وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح–ورقلة –

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص:كيمياءتحليلية

من إعداد: بوطجين فاطمة– طراد رانيا

بعنوان

دراسة استقصائية لتقدير فعالية النباتات في تنقية مياه الصرف الصحي

لجنة المناقشة:

نوقشت علنا يوم: 2021/06/17 أمام اللجنة المناقشة:

زاوي منال	أستاذ محاضر (أ)	جامعة ورقلة	رئيسا
شاوش خولة	أستاذ محاضر (ب)	جامعة ورقلة	مناقشا
علاوي مسعودة	أستاذ محاضر (أ)	جامعة ورقلة	مؤطر
سعودي مريم	طالبة دكتوراه	جامعة ورقلة	مساعد

السنة الجامعية: 2021/2020

إهـداء

الى من علمني مبادئ الحياة، وربياني على الصدق والاخلاص، الي اللذان وهبا لي الامل الذي أعيش له، الى ثالث من يحبهم قلبي بعد الله ورسوله، اللذان لو هيدتهما حياتي لا تكفي لتوفيهما حقهما "أبي العزيز وأمي الغالية"

نسئل الله ان يحفظهما وان يدخلهما فسيح جنانه..

الي سندي في الحياة والاعزاز على قلبي أخي سعيد وزوجته نصيرة واولاده ياسين، ياسمين، يوسف و أخي محمد وزوجته شيرين

الى سبب بسمتي وسعادتي الى الذي دعمني ووقف بجانبي الي نصفي الثاني وقرة عيني خطيبي أحمد

إلى عائلتي الثانية اللذين حملوا في قلوبهم لي كل الحب و التقدير و الاحترام فكسبوا قلبي و سكنوه، كل باسمه...

إلى كل عائلة بوطجين ومكي.....

إلى كل صديقاتي العزيزات وإلى جميع زملائي التي تقاسمت معهم حلاوة العلم

...إلى كل من وسعه قلبي و لم يذكره لساني ولم تسعه اسطري وعباراتي

إليكم جميعا أهدي عملي..

بوطجين فاطمة

إهــداء

إلى من بسمتها غايتي وما تحت أقدامها جنتي ....

إلى من حملتني في بطنها وأسكنتني قلبها فغمرتني بحبها ...إلى امي الغالية حفظها الله ورعاها وجعل جنة الفردوس مثواها...

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم ...

إلى ابي الغالي أطال الله في عمره...

على القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى من تحمل أعينهم ذكريات طفولتي إلى رياحين حياتي إخوتي ماجدة وسراج الدين وسيرين وعبد الجبار ...

إلى جدتي رحمها الله وأسكنها فسيح جناته...

وإلى جدتي الثانية اطال الله في عمرها...

إلى ابي الثاني خالي نور الدين حفظه الله ورعاه...

إلى سندي و ونصفي الآخر في هذه الحياة ....

إلى الذي أحبه قلبي وعشقته روحي فتمنيت ابدا ان لا يفارقني إلى خطيبي الغالي عادل

إلى رفيقة دربي و سكن روحي و مخبأ أسراري إبنت عمتي رفيدة...

إلى كل أهلي وأقاربي من الأجداد على الأحفاد....

إلى كل صديقاتي الغاليات اللاتي تسكن صورهم جدران قلبي وتقاسمت معهم حلاوة العلم ومشقت الحياة الجامعية ...

إلى كل من وسعه قلبي ولم يذكره لساني ولم تسعه أسطري وعباراتي..

إليكم جميعا أهدي عملي ....

طراد رانيا

شكر وتقدير

بعد شكر الله سبحانه وتعالى على توفيقه لنا لإتمام هذا البحث المتواضع أتقدم بجزيل الشكر الى الوالدين العزيزين الذي أعانونا وشجعونا على الاستمرار في مسيرة العلم والنجاح

نتقدم بالشكر الجزيل وفائق التقدير و الاحترام إلى الأستاذة الدكتورة علاوي مسعودة لقبولها الإشراف على هذه المذكرة والتي تابعتنا طول فترة إعداد هذه الدراسة، وأفادتنا بالأفكار و النصائح، وأيضا الأستاذة سعودي مريم مساعدة مشرف.

كما أتوجه بخالص شكري وتقديري الى كل أساتذة قسم الكيمياء

الى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد على انجاز وإتمام هذا العمل.

قائمة الإختصارات

DDT	Dichloro diphényl trichloro	ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو
CE	Conductivité électrique	الناقلية الكهربائية
ET	Evaportransiration	التبخر
MES	Matières en suspension	المواد العالقة
TDS	Total dissolved solids	مجموع المواد الصلبة الذائبة
FOG	Fats, oil and grease	الدهون والزيوت والشحوم
FC	Fecal coliform	القلونيات البرازية
TC	Total coliform	القولونيات الكلية
DBO5	Demande biochimique En oxygène (05jours)	الطلب البيوكيميائي للأكسجين
DOC	Dissolvedorganiccarbon	الكربون العضوي المذاب
DCO	Demande chimique en Oxygène	الطلب الكيميائي للأكسجين
DO	Dissolved oxygene	الأكسجين المذاب
NO_2^-	Nitrite	النتريت
PO_4^-	Ortho phosphore	الأورثوفوسفات
NO_3^-	Nitrate	النترات
NH_4^+	Ammonium	الآمونيوم
HCO_3^-	Bicarbonate	البيكربونات
SO_4^-	Sulfate	سولفات
CH_4	Méthane	الميثان
H_2S	Sulfure d'hydrogène	كبريتات الهيدروجين
TN	Total azote	الآزوت الكلي
TC_r	Total chromuim	إجمالي الكروم
TP	Total phosphorus	الفوسفات الكلي
UASB	Upflow anaerobic sludge blanket digestion	مفاعل التدفق لعلوي اللاهوائي عبر طبقة الحمآة
SLR	Surface loading rate	معدل تحميل السطح
HLR	Hydroulicloading rate	معدل التحميل الهيدروليكي

DRP	**Dissolved molybdate-rective phosphate-p**	**الموليبدات المذاب- الفوسفات التفاعلي**
TKN	**Kjeldahl nitrogen**	**نيتروجين كجيلدال**
POD	**Peroxydase**	**بيروكسيداز**
RE	**Removel efficiency**	**بدون كفاءة**
AN	**Ammonuim-nitrogen**	**نيتروجين الآمونيا**
CW	**Constructed wetland**	**أرض رطبة مبنية**
FWSCW	**Free water surface constructed wetland**	**نظام الجريان السطحي الحر**
VFCW	**Vertical-flow constructed wetland**	**نظام الجريان تحت السطحي الشاقولي**
HFCW	**Horizontal-flow constructed wetland**	**نظام الجريان تحت السطحي االأفقي**

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
I-1	أنواع التلوث المائي والملوثات المائية	5
I-2	مصادر وأنواع مياه الصرف	6
I-3	مراحل المعالجة الفيزيائية(الأولية)	14
I-4	مراحل المعالجة البيولوجية	14
I-5	حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر	18
I-6	حوض معالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الأفقي	19
I-7	حوض معالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الشاقولي	20
I-8	حوض معالجة بالنباتات بالجريان المتنوع (المهجن)	21
I-9	نبات*Canna indica*	24
I-10	نبات *Phragmite australis*	24
I-11	نبات *Typha latifolia*	24
I-12	نبات *Juncus effusus*	25
I-13	نبات*Cyperus papyrus*	25

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
I-1	تصنيف المياه الصالحة للشرب بدلالة التوصيلية الكهربائية	8
I-2	قيم الحد الأقصى لمعالم صرف نفايات الوحدات الصناعية	12
I-3	أهم آليات الإزالة الرئيسية للملوثات ضمن حوض النباتات	26
II-1	تحليل مقال *Heliconiastricta Huber Behavior*on Hybrid Constructed Wetlands Fed with Synthetic Domestic Wastewater	30
II-2	تحليل مقال The Performance of HybridConstructedWetland System for Treating the Batik Wastewater	32
II-3	تحليل مقال :*H*ybridconstructedwetlands as post-treatment ofblackwater: An assessment of the removal of antibiotics	34
II-4	تحليل مقال *P*otential Of ConstructedWatlands For FurtherPolishing Of Pre-treatedWastewaters	36
II-5	تحليل مقال Comparing Performances BetweenTwoOrnamental Plants And Two Common Macrophytes Over TwoYears In TertiaryTreatmentConstructedsWetlands	37
II-6	تحليل المقالمعالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر وبإستخدام نبات القصب*Phragmites australis*.	39
II-7	تحليل مقال المعالجة الثالثية لمياه الصرف الصحي بإستخدام نبات عدس الماء*Lemna sp*في محطة الجنديرية نموذجا.	41
II-8	تحليل مقال Utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas du roseau	43
II-9	تحليل مقال *A*pplicability of ConstructedWetlands for Water QualityImprovement in a Tea EstateCatchment: The Pussellawa Case Study	45
II-10	تحليل مقال Increasingibuprofendegradation in constructedwetlands by bioaugmentationwithgravelcontaining biofilms of an ibuprofen-degradingSphingobiumyanoikuyae	47

49	***P*erformance of a ConstructedWetland and Pretreatment تحليل مقال System Receiving Potato Farm Wash Water**	**-II 11**
51	**HybridConstructedWetland to تحليل مقالتحليل مقال ImproveOrganicMatter and Nutrient Removal**	**-II 12**
53	**Multistage Horizontal Subsurface Flow vs تحليل مقال HybridConstructedWetlands for the Treatment of Raw Urban Wastewater**	**-II 13**
56	**Theinfluence of تحليل مقال ovapotranspirationonwastewaterconstructedwetlandtreatmentefficiency**	**-II 14**
58	**Natural wetlandsas analternative for treatmentof تحليل مقال leachatefromlandfills[**	**-II 15**
60	**Free water surface wetlands for wastewatertreatment in تحليل مقال Sweden – nitrogen and phosphorusremoval**	**-II 16**
63	**Evaluation of differentsubstrates to support the growth of تحليل مقال *Typhalatifolia* in constructedwetlandstreatingtannerywastewater over long-termoperation**	**-II 17**
66	**ToxicityAbatement of WastewatersfromTourismUnits by تحليل مقال ConstructedWetlands**	**-II 18**
68	**Treatment of industrialwastewaterwithtwo-stage تحليل مقال constructedwetlandsplantedwith*typha latifolia* and *phragmites australis***	**-II 19**
70	**Performance of Combined Vertical and Horizontal Flow Sub-تحليل مقال SurfaceConstructedWetlands**	**-II 20**

الفهرس

الإهداء 1	I
الإهداء 2	II
شكر والتقدير	III
قائمة الإختصارات	IV
قائمة الأشكال	VI
قائمة الجداول	VII
مقدمة عامة	01
المراجع	03
الفصل الأول: تلوث المياه وطرق معالجتها	
I- تلوث المياه	04
I-1. تعريف تلوث المياه	04
I-2. أنواع التلوث المائي والملوثات المائية	05
I-3. مياه الصرف الصحي	05
I-1.3. تعريف مياه الصرف الصحي	06
I-2.3. مصادر وأنواع مياه الصرف	07
I-3.3. مقاييس تصنيف الملوثات في المياه	11
I-4.3. المعايير والتراكيز المسموح بها	13
I-4. معالجة مياه الصرف الصحي	13
I-1.4. إشكالية مياه الصرف	13
I-2.4. مراحل المعالجة في الميدان	13
1-محطات تصفية المياه المستعملة بطريقة الحمأة المنشطة	13
2-المعالجة بالبحيرات	15
3-معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة النباتات	16
1-3. النباتات المائية المستخدمة	16

3-2. تصنيف أحواض النباتات المستعملة في تنقية مياه الصرف الصحي	17
3-3. أهداف معالجة مياه الصرف	22
I-5. دور مختلف مكونات النظام	22
I-6. آليات إزالة الملوثات	26
المراجع	27
الفصل الثاني: تحليل دراسات سابقة لتنقية مياه الصرف الصحي بواسطة النباتات	
II-1. مدخل	29
II-2. التقييم النظري لقدرة وفعالية النباتات على تصفية مياه الصرف الصحي	29
II-3. مناقشة وتفسير ملاحظات التقييم النظري	72
المراجع	78
خلاصة عامة	81
الملخص	

مقدمة

مقدمة عامة:

الماء نعمة من نعم الله علينا، فهو من أهم العناصر الطبيعية على وجه الأرض، كما أن الماء هو سر حياة جميع الكائنات الحية الموجودة على كوكبنا، وقد اهتم الإنسان به منذ القدم نظرا لأهميته البالغة فهو يستخدم في جل العمليات البيولوجية والصناعية، ولا يمكن لأي أحد أن يعيش بدونه[1].

وباعتبار أن معظم دول العالم النامي تعاني من الجفاف وقلة المياه، فهذا يستوجب منا إعادة النظر في هذه القضية وهذا من خلال الحفاظ على الماء وعدم تلويثه و التفكير في موارد المياه غير التقليدية لمعالجة الطلب المتزايد على المياه النظيفة، فنقاءه بات شبه مستحيلا في ظل الملوثات الكثيرة والمنتشرة في البيئة[2].

تعد مياه الصرف الصحي أحد أنواع المياه الملوثة فهي أوساط معقدة تتغير تبعا للأنشطة البشرية الناجمة عن الاستخدام المنزلي، الصناعي، الحرفي، الزراعي...الخ[3]. حيث أصبحت معالجتها وإعادة استخدامها ضرورة ملحة وبديل أساسي لاسيما في البلدان القاحلة وشبه القاحلة[4] .

تضم محطات تنقية مياه الصرف الصحي الحضرية عادة على المراحل التالية:أولية، ثانوية وثالثية. المعالجة الأولية تهدف لإزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب، والمعالجة الثانوية البيولوجية تهدف لإزالة الملوثات العضوية القابلة للتفكك الحيوي بواسطة الكائنات العضوية المجهرية وأهمها البكتيريا. المعالجة الثالثية بدورها تسعى إلى تحسين المياه المعالجة الناتجة عن المرحلة الثانوية عبر إزالة النيتروجين والفسفور والعوامل الممرضة حسب ما هو مطلوب[5].

ومن بين تقنيات المعالجة الحالية المطبقة الأراضي الرطبة المزروعة بنباتات مائية، وهي إحدى التقنيات المستعملة لإزالة الملوثات إذ تتميز بانخفاض تكاليف الصيانة والطاقة المطلوبة وبساطة التصميم .

ويهدف عملنا هذا إلى دراسة استقصائية نظرية لتقييم مدى فعالية وقدرة النباتات على تنقية مياه الصرف الصحي بواسطة الأراضي الرطبة. يتضمن عملنا هذا:

الفصل الأول: تلوث المياه وطرق معالجتها.

الفصل الثاني: تحليل دراسات سابقة لتنقية مياه الصرف الصحي بواسطة النباتات.

خلاصة عامة: حوصلة الدراسات السابقة.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

[1]:ايمان بوشنقير ،كافي فريدة،جامعة باجي مختار عنابة،دارة مشكلة تلوث المياه بالمخلفات الصناعية وتحقيق التنمية المستدامة بين النظري والتطبيق.

[5]: د.م عبد الرزاق محمد سعيد التركماني،2009، المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في محطات المعالجة، المدينة الصناعية بحيساء ص19.

[3] كمرشو عباس،2017،استعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمرة دقلة نور)في معالجة المياه المستعملة الحضرية، أطروحة دكتوراه، جامعة ورقلة،ص6.

المراجع باللغة الاجنبية:

[2]:SuhadA.A.A.N.Almuktar,Suhail N. Abed,Miklas Scholz,2018,Wetlands for wastewater treatment and subsequentrecyclingof treated effluent: a review,*Environmental Science and PollutionResearc*h:vol:25,p:23595.

[4]: Mohammed.M.S,2012,Élimination simultanée de la pollution azooté et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes(Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou),Thèse de doctorat,Universite Mouloud Mammeri,tizi-ouzou.p1-4

الفصل الأول

تلوث المياه وطرق معالجتها

I-تلوث المياه:

I-1. تعريف تلوث المياه:

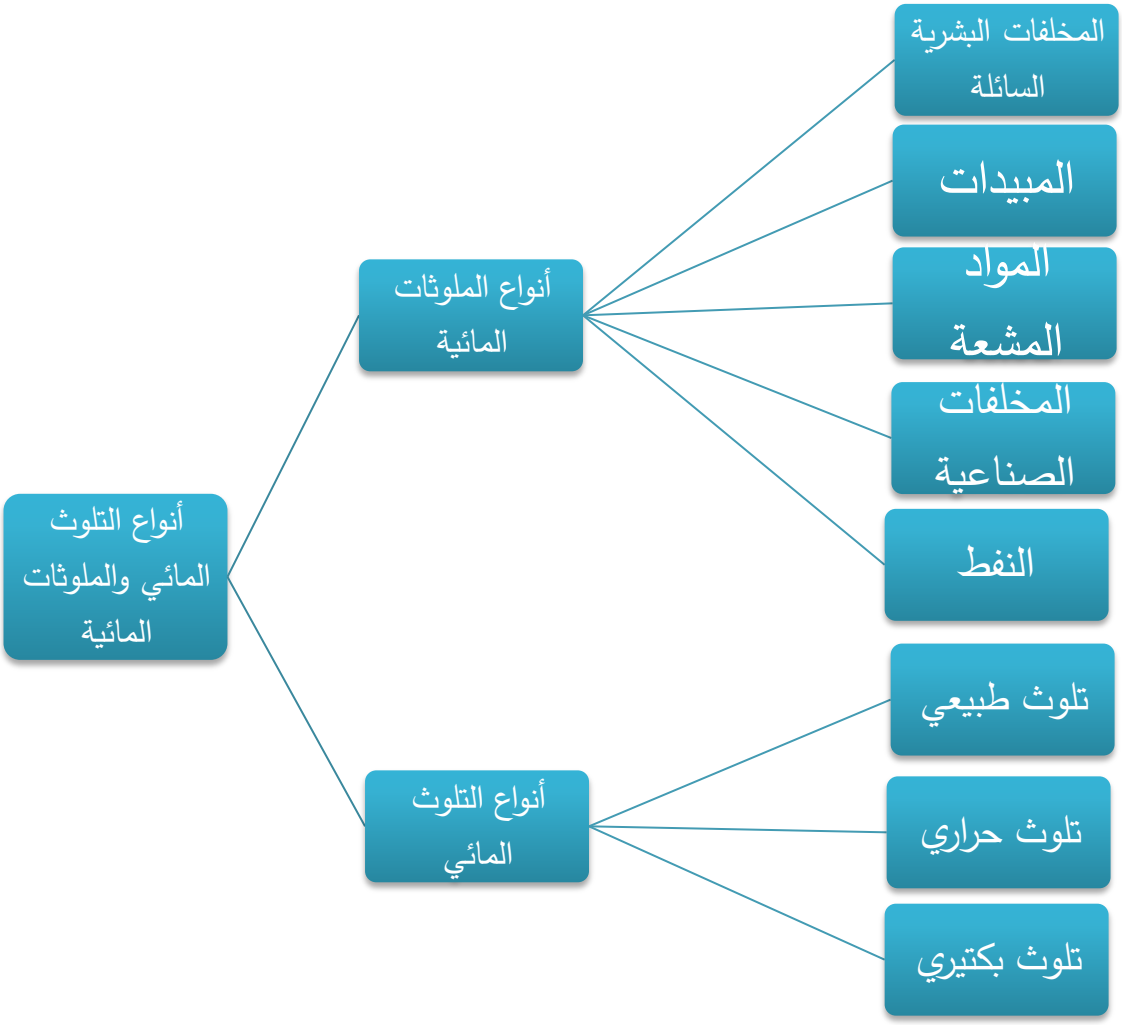
▪ عرفت منظمة الصحة العالمية عام 1961 تلوث المياه على أنه التغير الذي يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية و البيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره[1].

▪ وعرف هوبكنز وشرلز(HOPKINS et SCHULZ)سنة 1954 الماء الملوث بأنه الماء الذي تنخفض درجة جودته نتيجة لإختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها من المخلفات فتجعله غير صالح للشرب أوللإستعمال في الأغراض الصناعية،وتأثير مكونات الماء على إستعماله يعتمد على تركيزهافيه، فهناك العديد من المكونات التي يمكن الإعتراض على وجودها بتركيز مرتفع، ولكن يمكن أنتصبح مقبولة في حالة وجودها بتركيزات منخفضة عند إستخدام الماء في غرض معين[1].

▪ الماء الملوث هو الماء الذي يحتوي على مواد غريبة سواء كانت مواد صلبة أو سائلة أو غازية أو كائنات دقيقة مثل: البكتيريا أو الطحالب أو الطفيليات، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء،بحيث يصبح غير صالح للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو في الصناعة أو في الزراعة[7].

I-2. أنواع التلوث المائي والملوثات المائية:

يمكن إجمال أنواع التلوث المائيوأنواع الملوثات المائية في المخطط الموالي[2][8]:



الشكل(I-1): أنواع التلوث المائي والملوثات المائية.

I-3. مياه الصرف الصحي:

I-1.3. تعريف مياه الصرف الصحي:

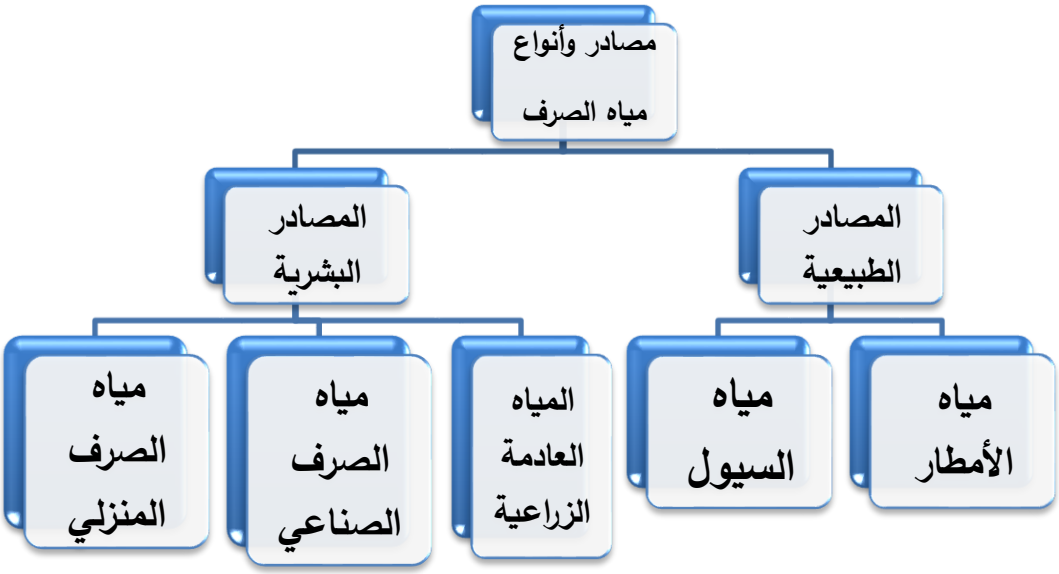
وهو الماء الملوث الذي يتركب من المخلفات المنزلية و التي تشمل بقايا الدهون و الأطعمة و المنظفات الصناعية المستعملة في الغسيل و التنظيف و المواد العضوية و المخلفات الآدمية بالإضافة إلى مياه الشطف لساحات المنازل حاملة معها الأتربة و بعض المواد العالقة كذلك المخلفات الصناعية وهي المياه الناتجة من المصانع وتحتوى علي نسب مختلفة من المواد الغريبة و الكيماوية التي تفسد خواصه الكيميائيةمما يجعله غير صالح للإنسان[4].

مياه الصرف الصحي هي أوساط معقدة للغاية وتتغير تبعا للأنشطة البشرية الناجمة عن الاستخدام المنزلي، الصناعي، الحرفي،الزراعي....إلخ، هذه المياه ملوثة ويجب معالجتها قبل أي إستعمال أوإرسالهاإلى أوساط طبيعية مستقبلة[3].

تحتوى مياه الصرف الصحي عن ما يزيد عن 99%ماء والباقي عبارة عن خليط مواد ذائبةوغروية وجسيمات عضوية وغيرعضوية، بالإضافة إلى كائنات حيةصغيرة(ميكروبات،فيروسات،بكتيريا،فطريات), هذا الخليط هو الذي يحدد نوعية الماء والطبيعة الكيميائية والبيولوجية، كما يعتبر المحتوىالعضوي العامل الأساسي في تلوث مياه الصرف حيث تمثل المواد البروتينية المجموعة الرئيسية للمحتوى العضوي وتقدر بحوالي 50% ويليها في ذلك المواد الكربوهيدراتية التي تكون حوالي 45%ثم الدهون والزيوت التي تكون حوالي 5%، تتحلل المواد البروتينية والكربوهيدراتية تحلل سريع في حين إن الدهون والزيوت تكون أكثر ثبات ويكون تحللها بطيء[1].

I-2.3. مصادر وأنواع مياه الصرف:

تنقسم مصادر مياه الصرف الصحي إلى مصادر طبيعية وبشرية ونلخصها في المخطط التالي[5]:



الشكل(I-2):مصادر وأنواع مياه الصرف

I-3.3. مقاييس تصنيف الملوثات في المياه المستعملة:

أ-درجة الحرارةT(°C):

تعد درجة الحرارة من العوامل الرئيسية التي تؤثر على البيئة المائية وخاصة البحرية فهي تؤثر على كثافة ولزوجة مياه البحر وتتحكم في حركة التيارات المائية وكمية الغازات الذائبة والأس الهيدروجيني، كما تؤثر على معدلات نمو الكائنات الحية المختلفة[8].

ب-الرقم الهيدروجينيPH:

يؤدي اختبار الأس الهيدروجيني الى قياس كمية ايونات الهيدروجين(H^+)الموجودة في مادة ما،والأس الهيدروجيني عبارة عن مؤشر يساعدنا على تقدير ما اذا كانت المادة حمضية أم متعادلة أم قلوية[8]حيث يكون الماء في حالته الطبيعية بين (6-8.5)ويشكل وسط واقي أي غير قابل للتحولات السريعة في PH، لكن مياه الصرف الصناعية تغير في قيمة المجرى المائي فمثلا مياه الصرف الناتجة عن مصانع الغازات يكون PHما بين(3_3.5)[1].

ت-التوصيلية الكهربائية:

تعبر التوصيلية الكهربائية عن نسب الأملاح الكلية الذائبة في المياه،فارتفاعها يدل على ارتفاع نسب الأملاح في المياه،حيث كلما زادت الأملاح في المياه زادت التوصيلية الكهربائية.

وقد صنفت منظمة الصحة العالمية المياه الصالحة للشرب بدلالة التوصيلية الكهربائية كما في الجدول التالي[8].

الجدول (I-1): تصنيف المياه الصالحة للشرب بدلالة التوصيلية الكهربائية

نوعية المياه	التوصيلية الكهربائية (µS /cm)
مياه ممتازة	400_ 500
مياه جيدة	400 – 750
مياه متوسطة	1700 – 750
مياه ذات أملاح معدنية عالية	اكبر من 1500

ث- اللون:

الماء النقي لا لون له بسبب درجة صفائه و شفافيته اذا يسبب تلون الماء وجود المواد العضوية أو غير العضوية (وجود بعض الأملاح المذابة) على شكل مذاب أو معلق[8].

ج-الطعم والرائحة:

طعم المياه هو الإحساس الناتج عن تفاعل اللعاب والمواد المذابة في الماء اذا إن المادة التي تسبب رائحة معينة في الماء غالبا ما تؤدي الى طعم معين، لكن العكس غير صحيح فثمة مواد معدنية تسبب طعما دون رائحة[8].

ح-المواد العالقة (MES):

تعرف بأنها المادة التي يمكن إزالتها من الماء عن طريق الترشيح وتكون في الغالب مواد غير ذائبة كالمواد العضوية والمعدنية ويرمز لها ب:MES أي Matière en suspensionويعبر عنها بـ: mg/L، القيمة القصوى للمواد العالقة لا تتجاوز 35 mg/L لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزتهاتصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه حسب المرسوم التنفيذي رقم06-141 المؤرخ في 19 افريل 2006[1].

خ- المواد العضوية:

المادة العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي هي خاصية ذات أهمية كبيرة، كونها السبب في أحد المشاكل الرئيسية لتلوث المياه، تتواجد بأشكال مختلفة فيزيائية فقد تكون:

- جزيئات كبيرة أو صغيرة مثل: سكريات(نشاء، سليلوز)، أحماض عضوية طيارة، البولة.
- غرويات منحلة: تتكون أساسا من مركبات الازوت(Azote)،كربون(Carbon)أوكسجين(Oxygène)، الكبريت (Soufre)، الفسفور(Phosphore)، ويتم تقييم المواد العضوية من خلال تحديد نسبة DCO, DBO_5[1].

إختبار الطلب البيوكيميائي للأوكسجين (DBO_5):

ويساوي كمية الأكسجين اللازمة لتفكيك(أكسدة) المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مركبات بسيطة ثابتة تحت درجة حرارة20°Cوخلال خمسة أيام وذلك بواسطة أنواع من الكائنات المجهرية الدقيقة الهوائية وأهمها البكتيريا، يتم تقدير كمية الأوكسجين المفقود بحساب DBO_5، فكلما زاد الطلب البيوكيمائي للأكسجينDBO_5 كلما كانت نسبة المواد العضوية كبيرة أي زيادة نسبة تلوث المياه القذرة.

كما يمكن تلخيص أهدافه بما يلي:

- تحديد كمية المواد العضوية الممثلة والقابلة للتحلل.
- معرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية.
- تحديد درجة التلوث العضوي.
- معدل DBO_5 في المياه المستعملة المنزلية (150−500) mg/L [1].

إختبار الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO):

طلب الأكسجين الكيميائي هو تحليل آخر يستخدم لقياس مستوى تلوث المياه بالمادة العضوية،يعرف بأنه مقدار الأوكسجين المستهلك من أجل أكسدة كيميائية للمواد العضوية المسببة لتلوث المياه لكلواحد لتر من المياه،هذه لا تتأثر بفعل الكائنات الحية الدقيقة وغير قابلة للتحلل البيولوجي ومثال ذلك المواد السيليلوزية.

ومن أجل أكسدةهذه المواد تستعمل مؤكسدات قوية مثل: ثاني كرومات البوتاسيوم، وبقياسDCO يمكن الحصول على نتائج سريعة،كما أن هذه العملية لا تحتاج إلى حضن العينات[1].

د-النيترات (NO^-_3):

تعتبر النيترات المصدر الرئيسي لنتروجين النبات الذي لا يستطيع العيش من دونه، حيث يكون تواجدها عادة في أوساط التربة والمياه، ويتم انتقالها إلى هذه الأوساط عن طريق مصادر زراعية أو صناعية ...الخ، كما تعتبر النترات عنصر ضار بالكائن الحي عند زيادته عن قيمه الحديةينتقل الضرر الناتج عن النترات إلى الكائن الحي عن طريق المياه الجوفية والسطحية المحملة بهذه الأخيرة.

أن تحديد تلوث المياه بالنترات عملية صعبة نتيجة التحولات المستمرة للازوت ضمن حلقة متكاملة تعرف بحلقة الازوت،إذا تأكسد المركبات العضوية الازوتية نهايتها تحولات حلقة الازوت،حيث يشير هذا إلى سير عملية التنقية الذاتية للمياه[3].

ذ-النتريت (NO^-_2):

لا يوجد مصدر طبيعي للنتريت حيث ينتج من مرحلة إنتقالية لتحول شوارد النيترات وشوارد الامونيوم ضمن عملية الأكسدةوالإرجاع لهما، وذلك فإن شوارد النتريت المتواجدة في الوسط المائي ناتجة عن إرجاع النيترات أو عن أكسدة شوارد الأمونيوم ولا يوجد مصدر طبيعيلها[1].

ر- اورتوفوسفات (PO^{-}_{4}):

الفوسفات تتشكل من هذا العنصر PO^{-}_{4}، حيث توجد الفوسفات بثلاثة أشكال وهي الأرتوفسفات والميتافسفات والفوسفات العضوي.

هذه الأشكال من الفوسفات تأتي من بقايا الحيوانات والنباتات المتحللة، حيث تكون كايونات حرة أو تكون مقيدة في الأوساط المائية،وأيضا نجدها في الرواسب والتربة، أو كمركبات ممعدنة في التربة.

تأتي الاورتو فسفات من عمليات طبيعية ذاتية.

الاورتوفسفات عادة توجد بتراكيز منخفضة جدا في المياه وغير الملوثة، الفوسفات المتعدد الأشكال يستعمل في معالجة مياه المراجل وفي المنظفات في الماء حيث يتحول إلى اورتوفوسفات سهلة الامتصاص من طرف النبات[3].

ز- الكائنات الحية الدقيقة:

تحتوي مياه الصرف على (La flore): مجموع الكائنات الحية الدقيقة خاصةبكتيريا القولون البرازية (Bactérie Coliformes Fécaux)و البكتيريا السياحية البرازية(*les Streptocoques Fécaux*) مثل:(S.faecalisS.faecium,S.bovis,)، تتواجد البكتيريا اللاهوائية إجباريا بإعداد أكبر من الهوائية في مياه الصرف غير المعالجة بمعدل10^{4}إلى 10^{5}في ml. من المستحيل ذكر جميع الأجناس أو الأنواع أو المجموعات المتواجدة والمعروفة لان براز الإنسان يحتوي على 300إلى400جنس مختلف، كما نجد بكتيريا *Aeromona*بتركيز مساوي أو اكبر من تركيز *Entérofade*، رغم مصدرها الغير برازي (من 10^{5}إلى10^{6} في 1ml)[1].

I-4.3.المعايير والتراكيز المسموح بها:

في إطار المحافظة على البيئة والصحة العامة تم فرض معايير قيم الحد الأقصى لمعايير الصرف ونفايات الوحدات الصناعية السائلة من طرف الجريدة الرسمية الجزائرية وفقا للمرسوم التنفيذي رقم 06-141 المؤرخ

في 20 ربيع الأول عام 1427 الموافق ل 19 افريل 2006، حيث بضبط القيم القصوى للمصبات الصناعية السائلة، كما هو مبين في الجدول أدناه[3].

جدول (I-2): قيم الحد الأقصى لمعالم صرف نفايات الوحدات الصناعية.

المعايير	الحد الأقصى المقبول
PH	$6.5 \leq PH \leq 8.5$
المواد المترسبة	30 mg/L
CE	3 µS/dm
DBO_5	30 mg/L
DCO	90 mg/L
كلورير Cl^-	10 مل مكافئ/ل
أزوت $(NO_3\text{-}N)$	30 mg/L
بكربونات (HCO_3^-)	8.5 مل مكافئ/ل
الألمنيوم	20 mg/L
الارسونيك	2 mg/L
البريليوم	0.3 mg/L
البور	2 mg/L
الكادميوم	0.05 mg/L
الكروم	1 mg/L
الكوبالت	5 mg/L
النحاس	5 mg/L
السيانور	0.5 mg/L
الفليور	15 mg/L
الحديد	20 mg/L
الفينول	0.002 mg/L
الرصاص	10 mg/L
الليثيوم	2.5 mg/L
المنغنيز	10 mg/L
الزئبق	0.01 mg/L
الموليبدان	0.05 mg/L
النيكل	2 mg/L
الفانديوم	1 mg/L
الزنك	10 mg/L
الفوسفات PO_4^-	2 mg/L
درجة الحرارة	30°C

I-4. معالجة مياه الصرف:

I-4.1. إشكالية مياه الصرف :

الماء أساس الحياة وهو ضروري لحياة الإنسان والكائنات الحية لكنه هش بيئيا فهو يتلوث بسرعة لأنه وسط مساعد على تجمع ونمو العديد من الملوثات العضوية والمعدنية الناجمة عن الاستعمالات المنزلية والصناعية، ولكن مشكلة المياه لاقتصر فقط على انه سريع التلوث وإنما على نوعية المياه ومدى صلاحية استغلالها حيث تعتمد بعض الدول على شراء المياه النقية من الدول المجاورة، أو معالجة مياه البحر، أو معالجة مياه الصرف الصحي بإزالة المواد الصلبة والمواد الطافية والزيوت .....الخ، ومن هذا المنطلق فإن الماء مهم جدا وقلة مصادره خاصة في بلادنا تستدعي ضرورة استرجاعه، هذه الضرورة تطرح عدة إشكاليات وتحديات نظرا لما سبق ذكره.

I-4.2.مراحل المعالجة في الميدان:

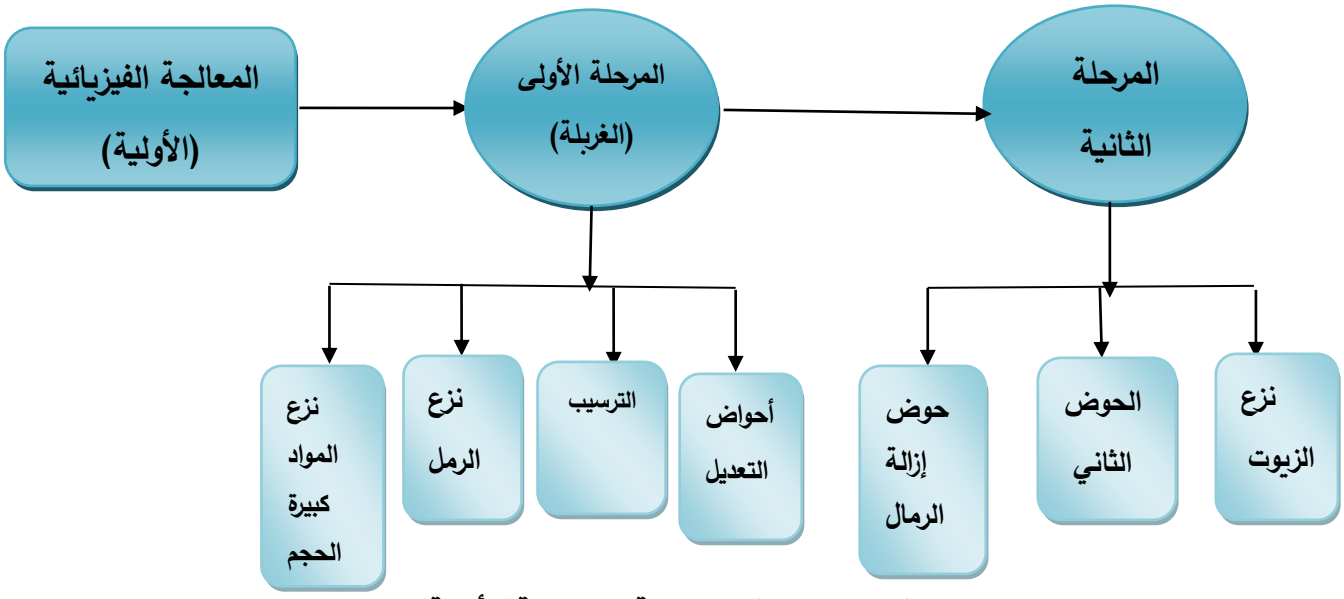
هناك العديد من الطرق لمعالجة المياه المستعملة منها:

1- محطات تصفية المياه المستعملة بطريقة الحماة المنشطة:

وهذه الطريقة من التصفية تتم عبر 3 مراحل متتابعة وهي على التوالي:

أ- المعالجة الفيزيائية(الأولية)(Traitmentprimaira):

وهي فصل الصلب عن السائل وكذلك فصل الأطوار غير المائية مثل الزيت عن الماء[1][4].

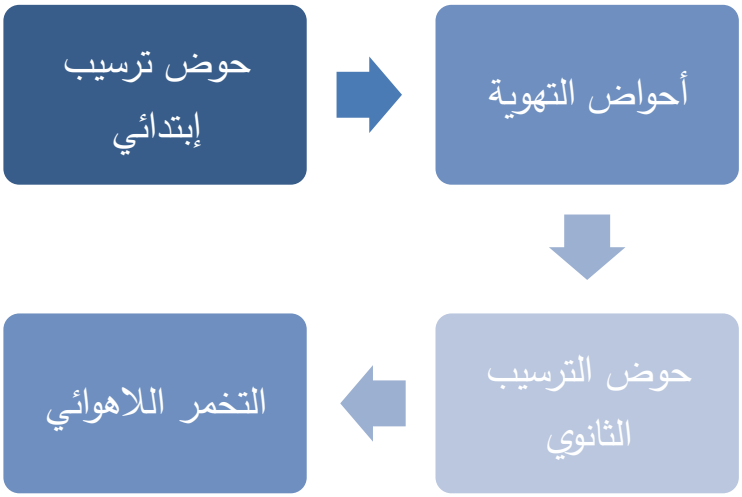


الشكل(I-3):مراحل المعالجة الفيزيائية(الأولية).

ب-المعالجة البيولوجية (ثانوية) (Treatment Biologique):

يتم فيها القضاء على المادة العضوية القابلة للتحلل من طرف الكائنات الحية الدقيقة (Les microorganisms)وهذا في وجود الهواء حيث تقوم هذه الأخيرة بامتصاص المواد العضوية الملوثة (تحلل بيولوجي هوائي يعتمد فيه على النشاط الهوائي للبكتيريا) [6].

وهي تمثل المرحلة الفعالة في المعالجة ككل، أثناء هذه المرحلة تمر المياه بعدة مراحل :



الشكل(I-4):مراحل المعالجة البيولوجية.

2- المعالجة بالبحيرات (lagunage):

هي إحدى الطرق المستعملة في معالجة المياه العادمةوهي نوعان مهواة وغير مهواة والتي تعتمد كمبدأ أساسي في العمل على التدفق والسيلان البطيء للماء.

لإقامة هذا النوع من المحطات نحتاج لتضاريس ومساحات شاسعة تسمح بإقامتها (لهذا يستخدم هذا النوع من محطات التصفية كثيرا في الصحراء)، لأن المحطة تتكون من أحواض كبيرة جدا وقد يصل عددها من 7إلى8 أحواض أو أكثر حسب طاقة إستيعاب كل محطة للمياه المستعملة.

تبدأ العملية بمرحلة أولى من المعالجة (معالجة فيزيائية) نفسها المتبعة في محطات التصفية بطريقة الحمأة المنشطة حيث تنزع الفضلات كبيرة الحجم، الرمال والزيت من الماء، ثم يمر الماء إلى الأحواض(برك)، التي تكون مجهزة بآلات للتهوية، وهذا بغرض توفير الظروف المناسبة للكائنات الحية الدقيقة والطحالب اللذان يعملان على تفكيك وتحطيم الملوثات والمواد العضوية التي تحملها المياه المستعملة.

وتسمى هذه المرحلة بالمعالجة البيولوجية، كما يسمح كبر حجم البرك بترسيب المواد التي تبقى عالقة في المياه (الوحل)، كذلك لتطول مدة بقاء الماء في البرك لتكون نتيجة المعالجة أكثر فعالية، يمر الماء من بركة إلى أخرى ببطء ونفس العملية التي تحدث في الأحواض الأولى تتم في الأحواض الموالية، ليصل الماء إلى أخر حوض صافي، معالج.

تنتج هذه المحطات كميات قليلة من الحمأة مقارنة بمحطات التصفية الحمأة المنشطة، وعموما كمية حمولة الماء ومساحة كل حوض هي التي تتحكم في كمية الوحل، ويتم جمعه من الأحواض بالشفط من أماكن مخصصة لذلك ويتم ذلك من 3 إلى 4 سنوات أو حتى خمس سنوات.

والهدف من آلات التهوية الموضوعة في البرك هو تنشيط الأكسدة الهوائية ، والملفت للانتباه هو صغر حجم هذه الآلات وعدده مقارنة مع الموجودة في أحواض التهوية لمحطات التصفية الحمأة المنشطة[1].

3-معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة النباتات :

(Traitement Des eaux usées par Les plantes)

المعالجة بالنباتات هي عملية تنطوي على إستخدام النباتات أثناء المعالجة، يتم إزالةالملوثات أو تحويلها إلى أشكال غير مؤذية وأحيانًا قيمة، تستخدم العملية العديد من النباتات لتحلل أواستخراج، أو احتواء الملوثات من التربة والمياه، على الرغم من أن المعالجة النباتية قد حظيتبإهتمام على مر السنين وعادة ما يتم تصنيفها على أنها طريقة نظيفة ورخيصة، إلا أن لها القيود التالية:

- ✓ تعتمد العملية على نمو النبات، وهذا يجعل الأمر يستغرق وقتًا أطول حتى يتم إجراء المعالجة.
- ✓ لكي تتم المعالجة، يجب أن يتم الإتصال بين جذر النبات والملوث، وبالتالي يجب أن يكون قادرا على تمديد جذوره إلى الملوث أو يجب نقل الوسائط الملوثة إلى مدى وصول النبات.

يعتمد هذا النظام على إمرار تيار مياه الصرف الصحي في أحواض مبطنة بغشاء غير منفذ ومملوءبالحصىومزروعة بأنواع من نبات البوط أو البردي...، هذه البيئة توفر الظروف المناسبة للكائناتالدقيقة لكي تتمركز حول جذور النباتات وتبدأ في تكسير المواد العضوية والملوثات المختلفة أثناء مرورمياه الصرف من خَلال جذور النباتات[5].

3-1.النباتات المائية المستخدمة في محطات المعالجة بالنباتات:

تقسم النباتات المائية إلى ثلاث مجاميع بيئية رئيسية اعتمادا على موقع أعضائها الخضرية من سطح الماء وهذه المجاميع هي:

1. النباتات الغاطسة(Submerged):

وهي النباتات التي تنمو كليا تحت سطح الماء ولا يظهر منها خارج الماء سوى الأزهارأحيانا، عموما هذا الصنف من النباتات المائية يضم الأنواع التالية[10-11]:

Cacombacaroliniana (Fanwort),Coratophylunspp (coontails),Eggeria densa (Brazilian)

2. النباتات الظاهرة أو البارزة(Emergent):

وهي النباتات التي تكون جميع أو بعض أعضائها الخضرية بارزة وخارج سطح الماء ومن الأمثلة على ذلك نجد: نبات *Phragmites australis* ونبات *Typha domingensis* [10-11].

3. النباتات الطافية على سطح الماء(Floating):

وهي النباتات التي تكون جميع أو بعض أعضاءها الخضرية طافية على سطح الماء وهي نوعين [12]:

- **النباتات الطافية الطليقة(Free floating):**

وهي نباتات تعيش على سطح الماء وجذورها تمتد ضمن الماء وهذه الجذور إما أن تكون قصيرة أو طويلة نوعا ما وتكون طليقة في الماء ينقلها التيار من مكان الى اخر،ومن أمثلة على هذا النوع

Eichhorniacrassipes (Waterhyacinth),Lemnaceac (Duck weed):[10-11]

- **النباتات الطافية ذات الجذور الممتدة داخل التربة :**

وهي نباتات قادرة على بلوغ القاع عبر سيقانها الطويلة حيث تنمو جذورها ضمن قاع الحوض [10-11]. وعلى سبيل المثال نذكر منها:

Nuphar or Nymphaea, Brassenis, potamogétonnatans

3-2.تصنيف أحواض النباتات المستعملة في تنقية مياه الصرف الصحي:

بناءا على مسار التدفق عبر أنظمةCW،هناكأربعةأنظمة مستعملة في معالجة المياه[14]:

✓ الأحواض ذات الجريان السطحي الحر.

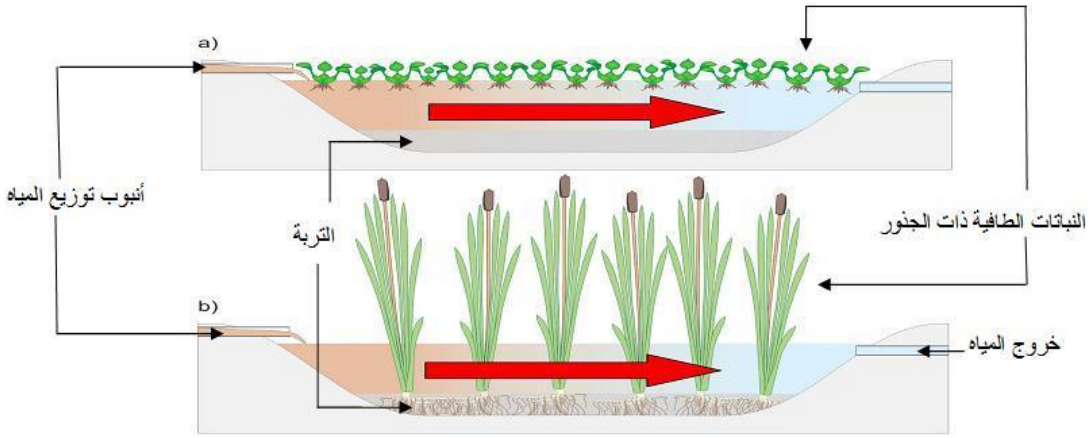
✓ الأحواض ذات الجريان السطحي الأفقي.

✓ الأحواض ذات الجريان السطحي الشاقولي.

✓ الأحواض ذات الجريان المتنوع (المهجن) "أفقي+ شاقولي".

❖ أحواض النباتات ذات الجريان السطحي الحر:

هي أحواض ضحلة أو قنوات تحتوي على طبقة من التربة (بسمك 30–40 سم) تزرع فيها النباتات الكبيرة،أكثر النباتات شيوعا هي *Phragmites australis*،*Typha spp*، *Scirpusspp*، *Juncusspp*، يوجد فوق طبقة التربة عمود مائي (عمق20–40سم أوأعمق) يتعرض للغلاف الجوي والإشعاع الشمسي، يتدفق الماء عبر جذوع النبات ويتلامس مع الطبقة العليا من التربة وأجزاء النبات، مما يسمح بإزالة الملوثات من خلال مختلف العمليات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية.



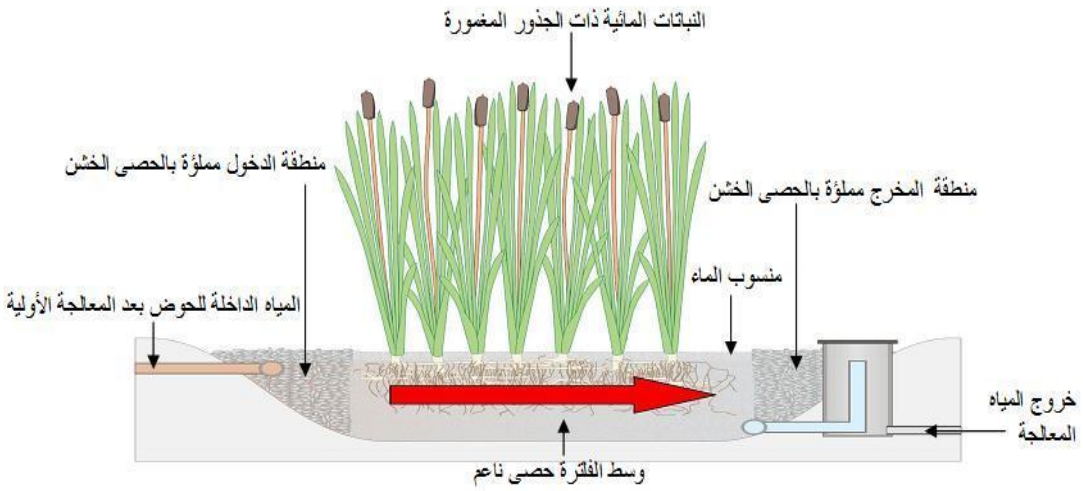
الشكل (I–5):يبين حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر

تميل FWS CW إلى جذب البعوض، خاصةً عندما يظل الماء شبه راكد كما تتطلب مساحة أعلى مقارنة بأنواع أخرى لنفس خصائص مياه الصرف الصحي (المنشأ، التدفق). يعمل هذا النظام بشكل جيد لإزالة المواد الصلبة العالقة (TSS) والطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين (DBO_5). إزالة النيتروجين (N) ومسببات الأمراض،وإزالة نسبة كبيرة من المعادن الثقيلةلكن إزالة الفوسفور (P) عادة ما تكون محدودة[13].

❖ أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الأفقي:

هذه الأنظمة عبارة عن أحواض مملوءة بالرمل الخشن أو بالحصى والتربة، تزرع عادةً بقصب شائع (*Phragmites australis*) أو أنواع أخرى مثل:*Typha latifolia*و*Typha angustifolia* .

في هذاالنوع من الأنظمة يوجد سطح مائي معرض للجو و يتم الاحتفاظ بمستوى الماء5−10 سم تحت سطح طبقة الحصى ويتدفق الماء عبر مسام وسط الركيزة ويتلامس مع حبيبات الوسائط وجذور النبات وبالتالي فإن المخاطر الصحية ذات الصلة بسبب الاتصال البشري المحتمل بمياه الصرف الصحي وقضايا البعوض محدودة في هذا النوعيتراوح سمك طبقة الركيزة من 30 إلى 80 سم[13].

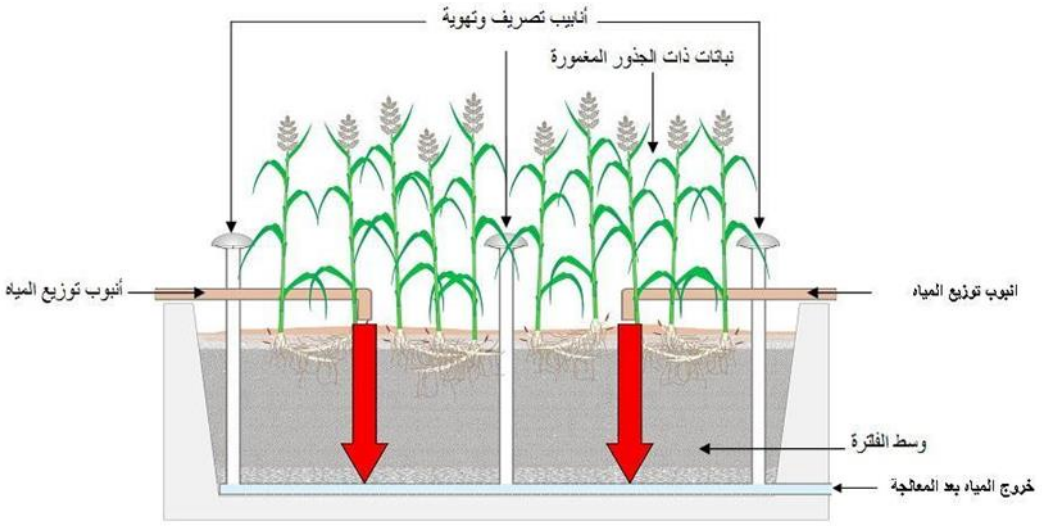


الشكل (I- 6):حوض معالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الأفقي

لقد كان هذا النوع فعال للغاية في معالجة مياه الصرف الصحي، وإزالة (TSS) والمواد العضوية (DBO_5) بمعدلات عالية، على الرغم من أن إزالة العناصر الغذائية (النيتروجين والفوسفور) عادة ما تكون أقل، تم اقتراح تعديلات مختلفة على تصميم النظام من أجل تحسين الأداء مثل: إعادة تدوير النفايات السائلة, التغذية التدريجية بمياه الصرف و رفع مستوى المياه [13].

❖ أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي:

هيأحواض تحتوي على عدة طبقات من الحصى والرمل مع زيادة التدرج من الأعلى إلى الأسفلعادةً ما تكون الطبقة العليا من السرير عبارة عن طبقة رملية، يتم زرع النباتات فيها، القصب الشائع (*Phragmites australis*) و(*Typha latifolia*)هما أكثر أنواع النباتات إستخدامًا.



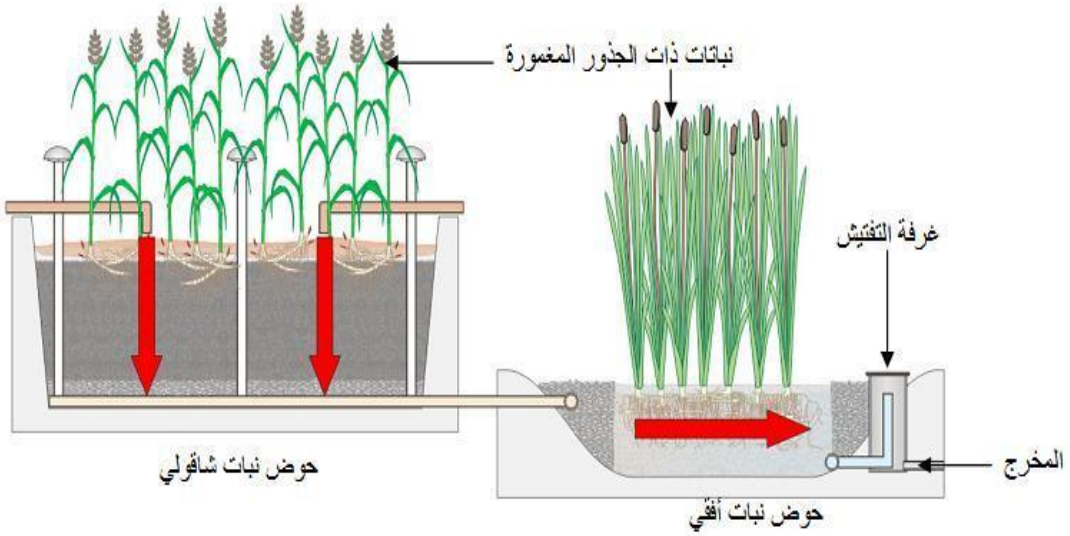
الشكل(I-7): حوض معالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الشاقولي

تحتوي VFCW أيضًا على أنابيب تهوية عمودية مثقبة متصلة أسفل السرير بنظام خط أنابيب تجميع الصرف. تسمح هذه الأنابيب بتهوية أفضل للأجزاء العميقة من السرير، يتم استخدام المياه العادمة على دفعات أعلى الطبقة ويتم تصريفها عموديًا عن طريق الجاذبية، بينما يجب توزيعها بشكل موحد عبر سطح السرير بالكامل، تتطلب VF CW مساحة سطح أصغر مقارنة بـ HFCWوFWSCWنظرًا لقدرتها على التهوية الأفضل.

هذه الأحواضفعالة جدًا فيإزالة المواد العضوية (DBO_5) وإزالة نيتروجين الامونيالكن تظل إزالة الفسفور محدودة وتم اقتراح تعديلات بديلة لتحسين الأداء.

❖ أحواض النباتات ذات الجريان المتنوع المهجن (أفقي+ شاقولي):

النظام المهجن هو عبارة عن سلسلة أحواض أفقية متبوعة بأحواضشاقولية و في بعض الأحيان يضاف أحواض الجريان السطحي الحر.



الشكل (I-8): حوض معالجة بالنباتات بالجريان المتنوع (المهجن)

الفائدة من هذه السلسلة هو تحسين عملية النترجة في الأحواض الشاقولية في وسط هوائي و عملية إزالة النترجة في الأحواض الأفقية أين يكون غياب الأكسجين اللازم لهذه العملية[14].مردود إزالة النترجة يكون ضعيف حيث البكتيريا المزيلة للنتروجين تحتاج إلى المواد العضوية لنموها و إزالة النتريت لأن في مخرج الحوض الشاقولي أغلب المواد العضوية تحللت.

الأحواض الأفقية تعمل على إزالة المواد الصلبة العالقة و المواد العضوية أما الأحواض الشاقولية لها تهوية أحسن تعمل على عملية النترجة (Nitrification) ثم إعادة تدوير المياه من جديد لإزالة النترجة ومن عيوب هذه الطريقة إنها تحتاج إلى مضخات و برمجة[1].

3-3.أهداف معالجة مياه الصرف الصحي:

تشمل معالجة مخلفات البلدية والتي تعرف بمياه الصرف مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة معقولة وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التراكيز العالية مثل: الفسفور والنيتروجين في تلك المياه.وتكمن الأهداف الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي في مايلي[12]:

1) المحافظة على المنشآت العمرانية والتربة من خطر وجود المياه الطافية والراكدة على سطح الأرض.

2) منع تلوث البيئة بالكائنات الدقيقة الممرضة كالبكتيريا والفيروسات والجراثيم والمخلفات الضارة في مياه الصرف.

3) منع تلوث المياه الجوفية.

4) المحافظة على مصادر المياه النقية من التلوث بمياه الصرف.

5) استعمال المياه المعالجة في أغراض مختلفة.

I-5. دور مختلف مكونات النظام:

1. دور مواد التعبئة:

تلعب مواد التعبئة دورا مهما في إزالة المواد العالقة من مياه الصرف، لذلك يعتبر معرفة نوع وحجم مكوناتها وكذا نوع التدفق أمرا بالغ الأهمية لنجاح عمل حوض المعالجة بالنباتات.

مكونات مواد التعبئة لها القدرة على امتصاص الفسفور والمعادن الثقيلة وهذا مرتبط بكمية الحديد والألمنيوم والكالسيوم الموجود فيها وزمن مكوث المياه داخل الحوض، هذه القدرة تتغير حسب مسامات مواد التعبئة[1].

2. دور النباتات:

تمتص النباتات الفسفور والازوت للاستعمال الذاتي أو التخزين بكمية قليلة بالنسبة للتصفية الكاملة ولكن يمكن أن يكون أكثرأهمية في حالة التدفق البطيء للمياه، وحالة موت النبات، يتم تحرير كل هذه المواد الى الوسط لهذا وجب المراقبة المستمرة للوسط .

نوع النباتات المستخدمة لا تدخل في عملية التنقية لان العملية بذاتها هي فيزيوكيميائية وبكتيرية. أهمية النباتات تكمن في أن لها قدرة العيش في أحواض التنقية في الهواء الطلق التي تستعمل في المناطق ذات الكثافة السكانية الصغيرة(القرى المعزولة)، ذات التربة الرطبة أو شبه رطبة، التي تساعد على نموها ولها دور في امتصاص الروائح الكريهة في الأحواض الشاقولية، الهدم الهوائي يبدأ مباشرة عند تزويدها بمياه الصرف الخام. كلما كانت مدة مكوث مياه الصرف في الأحواض صغيرة تكون الروائح شبه منعدمة.

تمنع النباتات الانسداد في الأحواض ذات الجريان الشاقولي حيث تتم تغذية الحوض من السطح العلوي، كما أن حركة الرياح تؤدي بالنباتات إلى مساعدة المياه بالدخول ضمن الحوض عبر الفراغات التي يصنعها ساق النبات نتيجة الاهتزازات المتكررة بسبب الرياح.

كما أن النباتات تلعب دورا هاما في العزل الحراري للحوض وخصوصا في فصل الشتاء عندما يكون الطقس باردا عندها تتغطى النباتات بالثلج فإنها تشكل عزلا حراريا تاما وهذا ما يحمي التربة من الصقيع وهذه ميزة مهمة جدا في الأحواض ذات الجريان تحت السطحي[1].

ومن بعض النباتات المائية الشائعة المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصحي نذكر:

نبات *Canna indica*:

الشكل(I-9):نبات *Canna indica*.

العائلة: *Cannaceae*

الاسم العلمي: *Canna indica*

الاسم الشائع: الكنا، الكنا الهندية.

البيئة والانتشار: أمريكا الجنوبية والوسطى، جزر الهند والمكسيك، جنوب شرق الولايات المتحدة،أوروبا إفريقيا، جنوب شرق أسيا.

نبات *Phragmites australis*:

الشكل(I-10):نبات *phragmite australis*

العائلة: *Poaceae*

الاسم العلمي: *Phragmites australis*

الاسم الشائع: القيصوب الجنوبي، القيصوب الاسترالي، الغاب، البردي.

البيئة والانتشار: نبات عالمي(شمالي واستوائي).

نبات *Typha latifolia*:

الشكل(I-11): نبات *Typha latifolia*

العائلة: *Typhaceae*

الاسم العلمي: *Typha latifolia*

الاسم الشائع: البوط عريض الاوراق

البيئة والانتشار: تتواجد في عدة مناطق من العالم[1].

نبات *Juncuseffusus*:

العائلة: *Juncaceae*

الاسم العلمي: *Juncuseffusus*

الاسم الشائع: الاسل المفترش.

البيئة والانتشار: مناطق الوطن العربي، تركيا، قبرص، ايطاليا،استراليا، أمريكا الشمالية والجنوبية وشرق آسيا[1].

الشكل(I-12):نبات *Juncuseffusus*

نبات *Cyperus papyrus*:

العائلة: *Cyperaceae*

الاسم العلمي: *Cyperus papyrus*

الاسم الشائع: البردي

البيئة والانتشار: المناطق الشبه استوائية والصحراوية الاستوائية[1].

الشكل(I-13): نبات *Cyperus papyrus*

3. دور الكائنات الدقيقة:

تلعب الكائنات الحية دورا حاسما في هدم وتحليل المواد العضوية، وحدوث عملية تحول للمركبات النتروجينية. كما تعمل هذه البكتيريا على عمليات الأكسدة الارجاعية، منتجة طاقة للتخليق العضوي، حيث تحول المركبات الازوتية والفسفورية الى مواد معدنية يمتصها النبات.

كما تلعب البكتيريا على عملية نزع وإنتاج النتريتأو هدمه، حتى تستطيع البكتيريا من أداء دورها على أكمل وجه يلزمها حوامل تثبتها كالنباتات ومواد التعبئة حتى لا تجرها المياه[1].

I-6.آليات إزالة الملوثات وفعالية أحواض المعالجة بالنباتات:

آليات الإزالة مرتبطة بأنظمة فيزيائية وكيميائية فيزيوكيميائية وأيضا بيولوجية الملخصة في الجدول أدناه[1]:

الجدول (I-3):أهم آليات الإزالة الرئيسية للملوثات ضمن حوض النباتات.

الملوثات	آلية الإزالة الرئيسية
المواد العضوية	- التحليل البيولوجي (هدم ميكروبي هوائي ولا هوائي)
المواد الصلبة العالقة	- الترسيب الفيزيائي ،الفلترة الفيزيائية والتحلل البيولوجي .
النيتروجين	- النترجة وإزالة النترجة البيولوجية . - عملية الامتصاص الفيزيائية والكيميائية ضمن وسط الفلترة ومن طرف النبات
الفوسفور	- عمليات الامتصاص الفيزيائية والكيميائية ضمن وسط الفلترة ومن طرف النبات
المعادن	- إمتصاص وتبادل الكاتيونات . - تشكيل مركبات . - ترسيب– إمتصاص من طرف النبات . - أكسدةوإرجاع من طرف النبات .
العوامل الممرضة	- الإفتراس البيولوجي والموت الطبيعي وعمليات الترسيب الفلترة الفيزيائية . - إفراز مضادات حيوية من طرف جذور النبات.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

[1] ابراهيم العابد،2015، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، أطروحة دكتوراه، جامعة ورقلة ص3 ،8,12-14، 19-23.

[2]السعدي حسين علي،أساسيات علم البيئة و التلوث، دار اليازوري العلمية عمان الأردن،2006.

[3] كمرشو عباس،2017،استعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمرة دقلة نور)في معالجة المياه المستعملة الحضرية، أطروحة دكتوراه، جامعة ورقلة،ص6، 13، 14، 15.

[5] سراوي مبروك،2020، استخدام الطين المحلي في منطقة تقرت في تنقية مياه الصرف الصحي.أداء التنقية والظروف المثلى، أطروحة دكتوراه، جامعة ورقلة، ص58,57,35,34.

[7] احمد السروري، 2014، مقدمة في كيمياء التلوث البيئي، دار ومكتبة الحامد للنشر والتوزيع عمان الأردن ص 135- 150.

[8]جورجي نسيم ماهر ، 2007، تحليل و تقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي و شركاءه ص121.

[9]: عبد الرزاق التركماني ،2009 محطات المعالجة بالنباتات، دليل تخطيط وتصميم وتنفيذ محطات المعالجة بالنباتات ،شبكة خبراء المياه السوريين، ص22. 28.

المراجع باللغة الاجنبية:

[4]SATIN,M. ;SELMI, B. 1995 : Guide technique de l'assainissement : Evacuation des eaux usées et pluviales conception et composant des réseaux, épuration des eaux et protection de l'environnement, exploitation et gestion des systèmes d'assainissement. ISBN 2-281-1152-0, Edition le moniteur,Paris , pp75-86

[6] KONE.D ; 2002. Epuration des usées par lagunage a microphytes et à macrophytes en afrique de l'Ouest et de centre : Etat des lieux performances épuration et critères de dimensionnement. Thèse N°2653. Lausanne .EPFL . pp 17-30-31

[10]:AL-MAYAH, A A. and AL-HAMIN, F. I, 1991, Aquatic plants and the Algae, University of Basrah (in Arabic); pp. 699-701

[11]: AL-MAYAH, A. A, 1994, The Aquatic plants of the Marshes of southern Iraq,Marin Sci, Cent. 18: pp127-143.

[12]: REJSEK FRANCK, 2002, Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, CRDP d'Aquitaine, pp 125-255

[13]: Alexandros I. Stefanakis,2015,Constructed Wetlands: Description and Benefits of an EcoTech Water Treatment System,University of Brighton, UK,pp284-286

[14]:FABIO MASI & NICOLA MARTINUZZI. 2006. Constructed wetlands for the Mediterranean countries: Hybrid systems for water reuse and sustainable sanitation, Italy, pp 14-18

الفصل الثاني

تحليل دراسات سابقة لتنقية مياه الصرف الصحي بواسطة النباتات

II-1. مدخل :

الأراضي الرطبة المبنية هي تقنية بديلة وواعدة لمعالجة مياه الصرف الصحي والتخفيف من التلوث.حيث تعتمد على استغلال المواد الطبيعية (الحصى والرمل والنباتات) والعمليات التي تحدث بشكل طبيعي تحت الظروف المسيطرة لأغراض العلاج. تم تصميم الأراضي الرطبة المبنية على أنها تقنية صديقة للبيئة ومستدامة توفر فوائد اقتصادية وإيكولوجية وتقنية ومجتمعية متعددة. وسنقدم في هذا الفصل مناقشةلمختلف الدراسات والمقالات العلميةحول هذه التكنولوجيا الإيكولوجية [1].

II-2.التقييم النظري لقدرة وفعالية النباتات على تصفية مياه الصرف الصحي:

للقيام بهذه الدراسة التحليلية اخترنا بعض العينات من المراجع المدروسة سابقا المدونة في الجداول أدناه للتعرف أكثر على مختلف الأنظمة والنباتات والظروف الهيدروليكية المطبقة:

جدول(II-1):تحليل المقال *Heliconia stricta Huber Behavior*on Hybrid Constructed Wetlands Fed with Synthetic Domestic Wastewater [2].

العنوان	***Heliconia stricta Huber Behavior* on Hybrid Constructed Wetlands Fed with Synthetic Domestic Wastewater**
المؤلف	Cristina E. Almeida-Naranjo et al
إسم المجلة	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)
السنة	2020
الإشكالية	كيف يعمل نبات *Heliconiastricta Huber*على إزالة المواد العضوية والمغذيات، بإستخدام نظام هجين مكون من نظام تدفق سطحي رأسي متصل في سلسلة بنظام تدفق أفقي تحت السطح.
النبات المدروس	*HeliconiastrictaHuber(Heliconiaceae)*
منطقة الدراسة	مدينة كيتو (شمال الإكوادور ، الموقع 0 ° 21′12 ″ N، 78 W ″ 09′13 °).
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• درجة الحرارة، درجة الحموضة PH • DCO ,امونيا(NH_4^+)، النترات(NO_3^-)، النتريت(NO_2^-)، الفوسفات(PO_4^3).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• النموذج التجريبي يتألف من أرضين رطبتين مبنيتين متصلتين في سلسلة واحدة معالتدفق السطحي الرأسي (VSF-CW) متبوعًا بتدفق ثانٍ أفقي تحت السطح(HSSF-CW). كل أرض رطبة مبنية تبلغ مساحتها $0.08m^2$وحجمها 16 لترًا. وسيط الدعم(مادة طبقة الترشيح) في كل واحدة كان إرتفاعها 15 سم وتتكون من الحصى (الحجم: 0.5 ، 1.5 و 3.0). • تم وضع أربعة أفراد من نوع *HeliconiaStricta Huber* بعمر شهر واحد وتم وضع ثلاثة أفراد من نفس النوع داخل حوضHSSF-CW. • في مرحلة التكيف، تم تغذيتها بماء الصنبور لمدة أسبوع واحد وبعد ذلك تم تغذيتها بمياه الصرف الصحي المنزلية الاصطناعية،بالنسبة لـ VSF-CW و HSSF-CW، كان وقت الاستبقاء لـ VSF-CW ثلاثة أيام مع تهوية يومية لمدة 4 ساعات. • تمت معالجة المياه العادمة الإصطناعية بألياف الفسكوز، حيث يتم ضخ هذه المياه إلى حوض التدفق السطحي بعدها تمر إلى حوض التدفق الأفقي. • تم تحقيق ظروف التهوية داخل حوض التدفق السطحي أما حوض التدفق الأفقي فعمل بدون تهوية. • لتحديد تأثير مياه الصرف المنزلية الاصطناعية على نبات *HeliconiaStricta Huber* طبقت الدراسة بمتوسط درجة حرارة يومية27 درجة

	مئويةو 12 ساعة على التوالي. لمدة 50 يومًا.
الخلاصة	• أظهر نبات *HeliconiaStricta Huber* مشاركة أكبر في إزالة الملوثات ما عدا في حالة الفوسفات، وكانت المادة الداعمة هي السائدة في الامتزاز. • فيهذه الدراسة بدأتعمليةالنترجة،ولهذاالسببزادتركيزالنتريت (حتىثلاثمرات). • النترات لها سلوك متغير (تشكلوإزالة) ويمكن حل هذه المشكلة عن طريق زيادة وقت الإستبقاء داخل HSSF-CW، وكذلك وقت الإستبقاءالقصير في VSF-CWيحد من عملية نزع النتروجين فيHSSF-CWلأن بكتيريا نزع النتروجين لا يمكن أن تتكيف مع المؤثرات المؤكسجة سابقًا في VSF-CW.

جدول(II-2):تحليل مقال The Performance of Hybrid Constructed Wetland System for Treating the Batik Wastewater [3].

العنوان	**The Performance of Hybrid Constructed Wetland System for Treating the Batik Wastewater**
المؤلف	Erina Rahmadyanti et al
إسم المجلة	Journal of Ecological Engineering (JEE)
السنة	2020
الإشكالية	كيف يقوم نبات ال*Canna Indica* بمعالجة مياه الصرف الصحي في صناعة قماش الباتيك، للحد من تلوث البيئة والمسطحات المائية.
النبات المدروس	*Canna Indica (Cannaceae)*
منطقة الدراسة	اندونيسيا
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO). • المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS). • الزيوت والشحوم (FOG).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• في هذا النموذج تم وضع نظام التدفق السطحي الرأسي(VSF-CW)أولا لأنه يمتلك القدرة على معالجة الامونيا وتحويلها إلى نترات، ثم وضع نظام التدفق الأفقي تحت السطح (HSSF-CW)وهو المسؤول عن عملية تحويل النترات إلى غار النتروجين. • كلا النظامين (VSSF-CWوHSSF-CW) مصنوع من الزجاج بطول وعرض وإرتفاع 100*50*60 ملم (على التوالي)، وتم إستخدام الحصى حيث قطرها من(5-10mm) ورمل الأنهار بحيث قطر الحبيبة من (0-4mm) ووضعهم بإرتفاع 30cm في كلا النظامين. • بعدها يتم سقي النباتات بإستخدام صنبور الماء لمدة أسبوع، وتخضع هذه الأنظمة للتكيف مع مياه الصرف الصحي (الناتجة من صناعة قماش الباتيك بعد غليه وإزالة الشمع بعد عملية الصبغ) من خلال عملية سقي مع تراكيز تدريجية 25% و50%و75%. • بعدها يتم وضع عينات مياه الصرف الصحي الخام في حوض نظام التدفق السطحي الرأسي مع التفريغ بمعدل (6ml/min)، وبعد ذلك تمرر إلى حوض نظام التدفق الأفقي تحت السطح. • تنفذ هذه العملية لمدة 3ايام، 5ايام، 7ايام .

الخلاصة	نبات*Canna Indica*أظهر كفاءة عالية في إزالة الملوثات في حالة المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)،وعلى الرغم من كفاءة الإزالة العالية لDCO وFOG إلا أنهما لا يفيان بالقيمة المحددة المعيارية، حيث إزالةالملوثات تعتمدعلىأوقاتالإحتفاظفيالمفاعل.

جدول(II-3):تحليل مقال *H*ybrid constructed wetlands as post-treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics[4].

العنوان	**Hybrid constructed wetlands as post-treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics**
المؤلف	Karen Sayuri Ito Sakurai et al
إسم المجلة	Journal of Environmental Management (JEM)
السنة	2021
الإشكالية	كيف يقوم نبات ال *Canna x generalis*على إزالة المواد العضوية والمغذيات والكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض بإستخدام أرضية رطبة مهجنة.
النبات المدروس	*Canna x generalis (Cannaceae)*
منطقة الدراسة	في بلدية ساو كارلوس، ولاية ساو باولو، البرازيل (22.000.511°-خط العرض و47.899.725°-خطالطول).
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• درجة الحرارة (C). • الأس الهيدروجيني PH. • التوصيل الكهربائي (EC). • الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO). • طلب الأكسجين البيوكيميائي بعد خمسة أيام(DBO_5). • النيتروجين الكلي(TN). • الفوسفور الكلي (TP). • Ammoniacal-N(Am. N). • أورثوفوسفات (Orthop).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• يتكون النموذج من مفاعل التدفق لعلوي اللاهوائي عبر طبقة الحمآة UASB(هو عبارة عن خزان حيث تدخل مياه الصرف إلى المفاعل من الأسفل وتتدفق نحو الأعلى، ويتم ترشيح ومعالجة مياه الصرف عن طريق تدفقها عبر طبقة الحمآة المعلقة قي المفاعل)، حجمه 640L (القطر الداخلي0.45m والإرتفاع 4m) ومعدل التدفق 216Lفي اليوم ومدة الإحتفاظ 3أيام. • يلي المفاعل نظام تدفق أفقي تحت السطح(HSSF-CW)مصنوع من الزجاج أبعاده 1.6 m طول، 0.6mعرض، 0.6mعمق وتم تعبئته بطبقة إرتفاعها50mمن الحصى الناعم(قطر الحصوة من4.8mmإلى 9.8mm)في المدخل أما المخرج تم ملؤه بالحصى الخشن والمتوسط (من

	25mmإلى50mmومن 9.5mm إلى 19mmعلى التوالي). • يلي نظام (HSSF-CW)نظام التدفق السطحي الرأسي(VSSF-CW) مصنوع كذلك من الزجاج بطول وعرض وإرتفاع 0.5mو0.5mو0.8m(على التوالي)، مملوء كذلك بطبقة50cm من الحصى الناعم في المدخل (قطرها من 4.8mm إلى9.8mm) وتم تعبئة منطقة المخرج ب 20cm من الحصى الخشن(قطرها من25mmإلى50mm). • وتم زرع النظامين بنبات *Canna x generalis* . • تم تحظير مزيج بمياه الصرف الصحي المحلية غير المعالجة من محطة المعالجة وروث الخنازير من مزرعة. • تم تقسيم التجربة إلى 4 مراحل، في المرحلة الأولى كان زمن الإحتفاظ 3و1.1 يوم ل HSSF-CWوVSSF-CWعلى التوالي لتتكيف نباتات *Canna x generalis*على الوسط. • في المرحلتين الثانية تم تقليل زمن الإحتفاظ إلى يومين ويوم واحد لHSSF-CWوVSSF-CWعلى التوالي، وفي المرحلة الثالثة كان زمن الإحتفاظ 0.9 و0.4 يوم ل HSSF-CWوVSSF-CWعلى التوالي. • وفي المرحلة الأخيرة أعيد زمن الإحتفاظ إلى الأوقات الأولى أي 3 و1.1 يوم ل HSSF-CWوVSSF-CWعلى التوالي، بهدف تقييم ما إذا كانت هناك إختلافات بين المرحلة الأولى والرابعة. • كان معدل التدفق لنظام HSSF-CWثابت، بينما كان معدل التدفق لVSSF-CW متقطع. • تم أخد العينات وتحليلها كل أسبوع لمدة 26 أسبوعا.
الخلاصة	كان للمرحلتيين الأولى والرابعة أفضل كفاءات إزالة عالية من حيث المواد العضوية DCO وDBO_5 ومن حيث العناصر الغذائية أيضا النيتروجين الكلي و Ammoniacal-Nوالفوسفور الكلي والأورثوفوسفات.

جدول(II-4):تحليل مقال *P*otential of constructed wetlands forfurther polishing of pre-treated wastewaters[5].

العنوان	***P*otential of constructed wetlands for further polishing of pre-treated wastewaters**
المؤلف	Shereen N. Abed et al
إسم المجلة	Linnaeus ECO-TECH
السنة	2012
الإشكالية	كيف يقوم نبات *Phragmites Australis reed* بإزالة المواد العضوية والمغذيات، بإستخدام أرضية رطبة ذات التدفق الأفقي تحت السطح.
النبات المدروس	*Phragmites Australis reed(Arundineae)*
منطقة الدراسة	جامعة بيرزيت(رام الله في فلسطين).
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• النتروجين والكبريتات والآمونيا والنترات والفوسفور. • الكربون العضوي القابل للتحلل(CDO). • المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS). • (DCO)(DBO).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم إنشاء ثلاثة أنظمة من الأراضي الرطبة ذات التدفق الأفقي تحت السطح في الهواء الطلق في الحرم الجامعي بجامعة بيرزيت في فلسطين. • كانت أبعاد الأرض الرطبة المبنية0.6m في الطول و0.46mفي العرض و0.45m في الإرتفاع وتم ملؤها بالحصى بنسبة 40%من النظام. • وتم زرعها بقصب الفراجميت الأسترالي والإنتظار لمدة شهرين لينمو. • كل نظام من الأنظمة تم تغذيته بمياه ذات مصدر مختلف(محطة المعالجة في بيرزيت ومحطة المعالجة في البيرة ومحطة المعالجة بالمزرعة). • تم قياس معدل التدفق من أجل ضمان وقت إحتفاظ هيدروليكي يبلغ 1.3 يوم. • بدأت عملية أخذ العينات الأولية بعد حوالي شهرين من زرع النباتات ونضجها. • تم تحليل المؤثرات والنفايات السائلة مرة واحدة أسبوعيا لمدة خمسة أشهر.
الخلاصة	أظهر نبات *Phragmites Australis reed* إزالة للملوثات بمعدل إيجابي إلى حد ما في هذا النظام بإستثناء الكبريتات والمواد الصلبة العالقة الكلية.

جدول(II-5):تحليل مقال Comparing performances between two ornamental plants and twocommon macrophytes over two years in tertiary treatment constructed wetlands[6].

العنوان	**Comparing performances between two ornamental plants and twocommon macrophytes over two years in tertiary treatment constructedwatlands**
المؤلف	Matteo Tamburini et al
إسم المجلة	Linnaeus ECO-TECH
السنة	2012
الإشكالية	كيف تقوم نباتات الزينة*Canna Indica*و*Iris pseudacorus*(مزروعة في نظام تدفق أفقي تحت السطح(HSSF) بمعالجة مياه الصرف الصحي و إزالة الملوثات، ومقارنة أداءها مع نظام مشابه مزروع بنباتات تقليدية *Phragmites australis* و *Scirpus sylvaticus*.
النبات المدروس	*Scirpus sylvaticus(Saadia)، Phragmites Australis (Arundineae)* *Iris pseudacorus(Swussian)،Canna Indica (Cannaceae)*
منطقة الدراسة	Vigonza (Padua ، إيطاليا)
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• مدى نمو النباتات. • نيتروجين الآمونيا (NH_4-N). • الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO). • تركيز النيتروجين المؤكسد(ox-N). • تركيز المواد الميكروبيولوجية.
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تتكون الأراضي الرطبة المبنية من نظامين للتدفق الأفقي تحت السطح(HSSF-CW)، مستقلين عن بعضهما وأبعاد كل منهما(30m طول*7mعرض*1mعمق). • كل نظام تم ملؤه بالحصى حوالي 20cm. • تمت الدراسة على مدار عامين، حيث في العام الأول تم زرع النظام الأول بنباتين *Phragmites Australis* و *Scirpus sylvaticus* بكثافة 104شجيرة/m^2 و86شجيرة/m^2على التوالي. • النظام الثاني لم يكن مزروع في السنة الأولى من الدراسة،ولكن في السنة الثانية تم زراعتهبنوعين من أنواع نبات الزينة *Canna Indica*و *Iris pseudacorus*بكثافة 8شجيرة/m^2 و7شجيرة/m^2على التوالي. • تم ضخ مياه الصرف من خزان الترسيب الثانوي لمحطة معالجة المياه العادمة

	في كل نظام بمعدل $0.14^{3}m/^{2}m$في كل يوم من العام الأول، لكن تم تقليلها إلى $0.07^{3}m/^{2}m$لليومفي العام الثاني. • كان وقت الاحتفاظ الهيدروليكي لكلا النظامين حوالي3 أيام في السنة الأولى و6 أيام في السنة الثانية بسبب إنخفاض معدل التدفق.
الخلاصة	• في السنة الأولى من الدراسة كانت تركيزات النيتروجين المؤكسد قليلة جدا، وفي السنة الثانية فقدرة الإزالة تحسنت مقارنة بالسنة الأولى. • إنخفضت تراكيز المواد الميكروبيولوجية بشكل كبير نسبيا في كلا العاميين لكلا النظامين. • أظهرت المقارنة بين النظامين، أن في العام الثاني تحسنت كفاءة الإزالة لكلا النظاميين وخاصة النظام المزروع فيه بناتات الزينة *Canna Indica* و *Iris pseudacorus*، وهذا يرجع إلى التأثيرات المشتركة لمعدل التدفق المنخفض وإنخفاض مستويات الميكروبات المؤثرة، حيث تم تحسين جودة مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل كافٍ للسماح بالتصريف إلى المياه السطحية، أو لإستخدامها للري.

جدول(II-6):تحليل مقال معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر (FWS) وبإستخدام نبات القصب*Phragmites australis*[7].

العنوان	**معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر(FWS)وبإستخدام نبات القصب*Phragmites australis***
المؤلف	منال محمد أكبر واخرون
إسم المجلة	مجلة أبحاث البصرة(العلميات)
السنة	2014
الإشكالية	كيف يقوم نبات *Phragmites Australis* بمعالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام نظام الجريان السطحي الحر وإختزال أبرز مؤشرات التلوث.
النبات المدروس	*Phragmites Australis reed(Arundineae)*
منطقة الدراسة	محطة حمدان المركزية –البصرة –العراق
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• درجة الحموضة PH. • المواد الصلبة العالقة(TSS). • المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS). • الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO). • الطلب الحيوي للأكسجين خلال 5أيام(DBO_5). • النترات(NO_3^-). • الفوسفات(PO_4^{3-}).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم جمع نبات *Phragmites Australis* من منطقة جنوب جزيرة السندباد على ضفاف شط العرب، وبعدها تم غسلها للتخلص من المواد العالقة والطين. • تم تجهيز النموذج التجريبي بإستخدام نظام السطح الجريان الحر إذ جهزت أربعة أحواض وتم زراعة ثلاثة منها بالنبات المذكور سابقا وبقى الحوض الرابع شاهدا. • كانت أعداد النباتات المزروعة لا يتجاوز20 نبتة لكل حوض أما أطوالها فكانت مابين0.5-1.5m. • تم صناعة الأحواض بمادة الفايبركلاس بشكل شبه منحرف ذات أبعاد(100Cmللقاعدة السفلى و120Cmللقاعدة العلوية وعرض 55Cmوإرتفاع 65Cm). • تم تغطية قاع الأحواض بطبقات من الحصى والرمل بإرتفاع 30Cm، الطبقة

	الأولى من الأسفل10Cmكانت عبارة عن حصى كبيرة بقطر (1Cm-2Cm)والطبقة الثانية 10Cmكانت حصى متوسطة بحجم(0.5Cm−1Cm)، الطبقة الثالثة والأخيرة كانت أيضا بإرتفاع 10Cmبنفس خصائص الطبقة الثانية لكنها ممزوجة مع رمل زراعي بنسبة (1/3). • تم إضافة كمية (120L) من مياه الصرف الصحي من محطة حمدان−البصرة−إلى الأحواض الأربعة، بعد تأقلم النبات لمدة 5أيام. • تم قياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية كل أسبوع لمدة 6أسابيع.
الخلاصة	حققت المعالجة النباتية بإستخدام نظام سطح الجريان الحر كفاءة عالية في تحسين نوعية مياه الصرف الصحي، وسجل النبات إختزال للعوامل البيئية المختلفة حيث كانت المياه المعالجة مقبولة من حيث إزالة المواد العضوية والمواد العالقة والأملاح وغيرها...

جدول(II-7):تحليل مقال المعالجة الثالثية لمياه الصرف الصحي بإستخدام نبات عدس الماء *Lemna SP* في محطة الجنديرية نموذجا[8].

العنوان	***المعالجة الثالثية لمياه الصرف الصحي بإستخدام نبات عدس الماء Lemna Sp في محطة الجنديرية نموذجا .***
المؤلف	الدكتور حسين جنيدي وآخرون
إسم المجلة	مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية
السنة	2016
الإشكالية	كيف يقوم نبات ***عدس الماء SpLemna*** بالتخلص من المغذيات الموجودة ضمن المياه المصروفة إلى الوسط المحيط من محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
النبات المدروس	***عدس الماء(Lemnaceae)SpLemna***
منطقة الدراسة	محطة الجنديرية التابعة لمحافظة اللاذقية، سوريا.
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• درجة الحرارة، درجة الحموضة PH. • الأمونيوم(NH_4^+). • النترات(NO_3^-). • الفوسفات(PO_4^{3-}).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تمت الدراسة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في منطقة الجنديرية للإستفادة قدر الإمكان من الأحواض الموجودة في المحطة. • تم إستزراع نبات عدس الماء في حوض إطفاء الحريق والري أي أنه ليس لدينا إمكانية للتحكم في عمق الحوض. • كانت إبعاد الحوض(6.5mطول، 5.5mعرض، 2.25 mإرتفاع). • كان عمق مياه الصرف في الحوض 1.75m. • تم إستزراع النبات بوزن جاف $2Kg/m^2$في الحوض. • كان زمن الإحتفاظ الهيدروليكي سبعة أيام و إستمرت الدراسة لمدة شهر(من منتصف شهر تشرين الأول إلى منتصف شهر تشرين الثاني). • تم أخذ عينات مياه الصرف الصحي قبل إستزراع الحوض بالنبات ومن ثم تم أخذ عينات من حوض النبات بعد الإستزراع(أي بعد سبعة أيام)، ونقلت هذه العينات في عبوات بلاستيكية سعة الواحدة 0.5Lإلىالمختبر في المعهد العالي لبحوث البيئة في جامعة تشرين.

الخلاصة	• إزالة الفوسفور تتم بآليات مختلفة وبالتالي هناك عوامل أخرى ساهمت مع النبات في إزالته. • يرتبط معدل إزالة المغذيات بشكل طردي مع معدل نمو النبات، وهناك أسباب أخرى لإنخفاض كفاءة إزالة المغذيات منها العمق الكبير للحوض وإنخفاض منسوب المياه في الحوض و شروط التجريبية • رغم إنخفاض الكفاءة في الشروط الحالية فقد أثبتت الدراسة أن محطات الصرف الصحي التي تعتمد على النبات هي أكثر كفاءة في إزالة المواد المغذية، وهذا الإستنتاج مطابق لنتائج بحوث أخرى. كما لوحظ أن انخفاضالكتلة الحيويةينعكس سلباعلىكفاءةالإزالة.

جدول(II-8): تحليل مقال Utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas du roseau [9].

العنوان	**Utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas du roseau**
المؤلف	M. Abissy et al
إسم المجلة	Revue des sciences de l'eau
السنة	1999
الإشكالية	كيف يمكن إختبار إمكانيات نبات*Arundo donax*في معالجة مياه الصرف الصحي في ظل مناخ جاف وتقييم مدى ملاءمة المياه المعالجة لأغراض الري.
النبات المدروس	*Arundo donax (Gramineae)*
منطقة الدراسة	مدينة مراكش–المغرب.
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• درجة الحموضة PH. • الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO). • المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS). • الفوسفور الكلي (TP). • أورثوفوسفات (Orthop). • آمونيوم(NH_4^+). • نيتروجين الآمونيا (NH_4-N).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• النموذج التجريبي عبارة عن 4 أحواض تم بناؤها (سعتهاL 115، قطرها 57Cm)، مملوءة بسمك5Cmحصى و30Cm من التربة (الملمس: طين30%–طمي34%–رمل36%). • عززت الأحواض بنظام تدفق عمودي(VSF-CW). • تمت زراعة 2 من الأحواض بنبات *Arundo donax* بمعدل 34 نبتة/m² و الحوضيين الآخرين تركا كشهود. • سقيت الأنظمة بمياه الصرف الصحي الحضرية المخزنة في حاويات سعتهاL25 معززة بمصفاة في القاعدة يتم بها ترشيح مياه الصرف. • أجريت التجربة على مدار عاميين كاملين من 1994 إلى 1996. • كانت مدة الإستبقاء بضع ساعات في الشتاء وبضع دقائق في الصيف. • أخذت العينات مرة كل أسبوع في العام الأول ومرة كل أسبوعين في العام الثاني.

الخلاصة	تظهر النتائج أن نبات*Arundo donax* يساعد على منع إنسداد مخرج المياه والحفاظ على المسامية الكافية لضمان الترشيح، بالإضافة إلى ذلك فإن معدل التدفق أكبر ب5 مرات عند المخرج، أي أن النظام المزروع يسمح بمعالجة كمية كبيرة من الماء، عموما كانت النتائج جيدة رغم أن إزالة الفوسفور لم تكن مقبولة وهذا يعود إلى الظروف التجريبية المختارة(زمن إستبقاء قصير جدا و ركيزة لا تعزز إحتباس الفوسفور).

جدول(II-9): تحليل مقال *A*pplicability of Constructed Wetlands for Water Quality Improvement in a Tea Estate Catchment: The Pussellawa Case Study[10].

العنوان	***A*pplicability of Constructed Wetlands for Water Quality Improvement in a Tea Estate Catchment: The Pussellawa Case Study**
المؤلف	G. M. P. R. Weerakoon et al
إسم المجلة	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)
السنة	2018
الإشكالية	كيف يعمل نبات *Typha angustifolia*على معالجة وتحسين مياه الصرف الموجودة في مجرى يمر عبر شبكة مزدحمة من المنازل.
النبات المدروس	*Typha angustifolia(Typhaceae)*
منطقة الدراسة	بوسيلاوا في وسط سريلانكا.
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• طلب الأكسجين البيوكيميائي بعد خمسة أيام (DBO_5). • المواد الصلبة العالقة (TSS). • القلونيات البرازية FC. • القلونيات الكليةTC. • نيتروجين الامونيا(NH_4^+-N). • نترات النيتروجين (NO_3^--N).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم تشييد النموذج التجريبي بالقرب من مجرى لمياه الصرف يمر عبر شبكة مزدحمة من مساكن ذوي الدخل الضعيف عادة ما تكون مرتبة وفي خطوط مستقيمة. • النموذج عبارة عن أرضين رطبتين،نظام تدفق رأسي (VSF-CW)و نظام تدفق أفقي تحت السطح(HSSF-CW)غير متصليين ومتوازيين، أبعاد كل منهما(5mطول، 1m عرض، 0.6mعمق)، تم بناؤها من الطوب الحجري والإسمنت. • تم ملء النظاميين بالحصى ذات أقطار(10mm-20mm)، بينما المدخل والمخرج تم ملؤه بحصى ذات أقطار (30mm- 50mm). • زرعت الأرضيتين بنبات *Typha angustifolia* لتحقيق كثافة نباتية تبلغ 4نباتات في كل$1m^2$. • تم إبقاء وحدات الأراضي الرطبة مبللة لمدة أربعة أسابيع لنمو النباتات.

	• تم توصيل كلا الأرضيتين الرطبتين بخزان يتحكم في مدى تدفق مياه الصرف، وهذا الخزان متصل بمجرى المياه العادمة للشبكة السكانية. • التجربة تمت على مرحلتين، المرحلة الأولى يتم فيها تغذية النظامين بمياه المجرى مع تغيير معدل التحميل الهيدروليكي(HLR) في كل مرة(3.3,4,5 Cm/d). • وفي المرحلة الثانية يتم تغييره إلى 10,20,40 Cm/d. • يتم جمع العينات مرة أسبوعيا على مدار شهر كامل قبل التبديل إلى مستوىHLRالتالي، بعدها يرسلونها إلى معمل الهندسة البيئية–كلية الهندسة–جامعة بيرادنيا.
الخلاصة	كشفت هذه الدراسة أن كلا النظاميين المزروعان ب *Typha angustifolia* حققا كفاءات إزالة جيدة في مثل هذه الظروف، حيث كانت القيم متقاربة بين النظامين وختلفت إختلافا بسيطا في نيتروجين الآمونيا و نترات النيتروجين. كما أنها منخفضة التكلفة نسبيًا وسهلة التشغيل.

جدول(II-10): تحليل مقال Increasing ibuprofen degradation in constructed wetlands by bioaugmentation with gravel containing biofilms of an ibuprofen-degrading Sphingobiumyanoikuyae [11].

العنوان	**Increasing ibuprofen degradation in constructed wetlands by bioaugmentation with gravel containing biofilms of an ibuprofen-degrading Sphingobiumyanoikuyae**
المؤلف	Eduardo Marcos Balciunas et al
إسم المجلة	Engineering in life sciences
السنة	2019
الإشكالية	كيف تقوم نباتات*Juncus effuses* و*Phalaris arundinacea*بإزالة المركبات الفعالة صيدلانيا (كالإيبوبروفين) التي تدخل الأنهار والجداول عن طريق مياه الصرف الصحي.
النبات المدروس	*Juncus effusus (Juncaceae),* *Phalaris arundinacea (Gramineae)*
منطقة الدراسة	ألمانيا
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• نسبة إزالة الإيبوبروفين من مياه الصرف الصحي للأنظمة المنجزة. • الأس الهيدروجينيPH. • تركيزات الأوكسجين المنطلق.
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم إنشاء4 أنظمة للأراضي الرطبة ذات تدفق أفقي تحت السطح(HSSF-CW)أبعادها (1mطول،0.15mعرض،0.35mعمق). • تم زراعة الحوض الأول بنبات *Juncus effuses*والحوض الثاني بنبات *Phalaris arundinacea*وترك الحوض الثالث كشاهد. • ملئت الأحواض ب54Kg من الحصى الناعم ذات أقطار(2mm-4mm) ومسامية 38.3%. • بالنسبة للحوض الرابع تم زراعته ب *Juncus effusus*وملؤه بالحصى المعزز بيولوجيا الذي تم تحظيره بتعقيم كمية من الحصى وبعدها تعقيمبملح الايبوبروفين، تم إحتضانها عند درجة حرارة 30°Cفي حاضنة عمودية حيث إستمرت العملية 7أيام، بعدها تم ملاحظة غشاء حيوي مرئي حول كل حصوة. • تم إنشاء الأنظمة في دفيئة خاضعة لرقابة في ظروف بيئية ضبطها على مناخ معتدل ودرجة حرارة 22°Cمن الساعة 6 صباحا حتى 9 مساءا، و16°Cبين عشية

	وضحاها. • جميع الأنظمة لديها فترة تأقلم مدتها 6 أشهر داخل الدفيئة، خلال هذه الفترة تم تغذيتها بمياه الصرف الصناعي تم تحضيرها وفق بروتوكول قياسي بمعدل تدفق6Lفي كل يوم مع زمن إحتفاظ هيدروليكي يبلغ 2.5 يوم. • تم الحفاظ على مستوى الماء داخل الأنظمة عند 1cm تحت سطح الحصى بإستخدام نوع سيفون من نظام التدفق الخارج. • بعد فترة التأقلم كانت مياه الصرف الصناعي مكملة ب 50mg/Lمن ملح إيبوبروفين الصوديوم. • كانت مدة الدراسة 232 يوم وبداية أخذ العينات 80 يوما بعد. • تم تحليل تركيزات الإيبوبروفين في جهاز HPLC.
الخلاصة	• التحلل الميكروبي هو المسار الرئيسي لإزالة الإيبوبروفين، ولكن امتصاص النبات والتمثيل الغذائي قد تلعب أيضًا دورًا ومع ذلك فإن كفاءة الإزالة الأعلى لـ*Juncus effuses* في التجارب الأولية تشير بوضوح إلى التفوق على *Phalaris arundinacea* • أظهرت هذه الدراسة أن الحصى المكثف بيولوجيا يمكن أن يحسن كفاءة إزالة الإيبوبروفين حيث أن البيكتيريا و الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش على الأكسجين المنطلق، وبما أن النظام المعزز بيولوجيا أكثر نظام به أكسجين وبالتالي نمو وزيادة الكائنات الحية الدقيقة الذي يتبعه إزالة جيدة للايبوبروفين. ورغم ذلك لم تصل جميع أنظمة الأراضي الرطبة المبنية إلى كفاءة الإزالة100% خلال هذه التجربة.

جدول(II-11): تحليل مقال *P*erformance of a Constructed Wetland and Pretreatment System Receiving Potato Farm Wash Water*[12].*

العنوان	**Performance of a Constructed Wetland and Pretreatment System Receiving Potato Farm Wash Water**
المؤلف	Vera Bosak et al
إسم المجلة	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)
السنة	2016
الإشكالية	كيف يتم معالجة مياه الصرف الناتجة عن معالجة البطاطا في مزرعة حيث من المتوقع احتواؤها على تركيزات عالية من العناصر الغذائية والمواد العضوية بنبات *Typha sp*.
النبات المدروس	*Typha sp(Typhaceae)*
منطقة الدراسة	Sunrise Potato Storage LTD in Alliston, Ontario, Canada
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• طلب الأكسجين البيوكيميائي بعد خمسة أيام (DBO_5). • المواد الصلبة العالقة(TSS). • النيتروجين الكلي (TN). • الفوسفور الكلي (TP).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم إنشاء نظام المعالجة بالقرب من منشأة تخزين البطاطا في المزرعة. • يتكون النظام من 4 خلايا متصلة ومتتالية على شكل قوارب تم تسميتها منC_1إلى C_4. • كانت الخلية الأولى C_1 مخصصة للترسيب مساحتها $341m^2$، تليها الخلية C_2 المخصصة للتهوية والنترجة ذات مساحة $287m^2$(18.5m*15.5m). • تليها الخلية C_3لاهوائية مخصصة لنزع النيتروجين مساحتها $409m^2$. • أما الخلية الرابعة في النظام C_4كانت الأرض الرطبة ذات التدفق السطحي، تبلغ مساحتها الإجمالية $172m^2$مزروعة بنبات *Typha sp* . • تتدفق مياه الصرف عبر النظام من خلية إلى أخرى عبر الأنابيب الموجودة أسفل كل حوض. • تم قياس التدفق في الأرضية الرطبة بإستخدام دلو معاير بين C_4وC_3 موضوع في حاوية معزولة ومدفأة. تم تسجيل التدفقات بالساعة بواسطة مسجل بيانات. • أخذت قراءات العمق عن طريق إسقاط قضيب قياس إلى الأسفل. • إستمرت الدراسة لمدة عاميين من أكتوبر 2012 إلى جوان2014، حيث في

	السنة الثانية تمت إضافة مهوية إلى C_3 مما يجعلها خلية هوائية ثانية. • تم جمع العينات كل أسبوعيين وتبريدها عند 4°C وإرسالها إلى مركز الصرف الصحي في أونتاريو.
الخلاصة	• كان الأكسجين المذاب في جميع المواقع منخفضًا في الشتاء، مع زيادة كبيرة في الربيع لتهوية الخلايا. • عندما كانت المهويات نشطة في الربيع والصيف، كان DO في C_2 و C_3 أعلى من C_1 مما يدل على أن التهوية تزيد من DO. • كانت كفاءات الإزالة في العام الأول أعلى في أشهر الربيع والصيف (مارس إلى يوليو) مقارنة بالشتاء لجميع الملوثات، باستثناء TN. • على الرغم من إنخفاض عمليات إزالة TN في الربيع والصيف مقارنة بالشتاء، إلا أن NH_3 زادت نسبة إزالة التركيز من 45% في الشتاء إلى 75% في الربيع والصيف، مما يشير إلى أنه كانت تحدث عمليات مختلفة لإزالة النيتروجين في كل موسم. • ظلت النترات منخفضة لمعظم الدراسة، حتى في خلايا النترجة الهوائية. • كما تحسنت النترجة في العام الثاني مقارنة بـ العام الأول، بسبب خلايا النترجة الهوائية المزدوجة، ولفترة وجيزة فقط مما يشير إلى أنه بعد النترجة، كل ال NO_3-N يتم تحويل النتروجين على الفور إلى غاز N_2. • أثبتت الدراسة أن أداء النظام تحسن أكثر في السنة الثانية ولكن عموما كانت كفاءات الإزالة جيدة طوال مدة الدراسة ماعدا فصل الشتاء بسبب تأثر النبات بالبرودة وتأثير الجليد على تدفق المياه.

جدول(II-12): تحليل مقال Hybrid Constructed Wetland to Improve Organic Matter and Nutrient Removal [13].

العنوان	**Hybrid Constructed Wetland to Improve Organic Matter and Nutrient Removal**
المؤلف	M. I. Fernandez-Fernandez et al
إسم المجلة	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)
السنة	2020
الإشكالية	دراسة تأثير الأراضي الرطبة الهجينة المزروعة بنبات *Phragmites Australis* في تنقية مياه الصرف الصحي
النبات المدروس	*PhragmitesAustralis (poaceae)*
منطقة الدراسة	Centro de Cirugía de MínimaInvasiónJesúsUsón (CCMIJU) بالقرب من مدينة كاسبريس في جنوب غرب اسبانيا
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• التوصيل الكهربائي CE، درجة الحموضة PH. • الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO)، الطلب البيولوجي للأكسجين(DBO_5)، المواد الصلبة العالقة TSS، إجمالي النيتروجين TN،إجماليالفسفور TP، الامونيا(NH_4^+)،النيترات (NO_3^-)
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• نظام التنقية هذا عبارة عن أرض رطبة هجينة ذات مرحلتين معالجة: معالجة أولية يتم إجراؤها في هضمين (بحجم $50m^3$ وعمق4.75m)متوازيين يعملان بالتحلل المائي لطبقة الحمأة وأخرى ثانوية تتكون من اثنين من الأراضي الرطبة ذات التدفق العموديVFCWبمساحة قدرها $285\ m^2$، حيث تقدر طبقة التصريف بسمك30_25cmبحصى قطرها20_40 mm، ثم طبقة انتقالية بسمك 10cm بحصى قطرها12-6mmوأخيرا طبقة التصفية بسمك 70cmبحصى قطرها 6 -2mm، متبوعة بأرض رطبة ذات تدفق أفقيHFCW مغطاة بطبقة من الحصى المغسول بقطر 22 _ 8mm بسمك 110 cm. مع إعادة التدويرالداخلي، والذي ينفذ عملية إزالة النيتروجين في طبقة الحمأة المتحللة للماء. • تم زرع *Phragmites Australis* في كلا النظامين بكثافة 3 نباتات لكل متر مربع . • تم اختيار أربع نقاط مختلفة لأخذ العينات الأولى كانت قبل المعالجة المسبقة،والثاني كان قبلVFCW، والثالث كان قبلHCFW. وأخيرًا،

	كانت النقطة الرابعة بعد عملية المعالجة، حيث تأخذ العينات بجهاز اخذ اتوماتيكي لأخذ200ml كل ساعة لمدة 24 ساعة . • تمت مراقبة محطة المعالجة أسبوعيا من يوليو 2018 إلى مارس 2020 • زمن الاحتفاظ الهيدروليكي بين 21 الى 44 ساعة.
الخلاصة	يقدم هذا النظام الهجين مزايا مهمة أخرى على CWs مع التهوية القسرية المرتبطة بانخفاض تكاليف البناء والصيانة ومتطلبات استهلاك أقل للطاقة. لذلك يمكن اعتباره بديلاً جيدًا لمعالجة مياه الصرف الصحي في التجمعات الحضرية الصغيرة، والصناعات الزراعية ومزارع المواشي الواقعة في المناطق اللامركزية.

جدول(II-13): تحليل مقال Multistage Horizontal Subsurface Flow vs Hybrid Constructed Wetlands for the Treatment of Raw Urban Wastewater[14].

العنوان	**Multistage Horizontal Subsurface Flow vs Hybrid Constructed Wetlands for the Treatment of Raw Urban Wastewater**
المؤلف	José Alberto Herrera-MeliánRanieri et al
إسم المجلة	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)
السنة	2020
الإشكالية	مقارنة الأراضي الرطبة متعددة المراحل الافقية تحت السطحية (HFCWS) مع الأراضي الرطبة الهجينة ودراسة تأثيرات ارتفاع الماء، معدل التحميل السطحي (SLR) في معالجة مياه الصرف الصحي.
النبات المدروس	, Cyperus(cyperaceae), Canna(cannaceae))Phragmites(*poaceae*
منطقة الدراسة	حرم تاارا بجامعة لاس بالماس دي جران كناريا (جزر الكناري، إسبانيا)
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	درجة الحموضة PH، DRP, TP , TN, TSSTurbidity، Sulfate، E-coli، total coliforms، DCO ,DBO5, امونيا(NH_4^+)،النتريت والنترات (NO_3^- + NO_2^-) -N
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم جمع التدفق الجاري في حفرة سعتها 17 m^3وتم التحكم فيه باستخدام مضخة تمت برمجتها للعمل لمدة 3 دقائق كل ساعتين طوال اليوم، سبع أيام، وخلال كل الفترة التجريبية . • تم بناء HFCWS متعدد المراحل و مرحلة HF منCW الهجين مع مستقبلات بلاستيكية، كل منها بحجم 265L ، بارتفاع50cm، عرض 55cm، طول 12cm، ومساحة سطح 0.7 m^2متر مربع . • وضعت مراحل HFCWS في سطرين يتكونان من أربعة مستلمين، كانت الركيزة في الأولى والثانية عبارة عن نشارة والثالثةمن حصى والأخيرة من الرمل، تم ثقب المستلمين في الأسفل ليتم توصيلهم في سلسلة أنابيب بلاستيكية بقطر 5cm(الثقوب مغطاة بطبقة من الحصى بقطر0.02m). • تم وضع الوحدة الأولى فوق الوحدات الأخرى لتفضيل التحلل الهوائي. • حظرت النشارة من سحق الفروع الجافة لشجرة نخيل الكناري (*Phoenix*

	canariensis)ذات مسامية 54%واسترطابية حوالي 10%الحصى كان بازلتي مساميته 49%وقطر 6.5mm، الرمال(45.5%كربونات ومسامية 42%وقطر 0.32mm). • تم بناء خط بارتفاع مائي يبلغ حوالي 10cm(HF10) وكذلك خط ثاني بارتفاع 40cm(HF40). • زرعت الأراضي الرطبة ب *Phragmites* و*Cyperus*و*Canna* باستثناء الوحدات الأخيرة القائمة على الرمال. • تم تضمين نقطة اخذ عينات وسيطة في أنظمةHFCW. • تم بناء CWs الهجينة باستخدام HFCW متبوعا بVFCW، تحتوي مرحلة HF على النشارة ومراحل VF على النشارة والرمل، حيث جسدت في مستقبلات اسطوانية بلاستكية بمساحة $0.1m^2$ وعمق 7 cm. • تم تغذية كل من HFCWS وCWs الهجينة ب 144L/d و44 L/d على التوالي من مياه الصرف الصحي الخام من الحرم الجامعي. • لتحديد تأثيرSLRعلى كفاءةHFCWs، تمت مضاعفة وقت عملالمضخة الفعالة في 30 مارس 2016.
الخلاصة	• كان كلا خطي المعالجة فعالين للغاية في إزالة المواد العضوية (BOD_5 و COD) والعكارة و TSS، لكن بشكل عام، كان HF10أكثر كفاءة من HF40. • زيادة SLR قللت من عمليات إزالة $NH4^+$-N وDRP ومؤشرات البراز ولكن تلك الخاصة بCOD والعكارة ظلت مرتفعة . • حققت CWsالهجينة متوسط إزالة مماثل دون اختلافات كبيرة، وكانت النتائج الأولية لأول 3 أشهر من تشغيل Hybrid CW1بالرمل، جيدة بشكل خاص وأفضل من تلك الخاصة بـ Hybrid CW2، مع عمليات إزالة NH4 + -Nو .E coliأكبر من90%. • على الرغم من استخدام HLRs يصل إلى $426dL/m^2$في مرحلة الVFإلا انه بعد حوالي 3 أشهر من العملية، بدأت الأعراض الأولى للانسداد بالملاحظة، على سطحVF القائم على الرمال،الانسداد هو السبب الرئيسي لخلل في مرشحات الرمل الرأسية وهو سبب تقليل انتقال الأكسجين في مرشحات التدفق الرأسي. • فيما يتعلق بالانسداد، تم تفضيل رقائق الخشب أيضًا على الرمل كركائز

	لمرشحات معالجة مياه القذرة. • ظل Hybrid CW2(المهاد فقط) غير مسدود طوال الفترة التجريبية بأكملها. • لم يتم النظر في دور النباتات من حيث إزالة النيتروجين في هذه الدراسة. • ومما سبق نستنتج أن النظام الموصى به لمعالجة مياه الصرف لصحي دون مشاكل انسداد هو HF10 .كما تلعب العديد من المتغيرات المختلفة دورًا في إزالة مسببات الأمراض فيCWs:درجة الحرارة، والتركيب الحالي،HRT و HLR، ونوع تدفق المياه (السطح، تحت السطح، الرأسي أو الأفقي) ، ووجود ونوع الخلايا الكبيرة أوالركيزة بالإضافة إلى ذلك عمق المياه كان له أيضًا تأثير مهم على التطهير.

جدول(II-14): تحليل مقال The influence of ovapotranspiration

on wastewater constructed wetland treatment efficiency[15].

العنوان	The influence of ovapotranspiration on wastewater constructed wetland treatment efficiency
المؤلف	Peter Randersonet al
إسم المجلة	Linnaeus ECO-TECH
السنة	2012
الإشكالية	كيف يؤثر التبخر (النتح) على كفاءة إزالة الملوثات في الأراضي الرطبة المشيدة بنباتات جيدة.
النبات المدروس	Phragmitesaustralis(*poaceae)*
منطقة الدراسة	بولندا و البرتغال
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	DBO5 , DCO ,TKN ,TP , NH4 , TSS ,PO_4-P ,ET, VSS,PH ,NO2-N ,NO3-N
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• دراسة بولندا: -أجريت التجربة على نطاق معمل خلال موسمين نباتيين. - تم استخدام Lysimeters بارتفاع m 1التمثيل التدفق الراسي(VSSW) . - كانت الطبقة العلوية في lysimeterالأول m 0.3 من الرمل والثاني الرمل مع حماة الصرف الصحي التي تتكون من 42.2% مادة جافة(منها 76.5% مادة عضوية). - تم زراعة *Phragmites australis* على عمق cm 10 (7 مخزونات من القصب في كل lysimeter). - تم الحصول على مياه الصرف الصحي المعالجة من مكب نفايات البلدية. - تم تقدير تركيزات الملوثات في العصارة على أساس 48 عينة . - تم سقي lysimeter أسبوعيا بكميات موزونة من عصارة مكب النفايات مطبقة بمعدلات تحميل هيدروليكي (HLR) تبلغ 1mm/d و 3mm/d و5 mm/d وعن طريق الماء المقطر لمحاكاة هطول الأمطار والمياه الجوفية النظيفة وفق للأرصاد الجوية .

	• دراسة البرتغال: ـ الحالة الثانية هي مقياس ميداني CW، يقع في محطة Capinha . ـتمإنشاء اثنين من طبقات التدفق الأفقي المتوازي تحت السطح (HSSW)المملوءة بالحصى (بطول 50 m، عرض 15.5 m،عمق مغمور 0.65 m مساحة السطح 2.5 m^2/p.e، مزروعة ب (*Phragmites australis*). - تم أخذ عينات التدفق الداخل والخارج شهريًا. • تم حساب كفاءة الإزالة [%] للملوثات فيHSSW وVSSW، بناءً على كل من التركيزات بالعلاقة (RE=(Cinf – Cef/Cinf)*100) والأحمال (RE=(Cinf*Qinf- Cef*Qef/Cinf*Qef)*100) ، للمقارنة.
الخلاصة	• الدراسة 1: ✓ زاد معدل ET مع ارتفاع HLR، و زيادة نمو القصب بين السنوات في خليط الرمل مع الحمأة مقارنة بالرمل وحده . ✓ تسبب الفقد الأكبر للمياه في انخفاض ملحوظ في كفاءةإزالة CODبناءً على التركيزات مقارنة بتلك المعتمدة على الأحمال. حيث تسبب في زيادة تركيز الملوثات في النفايات السائلة، وانخفاض سريع فيRECOD • الدراسة 2 : ✓ توازن درجة حرارة الهواء مع الماء في HSSWفي Capinha ✓ كانت قيم التدفق الخارج أقل من التدفق في جميع أيام أخذ العينات وكان الفرق أعلى خلال أشهر الصيف. • قيم كفاءة الإزالةCOD المستندة إلى التركيزات الأولية / النهائية أقل من تلك القائمة على الأحمال. كانت الاختلافات أكبر خلال الأشهر الحارة، عندما كان التوقيت الشرقي أعلى. تم العثور على تأثيرات مماثلة لإزالة نيتروجين الأمونيا والنيتروجين الكلي في HSSW • يسبب التبخر(النتح) زيادة كبيرة في تركيزات الملوثات مما ينتج عنه انخفاضًا في معظم كفاءات الإزالة، بالإضافة إلىتقليل التدفق وزيادة وقت الاحتفاظ الهيدروليكي،كما تشير هذه النتائج إلى الحاجة إلى أن تستند حسابات كفاءة إزالة الملوثات إلى أحمال الكتلة بدلاً من التركيزات .

جدول(II-15): تحليل مقال Natural wetlandsas an alternative for treatment of leachate fromlandfills[16].

العنوان	**Natural wetlands as an alternative for treatment of leachate from landfills**
المؤلف	Karla HeloisePreussler et al
إسم المجلة	Linnaeus ECO-TECH
السنة	2012
الإشكالية	ماهي كفاءة معالجة المادة المرشحة لمكب نفايات كاكسيمبا بالأراضي الرطبة الطبيعية.
النبات المدروس	*Pistiastratiotes(araceae), Echinochloapolystachya(poaceae), .Eichhorniacrassipes(pontederiaceae)*
منطقة الدراسة	مكب كاكسيمبا الواقع في إحداثيات 25 ° 62 '73.88' 'جنوبًا ؛ 49 ° 33 '42.38 "غربًا
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	DBO5 , DCO ,P,PH ,DO,TN,AN(الامونيوم نيتروجين)
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم استخدام ثلاث برك متصلة بالأراضي الرطبة الطبيعية ، يحتل المادة المرشحة كل منها على التوالي . • تبلغ مساحة البركة الأولى $15.424\ m^2$وزمن احتفاظ هيدروليكي(HRT) 31يوما، حيت تتلقى تدفقا لحجم العصارة$24m^3/h$، والثاني يحتوي على$35.724m^2$ و HRTلمدة84يومًا، والثالث يحتوي على$19.923\ m^2$ وHRTلمدة35يومًا. • تم إجراء مسح للمعلمات النباتية لرصد نمو وتطور النباتات خلال الفصول الأربعة في الأراضي الرطبة وفي منطقة مرجعية . • تم تحديد متوسط قيمة التغطية للأنواع باستخدام مقياسBraun Blauquet. • تم اخذ عينات من المادة المرشحة في الأراضي شهريا عند 4 نقاط (مدخل البركة الأولى، مخرج البركة الأولى، مخرج البركة الثانية، مخرج البركة الثالثة. تم حساب كفاءة معالجة المادة المرشحة من حيثCOD،BOD،

	نيتروجين الأمونيوم، النيتروجين الكلي، والفوسفات وفقًا للطريقة التي اقترحهاKadlec وKnight.
الخلاصة	• تظهر نتائج التغطية النسبية للأنواع تكيفها مع التعرض للمادة المرشحة بعد عام، حيث سيطرت *Echinochloa polystachya*على البركة الأولى وسيطرت *Eichhornia crassipes*على البركتين الثانية والثالثة. من ناحية أخرى، لم تتسامح طبقات*Pistia*مع تركيز العصارة واختفت في الخريف. • العلاج الأكثر أهمية يحدث في البركة الثانية، والتي تحتوي علىHRT لمدة 84 يومًا. • لوحظت كفاءة عالية في المعلمات الفيزيائية والكيميائية التي تم تحليلها • أظهرت هذه النتائج انخفاضًا في قيمCODوBODبين كل زوج من نقاط التجميع خلال فترة الدراسة. • تعتبر الأنواع النباتية التي تمت ملاحظتها في هذه الدراسة واعدة بمعالجة العصارة عن طريق استخراج النبات وتحفيز النبات والتحلل الجذري.

جدول(II-16): تحليل مقال – Free water surface wetlands for wastewater treatment in Sweden nitrogen and phosphorus removal [17].

العنوان	**Free water surface wetlands for wastewater treatment in Sweden – nitrogen and phosphorus removal**
المؤلف	J. L. Andersson et al
إسم المجلة	Water Science and Technology
السنة	2005
الإشكالية	تقييم أداء إزالة النيتروجين والفوسفور لأربعة من الأراضي الرطبة FWS تستقبل النفايات السائلة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية بدرجات متفاوتة من المعالجة المسبقة.
النبات المدروس	النباتات الكبيرة الناشئةوخاصة*Typha latifolia*وتوجدمجموعات كبيرة منالنباتات المغمورة والطحالب الخيطية.
منطقة الدراسة	جنوب السويد
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	TN، BOD، Phosphorus
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم اختيار أربع أراضي رطبة في جنوب السويد بالترتيب من الجنوب الى الشمال (Magle في Hässleholmوأراضي في Oxelösund وEkebyفي Eskilstunaو Alhagenفي Nynäshamn). • تستقبل الارضين (Magleو Ekeby) مياه الصرف الصحي التي معالجتها بيولوجيا وكيميائيا، بينما يتلقى الآخران مياه الصرف الصحي من محطة معالجة مياه الصرف الصحي مع المعالجة الكيميائية والترسيب (تحتوي هذه المياه على المزيد من DBO_7وNH_4-N مقارنة بالاثنين الآخرين). • تبلغ مساحة ارض Magle 20هكتارا ومتوسط عمق 0.5متر، يحتوي على 4 أحواض متوازية وينقسم كل حوض الى 3 أقسام، يهيمن على معظم هذه الأحواض النباتات الكبيرة المغمورة *Elodeacandensis*و*Myriophyllumspicatum* والطحالب الخضراء الخيطية، بهدف تقليل حمل الفوسفور.

	• تغطيأراضيOxelösund23 هكتارا، تتكون من نظامين متوازيين (جنوب، شمال) مع حوضين لكل منهما، وتهيمن عليها النباتات الكبيرة وخاصة *Typha latifolia*وأيضا النباتات المغمورة مثل *Elodeacanadensis*و*Potamogetonsp* لتفضيل عملية النترجة ونزع النيتروجين. • تغطي أراضيEkeby28هكتارا بمتوسط عمق متر واحد، تمت تغطية 20%من الأحواض بالنباتات الكبيرة الناشئة مثل *Glyceriamaxima* و *Typha sp*وطحالب خيطية وأنواع مختلفة. • تغطي أراضيAlhagen28 هكتارا،تحتوي على حوضين من أحواض الأراضي الرطبة على التوالي، في الأراضي الرطبة الأولى تهيمنالأنواعالناشئة مثل *Phragmites austrails*و*Typha sp* و *Carex rapparia*،كما لوحظت مدرجات كبيرة من *Elodeacanadensis*و *CératophylleDemers*، في الأراضي الرطبة النهائية، تسود أنواع مختلفة من *Carex*. • تم قياس تدفق المياه عند مدخل ومخرج الأراضي الرطبة، باستثناء Ekeby حيث تم ضبط التدفق الخارج على قدم المساواة مع التدفق الداخلي. • تم جمع عينات المياه لتحليل الجودة أسبوعيا أو كل أسبوعين.
الخلاصة	• تلقت الأراضي الرطبة الأربعة أحمال هيدروليكية مختلفة تمامًا مع معالجة الأراضي الرطبة لمياه الصرف بأعلى تركيزات من العناصر الغذائية التي تتلقى أقل حمولات. • كان وقت الاحتجاز في الأراضي الرطبة في Alhagen ضعفًا تقريبًا في الأراضي الرطبة Oxelösund .كما تلقت مستنقعاتEkeby أعلى الأحمال من جميع الأراضي الرطبة وكان وقت الاحتجاز هو نفسه تقريبًا كما هو الحال في أرضMagleالرطبة. • كانت إزالة BOD_7 ثابتة ومستقرة على مر السنين في جميع الأراضي الرطبة، مع تركيزات متوسطة في التدفق الخارج تتراوح بين

	3.9(Oxelösund)و4.7 (Ekeby) و4.8 (Alhagenو Magle).
	• تبين أن الجزء الرئيسي من الفوسفور المتدفق استقر بالقرب من مدخل الأراضي الرطبة، يُعتقد أن حصاد النبات مرتين سنويًا هو إستراتيجية إدارة مهمة للحفاظ على قدرة إزالة الفوسفور من الأراضي الرطبة. • إزالةالنيتروجين Ekeby:كان لديه ثابت إزالة أعلى من Magle، وكان Alhagen لديه معامل إزالة أعلى من Oxeundlös.إلى جانب هذا، هناك عادة زيادة في تركيزات NO_3- Nمما يشير إلى استمرار النترجة. • تعتمد قدرة إزالة النيتروجين والفوسفور على عوامل خاصة بالمعالجة المسبقة والحمل والأراضي الرطبة مثل الكفاءة الهيدروليكية وتركيزات الأكسجين والمواد العضوية (التي بدورهاتعتمد على العمق والتصميم والغطاء النباتي).

جدول(II−17): تحليل مقال Evaluation of different substrates to support the growth of *Typha latifolia* in constructed wetlands treating tannery waste water over long-termo peration[18].

العنوان	**Evaluation of different substrates to support the growth of *Typha latifolia* in constructed wetlands treating tannery wastewater over long-term operation**
المؤلف	Cristina S.C. Calheiros et al
إسم المجلة	BIORESOURCE TECHNOLOGY
السنة	2008
الإشكالية	كيف تأثر أنواع الركائز ومعدلات التحميل الهيدروليكية على أداء الأراضي الرطبة الأفقية تحت السطح لمعالجة مياه الصرف الصحي المدبغة.
النبات المدروس	*Typhalatifolia(typhaceae)*
منطقة الدراسة	محطة معالجة مياه الصرف الصحي لشركة جلود في شمال البرتغال.
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	درجة الحرارة، درجة الحموضة PH، اللون، التوصيلية، الملوحة. DCO, DBO_5, DO, TSS, TKN, NO_3-N, NH_3-N, TP,TC_r, Cr, SO_4^{-2}
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	تم استخدام 3 وحدات CWU مزروعة بنبات *Typha latifolia*(في نطاق 10 نباتات في المتر المربع) ووحدة غير مزروعة U_C. استخدمت هذه الوحدات: (U3)FiltraliteNR3−8(FNR)،(U1)FiltraliteMR3−8(FMR)، والحصى (U2)FG بحجم جسيمات تتراوح بين 4mm−8. تم تشغيل الوحدة (U1) و(U_C) لمدة 17 شهرا بموجب نظامين هيدروليكيين($3cm\ d^{-}$ و6). تم غمر الوحدات U_2وU_3بالماء وبعد ثلاث أسابيع تم استخدام مياه الصرف الصحي للمدابغ. تم تشغيل الأنظمة لمدة 31 شهرا في ظل ظروف هيدروليكية مختلفة وانقطعات في التغذية. خلال شهر الموافق للأيام (61.1)، تمت مراقبة الأنظمة تحت معدل هيدروليكي يبلغ $18cm\ d^{-}$، بحلول الشهر الثالث(بين اليومين 85.62)، لم يتم

تغذية الأنظمة بسبب إغلاق معمل إنتاج المدابغ.

الفترة الثانية من العملية حدثت خلال 23 شهرا الموافق للأيام(760.86) تحت $HLR=6cm\ d^{-}$.

تم إيقاف تزويد مياه الصرف الصحي مرتين وهي مطابقة للفترات ما بين 372 و399 يوما وبين 428 و455 يوما.

حدثت فترة تشغيل ثالثة خلال 6 أشهر (المقابلة للأيام 761ـ928) بموجب $HLR=8cm\ d^{-}$ ولم يتم تغذية الأنظمة بسبب إغلاق المعمل بحلول الشهر الثاني خلال تلك الفترة(الموافق للأيام 792ـ826).

دراسة الامتزاز :

تم إجراء متساوي درجة حرارة امتصاص التوازن على الركائز الثلاث المستخدمة في جميع الوحدات.

تم غسل الركائز الثلاث مسبقا بماء منزوع الايونات وتجفيفها في فرن 40C° لمد 4 أيام.

تم تحديد امتزازا المادة العضوية للركائز من خلال احتضان سلسلة من 100ml من الزجاجيات المغسولة بالحمض تحتوي على 10 g من الركيزة مع 50ml من مياه الصرف الصحي للدباغة بتراكيز مختلفة.وتم استخدام عنصر تحكم يحتوي على الركيزة وكمية من الماء المقطر

تم إغلاق الزجاجيات بأغطية مطاطية ووضعها في جهاز الطرد المركزي عند 150دورة في الدقيقةو25C°.

تمت مراقبة امتزاز المادة العضوية على الركيزة بعد فترة 72 ساعة وكانت كافية لتحقيق توازن الامتزاز.

تحديد POD:

تم تحديد PODعلى عينات جذور من *T.latifolia* التي تم جمعها عند مدخل ومخرج CWUSوتم تجميدها على الفور في النيتروجين السائل.

تم طحن جرام واحد من الأنسجة النباتية الطازجة بمحلول كلوريد الكالسيوم.

محتوى الكلوروفيل :

لتحليل الكلوروفيل، تم قطع الأقراص الدائرية الطازجة من الأوراق الناضجة للنباتات التي تم جمعها عند مدخل ومخرج CWUSوتم استخلاصها في ثنائي مثيل فورماميد.

في هذه الدراسة تبلغ مسامية الركائز 37% في حالة FMR و43% في حالة FNR و29% في FG.

الخلاصة	يظهر تكاثر من حيث العدد الإجمالي للبراعم عند توفير مياه الصرف الصحي . لم يظهر النبات بصريا علامات السمية النباتية في الأوراق والبراعم على الرغم من أن أوراقها كانت اقل من النباتات التي تحدث في بيئة المنشأ. لم يلاحظ أي اختلافات كبيرة في أصباغ الكلوروفيل المستخرجة من أوراق*Typha* في الشهر الثاني من التشغيل وبين الوحدات والمدخل والمخرج. كانت تركيزات الأكسجين المذاب منخفضة عند مدخل ومخرج جميع الوحدات. بشكل عام، أظهرت ركام الطين الممتد المزروع بـ *T.latifolia* نسبة إزالة أعلى بشكل ملحوظ من حيث CODو BOD_5 عند مقارنتها بالوحدة غير المزروعة ووحدة الحصى الجديد. اختلاف درجات الحرارة بين الفصول، في هذا الموقع، لا يؤثر على أداء CWU من حيث إزالة CODو BOD_5.

الجدول(II-18): تحليل مقال Toxicity Abatement of Wastewaters from Tourism Units by Constructed Wetlands[19].

العنوان	Toxicity Abatement of Wastewaters from Tourism Units by Constructed Wetlands
المؤلف	Cristina S. C. Calheiros et al
إسم المجلة	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)
السنة	2019
الإشكالية	كيف يتم الحد من سمية مياه الصرف الصحي للوحدات السياحية بواسطة الأراضي الرطبة.
النبات المدروس	*Canna flaccida(cannaceae), Canna indica(cannaceae), Zantedeschiaaethiopica(araceae), Watsoniaborbonica(iridaceae), Agapanthus africanus(amaryllidacées),Phragmite spp(poaceae), Iris pseudacorus(iridaceae), Juncusspp(juncaceae), Typha spp(typhaceae)*
منطقة الدراسة	شمال غرب البرتغال
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• اختبارات السمية البيئية، التوصيلية، درجة الحموضة PH. • DCO, DBO5, TSS, PO_4^{-3}_P, NH_4^+_N, NO_3^-_N
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم إنشاء الأراضي الرطبة في منزل سياحي، تعمل هذه الأراضي بنظام تدفق أفقي تحت السطح، متبوعة ببركة صغيرة على مستوى اقل منها وفي اتجاه مسرى النهر. • تبلغ مساحة الأراضي الرطبة حوالي $40.5m^2$، مزروعة بعدة أنواعفي ركيزة الطين الموسعة(Leca®M)، وهي: (*Canna flaccida, Canna indica, Zantedeschia aethiopica, Watsoniaborbonica, Agapanthus africanus*) وتبلغ مساحة البركة $5m^2$ وعمق 40cm، مزروعة ب: (*Phragmite spp, juncusspp, typha spp, iris pseudacorus*) • يتم تغذية الأراضي الرطبة بواسطة خطي أنابيب متصلين بخزانين للصرف الصحي، والتي تستقبل مياه الصرف الصحي من(A) الغسيل، المطبخ الرئيسي، والحمام، و(B) من المنزل الرئيسي والشقق.

	• تم جمع العينات بشكل مستقل وفي نقاط مختلفة من المدخل(A وB) ومخرج الأراضي(C) والبركة(D). • تم إجراء فحوصات السمية البيئية مختلف النقاط من (A_D) باستخدام *Daphnia magna* والطحالب الدقيقة *Raphidocelissubcapitata*و *Lemna minor*وبكتيريا *A. fischeri* ككائنات اختبار.
الخلاصة	• انخفضت موصلية الماء بعد مرورها عبر الأراضي الرطبة. • تم تحقيق إزالة عالية من إجمالي المواد الصلبة العالقة. • تم التخلص من السمية الحادة لمياه الصرف الصحي بعد المرور عبر الأراضي الرطبة، إلا أن بعض السمية استمرت في العينة C ومياه البركة. • كان معدل نمو الطحالب الدقيقة في العينة B اصغر من العينة A، كما تم تسجيل تثبيط كامل لنمو الطحالب لتركيزات ≤44.4%. وثقت هذه الدراسة بوضوح أن الأراضي الرطبة المزروعة لديها القدرة على تقليل سمية مياه الصرف الصحي من الوحدات السياحية الصغيرة، استنادا إلى مجموعة من الاختبارات السمية الإيكولوجية.

جدول(II-19): تحليل مقال Treatment of industrial wastewater with two-stage constructed wetlands planted with*typha latifolia* and *phragmites australis*[20].

العنوان	**Treatment of industrial wastewater with two-stage constructed wetlands planted with *typhalatifolia* and*phragmites australis***
المؤلف	Cristina S.C.Calheiros et al
إسم المجلة	BioresourceTechnology
السنة	2009
الإشكالية	كيف تأثر خيارات الركيزة والأنواع النباتية وتقسيم الأحواض في الأراضي الرطبة على معالجة مياه الصرف الصحي للمدابغ
النبات المدروس	*Phragmites australis(poaceae), Typha latifolia(typhaceae)*
منطقة الدراسة	محطة معالجة مياه الصرف الصحي لشركة جلود في شمال البرتغال.
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• درجة الحرارة، درجة الحموضة PH، اللون، التوصيلية، الملوحة. • DCO, DBO_5, DO, TSS, TKN, NO_3-N, ,TP,TC_r, Cr(VI), SO_4^{-2}
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم رصد سلسلتين: UTمزروعة بـ *Typha*وUP مزروعة بـ*Phragmite* وتم تقسيم كل سلسلة الى وحدتين. • تم إجراء أراضي رطبة بتدفق أفقي تحت السطح بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي لشركة جلود. • كانت مساحة سطح كل سرير $1.2m^2$ وعمق 0.6m ومتوسط عمق السائل كان 0.55m والركيزة 0.60m. • استخدمت هذه السلاسل :Filtralite MR 3_8(FMR). • تلقت الوحدتين (UT1) و(UP1) مياه الصرف الصحي لمدة 17 شهرا، تم زرع UT2وUP2بمعدل 10 نباتات في m^2 في موقع صناعي ملوث. • كانت النباتات مملوءة بالماء لمدة 3 أسابيع قبل تطبيق مياه الصرف، ثم تم مواءمتها للعمل وتشغيلها لمدة 31 شهر في ظل ظروف هيدروليكية مختلفة وانقطاعات في التغذية. • تعرض النظام لمعدل تحميل هيدروليكي يبلغ $18cm\ d^{-}$، وخلال 23 شهرا تحت معدل يبلغ $6cm\ d^{-}$ ثم فترة ثالثة خلال 6 أشهر بمعدل cm d^{-} 8

	• في اليوم 479 تم قص النباتات تاركة حوالي 10cm من النبات فوق الأرض. • كان زمن الاحتفاظ الهيدروليكي لكل معدل تحميل :7، 2، 5أيام على التوالي. • تم فحص الأنظمة أسبوعيا بشان الأداء العام وتم تنظيف الأنابيب مرتين في الشهر. • تم تحديد محتوى الكلوروفيل من جمع أقراص دائرية لأوراق النباتات من مدخل ومخرج الأراضي الرطبة. • تم تحديد البيروكسيداز PODفي عينات من جذر وأوراق*Typha*، وجذر وأوراق وسيقان *Phragmites* المجمدة في النيتروجين السائل.
الخلاصة	كانت السلسلتان متشابهتين في الأداء وكلا النباتات كانت قادرة على التكاثر والتعايش مع تقلبات الأحمال العضوية وانقطعات التغذية، ومع ذلك لبناء النظم على نطاق أوسع، يعتبر *P. australis* مثيرًا للاهتمام للغايةلأنه أظهر انتشارًا عاليًاو كان النبات الأكثر نجاحًاوعلاوة على ذلك، فإن هذا النبات له قدرة عالية على استخراج الكروم وتراكمه، وهي خاصية قد تكون مثيرة للاهتمام لصناعة المدابغ لأن هذا المعدن الثقيل يطرحمصدر قلق بيئي رئيسي. بناءً على هده الدراسة في أوقات الاحتفاظ الهيدروليكي المنخفضة، مثليومين، لم تكن كفاءة الأراضي الرطبة كافية لتحقيق مستوى عالٍمستويات إزالة المادة العضوية. في حالة الاحتفاظ لمدة 7 أيام، الوقت سمح بأداء جيد للأنظمةليكون متوافقًا مع القانون البرتغاليللمدابغ.

جدول(II-20): تحليل مقال-Performance of Combined Vertical and Horizontal Flow Sub-Surface Constructed Wetlands[21].

العنوان	**Performance of Combined Vertical and Horizontal Flow Sub-Surface Constructed Wetlands**
المؤلف	A.R. Ojha et al
إسم المجلة	International Journal of Research and Engineering (IJRE)
السنة	2019
الإشكالية	كيف تأثر أنظمة الأراضي الرطبة ومختلف الأحمال الهيدروليكية والعضوية على كفاءة المعالجة.
النبات المدروس	*Typha(typhaceae), Cyperus(cyperaceae), Canna(cannaceae), Scirpus(cyperaceae)*
منطقة الدراسة	الهند
الوسائط الفيزيوكيميائية و البكترولوجية المقاسة	• DCO, DBO5, TSS, TKN, P
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	• تم تصميم وبناء خلايا عمودية متبوعة بخلايا ذو تدفق أفقي. • كان طول الخلايا العمودية حوالي 15mوعرض 5m وعمق1.7m، وكانت الخلايا الأفقية بطول 10 m وعرض 3m وعمق 1.7m. • تم استخدام مياه الصرف الصناعي بعد إزالة الحصى والمواد العائمة، معززا بالمعالجة الأولية بما في ذلك التفاعلات الكيمائية لإزالة المواد الصلبة العالقة باستخدام الأحماض وحجر الشب الحديدية والبولي الكتروليت. • تم استبدال العملية الثانوية للنظام البيولوجي التقليدي بالأراضي الرطبة المزروعة ب: (*Typha, Cyperus, Canna, Scirpus*) في الخلية الأفقية. • تتكون الركيزة من الطوب المسحوق كطبقة علوية والرمل كطبقة وسطى والصخر كطبقة سفلية. • تم توزيع المياه العادمة بشكل موحد عبر الخلايا عن طريق منطقة الدخل والتي تتكون من الطوب المسحوق والرمل والحجر. • كان التدفق أفقيا بشكل أساسي وتم تنظيمه من خلال الحركة العلوية والسفلية. • تم تثبيت الخلايا في البداية بالمياه العذبة.

	• تم تشغيل الخلايا بمعدل تحميل هيدروليكي ووقت احتجاز هيدروليكي مختلفين لتقييم تأثيرهما على كفاءة المعالجة. • تم تحميل الخلايا ب $150m^3\ d^-$ من مياه الصرف الصحي الناتجة عن صناعة السيارات و $10m^3\ d^-$ من مياه الصرف الصحي لاستصلاح الرمال، مع زمن احتجاز يبلغ 0.5 يوم و2.5يوم. • تم تشغيل الخلايا بشكل مستمر ولمدة 3 سنوات.
الخلاصة	يمكن استخدام تقنية الأراضي الرطبة لمعالجة مياه الصرف الصحي بشكل أفضل في بلد مثل الهند، حيث أن معدل إزالة المغذيات المتوازن يمنحها فرصة لاستخدامها كخيار آمن وفعال للتطبيق كسماد بديل وبالتالي تقليل الطلب على السماد الصناعي ويؤدي إلى فوائد اقتصادية. كما لوحظ أن العلاج التعويضي بالهرمونات يعتمد على نوع وخصائص النفايات السائلة ومدى العلاج المطلوب.

II-3. تحليل ومقارنة الدراسات السابقة :

في المقال(1)(et al Cristina E)تمتدراسة نبات *Heliconiastricta Huber*، حيث تالف النموذج التجريبي من حوضين: الأول حوض ذو جريان تحت السطحي الشاقولي متبوع بحوض ذو جريان تحت السطحي الأفقي (نظام هجين)وكان وقت الإستبقاء للحوضين 4 أيام،أظهر فيها النبات فعالية أكبر في إزالة الملوثات ما عدا في حالة الفوسفات، وكانت المادة الداعمة هي السائدة في الامتزاز.

كذلك في المقال(2)(ErinaRahmadyantiet al) و(3)(Karen Sayuri Ito Sakurai et al)تم تحضير نموذج تجريبي يتألف من نظام هجين ولكن بإختلاف ترتيب الأنظمة، وتمت الدراسة بنباتين من نفس العائلة *(Cannaceae)*. في المقال(2)أستعمل نبات *Canna Indica*حيث زمن الاحتفاظ كان 7,5,3أيام وفي المقال (3)أستعمل نبات *Canna x generalis*حيث زمن الإحتفاظ لم يتعدي عموما3أيام، وتم أخذ العينات وتحليلها كل أسبوع لمدة 26أسبوعا، أظهر نبات *Canna Indica*كفاءة عالية في إزالة الملوثات خاصة المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)حيث بلغت 98.74% وعلى الرغم من كفاءته في إزالة الزيوت والشحوم (FOG)والطلب الكيميائي للأكسجين (DCO)إلا أنهما لايفيان بالقيمة المحددة المعيارية.

كذلك أظهر نبات *Canna x generalis*كفاءات إزالة عالية للمواد العضوية DCOوDBO_5حيث بلغت79%و 93%على التوالي و من حيث العناصر الغذائية أيضا كالنيتروجين الكلي و Ammoniacal-Nوالفوسفور الكلي والاورثوفوسفات.أظهرت هذه الدراسة نتائج أفضل من الدراسة السابقة وهذا يعود إلى تأقلم النبات وتكيفه في الوسط خلال مدة الدراسة الطويلة.

وفي المقال(4)(Shereen N et al)و(6)(منال م وآخرون)تم إستعمال نفس النبات من عائلة *Arundineae*وهو قصب الفراجميت الاسترالي*Phragmites Australis reed*لكن كان الفرق أنه في المقال(4) تم إستخدام نظام تدفق ذو جريان تحت السطح الأفقي و في المقال(6) إستخدم نظام الجريان السطحي الحر

حيث تم تحليل المؤثرات و النفايات السائلة في (4)مرة واحدة أسبوعيا لمدة 5أشهر ومرة واحدة أسبوعيا لمدة 6 أسابيع في(6).

تم تسجيل أعلى كفاءة إزالة للنترات و النيتروجين حيث بلغت 92% و 65.5% على التوالي، بالنسبة للدراسة(4)، عموما أظهر النبات إزالة للملوثات بمعدل إيجابي إلى حد ما في هذا النظام بإستثناء الكبريتات و المواد الصلبة العالقة الكلية .أما في الدراسة(6) كانت معدلات الإزالة مقبولة إلى حد ما بالنسبة للمواد العضوية و المواد العالقة و الأملاح و غيرها .

أما بالنسبة للدراسة(7)(حسين وآخرون)كانت مختلفة بعض الشيء مقارنة بالمقالات الأخرى حيث هنا لم يتم تنفيذ نموذج تجريبي و تمت الدراسة في حوض ري في محطة معالجة مياه الصرف الصحي مزروع بنبات عدس الماء*Lemna SP*بوزن 2 Kg\m² أي أنه لايمكن التحكم في عمق الحوض، و كان زمن الإحتفاظ الهيدروليكي7 أيام وإستمرت الدراسة لشهر كامل فكانت كفاءة الإزالة للفوسفات و الأمونيوم والنترات (34.73%-18.9% -19.91%) على التوالي وهذه القيم تعتبر منخفضة بالنسبة للقيم المحددة المعيارية وهذا يعود إلى إنخفاض كفاءة الشروط التجريبية في الدراسة كإنخفاض درجة الحرارة والعمق الكبير للحوض والإنقطاع المتكرر للكهرباء في المحطة.

وفي المقال(5)(et al Matteo Tamburini)تمت زراعة نباتي *Canna Indica*و *Iris pseudacorus*في نظام تدفق تحت السطحي الأفقي ومقارنة أداءها مع نظام مشابه مزروع بنباتات تقليدية *Phragmites Australis*و*Scirpus sylvaticus*،حيث تمت الدراسة على مدار عاميين كاملين وكان وقت الإستبقاء 3أيام في السنة الأولى و 6 أيام في السنة الثانية، كذلك تم زرع النظاميين بكثافة نباتات مختلفة(النظام الأول كثافته أعلى).

كانتالنبتتين*Canna Indica*و *Phragmites Australis*أسرع الأنواع النامية مع إزدهار وفير، كذلك كانت كفاءات إزالة نيتروجين الأمونيا وDCO والنيتروجين المؤكسد والمواد الميكروبيولوجية منخفضة بشكل كبير في السنة الأولى في كلا النظاميين، وأظهرت المقارنة أن في العام الثاني تحسنت كفاءة الإزالة وخاصة النظام المزروع فيه نباتات الزينة *Canna Indica*و *Iris pseudacorus* وهذا يعود إلى التأثيرات المشتركة لمعدل التدفق المنخفض.

تطرقت المقال (8)(M. Abissy et al)و(10)(Eduardo M.B et al) للاستخدام نباتين من نفس عائلة *Gramineae*ولكن بإختلاف النظام المزروع فيه، حيث في المقال(8) أستعمل نبات *Arundo donax*مزروع في نظام تدفق عمودي، وأجريت التجربة على مدار 24 شهرا وكانت مدة الإستبقاء بضع ساعات في الشتاء وبضع دقائق في الصيف، أظهر فيها النظام المزروع كفاءات إزالة جيدة خاصة بالنسبة لMESوTSSوDCO.

ويكمن الفرق بين الدراستين أنه إضافة إلى نبات *Phalaris arundinacea* الذي ينتمي كذلك إلى عائلة *Gramineae*حيث تمت زراعته في نظام تدفق أفقي تحت السطح ومقارنة أدائه مع نظامين مشابهيين مزروعين بنبات من عائلة *Juncaceae* وهو *Juncus effusus* ولكن أحد هذين النظامين أضيف له الحصى المعزز بيولوجيا، أجريت الدراسة على مدار 232 يوم حيث أظهرت هذه الأنظمة كفاءات إزالة جيدة خاصة النظام المعزز بالحصى.

كذلك في المقالين(9)(G. M. P. R. Weerakoon et al)و(11)(Vera Bosak et al)تم إستعمال نباتين من نفس عائلة *Typhaceae*، في المقال(9) أستعمل نبات *Typha angustifolia* مزروع في أرضيتين رطبتين الأولى نظام تدفق رأسي تحت السطح والثانية نظام تدفق أفقي تحت السطح تم إنشاؤها بالقرب من مجرى لمياه الصرف يمر عبر شبكة سكنية مزدحمة حيث كشفت هذه الدراسة أن كلا النظاميين حققا كفاءات إزالة جيدة ومتقاربة.

بينما المقال(11) أستعمل نبات *Typha sp* مزروع في أرضية رطبة ذات تدفق سطحي حيث إستمرت مدة الدراسة عامين كاملين وكانت العينات تجمع كل أسبوعيين، أثبتت هذه الدراسة أن النبات حقق كفاءات إزالة جيدة طول مدة التجربة ماعدا في فصل الشتاء بسبب تأثره بالبرودة وتأثير الجليد على تدفق المياه.

تطرقت المقالة(12) (M. I. Fernandez-Fernandez et al) لدراسة نظام بيئي لتنقية المياه العادمة في ارض رطبة هجينة تتكون من نظامين ذو تدفق عمودي متبوعة بنظام ذو تدفق أفقي، كلا النظامين مزروعين بنبات *Phragmites australis*مع زمن احتفاظ هيدروليكي بين21ـ 44 ساعة ودامت الدراسة لمدة 21شهر، اثبت فيه النظام و النبات كفاءة جيدة في إزالة الملوثات بنسبة 98.47%.

وفي المقال(13)(José Alberto Herrera-Melián) et alكانت الدراسة حول المقارنة بين الأراضي الرطبة متعددة المراحل الأفقية مع الأراضي الرطبة الهجينة، حيث زرعتا كلتا الأراضي ب 3 نباتات *Canna,Ccyperis,Phragmites* لكن باختلاف الركائز(النشارة ـ الحصى ـ الرمل) وتدرجها في كل حوض، كما تم دراسة تأثير ارتفاع الماء في الأحواض متعددة المراحل باستخدام ارتفاعين (HF10) و(HF40)، ودامت الدراسة 8 أشهر، اثبت فيها النظام HF10المدعم بنشارة الفروع الجافة لشجرة نخيل الكناري كركيزة نتائج جيدة دون مشاكل انسداد التي ظهرت في النظام الهجين .

تضمنت المقالة (14)(Peter Randerso et al) دراسة حول تأثير النتح على كفاءة إزالة الملوثات في الأراضي الرطبة على مستوى منطقتين في بولندا والبرتغال في ظروف مناخية مختلفة وأنظمة تدفق مختلفة أيضا حيث اعتمدت دراسة بولندا على نظام تدفق تحت السطح الراسي ودراسة البرتغال على نظام تدفق تحت السطح الأفقي مع استخدام نفس النبات (*Phragmites australis*). دامت هذه الدراسة موسمين كاملين، أظهرت فيها نسب عالية في معدل النتح وتأثيره في زيادة تركيز الملوثات في النفايات وانخفاض سريع في كفاءات الإزالة، بالإضافة إلى تقليل التدفق وزيادة وقت الاحتفاظ الهيدروليكي خصيصا في فصل الصيف.

وفي المقال(15)(Karla HeloisePreussler et al) تم استخدام برك متصلة بالأراضي الرطبة الطبيعية، يحتل المادة المرشحة كل منهما على التوالي، تختلف هذه البرك من حيث المساحة وزمن الاحتفاظ الهيدروليكي، لكنها تلقت نفس التدفق لحجم العصارة طيلة الدراسة التي استغرقت24 شهر، أظهرت نتائج التغطية النسبية للأنواع تكيفها مع التعرض للمادة المرشحة ونقص الأكسجين والتركيز العالي للمواد العضوية، حيثسيطرت *Echinochloa polystachya* على البركة الأولى وسيطرت*Eichhornia crassipes*على البركتين الثانية والثالثة. من ناحية أخرى، لم يتعايش*Pistia stratiotes* مع تركيز العصارة واختفت في الخريف. كما حققت هذه الأنواع كفاءاتإزالة جيدة (84%DBO، 74%COD، 86% لنيتروجين الامونيا، 91% للنيتروجين الكلي و 90% للفوسفات).

كانت المقالة(16) (J. L. Andersson et al)عبارة عن دراسة لأربعة أراضي رطبة ذات تدفق حر تستقبل النفايات السائلة من مصادر مختلفة وبدرجات متفاوتة من المعالجة الأولية، حيث زرعت الأراضي بنباتات كبيرة ناشئة*Elodea candensis*و *Typha latifolia*و*Myriophyllum spicatum*و*Potamogeton sp*والطحالب الخيطية كما تلقت هذه الأراضي أحمال هيدروليكية مختلفة وأوقات احتجاز مختلفة من اجل المقارنة فيما بينها، حيث أبدت هذه الأراضي والنباتات والطحالب في إزالة عالية للنيتروجين والفسفور.

بالنسبة للمقالين(17)و(19)(Calheiros et al) كانت الدراسة حول تنقية مياه الصرف الصحي للمدابغ بالأراضي الرطبة ذو تدفق أفقي تحت السطحي، حيث درست المقال(17) وحدات مزروعة بنات *Typha latifolia* في ركائز مختلفة (حصى وركام الطين الموسعة) وأحمال هيدروليكية مختلفة مع إنقطاعات في التغذية، دامت الدراسة لمدة 31 شهرا اظهر فيها النبات نموا وتعايشا في أحواض ركام الطين مقارنة مع الحصى، كما حققت كفاءة إزالة عالية لـ DBO_5وDCOو، لكن نتائج المقال(19) كانت أفضل بكثير لاستخدامها نوعين من النبات(*Phragmites australis, Typha latifolia*) حيث كانت السلسلتان متشابهتان في الأداء، ومع ذلك لبناء نظام على نطاق واسع يعتبر*Phragmites australis* جيدا لأنه اظهر انتشارا عاليا.

تمحورت الدراسة في المقال (18)(Calheiros et al)حول الحد من سمية مياه الصرف الصحي للوحدات السياحية بواسطة الأراضي الرطبة، حيث تم إنشاء أنظمة بتدفق أفقي تحت السطح متبوعة ببركة صغيرة بالقرب من منزل سياحي، استخدم هذا الأخير ركيزة من الطين الموسعة وزرعت بها عدة أنواع نباتية، تمت تغذية هذه الأنواع بمياه الصرف الصحي لذا النزل. حيث أظهرت هذه الأنواع كفاءة إزالة عالية للمواد العضوية بنسبة 84% والمواد المعلقة 99% كما تم التخلص من السمية الحادة بعد المرور عبر الأراضي.

تمحور المقال(20)(A.R. Ojha et al)حول دراسة نظام هجين مزروع بـ4 نباتات شائعة(*Typha, Cyperus, Canna, Scirpus*) حيث زودت بمياه الصرف الصناعي التي تمت معالجتها أوليا باستخدام الأحماض وحجر الشبة الحديدية والبولي الكتروليت، وتم تحميلها إلى الأحواض بمعدلين مختلفين مع زمن احتجاز لكل واحد، ودامت الدراسة لمدة 36 شهرا، أظهرت فيه الأنواع تعايشا مع الوسط وحققت كفاءة إزالة عالية للمواد العضوية بنسبة 99.3% و95% وخاصة في زمن الاحتجاز الأطول.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

[7]:منال محمد أكبر، إبتسام مهدي عبد الصاحب، ماجدة صباح العنزي، 2014، معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر (FWS) وبإستخدام نبات القصب *Phragmites australis*، مجلة أبحاث البصرة، الحجم3، العدد40، ص105-113.

[8]:الدكتور حسين جنيدي، الدكتور جورج ديب، ديما عقدة، 2016، المعالجة الثالثية لمياه الصرف الصحي بإستخدام نبات عدس الماء *Lemna sp* في محطة الجنديرية نموذجا، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، الحجم 38، العدد3، ص235-245.

المراجع باللغة الأجنبية:

[1]:Alexandros I. Stefanakis, 2015, Constructed WetlandDescription and Benefits of an EcoTech Water Treatment System,*ResearchGates*,

[2]:Cristina E. Almeida-Naranjo, Gabriela Guachamín, Víctor H. Guerrero and Cristina-Alejandra Villamar,2020,Heliconia stricta Huber Behavior on HybridConstructed Wetlands Fed with SyntheticDomesticWastewater،*Multidisciplinary Digital Publishing Institute*،vol:1373,No:12p1-14

[3]:ErinaRahmadyanti , OktaviaAudina، 2020, The Performance of Hybrid Constructed Wetland System for Treating the Batik Wastewater،*Journal of Ecological Engineering*:vol:21,No:3,p-103 94.

[4]:Karen Sayuri Ito Sakurai, Caroline MoçoErba Pompei, In^es N. Tomita, Alvaro ´ J. Santos-Neto, Gustavo Henrique Ribeiro Silva,2021, Hybrid constructed wetlands as post-treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics،*Journal of Environmental Management*,Vol111552, NO 278, P1-8

[5]:Shereen N. Abed, Nidal Mahmoud, Saroj K. Sharma2012,*P*otential of constructed wetlands for further polishing of pre-treated wastewaters, *Linnaeus ECO-TECH*،P121-132.

[6]:MatteoTamburini, GianumbertoCaravello, Marco Carrer,MarcoBonato, Paolo Valerio,Comparing performances between two ornamental plants and twocommon macrophytes over two years in tertiary treatment constructed wetlands ،*Linnaeus ECO-TECH*،P135-144.

[9]M.Abissy et L. Mandi, 1999,Utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas du roseau,*Revue des sciences de l'eau*,Vol12, NO 2, P285-315.

[10]G. M. P. R. Weerakoon, K. B. S. N. Jinadasa, ID, G. B. B. Herath, M. I. M. Mowjood and W. J. Ng2018،,Applicability of Constructed Wetlands for Water Quality Improvement in a Tea Estate Catchment: The Pussellawa Case Study،*Multidisciplinary Digital Publishing Institute*،Vol232, NO10, P2-12.

[11]Eduardo Marcos Balciunas, Uwe Kappelmeyer, Hauke Harms, Hermann J. Heipieper, 2018،Increasing ibuprofen degradation in constructed wetlands by bioaugmentation with gravel containing biofilms of an ibuprofen-degrading Sphingobiumyanoikuyae،*Engineering in life sciences*,Vol1002, NO10, P160-167.

[12]VeraBosak, Andrew VanderZaag, Anna Crolla, Christopher Kinsley and Robert Gordon, 2016,Performance of a Constructed Wetland and Pretreatment System Receiving Potato Farm Wash Water,*Multidisciplinary Digital Publishing Institute*,Vol183, NO 8,P2-14.

[13]:M. I. Fernandez-Fernandez, P. T. Martín de la Vega , M. A. Jaramillo-Morán et M. Garrido, 2020, Hybrid Constructed Wetland to Improve Organic Matter and Nutrient Removal, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*:vol:12, nom:2023, p1-14

[14]:José Alberto Herrera-Melián , Mónica Mendoza-Aguiar , Rayco Guedes-Alonso , Pilar García-Jiménez , Marina Carrasco-Acosta et Ezio Ranieri, 2020, Multistage Horizontal Subsurface Flow vs. Hybrid Constructed Wetlands for the Treatment of Raw Urban Wastewater,*Multidisciplinary Digital Publishing Institute*:vol:12,nom:5102,p1-15

[15]:Peter Randerson, Antonio Albuquerque, Andrzej Białowiec,2012,The influence of ovapotranspiration on wastewater constructed wetland treatment efficiency, *Linnaeus ECO-TECH*,p92-101

[16]:Karla Heloise Preussler,Claudio Fernando Mahler, Leila Teresinha Maranho,2012,Natural wetlands as an alternative for treatment of leachate from landfills ,*Linnaeus ECO-TECH*, p115-120

[17]:J. L. Andersson, S. KallnerBastvikenet K. S. Tonderski,2005,Free water surface wetlands for wastewater treatment in Sweden – nitrogen and phosphorus removal,*Water Science and Technology*:vol:51,nom:9,p1-9

[18]:Cristina S.C. Calheiros, Anto ´nio O.S.S. Rangel, Paula M.L. Castro,2008,Evaluation of different substrates to support the growth of Typha latifolia in constructed wetlands treating tannery wastewater over long-term operation, *Bioresource Technology*:vol:99,nom:15,p1-12

[19]:Cristina S. C. Calheiros , Paula M. L. Castro, Ana Gavina, et Ruth Pereira,2019,Toxicity Abatement of Wastewaters from Tourism Units by Constructed Wetlands, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*:vol:11,nom:2623,p1-13

[20]: Cristina S.C.Calheiros, Antonio O.S.S.Rangel, Paula M.L.Castro, 2009,Treatment of industrial wastewater with two-stage constructed wetlands planted with *typhalatifolia*and *phragmites australi*s, Bioresource Technology,p3206-3212

[21]:A.R. Ojha, R. Kumar,2019,Performance of Combined Vertical and Horizontal Flow Sub-Surface Constructed Wetlands,*International Journal of Research and Engineering*: vol:6, no:1,p564-567

الخلاصة

خلاصة عامة :

إنهدف هذا العمل هو التقييم النظري لمدى فعالية وقدرة النباتات المائية على تنقية مياه الصرف الصحي ومن خلال تحليل مقالات دراسات سابقة توصلنا إلى إستنباط النقاط الموالية:

❖ من أهم أنظمة التدفق المستعملة في هذا المجالنظام التدفق الأفقي تحت السطحي ونظام التدفق الهجين، اللذان يتميزان ببساطة البناء وكفاءة عالية في إزالة الملوثات.

❖ تعتبر النباتات المائية *Phragmites australis, Canna indica, Typha latifolia, Juncuseffusus*نباتات ذو مقاومة عالية للظروف الهيدروليكية المختلفة وإنقطاعات التغذية حيث أظهرت تكيفا في جل الدراسات السابقة، كما أبدت كفاءة عالية في إزالة الملوثات.

❖ هنالك العديد من أنواع الركائز المستخدمة كالحصى مختلف الأقطار أو الرمل أو مزيج بينهما، ويمكن استبدالها بركائز أخرى نذكر منها:ركائز الطين الموسعة(Filtralite MR3-8-FMR , Filtralite NR3-8-FNR)، الطمي والركائز العضوية(الخث، لحاء شجرة الصنوبر المسحوق) حيث أعطت نتائج عالية في فترات وجيزة ودون مشاكل انسداد كما تميزت بأنهاأكثر استدامة مقارنة بالركائز الأخرى.

❖ للظروف التجريبية دور بالغ الأهمية حيث تؤثر مدة الدراسة وزمن الاحتفاظ و معدلات التحميل الهيدروليكي على أداء الأراضي الرطبة، حيث كانت أفضل النتائج في أزمنة الاحتفاظ الطويلة ومعدلات التحميل المنخفضة. كما تؤثر الظروف الطبيعة أيضا على أداءها كالمناخ البارد و عملية النتح، لان جل الدراسات أثبتت أن معدلات الإزالة كانت في الفصول الحارة والمعتدلة.

❖ ومن بين التحاليل المطبقة: DBO_5،DCO ، الفوسفات، النترات، النتريت، النتروجين الكلي، والفوسفور الكلي و المواد الصلبة العالقة الكليةMES. حيث سجلت كفاءة إزالة عالية فيالمواد العضوية DBO, DCO والمواد الصلبة العالقة والفسفور والنتروجين.

❖ لذلك وجب مراجعة وتصميم الظروف الهيدروليكية الجيدة و ونوع النباتات من أجل الحصول على مياه تتوفر فيها معايير صلاحية الإستعمال.

الملخص:

إن الهدف من هذا العمل هو التقييم النظري لمدى فعالية وقدرة النباتات المائية على تنقية مياه الصرف الصحي، حيث شملت الدراسة مقارنة وتحليل لدراسات مرجعية أظهرت العديد من العوامل التي تؤثر على أداء هذه الأراضي. مثل الخصائص الهيدروليكية، درجة الحرارة عملية النتح، الركائز ونوع وحجم كثافة النباتات بالأحواض. حيث كانت أحسن كفاءة في إزالة الملوثات عند الأحمال العضوية المنخفضة، ركائز الطين الموسعة، الركائز العضوية الطمي، أزمنة الاحتفاظ الطويلة، و خلال الفصول الحارة والمعتدلة. كما أظهرت نباتات *:*

Typha latifolia, Juncus effusus,Phragmites australis, Canna indica, قدرة عالية على التعايش والإنتشار في ظل تقلبات الأحمال العضوية وانقطعات التغذية. و خلاصة القول انه لبناء النظم على نطاق أوسع، يعتبر نظام التدفق الأفقي تحت السطحي ونظام التدفق الهجين أحسن الأنظمة من حيث بساطة التصميم وكفاءة الإزالة مع مراعاة اختيار النباتات المناسبة ذات الكفاءات العالية و تطبيق الشروط التجريبية المحددة.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، النباتات المائية، الأراضي الرطبة، الملوثات, التدفق الأفقي, التدفق الهجين.

Abstract:

The aim of this work is to theoretically evaluate the effectiveness and ability of aquatic plants to purify wastewater, as the study included a comparison and analysis of reference studies that showed many factors that affect the performance of these lands. Such as hydraulic properties, temperature, transpiration process, substrates, type and density of plants in ponds. The best efficiency in removing pollutants at low organic loads, expanded clay substrates, silt organic substrates, long retention times, and during hot and moderate seasons. Plants also showed:*Typha latifolia, Juncus effusus Phragmites australis, Canna indica,* high ability to coexist and spread in light of fluctuations in organic loads and feeding interruptions.To sum up, for the construction of systems on a larger scale, the horizontal subsurface flow system and the hybrid flow system are considered the best systems in terms of simplicity of design and efficiency of removal, taking into account the selection of suitable plants with high efficiency and application of the specified .experimental conditions

Key words: wastewater, aquatic plants, wetlands, pollutants, horizontal flow, hybrid flow