استعمال بعض النباتات الصحراوية في معالجة المياه المستعملة

الدكتور: وصيف خالد محمد الطيب[1،2]، الدكتورة: زينب قدور[1،2]، الدكتورة: التجاني سكينة[3]

[1] قسم هندسة الطرائق والبيتروكيمياء كلية التكنولوجيا جامعة الوادي الجزائر

[2] وحدة البحث تطوير الطاقات المتجددة في المناطق القاحلة جامعة الوادي الجزائر

[3] قسم الكيمياء كلية العلوم الدقيقة جامعة الوادي

mehammed-oucifkhaled@univ-eloued.dz

ملخص الدراسة

يعد الماء السائل الحيوي الأكثر استعمالا، ونظرا لأهميته البالغة في حياة الانسان والحيوان والنبات على حد سواء عرفت هذه الثروة استعمالا واسعا. إلا أن هذا الاستعمال الواسع وفي عديد المجالات تسبب في تلوث هذه الثروة المهمة وظهرت ندرة في مصادر المياه الصالحة للاستعمال. من هنا أصبح من الضروري معالجة المياه المستعملة وإعادة استعمالها. وفي هذا المجال طور الانسان العديد من الطرق الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمعالجة المياه المستعملة. ويعد استعمال النباتات في معالجة المياه المستعملة من أحدث الطرق وأهمها وذلك لقلة تكلفتها واستدامتها.

في هذه الدراسة قمنا باختبار استعمال عدد من النباتات الصحراوية في معالجة المياه المستعملة في شط حلوفة بولاية الوادي في الجنوب الشرقي من الجزائر، حيث أظهرت هذه الدراسة نتائج جد مرضية في مجال إزالة الملوثات والحصول على مياه صالحة لإعادة الاستعمال.

الكلمات المفتاحية: المياه المستعملة، معالجة المياه، المعالجة بالنباتات، المعادن الثقيلة، الملوثات العضوية

1- المقدمة العامة:

أدى التوسع الحضري و التنمية الصناعية إلى جانب زيادة عدد سكان العالم إلى زيادة الطلب على الموارد المائية بالتالي أدى إلى تزايد كميات مياه الصرف الصحي في المسطحات المائية ، ما يسبب مشاكل بيئية كبيرة، فالمياه الملوثة تفقد قيمتها الإقتصادية و الجمالية، وتأرق التنمية، مستنزفة بذلك مصادر المياه الصالحة للإستعمال، مما زاد من دافع استعمال أساليب اقتصادية بديلة صديقة للبيئة، و فعالة في معالجة مياه الصرف، مما يعود بالفائدة على الصحة العامة والبيئة.

فالحل الآمن و الإقتصادي الذي أثبتت كفاءته هو المعالجة باستعمال النباتات، فهي تقنية تضمن إزالة الملوثات العضوية و غير العضوية بدون تكاليف إنشاء ضخمة، ولا صيانة معقدة ، ولا تكنولوجيا متطورة و تتميز هذه التقنية بزراعة نباتات داخل أحواض مملوءة بمواد تعبئة)حصى، رمل، طين(بطبقات متفاوتة حسب نوع النبات.

2- تعريف المعالجة النباتية(: Phytoremediation)

المعالجة النباتية و تسمى بالتكنولوجيا الخضراء، بدأ استخدامها في معالجة مياه الصرف الصحي منذ حوالي 300 عا م ، وهي تقنية واعدة للغاية تستخدم فيها النباتات لإزالة التلوث من التربة، المياه و الهواء أو إضعافه أو تثبيته أو تحويله أين يبين تحويل الأزوت. و لها ميزات عدة نذكر منها: كونها عملية مستدامة، منخفضة التكلفة وقائمة على الطاقة الشمسية، وممتعة من الناحية الجمالية. و من مميزاتها إدارة الملوثات من العناصر ا لمغذية)فوسفور و الأزوت(، و معروف عن هذه الملوثات إذا لم تتم مراقبتها و التحكم به ا قد تسبب في النهاية ظاهرة التخثث (Eutrophication)في المسطحات المائية. و هي ظاهرة تجعل الأوساط المائية غنية بالمواد المغذية.

حيث تدعم هذه العناصر تكاثر الطحالب بعضها سام بطبيعته، كما يؤدي هذا التكاثر إلى استنزاف الأكسجين من الماء ويؤدي إلى تدهور النباتات و الحيوانات المائية. فلا بد من إعتماد تقنية المعالجة النباتية لتحسين جودة المسطحات المائية كحل بديل عن الطرق الفيزيائية والكيميائية التي تعتبر مكلفة وشاقة.

تندرج تحت عملية المعالجة النباتية عدة تقنيات يعتمدها النبات للحد من التلوث و هي:

1.2الإستخلاص النباتيPhytoextraction

2.2. ترشيح الجذورRhizofiltratio

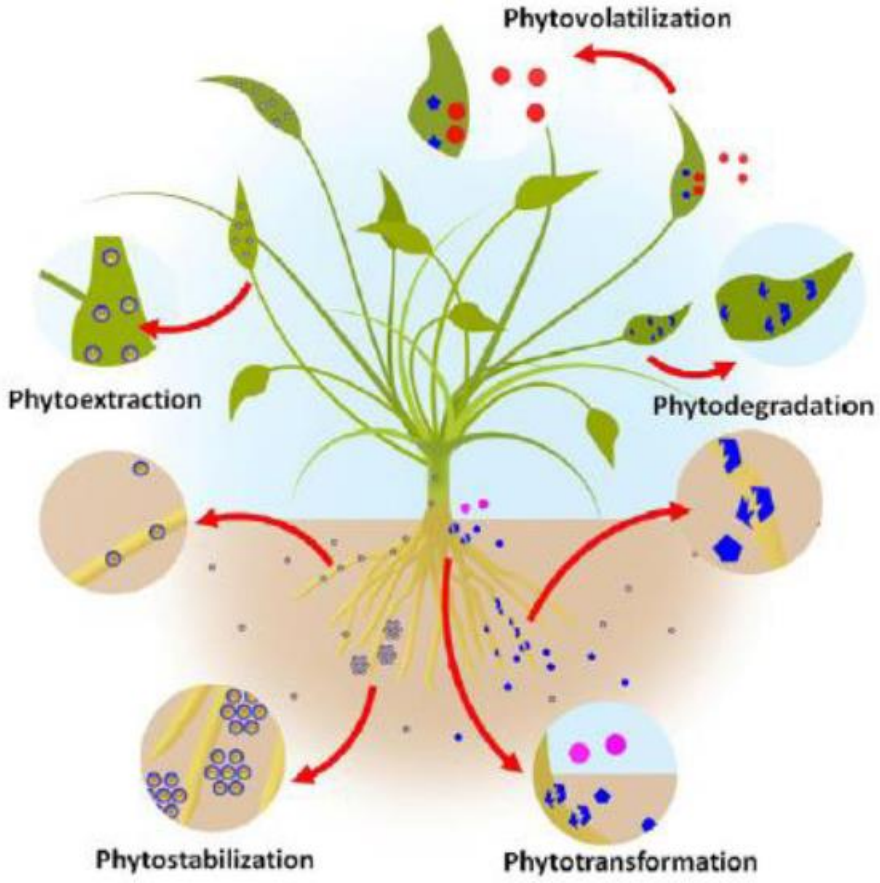
3.2. التثبيت النباتيphytostabilization

4.2. التحلل النبات يphytodegradation:

5.2 التطاير النباتيphytovolatizatio

و هناك العديد من تقنيات المعالجة النباتية الأخرى phytotransformation :

التناقل النباتي، hytoaccumulation التراكم النباتي، phytoassimilationالإستيعاب النباتي،... pytometabolismالإستقلاب النباتي ،. ..



بعض تقنيات المعالجة النباتية http://opensciencepublications.com/

3- مكان وموقع الدراسة:

اعتمدنا في هذه الدراسة لمعالجة مياه الصرف الصحي على النباتات الموجودة طبيعيا في المنطقة الموجودة بضواحي بلدية سيدي عون بولاية الوادي، و تحديدا بالمنطقة التي أصبحت مصبا لمياه الصرف المعروفة بشط حلوفة. حيث استعملنا معظم النباتات المتواجدة هناك والتي أبدت تلائما مع التغيير الحاصل منذ ان تحولت الجهة لمصب للمياه (صرف الصحي، والمياه الراكدة Drainage). تتميز معظم هذه النباتات بكونها نباتات صحراوية ملحية تعيش وتتحمل المناخ الجاف وارتفاع درجة الحرارة، العديد منها نجدها في المناطق الجافة إلا انها

استطاعت التأقلم و التواجد في التربة والمحيط الرطب للشط ولكن بدرجات متفاوتة، حيث تما تصنيفها الى ثلاث مجموعات حسب قربها من المياه.

شط الذيبة او بما يعرف بشط حلوفة منطقة منخفظة تقع على بعد 45 km شمال غرب مدينة الوادي بإقليم بلدية سيدي عون، يقع على خط طول 6° 51' شرقا، و بين خطي عرض 33° 42' و33° 47' شمالا. بسبب خصائص المنطقة الجغرافية المنخفظة أين تتموقع على مستوى تحت 22 m من سطح البحر(مديرية البيئة 2012)، اختيرت كمصب تتجمع بها مياه الصرف بشكل طبيعي وتفادي مصاريف نقل المياه بتقنيات قد تكون مكلفة جدا.

صور مأخوذة من موقع شط حلوفة ((a) Dec-2018، (b, c) Juil-2019، (d) Oct-2019

4. النباتات المعالجة المستعملة:

تتميز هذه النباتات بكونها نباتات رعوية ملحية، استطاعت العديد منها التأقلم مع التغيير الذي حدث على المنطقة لا سيما بعد تمعدن المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف، النباتات الملحية (Halophytes) تحافظ على تركيز الأملاح داخلها عن طريق التخلص من الأملاح الزائدة و ترسيبها في الأوراق مثل ما نلاحظه لدى نبات الزيتا (Limoniastrum guyonianum) أو بطرحها خارجا عن طريق خلايا متخصصة تسمى بالغدد الملحية بضخ الملح بإستمرار على سطح الورقة.

صورة لنبات الزيتا Limoniastrum guyonianum (Juil-2019)

نبات القصب Phragmites comminus (Juil-2019)

نبات الطرفة Tamarixe aphylla (Juil-2019)

نبات الخريط أو الروثاء: Salsola baryosma

5. البروتوكول التجريبي:

1.5. العتاد التجريبي المستعمل:

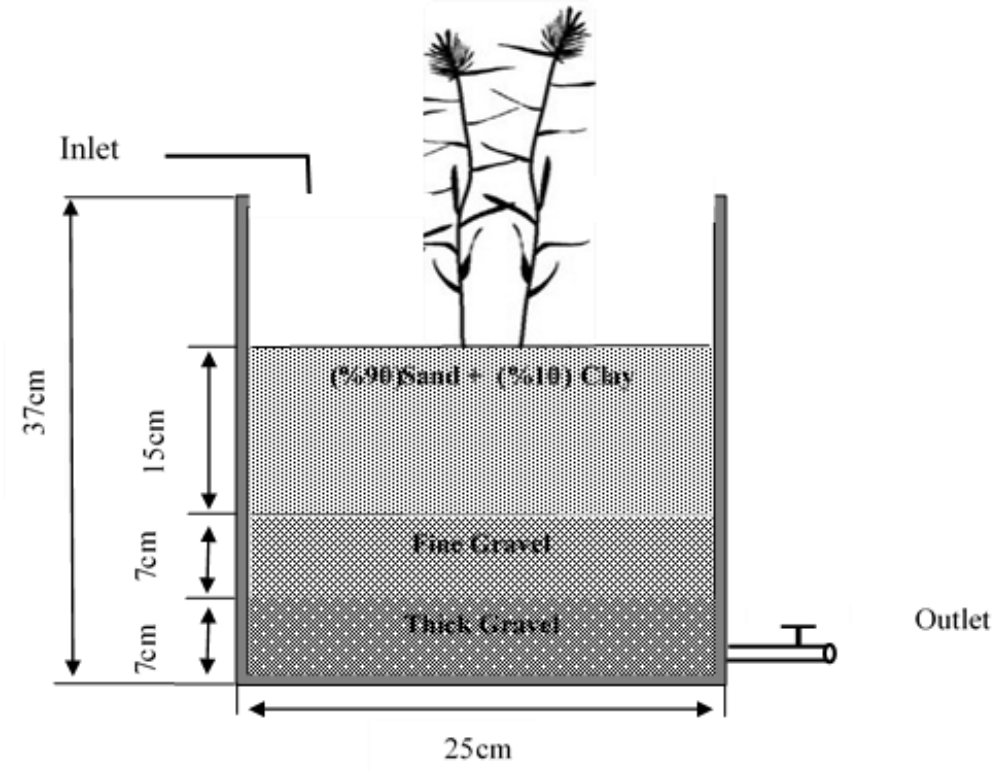
يتكون العتاد التجريبي من تسعة أحواض اسطوانية الشكل ذات سعة 18 لتر، قمنا بتقسيم الاحواض إلى ثلاث مجموعات و ذلك حسب طبيعة النباتات المغروسة التي قسمت بدورها الى ثلاث مجموعات.

- أحواض المجموعة (1+ 2): مملوءة من الأسفل إلى الأعلى على سمك 7 cm من الحصى الخشن mm (25/15) ، و7 cm حصى رفيع mm (12.5/4) و 15 cm من ((90%) من الرمل الناعم + (10%) من الطين).
- أحواض المجموعة 3: نفس المواد و سمك التعبئة لكن الإختلاف في الطبقة العلوية حيث تتكون من (من 100% الرمل الناعم) بسمك 15 cm.

ثمانية أحواض مزروعة بسيقان حديثة العمرلثلاث مجموعات من النبات :

- مجموعة أ : Salsola Baryosma, Phragmites comminus, Tamarix Aphylla
- مجموعة ب: Zygophylum Album, Limoniastrum Guyonianum
- مجموعة ج: Suaeda Mollis, Salsola Imbricata, Traganum nadatum

بكثافة تقدر بـ (35ساق/ m^2) أي بمعدل (2ساق/ $0.06\ m^2$) وذلك بأخذ كل صنف نبات بكمية جذمور تعادل تقريبا $8\ dm^3$ مع كمية من التربة التي تحيط بها ونقلها في أكياس بلاستيكية عليها اسم ومكان كل نبتة مباشرة الى مقر محطة المعالجة (ONA - STEP1) اين نشأنا أحواض المعالجة النباتية، اظافة لحوض غير مزروع كشاهد.



مخطط يوضح مكونات التركيب التجريبي لعملية المعالجة بالنظام التدفق العمودي

العتاد التجريبي المستعمل لمعالجة المياه.

2.5. الخصائص الفيزيوكيميائية لمواد التعبئة المستعملة للأحواض:

كثافة التراب الناعم d=1.42 Cc=1.15 Cu=2.5

كثافة الحصى الرفيع d=1.44 Cc=1.01et 1 Cu=1.61et 1.31

كثافة الحصى الخشن d=1.63 Cc=1.15 Cu=1.27

3.5. أخذ العيينات:

قمنا بجلب عينات النباتات من المنطقة الرطبة (شط حلوفة) بالإستعانة بمساعدين من محافظة الغابات (فرع الدبيلة).

وبهدف إجراء التحاليل تم أخذ العينات يدويا في عبوات من polyéthylène النظيفة للتحاليل الفيزيوكيميائية، وعبوات زجاجية معقمة للتحاليل البكتريولوجية وذلك للمدخل ومخرج كل حوض، معنونة بالأسم والتاريخ. بعدها يتم نقلها إلى المخبر في مبرد عند درجة حرارة تتراوح بين 4 درجات مئوية و 6 درجات مئوية في غضون 24 ساعة لضمان تخزين مرضٍ ، وفقًا للدليل العام لتخزين ومناولة عينات AFNOR NF EN 25667(ISO 5667/3). تم القيام بتحاليل العيينات لمدخل و مخرج الأحواض بـ:

- مخبر الديوان الوطني للتطهير الوادي (ONA) (كوينين STEP1): تحاليل الفيزيوكيميائية (pH, T°, CE, Salinité, Odiss, Turbidité, MES, Cyanide, DBO5, DCO).
- مخبر الجزائرية للمياه (L'ADE) وحدة الوادي: تحاليل الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية (- pH, NH_4^+ -N, NO_2^- -N, NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P).
- مخبر الأشغال العمومية الوادي: لتحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لمواد التعبئة المستعملة.

6. النتائج والمناقشة

1.6. الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للمياه المستعملة في تغذية الأحواض:

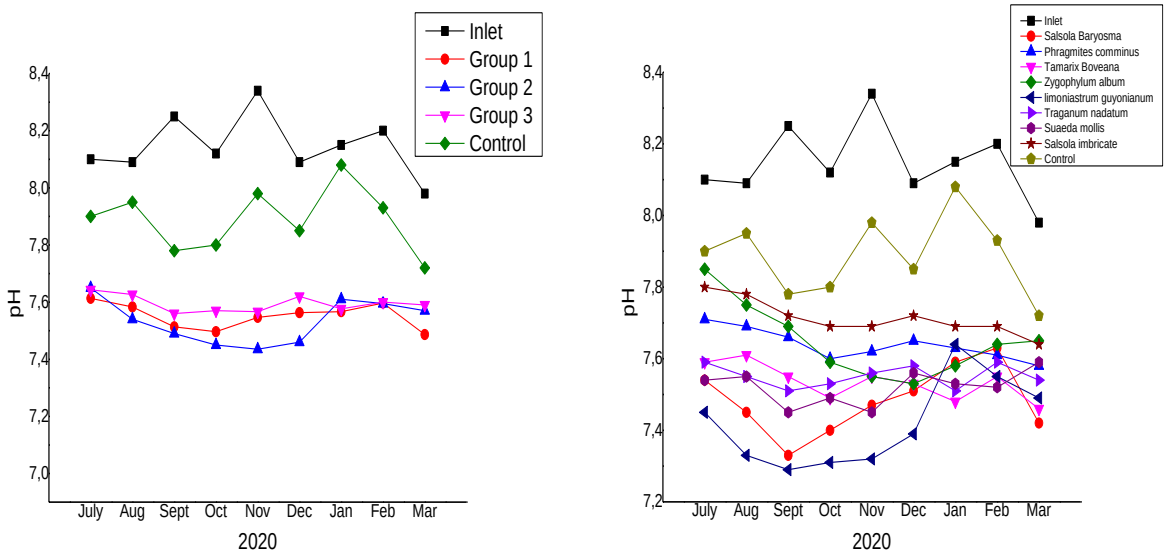
الجدول ادناه يمثل نتائج التحاليل المتحصل عليها للمياه الصرف الحضرية الصادرة من محطة الوادي و المستعملة في تغذية الأحواض خلال مدة الدراسة 9 أشهر.

القييم المتوسطة للوسائط المقاسة لمياه الصرف الصحي قبل المعالجة

الوسائط	القيمة المتوسطة	القيمة القصوى	القيمة الدنيا
T (°C)	19.14	29	10.63
pH	8.15	8.34	7.98
EC (ms/cm)	5.50	5.90	5.26
Turbidity (NTU)	106.34	150.70	75.5
Salinity (mg/l)	2.94	3.10	2.80
SS (mg/l)	42.84	59.50	25.5
DO (mg/l)	4.94	5.51	3.73
COD (mg/l)	133.09	170	117
BOD_5 (mg/l)	79.46	97	62
NH_4^+ (mg/l)	60.68	67	55
NO_2^- (mg/l)	1.09	1.55	0.51
NO_3^- (mg/l)	2.22	2.99	1.06

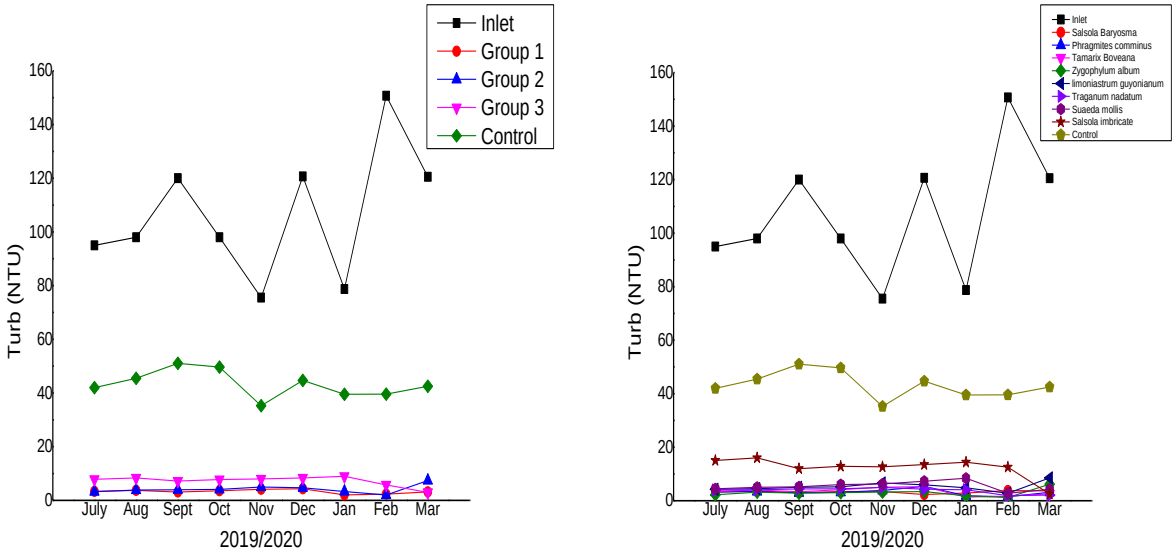
PO_4^{3-} (mg/l)	2.82	5.75	0.71
Total coliforms (CFU/100ml)	14.5×10^4	15×10^4	14×10^4
Fecal coliforms (CFU/100ml)	17×10^4	20×10^4	14×10^4
fecal streptococcus (CFU/100ml)	11×10^4	11×10^4	11×10^4

الأس الهيدروجيني pH:



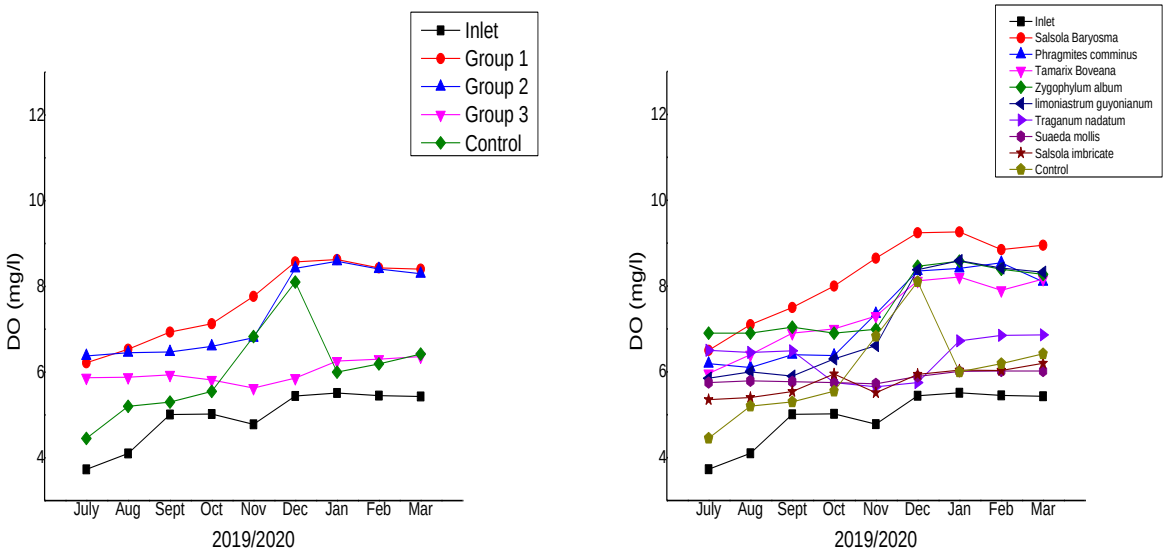
التغيير الشهري للقيم المتوسطة للأس الهيدروجيني

تطور العكارة Turbidity



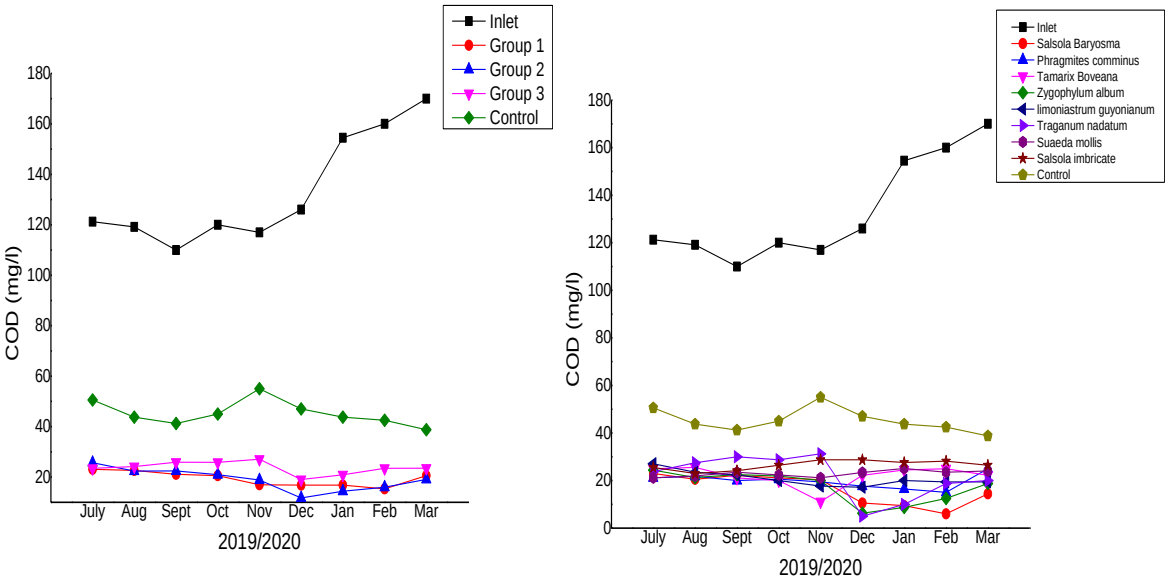
التغيير الشهري للقيم المتوسطة للعكارة

تطور الأكسجين المنحل DO:



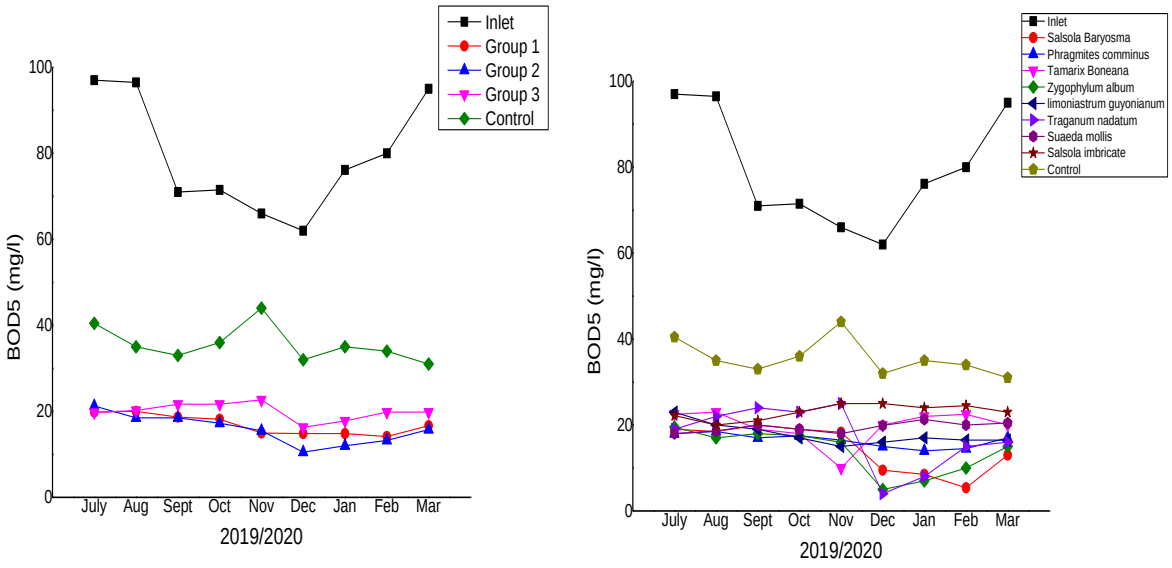
التغيير الشهري للقيم المتوسطة للأكسجين المنحل

تطور الطلب الكيميائي للاكسجين COD



التغيير الشهري للقيم المتوسطة للطلب الكيميائي للأكسجين

تطور الطلب البيوكيميائي للأكسجين BOD5



التغيير الشهري للقيم المتوسطة للطلب البيوكيميائي للأكسجين

الخاتمة العامة :في عملنا هذا أثبتنا قدرة النباتات الموجودة بشط حلوفة على معالجة مياه الصرف الصحي، فالنباتات الموجودة بالرغم من أنها ليست مائية فأغلبها تصنف على أنها نباتات صحراوية إلا أنها استطاعت إثبات كفاءة عالية في نزع الملوثات العضوية و غير العضوية .هذه الدراسة أظهرت أن وجود النبات له تأثير إيجابي على النشاط البيولوجي باستعمال نظام السقي العمودي تحت السطحي حيث :أظهرت النتائج أن المجموعة الثانية كانت أحسن مزيل للطلب الكيميائي و البيوكيميائي لألكسجين COD(،BOD5 ، (ِود إزالة لـ COD بقيمة 66.87 %،و حيث سجل نبات Salsola baryosma المتواجد بالمجموعة الاولى أعلى مرد سجل نبات album Zygophylumبالمجموعة الثانية أعلى مردود تنقية بكفاءة تصل 52.82 %لـBOD5 ،المجموعة الثالثة أبدت أحسن إزالة لألزوت)الامونيوم و النتريت(، نبات album Zygophylum في المجموعة الثانية سجل أكبر معدل إنخفاض بنسبة 16.99 %ل ألمونيوم، و نبات imbricate Salsola في المجموعة الثالثة سجل أكبر معدل إنخفاض للنتريت بنسبة 35.82 ،%المجموعة الثانية أيضا سجلت أحسن إزالة الارتوفوسفات فكان نبات Phragmites comminusفي المجموعة االولى قد سجل أكبر معدل إنخفاض بنسبة 10.84 . %أما عن إزالة الملوثات البيولوجية (البكتيريا(فجميع النباتات أبدت قدرتها بنسبة كبيرة بنتائج متقاربة تفوق 99 ،%كما تشير النتائج المحصل عليها على -ارتفاع تركيز المواد العالقة SS و تركيز النترات N- NO3 في أغلب الفترة العلاجية في جميع الأحواض المزروعة . — NO3فهو ناتج عن مساوئ نظام التدفق العمودي تحت السطحي في نزع المواد العالقة SS و تركيز النترات N فيما يخص الوسائط الفيزيائية والبيكترولوجية، تظهر أن قدرة التنقية بالاحواض المغروسة بالنباتات كانت أعلى من الحوض غير المغروس) الشاهد .)إستطاعت هذه المجموعات الثالثة و التي تحتوي على ثمانية نباتات مختلفة أنماط العيش من مائية، نصف مائية و جافة من معالجة المياه بشط حلوفة أين سمح بخلق وسط

بيئي و تنوع بيولوجي يتعايش فيه كائنات حية مختلفة من نباتات و حيوانات .من خلال مقارنة النتائج المحصل عليها بالمعايير الجزائرية لاعادة استعمال مياه الصرف للسقي تظهر أنه البد من استغلال مياه شط حلوفة لسقي المزروعات تحت إشراف مختصين بإعتبار أن والية الوادي رائدة في مجال الفالحة فإستغلال الكميات الهائلة الموجودة بالشط يخفف عناء الفالحين، ويوفر الكثير من الطاقة اللازمة للوصول للمياه الجوفية.