Iraqi Journal of Science
ISSN: 0067-2904
GIF: 0.851

استخدام النباتات المائية في معالجة مياه المجاري /دراسة حالة لاستخدام نبات زنبقة النيل في مدينة الموصل

فاطمة أزاد بشير* ,نوفل عبد الجبار المصري

كلية البيئة، جامعة الموصل، نينوى، العراق.

الخلاصة

تعد مياة المجاري من المصادر الرئيسية لتلوث نهر دجلة .لذلك تم دراسة طريقة لمعالجة مياة المجاري .حيث تم إختبار قدرة النباتات المائية في المعالجة البايولوجية لمياة المجاري ضمن مسار مجرى وادي الخرازي المغطى بنبات القصب وكذلك ضمن وحدة المعالجة المنشأءة بطريقة (نظام الجريان السطحي)والمغطاة بنبات زهرة النيل في فصل الشتاء .أظهرت النتائج ان لوحدة المعالجة قدرة اكبر في إزالة الملوثات من مجرى وادي الخرازي .كما أظهرت النتائج بأن العناصر التى يمكن إزالتها بعمليات الترسيب تمت بكفاءة عالية مثل العكارة حيث بلغت نسبة إزالتها ضمن وحدة المعالجة ٩٥,٢% ضمن وحدة المعالجة ونسبة الازالة على طول مسار مجرى وادي الخرازي ٢٠,٢%.كما كانت نسبة إزالة بكتريا القولون ضمن وحدة المعالجة ٩٠,٢% ونسبة إلازالة على طول مسار مجرى وادي الخرازي ٦٠,٤%.كما كانت نسبة إزالة المتطلب الحيوي للاوكسجين ضمن وحدة المعالجة ٧٦,٥% ونسبة إلازالة على طول مسار مجرى وادي الخرازي ٢٠,٢%.أما المغذيات فقد أظهرت النتائج عدم وجود كفاءة تذكر في إزالتها ضمن وحدة المعالجة ومجرى وادي الخرازي وذلك لبطئ العمليات البيولوجية ضمن الفصول الباردة من السنة .

The Use of Aquatic Plants in Sewage Treatment/ Using Lily of the Nile in the City of Mosul

Fatimah A. Basheer* , Naufal A.Al Masri
College of Environment, Mosul University, Ninewah, Iraq.

Abstract

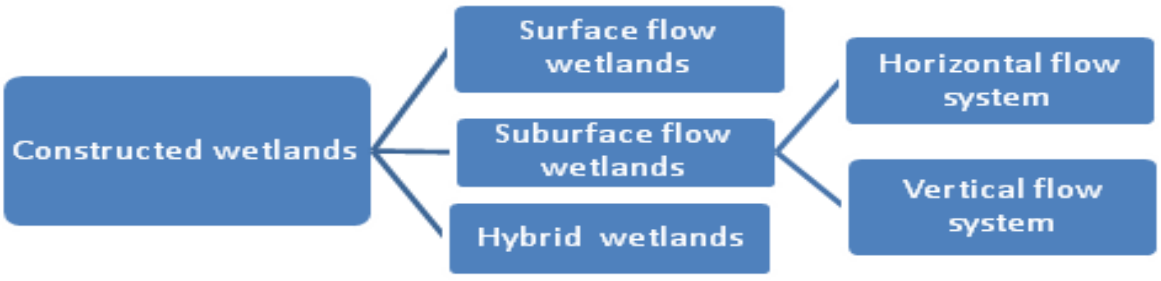
The sewage water is the main sources of pollution for the Tigris river for that reason this study was done,The ability of nature treatment were examined along the path of alkarazi valley which was covered with reed plant also the phytoremidation were examined at the establish unit(surface flow system) which was vegetative with the plant *Eichhornia crassipes* .The result shows that elements which can be removed by precipitation efficiency removal like turbidity where its removal percentage at the unit of treatment reached 95.2 %where the percentage of removal through the Alkarazi was 50.4%.The removal percentage of *E.coli* at the unit was 90.2% where the percentage of removal through the Alkarazi was 52%.The biological oxygen demand removal at the unit was 76.5% but at the pathway of alkarazi was 20.4% The removal percentage of the nutrients were too low for both of them because the biological processes became very slow during the cold seasons of the year.

Keywords: phytoremediation, sewage treatment, bioremedation.

*Email: fa-rose91@yahoo.com

المقدمة

استخدمت على مدى سنوات عديدة طرق تقليدية في معالجة المياه خصوصا مياه المجاري وذلك كونها مرتبطة ارتباطا وثيقا بتلوث المياه والتربة وما ينتج عنها من مخاطر مثل زيادة العوامل الممرضة وظهور الروائح الكريهة وزيادة ظاهرة الاثراء الغذائي (Eutrophication) وغيرها[1].نظرا لارتفاع تكاليف المعالجة التقليدية وماتحتاجه من عمليات صيانة وايدي عاملة حصل إهمال في طرق تطوير واستخدام معالجة مياه المجاري وظهر بشكل واضح خصوصا في الدول النامية [2]..وعلية فقد ازداد طرح مياه المجاري الى المجاري ألمائية كالأنهار والبحار أو الى الأراضي الرطبة الطبيعية (Natural wetlands).تغطي الاراضي الرطبة الطبيعية حوالي 6% من مساحة الاراضي في العالم وتوجد في كل المناخات إذ تكون عبارة عن مساحات مشبعة بالمياه السطحية او المياه الجوفية تنمو فيها نباتات متكيفة مع ظروف التربة المشبعة بالمياه[3] .برز الاهتمام بالأراضي الرطبة كطريقة لمعالجة مياه المجاري قبل حوالي 70سنة مضت .عندما بدأت البحوث والدراسات تتجه نحو البدائل الرخيصة والمستدامة. كذلك عندما بدأت البحوث تثبت أهمية النباتات في عمليات المعالجة[4] .فبعدما كانت الاراضي الرطبة تعد مناطق لرمي النفايات وتصريف مياه المجاري أظهرت العديد من الدراسات التي اجريت على مياه المجاري قبل دخولها وبعد خروجها من الاراضي الرطبة بتحسن نوعية المياه المعالجة ففي جنوب العراق أثبتت الأهوار ألموجودة في قرية ألجبايش ومدينة ألحمار بأنها تساهم في تنقية المياه الملوثة إذ تكون مياه هذه الاهوار عبارة عن بركة مملوءة بالقصب تستلم كميات كبيرة من المياه الملوثة وتساهم بمعالجتها حتى وإن كانت معالجة وقتية (في فصل الشتاء)لأن التبخر في فصل الصيف يجعل هذه الأهوار جافة في معظم الأحيان [5].وفي إحدى الدراسات التي قامت بها [6] في سيريلنكا على احدى المناطق الرطبة الطبيعية التي تصب مياهها في نهر (Dandvgam oya) اظهرت الدراسة وجود فروقات بنوعية المياه قبل دخولها المنطقة التي اختارتها الباحثة من للمعالجة والبالغة(51020متر^{٢})وبعد خروج المياه منها زيادة الأوكسجين المذاب وانخفاض المتطلب الحيوي للأوكسجين كما حصل إزالة لبكتريا القولون بنسبة 62.5% .تعتمد عمليات الإزالة ضمن الأراضي الرطبة على مصادر طاقة متجددة مثل أشعة الشمس والطاقة الحركية للمياه والنباتات والاحياء المجهرية التي تؤدي دورا فعالا في عمليات المعالجة[7] .ازداد الاهتمام بالأراضي الرطبة وبدأت البحوث تتجه نحو تصميم اراضي رطبة صناعية تتميز بأتباعها مبدأ التحلل البيولوجي لأزاله الملوثات ضمن الاراضي الرطبة الطبيعية لكن بشكل مركز[8] وتحت ظروف مسيطر عليها مثل السيطرة على التصريف،كثافة النبات ،معدل الحمل العضوي وغيرها من العوامل .إذ بدء العمل بأنواع مختلفة من الأنظمة أثبتت كفاءتها والتي تتغاير بطريقة تصميمها حسب نوعية المياه والكفاءة المطلوبة .مثل نظام الجريان السطحي(Surface flow system) ونظام الجريان تحت السطحي الافقي (Subsurface flow system) ونظام الجريان السطحي الشاقولي (Subsurface vertical flow)وانظمة تدمج الانظمة مع بعضها (Hybrid Wetlands).



الشكل١ – تصنيف الأراضي ألرطبة المصطنعة [9]

ففي دراسة قام بها [10] لاختبار كفاءة وحدات أنظمة الجريان السطحي تم من خلالها إنشاء6 وحدات من الخزانات الهوائية الاختيارية بعمق 1.2 متر تتصل كل واحدة منها بأربعة خلايا مساحتها 27.36متر^{٢} وبعمق 0.9متر وبحجم 23.16متر^{٣} مع مساحة متروكة 0.30متر ومزروعة بنبات زهرة النيل كانت نسبة الإزالة 70%بالنسبة للمتطلب ألحيوي للأوكسجين و68%بالنسبة للمتطلب الكيماوي للأوكسجين و41%بالنسبة للمواد الصلبة و30%بالنسبة للنترات و49%بالنسبة للكلور و2%بالنسبة للبوتاسيوم.

يعتبر وادي الخرازي من الوديان الطبيعية التي تجمع مياه الامطار بمعدل تصريف 72م^{3}/.يوم يمتد من مناطق شرق مدينة الموصل ويتكون من فرعين الاول يبدأ من قريتي سادة وبعويزة ويمر بأحياء (الصديق ،الحدباء ،البلديات)التي تصرف إلية مياه الفضلات المنزلية ،ثم يخترق الشارع العام موصل _دهوك بأنابيب عدد2قطر 90 سم ويدخل جامعة الموصل قرب بوابة عمادة الطب البيطري الجديدة والمجرى الثاني يبدأ من شمال منشأة الكندي مرورا بحي الكندي الذي يصرف إلية مياه الفضلات المنزلية ويخترق الشارع العام موصل _دهوك بأنابيب تصريف عدد 2 قطر 90 سم ويدخل سياج القصور الرئاسية (كلية الزراعة حاليا) يسير الفرعان داخل جامعة الموصل بخط متعرج الى ان يلتقيان قرب بوابة كلية الزراعة ثم يسيران بخط موحد الى ان يخرج من الجامعة إلى الشارع العام ثم الى منطقة الغابات ويصب في نهر دجلة [11]. يغطى وادي الخرازي بنبات القصب والذي ينمو ضمن التربة الضحلة للمجرى يمكن اعتبار أرضية الوادي مساحة مشبعة بالمياه الضحلة والغطاء الخضري (اي اراض رطبة للمعالجة)والتي تؤدي دورا مهما في معالجة مياه المجاري الرمادية والسيطرة عليها [12] .جاءت فكرة البحث لاختبار مدى تغاير نوعية المياه على طول مجرى الخرازي(Natural treatment system).وبما إنه الأراضي الرطبة المصطنعة تعمل بنفس مبدأ الأراضي الرطبة الطبيعية ولكن تحت ظروف مسيطر عليها تجعلها أكثر كفاءة في إزالة الملوثات العضوية تم إنشاء وحدة أراضي رطبة لاختبار كفاءة الأراضي ألرطبة المصطنعة (Constructed Wetland).باستخدام نبات زهرة النيل (Water Hyacinth) واسمة العلمي (*Eichhornia crassipes*) وهو نبات استخدم في عمليات المعالجة المختلفة وأثبت كفاءته [١٣].

ففي دراسة قام بها [14] لاختبار كفاءة نبات زهرة النيل في المعالجة البيولوجية لمياه مجاري معمل النسيج .تم من خلالها تجهيز الظروف المثالية لنمو النبات في المختبر كانت إزالة كل من(BOD، COD)تتراوح بين (40%_ 70%) و إزالة كل من (TSS Cu، Zn،Cr،) على التوالي(94.44%،96.88%،94%.78%).

يهدف البحث الى تحقيق الاهداف التالية :

١-إختبار كفاءة الأراضي الرطبة الطبيعية والمصطنعة في إزالة الملوثات ضمن درجات الحرارة الواطئة وفي فصل الشتاء.

٢-إختبار الفروقات بكفاءة الإزالة بين الأراضي الرطبة الطبيعية(وادي الخرازي المزروع بنبات القصب) والمصطنعة (وحدة المعالجة المزروعة بنبات زهرة النيل).

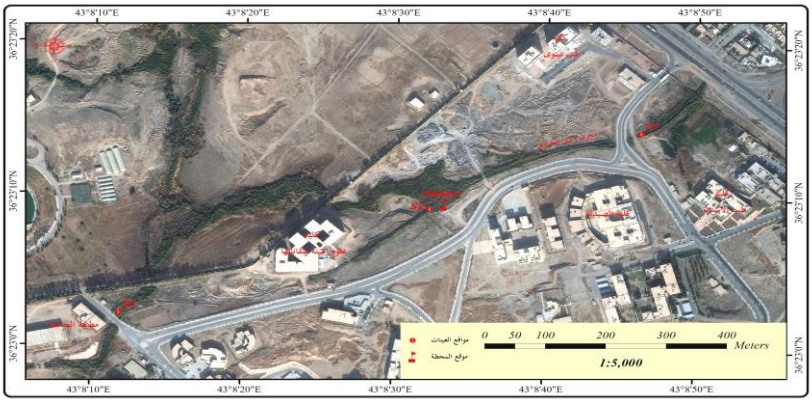
طرق العمل:

تضمن العمل كل مما يأتي :

العمل الحقلي

الجزء ألاول:

تم اختيار مقطع من مجرى وادي الخرازي داخل جامعة الموصل بطول 937متر^{٢} وتم تحديد ثلاثة مواقع لجمع العينات منة الموقع الاول بداية دخول مياه المجرى جامعة الموصل قرب بوابة الطب البيطري والموقع الثاني قرب كلية علوم البيئة وتقاناتها حيث تبعد النقطة الثانية عن الاولى 356متر^{٢}.والموقع الثالث قرب بوابة الزراعة قبل الالتقاء بالمجرى الثاني حيث تبعد النقطة الثالثة عن الثانية 580متر^{٢}. كما موضح بالشكل -٢ وتتميز المسافة من النقطة الاولى الى الثانية بوجود عوائق مائية عديدة حيث تكون سرع الجريان بطيئة في حين المسافة من النقطة الثانية الى الثالثة تتميز بوجود منحدر يجري الماء من خلاله بسرعة عالية.



الشكل ٢ -توضح مواقع أخذ العينات على طول مسار مجرى وادي الخرازي وموقع وحدة المعالجة .

الجزء الثاني:

تم اختيار مساحة قرب كلية علوم البيئة وتقاناتها داخل جامعة الموصل وكما موضحة بالشكل-٢ لأنشاء وحدة أراضي رطبة صناعية باستخدام النباتات المائية تتألف من حوض مساحته السطحية 15متر^2 /يوم ومغلفة بمادة عازلة مصنوعة من البلاستيك المقوى وهي لمنع التسرب الى المياه الجوفية ومزروعة بنبات زهرة النيل وكما موضح بالشكل-٣ تستلم الوحدة مياهها من النقطة الثانية لمجرى وادي ألخرازي (والتي تتوفر فيها نوعية مياه ملائمة للمعايير التصميمية لوحدة المعالجة) بواسطة أنبوب بلاستيكي بقطر ٤ إنج تم تشغيلها طول فترة الشتاء بتصريف 2.8 متر^3 / يوم وهو أدنى تصريف تتحمله المنظومة حيث تحتاج المعالجة في فصل الشتاء زمن أعلى للبقاء وذلك لان المعالجة تكون بطيئة .

الشكل-٣ توضح وحدة المعالجة

جمع العينات :

تم جمع العينات من المواقع المشار إليها سابقا وابتداء من شهر كانون ألاول 2013 ولغاية شهر اذار2014 وبمعدل عينة واحدة بالشهر .كما وتم جمع عينات من وحدة المعالجة بتاريخ 5 كانون الثاني 2014 وبواقع عينة قبل دخول المياه الى وحدة المعالجة وعينة بعد خروج المياه من الوحدة . تم استخدام قناني نظيفة من البولي أثيلين سعة 2لتر .كما تم جمع العينات الخاصة بقياس الأوكسجين المذاب DO والمتطلب الحيوي للأوكسجين BOD^5 بقناني خاصة(قناني معتمة) سعة250 مل.

العمل المختبري :

تم إجراء الفحوصات الفيزيائية : الأس الهيدروجيني ،التوصيلية الكهربائية ،درجة الحرارة، العكارة والفحوصات الكيمائية :النترات ،الكبريتات ،الفوسفات ،المتطلب الحيوي للأوكسجين ،الاوكسجين المذاب والفحوصات البكتريولوجية والمتمثلة ببكتريا القولون وتم تحليل النماذج مختبريا وحسب الطرق الواردة في(Standard methods))[15] .

النتائج والمناقشة:

أظهرت ألنتائج وجود تغير في نوعية المياه على طول مجرى وادي الخرازي وخلال محطات أخذ ألعينات كما أظهرت النتائج وجود تغير في نوعية المياه قبل دخولها منظومة المعالجة وبعد خروجها منها . أذ يبين الجدول-١ والجدول-٢ انخفاضا في تراكيز ملوثات معينة و ارتفاعا في تراكيز ملوثات أخرى .

جدول١ – يبين تغير نوعية المياه على طول مجرى وادي الخرازي خلال فترة الدراسة .

المتغيرات / العناصر	كانون الاول			كانون الثاني			شباط		
	الموقع الاول	الموقع الثاني	الموقع الثالث	الموقع الأول	الموقع الثاني	الموقع الثالث	الموقع الأول	الموقع الثاني	الموقع الثالث
ألاس ألهيدروجينيpH	7.72	7.23	7.03	7.49	7.61	7.74	7.57	7.48	7.82
درجة الحرارةT	11.7	11	10.5	13.7	13.4	14.2	12.4	12.2	12
التوصيلية الكهربائيةEC	770	570	680	520	530	630	490	550	430
ألاوكسجين المذابDO	6.5	5.4	5.9	5.33	3.26	6.33	1.2	1.4	4.5
المتطلب الحيوي للأوكسجين BOD^5	40	36	34	44	46	34.2	12.5	48	36
العكورةTurb	19.2	34.6	18.2	41.9	52.8	20.9	49.9	96.6	12.5
بكتريا القولون	1600	900	500	1600	1600	900	1600	1600	900
الفوسفات PO4	0.12	0.26	0.03	0.28	0.52	0.37	0.33	0.52	0.52
النترات NO3	1.8	0.9	1.08	0.88	0.95	0.94	0.95	0.99	1.11

☒ **جميع القيم مقاسة بوحدة ملغم / لتر ماعدا كل من التوصيلية ألكهربائية مقاسة بوحدة مايكروموز / سم ،بكتريا ألقولون مقاسة بوحدة خلية / 100مللتر ،ألعكورة NTU.**

جدول ٢ – يوضح معدل الفروقات بنوعية المياه قبل دخول منظومة المعالجة وبعد خروجها منها أثناء فترة الدراسة

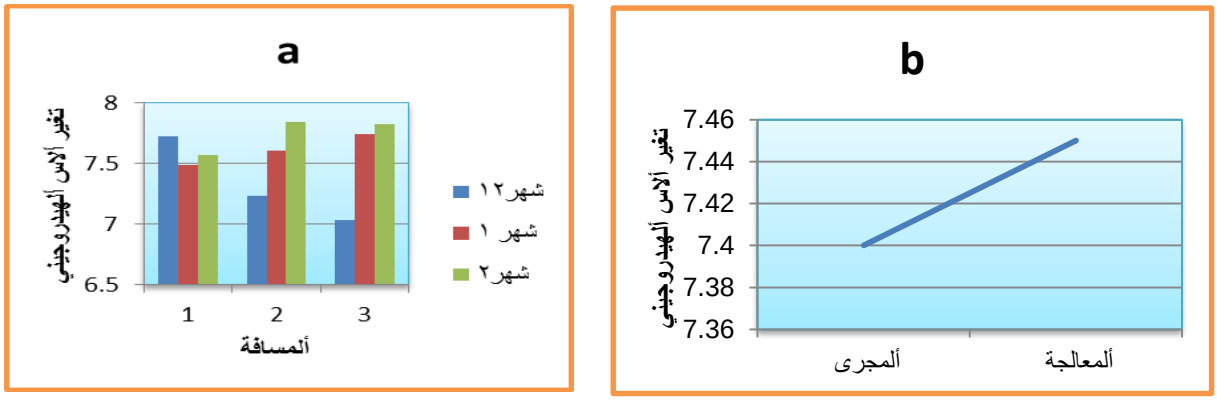
موقع اخذ العينة / العنصر	قبل ألمعالجة	بعد ألمعالجة
الأس الهيدروجيني PH	7.40	7.45
التوصيلية الكهربائيةEC	0.44	0.54
الأوكسجين المذاب DO	3.6	5.8
ألمتطلب الحيوي للأوكسجين BOD^5	32	7.5
العكورة	29.5	4.4
بكتريا القولون	350	34
الفوسفات PO4	0.51	0.52
النترات NO3	0.58	0.57

☒ **جميع ألقيم مقاسة بوحدة ملغرام /لتر ماعدا كل من ألتوصيلية ألكهربائية مقاسة بوحدة مايكروموز/سم ،بكتريا ألقولون مقاسة بوحدة خلية / 100مللتر ،ألعكورة بوحدة NTU.**

يمكن تلخيص نتائج الدراسة كما يلي :

الأس الهيدروجيني pH:

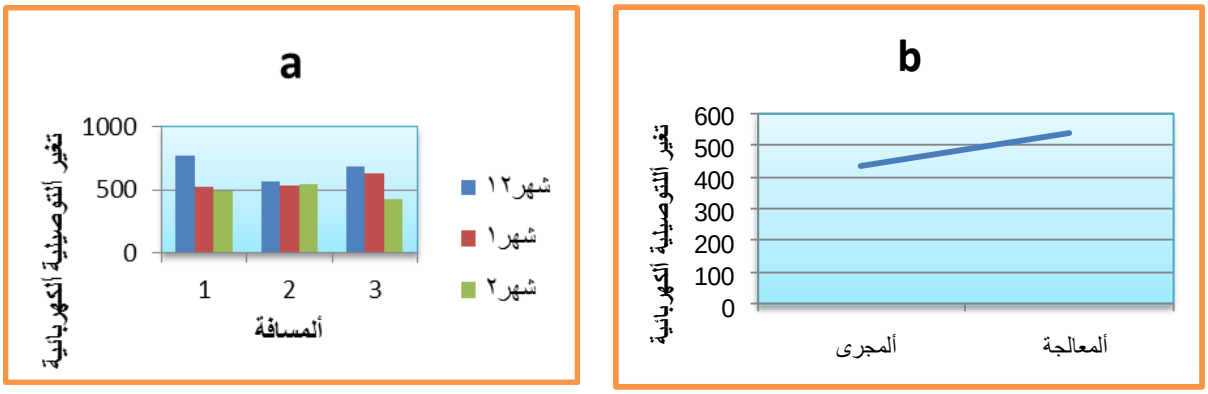
يتبين من الجدول -١ بأن هناك اختلافا في قيمة الأس الهيدروجيني بنسبة قلية تراوحت مابين (7.82-7.03) ويميل الى الزيادة على طول مسار مجرى وادي الخرازي كما مبين في شكل-٤a إذ تراوح معدل الزيادة بنسبة3.1% وذلك يعزى الى أن تفكيك المادة العضوية من قبل ألأحياء ألمجهرية والتي تؤدي الى تحرر غاز ثنائي أوكسيد الكاربون الذي يعمل على توازن الدالة الحامضية أو الاتجاه نحو القلوية عند تكوين البيكاربونات [16] .إلا إنه تم ملاحظة انخفاض الأس الهيدروجيني عند ألنقطة ألثانية وبنسبة 3.7%وذلك لكون أن هذه النقطة يحدث بها تباطؤ في سرعة جريان المياه بسبب وجود عوائق كبيرة للجريان مثل النباتات المتراكمة والمخلفات المجروفة مع التيار المائي مما يرفع الحمل العضوي .وانخفاض الأس ألهيدروجيني فيها يدل على قلة نسبة المعالجة في هذه النقطة حيث تنخفض كفاءة المعالجة كلما يزداد الحمل العضوي [١٧] كما أن انخفاض الأس الهيدروجيني فيها يقلل من نسبة سحب الملوثات بواسطة ألنباتات إذ تعد قيم الأس الهيدروجيني المعتدلة للوسط الذي ينمو علية النبات هي المناسبة لحصوله على المغذيات ويؤدي ارتفاع هذا العامل إلى حدوث تأثير سلبي يؤثر على حيوية ألنبات [18] .انخفاض ألأس الهيدروجيني بعد خروج المياه من وحدة المعالجة كما مبين بشكل-٤b يعود لنفس الاسباب السابقة الذكر ويمكن ملاحظة أن نسبة الانخفاض كانت أعلى إذ كانت بمقدار 0.6% لمسافة لا تتجاوز 5متر مما يدل على وجود معالجة اعلى في هذه الحالة .



شكل ٤- يوضح تغير الاس الهيدروجيني a_على طول مسار مجرى وادي الخرازي b_قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها.

التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity(EC)

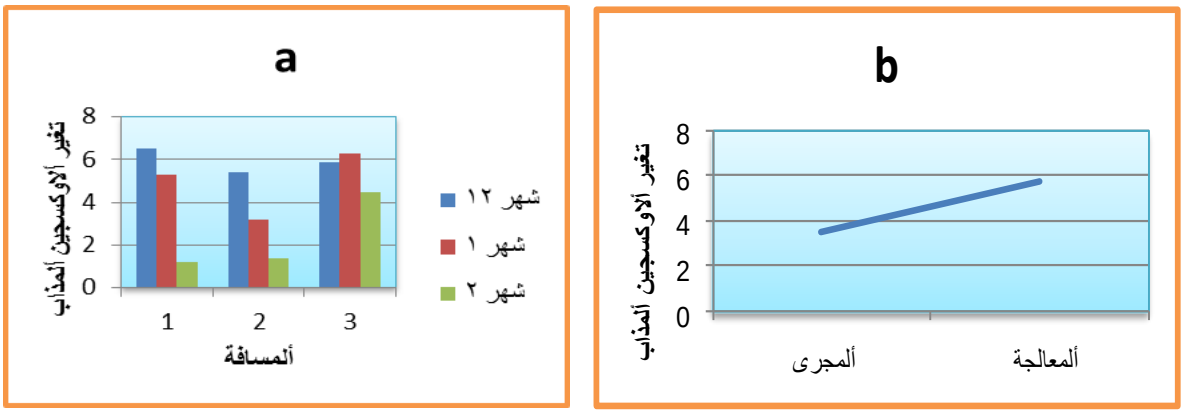
تراوحت قيم الإيصالية ألكهربائية على طول مسار مجرى وادي ألخرازي ما بين (430-770) مايكرو موز /سم وتميل قابلية ألتوصيل الكهربائي الى الارتفاع على طول مسار مجرى وادي ألخرازي كما مبين بالشكل-٥a إذ بلغت نسبة الزيادة 11.9%وهذا يعود الى أن عملية تفكيك الحمل العضوي بواسطة الأحياء المجهرية المتواجدة على رايزومات النباتات يؤدي إلي تحرر المعادن بشكل أيونات ذائبة والتي لها القدرة على زيادة التوصيلية وبالتالي ترتفع قابلية التوصيل الكهربائي[19] . وكذلك تم ملاحظة إرتفاع قابلية التوصيل الكهربائي لعينات المياه الخارجة من منظومة المعالجة عن تلك قبل المعالجة كما موضح بالشكل-٥b وبنسبة اعلى من تلك للعينات على طول مسار مجرى وادي الخرازي إذ كانت نسبة الزيادة 18.5% وذلك لكون عملية المعالجة تكون أكثر بسبب إستقرار الظروف التشغيلية داخل الوحدة حيث أن عمليات التحلل البايولوجي ينتج عنها مركبات حامضية تتفاعل مع المركبات القاعدية الموجودة في المواد العالقة مما يودي الى إرتفاع قابلية التوصيل الكهربائي [20].



شكل ٥- يوضح تغير التوصيلية الكهربائية a-على طول مسار مجرى وادي الخرازي b- قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها.

الاوكسجين المذابDissolved OXygen

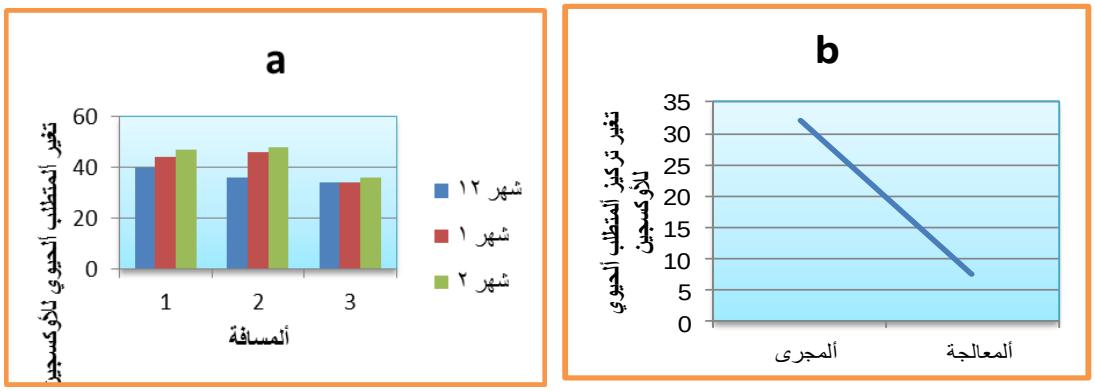
أظهرت نتائج الدراسة تباين بقيم الأوكسجين المذاب على طول مسار مجرى وادي الخرازي إذ تراوحت قيمة مابين 6.5- (1.2)ملغرام /لتر .حيث يعد ألأوكسجين ألمذاب من ألعوامل ألمهمة في تسريع عمليات تحلل المواد العضوية[20] ويعتمد تركيزه في المياه بشكل أساسي على درجة الحرارة ,[21] ففي أوقات الأمطار نتيجة عمليات ألتخفيف يزداد تركيز ألأوكسجين ألمذاب أما عند درجات الحرارة المرتفعة فان تركيزه وذلك لأن ارتفاع درجة حرارة المياه تقلل من قابلية الأوكسجين على الذوبان في الماء بالإضافة الى زيادة نشاط ألأحياء الدقيقة في تحليل المواد العضوية وبالتالي زيادة باستهلاك المواد العضوية وزيادة الطلب على كمية الأوكسجين المذاب [22] .كما لوحظ من خلال النتائج إنه في بعض الاحيان ينخفض مقدار الاوكسجين المذاب عند الموقع ألثاني ثم يعود ليرتفع عند الموقع الثالث وكما هو مبين بالشكل-a٦ وذلك لأنه عند الموقع الثاني يرتفع الحمل العضوي مما يودي الى زيادة باستهلاك الاوكسجين المذاب[21] .كما تم ملاحظة ارتفاع تركيز ألأوكسجين ألمذاب بعد خروج المياه من وحدة المعالجة كما مبين بالشكل-b٦ بنسبة 37.9% وهذا يعود الى الانخفاض الشديد في درجات الحرارة والتي تكون عمليات المعالجة عندها بطيئة جدا [٢]



شكل ٦- يوضح تغير تركيز الاوكسجين المذاب a-على طول مسار مجرى وادي الخرازي b-قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها

تغير تركيز المتطلب الحيوي للأوكسجينBOD

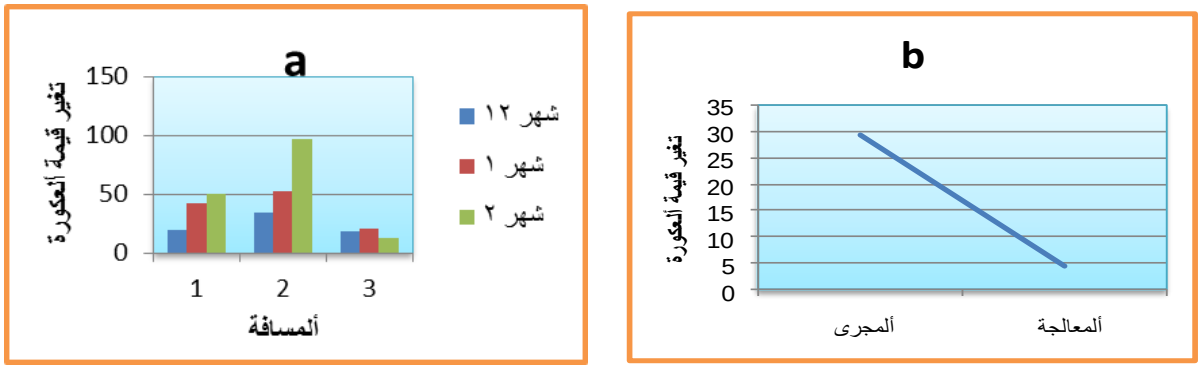
أظهرت النتائج انخفاضا محسوسا بنسبة المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) على طول مسار مجرى وادي ألخرازي كما مبين بالشكل-٧ a إذ كانت نسبة ألانخفاض 20.2% و يعزى ذلك الى عمليات الامتصاص أو الأدمصاص ضمن الرواسب ألقاعية وذلك بسبب بطئ المعالجة البيولوجية في فصل الشتاء [23] والتي تتلخص باستهلاك الحمل العضوي بواسطة الأحياء المجهرية التي توجد حول جذور النباتات[24] .لذلك يزال الحمل العضوي الذي يتعلق بالمواد غير الذائبة أو العالقة بوساطة العمليات المتعلقة بالترسيب[2] .كما أظهرت النتائج فروقات بنوعية المياه الداخلة الى وحدة المعالجة والخارجة منها كما مبين بالشكل-٧b بنسبة إزالة وصلت الى ,76.5%ولنفس السبب المذكور أعلاه .



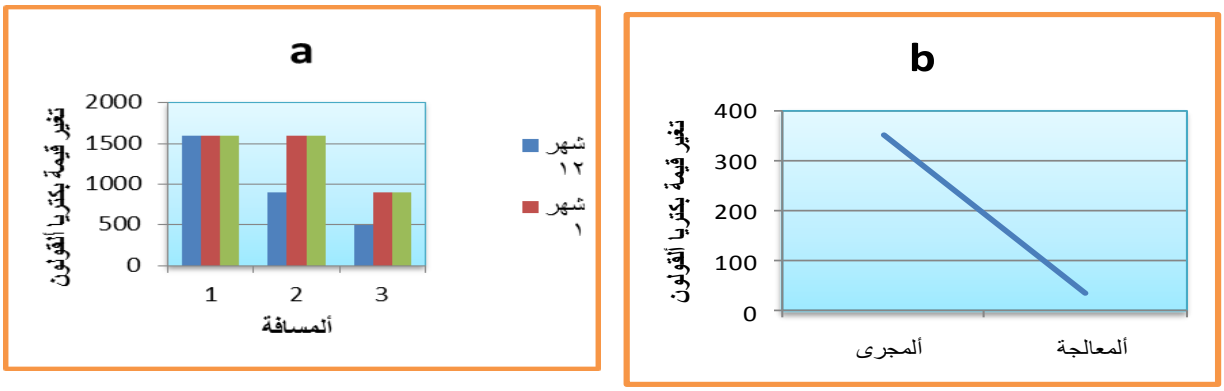
شكل ٧- يوضح تغير تركيز المتطلب الحيوي للاوكسجين a-على طول مسار مجرى وادي الخرازي b-قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها.

العكورة وبكتريا القولون Turbidity and *E.coli*

تراوحت قيم العكورة ما بين NTU(52.8-18.2) لمياه مجرى الخرازي طول فترة الدراسة كما أظهرت النتائج انخفاضا ملحوظا بنسبة العكورة من الموقع الاول الى الموقع الثالث و على طول مسار مجرى وادي الخرازي كما موضح بالشكل-٨a بنسبة 20.2% .وكما أظهرت النتائج فروقات واضحة بنسبة العكورة بين عينات المياه قبل دخولها وحدة ألمعالجة وعينات المياه بعد خروجها منها كما موضح بالشكل-٨b وبنسبة إزالة بلغت85% وذلك يعزى الى عمليات الترسيب والترشيح حيث ان عكورة المياه سببها الدقائق العالقة والغروية مثل الطين والغرين وكذلك المواد العضوية وغير العضوية المجزئة الى دقائق ناعمة بالإضافة الى ألهائمات النباتية والكائنات المجهرية مثل الأوليات[15] .والتي تزال إما بالترسيب أو الترشيح او التخثير والتلبيد .يوفر النبات ترسيب مثالي لمثل هذه المواد وذلك كون النبات يقلل من سرعة المياه وبالتالي يوفر فترة زمنية كافية للمواد العالقة لكي تترسب .وبما أن المسببات المرضية تلتصق على الدقائق العالقة لذلك تكون إزالتها مرتبطة بإزالة الدقائق العالقة ومعدل زمن البقاء الكافي [25] إذ كانت نسبة إزالتها على طول مسار وادي ألخرازي 60.4% (الشكل-٩a يبين انخفاض بكتريا القولون)كما كانت نسبة إزالة بكتريا القولون ضمن منظومة ألمعالجة 90.2% (الشكل-٩b يبين انخفاض بكتريا القولون قبل وبعد دخول المياه وحدة ألمعالجة).ارتفاع العكورة عند الموقع ألثاني يعود الى ارتفاع الحمل العضوي .



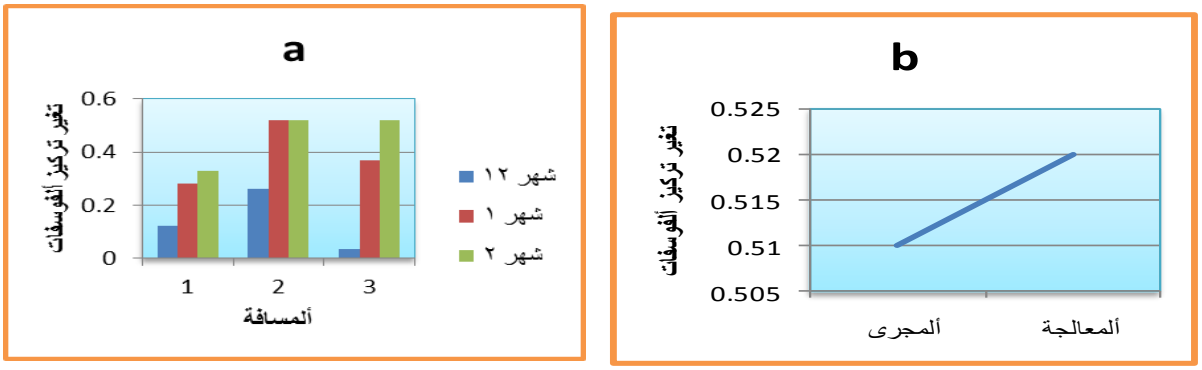
شكل ٨ – يوضح تغير نسبة العكارة a–على طول مجرى وادي الخرازي b–قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها.



شكل ٩ – يوضح تغير نسبة بكتريا القولون a–على طول مسار مجرى وادي الخرازي b–قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها.

الفوسفات والنترات Phosphate and Nitrate

أظهرت النتائج بعدم وجود كفاءة ملموسة في إزالة المغذيات في كل من وحدة ألمعالجة ومجر ى وادي الخرازي إذ تراوحت قيم الفوسفات على طول مسار وادي ألخرازي مابين (0.036–0.52) ملغرام /لتروتميل الى التذبذب على طول ألمسار كما ارتفع تركيز الفوسفات بعد خروجه من وحدة المعالجة بنسبة 1.9% كما موضح بالشكل–a١٠ والشكل–b١٠ ذلك لأن النبات يحتاج الفوسفات والنترات من اجل النمو حيث يعد الفسفور من أهم العناصر التي تدخل بالأغشية البلازمية والاحماض النووية للنبات لذلك يقوم النبات بامتصاصها في فترة النمو[26] .ويعود الفسفور مرة ثانية الى المياه عند موت النبات او فترة السكون والتي تكون ضمن درجات الحرارة الواطئة جدا[2] .كذلك يخزن النترات بالشكل العضوي داخل النبات ليعود مرة ثانية الى المياه في فترة السكون او الموت) [2].والازالة الطفيفة التي تحدث في هذه الفترة تعود الى عمليات الترسيب التي تحصل لهذه المغذيات[2] . إذ تراوحت قيم النترات على طول مسار مجرى وادي ألخرازي مابين(0.9–1.8) ملغرام /لتر وتميل ألى الزيادة كما مبين بالشكل–a١١ كما تم ملاحظة انخفاضا طفيفا لتركيز النترات بعد خروج المياه من وحدة ألمعالجة بنسبة 1.7% كما موضح بالشكل–b١١.



شكل ١٠– يوضح تغير تركيز الفوسفات a–على طول مسار مجرى الخرازي.b–قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها .

شكل ١١– يوضح تغير تركيز النترات a–على طول مسار مجرى وادي الخرازي b–قبل دخول المياه وحدة المعالجة وبعد خروج المياه منها.

تم التوصل خلال فترة ألدراسة ألمحددة بفترة ألشتاء وتحت ظروف ألجو ألبارد الى الاستنتاجات التالية :

إن وجود ألوديان ألمزروعة بالنباتات ألمائية كالقصب والتي تجمع مياه المجاري ألمنزلية تساعد في معالجة مياه المجاري وتحسن من نوعيتها حيث أظهرت ألنتائج كفاءة في إزالة كل من ألعكورة بنسبة و 20.2% ،والمتطلب ألحيوي للأوكسجين بنسبة 20.2%،وبكتريا ألقولون بنسبة 60.4% كما لوحظ ارتفاع بنسبة الأوكسجين ألمذاب .

كما إن استخدام وحدة ألمعالجة (نظام أراضي رطبة مصطنعة)يساعد على تحسين نوعية المياه حيث أظهرت النتائج كفاءة في إزالة كل من ألعكورة بنسبة وصلت 95.2% ،وبكتريا القولون 90.2% ،والمتطلب ألحيوي للأوكسجين 76.5% كما لوحظ ارتفاع بالأوكسجين ألمذاب .

تلعب درجة ألحرارة دورا مهما في التأثير على نسبة ألمعالجة فالعناصر التي تعتمد ميكانيكية إزالتها على ألترسيب تزال بكفاءة عالية جدا طول فترة ألشتاء مثل العكارة وبكتريا ألقولون وفي حين لا يحدث إزالة تذكر للمغذيات لأنها تعتمد بشكل أساسي على فعاليات النشاط البكتيري وعمليات ألسحب من قبل ألنبات وهذه الفعاليات تكون خاملة ضمن ألفصول ألباردة من ألسنة .

ألتوصيات

يمكن استعمال المعالجة الحيوية ضمن درجات الحرارة الواطئة جدا لأزالة المواد العالقة .كما ويمكن أن تساعد وحدات الترسيب والترشيح في محطات المعالجة التقليدية في فصل الشتاء خاصة للمحطات ألصغيرة .وامكانية إنشاء منظومات مشابهة لعمل الاراضي الرطبة الطبيعية يكون اكثر كفاءة من الطريقة ألحالية وبمساحة أقل باستخدام وسائل إضافية مثل إضافة اوكسجين و إعادة تدوير وغيرها وتوضع قبل طرح مياه المجاري الى الانهار .التنظيف المستمر للوديان التي تمر فيها مياه المجاري يجعل من نوعية مياه المجاري أفضل .حيث أن ارتفاع بعض العناصر في بعض مناطق مجرى الوادي يعود الى تراكم كميات كبيرة من المخلفات والاوساخ والمواد ألمترسبة التي تخلق ظروف لاهوائية وتقلل من درجة ألمعالجة .

المصادر

١. السعدي ،حسين علي.٢٠٠٦.*البيئة المائية* .المكتبة الوطنية للطباعة والنشر .(1368)، العراق.

2. U.S.Environmental protection Agency .**2000**.design manual constructed wetlands treatment of municipal waste water .EPA/625/R-99/010.Cincinnati,ohio 45268.

3. U.S. Environmental protection Agency . **1994**.wetlands treatment database (North American Wetlands for water quality treatment database).R.H .Kadlec ,R.L.Knight ,S.C.Reed ,and R.W.Ruble eds., EPA /600/C-94/002.US EPA Office of Research and Development Cinicinnati,OH.

4. U.S.Environmental protection Agency.**1988**.Design Manual Constructed Wetlands and aqutic plant systemes for municipal waste water treatment EPA /625/1-88/022.cincinnati .OH.

5. Hassan ,A.T.**2012**.Constructed Wetlands for Wastewater reuse and Ecosystem rehabilitation of the Iraqi Marshlands,M.SC .thesis ,college of Sciences .University of Sweden.

6. Lagerblad, L. **2010**.Wastwater treatment Wetlands. M.SC.Thesis, college of Earth Sciences.Arbetsgruppen for Tropisk Ekologi committee of Tropical Ecology Uppsala University ,Sweden .

7. Sim,C.H. **2003**. The use of constructed wetlands for waste water treatment .Wetlands International-Malaysia Office .24pp.

٨. ألتركماني ،عبد ألرزاق محمد سعيد .**2009**. دليل تخطيط وتصميم وتنفيذ محطات المعالجة بالنباتات .شبكة خبراء المياه السوريين .

9. Vymazal .**2011**.Constructed Wetlands for Waste Water treatment: five decades of experience, *Environ.sci Technol* .,61-69.

10. Olukanni,D.o and K,o.kokumo.**2013**.Efficiency assessment of aconstructed wetland using Eichnovnia crassipes for waste water treatment .Department of civil Engineering ,Covenant University.P.M.B.1023,Ota,Ogum state,Nigeria.

١١. القهوجي ،مازن صديق إلياس محمد. **2009**. إستصلاح مياه مجرى الخرازي لأغراض الري ، رسالة ماجستير ، الهندسة المدنية، كلية الهندسة،جامعة الموصل،نينوى،العراق .

12. Scholz M,Harrington R,Carroll p and Mustafa A.**2007**. The integrated constructed wetlands (ICW)concept .*Wetlands*, 27:337-354.

13. Takhtajan, A. **1997**. *Diversity and classification of flowering plants.* Columbia University press, New York.

14. Mahmood,Q,P.Zheng,E.Islam,Y.Hayat,M.T.Hassan,G.Jilani and.R.C.Jin.**2005**.labscales studies on water Hyacinth(Eichnomia crassipes marts solms)for Biotreatment of Textile Waste water .*caspian J.Enu.Sci*.2005, 3(2):83-88.

15. APHA.**2007**.*Standard methods for the Examination of water and waste water* .21th.ed.,USA.

16. Mustafa M.H.**2000**.Tigris water quality within Mosul area.*Raf.J.Sci*. II(4):26-39.

17. Watson,J.T.,Reed,S.C.,Kadlec,R.H.,Knight,R.L.andWhitehouse,A.E.(1989).Performance expectations and loading rates for constructed wetlands.in:constructed wetlands for wastewater treatment :Atechnology as sessment .U.S.Environmental protection Agency ,of fice of water Management,U.S.Bureau of Reclamation ,phoenix ,AZ.

18. Viessman,W.Jr.&Hammer,M.J.**1985**.*Water supply and pollution control*, Harper and row publishers inc.,new York ,4th ed.

١٩. عفيفي ،فتحي عبد العزيز **2000**. *دورة السموم والملوثات البيئية في مكونات النظام البيئي* .دار الفجر للنشر والطباعة ،القاهرة .

20. Viggori S.and Hellat ,K.**2003**."Oxygen dissolved process in Waste water treatment Institute of physical chemistry ",University of Tarta Jakobi,Tarta , Estonia.

٢١. الصفاوي،عبد العزيز يونس طليع;البرواري ،مشير رشيد احمد;خدر نوزت خلف .**2009**.دراسة الخصائص الطبيعية والكمياوية والبيولوجية لمياه وادي دهوك ، *مجلة تكريت للعلوم الصرفة* ، 14(2) :54-60.

٢٢. طاؤوس محمد الشواني.٢٠٠١ . دراسة بيئية ومايكروبايلوجية لنهر الزاب الأسفل في منطقة التون كوبري في الحويجة /محافظة التأميم،رسالة ماجستير، كلية التربية /بنات،جامعة تكريت،صلاح الدين،العراق.

23. Sawyer,C.N.and McCarty,p.l.**1987**.Chemistry For enviromental engineering ,3rd ed.,McGraw – Hillcompanies, USA .

24. U.S.Environmental protection Agency.**1999**. FWS Wetlands for waste water treatment:Atechnology Assessment. EPA 832/R-99/002. OFFICE OF WATER ,Washingtion,DC.

25. Belz,Kelly E.**1997**.Phyto-remediation orenriew rirginra U.SAP.G.,Ralinda R.Miller(October 1996)Ground water Remediation Technologies Analysis center ,http://www.gwrae.org.

26. Gearheart,R.A.**1999**.Free water surface wetlands for waste water treatment :Atechnology as – sessment .U.S.Environmental protection Agency ,of Fice of water management ,U.S.Bureau of Reclamation,phoenix,A Z.

27. Reddy,K.R and Debusk.**1987**. State of the art utlisation of aquatic plants in water pollution control, *Water sciences and technology*, 19(10):61-79.