تقنية خفض العناصر المغذية الذائبة في مياه فضلات صناعة الألبان باستعمال نبات عدس الماء واستثمار كتلته الحية غذاءاً للأسماك

نضال تحسين طه الطائي
جامعة الموصل/ كلية الزراعة والغابات/ قسم علوم الثروة الحيوانية

الخلاصة

أجريت التجربة في حقل مثالي غير تام التحكيم بهدف تقييم نبات عدس الماء *Lemna* ssp. في قابليته على إزالة العناصر المغذية الذائبة (الأمونيا والنتريت والنترات والفسفور) من مياه فضلات معمل ألبان لمدة عشرة أيام، بينت نتائج تنمية نبات عدس الماء بوزن طري ٥ غم/لتر ومعاملة أخرى غير حاوية على النبات (للمقارنة) لمياه فضلات معمل ألبان انخفاضا تدريجيا لتركيز المغذيات النباتية ابتداء من اليوم الأول للتجربة باستثناء الأمونيا ولحد اليوم الخامس لكلا المعاملتين، وكانت نسبة الإزالة الكلية للعناصر من المياه مع النبات وبدونه في اليوم العاشر كالآتي: للأمونيا ٧٢,٧٣، ٢٧,٢٧% والنتريت ٩٧,٨٧، ٧٤,٤٠% والنترات، ٨٣,٤٠، ٧٩,٤٠%، على التوالي ، كما لوحظ تفوق المعاملة مع النبات على المعاملة بدون النبات، فيما كانت نسبة ازالة الفسفور في اليوم الثامن هي ٤٣,٨١ و٤٨,٦٦% على التوالي، ارتفعت نسبة البروتين الخام والرطوبة في نبات عدس الماء المنمى على مياه فضلات معمل ألبان بعد المعاملة عن ما كان من نسبهم في النبات قبل المعاملة، إذ بلغت ٣٩,٧٢، ٧,٦٦% على التوالي، ادخل نبات عدس الماء المنمى على مياه فضلات معمل ألبان في مكونات عليقة الأسماك ولوحظ انه يعمل على زيادة نسبة مكونات البروتين والرماد والمستخلص الخالي من النتروجين، إذ بلغت نسبهم في نبات عدس الماء ٤٠,٠٢ و٢٢,٥١ و٢٧,٠٢% على التوالي وعلى تقليل نسب الرطوبة والدهن والألياف وبلغت نسبهم في عدس الماء ٦,٦٩، ٠,٣٧، ٣,٣٩% على التوالي.

المقدمة

ساهمت مصادر التلوث العديدة إلى تخريب الأنظمة البيئية من خلال فقدان التوازن بين عناصرها المختلفة بحيث وصل الإنسان إلى حالة تزداد فيه قدرته على تغيير بيئته وتخريبها أسرع من إدراكه لمدى التهديد الذي يسببه إليها، بفعل أنشطته المختلفة كالصناعية والزراعية وأنشطة أخرى، إذ تساهم وبشكل مؤثر العديد من المعادن والمواد العضوية المطروحة إلى البيئة على نوعية المياه والأنظمة الإحيائية الموجودة فيها (مولود وآخرون، ١٩٩١ وYakovlev وSerobaba، ١٩٩٤)، تركز انتباه الباحثين في العقدين الأخيرين من القرن الماضي إلى آليات حيوية لمعالجة المياه من الملوثات بحيث تجعلها صالحة ومتوافرة لإعادة الاستعمال مرة ثانية لأجل تحقيق مكسبين أولهما خفض التلوث وإيجاد مياه تفيد بما تحمله من مغذيات للنبات لأغراض الري وثانيهما تستعمل لأغراض ثانوية يحتاجها الإنسان خلال فعالياته اليومية كغسل أرضيات الحقول الحيوانية مثلاً (الخير، ٢٠٠١)، يعد نبات عدس الماء اسمه الإنكليزي "Duckweed" والاسم العلمي "Lemna ssp،" من احد أهم التقانات الحيوية في معالجة المياه ويدخل ضمن آلية الأنظمة المتكاملة التي تهدف إلى تقليل أو منع خسارة المواد المغذية (العناصر المغذية الذائبة) إذ يستفاد منها النبات في بناء كتلة حيه تستغل في التغذية وتسهم في تشجيع التنمية المستدامة والحفاظ على نظافة البيئة (Gijzen، ٢٠٠١)، يعد نبات عدس الماء من المصادر البروتينية رخيصة الثمن، إذ تصل نسبة البروتين في المادة الجافة منه إلى ٣٧-٤٥% وهو غني بالأحماض الأمينية الأساسية كاللايسين والمثيونيين (Anonymous، ١٩٧٦) التي تكون منخفضة في النباتات النجيلية والبقوليه والنباتات الأرضية بشكل عام، ويحتوي على نسبة ٢٩-٤٥% من المستخلص الخالي من النتروجين، فضلا عن غناه بالأملاح المعدنية التي تصل نسبتها إلى ١٢-١٧% (Leng وآخرون ، ١٩٩٥)، يتم استخدام نبات عدس الماء الطازج والمجفف في تغذية الأسماك في حالة الإنتاج المكثف (Gaiger وآخرون، ١٩٨٤)، بفعل تمثيله الغذائي الجيد الذي يؤمن نمو كفوء لأسماك الكارب والبلطي (Fasakin وآخرون ، ١٩٩٩ وFasakin وآخرون ،٢٠٠١ وBairagi وآخرون، ٢٠٠٢)، وقد تمكن Hamid وآخرون، (١٩٩٣) من

تاريخ تسليم البحث ٢٠١١/٥/٨ وقبوله ١٢ / ٩ /٢٠١١

استبدال ٥٠ % من مكونات العليقه التقليدية المستخدمة في تغذية أسماك الكارب بعدس الماء، ويوفر مدخرا للمنتج قد تصل قيمته إلى 48 %، عندما يحل بالكامل بديلا عن المصادر البروتينية التجارية (Men وآخرون، ٢٠٠١). هدف الدراسة هو معرفة قدرة نبات عدس الماء في إزالة الملوثات من مياه فضلات معمل ألبان والاستفادة من كتلته الحية كمصدر بروتيني في عليقه الأسماك.

مواد البحث وطرائقه

تم استزراع نبات عدس الماء بوزن ٥ غم/لتر وأخرى بدون النبات (للمقارنة) في معالجة مياه فضلات معمل ألبان، جمعت نماذج مياه فضلات الألبان من حوض تجميع مياه الفضلات للمعمل، ونقلت إلى موقع إجراء التجربة بوساطة عبوات بلاستيكية سعة ٢٠ لتر لها غطاء محكم بعد أن تم أجراء مجانسة لعبوات مياه فضلات الألبان من موقع جمع العينات، ثم وزعت هذه المياه في عبوات بلاستيكية سعة عشرة ألتار وبواقع ثلاث مكررات لكل معاملة، خلطت المياه تحت النبات بوساطة مضخة مياه التي تستخدم في مبردات الهواء وكانت تعمل بطريقة لا تؤثر على نموه من خلال استخدام أنابيب بلاستيكية لغرض توزيع المياه (الشكل ١ و٢) مع الأخذ بنظر الاعتبار تغطية محور المضخة الدوار بشريط بلاستيكي لعزل المحور المعدني عن المياه كي لا يؤثر بذلك في تقدير العناصر قيد الدراسة كما تم إحاطة محل المحور المحاط بالقاعدة البلاستيكية بشبكة ليحمي النبات من الانتقال خلال المحور الدوار للمضخة (الشكل ٢ و٣)، في تجربة استغرقت عشرة أيام.

قياس درجة الأس الهيدروجيني (pH) والحرارة موقعياً لمياه الاستزراع: تم قياس درجة الأس الهيدروجيني (pH) للمياه المستزرع فيها النبات بوساطة جهاز حقلي نوع (SENSOR No, 7740)، ومعدل درجة حرارة المياه بأستخدم محرراً زئبقياً بواقع ثلاث قراءات لمواقع مختلفة من المسطح المائي، وتسجل القراءة عند ثبوتها.

جمع نماذج المياه: أخذت المياه من المعاملات بشكل عشوائي لثلاث مواقع من تحت نبات عدس الماء، بعد إن يتم عملية تجنيس العبوة البلاستيكية قبل ملئها بالمياه عدة مرات ثم يحكم غلق العبوة وتنقل مباشرة إلى المختبر لتقدير تركيز العناصر المغذية.

طريقة حفظ نماذج الماء: تم ترشيح المياه باستخدام مضخة سحب الهواء من خلال ورق ترشيح حجم الثقوب فيها ٠,٤٢ مايكروميتر (Whatman No. 42) لغرض الحصول على العناصر الذائبة في المياه المتمثلة بالأمونيا والنتريت والنترات والفسفور، أخذ حجم ١٠٠ مل من المياه المرشحة ووضعت في عبوة بلاستيكية وحفظت في الظلام عند درجة حرارة - ٢٠ °م، لحين تقدير تركيز المغذيات النباتية (Plant nutrients).

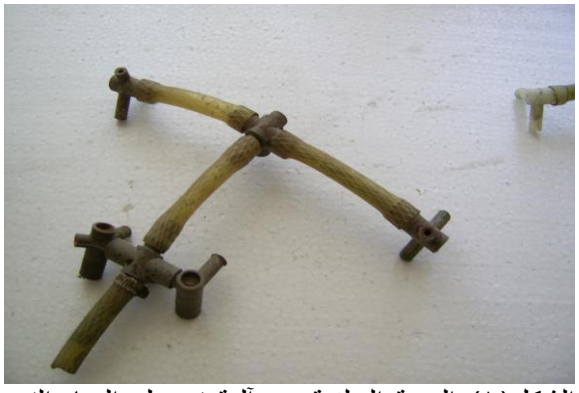
التحليلات الكيميائية للمياه: تم تقدير تركيز الأمونيا في المياه اعتمادا على الطريقة الموضحة من قبل Owen (١٩٧٩) المعتمدة على الطريقة اللونية، ومن ثم تقدير تركيز النترات والنتريت والفسفور اعتماداً على الطرائق القياسية المعتمدة من قبل منظمة الصحة الأمريكية (Anonymous، ١٩٨٩)، وبشكل يومي خلال أيام التجربة.

تقدير نسبة الإزالة اليومية للمغذيات النباتية من المياه اعتمادا على المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الإزالة اليومية} = \frac{\text{س} - \text{ص}}{\text{س}} \times ١٠٠$$

إذ تمثل س = تركيز المادة في بداية التجربة. وص = تركيز المادة بعد مدة زمنية.

حفظ نماذج النبات والفحوصات الكيميائية للنبات: تم حفظ عينات عدس الماء في المختبر عن طريق جمع النبات الموجود في عبوات الاستزراع ووضع في مصفى ويغسل بالماء المقطر لعدة مرات لحين التأكد من عدم وجود مواد عالقة عليه (الشكل ٤)، بعدها جفف في غرفة جيدة التهوية (Lawson وآخرون، ١٩٧٤)، وفرش طبقة رقيقة من عدس الماء على طبقة من الألياف المصنوعة من البولي اثيلين (أكياس تعبئة الرز) وهي مسامية تسمح للهواء بالنفوذ من خلالها (الشكل، ٥)، بعد الانتهاء من عملية التجفيف يتم جمع وحفظ النبات في عبوات بلاستيكية في المختبر لحين إجراء تقدير لعناصره الغذائية والتي شملت (البروتين الخام ومستخلص الايثر والرماد والرطوبة والألياف الخام) اعتمادا على الطرائق القياسية المعتمدة من قبل (Anonymous، ١٩٨٠) والمستخلص الخالي من النتروجين اعتمادا على Wee وShu، (١٩٨٩).



الشكل(١) الجهة الخلفية من آلية تحريك المياه التي ترتبط بمضخة الماء لتحريك المياه تحت نبات عدس الماء من دون أن تظهر حركة المياه.

الشكل(٢) آلية تحريك المياه مع المضخة ويظهر المشبك حول المحور الدوار للمضخة لحماية النبات من الانتقال خلاله ولتجنب تأثير ذلك على التجربة.

الشكل (٣) المنظومة متكاملة ومرتبطة بمنظم للوقت يعمل ويتوقف بشكل متناوب لمدة نصف ساعة.

الشكل (٤) عملية نقل نبات عدس الماء لغرض غسله ثم التجفيف.

الشكل (٥): طريقة تجفيف نبات عدس الماء.

تقدير مكونات العناصر الغذائية في العلائق المصنعة: أجري تقدير مكونات العناصر الغذائية (البروتين الخام ومستخلص الايثر والرماد والرطوبة والألياف الخام والمستخلص الخالي من النتروجين) اعتمادا على الطرائق القياسية المعتمدة من قبل (Anonymous، ١٩٨٠) والمستخلص الخالي من النتروجين اعتمادا على Wee وShu، (١٩٨٩)، الموجودة في المادة الجافة لنبات عدس الماء ومكونات عليقه الأسماك المصنعة بعد أن جرشت المواد العلفية وطحنت وخلطت وقسمت إلى ثلاث علائق وهي عليقه المقارنة أعدت اعتمادا على المواصفة العراقية ذات الرقم (١٦١٥) لسنة (١٩٩٠) والعليقتان الباقيتان تم إحلال نبات عدس الماء النامي على مياه فضلات معمل الألبان كمصدر بروتيني، ادخل عدس الماء بنسبتين مئويتين هما ٥% و١٠% وحسب النسب المحسوبة للمواد العلفية المذكورة في الجدول رقم (١) مع مراعاة تجانس مكونات العليقه بشكل جيد،

وأضيف الماء للحصول على عجينة ناشفة ومتماسكة، بعدها أدخلت إلى ماكنة فرم اللحم لتخرج على شكل خيوط، قطعت إلى قطع صغيرة ثم فرشت لتجف، ثم وضعت كل عليقه في كيس من البولي أثيلين وأعطيت علامة لكل عليقه، وحفظت الأكياس في الثلاجة إلى حين استخدامها لإجراء الفحوصات اللازمة.

الجدول (١) المكونات العلفية والتحليل الكيميائي (%) لعلائق الدراسة المحسوبة على أساس المادة الجافة.

مكونات العلائق التجريبية	المعاملات التجريبية		
	١	٢	٣
	%٠ المقارنة	%٥ عدس ماء منمى في مياه فضلات معمل الألبان	%١٠ عدس ماء منمى في مياه فضلات معمل الألبان
عدس الماء	-	٥	١٠
كسبة فول الصويا	٣٥	٣١	٢٨
ذرة صفراء	١٠	١٠	١٠
شعير	٦	٥	٥
نخالة حنطة	٧	٧	٥
مركز بروتين حيواني	٤٠	٤٠	٤٠
ملح طعام	٠,٥	٠,٥	٠,٥
فيتامينات وأملاح معدنية	١	١	١
مادة رابطة (زيت دوار الشمس)	٠,٥	٠,٥	٠,٥
نسب التركيب الكيميائي للعناصر الغذائية للعلائق المحسوب نظريا على أساس المادة الجافة %			
بروتين خام[١]	٣٤,١٢	٣٤,٠١	٣٤,١٦
مستخلص الأيثر	١١,١٢	١٠,٤٣	٩,٨٨
ألياف خام	٤,٨٨	٤,٩٩	٥,٠٦
الرماد	٤,٨٤	٥,٧١	٦,٥٢
المستخلص الخالي من النتروجين	٣٨,٣٩	٣٨,١١	٣٧,٦٧
الرطوبة	٧,١٧	٦,٧٥	٦,٨٤

[١] تشير المواصفة القياسية العراقية ذات الرقم (١٦١٥) لسنة (١٩٩٠) متطلبات أعلاف أسماك الكارب بما يخص البروتين الخام % بالكتلة (كحد أدنى) للأسماك التي بعمر من ٣-١٢ شهر هو (٣٨%) وللأسماك التي بعمر سنه هو (٣٠%)، وبما أن أسماك التربية التي تعتمد في التجارب المختبرية بين ثلاثة أشهر وعمر أكثر من سنه، فقد تم أخذ معدل نسبة البروتين بينهما هو (٣٤%) الذي على أساسه اعتمدت نسبة البروتين في تكوين العلائق في دراستنا.

التحليل الإحصائي: حللت النتائج إحصائيا باعتماد التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) واختبار قيمة T لغرض المقارنة بين قيمتين لصفة واحدة باستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز (Anonymous، ١٩٩٨) واختبرت الفروق المعنوية بين متوسطات الصفات المدروسة وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى معنوية ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) (Duncan، ١٩٥٥).

النتائج والمناقشة

اختبار كفاءة نبات عدس الماء في خفض تركيز العناصر المغذية في مياه فضلات معمل الألبان: أظهرت نتائج تنمية نبات عدس الماء *Lemna* spp، بوزن طري ٥ غم/لتر باستخدام مياه فضلات معمل الألبان ومعاملة المياه بدون استزراع النبات فيها انخفاضا في تركيز المغذيات النباتية (الأمونيا والنتريت والنترات والفسفور) خلال مدة التجربة البالغة عشرة أيام، وأظهرت النتائج إلى وجود فروق معنوية في خفض تركيز الأمونيا عند مستوى احتمالية ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) خلال أيام التجربة (الجدول،٢).

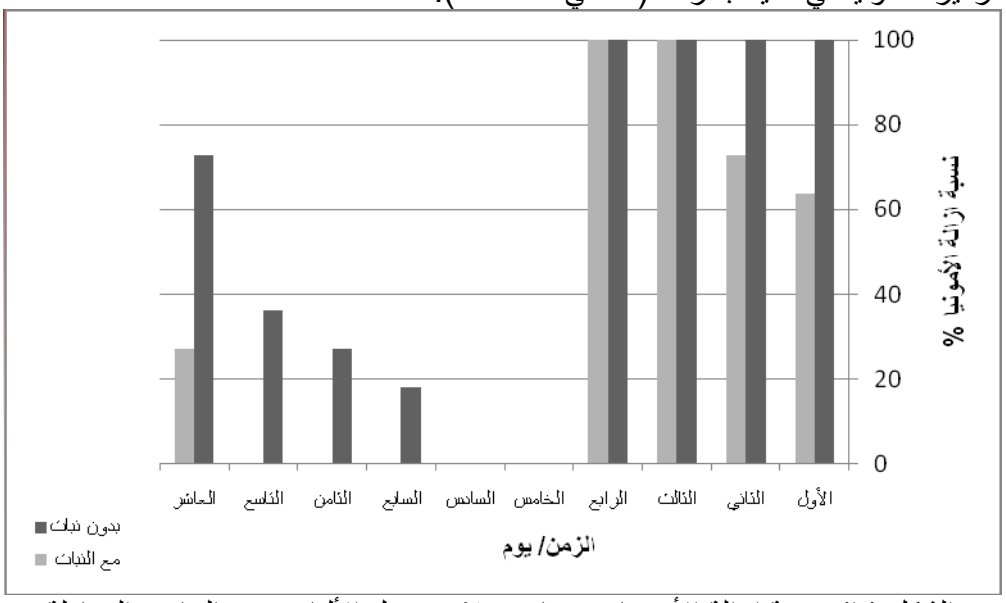
الجدول (٢): تركيز الأمونيا (ملغم/لتر) المتبقي في مياه فضلات معمل الألبان الخالي من النبات والمنمى فيه نبات عدس الماء .*Lemna* spp بوزن طري (٥ غم/لتر) لمدة عشرة أيام عند أس هيدروجيني ٧,٣ ودرجة حرارة ١٤°م (المتوسط ±الانحراف القياسي).

الأيام	مياه مخلفات معمل الألبان المستخدمة	
	بدون نبات	مع النبات
قبل المعاملة	و ه ز ٠,٠٠٧±٠,٠١١	و ه ز ٠,٠٠٧±٠,٠١١
الأول	ز ٠,٠٠٠±٠,٠٠٠	وز ٠,٠٠٣±٠,٠٠٤
الثاني	ز ٠,٠٠٠±٠,٠٠٠	وز ٠,٠٠٢±٠,٠٠٣
الثالث	ز ٠,٠٠٠±٠,٠٠٠	ز ٠,٠٠٠±٠,٠٠٠
الرابع	ز ٠,٠٠٠±٠,٠٠٠	ز ٠,٠٠٠±٠,٠٠٠
الخامس	ه ٠,٠١٣±٠,٠١٨	أ ٠,٠١٠±٠,١٠٥
السادس	و ه ٠,٠٠٤±٠,٠١٤	ب ٠,٠١٣±٠,٠٨٧
السابع	و ه ز ٠,٠٠٢±٠,٠٠٩	د ٠,٠٠٥±٠,٠٢٩
الثامن	و ه ز ٠,٠٠٢±٠,٠٠٨	دج ٠,٠١٢±٠,٠٣٧
التاسع	وز ٠,٠٠٢±٠,٠٠٧	ج ٠,٠٠٤±٠,٠٤٥
العاشر	وز ٠,٠٠١±٠,٠٠٣	و ه ز ٠,٠٠٦±٠,٠٠٨

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية (آ≤٠,٠٥).

لم يلاحظ ظهور للأمونيا بشكل واضح في كلا المعاملتين للفترة من اليوم الأول ولغاية اليوم الرابع بسبب انخفاض قيمة pH الذي تراوحت قيمته بين ٤,٥٩-٧,١٣ وعند معدل درجة الحرارة ١٤ °م، وهذان العاملان يساهمان في خفض سرعة التحلل في المياه، إذ يبدأ ظهور الأمونيا عند ارتفاع قيمة pH للوسط إلى التعادل أو القاعدية، فعند ارتفاع قيمة الأمونيا إلى ٧,٣٢ و٧,٤٦ ملغم/لتر في اليوم الخامس للمعاملتين بدون ومع النبات وفي نهاية التجربة وصلت قيمة الامونيا ٧,٧٨-٨,٠ ملغم/لتر على التوالي، يلاحظ حصول إزالة للأمونيا في معاملة النبات بشكل أبطء من المعاملة بدون النبات وذلك بسبب تغطية النبات لسطح المياه والذي يعمل كحاجز يمنع تطاير الأمونيا إلى الهواء الجوي مسبباً أكسدة الأمونيا إلى النترات والنتريت بفعل الأحياء المجهرية اللاهوائية عندما يكون الأس الهيدروجيني متعادلا وهذه العملية تسير ببطء (Zimmo، ٢٠٠٣). تعد النترات من المركبات النتروجينية المفضلة لنبات عدس الماء في استخدامه كمصدر للنتروجين في الوسط ألحامضي مؤدياً إلى زيادة إنتاج الكتلة الحية من نبات عدس الماء (Evers، ١٩٦٣) ممثلة باليوم الأول للتجربة وحتى اليوم الرابع عندما كانت قيمة pH الوسط بين ٥,٤٤-٧,١٣، بينما في الوسط المتعادل والقاعدي يفضل عدس الماء الأمونيا على النترات في إنتاج كتلته الحية (Porath وPollock، ١٩٨٢)، وهذا ما يلاحظ باليوم الخامس للتجربة عندما أصبحت قيمة pH ٧,٤٦، مرورا ببقية أيام التجربة إذ تأخذ بالارتفاع حتى نهاية التجربة إذ بلغت ٨,٠٨، تبقى المركبات النتروجينية متمثلة بالأمونيا والنتريت والنترات في حالة توازن في المياه من دون حدوث إفراط في تحلل احدها على حساب الأخرى (العمر، ٢٠٠٠)، وهذا النمو في مديات من الأس الهيدروجيني والحرارة المتباينة تمكن نبات عدس الماء في الإفادة من العناصر الغذائية الذائبة في المياه وبأشكالها المختلفة سواء كانت أمونيا أو نترات مما أهل عدس الماء تفوقه في إزالة المغذيات النباتية على بقية الكائنات الحية بفاعليته على مدى واسع من التغيرات البيئية، إذ ينمو عدس الماء في مدى واسع من درجة حرارة المياه والتي تقع بين ٦-٣٣ °م وأن درجة الحرارة المثلى لنموه هي ٢٥-٣١°م (Lqbal، ١٩٩٩)، ويبقى عدس الماء محتفظاً بنشاطه في مدى من pH بين ٥ و٩ وينمو بشكل

أفضل في مدى ٦,٥-٧,٥ (Zimmo وآخرون، ٢٠٠٠)، حصلت أعلى نسبة إزالة للأمونيا في اليوم العاشر للمعاملة بدون النبات إذ بلغت نسبتها ٧٢,٧٣% ولمعاملة النبات بلغت ٢٧,٢٧% (الشكل، ٦)، وهذا ما توصل إليه الطائي (٢٠١٠ ب)، عندما حصلت إزالة للأمونيا بشكل كلي بين اليوم التاسع والعاشر خلال مدة التجربة البالغة عشرة أيام عند أستخدم عدس الماء بوزن طري ١ ملغم /لتر في أربع معاملات استخدم فيها تراكيز مختلفة من مياه الصرف الصحي لمدينة بغداد، بينما بلغت نسبة إزالة الأمونيا ١٠٠% من مياه الصرف الصحي لمدينة بغداد في اليوم الخامس للمعاملة النبات بوزن ١٠غم/لتر والتي كانت أسرع من المعاملتين بدون النبات ومع النبات بوزن ٥ غم/لتر التي كانت في اليوم الثامن خلال فترة التجربة البالغة عشرة أيام وذلك بسبب زيادة كمية النبات مما يؤدي إلى زيادة حاجة النبات إلى الامونيا فيزداد استهلاكه لها وبالتالي يقل تركيز الامونيا في المياه بسرعة (الطائي، ٢٠١٠ أ).



الشكل (٦): نسبة إزالة الأمونيا في مياه فضلات معمل الألبان بدون النبات والمعاملة بوزن ٥ غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp.

إن تركيز الامونيا المسجلة في مياه فضلات معمل الألبان كانت ضمن الحدود المسموح بها كما جاء في التشريعات البيئية العراقية التي أكدت على الالتزام بالمحددات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية المطلوبة في المياه التي لا يجوز تجاوزها عند طرح أي نوع من مياه الفضلات إلى المصدر المائي "يقصد بالمصدر المائي" هو الأنهار وروافدها وتفرعاتها، الجداول والترع والقنوات (مجهول، ١٩٩٨)، فيما يؤدي طرح هذه المياه إلى المسطحات المائية الراكدة إلى انطلاق روائح كريهة والناتجة من تحلل المواد العضوية التي تسببها الأمونيا مؤديا إلى تكوين مصدر للتلوث لنسبها العالية مما يقودنا إلى الاعتقاد إن استغلال هذا النوع من المياه في تنمية عدس الماء الذي يعمل في تدني الروائح المنبعثة من المسطح المائي ويسهم في إعادة استعمال المياه لإغراض الري بدلا من أن يتم رميها إلى مصادر المياه التقليدية (Anonymous ، ١٩٩٩)، فضلا عن استثمار ألكتله الحية من نبات عدس الماء في تغذية الحيوانات المزرعية أو كسماد خضري (Skillicorn وآخرون، ١٩٩٣). أنخفض تركيز النتريت في مياه فضلات معمل الألبان بشكل تدريجي في معاملة النبات بوزن طري ٥ غم/لتر(الجدول، ٣)، بينما لوحظ ارتفاع نسبة الإزالة للنتريت منذ اليوم الأول للتجربة في المعاملة بدون النبات وبلغت ١٣,٦٣%، في حين بلغت نسبة إزالة النتريت ١٠,٦٩% مع معاملة النبات (الشكل، ٧).

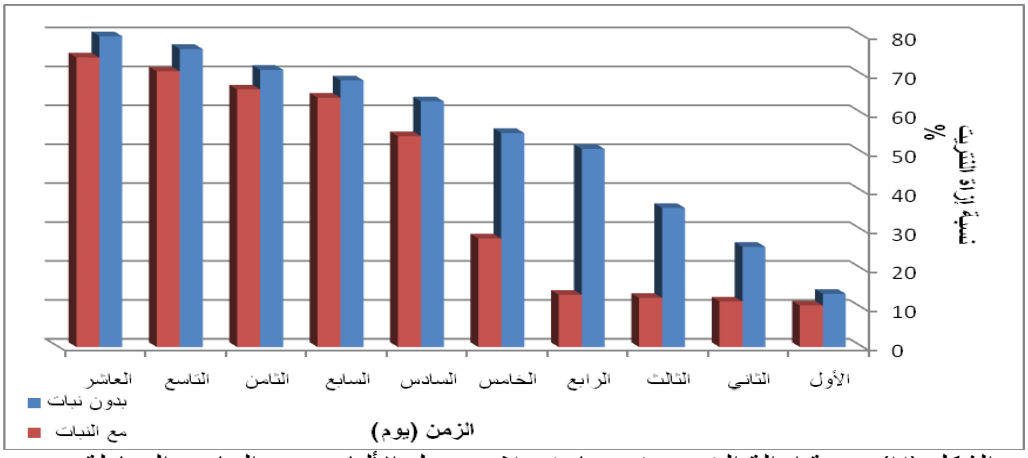
الجدول (٣): تركيز النتريت (ملغم/لتر) المتبقي في مياه فضلات معمل الألبان الخالي من النبات والمنمى فيه نبات عدس الماء *Lemna* spp. بوزن طري (٥ غم/لتر) لمدة عشرة أيام عند أس هيدروجيني ٧,٣ ودرجة حرارة ١٤ °م (المتوسط ± الانحراف القياسي).

الأيام	مياه مخلفات معمل الألبان المستخدمة	
	بدون نبات	مع النبات

قبل المعاملة	أ ٠,٣٦±٣٧,٢٦	أ ٠,٣٦±٣٧,٢٦
الأول	ب ١,٥٦±٣٢,١٧	ب ٠,٢٦±٣٣,٢٨
الثاني	ج ٢,٣٤±٢٧,٦٧	ب ٠,١٠±٣٢,٩١
الثالث	د ٠,٦٦±٢٣,٩٥	ب ٠,٠٤±٣٢,٥٥
الرابع	هـ ٠,٤١±١٨,٣٠	ب ٠,٠١±٣٢,٢٦
الخامس	هـ ٠,٧٤±١٦,٧٧	ج ٠,٧٩±٢٦,٨٧
السادس	و ٠,٨٥±١٣,٧٤	هـ ٠,٧٩±١٧,٠٧
السابع	زو ٢,٣٢±١١,٧٣	و ٠,٨١±١٣,٣٩
الثامن	زح ٠,٢٩±١٠,٧٢	زو ٠,٥٦±١٢,٦٠
التاسع	ط ي ٢,٦١±٨,٧٢	زح ٠,٥٢±١٠,٨٧
العاشر	ي ٢,٠٩±٧,٥٠	ط ح ٠,٢٨±٩,٥٤

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية (آ≤٠,٠٥).

لوحظ نسبة إزالة النتريت للمعاملة بدون النبات كانت اكبر من معاملة النبات وحصل أعلى نسبة إزالة للنتريت في اليوم العاشر لكلا المعاملتين إذ بلغت ٩٧,٨٧ و٧٤,٤٠% على التوالي، وتوصل الطائي، (٢٠١٠ أ) إلى أن نسبة إزالة النتريت من مياه الصرف الصحي لمدينة بغداد كانت ٩٨,٥٧% و٩١,٤٤% و٩٢,٧٢% عند استخدام نبات عدس الماء بوزن ٥ و١٠ غم/لتر وبدون النبات على التوالي لمدة عشرة أيام، وفي تجربة أخرى للطائي، (٢٠١٠ ب) تم تسجيل أعلى نسبة إزالة للنتريت بمقدار ٩٥,٥٢% في اليوم العاشر من التجربة عند استزراع نبات عدس الماء بوزن طري ١ غم/لتر في مياه الصرف الصحي لمدينة بغداد. يعد النتريت كحالة وسطيه بين الأمونيا والنترات وارتفاع تركيزه في مياه فضلات الألبان يوضح بداية تحلل المواد العضوية وحصول عمليات الأكسدة والاختزال وتحوله إلى النترات أو الأمونيا، يحصل انخفاض في تركيز النتريت عندما تبدأ العمليات الحيوية في استهلاك الأمونيا أو النترات، ويعتمد بذلك على تركيز المواد العضوية ودرجة الحرارة وpH وحالة اكتمال الوسط من الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل على تحويل مركبات النتروجين وحسب اختلاف تركيز تلك المركبات في الوسط وبشكل منظم ومتسلسل بحيث تحول أشكال المركبات النتروجينيه من حالة إلى حالة نتيجة تحلل المواد العضوية ومحاولة جعل الوسط متوازن بتلك المركبات كما هو الحال عليه بدورة النتروجين في الطبيعة (Metcaff وEddy، ١٩٩١).



الشكل (٧): نسبة إزالة النتريت في مياه فضلات معمل الألبان بدون النبات والمعاملة بوزن ٥ غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp.

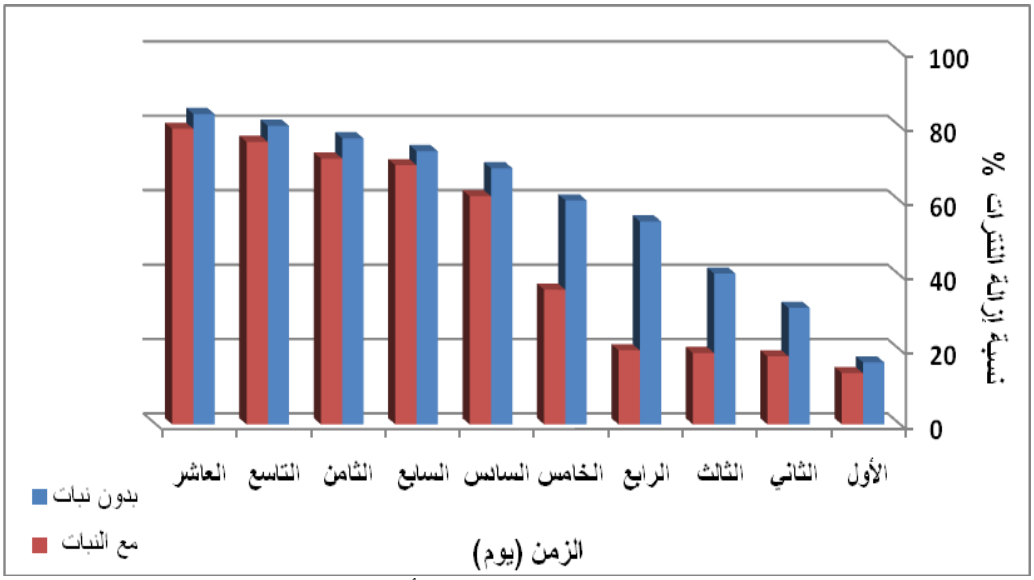
الجدول (٤): تركيز النترات (ملغم/لتر) المتبقي في مياه فضلات معمل الألبان الخالي من النبات والمنمى فيه نبات عدس الماء *Lemna* spp. بوزن طري (٥ غم/لتر) لمدة عشرة أيام عند أس هيدروجيني٧,٣ ودرجة حرارة ١٤ °م (المتوسط ± الانحراف القياسي).

الأيام	مياه مخلفات معمل الألبان المستخدمة	
	بدون نبات	مع النبات
قبل المعاملة	أ ١,٢٨±٩٢,٦٣	أ ١,٢٨±٩٢,٦٣
الأول	ج ب ٣,٧٤±٧٧,٢١	ب ٠,٦٢±٧٩,٨٧
الثاني	د ٥,٣٩±٦٣,٦٤	ج ب ٠,٢٣±٧٥,٧٠
الثالث	هـ ١,٥٢±٥٥,٠٩	ج ٩,٥٠±٧٤,٨٧
الرابع	و ٠,٩٤±٤٢,١٠	ج ٢,٥١±٧٤,١٩
الخامس	ز ١,٦٣±٣٦,٨٩	هـ ١,٧٢±٥٩,١٢
السادس	ح ١,٧٨±٢٨,٨٦	ز ١,٦٥±٣٥,٨٥
السابع	ط ح ي ٤,٨٨±٢٤,٦٣	ح ١,٧٠±٢٨,١٢
الثامن	ك ي ٠,٥٨±٢١,٤٣	ط ح ١,١٨±٢٦,٤٦
التاسع	ل ك ٥,٤٨±١٨,٣١	ط ك ي ١,٠٦٠±٢٢,٢٩
العاشر	ل ٤,٢٨±١٥,٣٨	ل ك ٠,٥٥±١٩,٠٨

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية (آ≤٠,٠٥).

أنخفض تركيز النترات من مياه فضلات معمل الألبان خلال أيام التجربة وكانت الفروق معنوية (آ≤٠,٠٥)، وصل تركيز النترات في نهاية التجربة إلى ١٩,٠٨ ملغم/لتر في معاملة النبات بوزن طري ٥ غم/لتر، والى ١٥,٣٨ ملغم/لتر في المعاملة بدون النبات بعد إن كان تركيزه قبل المعاملة ٩٢,٦٣ ملغم/لتر

(الجدول، ٤)، إن تركيز النترات في مياه فضلات الألبان هو أعلى من الحد المسموح به ضمن التشريعات البيئية العراقية (مجهول، ١٩٩٨)، الذي حددته بـ ١٥ ملغم/لتر لمياه الفضلات المطروحة إلى المصادر المائية لكلا المعاملتين وحتى نهاية التجربة، كذلك لوحظ ارتفاع تركيز النترات في مياه فضلات الألبان قبل المعاملة سببه مخلفات تصنيع منتجات الألبان التي تحتوي على مركبات نتروجينية عالية فضلا عن بطء تحللها نتيجة انخفاض قيم pH في الأيام الأولى من التجربة ولغاية اليوم الرابع التي كانت بين ٥,٧٩-٦,٩ و٥,٤٤-٦,٢٥ للمعاملتين بدون النبات ومع النبات على التوالي، لكن بعد اليوم الخامس بدأت قيمة pH بالارتفاع وبدأ الوسط يصبح ملائم لتقوم الكائنات الحية الدقيقة بفعاليتها الحيوية باختزال النترات إلى الأمونيا خصوصا عندما يكون قيمة pH بين ٧-٨ مع توفر ظروف مناسبة أخرى من درجة الحرارة والأوكسجين الذائب (Metcaff وEddy، ١٩٩١ وZimmo، ٢٠٠٣)، بلغت نسبة إزالة النترات ٦٠,١٦ و٧٦,١٣% من مياه فضلات الألبان في اليوم الأول لكلا المعاملتين بدون النبات ومع النبات على التوالي (الشكل، ٨)، يتبين بان نسبة إزالة النترات من مياه فضلات الألبان للمعاملة بدون النبات كانت اكبر من معاملة النبات لأن كفاءة إزالة النترات اليومية في المعاملة بدون النبات تعزى إلى الزيادة في نسبة أعداد الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في تلك المياه (Zimmo، ٢٠٠٣)، فضلا عن إن بعضا منها يعمل على المواد النتروجينية المتجمعة على سطح المياه إذ تقوم بتحليلها وإطلاق النتروجين بصورة NO أو N_2 إلى الهواء الجوي (Verhagen وLaanbroek، ١٩٩١)، وتحصل هذه الحالة بشكل ضعيف في معاملة النبات بسبب كون النبات طافي يغطي سطح المياه. وصلت نسبة الإزالة الكلية للنترات في نهاية التجربة للمعاملتين بدون ومع النبات إلى ٧٩,٤٠، ٨٣,٣٩% على التوالي.



الشكل (٨): نسبة إزالة النترات في مياه فضلات معمل الألبان بدون النبات والمعاملة بوزن ٥ غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp.

بينت النتائج المدونة في الجدول (٥) ارتفاع تركيز عنصر الفسفور في مياه فضلات الألبان عن الحدود المسموح بها ضمن المحددات البيئية العراقية المحددة بـ ٠,٤ ملغم/لتر خلال فترة التجربة، فضلا عن حصول انخفاض في تركيز الفسفور للمعاملتين بدون النبات ومع النبات منذ اليوم الأول وحتى اليوم الثامن، بدأ تركيز الفسفور يرتفع في اليوم التاسع ثم أنخفض في اليوم العاشر، مؤدية إلى حصول فروق معنوية في تركيز الفسفور خلال أيام التجربة لكلا المعاملتين (أ$\underline{ح}$٠,٠٥) (الجدول، ٥).

أن ارتفاع تركيز الفسفور في مياه فضلات الألبان يعزى إلى استخدام أملاح الفسفور (الأورثوفوسفيت) كمادة رابطة في عمليات تصنيع منتجات الألبان وخاصة في صناعة الجبن المطبوخ، مؤديا إلى حصول إزالة للفسفور بنسبة ١٦,٧٣، ١٥,٢٨% في اليوم الأول للمعاملتين بدون النبات ومع النبات على التوالي،

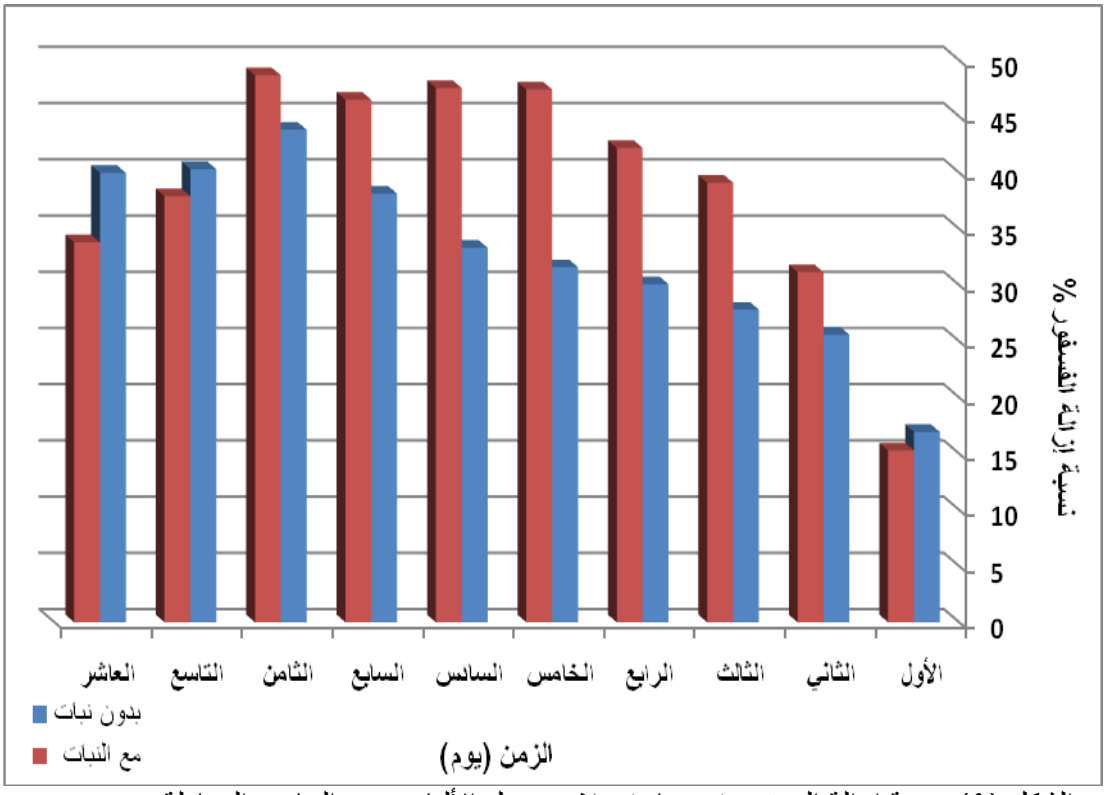
الجدول (٥): تركيز الفسفور (ملغم/لتر) المتبقي في مياه فضلات معمل الألبان الخالي من النبات والمنمى فيه نبات عدس الماء *Lemna* spp، بوزن طري (٥ غم/لتر) لمدة عشرة أيام عند أس هيدروجيني ٧,٣ ودرجة حرارة ١٤ °م (المتوسط ± الانحراف القياسي).

الأيام	مياه مخلفات معمل الألبان المستخدمة	
	بدون نبات	معاملة مع النبات
قبل المعاملة	أ ٦,٧٦±٩٣٧,١٥	أ ٦,٧٦±٩٣٧,١٥
الأول	ب ج ٢٣,٧٩±٧٧٨,٤٠	ب أ ١٣,١١±٧٩٣,٩٠
الثاني	ب ج د ٧٢,٠١±٦٩٧,٣٥	وب هـ ج د ز ١٠,٩٧±٦٤٥,٣٠
الثالث	ب هـ ج د ٨٣,٧٦±٦٧٦,٤٩	ح ٣٩,٢٦±٥٧٠,٧١
الرابع	وب هـ ج د ٨٣,٩١±٦٥٥,٢٩	و هـ ح د ز ٤٧,٤٧±٥٤١,٦٢
الخامس	و ب هـ ج د ز ٨٤,٩٣±٦٤١,١٤	وح ز ٥,٧٥±٤٩٣,٠١
السادس	و هـ ج دز ٨٤,٥٨±٦٢٤,٩٣	وح ز ٩,٧٧±٤٩١,٧٤
السابع	و هـ دز ٤٣,١٠±٥٧٩,٧٧	وح ز ٤٢,٩٨±٥٠١,٥١
الثامن	و هـ دز ٧,٥٩±٥٢٦,٥٧	ح ز ٣٧,٥٨±٤٨١,١٧
التاسع	و هـ ح دز ٤٨,٢٩±٥٥٩,٣٥	و هـ دز ٧,٥٧±٥٨١,٩٤
العاشر	و هـ ح دز ١٢٤,٧٠±٥٦٢,٤٣	و هـ ج دز ٣,٦١±٦٢٠,٣٧

*الحروف المتشابهة ضمن الأعمدة تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية (آ≤٠,٠٥).

إذ كانت نسبة إزالة الفسفور في اليوم الأول للمعاملة بدون النبات أعلى بسبب الدور الفعال الذي تقوم به الكائنات الحية الدقيقة في الإزالة، بينما في معاملة النبات كانت منخفضة لأن قسم من الفسفور في المياه ينتشر بين معادن أخرى مثل اوكسيدات الألمنيوم والحديد ويصبح أقل جاهزيه إلى النبات (الشكل، ٩) (مينكل وكيربي، ١٩٨٤)، حصلت أعلى نسبة إزالة للفسفور في اليوم الثامن إذ بلغتا ٤٣,٨١ و٤٨,٦٦ % للمعاملتين بدون ومع النبات على التوالي، وحصل ارتفاع في تركيز الفسفور بعد اليوم الثامن لكلا المعاملتين بسبب ارتفاع قيمة pH الذي يعمل على تثبيط إزالة الفسفور بوساطة النبات نتيجة قلة فعاليته في الوسط القاعدي فتقل جاهزيته للامتصاص من قبل النبات لأن التأين الذي يحصل للمركبات الفسفورية يعتمد على قيمة درجة الأس الهيدروجيني ويحصل لها امتصاص من قبل النبات عندما تكون قيمة درجة الأس الهيدروجيني مقاربة إلى ٧ من وسط التغذية ولكن عندما ترتفع قاعدية الوسط يصبح الفسفور بشكل الفسفور الثلاثي (PO_4^{-3}) بهذه الحالة لا يستطيع النبات من امتصاصه (محمد ويونس، ١٩٩١)، لأنها تكون بصورة غير ذائبة وهذا مما لا يمكن للنبات أن يستفيد منها (الصحاف، ١٩٨٩).

أزداد تركيز الفسفور في نهاية التجربة لمعاملة النبات مقارنة للمعاملة بدون النبات، ويفضل استخدام نبات عدس الماء في معالجة مياه الفضلات الغنية بالفسفور عن الأحياء الأخرى، وذلك لأنه عند المعالجة بدون النبات فأن الفسفور الذي تأخذه الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في المياه والتي تطلق لاحقا إلى المصادر



الشكل (٩): نسبة إزالة الفسفور في مياه فضلات معمل الألبان بدون النبات والمعاملة بوزن ٥ غم/لتر من نبات عدس الماء *Lemna* spp.

المائية، ينشأ عند هلاكها كتلة عضوية مستقره في قاع البركة أو المسطح المائي وعند تحللها يحصل إطلاق للفسفور في عمود الماء (Zimmo، ٢٠٠٣)، بينما يستغل النبات الفسفور في النمو وبناء كتلة حية يمكن استثمارها في تغذية الأسماك (الطائي، ٢٠١٠ ب).

تقدير المكونات الغذائية في نبات عدس الماء النامي على مياه فضلات معمل الألبان: إن نسب مكونات العناصر الغذائية في نبات عدس الماء قبل الاستزراع وبعده على مياه فضلات الألبان كانت ذات فروق معنوية للبروتين الخام والرماد والألياف الخام والمستخلص الخالي من النتروجين وغير معنوية للرطوبة ومستخلص الايثر عند مستوى احتمالية (أ≤٠,٠٥) (الجدول، ٦). بينت نتائج التحليل الإحصائي باستخدام اختبار t تفوق معنوي (أ≤٠,٠٥) لنسبة البروتين الخام في عدس الماء المنمى على مياه فضلات معمل الألبان والتي بلغت ٣٩,٧٢% فيما كانت ٣٣,٠٤% قبل المعاملة، صاحبها انخفاض معنوي في نسب الدهن والرماد والألياف إذ بلغت ١,٠٩ و١٥,٣٥ و٤,٨٨% على التوالي بينما كانت هذه القيم قبل المعاملة ١,١٤ و١٧,٠٩ و٦,٥٧% على التوالي فضلا عن ان نسبة المستخلص الخالي من النتروجين التي بلغت بعد المعاملة ٣١,٨٦% وكانت قبل المعاملة ٣٥,٣٣%، بينما وجد الطائي وآخرون، (٢٠١١) عدم وجود فروق معنوية في قيمة t (أ≤٠,٠٥) عند مقارنة نسب المكونات الغذائية الموجودة في نبات عدس الماء المنمى على مياه الصرف الصحي لمدينة بغداد قبل وبعد المعاملة وذلك لعدم وجود اختلاف في طبيعة مغذيات وسط النمو للنبات، أن ارتفاع نسبة البروتين الخام يشير إلى إن الوسط الذي تم فيه تنميه النبات كان غنياً بالمغذيات فضلا عن انخفاض نسبة الألياف الخام في النبات بعد المعاملة والتي بلغت ٤,٨٨% بينما كانت قبل المعاملة ٦,٥٧% لوجود علاقة عكسية بين نسبة البروتين والألياف الخام في النبات مع مغذيات وسط النمو (Leng وآخرون، ١٩٩٥)، إذ كلما ازدادت نسبة البروتين الخام قلت نسبة الألياف في النبات والعكس صحيح، وهذا مرتبط بكمية المغذيات الموجودة في الوسط النامي عليه النبات ويعطي هذا دليلاً ظاهرياً وابتدائياً عن طبيعة الوسط إن كان غنياً أو فقيراً بالمغذيات، في حين لاحظ الطائي، (٢٠١٠ ب) عند تنمية نبات عدس الماء في أربع تراكيز مختلفة من مياه الصرف الصحي لمدينة بغداد كانت نسبة الألياف الخام مرتفعة في التراكيز الثلاثة ٢٥% و٥٠% و٧٥%، ومنخفضة في تركيز ١٠٠% (بدون

الجدول (٦): النسبة المئوية للمكونات الغذائية لنبات عدس الماء.*Lemna* spp المستزرع في مياه فضلات معمل الألبان بوزن ٥ غم/لتر، لمدة عشرة أيام (المتوسط ± الانحراف القياسي).

مكونات العناصر الغذائية %	النبات المستزرع في مياه فضلات معمل الألبان		
	قبل المعاملة(١)	بعد المعاملة	قيمة t لمقارنه التركيز قبل وبعد المعاملة
البروتين الخام	ب ٠,٢١±٣٣,٠٤	أ ٠,٦١±٣٩,٧٢	١٨,٠٦** الفروقات عالية المعنوية عند احتمالية ٠,٠٥
الرطوبة	أ ٠,٣٣±٦,٨٢	أ ٠,٣٩±٧,٠٦	٠,٨٠ N,S لا توجد فروق معنوية عند احتمالية ٠,٠٥
مستخلص الايثر	أ ٠,٠٤±١,١٤	أ ٠,٠١±١,٠٩	٢,٢٩ N,S لا توجد فروق معنوية عند احتمالية ٠,٠٥
الرماد	أ ٠,٢٥±١٧,٠٩	ب ٠,١١±١٥,٣٥	١٠,٩١** الفروقات عالية المعنوية عند احتمالية ٠,٠٥
الألياف الخام	أ ٠,٠٦±٦,٥٧	ب ٠,٠٧±٤,٨٨	٣٢,٣٢** الفروقات عالية المعنوية عند احتمالية ٠,٠٥
المستخلص الخالي من النتروجين	أ ١,٠٢±٣٥,٣٣	ب ١,٠٢±٣١,٨٦	٤,٤٩* الفروقات معنوية عند احتمالية ٠,٠٥

*الحروف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية (آ≤٠,٠٥).
(١) نسب مكونات العناصر الغذائية في نبات عدس الماء قبل استزراعه في مياه فضلات معمل الألبان.

تخفيف مياه الصرف الصحي) لأن التركيز الأخير يعد غني بالمغذيات التي يحتاجها النبات، يؤدي ارتفاع المغذيات في مياه فضلات الألبان إلى زيادة تجهيز النبات بالنتروجين والأحماض العضوية (Hehl وMengel، ١٩٧٢) وهذا يؤدي إلى زيادة الحاصل في محتوى النبات من البروتين الخام. ارتفعت نسبة الرطوبة في النبات بعد المعاملة عن قبل المعاملة والتي تعتمد على نوع النبات وعمره ومحتواه من المعادن العضوية واللاعضوية (أبو ضاحي واليونس، ١٩٨٨) وما يرتبط بهذه المعادن من الماء التي تقلل أو تزيد من عملية فقدانه خلال التجفيف فضلا عن إن سرعة فقدان النبات للرطوبة يعود لصغر حجمه. انخفضت نسبة الرماد في النبات بعد المعاملة إلى ١٥,٣٥% عن قيمته قبل المعاملة ١٧,٠٩%، تعتمد نسبة الرماد في نبات عدس الماء على الوسط الموجود به، حيث يعمل نبات عدس الماء على تركيز الأملاح المعدنية الموجودة في الوسط الذي ينمو عليه على سطح جسمه (Muztar وآخرون، ١٩٧٨). حصل انخفاض في نسبة الدهن في النبات بعد المعاملة عن قبل المعاملة وقد يعود إلى اختلاف وسط النمو الذي يتطلب فترة تأقلم للنبات مع الوسط الجديد وبذلك يحتاج إلى طاقة فيستخدم الدهن لإدامة العمليات الحيوية للنبات لغرض المحافظة على بقائه وبصوره عامة فإن عدس الماء يمتاز بانخفاض نسبة الدهن فيه، غير أنه غني بالأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (مجهول، ١٩٩٩)، فهو غني بالحامض الدهني Linoleic acid الذي تصل نسبته إلى ٣٠,٢٤% من مكونات دهن النبات (الداود، ٢٠٠٠)، تشير النتائج المدونة في الجدول (٦) إلى انخفاض نسبة الألياف الخام الموجودة في النبات بعد المعاملة، وهذا يعني إن الوسط الجديد غني بالمغذيات مقارنة بالوسط الذي كان فيه النبات قبل المعاملة، وتعتمد هذه النسبة على مدى توافر العناصر الغذائية فكلما قلت زادت نسبة الألياف والعكس صحيح، ويمتاز عدس الماء من النباتات منخفضة الألياف، إذ ذكر Leory وآخرون (١٩٩٣) بأن نسبة الألياف في عدس الماء تتراوح بين ٧-١٠% وهي نسبة غير مرتفعة، فضلاً عن إن قابلية هضمه عالية وخاصة في الحيوانات ذات المعدة البسيطة كالأسماك (Leng وآخرون، ١٩٩٥). يدل انخفاض نسبة المستخلص الخالي من النتروجين في النبات بعد المعاملة على ارتفاع نسبة المغذيات في المياه التي توفر المغذيات المطلوبة في بناء مكوناته الغذائية وتجعله ينمو بسرعة، لكن عندما يحصل انخفاض للمغذيات من الوسط يتحفز النبات لتوفير الحماية في سبيل المحافظة على نوعه، فيعمل النبات بالطبيعة على تجميع النشا في أنسجته حتى يصبح تركيزه عالي فينزل إلى قاع المياه ويرجع إلى الطفو في حالة تحسن ظروف الوسط الذي هو فيه عند توفر المغذيات اللازمة لنموه (Anonymous، ١٩٩٩)، لاحظ الطائي، (٢٠١١) ارتفاع نسبة البروتين والرماد والمستخلص الخالي من النتروجين مع

انخفاض نسبة الرطوبة والرماد وكانت نسبة الألياف منخفضة إذ بلغت ٧,٢٢% في تجربة لدراسة دور نبات عدس الماء في إزالة المغذيات النباتية من مياه الصرف الصحي.

تأثير نبات عدس الماء على المكونات الغذائية في عليقة الأسماك: يعد نبات عدس الماء الطازج والمجفف مناسب للتغذية في حالة الإنتاج المكثف للأسماك (Gaiger و زملاؤه، ١٩٨٤)، إذ يؤمن عدس الماء بفعل تمثيله الغذائي الجيد وبشكل كفوء زيادة وزنيه لكل من أسماك الكارب العادي والتلابيا خلال فترة التربية (Skillicorn وآخرون، ١٩٩٣ وFasakin وآخرون، ٢٠٠١ وBairagi وآخرون، ٢٠٠٢)، توصل Hamid وآخرون، (١٩٩٣) إلى إمكانية استبدال ٥٠ % من مكونات العليقة التقليدية المستخدمة في تغذية الأسماك بعدس الماء من نوع *Lemna trisulc* ويمكن إن يحل بالكامل بديلا عن المصادر البروتينية التجارية ويوفر مدخرا للمنتج قد تصل قيمته إلى 48 % (Men وآخرون، ٢٠٠١)، وفي دراسة أخرى لتقليل كلفة تغذية أسماك *Heterobranchus longifilis* قام Effiong وآخرون، (٢٠٠٩) بإحلال نبات عدس الماء محل مسحوق السمك ذو الكلفة العالية والى نسبة أحلال ٢٠% في تجربة تغذية استمرت لمدة ٧٠ يوم دون إن تؤثر ذلك على نمو وإنتاجية الأسماك، تظهر أهمية نبات عدس الماء المنمى بهذه الطريقة بأنه يمكن إحلاله في علائق الأسماك كمصدر بروتيني بنسبة ٥% و١٠%، (كما موضح في الجدول (١) الذي يوضح المكونات العلفية لعلائق الدراسة المحسوبة نظريا على أساس المادة الجافة)، وان نسبة الإحلال هذه لا تؤثر على توازن العلائق من حيث محتواها للبروتين الخام بل التغير يحصل لبقية نسب المكونات الغذائية في العليقة ونتيجة للإضافات المستخدمة في التصنيع التي قد تؤثر على نسب مكونات العناصر الغذائية في المحصلة الأخيرة للعليقة. يبين الجدول (٧) انخفاض نسبة الرطوبة في العليقة التي يدخل في مكوناتها عدس الماء وكلما زادت نسبته وهذا مؤشر جيد في خزن العلائق، وكذلك انخفضت نسبة الدهن في العلائق التي يدخل في تكوينها عدس الماء، ولم يظهر وجود فرق معنوي لنسبة الألياف في عليقة المقارنة والعليقتين التي تحوي عدس الماء بنسبة ٥% و١٠% من مكونات العليقة، كما لم يلاحظ وجود فرق معنوي في نسبة المستخلص الخالي من النتروجين ضمن مكونات العليقتين التي يدخل في مكوناتها بنسبة ٥ و١٠%، بينما لوحظ ازدياد نسبة الرماد في العلائق الموجود فيها نبات عدس الماء بنسبة ١٠% و٥% عن عليقة المقارنة التي بلغت فيها نسبة الرماد ١٣,٦٥%، يعتبر عدس الماء مصدر مفيد في تجهيز العليقة بالأملاح وهو ينقل هذه الحالة إلى العلائق التي يشترك فيها خصوصا عند نسبة ١٠ % من مكونات العليقة فهو يسهم في سد نقص العليقة بالعناصر المعدنية الصغرى والكبرى، ويعمل عدس الماء في تحسين مواصفات العلائق لانه يعمل على زيادة المكونات الغذائية المهمة فهو غني بالبروتين منخفض الكلفة مقارنه بالمصادر البروتينية الأخرى غالية الثمن فضلا عن كونه غني بالحامضين الأمينين اللايسين والمثيونيين، ويحتوي على العناصر المعدنية الضرورية التي تسد حاجة الأسماك من العناصر الكبرى والصغرى بشكلها الطبيعي الذي قد يستفاد منه حيويا أكثر من اضافتة بشكل مستخلص كيمياوي، ويمتاز الدهن الموجود في نبات عدس الماء بأنه غني بالأحماض الدهنية غير المشبعة، كما يعد بنات عدس الماء مصدر جيد للطاقة لكونه غني بالمستخلص الخالي من النتروجين وهو غني بفيتامين A وB والفسفور، ونتيجة لانخفاض نسب الرطوبة والدهن في نبات عدس الماء يقلل من حالة إصابة العلائق بالأعفان والتزنخ وسهولة حفظها لوقت أطول مقارنةً ببقية العلائق الأخرى.

مما سبق يستنتج:

١- أمكانية نبات عدس الماء في تخليص مياه فضلات معمل الألبان من العناصر الغذائية الذائبة والتي يصعب التخلص منها بالطرائق الكيميائية والفيزيائية.

٢- يسهم عدس الماء في عملية تدوير المخلفات والاستفادة من المغذيات الموجودة في مياه فضلات الألبان في بناء كتله حية من النبات.

٣- يستفاد من الكتلة الحية لنبات عدس الماء كمصدر بروتيني يستخدم في تغذية الحيوانات المزرعية ومنها الأسماك فضلا عن انخفاض نسبة الألياف فيه.

٤- يحسن نبات عدس الماء من صفات العليقة إذ يعمل على خفض نسبة الرطوبة والدهن فيها فيقلل من حالة إصابة العلائق بالاعفان والتزنخ وسهولة حفظها لوقت أطول مقارنتاً بالعلائق الأخرى.

الجدول (٧):النسبة المئوية للعناصر الغذائية في علائق الأسماك المحتوية على نبات عدس الماء .*Lemna* spp المستزرع على مياه فضلات معمل الألبان بنسبة ٥% و١٠ % من مكونات العليقة الكلية (المتوسط ± الانحراف القياسي).

مكونات العناصر الغذائية / نوع المادة العلفية	البروتين الخام	الرطوبة	مستخلص الايثر	الرماد	الألياف الخام	المستخلص الخالي من النتروجين
عدس الماء المنمى على مياه فضلات معمل الألبان المستخدم في العلائق	أ ٤,٤٧±٤٠,٠٢	أ ٢,٠٨±٦,٦٩	ب ٠,١٢±٠,٣٧	أ ٠,٢٣±٢٢,٥١	ب ٠,٧٥±٣,٣٩	أ ٣,٦٩ ±٢٧,٠٢
عليقة المقارنة	ب ٠,٦٥±٣٢,٦٥	ب ٠,٠٠±١٣,٠٠	أ ٠,١٥±٧,٣٥	ج ٠,٢٠±١٣,٦٥	أ ٨,٠٠±٥,٦١	أ ٧,٠٠±٢٧,٤٧
عليقة موجود فيها عدس الماء بنسبة ٥ %	ب ٢,٣٥±٣٣,١٦	أ ١,٦٠±٧,٦٠	أ ٠,٠٠±٧,١٩	ج ٠,٠٦±١٤,١٠	أ ٠,٥٧±٥,٧٧	ب ١,٨٩±٣٢,١٨
عليقة موجود فيها عدس الماء بنسبة ١٠ %	ب ٠,٥٠±٣٣,٥٠	أ ٠,١٥±٦,٤٥	أ ٠,٢٥±٦,٧٥	ب ٠,١٦±١٥,٢٨	أ ٠,٥٥±٥,٦٦	ب ٠,١٧±٣٢,٣٦

*الحروف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى انعدام الفرق المعنوي بين المتوسطات عند مستوى احتمالية (آ≤٠,٠٥).

وعليه نوصي:

١- يستخدم عدس الماء في معالجة مياه فضلات الألبان من العناصر الغذائية الذائبة وتعد هذه الطريقة من المعالجة غير مكلفة، وبنفس الوقت استثمار النبات في تغذية حيوانات إنتاج الحليب لزيادة إنتاجها لقيمته الغذائية العالية.

٢- يستفاد من نبات عدس الماء كمصدر غذائي غني بالحامضين الأمينين اللايسين والميثيونيين والعناصر المعدنية والفيتامينات.

BIOLOGICAL TECHNIQUE IN REDUCING THE WATER DISSOLVED NUTRIENTS IN THE DAIRY WASTEWATER BY USING DUCKWEED AND USING ITS BIOMASS AS A FISH FODDER

Nidhal Tahseen Taha AL-Taee
University of Mosul\ Collage of Agriculture and Frosty
Department of Animal Science,

ABSTRACT

The experiment was conducted in an ideal field of non-fully control studying the impact of the arbitration included duckweed plant in water to remove the dissolved nutrients (ammonia, nitrite, nitrate and phosphorus) from waste water of dairy products factory adopted in a period of ten days. The results revealed the treatment of duckweed plant with wet weight 5g/L and another treatment (control) without waste water plant in the dairy factory a gradual reduction of plant nutrients was noticed from the first day except ammonia, which did not show a high concentration during the first days until the fifth day of the two transactions, The total removal minerals of the plant and without plants follow: ammonia 72,73, 27,27%, nitrite, 97,87, 74,40%, nitrates, 83,40, 79,40%, on the tenth day respectively, this means that with plant one higher than without plants, The phosphorus values, 43,81, 48,66%, respectively, on the eighth day of the experiment.

Protein and moisture percentages raised to 39,72, 7,66%, respectively, after growing the Duckweed in dairy wastewater if compared with these grown without. When the duckweed grown in dairy wastewater entered in components in fish fed-stuff containing by 5 and 10 %, it an increase of protein, carbohydrates, and ash, the proportions in the duckweed plant, were noticed where the percentages were 40,02, 22,51, 27,02%, respectively, and duckweed plant reduced the rates of water moisture, fat, fiber, as it reached in the duckweed ratios 6,69, 0,37, 3,39% respectively.

المصادر

أبو ضاحي، يوسف محمد و اليونس، مؤيد أحمد، (١٩٨٨). دليل تغذية النبات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، ص : ٢٣٥-٢٥٢.

الخير، أياد، (٢٠٠١). طريقة حديثة في معالجة مياه الصرف الصحي و إستخدامتها في الري، مؤتمر التكنلوجيا العراقي السابع، الجامعة التكنلوجية، بغداد العراق، ص:٢٦٤-٢٧٦.

الداود، جعفر محمد جاسم (٢٠٠٠). إحلال عدس الماء *Lemna gibba* محل كسبة فول الصويا في علائق الدجاج البياض واللحم، رسالة دكتوراه في علوم الثروة الحيوانية، مقدمه إلى كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.

الصحاف، فاضل حسين (١٩٨٩). أنظمة الزراعة بدون استخدام تربة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، بيت الحكمة، طبع مطابع جامعة الموصل، العراق.

الطائي، نضال تحسين طه، (٢٠١٠أ). دراسة تحليلية لبيئة وإنتاجية نبات عدس الماء *Lemna* spp، المستعمل في معالجة مياه الصرف الصحي، أطروحة دكتوراه، قسم الثروة الحيوانية كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

الطائي، نضال تحسين طه، (٢٠١٠ ب). تقنية حيوية في خفض العناصر المغذية الذائبة بالمياه باستعمال نبات عدس الماء واستثمار كتلته الحية غذاءاً للأسماك، المؤتمر العلمي الدوري السابع لمركز بحوث السدود والموارد المائية، جامعة الموصل، العراق، ص:١٩٧-٢١٦.

الطائي، نضال تحسين طه، وأحمد، هاشم عبد الرزاق وقاسم، ثائر إبراهيم، (٢٠١١). استخدام نبات عدس الماء *Lemna* ssp. في إزالة العناصر المغذية من مياه الصرف الصحي والاستفادة من كتلته الحية غذاءاً مكملا في علائق الأسماك، وقائع المؤتمر العلمي الخامس لكلية الزراعة/ جامعة تكريت، للمدة من ٢٦ ولغاية ٢٧ نيسان ٢٠١١، العراق.

العمر، مثنى عبد الرزاق، (٢٠٠٠). التلوث البيئي، دار وائل للنشر،عمان، الأردن، ص: ١٣٣-١٨٣.

محمد، عبد العظيم كاظم و يونس، مؤيد أحمد، ١٩٩١، أساسيات فسيولوجيا النبات،ج ٢، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، كلية الزراعة، طبع دار الحكمة للطباعة والنشر، العراق.

مجهول (١٩٩٠). المواصفة القياسية العراقية ذي الرقم ١٦١٥، المواصفة القياسية للأعلاف الجاهزة والمركزة المستعملة لتغذية الأسماك، الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية، وزارة التخطيط، العراق.

مجهول (١٩٩٨)، وزارة الصحة، دائرة حماية وتحسين البيئة، التشريعات البيئية، قسم العلاقات والتوعية البيئية، العراق، صفحة:١-١١٣.

مولود، بهرام خضر، السعدي، حسين علي و الأعظمي، حسين أحمد شريف، (١٩٩١)، علم البيئة والتلوث، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، العراق، ص:٣٦٦.

مينكل، ك، و كيربي، ي، آ، (١٩٨٤)، مبادئ تغذية النبات، ترجمة النعيمي، سعدالله نجم عبدالله، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، ص: ٤٧٤-٤٨٤.

Anonymous (1976). Making aquatic weeds useful: Some perspectives for developing countries' Washington, D.C. Waste water treatment using aquatic weeds, National Academy of Sciences - National Research Council. (NRC), Chapter, 13: 115-174.

Anonymous (1989). Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater, 17th end. American Public Health Association, (APHA), Eighteen street, NW, Washington.

Anonymous (1998). Statistical Analysis System "SAS", SAS User's Guide Version 7 ed, SAS Institute Inc., Cary, NC 27513, USA.

Anonymous (1999). DUCKWEED: A Tiny Aquatic Plant With Enormous Potential For Agriculture and Environment, Food and Agriculture Organization, (FAO).

Bairagi, A., Ghosh, K. S., Sen, S. K. & A. K. Ray, (2002). Duckweed *Lemna polyrhiza* leaf meal as a source of feedstuff in formulated diets for rohu (*Labeo rohita* Ham,) fingerlings after fermentation with a fish intestinal bacterium . Biores . Technol . 85:17-24.

Duncan, D, B, (1955). Multiple range and multiple F test Biometric. 11:1-19,

Effiong, B,N, Sanni, A, and J.O. Fakunle. (2009). Effect of partial replacement of fishmeal with duckweed (*Lemna pauciscostata*) meal on the growth performance of *Heterobranchus longifilis* fingerlings . Report and Opinion, 1(3), 2009.

Evers, F.H. (1963). Effect of ammonium and nitrogen on growth and mineral content of picea and populous, 1, Growth at different acidity levels and Ca concentration in the nutrient medium. Z. F. Bot. 51: 61-79.

Fasakin, E. A., Balogun. A. M. & O. A. Fagbenro, (2001). Evaluation of sun-dried water fern, *Azolla aficana*, and duckweed, *Spirodella polyrrhiza*, in practical diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fingerlings. J. App, Aquacul, 11(4): 83-92.

Fasakin, E. A., Balogun, A. M. & B. E. Fasuru, (1999). Use of duckweed, *Spirodela polyrrhiza* L, Schleiden, as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* L, Aquacul, Res, 30: 313-318.

Gaiger, I.G., Porath, D. & G. Granoth, (1984). Evaluation of duckweed (*Lemna gibba*) as feed for tilapia (*Orechromis niloticus* cross *Orechromis aureus*) in a recirculating unit, Aquaculture. 41:235-244.

Gijzen H.J. (2001). Anaerobes, aerobes and phototrophs: A winning team for wastewater management. Wat. Sci, Tech. 44: 123-132.

Hamid, M.A. Chowdhury., S.D. Razzak., M.A. & C.R. Roy, (1993). Effects of feeding an aquatic weed *Lemna trisulca* as partial replacement of fish meal on the performance of growing ducklings, Journal of Science of Food and Agriculture 61(1): 137-139.

Hehl, G. and K. Mengel, (1972). The effect of varied applications of potassium and nitrogen on the carbohydrate content of several forage crope. Forsch. 27/11, Sonderh. 117-129.

Lawson, T. B., Braud, H. J. & F. T. Wratten, (1974). Methods of drying duckweed, *Lemnaceae*, Paper Presented At The Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers Winter Meeting, Chigago. Ill. December 10 – 13.

Leng, R. A., Stambolie, J. H. & R.E. Bell, (1995). Duckweed a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish, Livestock Research for Rural Development. 7, (1): 36.

Leory, H., Jerry, D., Eric, H., Juan, P. & H. James, (1993). World weeds, natural histories and distribution. John Wiley & Sons, lnc. New York., P: 432-441.

Lucas, R. E. and Davis, J. F. (1961). Relationships between pH valus of organic soils and availabilities of 12 plant nutrients. Soil Sci. 92:177.

Lqbal, S, (1999). Duckweed Aquaculture Potentials. Possibilities and Limitations For Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production In Developing Countries. Dept. of Water & Sanitation In Developing Countries. (SANDEC), Swiss Federal Institute For Environmental Science & Technology. (EAWAG), Ueberlandstrasse 133. CH-8600 Duebendrof, Switzerland. P:22-75.

Men, B.X., Ogle, B. & J. E. Lindberg., (2001). Use of duckweed as a protein supplement for growing ducks. Anim. Sci. 14(12): 1741-1746.

Metcalf and Eddy, (1991). Wastewater Engineering Treatment. Disposal and Reuse. 3rd. Edition. McGraw-Hill. New York. USA.

Muztar, A. J., Slinger, S. J. & J. H. Burton., (1978). Chemical composition of aquatic macrophytes III mineral composition of fresh water macrophytes and their potential for mineral nutrient removal from lack water, Canadian Journal Of Plants Science. 58: 851-862.

Owen, T. L., (1979). Handbook of Common Methods in Limnology. Department of Biology and Institute of Environmental Studies, 2nd. ed. Baylor University. Waco. Taxes. USA.

Porath & Pollock, (1982). Ammonia stripping by duckweed and its feasibility in circulating aquaculture. Aquat. Bot.13: 125-131.

Skillicorn, P., Spira, W. & W. Journey., (1993). Duckweed Aquaculture - A New Aquatic Farming System for Developing Countries, The World Bank, Washington DC. P: 76.

Verhagen, F.J.M. & H.J. Laanbroek., (1991). Competition for ammonium between nitrifying and heterotrophic bacteria in dual energy-limited chemo stats. Appl. Env. Microbial. 57: 3255- 3263.

Wee, K. L. & S. W. Shu., (1989). The nutritive value of boiled full-fat soybean meal in pelleted feed for Nile tilapia, Aquaculture. 81: 303-314.

Yakovlev, V. & I.I. Serobaba,, (1994). International integration of environment protection measures with regard for national priorities as the basis for black sea ecosystem sustainable development. Tr. Yugnire. Proc. South. Sci. Res. Inst. Mar. Fish. Ocean. 41: 15-18.

Zimmo, O. R., (2003). Nitrogen Transformations and Removal Mechanisms in Algal and Duckweed Waste Stabilizations Ponds Dissertation submitted in fulfillment of the requirements of the Academic Board of Wageningen University and the Academic Board of the International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering for the Degree of Doctor. Netherlands. P: 19-101.

Zimmo, O. R., Al-Sa'ed, R., Van der. Steen. P. & H. J. Gijzen., (2000). Comparison between algae-based and duckweed-based wastewater treatment: differences in environmental conditions and nitrogen transformations. Wat. Sci. Tech. 42: 215-222.