آب /2021**