

Sh. Fadyah Alsaad Science Comptition
مسابقة الشيخة فادية السعد الصباح العلمية

استخدام الأزولا في معالجة المياه المصاحبة لاستخراج النفط من حقلي جبال وفهود

إعداد الطالبتين:
هند بنت حمد بن محمد الشندودية
هند بنت محمد بن ناصر الوائلية

إشراف المعلمة:
فاطمة بنت حمد بن سنيدي الشعيلية

المدرسة:
عبري للتعليم الأساسي



جدول المحتويات:

ملخص البحث.....1
المقدمة 2
مصطلحات البحث.....3
أهداف البحث.....3
مشكلة الدراسة 3
المواد المستخدمة 4
خطوات البحث وآلية التنفيذ 5
تحليل البيانات.....8
تفسير النتائج.....11
الاستنتاجات 16
شرح المنتج وكيفية الاستفادة منه.....16
الجدوى الاقتصادية من استخدام سرخس الأزولا: 18
التوصيات والمقترحات 19
المراجع: 20
الملاحق 22

ملخص البحث

أجري هذا البحث لاختبار فعالية الأزولا في معالجة المياه المصاحبة لاستخراج النفط من حقلي جبال وفهود في سلطنة عمان، ولقد أثبت الأزولا كفاءة في خفض تركيز العديد من العناصر مثل الحديد والمغنيسيوم في مياه الصرف الصحي، مما يجعلها صالحة لأغراض الري.

ويهدف البحث إلى المقارنة بين تركيز عناصر الباريوم، الحديد، المغنيسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم في المياه المصاحبة للنفط (العينة الضابطة) لحقلي جبال وفهود، كذلك سعى هذا البحث إلى قياس الانخفاض لهذه العناصر بوجود الأزولا، واستخدام هذه النتائج لحساب كفاءة الإزالة للأزولا للعناصر المذكورة مسبقًا، حيث تم توزيع عينات الماء المصاحب للنفط على أربعة أحواض لكل حقل، ثم إضافة سرخس الأزولا لكل حوض، وباستخدام جهاز Plasma Atomic Emission Spectrometer (PAES) تم تحليل العينات الضابطة، وعينات اليوم الخامس، وعينات اليوم العاشر للماء المصاحب للنفط.

من خلال نتائج تحليل العينات وجد أن تركيز العناصر الخاضعة للدراسة في العينة الضابطة في حقل جبال أعلى من حقل فهود ما عدا عنصر الباريوم، كما أشارت المخططات البيانية لعينات اليوم الخامس واليوم العاشر إلى انخفاض العناصر الخاضعة للدراسة خلال الفترة الزمنية لإجراء البحث، ومن الملاحظ أن كفاءة الإزالة لسرخس الأزولا للعناصر الخاضعة للدراسة في عينات اليوم الخامس واليوم العاشر للدراسة والتي تراوحت بين 62% إلى 99%، ويتضح أن ما تم التحصل عليه من نتائج عملية يجعل استخدام الأزولا في معالجة المياه المصاحبة للنفط خيارًا ممكنًا، كما تم عمل محطة مصغرة للمياه المصاحبة للنفط باستخدام الأزولا، بغرض إعادة تدوير الأزولا بعد استخدامها في المعالجة، بحيث يتم تحويلها إلى ألواح خشبية بالضغط.

المقدمة

إن البيئة قائمة على وجود توازن دقيق بين العناصر المختلفة، إلا أن وجود اختلال بين هذه العناصر يسبب التلوث، ويعرف التلوث بأنه كل ما يؤثر في أي من عناصر البيئة الإنسان والنبات والحيوان (الفيل، 2013)، وبصورة أكثر دقة فإن العناصر الكيميائية في الطبيعة تكون بنسب وبكميات دقيقة لبقاء البيئة بعيدة عن التلوث.

ولدى بعض النباتات القدرة على إحداث التوازن للمياه من خلال قدرتها على امتصاص العناصر المختلفة من المياه الملوثة سواء أكانت هذه الملوثات عضوية أو غير عضوية، ولذلك يتم زراعة هذه النباتات في الأماكن الملوثة، ليقوم النبات بامتصاص كميات كبيرة من المواد داخل كتلته الحيوية (فرغلي، 2019) ومن الأمثلة على ذلك نبات القصب وسرخس الأزولا.

القصب (Arundo donax) جنس نباتي من الفصيلة النجيلية، ونتيجة قدرة أليافه على امتصاص حوالي خمسة إلى ستة أضعاف كتلته الحيوية من الملوثات، فقد عمدت شركة تنمية نفط عمان إلى تطبيق ذلك في إنشاء مستنقعات القصب الاصطناعية بحقل نمر والتي يتم ريها باستغلال المياه المصاحبة لإنتاج النفط بعد فصلها عنه أثناء عملية الإنتاج وذلك بهدف إيجاد طريقة آمنة للبيئة في التخلص من الماء المصاحب للنفط (سيف، 2014).

تصنف الأزولا إلى ستة أنواع هي:

(Azolla Carolina, Azolla Nilotica, Azolla Filiculoids, Azolla Mexicana, Azolla microphylla, Azolla Pinnata).

والأزولا المطبقة في هذا البحث فهي (Azolla Pinnata) والتي تنتشر في معظم قارة آسيا وأفريقيا الاستوائية، ينتمي هذا النوع إلى جنس السرخس المائي الطافي فوق سطح الماء، وهو يتكون من جذع قصير متشعب وعائم ويحمل جذور تتدلى في الماء ويتراوح قطرها من 1-2.5 cm (صهيوني، 2021).

الأزولا سريعة النمو وتحتوي على نسبة عالية من البروتينات وقدرة فائقة على تثبيت النيتروجين، لذلك تستخدم على نطاق واسع كعلف رخيص جداً للأغنام والأبقار والدواجن والأسماك، وتنمو الأزولا في ظروف بيئية تتوافر بها الرطوبة والجو المعتدل والدافئ وضوء الشمس غير المباشر لينمو بشكل جيد (الشبيني، 2004)، وتمتاز الأزولا بأنواعها المختلفة، بقدرتها على امتصاص الملوثات البيئية وتنقية المياه المستخدمة في الصناعات من المعادن الثقيلة مثل الزئبق والكروم (Parikh & Mazumder, 2015)، كما تعد الأزولا صديقة للبيئة لكونها ممتصة للنفط، فقد تبين أن الأزولا لها القدرة على امتصاص زيت المحركات والنفط الخام من سطح البحر (Sayyad, Vared & Zendehboudi, 2015).

سعى هذا البحث إلى إيجاد بديل قليل التكلفة وغير ضار بالبيئة لمعالجة المياه المرافقة للنفط عند استخراجه من البئر النفطي، بحيث يتم الاستفادة منها مرة أخرى في تبريد الآلات المستخدمة في عملية استخراج النفط أو استخدامها للزراعة.

مصطلحات البحث

عينة ماء مصاحب للنفط: هي مياه يتم إنتاجها كمنتج ثانوي مع استخراج النفط والغاز وتحوي على مركبات الهيدروكربون والزيت والمعادن الثقيلة والعناصر المسببة لعسر الماء.

العناصر الثقيلة: هي فلزات ذات كثافة عالية تتواجد في القشرة الأرضية، ولا تتحلل إذا دخلت النسيج الحي وتسبب اختلالاً في الوظائف الحيوية للكائنات الحية إذا زادت عن نسب معينة.

نسبة الإزالة: وتعني النسبة من العنصر التي استطاعت الأزولا امتصاصها من عينة الماء المصاحب للنفط.

المتغير المستقل: متغير يؤثر في متغير آخر أو أكثر.

المتغير التابع: المتغير الذي يتبع المتغير المستقل.

المتغير الضابط: المتغير الثابت لجميع العينات.

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى:

1- المقارنة بين تركيز عناصر الباريوم، الحديد، المغنيسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم في المياه المصاحبة للعينة الضابطة لحقلي جبال وفهود.
2- قياس الانخفاض في تركيز العناصر (الباريوم، الحديد، المغنيسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم) بوحدة (mg/L) خلال اليوم الخامس واليوم العاشر من بداية التجربة للعينات.
3- حساب كفاءة الإزالة للأزولا لعناصر الباريوم والحديد، والمغنيسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم.

مشكلة الدراسة

يتطلب استخراج النفط الخام حقن الآبار بالماء في المكمن النفطي، حيث أن ضخ الماء يتسبب في زيادة الضغط داخل البئر مما يجعل تدفق النفط من الآبار الأخرى التي حوله مستمرًا، وهذا يعني أن كل برميلٍ مستخرجٍ من النفط يقابله كمية من الماء تزداد أو تنخفض حسب قوة المكمن، حيث تخرج هذه المياه مصاحبةً للنفط وملوثة، وغالباً ما يتم تجميعها في مسطحاتٍ مائية أو أحواض للتبخير(عبدالهادي، 2020)، وتكون مشكلة الماء المصاحب للنفط في احتوائه على تراكيز عالية من الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم، وبتراكيز أقل من الباريوم والرادون والراديوم والأنتيمون والزرنيخ والفسفور والرصاص والمنجنيز والنيكل والفضة والذهب وغيرها من العناصر الثقيلة، بالإضافة إلى وجود مواد مشعة (Natural occurring radioactive material)، وبشكل عام فإن ملوثات المياه المصاحبة للنفط يمكن تصنيفها إلى نفط وكيماويات بالإضافة إلى معادن ذائبة (كيلاني، وآخرون، 2014).

إن زيادة تراكيز العناصر الكيميائية المختلفة في المياه المصاحبة للنفط يشكل تهديدًا على صحة الإنسان في حال تسربها إلى المياه الجوفية (مياه الشرب)، فقد تؤدي إلى تلف أو انخفاض الوظائف العقلية في الجهاز العصبي، وكذلك انخفاضًا في مستوى الطاقة البدنية، كما تؤثر على الأعضاء الحيوية مثل الكلى والكبد، كما أن احتمال تراكمها في السلسلة الغذائية أمرٌ واردٌ في حال استخدامها لري المزروعات أو استخدامها لغرض سقي المواشي (Mohod & Dhote, 2013).

لقد أثبتت الأزولا (Azolla Pinnata) فعالية في عينات مياه الصرف الصحي المنزلي، فقد استطاعت إزالة عنصر الحديد (Fe) بنسبة إزالة تتراوح بين 88.89% و 99.55% بينما كانت لعنصر المغنيسيوم (Mg) ما بين 64.15% و 80.49% أما لعنصر الزنك (Zn) فقد بلغت ما بين 64.51% إلى 70.03% (Akinble et al., 2016)، وفي دراسة أخرى على مياه الصرف الصحي شملت عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والزنك والحديد والرصاص والنحاس والكادميوم والمنجنيز، فقد تم الحصول على كفاءة إزالة بلغت 100% لعناصر الكادميوم والمنجنيز والرصاص والنحاس، بينما بلغت كفاءة الإزالة للفسفور 75.7% مما يجعل مياه الصرف الصحي وفق النتائج جيدةً بما يكفي لإعادة تدويرها لأغراض الري (Akinbile, 2019)، ومن الملاحظ كذلك قدرة الأزولا على خفض تركيز الزئبق والكروم بعد 12 يوم ما بين 74% إلى 100% (Bennicelli et al., 2004).

إن الحاجة إلى الاستدامة في الموارد المائية وإعادة تدويرها له أهميةٌ قصوى في سلطنة عمان، نظراً لأنها تنتمي إلى المناطق الحارة الجافة، كما تعد الأمطار المصدر الرئيسي للمياه، فسلطنة عمان تستقبل سنويًا حوالي 16 مليار متر مكعب من المياه على شكل أمطار، إلا أن معظم الكميات تتبخر أو تكون على شكل أودية تصب في البحر، بينما يبلغ مقدار الاستفادة منها حوالي 1.643 مليار متر مكعب يكون على شكل مياه سطحية وجوفية، ويقدر العجز المائي السنوي في سلطنة عمان بنحو 0.316 مليار متر مكعب (مصادر المياه في سلطنة عمان والميزان المائي، 2023).

من هنا تظهر الحاجة إلى إيجاد طرق مبتكرة في إعادة تدوير المياه المصاحبة لإنتاج النفط ويعتمد عدد براميل المياه المصاحبة للنفط على عمر البئر النفطي، ومع تقادم البئر النفطي تزداد كمية براميل المياه المصاحبة لإنتاج النفط، لذلك يهتم هذا البحث بدراسة قدرة الأزولا على امتصاص عناصر (الباريوم، والحديد، والمغنيسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم) في اليوم الخامس واليوم العاشر من التجربة على عينات من المياه المصاحبة لإنتاج النفط في حقلي فهود وجبال، بالإضافة إلى حساب كفاءة الإزالة للأزولا للعناصر آنفة الذكر.

المواد المستخدمة

عينات ماء مصاحب للنفط من حقلي جبال وفهود، مخبار مدرج، قمع، قماش للترشيح، 8 أحواض (13سم × 30سم × 21سم)، يحتوي كل حوض على 3 لتر ماء مصاحب للنفط، 1600 جرام من نبات الأزولا بحيث يتم توزيع 200 جرام في كل حوض.

المتغيرات

الجدول (1) المتغيرات

المتغير المستقل	نوع الماء المصاحب للنفط
المتغير التابع	سرخس الأزولا
المتغيرات الضابطة	العناصر والمركبات في عينات الماء المصاحب للنفط

خطوات البحث وآلية التنفيذ

تم تطبيق البحث في مدرسة عبري للتعليم الأساسي، حيث حدد الفريق البحثي هدف البحث، ووضع جدولًا زمنيًا لخطة البحث بحيث يبدأ البحث في الأسبوع الأخير من شهر ديسمبر 2022 وينتهي في الأسبوع الثالث من شهر مارس 2023 م كما هو موضح في الجدول (2).

الجدول (2) الجدول الزمني لخطة البحث

الشهر	الإجراءات
ديسمبر2022	○ تحديد موضوع البحث ○ التخطيط لبدء المشروع
يناير 2023	○ زيارة جامعة السلطان قابوس لمناقشة البحث ○ تحديد المواد والأدوات وتوفيرها ○ توفير عينات الماء الصاحب للنفط ○ البدء في تطبيق البحث
فبراير 2023	○ تقليب أحواض العينات يوميًا ○ أخذ عينات من الأحواض كل خمسة أيام
مارس 2023	○ زيارة المختبرات بكلية العلوم الزراعية والبحرية وكلية العلوم بجامعة السلطان قابوس لتحليل العينات ○ زيارة مختبر شركة تنمية نفط عمان لتحليل بعض العينات ○ الوصول إلى استنتاجات ○ كتابة البحث ○ تقديم البحث

بعدها تم توزيع الأدوار على الفريق كما هو موضح في الجدول (3).

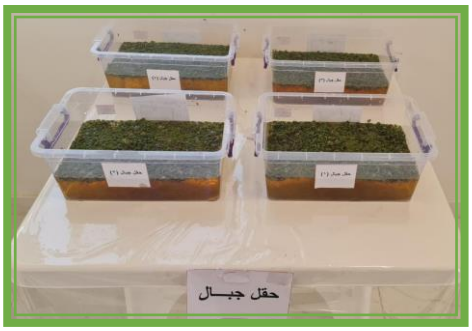
الجدول (3) توزيع الأدوار على فريق العمل

المهمة	مسؤولية التنفيذ
صياغة الهدف من البحث، وتحديد المواد والأدوات المطلوبة، وتوفيرها.	هند الوائلية وهند الشندودية ومشرفة البحث
تقليب الأحواض يوميًا وأخذ عينات كل خمسة أيام.	هند الوائلية وهند الشندودية
التوصل للاستنتاجات من خلال البيانات ومنها إلى صياغة الاستنتاجات وكتابة البحث.	هند الوائلية وهند الشندودية

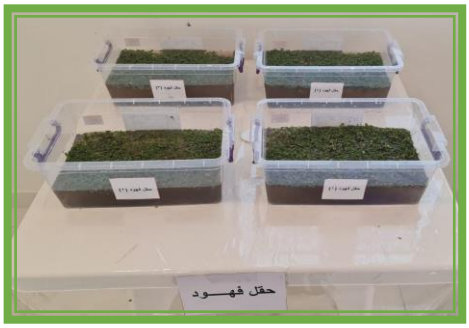
بعد ذلك قام الفريق البحثي بتطبيق البحث، حيث تم إحضار عينات الماء المصاحب للنفط من حقلي فهود وجبال كما في الصورة (1) وإضافة عينة الماء المصاحب إلى أربعة أحوض مع إضافة 200 جرام من الأزولا لكل حوض، كما هو موضح في الصورة (2) والصورة (3).



صورة (1) عينات الماء المصاحب للنفط

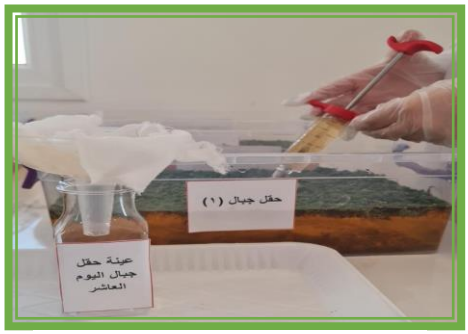


صورة (2) أحواض لعينة حقل جبال

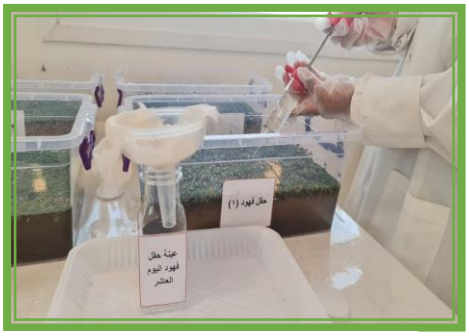


صورة (3) أحواض لعينة حقل فهود

وبعد مرور خمسة أيام تم أخذ كمية متساوية مقدارها 50 مل من كل حوض من الأحواض الأربعة الموضحة في الصورة (2) لعينة حقل جبال وتجميعها في قنينة واحدة (200 مل)، وبنفس الخطوات تم أخذ عينة اليوم العاشر كما هو موضح في الصورة (4)، ثم تكرار الخطوات نفسها على عينة حقل فهود كما هو مبين في الصورة (5).



صورة (4) استخلاص عينات جبال



صورة (5) استخلاص عينات فهود

ثم قام الفريق البحثي بتحليل عينات الماء المصاحب للنفط بالتعاون مع مختبرات شركة تنمية نفط عمان بمحافظة مسقط وذلك باستخدام جهاز Plasma Atomic Emission Spectrometer (PAES) كما هو موضح بالصورة (6)، وتمثيلها بيانياً.



صورة (6) تحليل العينات باستخدام جهاز

كما قام الفريق البحثي بتجفيف سرخس الأزولا المستخدم في عملية المعالجة والتنقية واستخدامه لأغراض الزراعة والصناعة، ففي المجال الصناعي تم تجفيف الأزولا، وتعريضها للضغط بعد خلطها بغراء الأخشاب وتحويلها إلى ألواح خشبية كما في الصورة (7) والصورة (8)، أما في الزراعة فتم تعبئته في أكياس خاصة ترسل إلى المصانع لتتم معالجتها كيميائيًا واستخلاص المعادن والمواد من الكتلة الحيوية للأزولا، بعد ذلك يتم إنتاج سماد من الأزولا كما في الصورة (9).



صورة (7) تجفيف الأزولا بحراره معتدلة



صورة (8) المنتج النهائي للخشب بعد عملية الضغط



صورة (9) مسحوق الأزولا

تحليل البيانات

أولاً: تركيز عناصر الباريوم والحديد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم في عينات (العينات الضابطة) حقلي فهود وجبال:

من خلال تحليل العينات الضابطة في حقلي فهود وجبال لتركيز عناصر الباريوم والحديد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (4).

جدول (4) تركيز العناصر في حقلي فهود وجبال

العنصر	العينة الضابطة (حقل فهود) بوحدةmg/L	العينة الضابطة (حقل جبال) بوحدةmg/L
الباريوم Ba	17.9	1.18
الحديد Fe	4.9	8.4
المغنيسيوم Mg	821	1080
بوتاسيوم K	272	573
الصوديوم Na	15400	18100

من خلال الجدول (4) نجد أن تركيز الباريوم 17.9 mg/L في العينة الضابطة لحقل فهود، بينما نجد تركيز نفس العنصر في عينة حقل جبال 1.18 mg/L، أما تركيز الحديد في عينات حقلي فهود وجبال فبلغت 4.9mg/L و 8.4mg/L على التوالي، ومن الملاحظ كذلك أن تركيز المغنيسيوم في عينة حقل جبال كانت أكبر من عينة حقل فهود بمقدار 259mg/L، كما أن تركيز البوتاسيوم في عينة حقل جبال بلغ ضعف التركيز تقريبًا في عينة حقل فهود.

ثانياً: عينات الماء المصاحب للنفط من أحواض الأزولا:

1- أثر الأزولا على تركيز عنصر الباريوم:

الجدول (5) يوضح تركيز عنصر الباريوم في اليوم الخامس واليوم العاشر مقارنةً بالعينة الضابطة لحقلي فهود وجبال.

جدول (5) تركيز عنصر الباريوم

عنصر الباريوم Ba	العينة الضابطة mg/L	اليوم الخامس mg/L	اليوم العاشر mg/L
حقل فهود	17.9	5.3	4.14
حقل جبال	1.18	0.77	0.42

ويتبين من الجدول أن تركيز الباريوم في عينة حقل فهود في اليوم الخامس انخفض عن تركيزه في العينة الضابطة بمقدار الثلث تقريبًا ليصل إلى 5.3 mg/L، كما واصل الانخفاض في اليوم العاشر ليصل إلى 4.14mg/L، أما في عينة حقل جبال فقد وصل إلى 0.42mg/L في اليوم العاشر مقارنة بـ 1.18mg/L في العينة الضابطة.

2- **أثر الأزولا على تركيز عنصر الحديد**:

الجدول (6) يوضح تركيز عنصر الحديد في عينات حقلي فهود وجبال.

جدول (6) تركيز عنصر الحديد

عنصر الحديد Fe	العينة الضابطة mg/L	اليوم الخامس mg/L	اليوم العاشر mg/L
حقل فهود	4.9	0.05	0.03
حقل جبال	8.4	1.1	0.72

يتضح من الجدول السابق أن تركيز الحديد في اليوم الخامس بعينة حقل فهود بلغ 0.05mg/L، بينما بلغ 1.1mg/L في عينة حقل جبال، أما في اليوم العاشر فكان التركيز لعينات حقلي فهود وجبال 0.03mg/L و 0.72mg/L على التوالي.

3- أثر الأزولا على تركيز عنصر المغنيسيوم:

تركيز المغنيسيوم في حقلي فهود وجبال يوضحه الجدول التالي:

جدول (7) تركيز عنصر المغنيسيوم

عنصر المغنيسيوم Mg	العينة الضابطة mg/L	اليوم الخامس mg/L	اليوم العاشر mg/L
حقل فهود	821	318	218
حقل جبال	1080	385	276

من خلال الجدول السابق يتبين أن تراكيز المغنيسيوم في اليوم الخامس والعاشر لعينات حقلي فهود بلغت 318mg/L و218mg/L، بينما بلغت في عينات حقل جبال 385mg/L و 276mg/L.

4- أثر الأزولا على تركيز عنصر الصوديوم:

يبين الجدول (8) نتائج تحليل عينات الماء المصاحب للنفط لتركيز عنصر الصوديوم في اليوم الخامس واليوم العاشر مقارنةً بالعينة الضابطة.

جدول (8) تركيز عنصر الصوديوم

عنصر الصوديوم Na	العينة الضابطة mg/L	اليوم الخامس mg/L	اليوم العاشر mg/L
حقل فهود	15400	7790	2160
حقل جبال	18100	8810	2360

من خلال الجدول (8) نجد أن تركيز الصـوديوم في العينة الضـابطة بلغ 15400mg/L و 18100mg/L على التوالي لعينات حقلي فهود وجبال، أما في اليوم العاشر فقد وصل التركيز في عينات حقل فهود إلى 2160mg/L، مع تقارب في المقدار مع عينات حقل جبال لنفس اليوم والتي بلغت 2360mg/L.

5- أثر الأزولا على تركيز عنصر البوتاسيوم:

يوضح الجدول الآتي تركيز عنصر البوتاسيوم في عينات الماء المصاحب للنفط.

جدول (9) تركيز عنصر البوتاسيوم

عنصر البوتاسيوم K	العينة الضابطة mg/L	اليوم الخامس mg/L	اليوم العاشر mg/L
حقل فهود	272	111	103
حقل جبال	573	227	159

من خلال الجدول (9) يتضح أن العينة الضابطة تحتوي على 272mg/L و573mg/L من عنصر البوتاسيوم، وفي اليوم الخامس بلغ تركيزها 111mg/L و 227mg/L، ليصل في اليوم العاشر إلى 103mg/L و 159mg/L في عينات حقلي فهود وجبال على التوالي.

ثالثاً: حساب نسبة الإزالة لعناصر الباريوم والحديد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم:

باستخدام العلاقة الآتية تم حساب كفاءة الإزالة وتعني النسبة من العنصر التي استطاعت الأزولا امتصاصها من عينة الماء المصاحب للنفط.

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1}$$ (Akinble et al., 2019)

حيث إن η تمثل كفاءة الإزالة

C_1 تركيز العنصر المدخل في العينة الضابطة
C_2 تركيز العنصر في العينة

جدول (10) نسبة الإزالة للعناصر

	حقل فهود		حقل جبال	
اسم العنصر	اليوم الخامس	اليوم العاشر	اليوم الخامس	اليوم العاشر
الباريوم Ba	70.39	76.87	34.74	64.40
الحديد Fe	98.97	99.38	86.90	91.42
المغنيسيوم Mg	61.26	73.44	64.35	74.44
بوتاسيوم K	59.19	62.13	60.38	72.25
الصوديوم Na	49.41	85.97	51.32	86.96

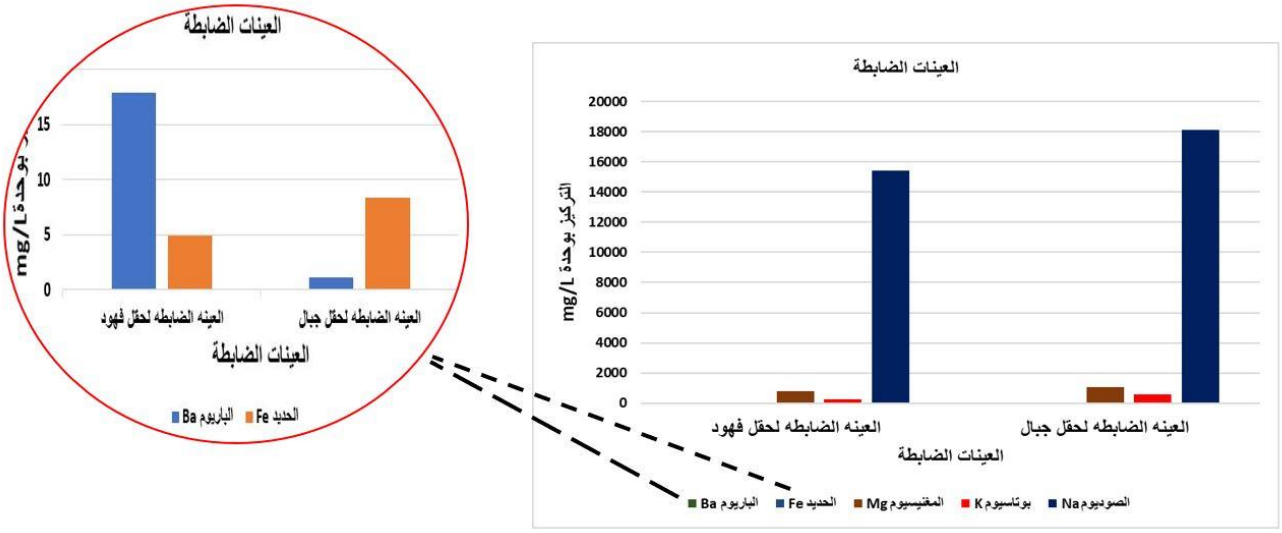
من الجدول (10) نجد تباينًا بين نسب الإزالة في عينة الحقلين بين اليوم الخامس واليوم العاشر لعنصر الحديد، حيث بلغت نسبة الإزالة في اليوم العاشر لكل حقل أكثر من 90%، بينما بلغت نسبة الإزالة في عنصر الصوديوم في اليوم الخامس 49% و51% على التوالي لعينة الحقلين، إلا أن النسبة ارتفعت في اليوم العاشر لتصل إلى أكثر من 80% للحقلين، كما لوحظ أن نسبة الإزالة لعنصر الباريوم في عينة حقل جبال قد تضاعفت في اليوم العاشر لتصل إلى 64% مقارنة باليوم الخامس لذات العنصر.

تفسير النتائج

أولاً: تركيز عناصر الباريوم والحديد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم في عينات (العينات الضابطة) حقلي فهود وجبال:

يتضح من خلال المخطط (1) لتركيز العناصر الكيميائية أن عنصر الصوديوم هو الأعلى في التركيز لكلا الحقلين يليه المغنيسيوم ثم البوتاسيوم، وبصفةٍ عامة فإن تركيز العناصر الكيميائية موضع البحث لها تراكيز أعلى في عينات حقل جبال مقارنةً بحقل فهود.

المخطط (1) تركيز العناصر في العينات الضابطة

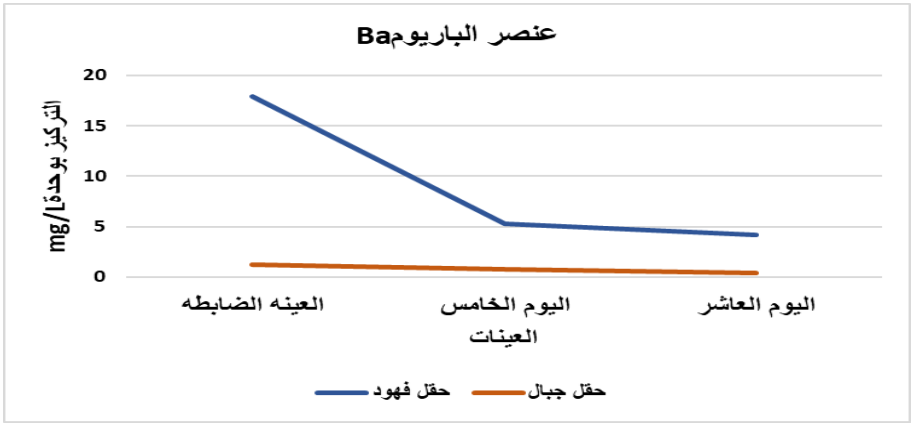


ثانياً: عينات الماء المصاحب للنفط من أحواض الأزولا:

1- أثر الأزولا على تركيز عنصر الباريوم:

من خلال المخطط (2) يتبين الانخفاض الحاد لتركيز الباريوم في اليوم الخامس في عينة حقل فهود، لينخفض كذلك التركيز في اليوم العاشر بشكل طفيف، أما الانخفاض في عينة حقل جبال فظهر بشكل طفيف طوال فترة إجراء التجربة.

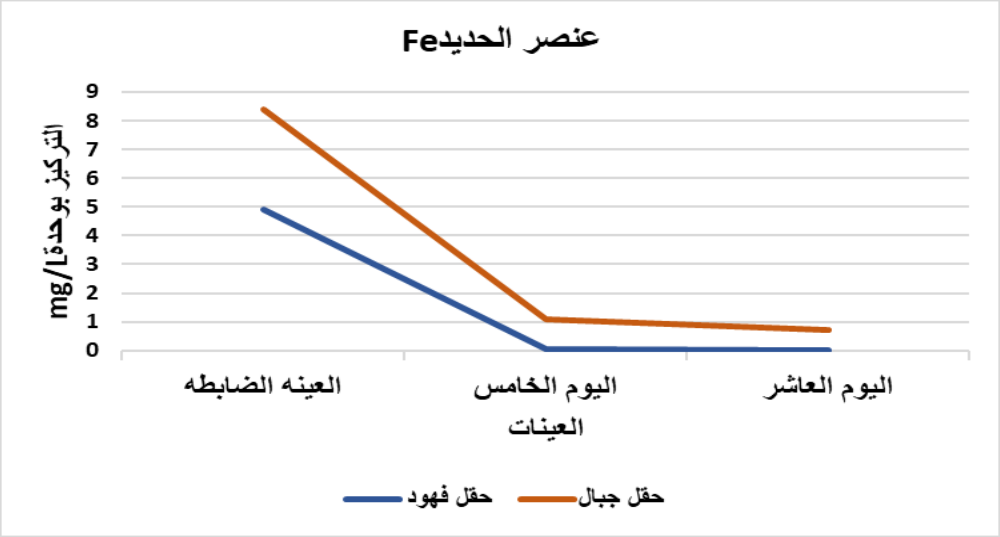
المخطط (2) منحنى تركيز الباريوم



2- أثر الأزولا على تركيز عنصر الحديد:

يتضح من خلال المخطط (3) أن تركيز الحديد انخفض بشكل حاد في عينة حقل جبال ليقترب من الصفر في عينة حقل فهود.

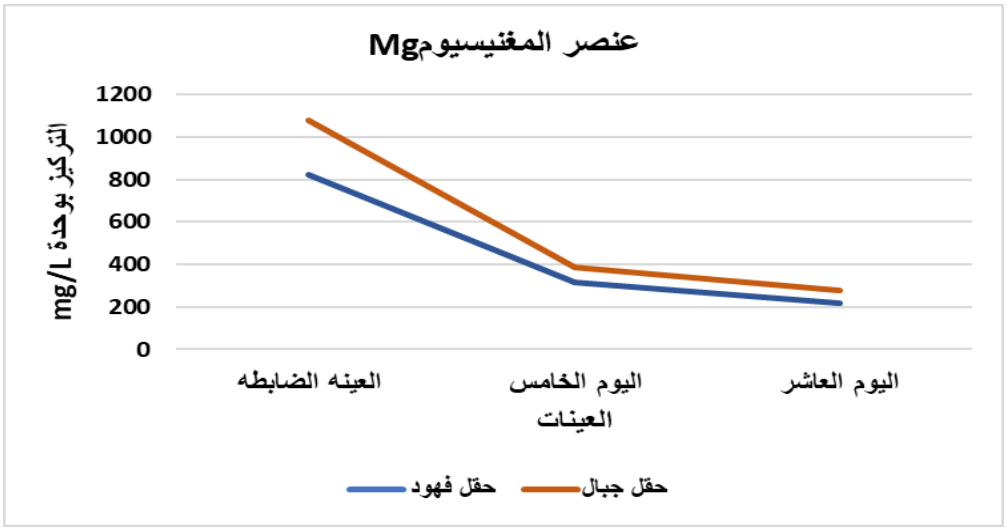
المخطط (3) منحنى تركيز الحديد



3- أثر الأزولا على تركيز عنصر المغنيسيوم:

يظهر انخفاضٌ ملحوظ يوضحه المخطط (4) لمنحنى تركيز المغنيسيوم في اليوم العاشر مقارنةً بتركيز المغنيسيوم في العينة الضابطة لكلا الحقلين.

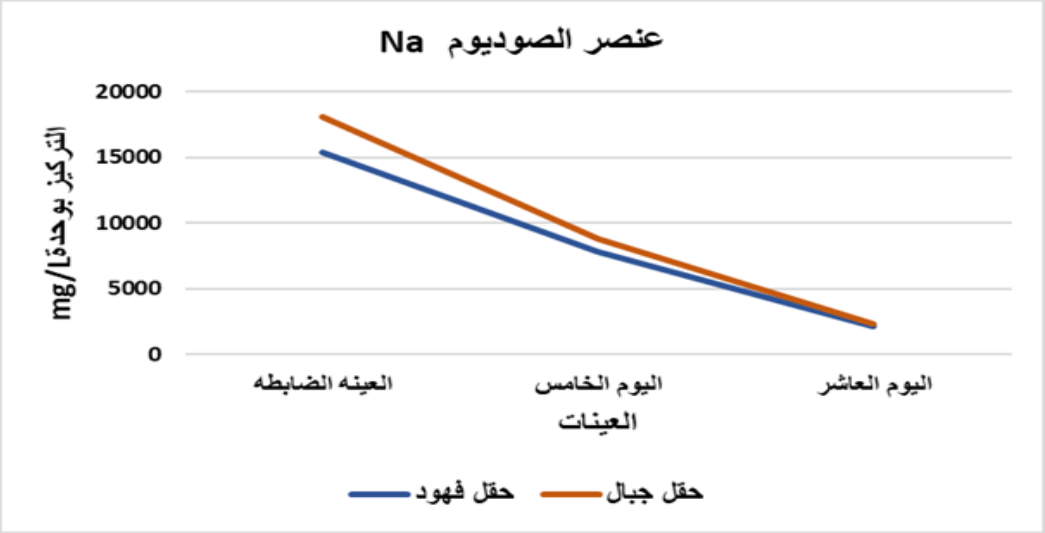
المخطط (4) منحنى تركيز المغنيسيوم



4- أثر الأزولا على تركيز عنصر الصوديوم:

يبين المخطط (5) انخفاضاً لتركيز الصوديوم في عينات كلا الحقلين بداية من العينة الضابطة وحتى اليوم العاشر.

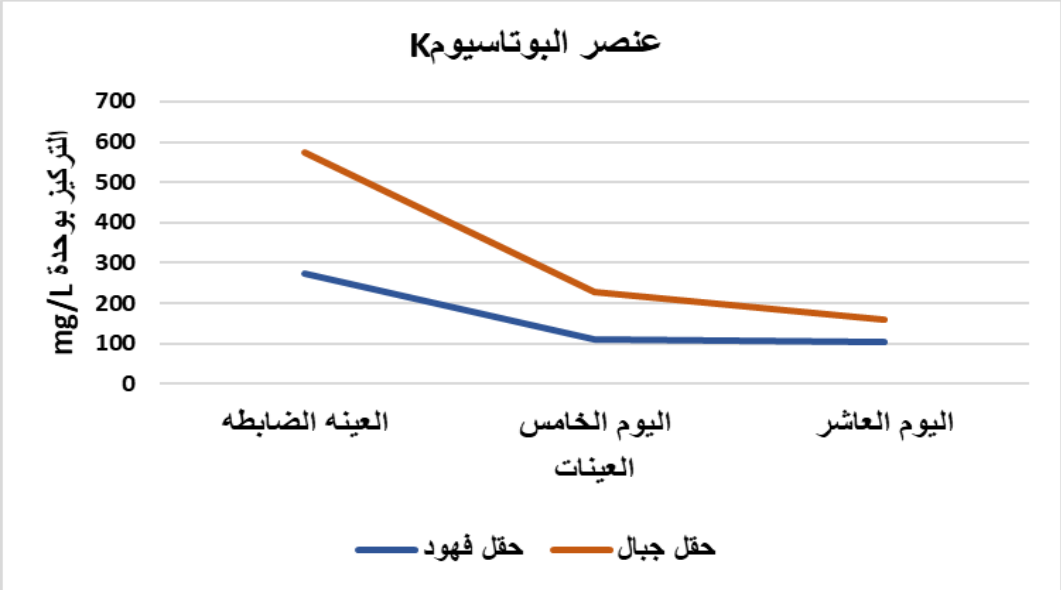
المخطط (5) منحنى تركيز الصوديوم



5- أثر الأزولا على تركيز عنصر البوتاسيوم:

يوضح المخطط (6) انخفاض تركيز البوتاسيوم في كلٍ من عينات الحقلين مقارنة بالعينة الضابطة.

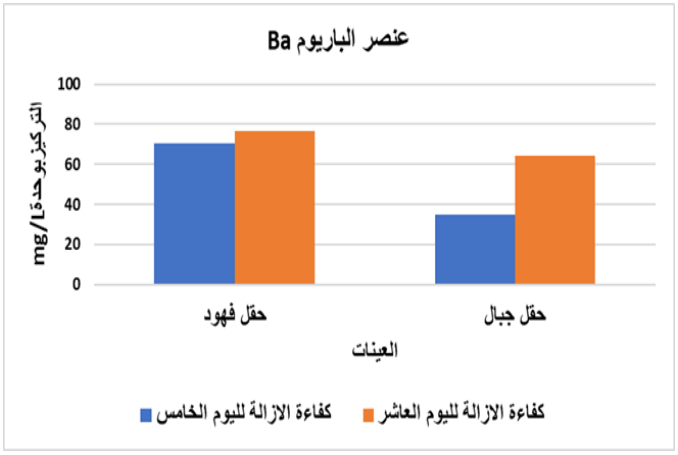
المخطط (6) تركيز عنصر البوتاسيوم



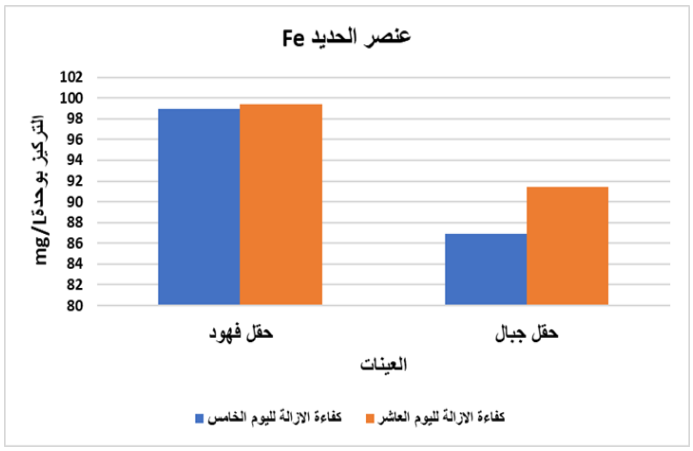
ثالثًا: حساب نسبة الإزالة لعناصر الباريوم والحديد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم:

توضح المخططات الآتية نسبة الإزالة لعناصر الباريوم والحديد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم في عينات الحقلين.

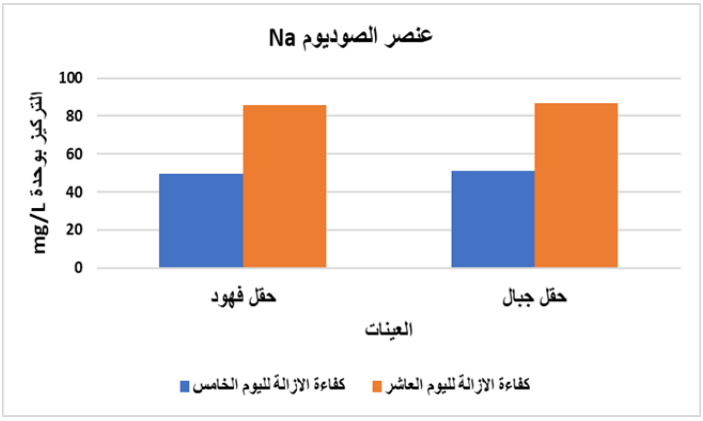
مخطط (7) نسبة الإزالة لعنصر الباريوم



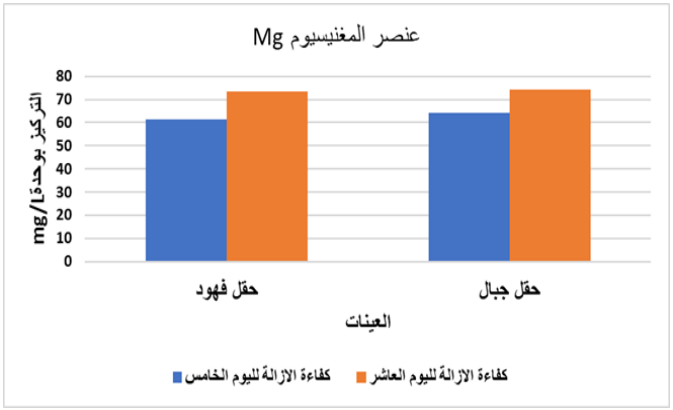
مخطط (8) نسبة الإزالة لعنصر الحديد



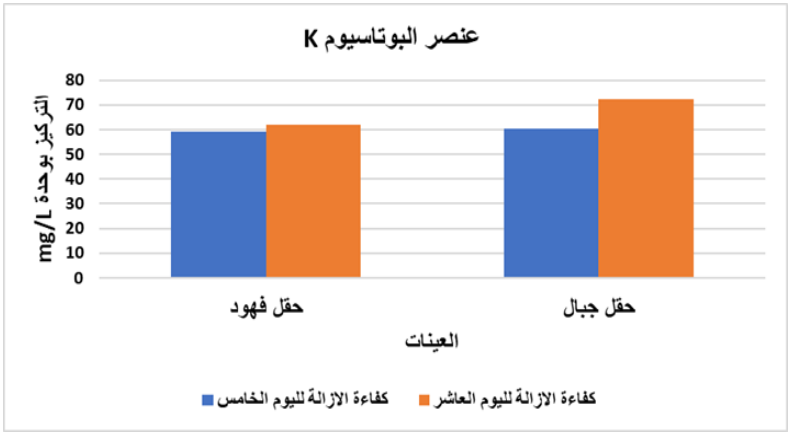
مخطط (9) نسبة الإزالة لعنصر الصوديوم



مخطط (10) نسبة الإزالة لعنصر المغنيسيوم



مخطط (11) نسبة الإزالة لعنصر البوتاسيوم



من خلال المخططات (7، 8، 9، 10، 11) نجد أن النســـبة المئوية للإزالة زادت من اليوم الخامس إلى اليوم العاشر لجميع العناصر، حيث بلغت نسبة الإزالة لعنصر الحديد 99% في عينة حقل فهود في اليوم العاشــر، والتي تعد أعلى نســبة إزالة، بينما نجد أن أقل نســبة إزالة كانت في اليوم الخامس في عينة حقل جبال والتي بلغت 34% لعنصر الباريوم، ومن الملاحظ كذلك أن نسبة إزالة عنصــر الصــوديوم في حقل جبال هي أكبر من عينة حقل فهود في اليوم العاشــر حيث بلغت 86%.

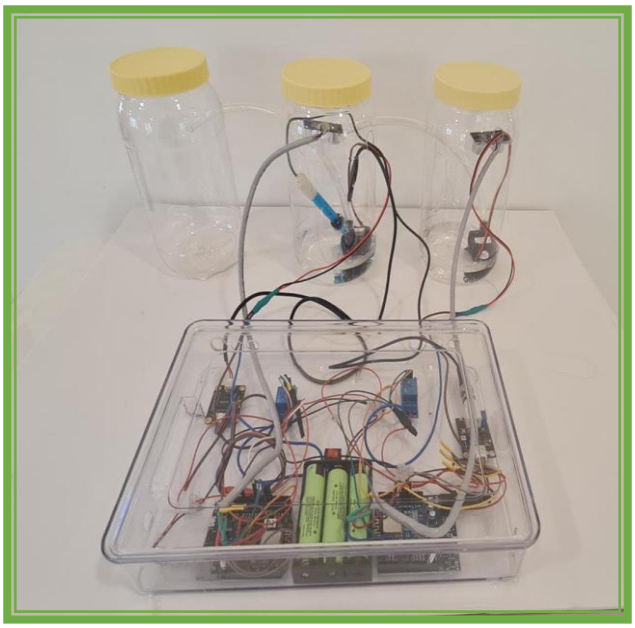
الاستنتاجات

1- في العينة الضابطة يتبين أن تركيز عنصر الصوديوم في كلا الحقلين هو الأعلى بالمقارنة ببقية العناصر الخاضعة للدراسة، وبصفة عامة فإن تركيز العناصر في حقل جبال هو الأعلى بالمقارنة بحقل فهود ماعدا عنصر الباريوم.
2- للأزولا القدرة على خفض تركيز عناصر الباريوم والحديد والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم في كلٍ من عينتي الحقلين وخلال مدة التجربة (اليوم الخامس واليوم العاشر).
3- تراوحت كفاءة الإزالة للأزولا لعناصر الباريوم والحديد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم خلال عشرة أيام ما بين 62% إلى 99%.

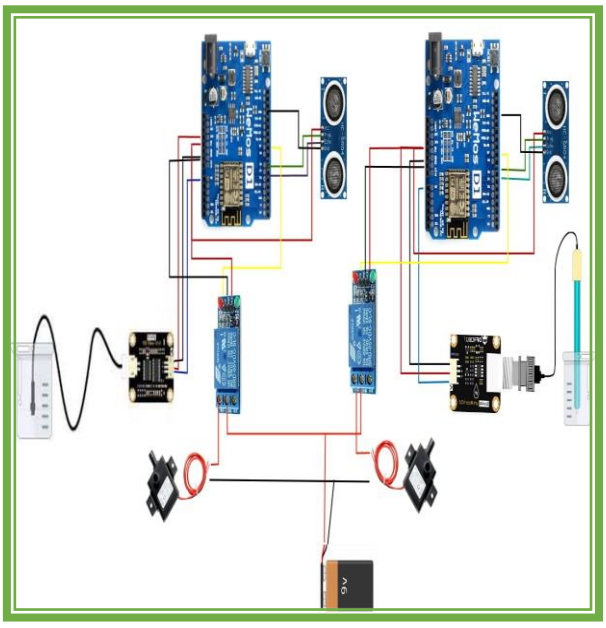
شرح المنتج وكيفية الاستفادة منه

من خلال نتائج البحث تم تصنيع المنتجات الآتية:

أ- محطة مصغرة لمعالجة الماء المصاحب للنفط.



صورة (10) المحطة المصغرة لمعالجة المياه المصاحبة



مخطط (12) الدائرة الكهربائية للمحطة المصغرة

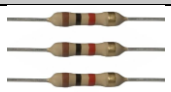
يحتوي الجهاز الموضـح بالصـورة (10) على ثلاثة أحواض، الحوض الأول ويوضـع به الماء المصاحب للنفط، الحوض الثاني توضع به الأزولا، أما الحوض الثالث فيتم ضخ الماء إليه بعد عملية المعالجة، في البداية يتم ضـخ الماء المصـاحب للنفط إلى الحوض الثاني حيث تقوم الأزولا بامتصـاص العناصـر، ومن خلال الحسـاس TDS المبين في الدائرة الكهربائية بالمخطط (12)، ويتم تحديد نهاية عملية المعالجة ليتم الضـخ إلى الخزان الثالث، وللتحكم في عمل المحطة وإظهار البيانات تم استخدام تطبيق إلكتروني كما هو مبين في الصورة (11).



صورة (11) تطبيق إلكتروني للمحطة المصغرة لمعالجة المياه المصاحبة للنفط

ولتنفيذ المحطة المصغرة لمعالجة الماء المصاحب للنفط تم استخدام الأدوات الموضحة في الجدول التالي.

جدول (8) الأدوات المستخدمة في المحطة المصغرة لمعالجة الماء المصاحب للنفط

م	الأداة	صورة
1	مقاومة Resistance	
2	المرحل Relay	
3	لوحة التطوير WeMos D1 متوافقة مع Arduino	

4	جهاز PH	
5	حساس المسافة Distance Sensor	
6	مقياس المواد الصلبة الذائبة TDS	
7	مضخة المياه Water Pump	
8	أسلاك التوصيل Jumper Wire	
9	اللوح التجريبي Bread Board	

ب- تصنيع ألواح خشبية من مخلفات الأزولا لاستخدامها في صناعة الأثاث المنزلي.

تم تصنيع الألواح الخشبية بخلط 50% من الأزولا مع 35%من الغراء الأبيض و15% من الماء ثم تعريضها للضغط الهيدروليكي بمقدار 850 كغم/ المتر المكعب، ويتم بعدها تجفيفها طبيعيًا لمدة 120 ساعة في درجة 27 درجة سيليزية.

الجدوى الاقتصادية من استخدام سرخس الأزولا:

أولًا: الجدوى الاقتصادية من استخدام سرخس الأزولا في تصنيع ألواح خشبية

تظهر نتائج البحث إمكانية إعادة استخدام سرخس الأزولا المجمع بعد عملية التنقية وتجفيفه لإنتاج ألواح خشبية بعد ضغطها مع استخدام غراء أخشاب مناسب لإنتاج لوح خشبي يناسب العديد من الاستخدامات كالمشغولات الحرفية أو استخدامه كإطار للصور حيث يتميز بالصلابة وخفة الوزن، والجدول (9) يوضح التكلفة التقديرية بالريال العماني لإنتاج ألواح خشبية من سرخس الأزولا.

جدول (9) التكلفة التقديرية لإنتاج ألواح خشبية من سرخس الأزولا

سمك اللوح الخشبي (مم)	مساحة اللوح الخشبي (سم)	كتلة الأزولا المستخدمة (كيلوجرام)	التكلفة (ريال عماني)
10	20 × 300	18	3.2
6.5	120 × 240	22	6.4
25	100 × 250	45	9.6
30	50 × 50	24	12.8

ثانيًا: الجدوى الاقتصادية من استخدام سرخس الأزولا كأسمدة عضوية

تظهر نتائج البحث إمكانية استخدام الأزولا بعد عملية التنقية والتجفيف والمعالجة الكيميائية إلى سماد نباتي غني بالمواد الضرورية لنمو النبات مثل المغنيسيوم والكالسيوم والفسفور والبوتاسيوم ولا يتسبب بأي مضار للبيئة، ويناسب جميع المزروعات ويعمل على تثبيت النيتروجين ويحسن من خواص التربة الزراعية، والجدول (10) يوضح التكلفة التقديرية بالريال العماني لإنتاج سماد عضوي من سرخس الأزولا.

جدول (10) التكلفة التقديرية لإنتاج سماد عضوي من تجفيف سرخس الأزولا

كتلة كيس السماد (كيلوجرام)	كتلة الأزولا المستخدمة (كيلوجرام)	تكلفة المعالجة (ريال عماني)	التكلفة (ريال عماني)
5	5.5	3	5
10	11	6	10
15	16.5	9	15
20	22	12	20

التوصيات والمقترحات

1- استخدام الأزولا في معالجة المياه المصاحبة للنفط أسوةً بمشروع باور نمر الذي استخدم فيه نبات القصب.
2- دعم وتمويل الفريق البحثي للاستفادة من مخلفات الأزولا لتصنيع الأخشاب وتعبئة المادة الخام لإرسالها للمعالجة في المصانع المتخصصة.
3- استخدام الأزولا في معالجة مياه الصرف الصحي بالسلطنة.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية

- سيف، عبدالرحمن أحمد (2014). تطور سلطنة عمان. دار المعتز للنشر والتوزيع.
- الشبيني، جمال محمد (2004). الأزولا علف وسماد. المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع.
- صهيوني، مروان. (2021، سبتمبر25). زراعة نبات الأزولا واستخداماته. إضاءات عالمية. استرجعت بتاريخ مارس 28، من موقع https://idaatalaalm.com
- عبد الهادي، منى فؤاد (2020). دور الرقابة البيئية في استدامة الموارد الطبيعية المتمثلة بـ (الماء والهواء والتربة والمياه الجوفية) للحد من التلوث دراسة حالة معالجة الماء المصاحب لاستخراج النفط الخام. Journal of Petroleum Research and Studies, 10 (2), 17-40.
- فرغلي، أ.د. وائل فرغلي (2019). دليل الوقاية من المخاطر الصحية والبيئة ومعالجتها (ط1). دار الكتب العلمية.
- الفيل، د. علي. (2013). شرح التلوث البيئي في قوانين حماية البيئة العربية (ط1). المركز القومي للإصدارات القانونية.
- كيلانى, عمر عماد دسوقى، ميرغنى، مصطفى أزهرى، بقارى، خالد على محمد، محمد، عبدالله المسلمى أحمد، أحمد، ربيع قسم الله الضوء & ,على، رماح عماد الدين أحمد. (2014) . التلوث في الصناعة النفطية وطرق معالجته ,(Doctoral dissertation) جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
- مصادر المياه في سلطنة عمان والميزان المائي. (2023، أبريل 1). وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه.www.maf.gov.om

ثانيًا: المراجع الأجنبية

- Akinbile, C. O., Ikuomola, B. T., Olanrewaju, O. O., & Babalola, T. E. (2019). Assessing the efficacy of Azolla pinnata in four different wastewater treatment for agricultural re-use: A case history. Sustainable Water Resources Management, 5, 1009-1015.
- Akinbile, C. O., Ogunrinde, T. A., Che bt Man, H., & 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.
- Bennicelli, R., Stępniewska, Z., Banach, A., Szajnocha, K., & Ostrowski, J. (2004). The ability of Azolla caroliniana to remove heavy metals (Hg (II), Cr (III), Cr (VI)) from municipal wastewater. Chemosphere, 55(1), 141-146.
- Mohod, C. V., & Dhote, J. (2013). Review of heavy metals in drinking water and their effect on human health. International

Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2(7), 2992-2996.

- Parikh, P. S., & Mazumder, S. K. (2015). Capacity of Azolla pinnata var. imbricata to absorb heavy metals and fluorides from the wastewater of oil and petroleum refining industry at Vadodara. International Journal of Allied Practice, Research and Review, 2, 37-43.
- Sayyad Amin, J., Vared Abkenar, M., & Zendehboudi, S. (2015). Natural sorbent for oil spill cleanup from water surface: environmental implication. Industrial & Engineering Chemistry Research, 54(43), 10615-10621.

الملاحق

ملحق (1)

PO Box 81, Postal Code 100, Muscat – Sultanate of Oman
Telex:5212, Petro ON. Facsimile: (00968) 24677106, 24675093. Tel: (00968) 24678111. Cable: Petro Muscat

Petroleum Development Oman

Production Chemistry

Production Chemistry Laboratory Services

Laboratory:	MAF	Water Element Analysis Report:	
Analysis Date:	20/03/2023	Report number:	MAF-ICP-
Sampling point/detail	Yibal STD	Analyst Name	Majid ALNadabi
Sampling date/time		Sampled by:	Opreator
SM code		Customer ID	

All results relate only to the items tested

Analysis			Results	Unit	MDL	Uncertinity %	Accredited Y/N	Test method used
Element		Abb:						
1	Total Barium	Ba	1.18	mg/l	0.015	±9.02	Y	PCLM W 4.015*
2	Total Cadmium	Cd	<0.019	mg/l	0.019	±5.04	Y	PCLM W 4.015*
3	Total Calcium	Ca	8920	mg/l	0.548	±4.90	Y	PCLM W 4.015*
4	Total Chromium	Cr	<0.021	mg/l	0.021	±5.18	Y	PCLM W 4.015*
5	Total Copper	Cu	<0.029	mg/l	0.029	±8.82	Y	PCLM W 4.015*
6	Total Iron	Fe	8.4	mg/l	0.021	±6.92	Y	PCLM W 4.015*
7	Total Lead	Pb	<0.016	mg/l	0.016	±8.76	Y	PCLM W 4.015*
8	Total Magnesium	Mg	1080	mg/l	1.404	±9.80	Y	PCLM W 4.015*
9	Total Nickel	Ni	<0.021	mg/l	0.021	±9.18	Y	PCLM W 4.015*
10	Total Potassium	K	573	mg/l	0.121	±8.96	Y	PCLM W 4.015*
11	Total Sodium	Na	18100	mg/l	4.536	±9.62	Y	PCLM W 4.015*
12	Total Sulphur	S	85.8	mg/l	0.896	±7.54	N	PCLM W 4.015*
13	Total Zinc	Zn	<0024	mg/l	0.024	±5.47	Y	PCLM W 4.015*

Approval & Sign Off by laboratory supervisor

Name:	Hattali, Ahmed
Ref.Indicator:	UIKLM1
Reported Date:	22/03/2023

Note:* PCLM W 4.015 in accordance with ASTM D-1976.

ilac-MRA
ISO-IEC 17025 TEST

P.O. Box 81, Postal Code: 100, Muscat – Sultanate of Oman ص.ب ٨١، الرمز البريدي: ١٠٠، مسقط – سلطنة عُمان
تلكس: ٥٢١٢ بترو أو آن، فاكسميلي: ٢٤٦٧٥٩٣-٠٦، ٢٤٦٧٧١٠٦ (٠٠٩٦٨)، هاتف: ٢٤٦٧٨١١١ (٠٠٩٦٨)، برقيا: بترو مسقط
Telex 5212, Petro ON, Facsimile: (00968) 24677106, 24675093, Tel.: (00968) 24678111, Cable: Petro Muscat
شركة تنمية نفط عمان
Petroleum Development Oman

Production Chemistry
Production Chemistry Laboratory Services

Laboratory:	MAF	Water Element Analysis Report:	
Analysis Date:	20/03/2023	Report number:	MAF-ICP-
Sampling point/detail	Yibal day 5	Analyst Name	Majid ALNadabi
Sampling date/time		Sampled by:	Opreator
SM code		Customer ID	

All results relate only to the items tested

Analysis			Results	Unit	MDL	Uncertinity %	Accredited Y/N	Test method used
Element		Abb:						
1	Total Barium	Ba	0.77	mg/l	0.015	±9.02	Y	PCLM W 4.015*
2	Total Cadmium	Cd	<0.019	mg/l	0.019	±5.04	Y	PCLM W 4.015*
3	Total Calcium	Ca	2720	mg/l	0.548	±4.90	Y	PCLM W 4.015*
4	Total Chromium	Cr	<0.021	mg/l	0.021	±5.18	Y	PCLM W 4.015*
5	Total Copper	Cu	<0.029	mg/l	0.029	±8.82	Y	PCLM W 4.015*
6	Total Iron	Fe	1.1	mg/l	0.021	±6.92	Y	PCLM W 4.015*
7	Total Lead	Pb	<0.016	mg/l	0.016	±8.76	Y	PCLM W 4.015*
8	Total Magnesium	Mg	385	mg/l	1.404	±9.80	Y	PCLM W 4.015*
9	Total Nickel	Ni	<0.021	mg/l	0.021	±9.18	Y	PCLM W 4.015*
10	Total Potassium	K	227	mg/l	0.121	±8.96	Y	PCLM W 4.015*
11	Total Sodium	Na	8810	mg/l	4.536	±9.62	Y	PCLM W 4.015*
12	Total Sulphur	S	63.4	mg/l	0.896	±7.54	N	PCLM W 4.015*
13	Total Zinc	Zn	<0024	mg/l	0.024	±5.47	Y	PCLM W 4.015*

Approval & Sign Off by laboratory supervisor

Name:	Hattali, Ahmed
Ref.Indicator:	UIKLM1
Reported Date:	22/03/2023

Note:* PCLM W 4.015 in accordance with ASTM D-1976.

190-LB-TEST

P.O. Box 81, Postal Code: 100, Muscat – Sultanate of Oman ص. ب ٨١، الرمز البريدي: ١٠٠، مسقط – سلطنة عُمان
تلكس: ٩٢١٢ بترو أون، فاكسميلي: ٢٤٦٧٧٠٦، ٢٤٦٧٧٠٩٣ (٠٠٩٦٨)، هاتف: ٢٤٦٧٨١١١ (٠٠٩٦٨)، برقيا: بترو مسقط
Telex: 5212, Petro ON, Facsimile: (00968) 24677106, 24675093, Tel.: (00968) 24678111, Cable: Petro Muscat

شركة تنمية نفط عمان
Petroleum Development Oman

Production Chemistry
Production Chemistry Laboratory Services

Laboratory:	MAF	Water Element Analysis Report:	
Analysis Date:	20/03/2023	Report number:	MAF-ICP-
Sampling point/detail	Yibal day 10	Analyst Name	Majid ALNadabi
Sampling date/time		Sampled by:	Opreator
SM code		Customer ID	

All results relate only to the items tested

Analysis			Results	Unit	MDL	Uncertinity %	Accredited Y/N	Test method used
Element		Abb:						
1	Total Barium	Ba	0.42	mg/l	0.015	±9.02	Y	PCLM W 4.015*
2	Total Cadmium	Cd	<0.019	mg/l	0.019	±5.04	Y	PCLM W 4.015*
3	Total Calcium	Ca	2350	mg/l	0.548	±4.90	Y	PCLM W 4.015*
4	Total Chromium	Cr	<0.021	mg/l	0.021	±5.18	Y	PCLM W 4.015*
5	Total Copper	Cu	<0.029	mg/l	0.029	±8.82	Y	PCLM W 4.015*
6	Total Iron	Fe	0.72	mg/l	0.021	±6.92	Y	PCLM W 4.015*
7	Total Lead	Pb	<0.016	mg/l	0.016	±8.76	Y	PCLM W 4.015*
8	Total Magnesium	Mg	276	mg/l	1.404	±9.80	Y	PCLM W 4.015*
9	Total Nickel	Ni	<0.021	mg/l	0.021	±9.18	Y	PCLM W 4.015*
10	Total Potassium	K	159	mg/l	0.121	±8.96	Y	PCLM W 4.015*
11	Total Sodium	Na	2360	mg/l	4.536	±9.62	Y	PCLM W 4.015*
12	Total Sulphur	S	91.3	mg/l	0.896	±7.54	N	PCLM W 4.015*
13	Total Zinc	Zn	<0024	mg/l	0.024	±5.47	Y	PCLM W 4.015*

Approval & Sign Off by laboratory supervisor

Name:	Hattali, Ahmed
Ref.Indicator:	UIKLM1
Reported Date:	22/03/2023

Note:* PCLM W 4.015 in accordance with ASTM D-1976.

eLACI
190-LB-TEST

P.O. Box 81, Postal Code: 100, Muscat – Sultanate of Oman ص.ب ٨١، الرمز البريدي: ١٠٠، مسقط – سلطنة عُمان
تلكس: ٥٢١٢ بترو أو أن، فاكسميلي: ٢٤٦٧٥٠٩٣، ٢٤٦٧٧٩١٠٦ (٠٠٩٦٨)، هاتف: ٢٤٦٧٨١١١ (٠٠٩٦٨)، برقيا: بترو مسقط
Telex: 5212, Petro ON, Facsimile: (00968) 24677106, 24675093, Tel: (00968) 24678111, Cable: Petro Muscat
شركة تنمية نفط عمان
Petroleum Development Oman

Production Chemistry
Production Chemistry Laboratory Services

Laboratory:	MAF	Water Element Analysis Report:	
Analysis Date:	20/03/2023	Report number:	MAF-ICP-
Sampling point/detail	Fahud STD	Analyst Name	Majid ALNadabi
Sampling date/time		Sampled by:	Opreator
SM code		Customer ID	

All results relate only to the items tested

	Analysis Element	Abb:	Results	Unit	MDL	Uncertinity %	Accredited Y/N	Test method used
1	Total Barium	Ba	17.90	mg/l	0.015	±9.02	Y	PCLM W 4.015*
2	Total Cadmium	Cd	<0.019	mg/l	0.019	±5.04	Y	PCLM W 4.015*
3	Total Calcium	Ca	4310	mg/l	0.548	±4.90	Y	PCLM W 4.015*
4	Total Chromium	Cr	<0.021	mg/l	0.021	±5.18	Y	PCLM W 4.015*
5	Total Copper	Cu	<0.029	mg/l	0.029	±8.82	Y	PCLM W 4.015*
6	Total Iron	Fe	4.9	mg/l	0.021	±6.92	Y	PCLM W 4.015*
7	Total Lead	Pb	<0.016	mg/l	0.016	±8.76	Y	PCLM W 4.015*
8	Total Magnesium	Mg	821	mg/l	1.404	±9.80	Y	PCLM W 4.015*
9	Total Nickel	Ni	<0.021	mg/l	0.021	±9.18	Y	PCLM W 4.015*
10	Total Potassium	K	272	mg/l	0.121	±8.96	Y	PCLM W 4.015*
11	Total Sodium	Na	15400	mg/l	4.536	±9.62	Y	PCLM W 4.015*
12	Total Sulphur	S	11.1	mg/l	0.896	±7.54	N	PCLM W 4.015*
13	Total Zinc	Zn	<0024	mg/l	0.024	±5.47	Y	PCLM W 4.015*

Approval & Sign Off by laboratory supervisor

Name:	Hattali, Ahmed
Ref.Indicator:	UIKLM1
Reported Date:	22/03/2023

Note:* PCLM W 4.015 in accordance with ASTM D-1976.

ela.CI
190-LB-TEST

P.O. Box 81, Postal Code: 100, Muscat – Sultanate of Oman ص. ب ٨١، الرمز البريدي: ١٠٠، مسقط – سلطنة عُمان
تلكس: ٥٢١٢ بترو أو آن، فاكسميلي: ٢٤٦٧٥٧١٠٦ (٠٠٩٦٨)، هاتف: ٢٤٦٧٨٠٩٣ (٠٠٩٦٨)، برقيا: بترو مسقط
Telex: 5212, Petro ON. Facsimile: (00968) 24677106, 24675093. Tel.: (00968) 24678111, Cable: Petro Muscat
شركة تنمية نفط عمان
Petroleum Development Oman

Production Chemistry
Production Chemistry Laboratory Services

Laboratory:	MAF	Water Element Analysis Report:	
Analysis Date:	20/03/2023	Report number:	MAF-ICP-
Sampling point/detail	Fahud day 5	Analyst Name	Majid ALNadabi
Sampling date/time		Sampled by:	Opreator
SM code		Customer ID	

All results relate only to the items tested

Analysis			Results	Unit	MDL	Uncertinity %	Accredited Y/N	Test method used
Element		Abb:						
1	Total Barium	Ba	5.30	mg/l	0.015	±9.02	Y	PCLM W 4.015*
2	Total Cadmium	Cd	<0.019	mg/l	0.019	±5.04	Y	PCLM W 4.015*
3	Total Calcium	Ca	1310	mg/l	0.548	±4.90	Y	PCLM W 4.015*
4	Total Chromium	Cr	<0.021	mg/l	0.021	±5.18	Y	PCLM W 4.015*
5	Total Copper	Cu	<0.029	mg/l	0.029	±8.82	Y	PCLM W 4.015*
6	Total Iron	Fe	0.05	mg/l	0.021	±6.92	Y	PCLM W 4.015*
7	Total Lead	Pb	<0.016	mg/l	0.016	±8.76	Y	PCLM W 4.015*
8	Total Magnesium	Mg	318	mg/l	1.404	±9.80	Y	PCLM W 4.015*
9	Total Nickel	Ni	<0.021	mg/l	0.021	±9.18	Y	PCLM W 4.015*
10	Total Potassium	K	111	mg/l	0.121	±8.96	Y	PCLM W 4.015*
11	Total Sodium	Na	7790	mg/l	4.536	±9.62	Y	PCLM W 4.015*
12	Total Sulphur	S	66.5	mg/l	0.896	±7.54	N	PCLM W 4.015*
13	Total Zinc	Zn	<0024	mg/l	0.024	±5.47	Y	PCLM W 4.015*

Approval & Sign Off by laboratory supervisor

Name:	Hattali, Ahmed
Ref.Indicator:	UIKLM1
Reported Date:	22/03/2023

Note:* PCLM W 4.015 in accordance with ASTM D-1976.

ela.CI
190-LB-TEST

P.O. Box 81, Postal Code: 100, Muscat – Sultanate of Oman ص.ب ٨١، الرمز البريدي: ١٠٠، مسقط – سلطنة عُمان
تلكس: ٥٢١٢ بترو أن، فاكسميلي: ٢٤٦٧٥٠٩٣، ٢٤٦٧٥٠٦ (٠٠٩٦٨)، هاتف: ٢٤٦٧٨١١١ (٠٠٩٦٨)، برقيا: بترو مسقط
Telex: 5212, Petro ON, Facsimile: (00968) 24677106, 24675093, Tel.: (00968) 24678111, Cable: Petro Muscat
شركة تنمية نفط عمان
Petroleum Development Oman

Production Chemistry Laboratory Services

Laboratory:	MAF	Water Element Analysis Report:	
Analysis Date:	20/03/2023	Report number:	MAF-ICP-
Sampling point/detail	Fahud day 10	Analyst Name	Majid ALNadabi
Sampling date/time		Sampled by:	Opreator
SM code		Customer ID	

All results relate only to the items tested

Analysis			Results	Unit	MDL	Uncertinity %	Accredited Y/N	Test method used
Element		Abb:						
1	Total Barium	Ba	4.14	mg/l	0.015	±9.02	Y	PCLM W 4.015*
2	Total Cadmium	Cd	<0.019	mg/l	0.019	±5.04	Y	PCLM W 4.015*
3	Total Calcium	Ca	1210	mg/l	0.548	±4.90	Y	PCLM W 4.015*
4	Total Chromium	Cr	<0.021	mg/l	0.021	±5.18	Y	PCLM W 4.015*
5	Total Copper	Cu	<0.029	mg/l	0.029	±8.82	Y	PCLM W 4.015*
6	Total Iron	Fe	0.03	mg/l	0.021	±6.92	Y	PCLM W 4.015*
7	Total Lead	Pb	<0.016	mg/l	0.016	±8.76	Y	PCLM W 4.015*
8	Total Magnesium	Mg	218	mg/l	1.404	±9.80	Y	PCLM W 4.015*
9	Total Nickel	Ni	<0.021	mg/l	0.021	±9.18	Y	PCLM W 4.015*
10	Total Potassium	K	103	mg/l	0.121	±8.96	Y	PCLM W 4.015*
11	Total Sodium	Na	2160	mg/l	4.536	±9.62	Y	PCLM W 4.015*
12	Total Sulphur	S	57.3	mg/l	0.896	±7.54	N	PCLM W 4.015*
13	Total Zinc	Zn	<0024	mg/l	0.024	±5.47	Y	PCLM W 4.015*

Approval & Sign Off by laboratory supervisor

Name:	Hattali, Ahmed
Ref.Indicator:	UIKLM1
Reported Date:	22/03/2023

Note:* PCLM W 4.015 in accordance with ASTM D-1976.

elaci
190-LB-TEST

ملحق (2)

جامعة السلطان قابوس
مكتب الرئيس

Sultan Qaboos University
Office Of The Vice Chancellor

الفاضلة/ زوينة بنت سيف بن سليمان المزروعية المحتـــــرمة
المديرة العامة
المديرية العامة للتربية والتعليم بمحافظة الظاهرة

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وبعد:

الموضوع: زيارة جامعة السلطان قابوس

بالإشارة إلى خطابكم الموجه إلى سمو السيد الدكتور رئيس الجامعة رقم (٢٨٢٣٥٤٥٤٥٣) المؤرخ في ٤ يناير ٢٠٢٣م، بشأن رغبة قسم الابتكار والأولمبياد العلمي بالمديرية بزيارة كلية العلوم الزراعية والبحرية وكلية العلوم بالجامعة.

عليه يطيب لنا إفادتكم بترحيب الجامعة بهذه الزيارة، وبناء على التنسيق مع المعنيين لديكم فستكون الزيارة على النحو الآتي:

١- زيارة كلية العلوم الزراعية والبحرية: يوم الأحد الموافق ٢٢ يناير ٢٠٢٣م، بالتنسيق مع الدكتور / جمال بن ناصر الصباحي – مدير محطة التجارب الزراعية – على رقم الهاتف (٩٩٢٢١٢٧٩) أو البريد الإلكتروني(jamal@squ.edu.om).

٢- زيارة كلية العلوم: في بداية شهر فبراير ٢٠٢٣م، بالتنسيق مع الأستاذ الدكتور/ عصام ابن صادق بن حسن- رئيس قسم الفيزياء على رقم الهاتف (٩٥٤٣٩٧٩٦) أو البريد الإلكتروني(issam@squ.edu.om).

للتكرم بالعلم والإحاطة؛ شاكرين لكم عنايتكم.

وتقبلوا فائق الاحترام والتقدير،،،

د.عمر بن سعيد العبري
مديـــر مكتـــب الرئيس

الرقم: م/ر-ح/٢١٠ /٢٠٢٣ التاريخ: ٢٥ جمادى الآخرة ١٤٤٤هـ الموافق: ١٨ يناير ٢٠٢٣م (ن.ص) ٢٠٢٣/١٠٥

صندوق البريد: ٥٠ الخوض ، الرمز البريدي: ١٢٣ مسقط – سلطنة عُمان هاتف: ٢٤١٤١١٦٧ ٩٦٨+ - ٢٤١٤١٠٠٠ ٩٦٨+ - فاكس: ٢٤٤١٣٢٥٤ ٩٦٨+
P.O.Box: 50 Al-Khoudh, P.Code: 123 Muscat– Sultanate of Oman - Tel: +968 24141167 - +968 24141000 - Fax: +968 24413254
الموقع الإلكتروني: Website: www.squ.edu.om - البريد الالكتروني: E:Mail: vcoffice@squ.edu.om

ملحق (3)

بسم الله الرحمن الرحيم

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الرقم: ٢٠٢٣/١٢
التاريخ: ٢٠٢٣/٢/٦ م الموافق هـ

المحترم **الفاضل المهندس/ عبد الأمير بن عبدالحسين العجمي**

المدير التنفيذي للشؤون الخارجية والقيمة المحلية المضافة بشركة تنمية نفط عمان

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته..

الموضوع/ زيارة وتسليم عينات لتحليلها في مختبر شركة تنمية نفط عمان بتاريخ 12 مارس 2023م

نتقدم لكم بجزيل الشكر وعظيم الثناء على تعاونكم في تطوير الابتكارات والمشاريع الطلابية، وفي إطار استعداد الوزارة للمشاركة في مسابقة ابتكار الكويت في يوليو القادم، نرجو تكرمكم بالموافقة على زيارة فريق مدرسة عبري للتعليم الأساسي (ثلاث معلمات و أربع طالبات) لمختبر الشركة وذلك بهدف تحليل عينات لفحص وجود العناصر الآتية وهي: (الكالسيوم، الماغنيسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، البيكربونات، الكلوريد، الكبريتات، النترات، الرصاص، النيكل، الكروم، الكادميوم، النحاس، الزنك، بقايا النفط، الزئبق، الملوحة، الحديد، الهيدروكربون، الباريوم) كما نتطلع إلى تعاونكم مع المدرسة لتصوير بعض الأجهزة المستخدمة في التحليل بهدف إرفاقها في البحث العلمي كتوثيق لقيام الطالبات بتنفيذ أعمال بحثية في معامل ومختبرات علمية داخل سلطنة عمان.

شاكرين ومثمنين لكم حسن التعاون وكريم الاهتمام.

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير،،،

د. مياء بنت سعيد العزرية
الخبيرة التربوية بمكتب وزيرة التربية والتعليم
مديرة دائرة الابتكار والأولمبياد العلمي

ملحق (4)

Sultanate of Oman
Ministry of Education
Directorate General of Education
Al-Dhahira Governorate

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم
المديرية العامة للتربية والتعليم لمحافظة الظاهرة

مكتب المدير العام
Office of the Director General

الرقم: ٢٨٢٣٦٨٥٧٩١

التاريخ: ٢٢ رمضان ١٤٤٤هـ
الموافق: ١٣ ابريل ٢٠٢٣م

الفاضل / سليمان بن حمد بن زهران الراجحي المحترم

مدير الكلية المهنية بعبري

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وبعد: -

الموضوع/ المشروع الطلابي المشارك في مسابقة ابتكار الكويت العلمية ٢٠٢٣م

لكم من تعليمية الظاهرة أجمل التحايا، يطيب لنا أن نتقدم لكم بالشكر الجزيل على تعاونكم معنا في مسابقة ابتكار الكويت العلمية ٢٠٢٣م. وتعزيزاً لأبنائنا الطلبة للمنافسة في مختلف المسابقات المحلية والخليجية والدولية، يرجى تكرمكم الإيعاز للمختصين لديكم التعاون مع الفريق البحثي لتصنيع خشب الآزولا، لتكرم بفحص بعض خواص الخشب.

ولمزيد من الاستفسار يرجى التكرم بالتواصل مع الفاضل/ بدر المعمري على هاتف رقم (٩٩٥٨٠٤٧).

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير.

زوينة بنت سيف بن سليمان المزروعية

المديرة العامة