جـــامعة محمـــد خيضر- بسكـــــرة
كليـــــة العلـــــوم و التكنولوجيـــــا
قســـم الهندسة المدنيـــة و الـــــري

مذكرة الماستر

العلـــــوم و التكنولوجيـــــا
ري
ري حضري
المرجع:HU40/2018

إعداد من طرف:

خالدي محمد

الأحد 2018/06/24

دور نبات البردي(Cyperus Papyrus) في ازالة الزنك من مياه الصرف الصحي لمنطقة بسكرة

المشرفون:

وقواق عبد القادر	جامعة بسكرة	رئيسي
قرقازي سعدية	جامعة بسكرة	ملاحظ
ميمش ليلى	جامعة بسكرة	المشرف

2018 -2017

شكر و تقدير

بادئ ذي بدء ، نريد أن نشكر الله ، سبحانه وتعالى ، الذي منحنا القوة والصبر لإنجاز هذا العمل المتواضع.

أرسل شكري الصادق إلى مشرفتي السيدة ميميش ليلى لإرسائها وإبدائها ملاحظاتها الدقيقة ، ومناقشاتها المثرية.

كما أشكر كذالك كل من رئاسة قسم الهندسة المدنية والي و عمادة كلية العلوم و التكنولوجا الذين مهدوا طريق المعرفة .....

والى جميع أساتذتي الأفاضل الذين نورو لنا طريق العلم و أمدو لنا يدى العون في مسيرتنا الدراسية.

وأخيراً ، أشكر جميع الأشخاص الذين شاركوا من بعيد أو قريب في تحقيق هذا العمل.

أصدقائي في الدراسة في قسم الهندسة المدنية و الري لدعمهم المعنوي وإلهامهم و أخص بالذكر كل من عبيدة , يعقوب , أسامة , عبد الرحمان , عبد الرؤوف.

الإهداء

إلى منارة العلم وامام المصطفى إلى الأمي .. إلى سيد الخلق إلى رسولنا الكريم سيدنا محمد ﷺ

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار..إلى من أحمل أسمه بكل افتخار ..أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثمارً قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد والى الأبد ..والدي العزيز إلى ملاكي في الحياة ..إلى معنى الحب والى معنى الحنان والتفاني ..إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب ..أمي الحبيبة

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي إلى ..أخوتي إلى من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح والإبداع ..إلى زملائي و زميلاتي و أخص بالذكر كل من عبيدة , يعقوب , أسامة , عبد الرحمان , عبد الرؤوف.

إلى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات في العلم إلى من صاغوا لنا علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح إلى أساتذتنا الكرام..

الملخص :

مياه الصرف الصحي هي مياه محصلتها أساسا من النشاط الانساني . مليئة بالملوثات و من بين هذه الملوثات هي المعادن الثقيلة التي تشكل ضرر على المحيط وتعود بالضرر على الانسان بصفة خاصة اذا تم التخلص منها دون معالجة.,لأجل هذا من الضروري معالجة هذه المياه قبل التخلص منها. اليوم في المناطق الحضرية من المدن اصبحت مسالة ذات اهمية كبيرة لان حجم مياه الصرف الصحي مازال ينمو , ويوجد عدة انظمة لهذا الهدف لكن العالم حاليا يهتم باستعمال النباتات الراقية المغروسة في احواض موجهة كتقنية فعالة واقتصادية, هذه العملية تتم من خلال العمل المشترك بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة . من اجل تحقيق هذا الهدف الاختيارنا كان على نبات البرد Papyrus. ودراستنا الحالية تقوم على تحديد قدرة هذه النبتة من التخلص على معدن الزنك عن طريق مجموعة من التحاليل الفيزيائية والجرثومية في مخبر تحليل المياه الملوثة بالمعادن قبل وبعد سقي النبات بمياه الصرف الصحي لمدينة بسكرة.

Résumé:

Les eaux usées sont principalement dérivées de l'activité humaine. Elles sont très polluées. Ces polluants sont des métaux lourds qui sont nocifs pour l'environnement et sont particulièrement nocifs pour l'être humain s'ils sont éliminés sans traitement, il est donc nécessaire de traiter cette eau avant de la rejeter dans la nature ou la réutiliser. Aujourd'hui, dans les zones urbaines des villes, il est devenue une question d'une grande importance parce que le volume des eaux usées est encore en croissance, et le monde entier donne un itreret et il y a plusieurs systèmes à cet effet, mais maintenant le monde est intéressé à l'utilisation des plantes haut de gamme plantés dans les bassins ciblés technique efficace et économique, ce processus se fait par le travail conjoint entre les plantes et organismes vivants Minute. Afin d'atteindre cet objectif, notre sélection a été réalisée sur l'usine de froid de papyrus. La présente étude est de déterminer la capacité de cette plante pour se débarrasser du métal de zinc par une combinaison d'analyse physique et bactériologique dans l'analyse de laboratoire de l'eau minérale contaminée avant et après l'arrosage des eaux usées Allenbh à la ville de l'eau Biskra.

Summary :

Wastewater is water derived primarily from human activity. Full of contaminants. These pollutants are heavy metals that are harmful to the environment and are particularly harmful to the human being if they are disposed of without treatment, so it is necessary to treat this water before disposal. Today, urban areas of cities have become a matter of great importance because the volume of sewage is still growing, and there are several systems for this goal, but the world is currently concerned with the use of high-end plants planted in ponds oriented as effective technology and economic, this process is done through joint work between plants and organisms Minute. In order to achieve this goal our selection was on the papyrus cold plant. Our current study is based on the determination of the ability of this plant to get rid of zinc metal through a series of physical and microbiological analyzes in the laboratory of the analysis of water contaminated with minerals before and after watering the spring with wastewater from the town of Biskra.

الفهرس

شكر و تقدير

الاهداء

ملخص

الفهرس

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

مقدمة عامة

الفصل الأول: المياه الملوثة بالزنـــــك

1- مقدمة 1

2- المعادن الثقيلة 1

3- الزنك 2

3-1- ما هو الزنك 2

3-2- اكتشافه 4

3-4- الخواص الفيزيائية 4

3-5- الخواص الكيميائية.....5

3-6- التأثيرات الصحية.....6

4- خلاصة 7

الفصل الثاني: المعالجة بالأحواض النباتية

1- مقدمة 8

2- تاريخ استعمال محطات المعالجة بالنباتات 9

3- مبدأ عمل المعالجة بالنباتات(طريقة الأراضي الرطبة) 10

1-3 تعريف الأراضي الرطبة المصطنعة.....10

4-ايجابيات و سلبيات المعالجة بالنباتات 11

5- تصنيف محطات المعالجة بالنباتات (الأراضي الرطبة) 12

5-1- بعض النباتات المستخدمة في المعالجة 12

5-1-1- النباتات ذات الجذور المغمورة و السوق الطويلة 13

5-1-2- نباتات كبيرة مغمورة بالماء 16

5-1-3- النباتات الطافية الحرة 16

5-2-انواع السقي المستعمل في تصميم الأراضي الرطبة 17

5-2-1-الأحواض النباتية ذات السقي السطحي الحر 17

5-2-2- الأحواض النباتية ذات السقي تحت السطحي 18

5-2-3- الأحواض النباتية ذات السقي تحت السطحي الأفقي.....19

5-2-4-أحواض النباتات ذات السقي تحت السطحي الشاقولي.....19

6- دور النباتات في محطات المعالجة.....20

7-اليات ازالة الملوثات وفعالية انواع السقي المستعملة في المعالجة بالنباتات.....22

8- دور الكائنات الحية الدقيقة في المعالجة.....23

9- خلاصة 23

الفصل الثالث: المواد وطريقة العمل

1-المقدمة 24

2- محطة الدراسة.....24

3- منطقة اخذ العينة 25

4- الركيزة (حصى) 26

4-1- كيفية اختيار الركيزة 26

4-2-تحضير الركيزة 26

5- تحضير النبات المستعمل في التجربة 27

5-1- اختيار النبات 27

5-2- تحضير النبات 27

6-تحضير الأحواض 28

6-1-تصميم الأحواض 28

6-2-ملء الأحواض 29

7-السقي و أخذ العينات 30

7-1-عملية السقي 30

7-2-أخذ العينات 31

8-بروتوكول التحاليل 32

8- 1- شرح الجهاز 32

8- 2- طريقة القياس..... 33

8- 3-الخلاصة.....35

الفصل الرابع: تحليل و مناقشة النتائج

IV-1- مقدمة 36

IV-2-تحديد تراكيز الزنك في المياه المصرفة.....36

IV-2-1-تحضير المحلول الأم.....36

IV-2-2-إعداد المحاليل.....36

IV-2.3- معايرة الزنك.....38

IV-3- تركيز الزنك.....38

IV-4- مردود الاحواض المزروعة بنبات البردي le papyrus.....41

IV-5- تحليل النتائج وتفسيرها.....43

IV-6-الخلاص.....44

خلاصة عامة

قائمة المصادر

قائمة الأشكال

الشكل	العنوان	الصفحة
(**1-I**)	الشكل العام للزنك	2
(2-**I**)	البنية الفيزيائية للزنك	4
(**3-I**)	البنية الكيميائية للزنك	5
(1.II)	إحدى محطات المعالجة بالنباتات الطافية بألمانيا	9
(2.II)	مظهر عام للنباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة, و السوق الطويلة, و الأوراق الظاهرة	13
(3.II)	نبات *Typha*	14
(4.II)	نبات *jonc*	15
(5.II)	نبات *Papyrus*	16
(6.II)	نماذج لبعض النباتات التي تعيش مغمورة بالمياه	16
(7.II)	بعض أنواع النباتات الطافية الحرة	17
(8.II)	طريقة معالجة بالنباتات ذات السقي السطحي الحر*(FWS)*	18
(9.II)	المعالجة بالنباتات عن طريق السقي تحت السطحي الأفقي	19
(10.II)	آليات عمل طريقة السقي تحت السطحي الشاقولي	20
(11.II)	نقل الاكسجين الجوي والعمليات على مستوى الجذر	22
(1.III)	محطة التجريبية الهيدروليكية جامعة محمد خيضر	24
(2.III)	مصب مياه الصرف الصحي التابعة لسكان منطقتي شتمة والعالية	25
(3.III)	غسل النبات و وضعه في اناء بلاستيكي	27

(4.III) .....تصميم الاحواض المخصصة للزراعة..... 28

(5.III).....شكل الأنبوب (PVC)..28……

(6.III)..... نترات الزنك..... 30

(7.III) .....بعض من العينات المأخوذة..... 32

(8.III) .....جهاز القياس HI4522 33

(9.III)..... قائمة أزرار جهاز القياس..... 34

(IV-1) .....المحاليل 37

(IV-2).....منحنى المعايرة 37

(IV-3).....جهاز قياس الماء المعالج.....38

(IV-4).....نتائج المرحلة 1 تركيز الزنك في كل حوض.....39

(IV-5) ..... نتائج المرحلة 2 تركيز الزنك في كل حوض.....40

(IV-6) ..... مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 1.....42

(IV-7).....مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 2.....43

قائمة الجداول

الجدول	العنوان	الصفحة
(1-I)	جدول يوضح حاجيات الفرد من الزنك	6
(1-III)	التحاليل الفيزيائية و الكيميائية للماء المصرف	25
(2-III)	أنواع الحصى المستعمل	26
(3-III)	طريقة الملء	29
(4-III)	تاريخ أخذ العينات العملية 1	31
(5-III)	تاريخ أخذ العينات العملية 2	32
(IV-1)	نطاق المعايرة	36
(IV-2)	فرق الكمون	37
(IV-3)	نتائج المرحلة 1 تركيز الزنك في كل حوض	40
(IV-4)	نتائج المرحلة 2 تركيز الزنك في كل حوض	40
(IV-5)	مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 1	41
(IV-6)	مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 2	42

مقدمة عامة

إن ازدياد التوسع العمراني والنمو السكاني وتطور الصناعة الذي تم في عصرنا الحديث أدى إلى مزيد من إستهلاك المياه العذبة وبالتالي زيادة طرح المياه الملوثة المنزلية والصناعية في المصبات المائية (نهر – بحيرة ..الخ) و تعتبر مياه الصرف الصحي من أهم الملوثات البيئية ,والتي تمتد آثارها إلى تلوث التربة والهواء والى التسرب إلى باطن الأرض ملوثة الخزان الجوفي. ولما كانت هذه الكميات الضخمة من المياه رغم أهميتها تذهب هدرا إلى مياه البحر أو التسرب إلى باطن الأرض وفى كلتا الحالتين تسبب التلوث وتخلق مشاكل يصعب حلها ومن بين هذه الملوثات هو المعادن الثقيلة اذ يعد التلوث بالعناصر الثقيلة في البيئة المائية من أخطر أنواع التلوث وهو مرتبط بفعاليات الانسان المختلفة اذ تمتلك هذه العناصر كثافة نوعية اعلى من 5غم /سم^3 وذات أعداد ذرية عالية أكثر من 20ووزن ذري يتراوح بين (62-261) وغالباً ما تسمى بالعناصر النزرة Trace elementsوذلك لوجودها بتراكيز قليلة في النظام الحيوي الطبيعي(0.01%).(Pouls and Payne ,2005) . إن الكثير من هذه المعادن ضروري لصحة الانسان والحيوان والنبات وله دور في العمليات الحيوية بتراكيز معينة مثل الزنك اذ يعتبر الزنك عنصر مفيد لصحة الانسان بل ويحتاجه الانسان في العديد من الوظائف لكنه يكون ساما اذا تجاوز المعايير المصرح بها من قبل المنظمة العالمية للصحة (MOS). ولتخلص من الزنك استعملت العديد من التقنيات و من بين هذه التقنيات هي استعمال النبات في التخلص من المعادن الثقيلة يعود استعملها الى سنة 1905م في أستراليا و لكنها بقية قليلة الاستخدام حتى اعتمد عليها الأوربيون منذ عام 1950 عبر الألمان و استخدمها الأمريكيون منذ عام 1970. و اليوم تنتشر محطات المعالجة بالنباتات بالآلاف عبر العالم. (Brix, H. 1987)و تتميز هذه التقنية أنها قليلة التكلفة وفي نفس الوقت صديقة للبيئة .

ولهذا ارتأينا في هذا العمل المقدم الى استعمال هذه التقنية في المناطق الصحراوية و الشبه جافة ومعرفة مدى فعاليتها و مردودها في هذه المناطق . ولقد تطرقنا فيه على أربعة فصول اذ تطرقنا في الفصل الثاني الى مبدأ عمل محطات المعالجة بالنبات و الى النباتات الشائعة المستعملة فيها و أماكن تواجدها بكثرة. وقمنا في الفصل الثالث بكيفية تصميم الأحواض و كيفية وضع الركيزة و الى زرع النبات المختار في التجربة ألى وهو البردي *(Papyrus)* و الى كيفية السقي و أخذ العينات وفي الفصل الأخير قمنا دراسة وتحليل النتائج المتحصل عليها .

الجزء النظري

الفصل الأول

المياه الملوثة بالزنـــك

I-1- مقدمة:

تعد مياه الصرف الصحي مصدر جيداً للمواد العضوية والعناصر المغذية للنبات وهي تحسن الخواص الفيزيائية و الكيمائية للتربة (Caravaca *et al*., 2002) كما تزيد من خصوبة التربة وإنتاجية النبات (Moreno ,et *al*..,2004) .وعلى الرغم من هذه الفوائد إلا أن استعمالها في الزراعة ينطوي عليه العديد من المخاطر على صحة الإنسان والحيوان والنبات وذلك من خلال احتواءها على العديد من العناصر الثقيلة السامة والتي يكون بعضها بتركيز كبير وكافي للتأثير على صحة الإنسان (Qi Tang et *al*., 2007) , كما أن المعادن الثقيلة التي تلوث كل من التربة والمياه تكون خطرة جدا بسبب استمرارها في البيئة ومسرطنة للكائن الحي ومنها (الإنسان) والتي لا يمكن أن تتحطم حيويا, ولكن تتحول من مركب عضوي معقد إلى آخر(غرايبة والفرحان2002 ,) , فقد أوضح (Korboulews,et *al*., 2002)أن استعمال الحمأة أو مياه الصرف الصحي في الزراعة يؤدي إلى زيادة تركيز العناصر الكبرى و الثقيلة في التربة، أن هذه العناصر الثقيلة هي عناصر سامة للإنسان و الحيوان و ذلك عند وجودها بكميات كبيرة.

المعادن الثقيلة موجودة بكثرة في الطبيعة و تدخل المياه خلال دورات العمليات الجيولوجية الكيميائية. كذالك يضاف الكثير من المعادن الى الماء بفعل الأنشطة المختلفة مثل العمليات الصناعية, الإنشائية الزراعية, النقل. التركيزات العالية من المعادن الثقيلة في المصادر المائية تشكل خطورة عى حياة الكائنات الحية . (خليل محمد احمد السيد . 2007)

المياه المستعملة الصناعية أو الحضرية ، غالبا ما يتم تصريفها في البيئة المستقبلة (البحر ،الأنهار ، والتربة) دون علاج مسبق ، يسبب تدهور الجودة الفيزيائية والكيميائية من هذه البيئة وتولد العديد من الأمراض المنقولة بالمياه. من بين الملوثات المعدنية نجد الزنك. وهو عنصر أساسي لجميع الكائنات الحية ، بما في ذلك الإنسان (منظمة الصحة العالمية ، 2004).

I-2- المعادن الثقيلة:

يمكن تعريف المعادن الثقيلة بأنها مجموعة فرعية من تلك العناصر التي تظهر خصائص معدنية وتضم المعادن التي تمر بالحالة الانتقالية، بعض الفلزات، اللانثانيدات، الاوكتينيدات وذلك باستخدام الكثافة كعامل مميز(Suciu et *al*,. 2008.)

كما عرفها Jarup، 2003 بأنها تلك المعادن التي تمتلك كثافة معينة والتي تقدر بأكثر من 5غم/سم^3. كما يمكن ان تكون عناصر كيميائية بكثافة أكبر من 4 غم/سم^3 والتي وجدت في جميع أنواع التربة والصخور والمياه و النظم البيئية الأرضية والمياه العذبة. (Abegunde.A.2010)

أشار(Yahaya et *al*.2012) بأن المعادن الثقيلة هي أي عنصر فلزي لديه كثافة عالية نسبياً والتي تعتبر سامة او مسببة للتسمم حتى في التراكيز المنخفضة منها والتي لها وزن نوعي أعلى أو أكبر على الأقل ب 5مرات من الوزن النوعي للماء ويمكن أيضاً تعريف الوزن النوعي بأنه مقياس الكثافة وبكمية معينة من المادة الصلبة عند مقارنته بكمية مساوية له من الماء ,هناك د ارسات أخرى وضعت أيضاً كثافة للمعادن الثقيلة تقدر بحوالي 6غم/سم 3أو أكثر أي أعلى بكثير من متوسط كثافة جسيمات التربة والذي يبلغ حوالي 2.65غم/سم^3 إذ تتواجد هذه المعادن بصورة طبيعية في الصخور وعندما تكون التراكيز مرتفعة كثيرا فإن ذلك يكون نتيجة لعمليات التوث المختلفة . (Asio،2009) .لذلك يقال إن مجموعة المعادن والفلزات مع كثافة ذرية أعلى من 4غم/سم ^{3}أو 5غم/سم^3 أو أكبر من كثافة الماء هي معادن وفلزات ثقيلة(Yahaya et *al*. Obodai et *al*. 2011.2012).

I-3- الزنك

الشكل(**I-1**): يوضح الشكل العام للزنك

I-3-1- ما هو الزنك:

الزنك عنصر كيميائي فلزي ذو لون ابيض رصاصي رمزه Zn و هو ينتمي إلى مجموعة العناصر الأنتقالية من الجدول الدوري . العدد الذري للخارصين 30 و وزنه الذري 65.409 ، و كثافته 7.14 جرام/سم3 ، و درجة انصهاره 420 درجة سيليزية و درجة غليانه 907 درجة سيليزية . (Mahan, 1987)

و خامات الخارصين كانت معروفة منذ القدم و لكن العنصر لم يكتشف إلا في عام 1746 عندما قام الكيميائي الألماني أندريس سيغيسموند مارجراف باستخلاصه عن طريق تسخين الكالامين مع الفحم النباتي . و الخارصين النقي عباره عن فلز بلوري غير قابل للذوبان في الماء الساخن أو البارد و قابل للذوبان في الكحول و الحموض و القلويات ، و هو هش جدا عند درجة حرارة الغرفة و يصبح قابل للسحب و الطرق و التشكيل عند درجة حرارة تتراوح ما بين 120 إلى 150 درجة سيليزية . و الخارصين لا يتاثر بالهواء الجاف و لكنه يتأثر بالهوار الرطب فيتأكسد و يكزن طبقة كربونية عى سطحة تمنع مزيدا من التأكسد . (الأستاذ أكرم أمير العلي. 2013)

يمكن العثور على الزنك في المجموعة IIb ،في الجدول الدوري للعناصر،مع الكادميومين السامين والزئبق.ومع ذلك ، يعتبر الزنك غير سامة نسبيا بالنسبة للبشر.(Fosmire, G.J,1990) ويعتبر الزنك ذو الوزن الذري 65 (Zn65) هو من أكثر الأنواع إستخداماً في الدراسات الحيوية أما الزنك ذو الوزن الذري 63 (Zn65) فيشيع استعماله في الفحوصات الطبية.(د.فاتن عبد الرحمن خورشيد.2005)

كلمة الخارصين هي التسمية العربية للزنك. ويختلف العلماء اللغويون حول اصل كلمة زنك فبينما يرى بعضهم انها كلمة لاتينية تعنى الراسب الأبيض يرى اخرون انها مشتقة من الكلمة الألمانية Zinke وهي تعنى اسنان المشط حيث ان شكل الفلز الخام في فرن الصهر يكون شبيها بهذا. الاستعمال القديم امثلة مختلفة عن استعمال الزنك غير النقي غثر على تمثال ما قبل التاريخ يحتوي على 87,5% من الزنك في فرانس الفانيا (رومانيا الجديدة).حلي مصنوعة من السبائك تحتوي على ما يقارب 80%-90% من الرصاص الحديد القصدير ومعادن أخرى التي يدخل الزنك في تركيبها تم اكتشاف ان عمرها ازيد من 2500 سنة ولوحة زنكية (مصنوعة من الزنك) تسمى بارم رزمانية الاصل مصنوعة من سبائك الزنك ومؤرخ سترابو ومن فقرة احدى كتابته الأولى من القرن الرابع قبل الميلاد يشير انه قطرات من الفضة المزيفة التي حين تختلط مع النحاس تسمى سبائك من الزنك النحاسي ،شاراسامهيتا في كتابات في العام500 قبل الميلاد او قبل ذلك اشار هذا المعدن حين يتاكسد كلمة الخارصين هي التسمية العربية للزنك ويختلف العلماء اللغويين حول اصل هذه الكلمة فبينما يرى بعضهم انها كلمة لاتينية تعني الراسب الابيض ، يرى آخرون انها مشتقة من كلمة ألمانية الزنك وهي تعني اسنان المشط ان شكل الفلز الخام في فرن الصهر يكون شبيها بهذا. المظهر رمادي فضي (الدكتور أحمد كلحى .2012)

I-3-2- اكتشافه:

مقارنة بمعادن كالحديد والنحاس والرصاص التي اكتشفت قبل قبل الميلاد بالالاف الأعوام. فان اكتشاف الزنك قد جاء متاخرا في القرن الرابع عشر ميلاديا في الهند والصين وقد عثر في الصين على عملات معدنية تحتوى في تكونيها على 99% من الزنك و 1% من النحاس وذلك في الفترة من 1368 إلى 1644 م وقد عثرت في الهند على أدوات تشير ان عمليات صهر الزنك تمت في القرن الرابع عشر الميلادى. يعد تاخر اكتشاف الزنك إلى انخفاض درجة غليانه حيث يوجد في الطبيعة غالبا مع الرصاص والذي كان يصهر في افران درجة حرارتها حوالي 1000 مئوية فكان سرعان ما يتبخر الزنك ولا يبقى الا الرصاص. في عام 1617 عمل لوهنيس على دراسة عينات من الزنك احضرت من الهند والصين واطلق عليه اسم الزنك. في عام 1721 تمكن هنكل من تحضير الزنك من خام السميثسونيت ($ZnCO_3$) إلا أنه احتفظ بالطريقة سرا وفي عام 1746 تمكن الالمانى مارجراف في برلين من إنتاج الزنك بتقطير خام السميثسونيت في وعاء مغلق ووصف الطريقة التي اتبعها والخطوات بدقة وبذلك يكون أول من توصل من تحضير الزنك معمليا. (موده أحمد. 2013)

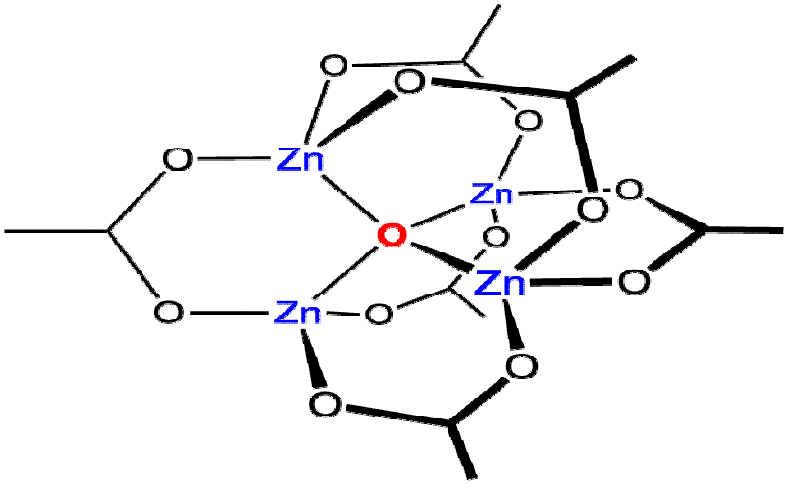
I -3-4- الخواص الفيزيائية:

الزنك معدن أبيض فضي لمّاع، كثافته 7.13غ/سم3 عند الدرجة 20 C^o، درجة انصهاره 419.44 C^o ، ودرجة غليانه 609C^o ، قساوته بحسب سلم مواس 2.5-2.9، له بنية بلورية سداسية متراصة .

الشكل(I-2): يوضح البنية الفيزيائية للزنك

يصبح الزنك قابلاً للطرق والسحب عند الدرجة 100-150 C^o ، ويصبح هشاً عند درجة تزيد على 200 C^o (يتحول إلى مسحوق)، وهو ذو مغنطيسية مغايرة diamagnetic (وليد خليفة, 2010)

I -5-3- الخواص الكيميائية:



الشكل(**I-3**): يوضح البنية الكيميائية للزنك (ويكيبيديا)

الزنك أقل فعالية من المعادن القلوية والقلوية الترابية وأكثر فعالية من القصدير والرصاص والنحاس والزئبق والفضة والذهب. يحافظ الزنك على لمعانه زمناً طويلاً في الهواء الجاف بينما تتشكل عليه في الهواء الرطب طبقة رقيقة من الأكسيد والكربونات الأساسية تحميه من الصدأ. يشتعل الزنك عند التسخين الشديد في الهواء ويحترق بشعلة خضراء مشكلاً ZnO. يتفاعل الزنك مع الهالوجينات في الهواء الرطب في درجة حرارة الغرفة مشكلاً الهاليدات الموافقة، ويتم التفاعل عند درجة الحرارة العالية في الهواء الجاف أيضاً مشكلاً الهاليدات الموافقة. ويتفاعل مسحوق الزنك مع مسحوق الكبريت مشكلاً ZnS، ويتفاعل الزنك المعدني مع H_2S مشكلاً طبقة حامية من ZnS وينطلق الهدروجين، ومع النشادر الغازي مشكلاً نتريد الزنك Zn_3N_2. أما مع الآزوت والكربون والهدروجين وعناصر أخرى فلا يتفاعل الزنك مباشرة بينما يتفاعل الزنك المعدني المسخن حتى 440 - 780 C^o مع بخار الفوسفور في جو من الهدروجين مشكلاً Zn_3P_2 و ZnP_2. (وليد خليفة,2010)

I -6-3- التأثيرات الصحية:

الزنك عنصر أساسي بغذائنا, و يمكن أن يتسبب النقص الشديد به في مشاكل صحية ,لكن الزيادة الكبيرة أيضا ضارة, و التناول اليومي المسموح الموصى به Recommended dietary allowance (RDA)

جدول(I-1):جدول يوضح حاجيات الفرد من الزنك (الأكاديمية الوطنية للطب في الولايات المتحدة الأمريكية)

الفئة العمريّة	الاحتياجات اليوميّة (ملغم/اليوم)	الحد الأعلى (ملغم/اليوم)
الرضع 0-6 أشهر	2	4
الرضع 7-12 شهر	3	5
الأطفال 1-3 سنوات	3	7
الأطفال 4-8 سنوات	5	12
9-13 سنة (ذكور+إناث)	8	23
ذكور 14-18	11	34
ذكور 19 سنة فأكثر	11	40
إناث 14-18 سنة	9	34
إناث 19 سنة فأكثر	8	40
الحمل أقلّ من 18 سنة	13	34
الحامل 19 سنة فأكثر	11	40
المرضع أقلّ من 18 سنة	14	34
المرضع 19 سنة فأكثر	12	40

وعدم وجود الزنك في الغذاء بكمية الكافية يمكن أن يؤدي لفقد في الشهية, و تناقص في الاحساس بالتذوق و الرائحة, وبطئ في التئام الجروح (النزيف) و القرح بالجلد, أو أضرار بالجهاز المناعي, و الشباب الذين لا يتناولون كمية كافية من الزنك في غذائهم قد يتعرضون لنقص في تطور الأعضاء الجنسية وبطئ في النمو, و اذا لم تحصل المرأة الحامل على كمية كافية من الزنك فانه قد يتعرض مولودها للإعاقة في النمو, من ناحية أخرى فان الزيادة المفرطة في الزنك يمكن أن تؤدي لأضرار صحية, وبصفة عامة فان التأثيرات الضارة بالصحة تبدأ عند مستويات

أكثر من التناول اليومي الموصى به. وتناول كميات كبيرة من الزنك حتى لفترة قصيرة يمكن أن يسبب مغص معدي, الغثيان, القيء, و التناول لفترة أطول يمكن أن يسبب أنيمياء, ضرر بالبنكرياس, وانخفاض مستويات الكوليسترول ذو الكثافة العالية من البروتين الدهني واستنشاق كمية كبيرة من الزنك (في صورة أتربة أو أبخرة) يمكن أن يسبب مرض خاص لفترة قصيرة يعرف بحمى اهتياج المعدن, و يعتقد أن ذلك يكون استجابة مناعية مؤثرة على درجة حرارة الجسم و الرئتين. (د.محمد السعيد صالح الزميتي. 2003)

لوحظ أن التسمم بالزنك يكون نتيجة تناوله بإفراط و هذا بالطبع يكون في حالات شاذة. وعموما, فإذا حدثت تلك الحالات, فان أعراض التسمم تكون على هيئة شعور بآلام في الجهاز الهضمي ويصاحب ذلك حالات من الاسهال. وعموما, لم يلاحظ حدوث تسمم في أي من الجهاز الدوري أو الكبد أو الكلى وذلك في الأشخاص الذين تناولوا كميات كبيرة من الزنك العنصري حتى مستوى 12 غراما خلال يومين. (د.علاء الدين بيومى عبد الخالق. 2005)

I -4- خلاصة:

من خلال الدراسة السابقة أصبحنا نعلم أن للزنك فوائد كثيرة للانسان ومع ذلك فهو يعتبر عنصر سام للانسان اذا وصل الى جسم الانسان بتركيز عالي, باي وسيلة .

وقد وافقت وكالة الأدوية و الأغذية الأمريكية على جرعة 40 ملجم من الزنك يوميا كجرعة غير سامة محتملة.و أما أخذ جرعة أكبر فيعتبر أمرا خطيرا, لأنها تتعارض مع امتصاص العناصر الأساسية الأخرى في الجسم خاصة المغنيسيوم و الحديد و النحاس. و لهذا من الضرور تخفيض نسبة الزنك في مياه الصرف أو في جميع أنواع المياه و ذلك للحفاظ على التوازن البيئي وعلى صحة الانسان بصفة خاصة .

الفصل الثاني
المعالجة بالأحواض النباتية

II-1- مقدمة:

أدى ازدياد عدد السكان وزيادة الطلب على المياه الى زيادة العجز المائي كما أن المياه سواء أكان من الصرف الصحي أو المخلفات الصناعية أو المواد الكيميائية المستخدمة في الزراعة كالمبيدات و الأسمدة أدى الى قلة توفر المياه الصالحة لتلبية الاحتياجات المنزلية و الصناعية و الزراعية (ESCWA 2000)

ان صرف المياه العادمة الى مجاري الأنهار و الوديان و الأراضي الزراعية دون معالجتها ولاسيما في دول العلم الثالث نظرا لتكاليف المعالجة المرتفعة (Hussein et al . 2004) , يحمل معه كميات لابأس بها من الملوثات العضوية و اللاعضوية ينقلها الى التربة الزراعية مسببا بذالك أضرارا بيئية كبيرة.(Hussein et al .2006; wang et al .2003)

يعتبر التراكم المتزايد للعناصر الثقيلة و النادرة مثل الزنك Zn, و النحاس Cu, والنيكل Ni, و الكادميوم Cd, و الرصاص Pb, و الكوبالت Co, و المغنيز Mn, و الموليبديوم Mo,.....الخ, في التربة و التأثير السمي لها بسبب امتصاصها من قبل النبات من أهم العوامل المحددة لاستخدام المياه في لزراعة(Narwal et al .1983; page 1974; webber1972) . ويزداد الأمر خطورة اذا علمنا أن معظم هذه العناصر الثقيلة يتراكم في منطقة انتشار الجذور, الريزوسفير , وعدم امكانية تفككها حيويا (0 - 40 ســم) من التربة تحت ظروف البيئات الجافة , حيث يسبب بالمياه العادمة في حالات كثيرة ظهور حالات من السمية النباتية (Phytotoxicity) ,و التي تتوقف حدتها على تركيز العنصر وحساسية المحصول النامي وزمن تعرضه لهذا التركيز, اذ تتفاوت النباتات بقدرتها على امتصاص العنصر الثقيل من جهة و طبيعة التربة و درجة الـ PH وعمر النبات ومدى الجاهزية الحيوية (Bioavailabillity) للعنصر نفسه من جهة أخرى (. King & Morris, 1973)

II-2- تاريخ استعمال محطات المعالجة بالنباتات:

الشكل (1.II) : يبين إحدى محطات المعالجة بالنباتات الطافية بألمانيا (Centre for Environmental Research Leipzig-Halle)

نظرا للتقدم العلمي في كثير من المجلات, والاهتمام المتزايد بحماية البيئة من التلوث فقد زادت القيود على التخلص من مياه الصرف الصحي واستقلالها في أمور أخرى كالزراعة وغيرها. إن أول استخدام لمعالجة المياه كان عن طريق الأراضي الرطبة الطبيعية يعود إلى ألاف السنين إلى الوراء فقد استخدمها الصينيون, والمصريون ,وأما أول استخدام المعالجة بالنباتات لتنقية المياه الملوثة فيعود إلى عام 1905 في أستراليا ولكنها بقيت قليلة الاستخدام حتى اعتمد عليها الأوربيون عام 1950, واستخدمها الأمريكيون عام 1970, ولقد أجريت التجارب الأولى على النباتات ذات الأوراق الكبيرة *(Moccrophytes)* في بداية الخمسينات من طرف البروفسور في علم الأحياء (البيولوجيا) كايت سيدل (Kate SEIDEL) , واليوم تنتشر محطات المعالجة بالنباتات بالألاف عبر العالم,ونجد الأن العديد من الحدائق الهندسية للتنقية في أكثر من 50 دولة . (عبد الرزاق محمد سعيد التركماني 2009)

II-3- مبدأ عمل المعالجة بالنباتات(طريقة الأراضي الرطبة):

تعتمد تكنولوجيا المعالجة بالنباتات على العمليات الفيزيائية و البيوكيميائية التي تحدث في وسط بيئي مناسب (المياه و التربة و النباتات المائية و البكتيريا والهواء) فالنباتات تقوم بامتصاص المواد المغذية (N.P) وتقوم البكتيريا التي تنمو على الأجزاء المغمورة من النباتات بتخليص المياه من المواد العضوية الكربونية .(عبد الرزاق محمد سعيد التركماني 2009)

II-3-1 تعريف الأراضي الرطبة المصطنعة:

يطلق على محطات المعالجة بالنبات و التي تمر فيها المياه الملوثة المعالجة أوليا عبر أحواض مزروعة النباتات (القصب مثلا) بالأراضي الرطبة المصطنعة. تكون أحواض المعالجة في هذه الأنظمة مملوءة حصوي أو رملي أو مزيج منهما معا وبترتيب معين. كما أن احواض المعالجة بالنباتات تعرف على أنها مناطق شبه مشبعة بالمياه يتم تصميمها هندسيا (غير طبيعية) بحيث تكون قادرة على ازالة الملوثات من مياه المجاري الخام المعالجة بشكل أولي و بالتالي تحسين مواصفات المياه المعالجة النهائية قبل تصريفها أو اعادة استخدامها. كما أنها تصنف كمرحلة معالجة ثانوية أو ثالثية حسب الاستخدم للأحواض المختلفة (ذات الجريان تحت سطحي و سطحي) على اعتبار ن المياه الملوثة الداخلة اليها تكون قد عولجت بشكل أولي. ان استخدام الأراضي الرطبة الطبيعية لتنقية المياه يعود لآلاف السنين الى الوراء فقد استخدمها الصينيون و المصريون. و أما استخدام الأراضي الرطبة الاصطناعية "أخواض المعالجة بالنباتات" لمعالجة المياه الملوثة فيعود الى 1905 في أستراليا و لكنها بقية قليلة الاستخدام حتى اعتمد عليها الأوربيون منذ عام 1950 عبر الألمان و استخدمها الأمريكيون منذ عام 1970. و اليوم تنتشر محطات المعالجة بالنباتات بالآلاف عبر العالم.(Brix, H. 1987)

ان وجود النباتات ضمن أحواض الأراضي الرطبة تشكل عبر جذورها و سوقها و أوراقها مكانا ملائما لنمو الكائنات الدقيقة المتنوعة يطلق عليه اسم بيريفايتون (Periphyton). ان دور البيريفايتون و العمليات الفيزيائية و البيولوجية و الكيميائية الطبيعية يقود الى التخلص من 90% تقريبا من الملوثات بينما تقوم النباتات نفسها بإزالة بين 10%-7 من الملوثات فقط, كما أن النباتات تقوم بدور المصدر الكربوني للميكروبات عندما تحلل هذه النباتات بعد موتها. ان النباتات المائية تكون قادرة على استنفاذ المعادن الثقيلة و ان كان ذلك بمعدلات مختلفة حسب نوع النبات.(Brix, H. 1997)

جرت العادة على معالجة مياه المجاري المنزلية الخام باستخدام محطات المعالجة البيولوجية التقليدية أو المتطورة و التي تعتمد على الكائنات الدقيقة في هضم المواد العضوية و في استنفاذ المغذيات (نتروجين – فوسفور). ان الأراضي الرطبة تنهج أساسا نفس المبدأ التحلل البيولوجي للملوثات الموافق للعمليات التي تجري عادة في الطبيعة مع استنفاذ المغذيات بنفس الوقت و لكن هنا يتم الأمر بشكل مركز. (د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني 2009)

II-4-ايجابيات و سلبيات المعالجة بالنباتات:

الايجابيات:

أ- كلفة البناء المنخفضة

ب- سهولة الإنشاء و التشغيل و الصيانة.

ج- تكاليف منخفضة بالنسبة للبناء و التشغيل و الصيانة بسبب سهولة تنفيذها و اعتمادها على المعالجة البيولوجية الطبيعية و عدم الحاجة للطاقة للتشغيل و الصيانة إلا في الاحتياجات الدنيا. و ليس هناك حاجة لاستخدام المواد الكيميائية أو التجهيزات الميكانيكية الاحتياطية، كما أنها لا تحتاج لكادر تشغيل خبير كما هو الحال بمحطات المعالجة التقليدية.

د- الإزالة الفعالة للملوثات و العوامل الممرضة و بيوض الديدان علما" أن بيوض الديدان الشائعة في منطقتنا لا تزال بطرق المعالجة الميكانيكية (محأة منشطة، تهوية مطولة،..الخ.)

هـ - قدرتها الكبيرة على تحمل تذبذبات التدفقات ةفاضلإاب إلى ثباتيتها العالية و الموثوقية في الأداء.

و- الحمأة الناتجة هي الحمأة الأولية فقط.

ز- إعادة استخدام المياه المعالجة في ري المحاصيل كما يعاد استخدام النباتات في موسم الحصاد بعد قطعها كعلف لتغذية الحيوانات. (Karen settee.1999)

السلبيات:

أ- المساحة اللازمة للمحطة تكون كبيرة مقارنة مع محطات المعالجة التقليدية.

ب- تتطلب مواد ملء (حصى ، رمل ، حجارة) بكميات كبيرة نسبيا.

ج- إن تحلل المواد الصلبة الخام و الكتلة الحيوية يمكن أن تؤدي إلى انسداد بعض أجزاء وسط الفلتر (الميديا) و خاصة الوسط الرملي. كما أن عدم معالجة الحمأة الأولية الناتجة بشكل مناسب يؤدي لانتشار الروائح.

د- استبدال وسط الفلترة يكون مكلفا بحال تطلب الأمر ذلك بسب سوء التشغيل أو التصميم لهذه المحطات.

هـ - إن الإشراف البسيط المطلوب من أجل تشغيل و استثمار هذه المحطات لا يعفي أنه من الضروري و الأساسي أن يتم إتباع الإرشادات و المعايير الهندسية الناظمة لتصميم هذه المحطات و عدم تجاوزها. كما أن الجهة المنفذة يجب أن تتمتع بالخبرة في تنفيذ هذه الأعمال. (Karen settee.1999)

II-5- تصنيف محطات المعالجة بالنباتات (الأراضي الرطبة):

يمكن تصنيف الأراضي الرطبة تبعا:

للنباتات المائية المستخدمة ضمن عملية المعالجة أو تبعا لطرق السقي مياه المجاري المستعملة

II-5-1- بعض النباتات المستخدمة في المعالجة :

يعتبر الماء المصدر الأساسي لنمو وبقاء الكائنات الحية ,وخاصة النبات , وبالتالي يؤثر ماء التربة على النباتات في جميع مراحل حياتها ,وعلى توزيعها الجغرافي على النطاق الضيق والنطاق الواسع حيث يبدأ تأثيره أحيانًا في مرحلة مبكرة تسبق مرحلة إنبات البذور, وتقسم النباتات عادة حسب علاقتها المائية إلى نباتات مائية *Hydrophytes* وجافية *Xerophytes* , ووسطية *Mesophytes* .

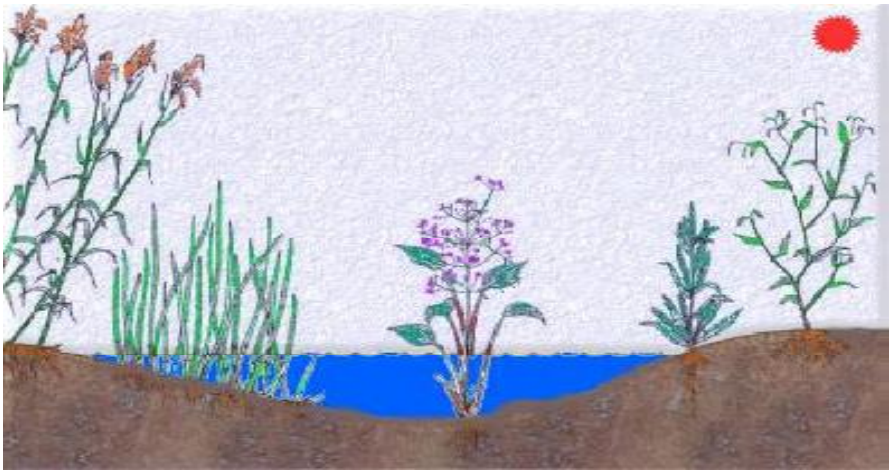
والنباتات المائية هي التي تكيفت لتعيش مغمورة في الماء كليًا أو جزئيًا أو في الأماكن المشبعة بالماء, وتنتمي إلى هذه المجموعات نباتات البرك ,والمستنقعات ,ومجاري المياه وغيرها من المسطحات المائية العذبة منها أوالمالحة.

والنباتات الجافية هي تلك التي تعيش في البيئات ذات الموارد المائية المحدودة, والشحيحة وتحت وطأة التبخر الشديد .

أما النباتات الوسطية فهي النباتات التي تعيش في بيئة لا يزيد فيها ماء التربة عادة فيصل إلى حد التشبع, ولا ينقص إلى حد الجفاف.

بعد أبحاث طويلة قام بها الكثير من العلماء أدى إلى تقسيم مجموعات النباتات المائية إلى نباتات ذات الجذور, وعديمة الجذور, ونوع الأوراق, ونوع الأزهار , وتبعا الأوراق مغمورة بالماء أو طافية على سطح الماء وهذه الأنواع تتلخص في ما يلي: (دكتورأكرم .2006)

II-1-1-5- النباتات ذات الجذور المغمورة و السوق الطويلة (*EmergentMacrophytes*)



الشكل (2.II): مظهر عام للنباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة, و السوق الطويلة, و الأوراق الظاهرة(د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني2009)

النباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة, و السوق الطويلة و الأوراق الظاهرة ,و تعتبر هذه النباتات شائعة الاستخدام ضمن الأراضي الرطبة و السبخات حيث تنمو ضمن منسوب مياه بعمق 0.5 متر أسفل التربة إلى عمق 1.5 متر أو أكثر.

ومن الأمثلة على هذه النباتات القصب *(phragmites)* ونبات *(Typha)*.

إن الجذور والسوق الأرضية *(rhizomes)* في هذه النباتات توجد بشكل دائم ضمن منطقة الترسبات وبحالة لا هوائية ,و هي بحاجة للحصول على الأكسجين من الهواء عبر أجزاء النبات الهوائية لاستمرار النمو, وبشكل مشابه فان الأوراق التي تكون تحت سطح الماء عليها ان تكون قادرة على التنفس اللأهوائي لفترة قصيرة خاصة , وأن محتوى الأكسجين ضمن الماء منخفض جدا إذا ما قورن بالهواء الجوي, (AL-HAMIN, F. I. 1991) وعموما فهذا الصنف من النباتات المائية يضم الانواع التالية :

نبات البوط *(Typha)

الأسم العلمي *Typha angustifolia*

الشكل (3.II): نبات *Typha* (wikipedia)

إن درجة الحرارة المثلى لهذا النبات تتراوح بين 10-30 ,و مجال pH يترواح بين 4 -10 و يتحمل ملوحة حتى 30 غ / لتر, وتمتد جذوره ضمن الوسط الحصوي حتى 30 سم, و هو سريع النمو, و من بين أنواعه الموجودة في الوطن العربي (wikipedia)

- *(Typha domingensis)* في بلاد الشام ومصر والمغرب العربي وكثير من مناطق أوروبا

***نبات الأسل *(jonc)*:**

الأسم العلمي: *Juncus maritimus*

العائلة : *joncaceae*

Juncus هو جنس من الفصيلة الأسلية يتكون من 250 إلى 300نوع من النباتات العشبية , موطن أنواع كثيرة منها في الوطن العربي، وتوجد أنواع هذا الجنس في جميع المناطق الرطبة في العالم، لكن نادرا ما يوجد في المناطق الاستوائية, (FARRELL C.A., DOYLE G.J. 2003)

الشكل (4.II): نبات *jonc* (wikipedia)

- *(Juncus maritimus)* في بلاد الشام

- *(Juncus bulbosus)* في المغرب العربي وأوروبا

- *(Juncus rigidus)* في بلاد الشام

من أنواعه الأصيلة في الوطن العربي

- (Juncus valvatus) في المغرب العربي وجنوب أوروبا

***نبات البردي *(Papyrus)*:**

الأسم العلمي: *Cyperus papyrus*

العائلة: *Papyrus*

يطلق أسم البردي على نبات مائي عرفه المصريين في القديم منذ ألاف السنين، ولقد أخذ هذا النبات شهرة عن غيره من النباتات عبر التاريخ, وهذا لاستخداماته العديدة في الحياة المصرية القديمة, ومن أشهر هذه الإستخدامات هي الكتابة, و يصنف علماء النبات نبات البردى بأنه أحد أجناس الفصيلة السعدية سيبرس وغالبية نباتات هذه الفصيلة تنمو في مستنقعات المياه العذبة أو الضاربة إلى الملوحة ونجد نبات البردى قديما ينمو في الأراضي الزراعية وعلى جوانب المصارف , والمستنقعات والأنهار وغيرها. (HAKUNO, D., 2005)

الشكل (5.II): نبات *Papyrus* (wikipedia)

II-5-1-2- نباتات كبيرة مغمورة بالماء *(Submerged Macrophytes)*:

Vallisneria Tortifolia *Elocharis acicularis*

الشكل (6.II): نماذج لبعض النباتات التي تعيش مغمورة بالمياه(د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني2009)

هي نباتات تنمو بمختلف الأعماق شرط ,وصول الضوء اليها, و تنتمي إلى مجموعة النباتات متغايرة الأطوار *(Heterogenous Group)* .(AL-MAYAH, A. A. 1994)

II-5-1-3- النباتات الطافية الحرة *(Floating Leaved Macrophytes)* :

هذا النوع من النباتات يعيش على سطح الماء, و له أنواعا كثيرة حسب الظروف البيئية المناسبة.

Pistia stratiotes (Water lettuce)

الشكل (II.7): بعض أنواع النباتات الطافية الحرة (wikipedia)

غالبا ما تكون النبتة على سطح الماء, و جذورها تمدد ضمن الماء, و هذه الجذور إما أن تكون قصيرة أو طويلة,و هناك نوع من هذه المجموعة يدعى *Eichhornia crassipes* و يتصف بأنه النبات الأسرع نموا في العالم.

تعمل الأوراق فوق سطح الماء كنظام تظليل لها و بالتالي تقلل من احتمال نمو الطحالب, و ينتقل الأكسجين من الأوراق إلى منطقة الجذور، و قد تتسرب كمية محدودة من الأكسجين خارج الساق المغمورة لتساعد على نمو البكتريا الملتصقة, و التي تقوم بعملية المعالجة حيث تعمل على طرح الأكسجين ,وأكسدة الملوثات بالأضافة الى عمليات النترجة التي تقوم بها. (REJSEK F, 2002)

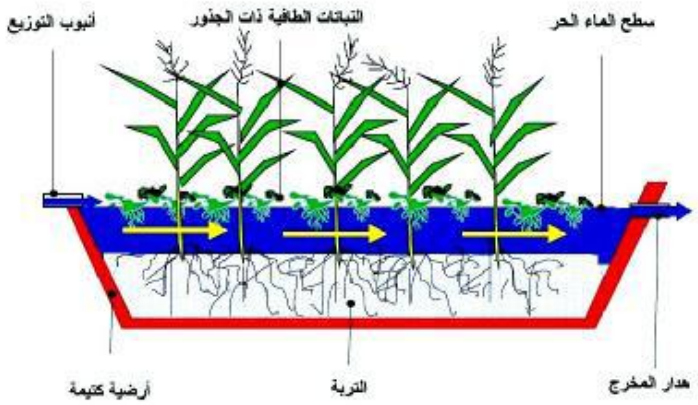
II-5-2-انواع السقي المستعمل في تصميم الأراضي الرطبة:

يعتبر اختيار الطريقة المستعملة في عملية السقي دور هام وكبير للمساعدة في إزالة الكثير من الملوثات وبتالي تحسين نوعية المياه ويمكن تقسيم طرق المتبعة في عملية سقي النباتات المعالجة للمياه كالتالي

II-5-2-1-الأحواض النباتية ذات السقي السطحي الحر *(Free Water Surfac)(FWS)*:

ظهرت هذه الطريقة مع بداية منتصف القرن الماضي حيث استخدمت المبادئ و التصاميم الهندسية في تحديد أبعاد و شكل هذه الأحواض, و تتراوح أبعاد هذه الأحواض من مساحة صغيرة تخدم منصرفات حوض تحليل إلى آلاف الهكتومترات, و تصمم عادة للتدفقات بين 4- 75000 م^3/يوم.

إن أحواض المعالجة بالنباتات ذات السقي الحر للمياه تصمم بحيث يتضمن مقطعها العرضي حيزا هاما لمرور المياه المعالجة أوليا بشكل حر، بينما توجد على أطرافها أوساط من الحصى أو الرمال أو التربة لتساعد على نمو النباتات. (VYMAZAL J , LENKA K., 2008)



الشكل (8.II): يبين طريقة معالجة بالنباتات ذات السقي السطحي الحر*(FWS)*(د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني2009)

إن حركة مياه الصرف ضمن السقي السطحي الحر يكون بشكل مكشوف يجعل من الضروري أتخاذ التدابير اللازمة من أجل السيطرة على تكاثر, و انتشار البعوض كما أن هذه الأحواض تتطلب مساحة أكبر من المساحة المطلوبة في حالة أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي بمرة و نصف ويستعمل هذا النظام من السقي لنزع الكثير من المعادن الثقيلة. . (د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني2009)

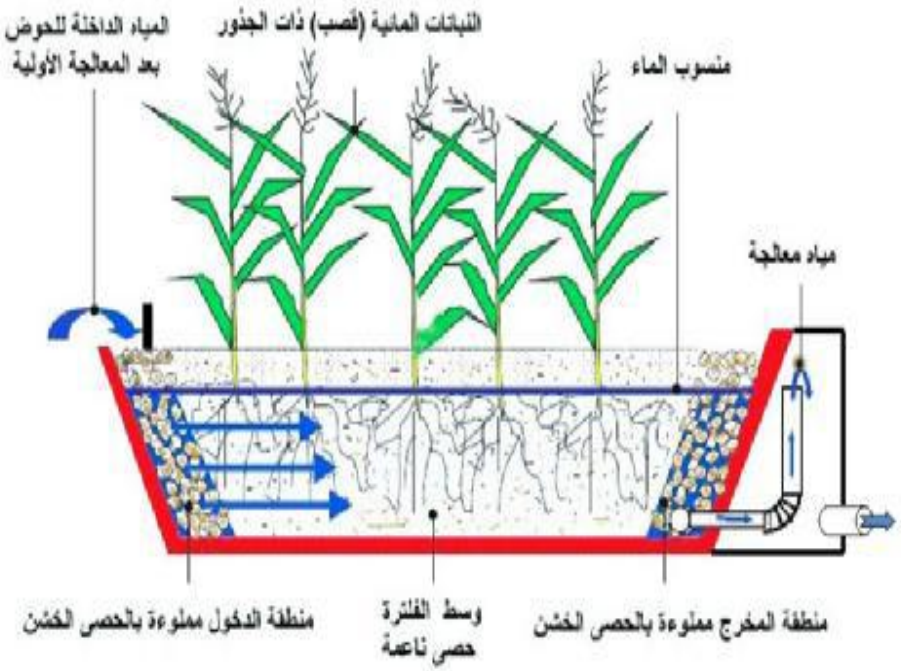
II-5-2-2- الأحواض النباتية ذات السقي تحت السطحي(*Subsurface Flow Wetlands*):

تعتبر هذه الطريقة فعالة في إزالة المواد الصلبة المعلقة بسبب سرعة الجريان المنخفضة للمياه و المساحة السطحية الكبيرة للحوض و التماس مع وسط الحوض و تعمل هذه الأحواض كمرشح حصوي أفقي و بذلك فهي تؤمن الفرص المناسبة لفصل المواد الصلبة المعلقة عبر الترسيب الثقالي و التصفية و عمليات الالتقاط الفيزيائي و كذلك عبر الامتزاز ضمن الطبقة البيولوجية. (HABERL R., PERFLER R. 1990)

II-5-2-3- الأحواض النباتية ذات السقي تحت السطحي الأفقي

: *(Subsurface Horizontal Flow Wetlands)*

تعمل هذه الطريقة على حجز المواد الصلبة الموجود ضمن المياه الملوثة حيث يتحلل الجزء العضوي منها, كما أن مادة المصفاة تعمل على تأمين سطح التصاق و نمو للكائنات الدقيقة, و التي تلعب دورا حاسما في تحليل, و تحطيم الملوثات العضوية, و حدوث عمليات تحول للمركبات النتروجينية. (ARMSTRONG J. ARMSTRONG W. 1988)

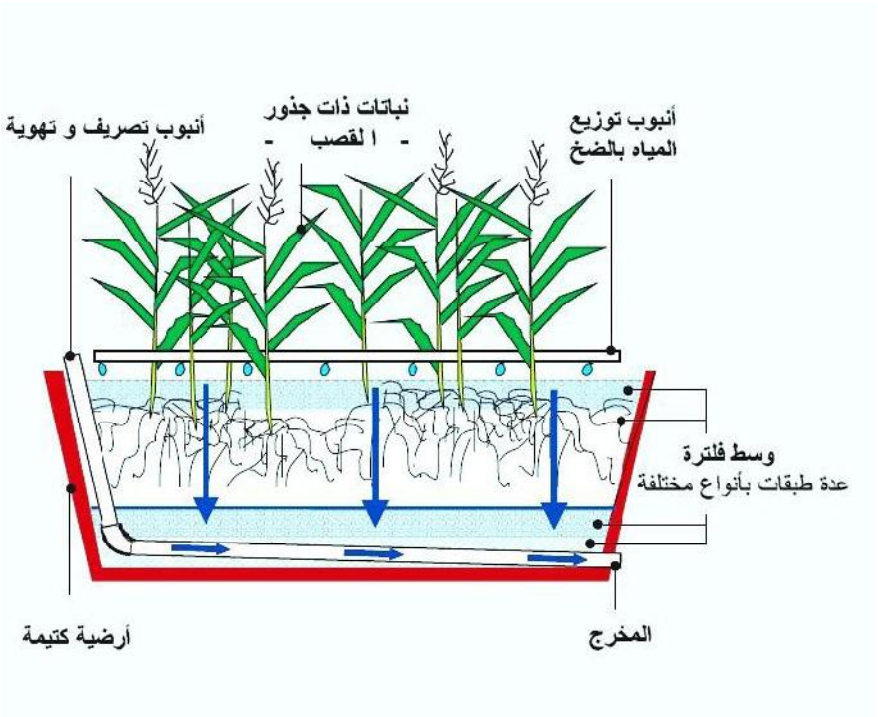


الشكل (II.9): يبين طريقة المعالجة بالنباتات عن طريق السقي تحت السطحي الأفقي(د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني2009)

5-2-4-أحواض النباتات ذات السقي تحت السطحي الشاقولي

: ***(Subsurface Vertical Flow Wetlands)***

لقد جاءت هذه الأحواض كبديل عن الأحواض ذات السقي تحت السطحي الأفقي لتلبي المعايير بالنسبة للقيمة المسموح بصرفها مع المياه المعالجة من نتروجين الأمونيا (NH_4).



الشكل (10.II) : يبن آليات عمل طريقة السقي تحت السطحي الشاقولي(د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني2009)

يكون السقي في الأحواض ذات السقي الأفقي مستمر وليس متقطع ذات كفاء ة عالية في إزالة الملوثات العضوية والمواد الصلبة والممرضات ,بينما في الأحواض المعالجة ذات السقي الشاقولي هي عبارة عن أحواض هوائية تتم فى هذا النوع من الأحواض إزالة المواد العضوية (DBO_5) والمواد الصلبة العالقة *(MES)* بينما لا تحصل عملية إزالة النترجة. (LIENARD A., ESSER D. 1997)

II-6- دور النباتات في محطات المعالجة:

للتخلص من تلوث المياه بالعناصر الضارة المختلفة يتم استخدام النباتات المائية, حيث أن النباتات المائية لها أهمية خاصة لما لها من دور أساسي في التأثير على النظام البيئي المائي, فضلا عن أن معظمها ذو استخدامات عديدة في الصناعة ,والطب وقد يستخدمها الإنسان غذاء أو علفا لحيواناته. ومؤخرا أصبحت تستخدم في مجال معالجة التلوث البيئي وعلى الخصوص التلوث المائي. تلعب النباتات المائية عدة ادوار ضمن أحواض المعالجة بالنباتات المائية ولكن الدور الرئيسي للنباتات المائية هو طبيعة عملها كمحفزات لعملية التنقية.

إن عملية التنقية تنتج عن مزيج من العمليات الميكروبية والكيميائية و الفيزيائية إن النباتات لا تلعب دور هام في الإزالة المباشرة لبعض المكونات مثل النتروجين و الفسفور أو المواد العضوية ولكن يمكن الحديث عن المساهمة بالتخلص من 10-20 ٪ منها أثناء فترة نمو النباتات , و في نفس الوقت فان النباتات تعطي دعما فعالا للنمو البكتيريا الهوائية علي الجذور. (Experiences from Latin America 2008)

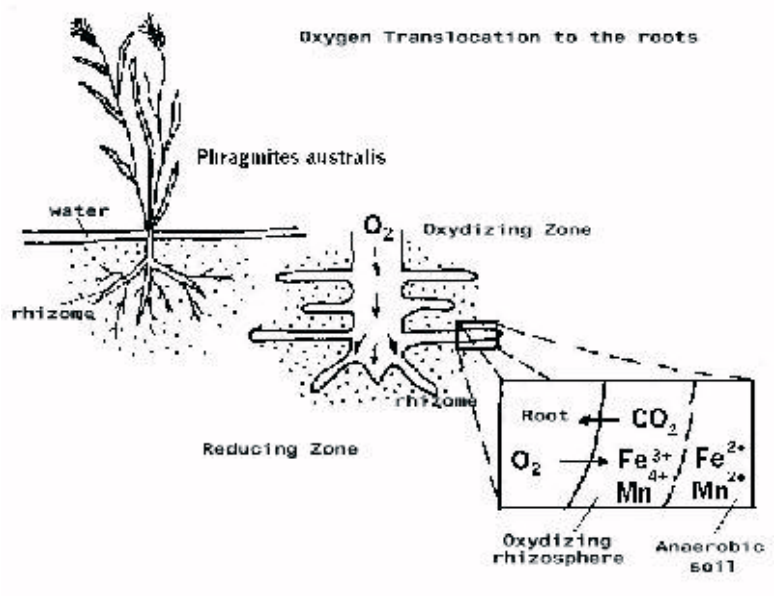
ونظرا للتنوع في النباتات المائية ,وانتشارها الواسع في المسطحات المائية ,وتحملها الجيد للظروف البيئية المتغيرة فقد استخدمت أنواع مختلفة من العائلات النباتية كأدلة حياتية لدراسة تلوث المياه, كما أنها أصبحت ذات استخدام واسع في مجال التنقية الحياتية *(Biofilteration)* لقابليتها على إزالة العناصر الثقيلة من الماء وتجميعها في الأنسجة, ويطلق على عملية استخدام النباتات لإزالة الملوثات من التربة والمياه الجوفية والسطحية ومياه الفضلات بالمعالجة النباتية (*Phytoremediation*), إذ أن العمليات الحيوية للنبات تساعد على عملية المعالجة التي تسمى باسم المعالجة الخضراء.

إن بعض هذه النباتات تعطي أدلة جيدة للتلوث المائي بالعناصر الثقيلة ,وذلك لقابليتها على تراكم هذه العناصر في أنسجتها أكثر مما في المحيط المائي فضلا عن نموها السريع ,وتكيفها للعيش في بيئات مختلفة وبمتطلبات بيئية بسيطة كما أن تراكيز العناصر الثقيلة المتراكمة في أجسام النباتات قد تختلف باختلاف الأنواع النباتية ,وباختلاف العضو النباتي المدروس ,وان العناصر في الأنظمة الطبيعية لا تكون مهيأة للامتصاص من النبات بشكل حر, وإنما تكون بشكل معقدات ذائبة, وهذا يعتمد على الظروف الكيميائية ,والفيزيائية للمحيط مما يجعل تأثير ذلك قويا في العمليات المتعلقة بامتصاص ايونات العناصر, إذ أن بعض النباتات تجمع مستويات عالية من العناصر الأساسية , وكذلك العناصر غير الأساسية داخل أنسجتها, وذلك من خلال التداخل في نظام نقل الايونات ما بين النوعين من العناصر بواسطة التشابه في الخصائص الكيميائية للمعادن فلا يميز النبات فيما بينها, وهذه النباتات تسمى بعالية التجميع ولها القدرة على سحب العناصر من الوسط بنسب أعلى بكثير من النباتات الأخرى. (دكتورأكرم 2006)

إن آليات تحمل هذه النباتات للمستويات العالية من العناصر تكون من خلال الارتباط بالببتيدات الحاوية على مجموعة (SH-) وهذه تسمى ب الكلآبات النباتية (*Phytochelatins*).

تقوم الجذور و أشباه الجذور بتأمين سطوح إلتصاق تنمو عليها الكتلة البكتيرية لتشكل الطبقة البيولوجية,حيث تطرح الأكسجين و تتم أكسدة الملوثات بالإضافة إلى النترجة, و قد أوضحت

الدراسات أن الأكسجين المنطلق من الجذوريلعب دورا مهما في ترسيب الحديد والمغنزيوم وأكسدة المركبات الضارة وذوبان الكبريت . (Dr. Fabio Masi .2002)



الشكل (11.II) : تبين نقل الاكسجين الجوي والعمليات على مستوى الجذر(Dr. Fabio Masi .2002)

II-7-اليات ازالة الملوثات وفعالية انواع السقي المستعملة في المعالجة بالنباتات:

هناك عدة عمليات معقدة تتنوع من عمليات بيولوجية إلى فيزيائية و كيميائية تجري ضمن الطرق المستعملة في السقي الهدف منها هو تحسين مواصفات المياه الخارجة من الحوض,هذه الآدوات تعتمد على التفاعلات المتبادلة بين مياه المجاري ,و الكائنات الدقيقة و النباتات و والوسط المستعمل في التصفية (الحصى,الرمل).

بحيث تتم أكسدة المواد العضوية, و تحليلها إلى مواد بسيطة, و منتجات ثانوية و ذلك عبر الطبقة الرقيقة البيولوجية التي تتشكل على سطوح مادة المصفاة, و على سوق و جذور النباتات و التي تحتاج لتتكون لمدة تصل بين ثلاثة إلى ستة شهور كما أن المواد الصلبة المعلقة يتم حجزها عبر عمليات الترسيب , و بتالي يتم تحلل الجزء العضوي منها بينما يبقى الجزء الغير عضوي محجوزاضمن المصفاة.

أما بالنسبة للمغذيات فإن عمليات النترجة تكون منخفضة في الأحواض ذات السقي الأفقي بسب نقص الأكسجين اللازم لذلك بينما تحصل النترجة بشكل جيد ضمن أحواض المعالجة ذات السقي الشاقولي بسبب توفر الأكسجين و يتم استنفاذ قسم من النتروجين عبر النباتات, و أما الفوسفور

فيتم التخلص منه عبر الامتصاص الكيميائي له عبر المصفاة, و جزء أقل يمتص عبر النباتات, كما يتم التخلص من أغلبية العوامل الممرضة عبر حجزها ضمن مادة المصفاة عبر عمليات ترسيب و الامتصاص أو عبر افتراسها من قبل كائنات متنوعة أو بالموت الطبيعي، و تتراوح نسبة إزالتها بين 90 – 99.9 %

إن فاعلية الإزالة ضمن هذه الأحواض تعتمد بشكل أساسي على معدل التحميل السطحي الهيدروليكي و على نوع مادة وسط المصفاة و كلما زادت درجة حرارة زادت فاعلية إزالة المواد العضوية عبر التحلل البيولوجي.

و على العموم فإن الآليتان الرئيسيتان في أغلب أنظمة المعالجة بالنباتات هي عمليات فصل المواد الصلبة من السوائل *(Liquid/Solid Separations)* و عمليات تحول الملوثات و المكونات ضمن مياه المجاري *(Constituents Transformations)*. (د.عبد الرزاق محمد سعيد التركماني 2009)

II-8- دور الكائنات الحية الدقيقة في المعالجة:

تلعب الكائنات الحية الدقيقة دورًا أساسيًا في تخثير المواد الصلبة الذائبة و الغروانية الغير قادرة على الترسب وتثبيت المادة العضوية بيولوجيا. وهذا يؤدي بالتالي إلى تحويل هذه المواد إلى غازات وأنسجة خلوية جديدة للكائنات الحية الدقيقة. وبما أن هذه الأنسجة أكثر كثافة من الماء قليلا فإنها تترسب بسهولة بفعل الجاذبية الأرضية، مخلفة وراءها الماء خاليا منها تقريبا. (محاضرات تدريبة لمشغلي محطات معالجة الفضلات عمان2009)

II-9- خلاصة:

من خلال الدراسة السابقة يمكن القول انه من الممكن اعتبار المعالجة بالنباتات نموذجاً تقنيا لامركزيا رئيسيا ضمن استراتيجيات الإدارة المستدامة للمياه. تكاليف تشغيل منخفضة من حيث استهلاك الطاقة وإزالة الحمأة والصيانة. تعمل بشكل جيد على إزالة العوامل الممرضة وتمكن هذه التقنية من القيام بوظيفة في استراتيجيات الإمداد بالمياه ومعالجة الصرف الصحي (إعادة تدوير المياه).

الجزء العملي

الفصل الثالث

المواد و طريقة العمل

III-1-المقدمة:

المعالجة النباتية Phyto-remediation هي شكل من أشكال المعالجة البيولوجية و التي تعني استخدام نباتات معينة لها القدرة على التقليل من مستويات التلوث عن طريق آليات أيضية معينة يقوم بها النبات , تؤدي الى ازالة أو حجز أو تحليل الملوثات المختلفة.

ويعد نبات البردي *(Papyrus)* من النباتات المائية البارزة الأكثر استخدام في الإزالة الحيوية بسب قدرتها الكبيرة على امتصاص المغذيات من القاع وعمود الماء وامتلاكها للرايزومات التي توفر مساحة سطحية اكبر لتحطم الملوثات بالبكتريا ,كما يعمل البردي على فرز أنزيمات قادرة على تحمل المواد العضوية الموجودة في المياه وقدرته على فرز مضادات حيوية قادرة على قتل الكائنات الممرضة في المياه , و بغرض دراسة هذه الظاهرة قمنا تنفيذ هذا العمل على قسمين الأول قمنا بتحضير النبات والأدوات والمكونات اللازمة للقيام بالتجربة وقد كان هذا القسم في محطة المعالجة التابعة لقسم الهندسة المدنية والري.أما الثاني والذي يخص تحاليل المياه المعالجة وقد تم هذا العمل على مستوى مخبر البحث العلمي LARGHYD ومخبر معالجة المياه بجامعة مسيلة . في هذا العمل قمنا بفحص تأثير نبات البردي لإزالة الزنك من مياه الصرف الصحي.

III-2- محطة الدراسة :

تمت الدراسة على مستوى المحطة الهيدروليكية الواقعة بجامعة محمد خيضر ببسكرة التابعة لقسم الهندسة المدنية و الري التي تم افتتاحها سنة 2008 من طرف مخبر البحث العلمي LARGHYD

الشكل (1.III) : محطة التجريبية الهيدروليكية جامعة محمد خيضر

III-3- منطقة اخذ العينة :

اخذت العينات المراد معالجتها من وادي المالح بلدية شتمة ولاية بسكرة الذي يمثل مصب لمياه الصرف الصحي لمنطقتي شتمة والعالية _بسكرة – الشكل (1.III)

الشكل (2.III) : مصب مياه الصرف الصحي التابعة لسكان منطقتي شتمة والعالية

وبعد أخذ الماء القيام بدراسة ببعض التحليلية للماء قبل المعالجة تحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول(III-1)

جدول(III-1):التحاليل الفيزيائية و الكيميائية للماء المصرف

اليوم	Ph	CE Us/cm	DBO_5 mg/l	DCO mg/l	MES mg/l	T C°	NO^{-3} mg/l	MO mg/l	O_2 mg/l	Turbidité
18 مارس 2018	8,1	4820	250	369,4	218	23	48,5	1,25	4,50	**163**
15 أفريل 2018	8,16	4840	279	389,2	230	24	50,1	2,30	4,90	**189**

III-4- الركيزة (حصى):

III-4-1- كيفية اختيار الركيزة:

تم اختيار هدا النوع من الركيزة من خلال دراسات سابقة قام بها فريق من الباحثين التابعين لمخبر LARGHYD (Mimche et. *al*...) حيث بينة التجارب التي قامو بها على عينات مختلفة من التربة أن هذا النوع من الحصى هو الأكثر فاعلية في عملية التصفية و هذا للأسباب التالية:

- توفير احتياطي مغذ وفعال
- يسمح بتبادل الغازات بين الهواء والجذور
- يوفر الدعم المهم للنبات
- النفاذية حيث يصنع مسامات كافية لتجنب انسدادات
- متاح محليًا (من أجل تقليل التكاليف)

III-4-2-تحضير الركيزة:

بعد جمع الحصى اللازم للتجربة قمنا بعملية الفرز عن طريق الغربلة -الجدول(III-2)- لجعله عن ثلاثة أنواع متباينة من حيث الحجم وبعد ذلك قمنا بغسلها جيدا بالماء و تجفيفها وتعرضها لأشعة الشمس وذلك لإزالة الطين و المواد العالقة و البكترية المواد الناجمة على التجارب السابقة لكي لا تتدخل في النتائج التي سنتحصل عليها.

الجدول(III-2) أنواع الحصى المستعمل

الأقسام	نوع الركيزة	القطر	صور
القسم الأول	حصى خشن Galet	2,5 / 4 cm	
القسم الثاني	حصى متوسط Gravier moyen	0,5/1,5 cm	
القسم الثالث	حصى صغير	0,2/0,5 cm	

III-5- تحضير النبات المستعمل في التجربة:

III-5-1- اختيار النبات:

وقد تم اختيار النبات من خلال الدراسات السابقة التي قام بها فريق من الباحثين التابعين لمخبر LARGHYD (Mimche et. *Al*...) حيث بينة التجارب التي قامو بها على أنواع مختلفة من النباتات أن نبات البردي *(Papyrus) من النباتات التي لها فعالية كبيرة في التخلص من المعادن الثقيلة بالاضافة الى ذلك في لها القدرة على التكيف مع المناخ الحار و الجاف لمنطقة بسكرة وهو كذلك يتوفر بكثرة ويسهل التحصل عليه .*

III-5-2- تحضير النبات:

تم جمع العينات النباتية للبردي *(Papyrus)* من منطقة جنان لاندو خلال فصل الشتاء في فيفري لعام 2018 وأخذ في نظر الاعتبار الأطوال المتقاربة للنباتات في الجمع وقد اخذت العينات من وسط مدينة بسكرة , إذ تتميز هذه المنطقة بوفرة هذا النوع من النباتات المائية, وتم غسل هذه النباتات في الماء للتخلص من المواد العالقة والطين المتواجد مع الجذور وتم حفظها في أحواض بلاستيكية بها الماء - الشكل (2.III)-لعدة ايام لحين بروز رشيم جديد (جذور حديثة الولادة).

الشكل (3.III): غسل النبات و وضعه في اناء بلاستيكي

III-6-تحضير الأحواض:

III-6-1-تصميم الأحواض :

نأتي بثلاثة أحواض بلاستيكية قطرها 40سم و ارتفاعها 45 و سعة كل واحد منها 30 لتر ونجعل في كل حوض صنبور (حنفية) على بعد 5 سم من أسفل الحوض ونضع في وسط الحوض أنبوب (PVC) قطره 50مم وطوله 50 سم به عدة ثقوب ومغلف بغشاء ذو مسامات صغيرة جدا الممثلة في الشكل (3-4.III)

الشكل (4.III) : تصميم الاحواض المخصصة للزراعة

الشكل (5.III) شكل الأنبوب (PVC)

III-6-2-ملء الأحواض:

بعد تحضير الأحواض للاستعمال نعوم بملئها بالحصى المجهز من قبل عن طريق مراحل متسلسلة الموضحة في الجدول(III-3)

الجدول(III-3) طريقة الملء

الطبقة	الركيزة	صورة
الطبقة الأولى: نضع الحصى الكبير تحت الصنبور	حصى خشن Galet **(Gravies grosser)** 2,5 / 4 cm	
الطبقة الثانية: نضع الحصى المتوسط ثم نقوم بوضع النبات	حصى متوسط Gravies Moyne 0,5/1,5 cm	
الطبقة الثالثة: نقوم بإضافة الحصى الصغير (الناعم) لغمر جذور النبات مع الحرص على عدم كسر أو إتلاف الجذور أثناء الزرع	حصى صغير **Gravies fin** 0,2/0,5 cm	

III-7-السقي و أخذ العينات:

III-7-1-عملية السقي:

نقوم بعملية غرس النبات في الحوض الثاني والثالث فقط ونجعل الحوض الاول حوض شاهد للمقارنة .
نسقي كل حوض من هذه الأحواض الثلاثة بمياه الصرف الصحي بكمية تقدر بحوالي 12 لتر , ويكون السقي المستعمل شاقولي .
لكن قبل كل ذلك نقوم بإضافة محلول نترات الزنك وذلك لعدم توفر الكمية اللازمة في مياه الصرف المراد تحليلها لإجراء التجربة واستخراج النتائج بالدقة اللازمة

الشكل (6.III)نترات الزنك

تركيز الزنك :

1mol de $Zn(NO_3)_2$ → 1mol de Zn

X → 1g de Zn

$65.39+ [14+ (16\times3)] \times2$ → 65.39 g

X → 1g

$X=\frac{65.39+[14+(16\times3)]\times2}{65.39}=$ 2.8963 g $Zn(NO_3)_2$

لأجل تركيز قدره : 100mg/l من $Zn(NO_3)_2$

2.8963 g $Zn(NO_3)_2$ → 1000 mg

X → 100mg

X= 0.2896 g في 1 لتر

الحجم اللازم لملء الحوض الواحد هو 10.5

→ $0.2896 \times 10.5 = 3.0408$ g de $Zn(NO_3)_2$.

III-2-7-أخذ العينات:

وقد كانت عملية السقي الأولى المذكرة أعلاه بتاريخ 18 مارس 2018 وبدأنا في أخذ العينات بعد 24 ساعة من التاريخ المذكور الجدول(III-4)

الجدول(III-4) تاريخ أخذ العينات العملية 1

19/03/2018	08h
	12h
	16h
20/03/2018	08h
	12h
	16h
21/03/2018	08h
	12h
	16h
22/03/2018	08h
	12h
	16h

وقد تمت عملية السقي الثانية بتاريخ 14 أفريل 2018 وشرعا في أخذ العينات بعد ذلك الجدول(III-5)

الجدول(III-5) تاريخ أخذ العينات العملية2

16/04/2018	08h
	12h
	16h
17/04/2018	08h
	12h
	16h
18/04/2018	08h
	12h
	16h
19/04/2018	08h
	12h
	16h

الشكل (7.III): بعض من العينات المأخوذة

III-8-بروتوكول التحاليل:

III-8- 1- شرح الجهاز:

إن جهاز Hanna Instruments HI 4522 عبارة عن أداة شائعة الاستعمال على مستوى الأبحاث ، تضم ثمانية نطاقات للقياس: الأس الهيدروجيني ، ORP (إمكانية خفض الأكسدة) ، ISE ، الناقلية ، المقاومة ، TDS ، الملوحة ودرجة الحرارة. يحتوي جهاز القياس على قنوات مزدوجة ومدخلات

منفصلة للحرارة ، ويدعم الأقطاب المرجعية الخارجية المطلوبة من قبل أجهزة استشعار درجة الحموضة نصف خلية وأجهزة استشعار ISE.

ولديه واجهة المستخدم قابلة للتخصيص وقادرة على عرض قناتين في نفس الوقت ، مع عرض القياسات في أوضاع مختلفة: القياس الأساسي أو الرسم البياني أو بيانات التسجيل.

تتوفر رسائل وتوجيهات البرنامج التعليمي على الشاشة لإرشاد المستخدمين بسرعة وسهولة من خلال جميع إجراءات القياس والمعايرة لضمان إجراء القياسات والمعايرة بشكل صحيح.

يتم إجراء معايرة ISE مع ما يصل إلى خمسة حلول قياسية أو حتى خمسة حلول مخصصة مع أو بدون تعويض درجة الحرارة. من القائمة التي تظهر على الشاشة ، يمكن للمستخدمين تحديد الاكترود ISE مع ملف تعريف التكوين القياسي الخاص بهم أو إنشاء ملفات تعريف خاصة بهم.

يمكن حفظ ما يصل إلى 10 ملفات وتذكرها ، مما يلغي الحاجة إلى إعادة تكوين كل مرة يتم فيها استخدام مسبار مختلف.

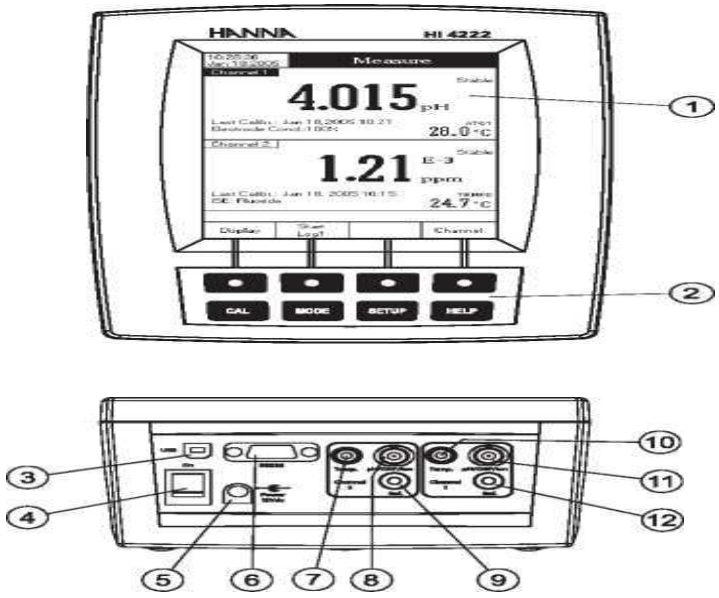
الشكل (8.III): جهاز القياس HI4522

III-8- 2- طريقة القياس

تعتمد أساليب قياس الجهد على قياس إمكانية الكهروكيميائية للحصول على تركيز أيون كدالة من إمكانات قياسها في القطب الغشاء المحدد لكل الأيونات.

إن المعدات اللازمة لتنفيذ هذه الطرق بسيطة وتتطلب قطبًا مرجعيًا وقضيبًا قياسًا ونظام قياس .

قياس الأقطاب المستخدمة لتحليل المعادن الثقيلة هي أقطاب بلاستيكية



اللوحة الأمامية

اللوحة الخلفية

الشكل (9.III): قائمة أزرار جهاز القياس

1/ شاشة العرض(LCD)

2/ لوحة المفاتيح الرئيسية

3/ موصل USB

4/ زر الايقاف و التشغيل

5/ مأخذ محول الطاقة

RS232/6 موصل الاتصالات التسلسلية

7/ مأخذ مسبار درجة الحرارة (القناة 2)

8/ BNC موصل الكهربائي لقياس(pH/ORP/ISE) (القناة 2)

9/ مقبس الإدخال المرجعي (القناة 2)

10/ مأخذ مسبار درجة الحرارة (القناة 1)

BNC/11 موصل الكهربائي لقياس(pH/ORP/ISE) (القناة 1)

12/ مقبس الإدخال المرجعي (القناة 1)

III-8- 3- خلاصة:

تم تقديم في هذا الفصل المواد و الأساليب و طرق العمل التي استخدمت خلال هذه الدراسة ومن ناحية أخرى إعطاء نظرة عامة و مفصلة عن وصف المراحل التي أجريت (الملء و الزرع والسقي وأخذ العينات) سوف يتم توضيح وتفسير ومناقشة النتائج التي يتم الحصول عليها وفقًا لطرق التحليل في الفصل التالي

الفصل الرابع

تحليل ومناقشة النتائج

IV-1- مقدمة

بعد ما قمنا بتحديد خصائص النبات المستعمل و الركيزة المختارة في محطة التجارب سنقوم في هذا الفصل بتحديد مردودية الأحواض المغروسة بنبات البردي papyrus في تقليص تركيز الزنك الموجود في مياه الصرف الصحي .

IV-2-تحديد تراكيز الزنك في المياه المصرفة:

IV-2-1-تحضير المحلول الأم:

لتحديد تركيز المعادن استعملنا محلول مقياسي(solution standard).

IV-2-2-إعداد المحاليل:

تم إعداد مجموعة من القوارير الحجمية بسعة 100 مل ، من المحلول القياسي الذي تركيزه 100 mg/l اكما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول(IV-1) نطاق المعايرة:

تركيز الزنك (mg/l)	1	10	50	100
الحجم المسكوب من محلول الام (ml)	0.1	1	5	10

لتحقيق نطاق المعايرة للزنك يجب علينا اتباع الخطوات التالية التالية:

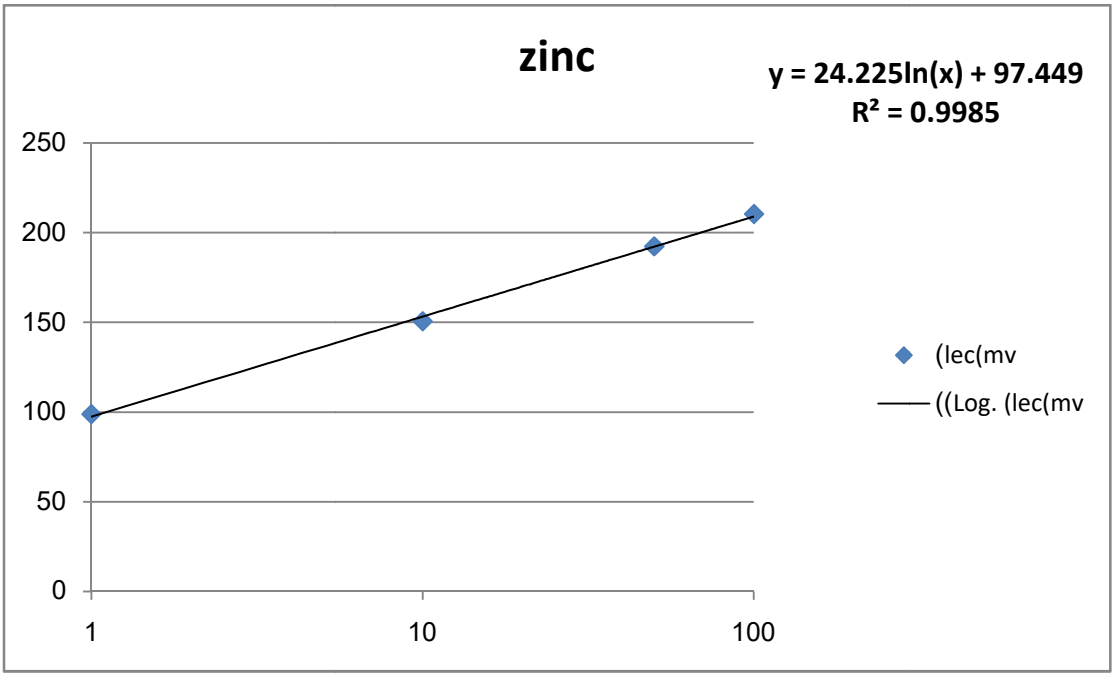
- أخذ الانابيب التي حضرت سابقا
- اضافت مؤشر النحاس (محلول الام).
- اكمال ملأ القارورة بالماء المقطر .100 ml.
- وضع الأقطاب الكهربائية وقراءة فرق الكمون على الشاشة.

الشكل(IV-1) المحاليل

تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول(IV-2) فرق الكمون

تركيز الزنك (mg/l)	1	10	50	100
فرق الكمون(Mv)	98.8	150.5	192.3	210.3



الشكل(IV-2)منحنى المعايرة

IV.2-3- معايرة الزنك:

- نأخذ عينة 20 مل من المعلجة.
- أضافت 0.4 مل من مؤشر النحاس.
- وضع القطبين في القارورة وقرأت النتيجة على شاشة الجهاز.

الشكل(IV-3).جهاز قياس الماء المعالج

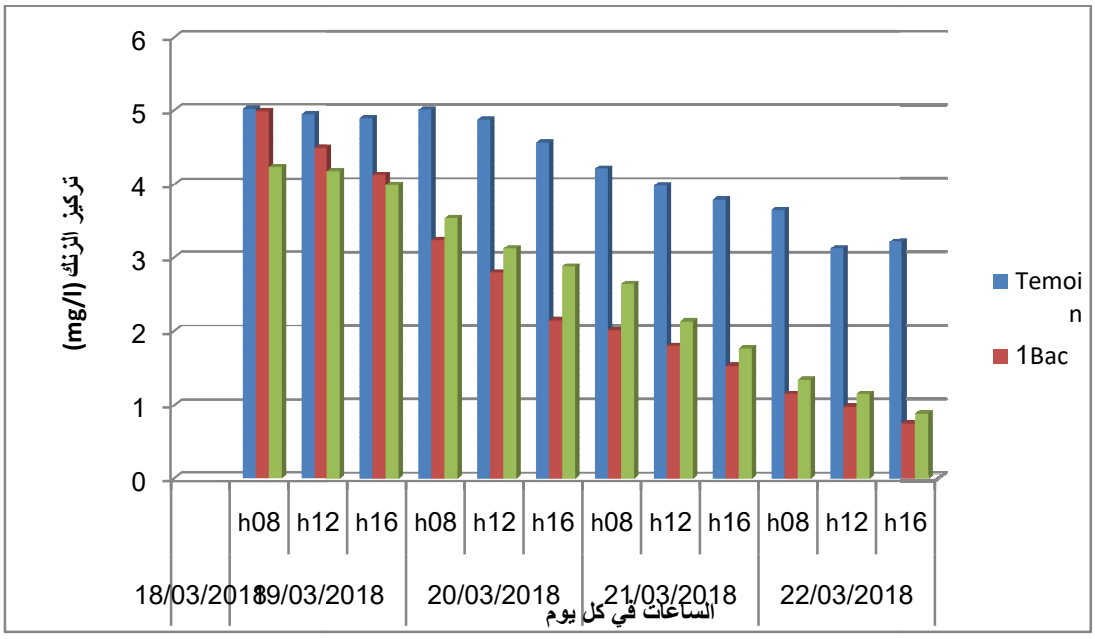
IV-3- تركيز الزنك:

بعد قياس تراكيز الزنك الموجودة في المياه المعالجة تحصلنا على النتائج التالية:

المرحلة الاولى (8/03/2018):

الجدول(IV-3) نتائج المرحلة 1 تركيز الزنك في كل حوض

		Temoin	Bac 1	Bac 2
18/03/2018				
19/03/2018	**08h**	5.021	4.99	4.235
	12h	4.951	4.487	4.178
	16h	4.9	4.125	3.991
20/03/2018	**08h**	5.014	3.241	3.541
	12h	4.879	2.798	3.124
	16h	4.568	2.147	2.879
21/03/2018	**08h**	4.217	2.017	2.648
	12h	3.987	1.798	2.134
	16h	3.789	1.524	1.765
22/03/2018	**08h**	3.654	1.147	1.345
	12h	3.124	0.978	1.147
	16h	3.214	0.741	0.874

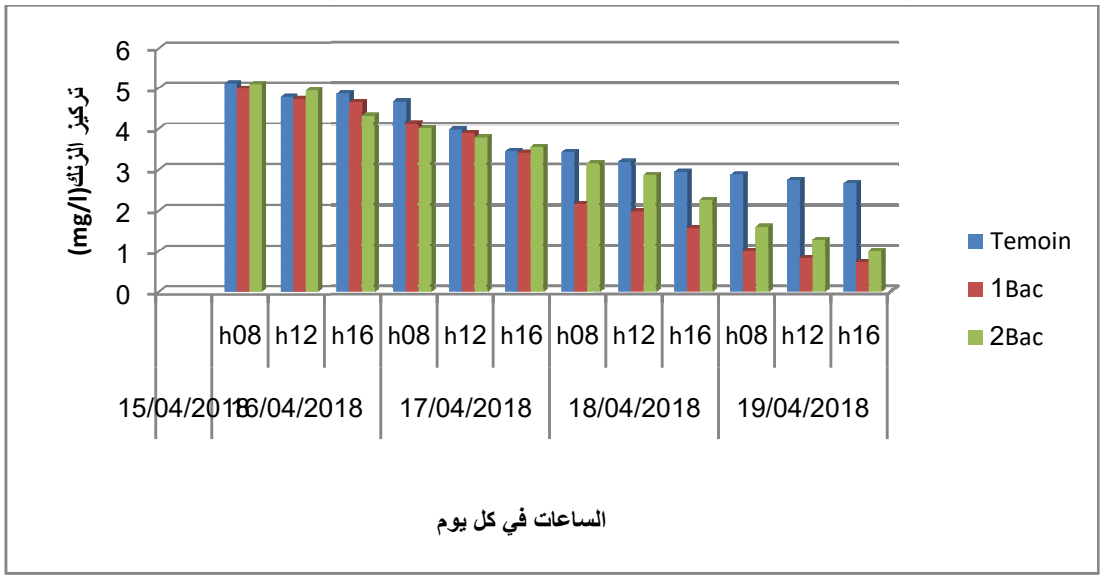


الشكل(IV-4) نتائج المرحلة 1 تركيز الزنك في كل حوض

المرحلة الثانية(15/04/2018):

الجدول(IV-4) نتائج المرحلة 2 تركيز الزنك في كل حوض

		Temoin	Bac 1	Bac 2
15/04/2018				
16/04/2018	**08h**	5.12	4.99	5.1
	12h	4.789	4.74	4.942
	16h	4.871	4.654	4.321
17/04/2018	**08h**	4.671	4.124	4.012
	12h	3.981	3.897	3.784
	16h	3.452	3.412	3.547
18/04/2018	**08h**	3.424	2.142	3.147
	12h	3.187	1.964	2.852
	16h	2.941	1.547	2.245
19/04/2018	**08h**	2.872	0.983	1.587
	12h	2.734	0.824	1.254
	16h	2.654	0.721	0.987



الشكل(IV-5) نتائج المرحلة 2 تركيز الزنك في كل حوض

IV-4- مردود الاحواض المزروعة بنبات البردي le papyrus:

يعتمد هذا الجزء من العمل على حساب مردود الاحواض المزروعة بنبات البردي le papyrus في ازالة الزنك من المياه الصرف خلال الايام المحددة وفي ازمنة مختلفة من اليوم, يتم حساب المردود بالعلاقة التالية:

$$R = (1-\frac{Xf}{X0})\times 100$$

R= مردود الاحواض المزروعة

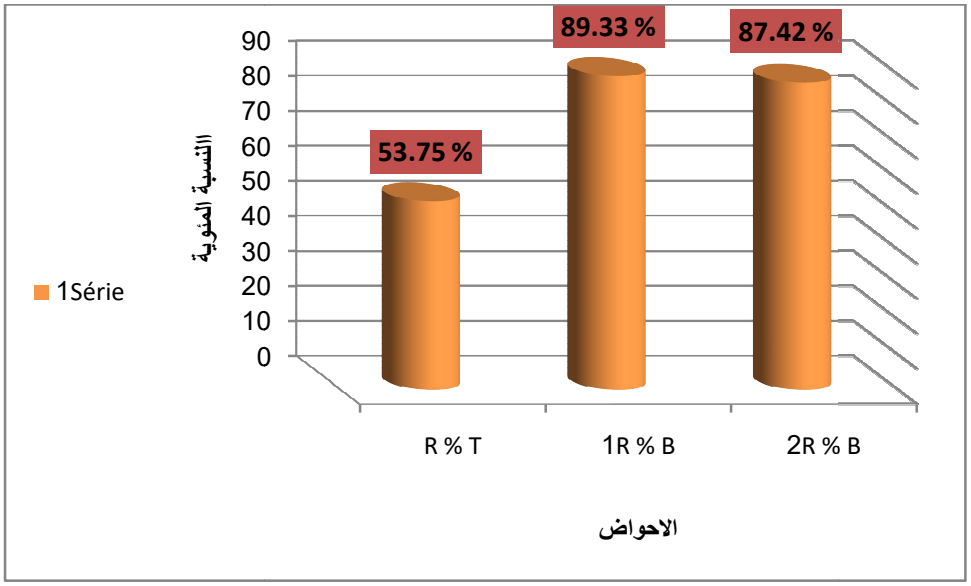
X_0= التركيز الاول في الاحواض المزروعة بـ (mg/l)

X_f=التركيز النهائي في الاحواض المزروعة بـ (mg/l)

المرحلة الاولى:

الجدول(IV-5) مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 1

		R % T	R % B1	R % B2
19/03/2018	**08h**	27.7553957	28.2014388	39.0647482
	12h	28.7625899	35.4388489	39.8848921
	16h	29.4964029	40.647482	42.5755396
20/03/2018	**08h**	27.8561151	53.3669065	49.0503597
	12h	29.7985612	59.7410072	55.0503597
	16h	34.2733813	69.1079137	58.5755396
21/03/2018	**08h**	39.323741	70.9784173	61.8992806
	12h	42.6330935	74.1294964	69.294964
	16h	45.4820144	78.0719424	74.6043165
22/03/2018	**08h**	47.4244604	83.4964029	80.647482
	12h	55.0503597	85.9280576	83.4964029
	16h	53.7553957	89.3381295	87.4244604

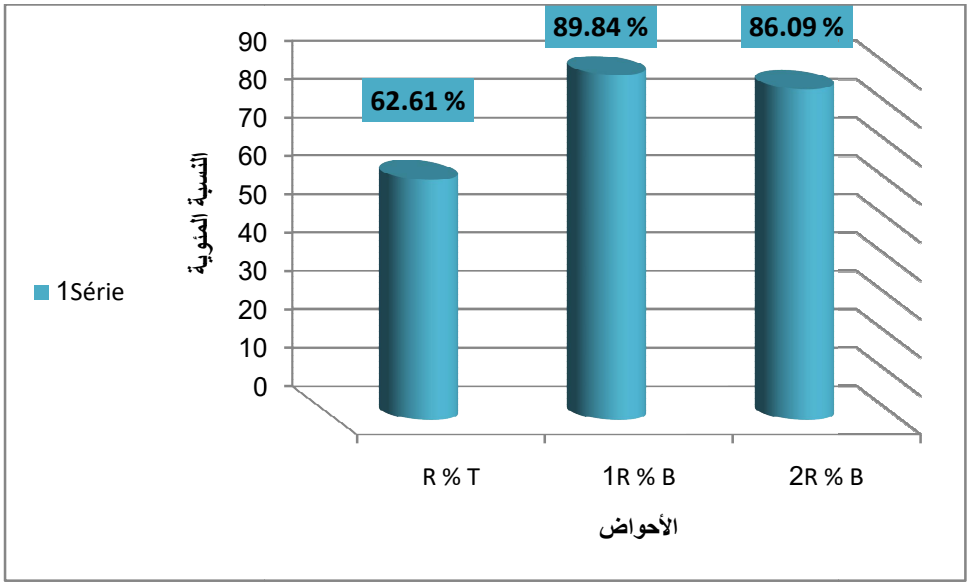


الشكل(IV-6) مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 1

المرحلة الثانية:

الجدول(IV-6) مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 2

		R % T	R % B1	R % B2
16/04/2018	08h	27.8873239	29.7183099	28.1690141
	12h	32.5492958	33.2394366	30.3943662
	16h	31.3943662	34.4507042	39.1408451
17/04/2018	08h	34.2112676	41.915493	43.4929577
	12h	43.9295775	45.1126761	46.7042254
	16h	51.3802817	51.943662	50.0422535
18/04/2018	08h	51.7746479	69.8309859	55.6760563
	12h	55.1126761	72.3380282	59.8309859
	16h	58.5774648	78.2112676	68.3802817
19/04/2018	08h	59.5492958	86.1549296	77.6478873
	12h	61.4929577	88.3943662	82.3380282
	16h	62.6197183	89.8450704	86.0985915



الشكل(IV-7) مردود ازالة الزنك لكل حوض للمرحلة 2

IV-5- تحليل النتائج وتفسيرها:

من خلال الاشكال (IV-4) (IV- 5) يتضح لنا قدرة نبات البردي في امتصاص الزنك خلا مدة التجارب , حيث نلاحظ انه بالنسبة للتركيز الاولي من الزنك(mg/l) c_0=6.95 في المرحلة الاولى , وفي الثانية كانت قيمة التركيز الاولي (mg/l) c_0= 7.10

نلاحظ من خلال المرحلتين نتائج المعالجة وصلت الى اكثر من 88 % ,وقد كانت النتائج المتحصل عليها من خلال هذه التجربة مماثلة الى سابقتها التي تحصل عليها العديد من فرق البحث التي تم اجراءها على نبات البردي papyrus وخاصة في ما يخص ازالة معدن الزنك و النحاس **((Seghairi,N., Hamzaoui . 2011) Ghaouch.M .1998)**

وقد فسر هذا انه في الأحواض المغروسة تتعرض المعادن الى العديد من التفاعلات الكيميائية و الفيزيائية و البيولوجية و ميكروبيولوجية التي تحدث في الأجهزة الهوائية و اللاهوائية في الأحواض **(Eger.,1994)** وكذا تلعب الكائنات الدقيقة دورا مزدوجا في حركة المعادن الثقيلة حيث تقوم بتحليل المواد العضوية المرتبطة بها و تسهيل عملية امتصاصها (**Hermand.C.,et *al* ,1995)**

IV-6-الخلاص:

الهدف من عملنا هذا هو دراسة امكانية التخلص من معدن الزنك من المياه المصرفة باستعمال أحواض مغروسة بنبات البردي papyrus .

النتائج المتحصل عليها في الأحواض المغروسة مقارنة بالشاهد أعطت نتائج عالية بنسبة % 88 بينما الشاهد أعطى % 55, و منه نستخلص أن النباتات المغروسة في الأحواض قادرة على تقليص نسبة المعادن الثقيلة في المياه المصرفة .

الخلاصة العامة

معالجة المياه المستعملة (مهما كان مصدرها) بالنباتات تقنية حديثة , اقتصادية و فعالة و كذا تستطيع بناءها في مكان و تعطي لمسة جمالية للوسط الذي تتواجد فيه .

و تعتمد هذه التقنية على عمل كل من النبات و الركيزة و الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في المياه المستعملة وفي الجزء الجذري لنبتة

في عملنا هذا استعملنا ركيزة من الحصى مصدره بسكرة ذو ثلاثة أحجام مختلفة أما النبات فاخترنا نبات البردي papyrus الذي له القدرة على امتصاص و ازالة الملوثات (دراسات سابقة) و كذالك له شكل مميز و جميل و قد اعتمدنا في هذه الدراسة مياه المستعملة من الود المالح لمصب مياه الصرف الصحي لبلدية شتمة و جزء من العالية

قمنا بقياس قدرة الأحواض المغروسة بنبات البردي على التخلص من الزنك الموجودة في المياه المستعملة

تمت هذه العملية على مرحلتين الأولى من 18 الى 22 ماس 2018 و الثانية من 15 الى 19 أفريل 2018 النتائج المتحصل عليها كانت جد مشجعة حيث وصلة في الحوضين المغروسين الى أكثر من % 88

في المرحلتين أما بالنسبة لشاهد فلم تتعدى % 55 في المرحلتين حيث لاحظنا أنه في اليوم الأول نسبة الازالة كانت ضعيفة في الأحواض الثلاثة أما في الأيام المولية لاحظنا زيادة في نسبة الازالة في الحوضين الأول و الثاني أما بالنسبة لشاهد فكانت زيادة طفيفة .

و منه تعتبر هذه التقنية ذات مردود جد عالي و يجب مواصلة الأبحاث في مجالها و الأهم يجب تشجيع استعمالها.

قائمة المراجع

المراجع العربية:

- **ابراهيم نيصافي (2016)** مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية –سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (38) العدد (6) 2016
- **أكرم (2006)** ,علم البيئة والنبات .2006 ص 23
- **خليل محمد احمد السيد (2007)** , معالجة مياه الصرف الصناعي , المكتبة الأكاديمية, ص 277
- **هيام جمال إبراهيم (2016)**(تقييم مخاطر مياه الصرف الصحي غير المعالجة لبعض مناطق كركوك وتأثيرها في النباتات المتواجدة في المنطقة)
- **محمد السعيد صالح الزميني (2003)** ,المواد الخطرة في حياتنا (الجزء الأول), المكتبة الأكاديمية , ص 422
- **عبد الرزاق التركمانية . (2009)**,محطات المعالجة بالنباتات_مدير موقع الهندسة البيئية الشركة العامة للصرف الصحي بحمص ص 11
- **علاء الدين بيومى عبد الخالق.(2005)** , سمية المبيدات و المعادن, دار النشر للجامعات ,ص401
- محاضرات تدريبية لمشغلي محطات معالجة الفضلات (المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة. عمان2009)

المراجع الأجنبية:

- **Al-mayah, A. A. (1994).** The Aquatic plants of the Marshes of southern Iraq. Marin Sci. Cent. **18**: pp127-143.
- **Al-mayah, A A. and AL-HAMIN, F. I. (1991).** Aquatic plants and the Algae. University of Basrah (in Arabic); pp. 699-701**.**
- **Anonyme** .Constructed Wetlands: A promising wastewater treatment system for small localities (Experiences from Latin America 2008)
- **Armstrong J. and Armstrong W. (1988**). Phragmites australis – preliminary study of soiloxidising sites and internal gas transport pathways. New Phytol., **108**, pp373-382.

- **Brix, H. (1987)**. Treatment of wastewater in the rhizosphere of wetlands plants - the root zone method. Water Sci. Technol. 19(10): 107-118
- **Brix, H. (1997)**. Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands. WaterSci. Technol. 35(5): 11-17..
- **Boutin C., Lienard A., Esser D.(1997)**. Development of a new Generation of Reed-Bed Filters in France : First results. Wat.Sci.Tech., **35 (5)**, pp 315-322
- **Fabio Masi (2002)** Constructed wetlands for wastewater treatment Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- **Farrell C.A. and Doyle G.J.(2003)**. Rehabilitation of industrial cutaway Atlantic blanket bog in County Mayo, North-west Ireland. Wetlands. Ecol. Manage. **11**:pp 21.
- **G.J *Am. J. Clin. Nutr.* (1990)**. Zinc toxicit. Fosmire y, *51*, 225-227.
- **Ghaouch.M .1998.** détermination des métaux lourds dans les eaux usées, épuration par les polymère d'origine naturelles et test sur végétaux .mémoire de diplôme d'étude approfondie. Institut national de recherche agronomique – France..
- **Haberl R., Perfler R. (1990)**. Seven years of research work and experience with wastewater treatment by a reed bed system. In : Constructed Wetlands in Water Pollution Control, P.F. Cooper and B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 215-214.
- **Hakuno, D., (2005).** Medicinal Plants aand Phytomedicines. In : The Cultural History of Plants.consulting Editor: Ghillean Prance, Scientific Editor:M. Nesbitt). Taylor and Francis, New york, Routledge , pp.205-238**.**
- **Hermand.C., Artiola J.F., Miller R.M.,1995**. Removal of caduim,lead and zinc from soil by a Rhamnolipid biosurfactan .Envi.science and technologie,29, (9),2280-2285

- **Rejsek Franck,(2002)**, Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, CRDP d'Aquitaine pp 125-255.
- **Seghairi,N., Hamzaoui .(2011**).Possibilités de rétention du cuivre et zinc sur un filtre planté de papyrus, communication orale, 3éme edition du congrés international sur eau, déchets et environnement – fér –maroc.
- **Vymazal JAN and Lenka Kropfelova., (2008**). Wastewater Treatment in Constructedwetlands with Horizontal Sub-Surface Flow, pp 203-322.

مواقع الكترونية

- http://ahmadkelhy.blogspot.com (د. احمد كلحي, 2012)
- https://chimstery.wordpress.com (أحمد موده, 2013)
- http://www.chemistrysources.com (أ. أكرم أمير العلي, 2013)
- https://www.themwl.org (د.فاتن عبد الرحمن خورشيد, 2005)
- http://Fr.wikipedia.org