مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2023 ، 11 (3) : 123 – 130 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

الصفات الفيزيائية والكيميائية لنوعين من مياه الصرف الزراعي في مدينة تكريت/ العراق المعاملة حيوياً بنبات الازولا

فاطمة الزهراء عماد صالح* و سعادت مصطفى محمد و رنا هاشم علوش
قسم علوم الحياة / كلية العلوم / جامعة تكريت / العراق.
***Corresponding author: fatima.emad.salih@gmail.com**
استلام البحث : 15 / 08 / 2023 وقبول النشر : 07 / 09 / 2023

الخلاصة
تضمنت الدراسة اجراء تجارب مختبرية لتقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه اضافة الى اجراء تجارب مختبرية لمعالجة مياه الصرف الزراعي بأستخدام نبات الازولا. بدأت الدراسة من شهر تشرين الأول 2022 واستمرت لمدة 6 اسابيع, وقد اظهرت النتائج انخفاض في قيم التوصيل الكهربائي (EC) لمياه الصرف الزراعي 1,2 عند معاملته حيويا بالنبات. وسجلت ايضاً انخفاض في عكارة مياه الصرف الزراعي بعد المعالجة بـ A.Pوتراوحت (3.41-20.11) في حين تراوحت العكارة لنفس العينة قبل المعالجة (4.16-49.87)،كما انخفضت ايضا عكارة مياه الصرف الزراعي 2 بعد المعالجة النباتية، إذ تراوحت العكارة فيها قبل المعالجة (9.12-55.12) وانخفضت هذه النسب بعد المعالجة النباتية وتراوحت (8.43-31.15).اما تركيز الفوسفات فقد بينت النتائج اختزال واضح في تراكيز الفوسفات في عينات المياه بعد المعالجة اذ كان كان اعلى اختزال للفوسفات في الاسبوع الاول لمياه الصرف الزراعي 1 المزروع وبلغ (0.568) مايكروغرام/لتر مقارنة بـ (0.579) مايكروغرام/لتر في ذات التوقيت والعينة غير المزروعة، لم تظهر التوقيات الاخرى للعينة نفسها اي كفاءة اختزال، وانخفض تركيز الفوسفات في مياه الصرف الزراعي 2 المزروع بعد الاسبوع الثاني فقط وبلغ (0.560) مقارنة بـ (0.566) قبل الزرع. كما اظهرت انخفاض في تراكيز النتريت في المياه المعالجة للنموذجين من المياه, وفيما يخص DO فيلاحظ ارتفاع تراكيز الاوكسجين المذاب في عينات المياه قيد الدراسة قبل المعالجة في الاسبوعين الخامس والسادس.
الكلمات المفتاحية: الأزولا، المعاملة الحيوية ، مياه الصرف الزراعي ، الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه.
البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الأول.

Physical and chemical characteristics of two types of agricultural drainage water in the city of Tikrit / Iraq biologically treated with Azolla plant

Fatima Alzehraa E. Salih*, Saudat M. Al- Hermizy and Rana H. Al-Sammarai
Dep. of Life Sciences, College of Science, Tikrit University, Iraq.
***Corresponding author: fatima.emad.salih@gmail.com**
Received: 15 / 08 / 2023; Accepted: 07 / 09 / 2023

Abstract
The study included conducting laboratory experiments to estimate some physical and chemical properties of water, in addition to conducting laboratory experiments to treat agricultural wastewater using the Azolla plant. The study began in October 2022 and lasted for 6 weeks, and the results showed a decrease in the electrical conductivity (EC) values of agricultural wastewater 1.2 when treated with plants. A decrease was also recorded in the turbidity of agricultural wastewater after treatment with A.P, and it ranged from (3.41-3.41). The turbidity of the same sample before treatment ranged (49.87-4.16), and the turbidity of agricultural waste water 2 decreased after the plant treatment, as the turbidity ranged before treatment (55.12-9.12) and these percentages decreased after the plant treatment and ranged from (31.15-8.43).). As for phosphate concentration, the results showed a clear reduction in phosphate concentrations in water samples after treatment, as the highest phosphate reduction was in the first week

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2023 ، 11 (3) : 123 – 130 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

of agricultural wastewater 1 and amounted to (0.568) micrograms/liter, compared to (0.579) micrograms/liter at the same time and in the untreated sample. The other times of the same sample did not show any reduction efficiency, and the phosphate concentration in agricultural wastewater 2 of the crops decreased after the second week only and reached (0.560) compared to (0.566) before planting. It also showed a decrease in nitrite concentrations in the treated water for the two water samples, and with regard to DO, an increase in dissolved oxygen concentrations was observed in the water samples under study before treatment in the fifth and sixth weeks.

Keywords: Azolla, biological treatment, agricultural wastewater, physical and chemical properties.

المقدمة

نبات الازولا (باللاتينية: Asphodelus) ينتمي الى الفصيلة الزنبقية وهي نباتات عشبية تحمل اهمية كبيرة ويتضمن حوالي 20-15 نوعاً مختلفاً (Matsumura and Yokoyama, 2007).

يأتي مصطلح العلاج بالنباتات من الكلمات اليونانية python والتي تعني نبات و rhidium مما يعني علاج اذ تستخدم هذه التقنية على نطاق واسع لأنها أقل تدميرًا للتربة من العلاجات الأخرى والسعر معقول بشكل عام, فائدة أخرى هي إضافة جماليات للتربة المتدهورة وزراعة نباتات جميلة. (Al-Ganem, 2022).

تستخدم النباتات لإزالة الملوثات العضوية أو غير العضوية من المواقع الملوثة، مثل التربة الزراعية والمياه, في المناطق الملوثة يمتص الجسم كميات كبيرة من المواد، وبعد استعادة الكتلة الحيوية مثل الجذور والسيقان والأوراق تتم معالجة النباتات وإعادة تدوير بعض المواد التي يمكن استخدامها في الصناعات المختلفة، (Ismail, 2021) وتساعد هذه الطريقة في الحصول على المعادن المهمة في صناعات مثل النحاس والقصدير، وعندما يكون العمل مع المعادن أو المواد العضوية أكثر فعالية يتم استخدام النباتات بعد بحث مكثف, تظهر هذه الدراسات أن هناك العديد من النباتات التي يمكن استخدامها في هذا المجال مثل بعض أنواع الحشائش والمحاصيل الموسمية وعباد الشمس, كما تلعب النباتات المائية دورًا مهمًا نظرًا لقدرتها على النمو في المياه العذبة وتسهيل المعالجة البيولوجية وتنقية المياه من الملوثات التي تسبب مشاكل بيئية كبيرة خاصة في أنهار المدن الصناعية الرئيسية (Association, 2019) .

لنبات الأزولا العديد من الفوائد الإيجابية، بما في ذلك تحسين جودة المياه اذ يستخدم نبات الأزولا في تنقية مياه الصرف الصحي من العناصر الغذائية والشوائب، وتقليل مستويات النيتروجين والفوسفور والأمونيا في المياه، وبالتالي تحسين جودة المياه ومنع تلوثها,كما انها مهمة في تحسين الأراضي حيث يمكن استخدام نبات الأزولا كمخلفات عضوية في التربة لتحسين نوعية التربة وإثراء الأراضي بالمواد العضوية والمعادن، وتحسين البنية التربوية,وفي تحسين الغذاء يعد نبات الأزولا مصدرًا غنيًا بالبروتين والأحماض الأمينية والفيتامينات والمعادن، مما يجعله غذاءً صحيًا ومغذيًا للإنسان والحيوان,وفي مجال التربية المستدامة يعتبر استخدام نبات الأزولا في تربية الأسماك والماشية والدواجن بديلاً صحيًا للعلف التقليدي، وبالتالي يحسن من جودة اللحوم والبيض والحليب,وفي حماية البيئة يمكن استخدام النبات لتقليل استخدام الأسمدة الكيميائية والكيماويات الزراعية الأخرى وبالتالي الحد من التلوث البيئي,وايضاً في تحسين الصحة اذ يحتوي نبات الأزولا على مضادات الأكسدة والعناصر الغذائية الأساسية التي تحسن الصحة العامة وتعزز جهاز المناعة، وتحسين صحة الجهاز الهضمي وتخفض مستويات الكولسترول في الدم (kumar,2021).

المواد وطرق العمل

جمع النماذج: جمعت نماذج من مياه الصرف الزراعي بواقع عينتين من مناطق مختلفه من البوعجيل والعلم في قضاء تكريت.

فحوصات المياه:

الفحوصات الفيزيائية Physical Tests

العكارة Turbidity: تم قياس العكارة بأستخدام جهاز Turbidity Meter نوع HANNA-LP 2000 ويعبر عنها بوحدات NTU (Nephelometic Turbidity Unit) نفثالين وحدة عكورة, وبمعدل قراءتين لكل عينة, بعد معايرة الجهاز بمحاليل قياسية.

التوصيل الكهربائي Electric Conductivity (EC) : تم قياس التوصيل الكهربائي بأستخدام الجهاز من نوع HANNA model H.199301 بوحدة المايكروموز/سم بعد تنظيم الجهاز بأستخدام الماء المقطر مع تعديل درجة الحرارة الى (25) مْ وتم قياس العينات بغمر الالكترود في ماء العينة مختبرياً بعد وضعها في بيكر لمدة(2-3) دقائق لحين ثبوت القراءة وتسجل بعد ذلك. (Golterman etal.,1978)

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2023 ، 11 (3) : 123 – 130 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

الفحوصات الكيميائية Chemical Tests

قياس تركيز الأوكسجين المذاب(DO) Dissolved Oxygen : تم اتباع طريقة وينكلر Winkler الموضحة في (APHA, 2003) لتحديد الأوكسجين المذاب في المياه معبراً عنها ب ملغم/لتر بأتباع الخطوات الأتية لأجراء التجربة . اذ تملأ قناني ذات حجم 250 مل بماء العينة وتسد فوهتها بشكل محكم ثم يضاف 2 مل من محلول كبريتات المنغنيز MnSo4.H2o الى ماء العينة ومن ثم يضاف 2 مل من محلول القاعدي KI+KOH وبعدها ترج محتويات القنينة جيداً مع مراعاة عدم تكون فقاعات هوائية ثم تترك لمدة عشر دقائق بعدها يضاف 2 مل من حامض الكبريتيك المركز H2SO4 مع مراعاة عدم تكون فقاعات هوائية ويغلق بأحكام. ثم يؤخذ 50 مل من ماء العينة في دورق زجاجي ثم يسحح مع ثايوسلفات الصوديوم Na2S2O3 ذو 0.025 N لحين تحول اللون الى لون اصفر رائق وبعدها تضاف قطرات من دليل النشأ ككاشف حيث يحول اللون الى الأزرق ويستمر بالتسحيح لحين اختفاء اللون الأزرق للمحلول. ويعبر عن النتائج ب ملغم/لتر.

الفوسفات Phosphate : تم قياس الفوسفات حسب (APHA) بجهاز Spectrophotometer على طول موجي مقداره (885) نانوميتر في خلية فتم اخذ 100 مل من العينة واضيف اليه 10 مل من المحلول المختلط Mixed reagent المتكون من (حامض الكبريتيك ومحلول ترترات البوتاسيوم ومحلول مولبيدات الامونيوم وحامض الأسكوربك) علماً ان شدة اللون الأزرق تتناسب مع تركيز الفوسفات, اذ يتم تصفير الجهاز اولاً وقراءة (Blank) ثم نقيس العينات ويعبر عن النتائج بوحدة ميكروغرام/لتر. وتم حساب قيمة الفوسفات حسب المعادلة الاتيه: PO4=ABS * F

اذ ان F =**الفاكتر**

ABS = الامتصاصية

النتريت الفعال Active Nitrite:تم اتباع طريقة (APHA, 2003) اذ يؤخذ 50 مل من ماء العينة الى الدوارق الخاصة بالعينات, ثم نضيف 1 مل من محلول Sulphanileamid وننتظر 8 دقائق ثم نضيف 1 مل من محلول N(1-Naphthyl)-Ethylenediamine dihydrochloride ونمزجها جيداً وننتظر على الاقل 10 دقائق . وبعدها نقيس الامتصاصية على طول موجي 543nm . يحسب تركيز النتريت بوحدات مايكرو غرام ذرة نيتروجين-نتريت/لتر من خلال المعادلة التالية: NO2(ug/L)=ABS * F

النتائج والمناقشة

تأثير المعالجة الحيوية لنبات *Azolla pinnata* في قيم التوصيل الكهربائيEC في عينات الدراسة: يظهر الجدول (1) انخفاض في قيم التوصيل الكهربائي (EC) لمياه الصرف الزراعي 1 عند معاملته حيويا بالنبات، إذ كان اعلى كفاءة اختزال في قيم ECعند الاسبوع الاول والثالث من الزرع، إذ بلغت قيمة EC (759 و1449) مايكرو موز/سم للفترتين الزمنيتين وعلى التوالي مقارنة بقيمها عند نفس الفترات الزمنية في مياه الصرف الزراعي 1 غير المزروع، إذ بلغت(2781 و2903)مايكرو موز/سم على التوالي. وكانت هذه الكفاءة عند الاسبوع الرابع والسادس اقل، إذ بلغتEC لهذه الفترات (2936 و2945) مايكرو موز/سم، وعلى التوالي بالمقارنة مع قيم EC في العينة غير المزروعة ولذات الفترات الزمنية (2869 و2479) مايكرو موز/سم، وعلى التوالي.و اظهرت نتائج الجدول (1) اختزال في قيم التوصيل الكهربائي (EC) لمياه الصرف الزراعي 2 عند معاملته حيويا بالنبات، إذ كان اعلى كفاءة اختزال في قيم EC عند الاسبوع الاول من الزرع، إذ بلغت قيمة EC (550) مايكرو موز/سم مقارنة بقيمتها عند نفس الفترة الزمنية في مياه الصرف الزراعي 2 غير المزروع، إذ بلغت(2523) مايكرو موز/سم. وكانت هذه الكفاءة سالبة عند الاسبوع الرابع والخامس ، إذ بلغت EC لهذه الفترات (2586و1921) مايكرو موز/سم، وعلى التوالي بالمقارنة مع قيم EC في العينة غير المزروعة ولذات الفترات الزمنية (2496 و1050) مايكرو موز/سم، وعلى التوالي.وقد اظهرت نتائج الدراسة الحالية في الجدول (1) كفاءة واضحة لنبات الازولا في اختزال قييم الـ EC وتتوافق هذه النتائج مع ما توصلت اليه دراسة Adabembe *et al.*, (2022) في استخدام نبات *Azolla pinnata* في تقليل من قيم الـ EC لانواع مختلفة من عينات المياه، واتفقت هذه النتائج مع دراسات عديدة سابقة ومنها دراسة Ugya *et al.*, (2017) ، دراسة Akinbile *et al.*, (2016) في تقليل قيم الـ EC باستخدام نبات *Azolla pinnata*.

بينت دراسة Akinbile *et al.*, (2016) امكانية اختزال قيم EC بشكل أكبر إذا تم زيادة وقت المعالجة بـ*Azolla pinnata* في خزان المعالجة إذ بين عن زيادة في أداء A.P في تقليل EC، حيث يزيد وقت الاحتفاظ حتى 7 أيام، وهو ذات التاثير الحاصل في الدراسة الحالية. وبالنظر الى الجدول (1) يتبين انخفاض كفاءة الاختزال ابتداءاً من الاسبوع الثالث، فإنه يمكن الاستنتاج بان المعالجة الحيوية النباتية باستخدام *A. pinnata* يعتمد على الوقت وان المعالجة لمدة لا تتجاوز الاسبوعين هي الافضل للحصول على مياه الاستزراع المائي المعالجة المناسبة على النحو الأمثل للري، وبالتالي تعزيز إنتاجية المحاصيل. وأن قرب قيم الـ EC الذي تم الحصول عليه في مياه الصرف الزراعي المعالج للحدود المسموح بها يعني أيضا أنه يمكن استخدامه لأغراض

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2023 ، 11 (3) : 123 – 130 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

الري. وقد كانت فروق نسبية في كفاءة الاختزال للـ Ec بين مياه الصرف الزراعي 1 و2. ويمكن أن يعزى ذلك إلى المصادر المختلفة التي تم الحصول منها على عينات المياه ونسبة الملوثات والاملاح.

جدول (1): التوصيل الكهربائي (EC) لمياه الصرف الزراعي للمواقع المدروسة (مايكرو موز/ سم).

انواع المياه / الزمن	ماء صرف زراعي(1)	ماء صرف زراعي(1) مزروع	ماء صرف زراعي(2)	ماء صرف زراعي(2) مزروع
الأسبوع الاول	2781	759	2523	550
الأسبوع الثاني	2711	2305	2487	2115
الأسبوع الثالث	2903	1494	2523	2231
الأسبوع الرابع	2869	2936	2496	2586
الأسبوع الخامس	2151	2453	1050	1921
الأسبوع السادس	2479	2945	2442	1414

تأثير المعالجة الحيوية لنبات *Azolla pinnata* في العكارة في عينات الدراسة: يبين الجدول (2) انخفاض في عكارة مياه الصرف الزراعي بعد المعالجة بـ A.P وتراوحت (3.41-20.11) في حين تراوحت العكارة لنفس العينة قبل المعالجة (4.16-49.87)،ويظهر الجدول (2) انخفاض ايضا في عكارة مياه الصرف الزراعي 2 بعد المعالجة النباتية، إذ تراوحت العكارة فيها قبل المعالجة (9.12-55.12) وانخفضت هذه النسب بعد المعالجة وتراوحت (8.43-31.15) بعد المعالجة النباتية. ان الانخفاض في مستويات العكارة في نماذج عينات المياه في الدراسة الحالية بعد المعالجة النباتية توافق نتائج دراسة (Akinbile *et al*., 2019)،ويمكن ايعازه الى قدرة *A. pinnata* انخفاض في مستويات اجمالي مواد الصلبة العالقة في مياه الصرف وهذا ما بينته دراسة (Adabmebe*et al*., 2022) والتي اكدت قدرة هذا النبات في اختزال قيم TSS في مياه الصرف بعد المعالجة النباتية.إذ يمتلك سرخس الازول فعالية تراكمية عالية للعناصر والمعادن اضافة الى الميل التخثريcoagulative tendency لاحتجاز الجسميات وهذا ما اكدته دراسة (Aziz *et al*., 2018).

جدول (2) العكارة لمياه الصرف الزراعي للمواقع المدروسة

انواع المياه / الزمن	ماء صرف زراعي(1)	ماء صرف زراعي(1) مزروع	ماء صرف زراعي(2)	ماء صرف زراعي(2) مزروع
الأسبوع الاول	36.02	20.11	42.03	31.15
الأسبوع الثاني	17.89	14.17	21.68	16.07
الأسبوع الثالث	49.87	19.45	55.12	30.56
الأسبوع الرابع	4.67	3.41	9.21	8.43
الأسبوع الخامس	9.48	7.16	12.32	10.51
الاسبوع السادس	4.16	4.05	5.19	5.08

تأثير المعالجة الحيوية لنبات *Azolla pinnata* في قيم الفوسفات في عينات الدراسة: اعتمادا على الجدول (3) كان اعلى اختزال للفوسفات في الاسبوع الاول لمياه الصرف الزراعي 1 المزروع وبلغ (0.568) مايكروغرام/لتر مقارنة بـ (0.579) مايكروغرام/لتر في ذات التوقيت والعينة غير المزروعة، لم تظهر التوقيات الاخرى للعينة نفسها اي كفاءة اختزال، وانخفض تركيز الفوسفات في مياه الصرف الزراعي 2 المزروع بعد الاسبوع الثاني فقط وبلغ (0.560) مقارنة بـ (0.566) قبل الزرع.

اظهرت الدراسة الحالية اختزال واضح تراكيز الفوسفات في عينات المياه بعد المعالجة الحيوية (الجدول3) وان هذه النتائج كانت قريبة من نتائج الدراستين (Akinbile *et al*., 216; Adabembe *et al*., 2022) التي بينتا اختزال عنصر الفوسفات من مياه الصرف باستخدام المعالجة النباتية بوساطة *A. pinnata*.

جدول(3): قيم الفوسفات لمياه الصرف الزراعي للمواقع المدروسة (مايكروغرام/لتر).

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2023 ، 11 (3) : 123 – 130 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

انواع المياه الزمن	ماء صرف زراعي(1)	ماء صرف زراعي(1) مزروع	ماء صرف زراعي(2)	ماء صرف زراعي(2) مزروع
الأسبوع الاول	0.579	0.001	0.575	0.02
الأسبوع الثاني	0.552	0	0.566	0
الأسبوع الثالث	0.468	0.09	0.469	0
الأسبوع الرابع	0.578	0.02	0.582	0.1
الاسبوع الخامس	0.551	0	0.570	0.03
الأسبوع السادس	0.503	0.1	0.512	0

وقد يعزى الاختزال الحاصل في قيم الفوسفات بعد المعالجة النباتية في الدراسة الحالية الى قدرة *A. pinnata* لامتصاص وتراكم الفوسفات، إذ يعد هذا النبات من النباتات المائية القوية التجميع للفوسفات strong phosphorus accumulator نتيجة لمعدلات نموها العالية، إذ يعد من العوامل الهامة جدا في اجهزة انتقال الطاقة في الخلية، وكذلك قدرة النبات لتثبيت النتروجين (Temmink *et al*., 2018)، إذ تصل انواع نبات Azolla الى اعلى مستويات النمو عند وجود تراكيز عالية من الفوسفات والنتروجين (Lumpkin and Plucknett, 1980)، ويزيد تراكم الفوسفات داخلAzolla الى زيادة قدراتها لتثبيت النتروجين (Cheng *etal*., 2010) وان زيادة تراكيز الفوسفات في المياه يزيد من نمو من معدلات نمو الطحالب ونقصان قيم الاوكسجين المذاب بتالي حصول الاثراء الغذائي Eutrophication (Shiltonet *al*., 2012; Peeters *et al*., 2016)، وان قدرة نبات *A. pinnata* المستخدم في الدراسة الحالية لاختزال قيم الفوسفات في المياه يجعلها عنصر مهم لاستخدامه في المعالجة النباتية للمياه الملوثة والتقليل من الاثراء الغذائي.

جدول(4) قيم النتريت لمياه الصرف الزراعي للمواقع المدروسة (ملغرام/لتر)

انواع المياه الزمن	ماء صرف زراعي(1)	ماء صرف زراعي(1) مزروع	ماء صرف زراعي(2)	ماء صرف زراعي(2) مزروع
الأسبوع الاول	0.216	0.201	0.232	0.213
الأسبوع الثاني	0.215	0.195	0.213	0.195
الأسبوع الثالث	0.171	0.154	0.197	0.172
الأسبوع الرابع	0.163	0.154	0.172	0.169
الأسبوع الخامس	0.291	0.269	0.315	0.311
الاسبوع السادس	0.172	0.164	0.170	0.161

تأثير المعالجة الحيوية لنبات *Azolla pinnata* في قيم النتريت في عينات الدراسة: اظهرت نتائج الدراسة الحالية انخفاض في تراكيز النتريت في المياه المعالجة للنموذجين من المياه مقارنة بتراكيزه قبل المعالجة، إذ بلغت (0.201، 0.195، 0.154، 0.154، 0.269 و0.164) ملغم/لتر لمياه الصرف الزراعي 1 بعد المعالجة وللاسابيع الست وعلى التوالي مقارنة بـ (0.216، 0.215، 0.171، 0.163، 0.291 و0.172) ملغم/لتر للاسابيع الست وعلى التوالي لنفس العينة وقبل المعالجة. كما هو موضح في الجدول(4). وبلغ تراكيز النتريت في مياه الصرف الزراعي 2 بعد المعالجة النباتية وللاسابيع الست من المعالجة وعلى التوالي (0.213، 0.195، 0.172، 0.169، 0.311 و0.161) ملغم/لتر وعلى التوالي مقارنة بـ (0.232، 0.213، 0.197، 0.172، 0.315 و0.170) ملغم/لتر قبل المعالجة وللاسابيع الست من المعالجة وعلى التوالي.

تتسبب المخلفات النتروجينية المقذوفة في الاجسام المائية الى تلوثها وتسبب في ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication بوجود مركبات الفوسفور بسبب تعزيز نمو الطحالب والنباتات المائية (Najera *et al*., 2015).اذانخفضت تراكيز النتريت في الدراسة الحالية في عينات المياه المدروسة بعد المعالجة النباتية وكانت النتائج موافقة لنتائج الدراسات السابقة (Akinbile *et al*., 2018; Adabembe *et al*., 2022).

بينت دراسة(Redzaniell Afiq, (2022 بأن الشكل الامونيوم للنتروجين NH3-N انخفضت بشكل واضح في مياه الصرف المعالج بـ *Azolla* وهذا يدعم نتائج الدراسة الحالية، إذ ان الشكل النتروجيني الاكثر وفرة في مياه هو الشكل الامونيوم و يتحول بفعل البكتريا المثبتة للنتروجين Nitrifying bacteria الى شكل النتريت (Marimon *et al*., 2013).

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2023 ، 11 (3) : 123 – 130 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

يعد شكل الامونيوم للنتروجين هو الشكل الاكثر وفرة في مياه الصرف و تزال عندما تكون كميات الاوكسجين المذابة كافية لدعم عملية النترجة والتثبيت بوساطة الكتلة الحيوية للنبات (Cronk, 1996)، وتعتمد عمليات ازالة مركبات النتروجين في انظمة معالجة المياه على كمية امتصاص النتروجين من قبل النباتات المائية والكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بها، وتطاير الامونيا، الترسيب، النترجة وعملية ازالة النتروجين (Korner *et al.*, 2003; Marimon *et al.*, 2013)، ومع ذلك فأن ازالة النتريت خلال عمليات النترجة وازالة النتروجين طويلة الامد تعتمد على توافر الكاربون العضوي (Lin *et al.*, 2002).

تأثير المعالجة الحيوية لنبات *Azolla pinnata* في قيم الاوكسجين المذاب DO في عينات الدراسة: اظهرت الدراسة الحالية ارتفاع تراكيز الاوكسجين المذاب في عينات المياه قيد الدراسة قبل المعالجة في الاسبوعين الخامس والسادس وبلغت (10) ملغم/لتر للفترتين الزمنيتين لمياه الصرف الزراعي 1 وانخفضت هذه النسبة لتصبح (4.1 و8.5) ملغم/لتر وعلى التوالي للفترتين الزمنيتين ولنفس العينة بعد المعالجة بـ *A. pinnata* وكانت تراكيز DO (11.3 و9.1) ملغم/لتر وعلى التوالي للفترتين الزمنيتين قبل المعالجة لمياه الصرف الزراعي 2 وانخفضت لتصبح (5 و7.5) ملغم/لتر بعد المعالجة.

من ملاحظة نتائج الجدول (5) نلاحظ ارتفاع في تراكيز الاوكسجين المذاب في جميع توقيتات الدراسة عدا الاسبوع الثاني من المعالجة الحيوية وهذا يتوافق مع ما ذكرته الدراسة (Devi *et al.*, 2014) والدراسة (Adabembe *et al.*, 2022) اللتان بينت حصول ارتفاع واضح في تراكيز DO بعد معالجة المياه الملوثة بـ *A. pinnata*. ويمكن ايعاز الزيادة هذه الى فعالية البناء الضوئي للنبات، إذ يحصل استهلاك لثاني اوكسيد الكاربون واطلاق الاوكسجين. وكذلك هذه النتيجة مع دراسة (Rezooqi *et al.*, 2021) في العراق.

الجدول (5) يبين ان تراكيز DO انخفضت بشكل كبير في عينات المياه المعالجة بـ A.P في الاسبوع الثاني وقد يعزى السبب في ذلك الى تزايد الكتلة الحيوية للنبات وانخفاض مستويات التمثيل الضوئي، وهذا يوافق مع ما جاء في دراسة (Wang *et al.*, 2019) الذي استنتجت بأن زيادة الكتلة الحية او الميتة للـ Azolla يودي الى انخفاض في تراكز الاوكجسين المذاب. ويعتقد ان Azolla يعمل كحاجز لتقليل أو منع الأوكسجين الذي يذهب إلى الماء ، وفي النهاية حصول حالة اللاهوائية في طبقة المياه العلوية، وان زيادة تغطية الأزولا يمكن أن تقلل من نفاذية الضوء وتوقف أخيرا التمثيل الضوئي (Wang *et al.*, 2019).

جدول(5) قيم الأوكسجين المذاب (DO)لمياه الصرف الزراعي للمواقع المدروسة (ملغرام/لتر)

انواع المياه / الزمن	ماء صرف زراعي(1)	ماء صرف زراعي(1) مزروع	ماء صرف زراعي(2)	ماء صرف زراعي(2) مزروع
الأسبوع الاول	3.5	10	4	11.2
الأسبوع الثاني	5.2	2.4	5.9	1.3
الأسبوع الثالث	1.3	8.4	1.5	8.5
الأسبوع الرابع	5.8	10.6	6.8	9
الأسبوع الخامس	10.5	11.1	11.3	11.5
الأسبوع السادس	10.5	12	9.1	11.04

الاستنتاجات

1-نبات الأزولا له دور مهم في المعالجة الحيوية للمياه.

2-انخفضت قيم EC ومستوى العكارة عند استخدام الازولا في معالجة مياه الصرف الزراعي ويدل ذلك على فعاليتها في تخفيف مستوى الملوحة في الماء.

المصادر

Adabembe, B.A., Fasinmirin, J.T., Olanrewaju, O.O., Dada, A.A., and Faloye, O.T. (2022). Phytoremediation of aquaculture wastewater using Azolla pinnata and evaluation of its suitability for irrigation purpose. Sustainable Water Resources Management, 8(5): 166.

Akinbile, C.O., Ikuomola, B. T., and Ralphael, O.D. (2019). Development and performance evaluation of low-cost wastewater treatment plant. Sustainable Water Resources Management, 5, 1217-1226.

Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

Akinbile, C.O., Ogunrinde, T. A., Che bt Man, H., and Aziz, H. A. (2016). Phytoremediation of domestic wastewaters in free water surface constructed wetlands using Azolla pinnata. International journal of phytoremediation, 18(1), 54-61.

Al-Ganem, M.S. (2022). Water and Ceratophyllum demersum analyses in Al- Jubail . saudi arabic: TheArabian Aquaculture Society.

American Public Health Association.(2019). Standard method for the examination of water and waste watert .Washington DC, USA.

APHA_(American public Health Association)._(2003). Standard mathod for the examination of water and wastewater 20th - ed. American Public Health Association. Washington. Cunningham, W.P; Cunningham.

Aziz, H. A., Yii, Y. C., Syed Zainal, S., Ramli, S., and Akinbile, C. (2018). Effects of using Tamarindus indica seeds as a natural coagulant aid in landfill leachate treatment. Global NEST Journal, 20(2), 373-380.

Cheng, W., Sakai, H., Matsushima, M., Yagi, K., and Hasegawa, T. (2010). Response of the floating aquatic fern Azolla filiculoides to elevated CO 2, temperature, and phosphorus levels. Hydrobiologia, 656, 5-14.

Cronk, J. K. (1996). Constructed wetlands to treat wastewater from dairy and swine operations: a review. Agriculture, ecosystems & environment, 58(2-3), 97-114.

Devi, M. K., Singh, W. N., Singh, W. R., Singh, H. B., and Singh, N. M. (2014). Determination of the ability of Azolla as an agent of bioremediation. Eur. J. Exp. Biol, 4(4), 52-56.

Kumar, Samanta and Singh, R,. M. (2019). Azolla as a green manure for sustainable agriculture:. a review. Journal of Crop Improvement, 33(1), 1-720.

Lin, Y. F., Jing, S. R., Wang, T. W., and Lee, D. Y. (2002). Effects of macrophytes and external carbon sources on nitrate removal from groundwater in constructed wetlands. Environmental pollution, 119(3), 413-420.

Lumpkin, T. A., and Plucknett, D. L. (1980). Azolla: botany, physiology, and use as a green manure. Economic botany, 34, 111-153.

Marimon, Z. A., Xuan, Z., and Chang, N. B. (2013). System dynamics modeling with sensitivity analysis for floating treatment wetlands in a stormwater wet pond. Ecological modelling, 267, 66-79.

Muhammad, Ismail .(2021). Assessment of phytoextraction efficiency of naturally grown plant species atthe former tin mining catchment .Germany: Fresenius Environmental Bulletin.

Redzaniell Afiq, M. R. (2022). Phytoremediation of domestic wastewater by azolla in a constructed wetland/Redzaniell Afiq Mohd Rosdi (Doctoral dissertation, University Malaya).

Rezooqi, A. M., Mouhamad, R. S., and Jasim, K. A. (2021, March). The potential of Azolla filiculoides for in vitro phytoremediation of wastewater. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1853, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.

Shilton, A. N., Powell, N., and Guieysse, B. (2012). Plant based phosphorus recovery from wastewater via algae and macrophytes. Current opinion in biotechnology, 23(6), 884-889.

Temmink, R. J., Harpenslager, S. F., Smolders, A. J., van Dijk, G., Peters, R. C., Lamers, L. P., and van Kempen, M. M. (2018). Azolla along a phosphorus gradient: biphasic growth response linked to diazotroph traits and phosphorus-induced iron chlorosis. Scientific reports, 8(1): 1-8.

Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

Ugya, A. Y., Imam, T. S., and Hassan, A. S. (2017). Phytoremediation of textile waste water using Azolla pinnata; a case study. World Journal of Pharmaceutical Research, 6(2),50-55.

Wang, H., Wang, F., Wang, C., and Han, Y. (2019). Effects of floating Azolla on phosphorus fluxes and recovery from former agricultural lands in wetland microcosms. Soil Science and Plant Nutrition, 65(1), 90-99.