Contents lists available at https://digitalcommons.aaru.edu.jo/huj_nas/.

Hadhramout University Journal of Natural & Applied Science

Article

Digital Object Identifier:
Received 16 October 2024,
Accepted 1 December 2024,
Available online 25 July 2025

The Effect of Spill on Morphological and Anatomical Properties for Some Plants in Shabwah Governorate – Yemen.

Yaser Seed Bahurmuz[1] Taleb Ahmed Asfoor[2] Salem Mohammed Bin Salman[3]

1. Department of Sciences -Faculty of Education, Al-Mukalla, Hadhramout University.
2. Department of Biology-Faculty of Education, Ataq, Shabwah University.
3. Department of Biology- Faculty of Sciences- Hadhramout University.
email: bahrmez@gmail.com

This is an open-access article under production of Hadhramout University Journal of Natural & Applied Science with eISSN 2790-7201

Abstract: A factorial experiment was conducted in the garden of the College of Education, University of Shabwah, during the period from August 2021 to December 2021. The aim was to study the effects of crude oil concentrations (25%, 50%, 75%, 100%) and the control (0%) on some morphological and anatomical traits, such as root length, stem length, leaf area, number of leaves, cuticle layer thickness, and the thickness and size of epidermal cells in the roots of *Sorghum bicolor* (L.), *Senna alexandrina* Mill, and *Acacia hamulosa* plants. The results were analyzed using a completely randomized block design. The findings showed that Acacia hamulosa exhibited significant differences in most studied traits. High crude oil concentrations (75% and 100%) caused significant differences in root length, number of leaves, cuticle layer thickness, and epidermal thickness in the roots.

Keywords: Shabwah Governorate, oil spill, morphological and anatomical trai

أثر التسرب النفطي في الصفات الظاهرية والتشريحية لبعض النباتات النامية في محافظة شبوة – اليمن

ياسر سعيد باهرمز[1] طالب أحمد عصفور[2] سالم محمد بن سلمان[3]

1. قسم العلوم، كلية التربية المكلا، جامعة حضرموت. 2. قسم الأحياء، كلية التربية عتق، جامعة شبوة.

3. قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة حضرموت.

الباحث المراسل: email: bahrmez@gmail.com

الملخص: نفذت تجربة عاملية في حديقة كلية التربية – جامعة شبوة، خلال المدة من أغسطس 2021 إلى ديسمبر 2021، لمعرفة تأثير تراكيز من النفط الخام 25%– 50% –75% –100% والشاهد (0%) في بعض الصفات الظاهرية والتشريحية مثل: طول الجذر، طول الساق، المساحة الورقية، عدد الأوراق، سمك طبقة الكيوتيكل وسمك وحجم خلايا البشرة في الجذر لنباتات الذرة الرفيعة *Sorghum bicolor* (L.) والسنا *Senna alexandrina* Mill والقتاد *Acacia hamulosa*. حللت النتائج باستخدام تصميم القطاعات كاملة العشوائية، وأظهرت النتائج أن نبات القتاد سجل فروقاً معنويةً في معظم الصفات المدروسة، بينما سجلت التراكيز العالية من النفط الخام 75 %–100% فروقاً معنوية في طول الجذر، عدد الأوراق، سمك طبقة الكيوتيكل وسمك طبقة البشرة في الجذر.

كلمات مفتاحية: محافظة شبوة، التسرب النفطي، الصفات الظاهرية والتشريحية.

المقدمة:

تعاني البيئة المحلية في مناطق صناعة النفط في اليمن من المشاكل البيئية نتيجة التلوث الناتج عن تصريف المخلفات النفطية أو تسرب النفط من أنابيب نقل النفط الخام إلى موانئ التصدير.[1] وهذا الأمر يهدد حياة السكان المحليين المجاورين لمناطق إنتاج النفط ويدمر المساحات الزراعية ومنابع المياه مما يؤثر في البيئة بشكل عام [2, 3]. توجد في محافظة شبوة (7) قطاعات نفطية منتجة يتم تجميع النفط وضخه عبر أنبوب النفط (عياذ– النشيمة) بطول 210 كم وتم إنشاؤه بدعم من الاتحاد السوفيتي سابقا بعد اكتشاف النفط في قطاع (4) غرب عياذ من قبل شركة تكنوأكسبورت السوفيتية في عام 1987. هذا الأنبوب يمتد من حقول غرب عياذ النفطي (منطقة التجمع) في مديرية جردان إلى منطقة النشيمة على خليج عدن في مديرية رضوم ويمر في مديريات (جردان – عتق – الصعيد – حبان – الروضة – ميفعة – ومديرية رضوم التي يقع فيها ميناء النشيمة النفطي [4]. الأنبوب قديم متهالك تكثر فيه حوادث التسرب النفطي نتيجة لوضعه الفني والإهمال الذي تعرض له وعدم صيانته طبقا للمعايير الدولية [5]. بدأت التسربات النفطية من هذا الأنبوب عام 2010 في منطقة الشبيكة غرب عتق ثم توالت التسريبات والأعمال التخريبية وتفجير أنبوب النفط حتى بلغت أكثرمن (20) نقطة تسرب نفطي [5]. تتلوث التربة والمياه الجوفية والهواء والمراعي في المنطقة وتزداد سوءً عند هطول الأمطار ووصولها إلى مستوى الجريان السطحي لمياه الشرب السطحية والجوفية [6]. إن وجود النفط الخام على شكل بقع نفطية كبيرة وجريانه في الأودية قد انعكس سلبًا على مصادر المياه والنباتات والتربة الزراعية والرعي والمراعي النحلية والثروة الحيوانية والحد من انتشار النباتات البرية والمزروعة، والتأثير في صفات النمو الظاهرية والتشريحية وتثبيط نمو النباتات وامتصاص الماء عبر الجذور وحدوث التشوهات الخلوية والتشريحية في خلايا النباتات [9, 8, 7]. استهدفت هذه الدراسة معرفة أثر التسرب النفطي في الصفات الظاهرية والتشريحية لنبات الذرة الرفيعة *Sorghum bicolor* (L.) ونبات القتاد *Acacia hamulosa* ونبات السناء *Senna alexandrina* Mill النامية في محافظة شبوة – اليمن.

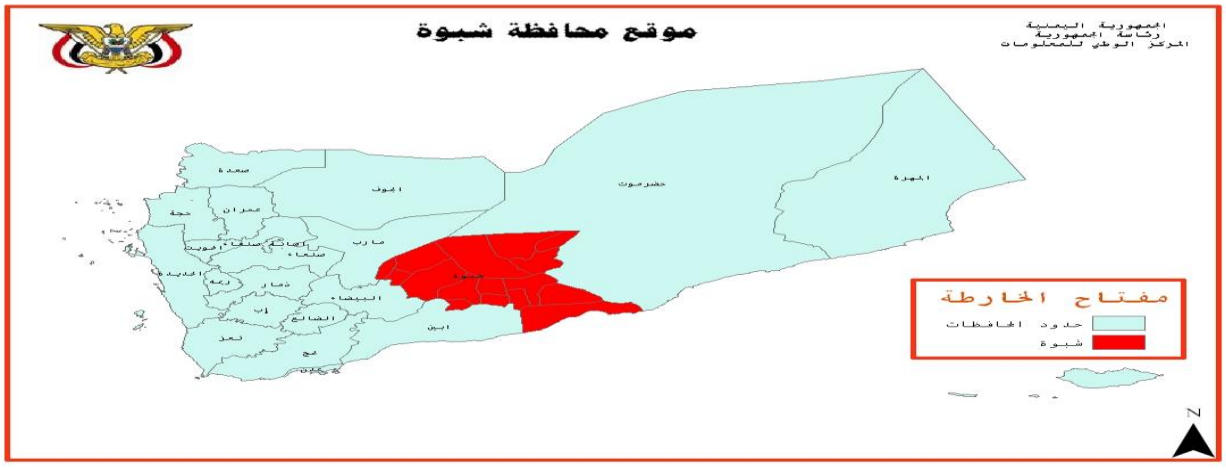
جدول 1. يوضح التسربات النفطية في أنبوب عياذ النشيمة [10]

موقع التسرب والمنطقة	المديرية	التاريخ	موقع التسرب والمنطقة	المديرية	التاريخ
كيلو 31 الصفصف الشبيكة	عتق	2/11/2010	غيل بن حبتور تمورة	الروضة	2019/3/2 2019/4/ 20
كيلو 63 الصفيراء خمر	عتق	24/9/2012	غيل بن حبتور غرير	الروضة	2020/2/18 2020/4/8
كيلو 66 وادي البطانة	الصعيد	25/9/2012	لهية	حبان	2020/2/21 2020/3/2
كيلو 64 وادي البطانة	الصعيد	2012/11/8	غيل بن حبتور غرير	الروضة	2020/4/15
كيلو 6 النقعة	جردان	2014/12/3	غيل بن حبتور غرير	الروضة	2020/4/28
النشيمة الأنبوب العائم	رضوم	2017/12/25	عماد	حبان	2020/10/25
كيلو 54 الريدة	عتق	2018/5/7	غرير	الروضة	2022/10/26
كيلو 46 الريدة	عتق	2018/12/28			
كيلو 65 وادي البطانة	الصعيد	2018/4/23			
كيلو 108 النتق غيل بن حبتور	الروضة	2018/4/29 2018 /5/11			

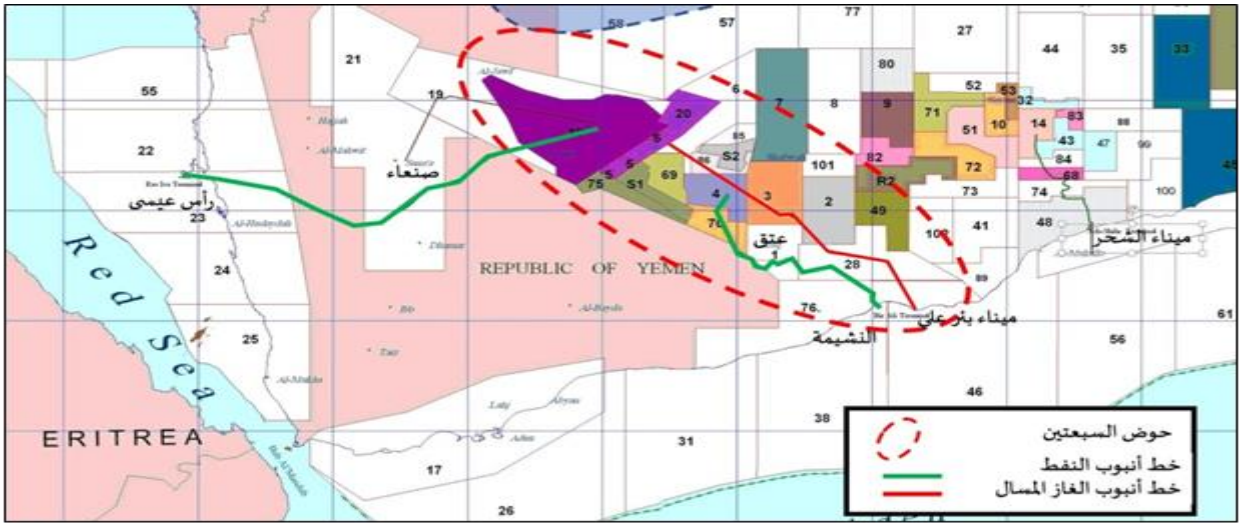
مواد وطرائق البحث:

منطقة الدراسة:

تقع محافظة شبوة شرق العاصمة صنعاء، وتبعد عنها بمسافة (458 كم) تقريباً، وتحدها من الشرق محافظة حضرموت، ومن الجنوب البحر العربي، ومن الغرب أجزاء من محافظة مأرب ومحافظة أبين ومحافظة البيضاء، ومن الشمال أجزاء من محافظة حضرموت، ومحافظة مأرب وصحراء الربع الخالي.[11].



صورة 1. موقع محافظة شبوة [12]



صورة 2. القطاعات الإنتاجية للنفط في محافظة شبوة [10]

الدراسة الحقلية:

أجريت الدراسة الحقلية في حديقة كلية التربية – جامعة شبوة، تم اختيار ثلاثة نباتات: الذرة الرفيعة *Sorghum bicolor* (L.) الذي ينتمي للعائلة النجيلية (Poaceae)، والسنا *Senna alexandrina* Mill الذي ينتمي للفصيلة البقمية (Caesalpiniaceae)، والقتاد *Acacia hamulosa* الذي ينتمي للفصيلة البقولية (Fabaceae) لمعرفة تأثير تراكيز من النفط الخام (25- 50-75-100%، بالإضافة إلى معاملة المقارنة بدون إضافة نفط خام) في بعض الصفات الظاهرية والتشريحية لهذه النباتات.

جمع البذور:

تم جمع بذور القتاد والسنا من وديان المحافظة، أما بذور الذرة الرفيعة فتم الحصول عليها من السوق المحلية في مدينة عتق (عاصمة المحافظة).

زراعة البذور:

نظفت البذور من الشوائب وعقمت تعقيمًا سطحيًّا وذلك بنقعها في محلول التنظيف (كلوركس Clorox) المحتوي على هيبو كلورات الصوديوم (Naocl) بتركيز (5 %) لمدة خمس دقائق للتخلص من أي تلوث في البذور [13]؛ بعد ذلك غسلت البذور بالماء المقطر وجففت في ورق ترشيح لتعقيم سطح البذرة من الفطريات. زرعت البذور في الأُصص (الأكياس البلاستيكية السوداء) حيث وضعت (10) بذور من بذور النبات في كل أصيص، بواقع (10 بذور × 15 كيسًا = 150 بذرة لكل نبات) كل على حدة، ثم أُضيفت المعاملات بعد أسبوعين من الزراعة لكل الأكياس، وأخذت القياسات المطلوبة بعد أسبوعين من الإنبات.

الصفات الظاهرية المدروسة:

1- طول الجذر (سم):

أُخذ قياس أطوال جذور النباتات من كل وحدة تجريبية وقيس طول الجذر باستعمال المسطرة وحساب المتوسط [14].

2- طول الساق (سم):

قيس ارتفاع النباتات باستعمال المسطرة من محل اتصال النبات بالتربة حتى أعلى منطقة للنباتات المعاملة ثم حساب المتوسط [15].

3- المساحة الورقية للنبات (سم2):

قيست بوساطة برنامج Digimizer على الحاسوب إذ أخذت ثلاث أوراق من كل نبات وأخذ المتوسط [16].

4- عدد الأوراق (ورقة / نبات):

حساب عدد الأوراق للنباتات في التجارب من كل الوحدات التجريبية ثم حساب المتوسط. [14].

الدراسة التشريحية:

جلبت (3) جذور من كل تركيز بواقع (15) عينة لكل نبات (الذرة الرفيعة والسنا والقتاد) إلى مختبرات كلية البيئة بجامعة حضرموت وتم وضعها في قناني زجاجية خاصة تحوي محلول التثبيت F.A.A (Formalin Acetic Acid) لمدة 24 ساعة. وبعد ذلك غسلت العينات بماء مقطر ثم وضعت في محلول الحفظ (كحول أثيلي تركيز 70% لحين الاستخدام) ثم بعد ذلك

مررت بسلسلة تصاعدية من الكحول الأثيلي 70% 80% 90% 95% 100% لمدة 20 دقيقة في كل تركيز ثم نقلت خليط من الكحول والزايلين بنسب 1:3 و1:1 و3:1 لمدة نصف ساعة في كل خليط ثم نقلت إلى زايلين نقي نص ساعة بعدها نقلت إلى خليط منصهر من الزايلين والشمع بنسبة 1:3 و 1:1 3:1 لمدة نصف ساعة لكل خليط في فرن بدرجة حرارة 60 مْ ثم تركت في شمع البرافين 100% لمدة 24 ساعة عند درجة الحرارة نفسها، بعدها صبت شمع البرافين في قوالب وضعت فيها العينات وقطعت بوساطة الميكروتوم بسمك 20 ميكرون . صبغت العينات بصبغة الهيماتوكسلين ثم وضعت في صبغة الأيوزين بعدها حملت بإضافة قطرات من P.D.X. ووضع عليها غطاء الشريحة. وتم قياس سمك طبقة الكيوتيكل في الجذر وحجم خلايا البشرة في الجذر وسمك طبقة البشرة في الجذر عند قوة تكبير X10 باستخدام برنامج Digimizer. [17].

التحليل الإحصائي:

حللت نتائج الدراسة الحقلية والتشريحية إحصائيًا باستخدام تصميم القطاعات كاملة العشوائية باستعمال

برنامج Genstate -5 وقورنت المتوسطات بحسب اختبار أقل فرق معنوي (LSD) وعلى مستوى احتمال 0.05 [18].

النتائج والمناقشة:

1- طول الجذر (سم):

تبين نتائج الجدول (2) أن هناك فروقات معنوية في طول الجذور في النباتات المدروسة؛ وقد بلغ أعلى طول للجذر في نبات القتاد بقدر 5.80 سم وبفروق معنوية عن نباتي السناء والذرة الرفيعة، اللذين بلغا أطوال الجذور فيها 4.60، 2.62 سم على التوالي؛ ولوحظ أن أقل طول للجذر كان في نبات الذرة الرفيعة قد بلغ 2.62 سم وبفروق معنوية عن نباتي السناء والقتاد حيث بلغا4.60، 5.80 سم على التوالي. وبينت نتائج الجدول أيضًا أن هناك فروقات معنوية في التراكيز المستخدمة من النفط الخام في طول الجذر؛ إذ أعطى أعلى التراكيز 100% أعلى طول للجذر والبالغ 5.40 سم مقارنة بمعاملة المقارنة (بدون نفط) والتركيزان المستخدمان من النفط الخام 25% و50% وبلغت أطوال الجذور نحو (3.67، 3.90، 4.17 سم) على التوالي. كذلك يليه التركيز المستخدم من النفط 75% وقد بلغ 4.57 سم وبفروق معنوية أيضًا عن تركيز معاملة المقارنة (بدون نفط) وكذلك تركيز25% البالغان (3.67، 3.90 سم) على التوالي. كذلك لوحظ أن معاملة المقارنة (بدون نفط) وأحدثت أقصر طول للجذر بلغ3.67 سم. تأثير التداخل بين النباتات المدروسة والتراكيز المستخدمة من النفط الخام أظهرت فروقاً معنوية في أطوال الجذور، وبلغ أعلى طول للجذر عند تأثير التداخل بين التركيز من النفط الخام 100% ونبات القتاد والبالغ 9.00 سم وبفروق معنوية عن بقية التداخلات ماعدا تأثير التداخل بين التركيز 75% من النفط الخام ونبات القتاد والبالغ قدره 7.00 سم. ويليه تأثير التداخل بين التركيز المستخدم من النفط الخام 75% ونبات القتاد وقد بلغ 7.00سم وبفروق معنوية مع بقية التداخلات، ماعدا تأثير التداخل بين التراكيز 50%، 75%، 100% ونبات السناء وكذلك التركيز 50% من النفط الخام ونبات القتاد والبالغة (5.00، 5.00، 6.00، 5.00 سم) على التوالي. أما أقصر طول للجذر عند تأثير التداخل لتركيز 100% من النفط الخام ونبات الذرة الرفيعة قد بلغ 1.20سم وبفروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات عدا تأثير تداخل معاملة تركيز 75% من النفط الخام ونبات الذرة الرفيعة والذي بلغ 1.70سم.

ويتضح من البيانات أن إضافة النفط الخام وبتراكيز مختلفة أحدثت زيادة في نمو الجذور؛ ولذا يعتقد أن إضافة تراكيز متزايدة زادت من الضغط الأسموزي في الجذور، وذلك شجع على عملية زيادة الامتصاص للأملاح والعناصر الغذائية؛ لذا انعكس على ميتابوليزم النمو. كما تشير النتائج أن القتاد كان أكثر تحملًا للتراكيز المستخدمة من النفط الخام، وقد اتفقت النتائج مع ما وجده [19؛20].

جدول 2. تأثير تراكيز من النفط الخام في طول الجذر (سم) لنباتات السناء والقتاد والذرة الرفيعة

النبات / تراكيز من النفط	السناء	القتاد	الذرة	المتوسط
الشاهد	3.00	4.00	4.00	3.67
تركيز 25%	4.00	4.00	3.70	3.90
تركيز 50%	5.00	5.00	2.50	4.17
تركيز 75%	5.00	7.00	1.70	4.57
تركيز 100%	6.00	9.00	1.20	5.40
المتوسط	4.60	5.80	2.62	
L.S.D	نباتات= 0.90	تراكيز =1.17	تفاعل= 2.02	

L.S.D= قيمة أقل فرق معنوي

2- طول الساق (سم):

تشير بيانات الجدول (3) حدوث فروقات معنوية في أطوال الساق للنباتات المدروسة؛ وقد بلغ أعلى طول للساق كان في نبات القتاد البالغ 7.80 سم مقارنة بنباتي السناء والذرة الرفيعة، اللذين بلغا أطوال السيقان (4.53، 2.46 سم) على التوالي؛ ولوحظ أن أقصر طول للساق كان في نبات الذرة الرفيعة الذي بلغ 2.46 سم وبفروق معنوية عن نباتي السناء والقتاد اللذين بلغا (4.53، 7.80 سم) على التوالي. ولوحظ عدم حدوث فروقات معنوية لتأثير التراكيز المستخدمة من النفط الخام في طول الساق؛ فقد أعطى أعلى التراكيز المستخدمة 100% من النفط الخام أعلى طول للساق والبالغ قدره 5.27 سم. يليه التركيز الثاني المستخدم من النفط الخام 75% إذ بلغ 5.26 سم. في حين أعطت معاملة المقارنة (بدون نفط) أقصر طول للساق إذ بلغ 4.33 سم. إن تأثير التداخل بين النباتات المدروسة والتراكيز من النفط الخام المستخدمة في الدراسة أحدث فروقات معنوية في أطوال السيقان للنباتات المدروسة، وكان أعلى طول للساق بتأثير التداخل بين التركيزين المستخدمين 50%، 75% ونبات القتاد واللذين بلغا 9.00 سم على التوالي، وبفروق معنوية عن بقية تأثيرات التداخلات ماعدا التداخل للتركيزين 25%، 100% ونبات القتاد الذي بلغ7.00، 8.00 سم على التوالي. ثم يليه التداخل بين التركيز المستخدم 100% من النفط الخام ونبات القتاد قد بلغ 8.00 سم وبفروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات ماعدا التداخل بين تركيز المستخدم 100% من النفط الخام ونبات السناء والذي بلغ 6.00 سم وكذلك التداخل مع معاملة المقارنة (بدون نفط) والتركيز 25% من النفط الخام ونبات القتاد إذ بلغا 6.00، 7.00 سم على التوالي. وكان أقصر طول للساق عند تأثير التداخل بين التركيز المستخدم 100% من النفط الخام ونبات الذرة الرفيعة الذي بلغ 1.80سم وبفروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات؛ ماعدا تأثيرات التداخل بين معاملة المقارنة والتراكيز المستخدمة 25%، 50%، 75%، ونبات الذرة الرفيعة والتي بلغت 3.00، 3.00، 2.40، 2.10 سم على التوالي.

وبذلك فإن تحمل التراكيز المستخدمة من النفط الخام المتسرب من أنابيب النفط كان واضحًا عند نبات القتاد دون غيره من النباتات في هذه الدراسة؛ ويتفق هذا مع ما وجده [21؛ 22]. إلا أنه يلاحظ أنه كلما زادت التراكيز المستخدمة من النفط الخام وتأثيرها في النباتات فإن زيادة أطوال السيقان كانت واضحة عند زيادة التركيز بلغ أقصاها 5.27 سم عند التركيز العالي 100% من النفط الخام؛ على الرغم من أن تأثيرات التداخل بزيادة تراكيز النفط الخام 100% قد أحدثت أقصر طول للساق عند نبات الذرة الرفيعة؛ وذلك يشير إلى أن عدم قدرة تحمل امتصاص النفط الخام من معاملات الدراسة كانت واضحة في نبات الذرة الرفيعة (نبات عشبي) ويتفق هذا مع ما وجده [23].

جدول 3. تأثير تراكيز من النفط الخام في طول الساق (سم) لنباتات السناء والقتاد والذرة الرفيعة

النبات / تراكيز من النفط	السناء	القتاد	الذرة	المتوسط
الشاهد	4.00	6.00	3.00	4.33
تركيز 25%	4.00	7.00	3.00	4.67
تركيز 50%	4.00	9.00	2.40	5.13
تركيز 75%	4.67	9.00	2.10	5.26
تركيز 100%	6.00	8.00	1.80	5.27
المتوسط	4.35	7.80	2.46	
L.S.D	نباتات= 1.07 تراكيز= غ.م تفاعل= 2.39			

L.S.D = قيمة أقل فرق معنوي غ.م = قيمة LSD في التراكيز غير معنوية

3- المساحة الورقية (سم2):

بينت نتائج الجدول (4) وجود فروقات معنوية في المساحة الورقية في النباتات المدروسة؛ إذ كان أكبر المساحة الورقية في نبات الذرة الرفيعة والبالغة 7.95 سم^2 وبفروق معنوية عن نباتي السناء والقتاد، اللذين بلغا (6.73، 2.46 سم^2) على التوالي؛ ولوحظ أن أقل مساحة ورقية كان في نبات القتاد إذ بلغ 2.46 سم^2 وبفروق معنوية عن نبات السناء والبالغة 6.73 سم^2. وكذلك أثرت التراكيز المستخدمة من النفط الخام في المساحة الورقية؛ فقد أعطى تركيز 50% من النفط الخام أكبر مساحة ورقية والبالغ 6.17 سم^2 وبدون فروق معنوية مع بقية التراكيز المستخدمة. وأما التركيز الأعلى 100% من النفط الخام فقد أعطى أقل مساحة ورقية والبالغ 5.01 سم^2.

وعن تأثير التداخل بين النباتات المدروسة والتراكيز المستخدمة من النفط الخام فقد بلغت أكبر مساحة ورقية عند تأثير التداخل بين تركيز الشاهد (بدون نفط) ونبات الذرة والذي والبالغة 10.70 سم^2 وبفروق معنوية عن بقية تأثير التداخلات ماعدا التركيز 25% الذي بلغ 10.07 سم^2. ويليه تأثيرات التداخل بين التركيز المستخدم 25% من النفط الخام ونبات الذرة والذي بلغ 10.07 سم^2 وبفروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات ماعدا تأثير التداخل بين التركيز المستخدم 50% من النفط الخام ونبات الذرة البالغ 8.27 سم^2. أما أقل مساحة ورقية فلوحظ عند تأثير التداخل بين التركيز الشاهد (بدون نفط) ونبات القتاد وبلغ 1.07 سم^2 وبفروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات ماعدا تأثير التداخل بين التركيز المستخدم 25% من النفط الخام والتركيز الأعلى 100% من النفط الخام ونبات القتاد إذ بلغا (1.32، 2.87 سم^2) على التوالي.

وقد اتفق مع ما وجده [7] في دراسته على نبات *Paspalum scrobiculatum* L. وذلك يشير إلى أن عدم قدرة تحمل امتصاص النفط الخام من معاملات الدراسة كانت واضحة في نبات الذرة الرفيعة، وهذا يتفق أيضًا مع ما وجده [24] الذي أشار إلى تناقص المساحة الورقية في نبات *Zea mays* (L) بزيادة تركيز المادة النفطية.

جدول 4. تأثير تراكيز من النفط الخام في المساحة الورقية (سم^2) لنباتات السناء والقتاد والذرة الرفيعة

النباتات / تراكيز من النفط	الذرة	السناء	القتاد	المتوسط
الشاهد	10.70	6.67	1.07	6.14
تركيز 25%	10.07	6.33	1.32	5.91
تركيز 50%	8.27	7.00	3.24	6.17
تركيز 75%	5.90	6.33	3.81	5.35
تركيز 100%	4.83	7.33	2.87	5.01
المتوسط	7.95	6.73	2.46	
L.S.D	نباتات= 0.9 تراكيز= غ.م تفاعل= 2.15			

L.S.D = قيمة أقل فرق معنوي غ.م = قيمة LSD في التراكيز غير معنوية

4- عدد الأوراق (ورقة):

يتضح من الجدول (5) أن عدد الأوراق تأثر معنويًا في النباتات المدروسة وبفروق معنوية وكان أكبر عددًا للأوراق في نبات القتاد إذ بلغ 9.40 ورقة وبفروق معنوية عن نباتي الذرة الرفيعة والسناء، واللذين بلغا (4.07، 4.80 ورقة) على التوالي؛ وأن أقل عددًا للأوراق كان في نبات الذرة الرفيعة والبالغ 4.07 ورقة. وكذلك أثرت التراكيز المستخدمة من النفط الخام بفروق معنوية في عدد الأوراق؛ إذ أعطى التركيز المستخدم من النفط الخام 75% من النفط الخام أعلى عددًا للأوراق بلغ 7.78 ورقة وبفروق معنوية عن بقية التراكيز، يليه استعمال النفط الخام بتركيز25% والذي بلغ 6.00 ورقة وبفروق معنوية مع بقية التراكيز أيضًا ماعدا تركيز الشاهد (بدون نفط) والتركيز الأعلى 100% من النفط الخام والذي بلغ 5.89 ورقة على التوالي. وكان أقل عددًا للأوراق والذي بلغ 4.89 ورقة عند استعمال تركيز 50% من النفط الخام، يظهر الجدول نفسه أن تأثيرات التداخل بين النباتات والتراكيز المستخدمة من النفط الخام كانت معنوية في عدد الأوراق، فقد لوحظ أكبر عددًا للأوراق عند معاملة تأثير التداخل بين التركيز المستخدم 75% من النفط الخام ونبات القتاد الذي بلغ 14.00 ورقة وبفروق معنوية عن بقية تأثيرات التداخلات. ثم تأثير التداخل باستعمال التركيزين 25%، 100% من النفط الخام، ونبات القتاد إذ بلغا 9.00 ورقة وبفروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات، أما أقل عددًا للأوراق لوحظ عند تأثير التداخل بين التركيز الأعلى 100% من النفط الخام ونبات الذرة الرفيعة الذي بلغ 2.67 ورقة، وبدون فروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات، ماعدا تأثير التداخل بين التركيز 75% من النفط الخام ونبات الذرة الرفيعة والذي بلغ 3.33 ورقة.

ويتفق هذا مع ما وجده [8]. وذلك يشير إلى قدرة نبات القتاد على تحمل التراكيز العالية من النفط الخام. ويتفق مع نتائج دراسات [25].

جدول 5. تأثير تراكيز من النفط الخام في عدد الأوراق (ورقة) لنباتات السناء والقتاد والذرة الرفيعة

النباتات / تراكيز من النفط	الذرة	السناء	القتاد	المتوسط
الشاهد	5.67	4.00	8.00	5.89
تركيز 25%	5.00	4.00	9.00	6.00
تركيز 50%	3.67	4.00	7.00	4.89
تركيز 75%	3.33	6.00	14.00	7.78
تركيز 100%	2.67	6.00	9.00	5.89
المتوسط	4.07	4.80	9.40	
L.S.D	نباتات= 0.40 تراكيز = 0.52 تفاعل= 0.90			

L.S.D= قيمة أقل فرق معنوي

5- سمك طبقة الكيوتيكل في الجذر (mn):

من الجدول (6) يلاحظ وجود فروقات معنوية في سماكة طبقة الكيوتيكل لجذور النباتات في هذه الدراسة (السناء، والقتاد، والذرة الرفيعة) إذ بلغ أعلى سمكًا لطبقة الكيوتيكل لجذر نبات القتاد والبالغ قدره 3.77 ميكرون في حين تناقص سمك نباتي السناء والذرة الرفيعة وبلغت (1.87،1.46) ميكرون وعلى التوالي وأن أقل سمكًا لطبقة الكيوتيكل في نبات الذرة الرفيعة البالغ 1.46 ميكرون وبفروق معنوية عن بقية النباتات المدروسة.

ويلاحظ من الجدول نفسه أن هناك فروقات معنوية بين المعاملات المستخدمة عند زيادة التراكيز المستخدمة النفط الخام قد أثرت معنويًا في سمك طبقة الكيوتيكل للجذر بقدر 2.60 ميكرون عند التركيز الأعلى من النفط الخام 100% وبفروق معنوية عن تركيزي 25%،50% من النفط الخام والبالغين(2.21،2.07 ميكرون) وعلى التوالي. ويلاحظ أيضًا أن التركيز 50% من النفط الخام قد

أعطى أقل سمكاً لطبقة الكيوتيكل للجذر بلغت 2.07 ميكرون.

وعن تأثيرات التداخل بين المعاملات المستخدمة من تراكيز النفط الخام والنباتات المدروسة فإن البيانات من الجدول (6) تشير أن هناك فروقًا معنوية في سمك طبقة الكيوتيكل للجذر وبلغ أعلى سمكًا لطبقة الكيوتيكل للجذر عند التداخل بين تركيز100% من النفط الخام ونبات القتاد وبلغ نحو 4.80 ميكرون وبفروقً معنوية عن بقية تداخل تأثيرات المعاملات الاخرى. ماعدا التركيز 75% من النفط الخام وعند نفس النبات والذي بلغ نحو 4.60 ميكرون. أما الأقل سمكًا لطبقة الكيوتيكل وتأثير التداخل بين أعلى تركيز من النفط الخام 100% ونبات الذرة الرفيعة وبلغ 0.70 ميكرون وبفروق معنوية لجميع التداخل للمعاملات ماعدا تأثيرات التداخل تركيزي 75%، 50% من النفط الخام والذرة الرفيعة اللذين بلغا (1.00،0.97 ميكرون) على التوالي.

ويلاحظ التأثر الواضح في الانخفاض لسمك طبقة الكيوتيكل لجذر نبات الذرة الرفيعة، ويشير ذلك إلى مؤشر أن نبات القتاد تأثره بالتراكيز المستخدمة من النفط الخام منخفض، وذلك يشير إلى قدرته على استمرار النمو والتطور في ظل هذه الظروف من النفط الخام؛ وهذا أيضًا يلاحظ أن زيادة التراكيز المستخدمة من النفط الخام أثرت سلبًا في خفض السماكة لطبقة الكيوتيكل للجذر وبلغت أقصاها عند التراكيز الأعلى من النفط الخام 100%؛ وذلك تشير البيانات أن نبات القتاد له القدرة على المقاومة من التأثر بهذه التراكيز المستخدمة من النفط الخام بوصفه نباتًا ذا مؤشر حيوي للنمو في ظل ظروف التسرب النفطي؛ كما أن جزيئات النفط الخام تعمل على إزاحة الهواء من الفراغات المسامية من جزيئات التربة وذلك يؤدي إلى إجهاد الجذور وانخفاض توافر الماء للنبات، وهو ما اتفقت عليه دراسة [26].

جدول 6. تأثير تراكيز من النفط الخام في سمك طبقة الكيوتيكل للجذر (ميكرون) لنباتات السناء والقتاد والذرة الرفيعة

النباتات / تراكيز من النفط	السناء	القتاد	الذرة	المتوسط
الشاهد	1.40	3.30	2.64	2.45
تركيز 25%	1.77	2.87	1.98	2.21
تركيز 50%	1.90	3.30	1.00	2.07
تركيز 75%	2.00	4.60	0.97	2.52
تركيز 100%	2.30	4.80	0.70	2.60
المتوسط	1.87	3.77	1.46	
L.S.D	نباتات =0.20 تراكيز=0.26 تفاعل=0.45			

6- حجم خلايا البشرة في الجذر (mn):

يتضح من الجدول (7) أن حجم خلايا البشرة في الجذر تأثرت معنويًا في النباتات المدروسة وبفروق معنوية وكان أعلى حجم لخلايا الجذر في نبات القتاد إذ بلغ 5.47 ميكرون عن نباتي السناء والذرة الرفيعة اللذين بلغا (5.03، 2.10 ميكرون) على التوالي؛ وأن أقل حجم لخلايا البشرة في الجذر كان في نبات الذرة الرفيعة والبالغ 2.10 ميكرون وبفروق معنوية عن نباتي السناء والقتاد اللذين بلغا 5.03 ، 5.47 ميكرون على التوالي. وكذلك أثرت التراكيز المستخدمة من النفط الخام باختلافات معنوية في حجم خلايا الجذر؛ إذ بلغ في معاملة المقارنة (بدون إضافة نفط) أعلى حجم لخلايا البشرة في الجذر بلغ 5.52 ميكرون وبفروق معنوية عن بقية التراكيز. يليه استعمال النفط الخام بتركيز100% والذي بلغ 4.00 ميكرون وبفروق معنوية عن استعمال تركيز25% من النفط الخام إذ بلغ بنحو3.67 ميكرون. فيما أقل التراكيز المستخدمة من النفط الخام 25% أعطى أقل حجم لخلايا البشرة في الجذر والذي بلغ 3.67 ميكرون. ويظهر الجدول نفسه أن تأثير التداخل بين النباتات والتراكيز المستخدمة من النفط الخام كان معنويًا في حجم خلايا البشرة في الجذر، وكان أعلى حجم لخلايا البشرة في الجذر عند تأثيرات التداخل بين معاملة المقارن (بدون إضافة النفط الخام) ونبات القتاد والبالغ بقدر8.47 ميكرون وبفروق معنوية عن بقية تأثير التداخلات الأخرى. ثم تأثير التداخل باستعمال التركيز الأعلى 100% ونبات السناء والذي بلغ 5.80 ميكرون وبفروق معنوية عن بقية تأثير التداخلات عدا تأثير التداخل بين التركيز 75% من النفط الخام ونبات السناء والذي بلغ 5.43 ميكرون. أما أقل حجم لخلايا البشرة في الجذر لوحظ عند تأثير التداخل بين التركيز الأعلى 100% ونبات الذرة والذي بلغ 1.10 ميكرون وبفروق معنوية مع بقية تأثيرات التداخلات الاخرى، ماعدا تأثير التداخل بين التركيز 75% ونبات الذرة والذي بلغ 1.40 ميكرون.

وهذا المؤشر الحيوي انعكس على قدرة نبات القتاد في الحفاظ على حجم خلايا البشرة في الجذور؛ بعكس الذرة الرفيعة، وذلك سينعكس سلبًا في القدرة على الامتصاص للماء والعناصر المعدنية في تربة الزراعة وذلك سيعكس الأثر السلبي في النمو والتطور للنبات [26] وكان لزيادة استعمال التراكيز من النفط الخام تأثير واضح في حجم الخلايا فإن أقل حجم عند نبات الذرة الرفيعة وبزيادة التراكيز لمستخدمة من النفط الخام بلغت أقصى انخفاض 1.10 ميكرون عند استعمال التركيز الأعلى من النفط الخام 100%.

جدول 7. تأثير تراكيز من النفط الخام في حجم خلايا البشرة في الجذر (ميكرون) لنباتات السناء والقتاد والذرة الرفيعة

النبات / تراكيز من النفط	السناء	القتاد	الذرة	المتوسط
الشاهد	4.20	8.47	3.90	5.52
تركيز 25%	4.60	4.20	2.20	3.67
تركيز 50%	5.10	4.80	1.90	3.93
تركيز 75%	5.43	4.80	1.40	3.88
تركيز 100%	5.80	5.10	1.10	4.00
المتوسط	5.03	5.47	2.10	
L.S.D	نباتات =0.24 تراكيز =0.30 تفاعل=0.53			

L.S.D = قيمة أقل فرق معنوي

7- سمك طبقة البشرة في الجذر (mn): بينت نتائج الجدول (8) حدوث اختلافات معنوية في سمك طبقة بشرة الجذر في النباتات المدروسة؛ إذ كان أعلى سمك لطبقة بشرة الجذر في نبات القتاد؛ إذ بلغ 32.23 ميكرون وبفروق معنوية عن نباتي السناء والذرة، اللذين بلغا 10.06، 4.03 ميكرون على التوالي؛ ولوحظ أن أقل سمك لطبقة بشرة الجذر كان في نبات الذرة الرفيعة إذ بلغ و4.03 ميكرون وبفروق معنوية عن نباتي السناء والقتاد اللذين بلغا 10.06، 32.23 ميكرون على التوالي. ولوحظ من الجدول نفسه تأثير التراكيز المستخدمة من النفط الخام في سمك طبقة البشرة للجذر؛ إذ لوحظ أن التركيزين 75%، 100% اشتركا في إحداث أعلى سمك بلغ 15.90 ميكرون ويليه تأثير التركيز25% الذي بلغ 13.99ميكرون. أما معاملة المقارنة (بدون نفط) فبلغ سمك طبقة البشرة 15.75 ميكرون. ويليه تأثير التركيز25% الذي بلغ 13.99ميكرون ولذلك فإن تأثير استخدام النفط الخام بتركيز 25% أحدث أقل سمكاً لطبقة بشرة الجذر إذ بلغ 13.99ميكرون. وكذلك يظهر الجدول نفسه أن تأثير معاملات التداخل بين النباتات المدروسة والتراكيز المستخدمة من النفط الخام كان معنويًا في سمك طبقة البشرة للجذر، وكان أعلى سمك لطبقة بشرة الجذر عند استعمال التداخل بين تركيز 100% من النفط الخام ونبات القتاد قد بلغ 34.70 ميكرون وبفروق معنوية عن بقية تأثير التداخلات. يليه تأثير التركيز75% وتداخله مع نبات القتاد والبالغ34.10 ميكرون وبفروق معنوية مع بقية تأثير التداخلات، أما أقل سمك لطبقة بشرة الجذر لوحظ عند تأثير التركيز 100% من النفط الخام وتداخله مع نبات الذرة الرفيعة بلغ 2.00 ميكرون وبفروق معنوية مع بقية التداخلات.

أشارت النتائج أنه كلما زادت التراكيز المستخدمة من النفط الخام لوحظ زيادة في سماكة طبقة البشرة في الجذر ولا يتفق هذا مع ما وجده [27] وعمومًا فإن التأثيرات ظهرت واضحة في نبات القتاد في عدم التأثر مقارنة ببقية النباتات المدروسة وذلك يشير أن نبات القتاد له القدرة على مقاومة إضافة التراكيز من النفط الخام [28].

جدول 8. تأثير تراكيز من النفط الخام في سمك طبقة البشرة للجذر لنباتات السناء والقتاد والذرة الرفيعة

النبات / تراكيز من النفط	السناء	القتاد	الذرة	المتوسط
الشاهد	9.20	32.60	5.43	15.75
تركيز 25%	9.40	27.33	5.23	13.99
تركيز 50%	10.30	32.40	4.30	15.67
تركيز 75%	10.40	34.10	3.20	15.90
تركيز 100%	11.00	34.70	2.00	15.90
المتوسط	1.06	32.23	4.03	
L.S.D	نباتات=0.25 تراكيز=0.32 تفاعل=0.56			

L.S.D = قيمة أقل فرق معنوي

الاستنتاجات:

1- أكثر النباتات المدروسة تحملا للتلوث النفطي هو نبات القتاد وأقلها نبات الذرة الرفيعة.

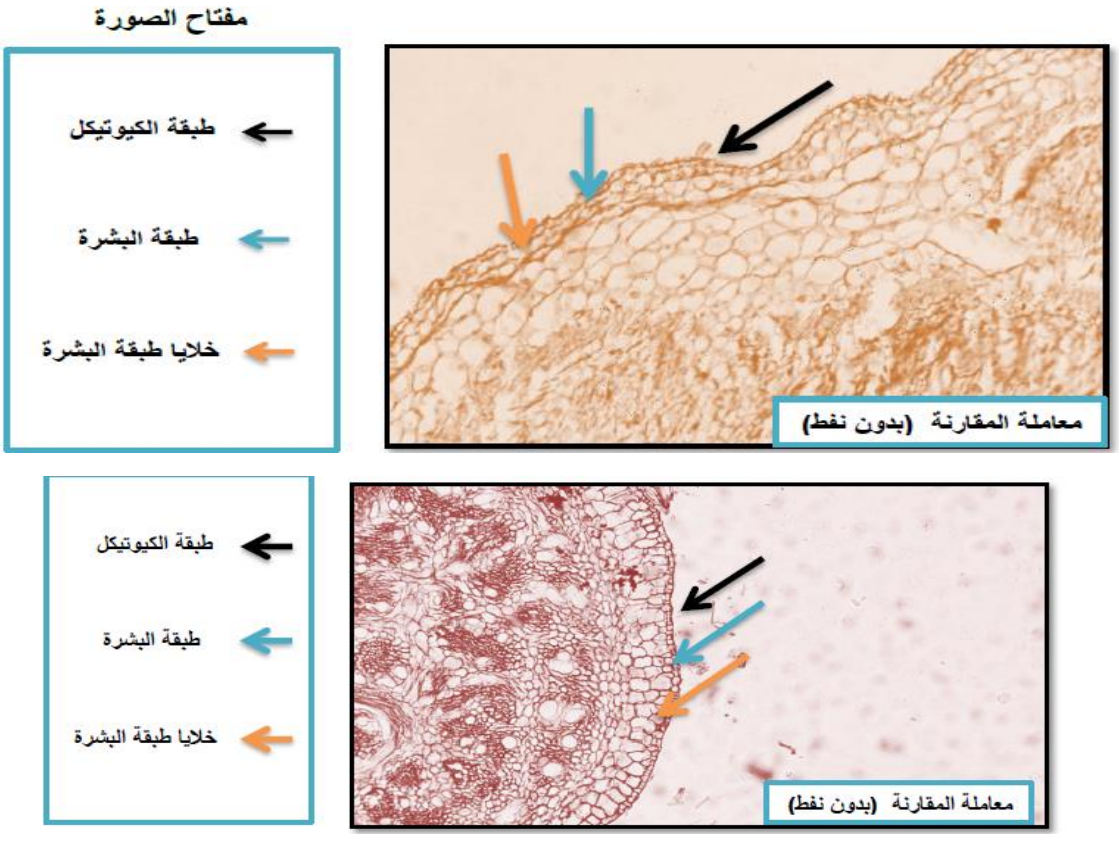
2- التراكيز العالية من النفط 75%، 100% تؤثر بشكل كبير في الصفات الظاهرية والتشريحية المدروسة لنبات الذرة الرفيعة.

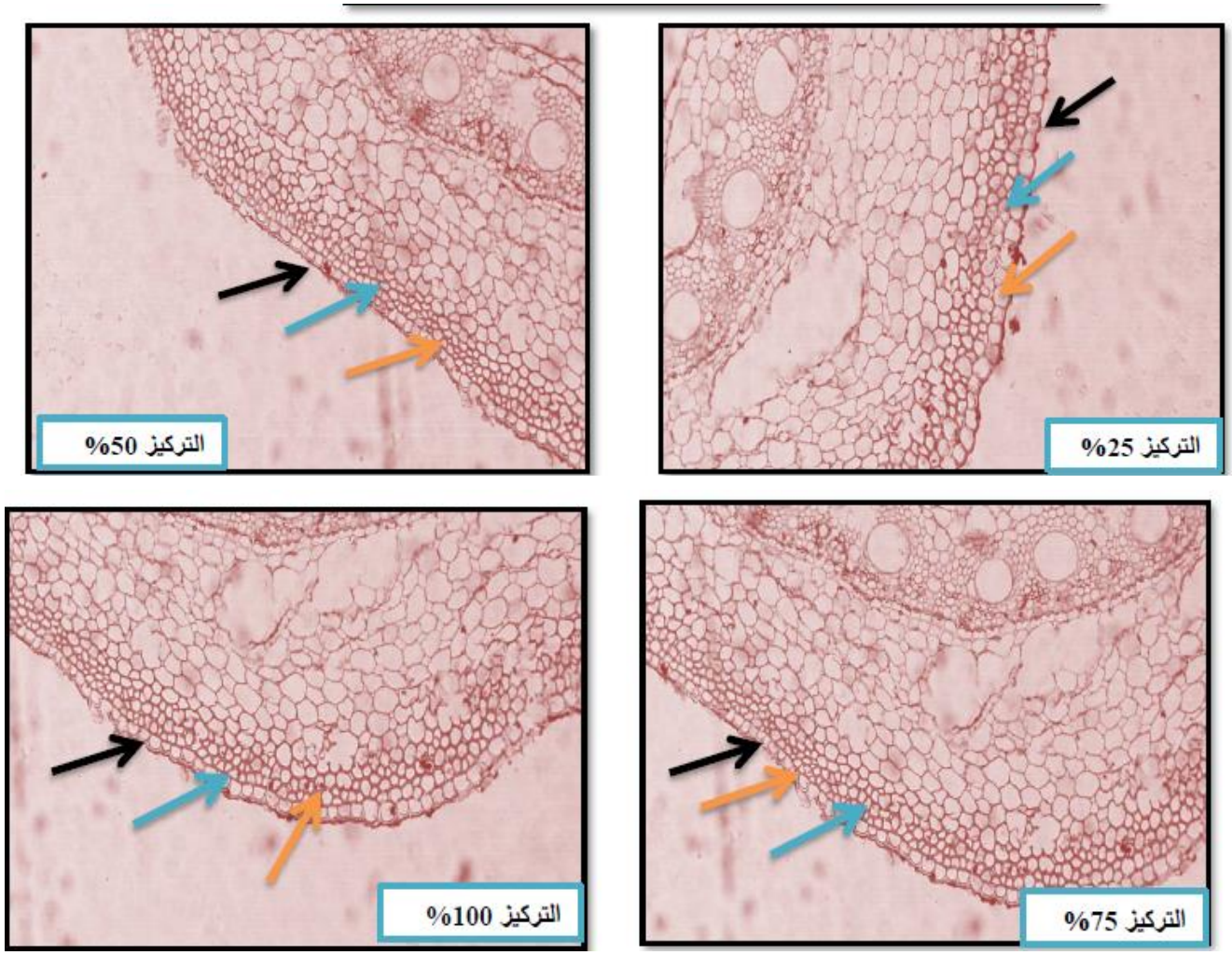
التوصيات:

1- استبدال أو إصلاح أنبوب النفط (عياذ- النشيمة) المتهالك وتوقيف ضخ النفط الخام عبر هذا الأنبوب.

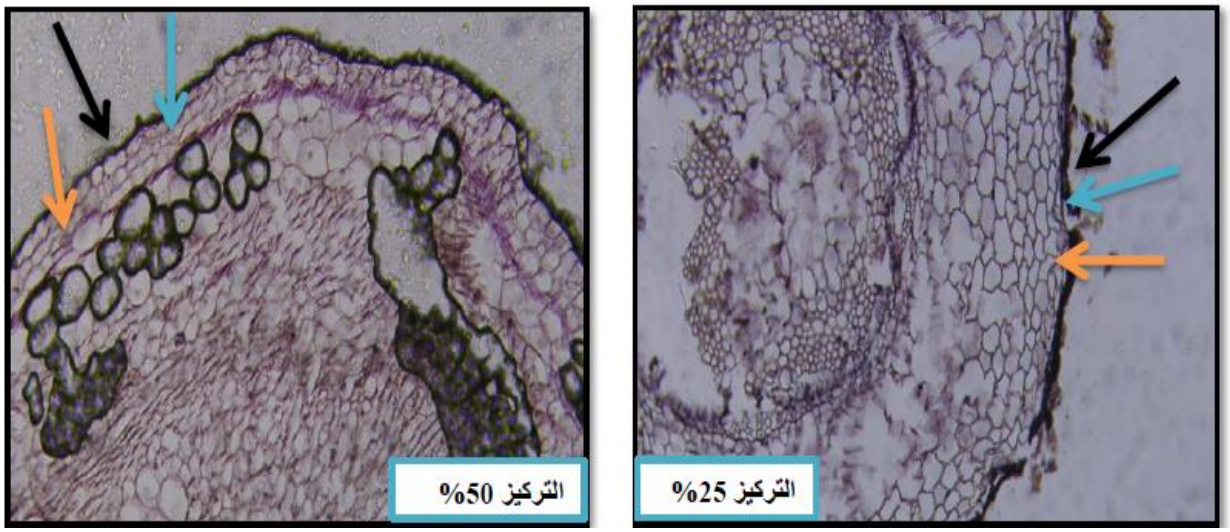
2- إلزام الشركات النفطية بإزالة المخلفات والملوثات الناتجة عن عمليات الاستكشافات وإنتاج النفط في المحافظة والتقيد بالمعايير الدولية بهذا الخصوص.

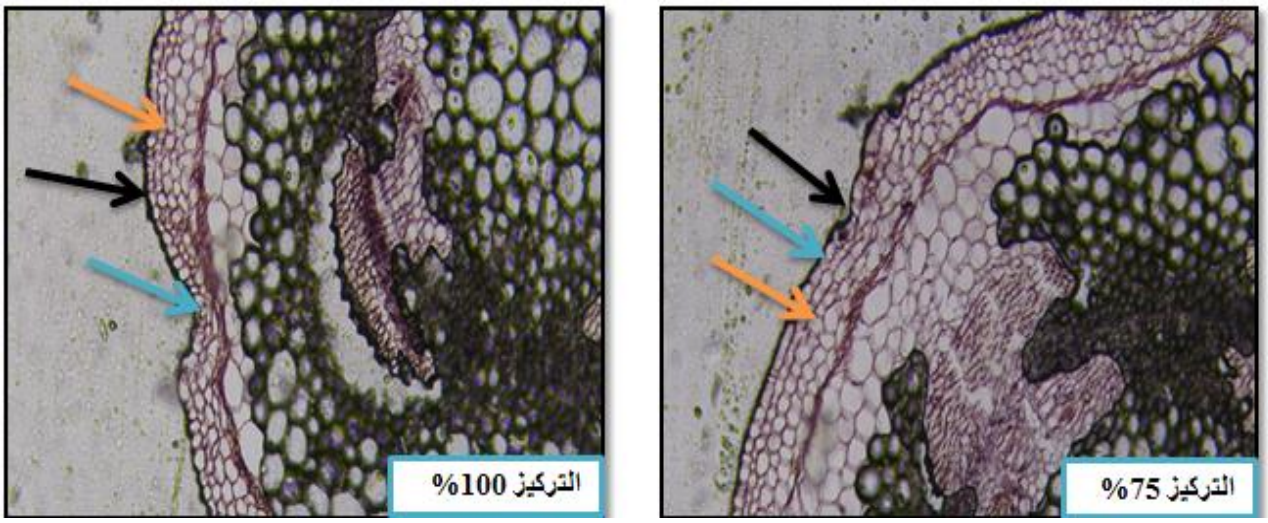
3- عدم زراعة نبات الذرة الرفيعة في أماكن التسرب النفطي.





صورة 3. مقطع عرضي يوضح تأثير التراكيز المستخدمة في طبقة الكيوتيكل وسمك وحجم خلايا البشرة في جذر الذرة الرفيعة.





صورة 4. مقطع عرضي يوضح تأثير التراكيز المستخدمة في طبقة الكيوتيكل وسمك وحجم خلايا البشرة في جذر القتاد.

المراجع:

1- **Khwedim , K,.(2016).** Crude oil spillage and the Impact of drilling processes on the soil at Rumaila Oil Field-Southern Iraq. Iraq Journal of Science.57 (2):918-929.

2- **Al khulidi,A.A. (2013).**The vegetation cover of Oil Search Site,blocks3 and 7, Shabwa,Yemen.Univ.Aden J.Nat and Appl.Sc .17(2):-445- 464.

3- **الموسوي، نصار ومصطفى عبد السجاد، وسهى وليد (2019)** تأثير التلوث النفطي على الخصائص الكيميائية لترب قضائي القرنة والمدينة. مجلة الخليج العربي، 47 (1-2):245-268.

4- **حبتور، عبد المنعم وعبدالغني مرصاص وعبد الله جغمان (2022).** التسرب النفطي وآثاره البيئية، تقرير فني بيئي عن التلوث في محافظة شبوة، شركة أولتارا الاستشارية، صنعاء، اليمن. صفحة: 22-27.

5- **شركة أولتارا الاستشارية (2020).** التلوث البيئي النفطي وآثاره المدمرة على البيئة في اليمن، دراسة فنية. صنعاء، اليمن. صفحة 14- 41.

6- **حبتور، عبدالمنعم وعيدروس قطن وعبد الله جغمان (2021).** التلوث النفطي وآثاره المدمرة على البيئة في محافظة شبوة، ندوة علمية، كلية التربية شبوة، اليمن، جامعة عدن. صفحة: 2.

7- **Ogbo E. M, Zibigha M., and Odogu G.(2009**). The effect of crude oil on growth of the weed(*Paspalum scrobiculatum* L.) phytoremediation potential of the plant. ***African*** Journal of Environmental Science and Technology. 3 (9): 229-233.

8- **Komolafe,R.J., and Agbolade ,M.A.,(2015**).Effect of Petrol and Spent Oil on the growth of Guinea Corn (*Sorghum bicolor* L.).International Journal Of Plant Biology,6:5883,:10-14.

9- **Osuagwn A.N.,Ndubuisi P.,and Okoro C.K.,(2017).**Effect of Spent Engine Oil contaminated soil on (*Arachis hypogea* L.).(*Zea mays* L.) and (*Vigna unguiculata* L.)Walp. International Journal of Advance Agricultural Research ,5(3) pp:76-81.

10- **الهيئة العامة لحماية البيئة (2021).** تقرير عن التلوث النفطي في محافظة شبوة، الهيئة العامة لحماية البيئة، محافظة شبوة، اليمن، صفحة:22-29.

11- **الصريري، صالح أحمد (2018).** الأنشطة البشرية وتأثيرها على الوضع البيئي في محافظة شبوة. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، عدن، اليمن، جامعة عدن.230 صفحة.

12- **هيئة الاستكشافات النفطية (2013).** القطاعات الإنتاجية في محافظة شبوة، وزارة النفط والمعادن، صنعاء، اليمن.

13- **باحويرث، محروس عبد الله وباهرمز، ياسر سعيد (2020)** التأثير الأليلوباثي لحشيشة الشجرة الصفراء *Flaveria trinervia* على إنبات ونمو القمح *Triticum aestivum* L. صنف حضرموت 3. ***مجلة جامعة البيضاء***، 2(2):109- 119.

14- **Kremer, R.J. ; and Ben- Hammouda, M. (2009).** Allelopathic plants. 19. Barley (*Horedeum vulgare* L.). Allelopathy J., 24(2), 225- 242.

15- **الدليمي، نجاح حامد والجميلي، ماجد علي (2017).** استجابة نبات الفاصوليا الخضراء لرش بعض العناصر الصغرى وإضافة السماد العضوي. مجلة العلوم الزراعية العراقية ،48(2):447-455.

16- **Sadik, K.S.,A.A.Al-Taweel,.N.S.Dhyeab and M.Z.Khalaf. (2011**). New computer program (Digimizer) for estimating leaf area of several vegetable crop.American-Eurasian, Journal of Sustainable Agriculture, 5(2):304-309.

17- **باحويرث، محروس عبدالله وياسر سعيد باهرمز وجعفر عمر باعمر (2022)** دراسة مقارنة مظهرية وتشريحية لثمار ثلاثة أصناف من نخيل التمر *phoenix dactylifera* L. في منطقتي وادي وساحل حضرموت – اليمن. مجلة الشمال للعلوم الأساسية والتطبيقية 7(2): 70- 80.

18- **الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز، محمد خلف الله (1990).** تصميم وتحميل التجارب الزراعية. دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل، العراق.488 صفحة.

lubricating oil on the growth of *Zea mays*(Maize).American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3(3)pp:428-434.

25- **Ubong, I. U. , Sunday,. and Reapson A. E, (2018)** Effects of Crude Oil Contamination on Seeds Germination and Growth of Arachis Hypogea and Citrullus Vulgaris, Journal Of Applied Research,4 (2): 1851-1860.

26- **Bellout Y., Khelif L., Guivarch A., Haouche L., Djebbar R., and Carol P., (2016)** Impact of edaphic hydrocarbon pollution on the morphology and physiology of pea roots (Pisum sativum L.) Appl. Ecol. Environ. Res. ;14:511–525.

27- **Athar H.-R., Ambreen S., Javed M., Hina M., Rasul S., Zafar Z.U., Manzoor H., Ogbaga C.C., Afzal M., and Al-Qurainy F (2016).** Influence of sub-lethal crude oil concentration on growth, water relations and photosynthetic capacity of maize (Zea mays L.) plants. Environ. Sci. Pollut. Res. ;23:18320–18331

28- **Omosun, G., Markson A.A., and Mbanasor O., (2008).**Growth and Anatomy of Amaranthus Hybridus as Affected by Diferrent Crude Oil Concentrations .American-Eurasian Journal of Scientific Research 3 (1): 70-74.

19- **Hassan F.A., and Basim M.R., (2014**).Effect of crude oil contamination on growth and germination of Triticum aestivum and Mash. Research Journal of soil Biology .10(6):486-502.

20- **Zia Y., Iqbal M. Z. and Shafiq M. (2022)**. The effects of automobile motor workshop waste water on seedling growth of kidney bean and mung bean crops under abiotic stress. J. Plant Develop. 29: 133-140.

21- **Eze C.N., Maduka J.N.,Ogbonna J.C., and Eze E.A., (2013).** Effect of bonny light crude oil contamination on the germination, shoot growth and rizobacterial flora of *Vigna unguiculata* and *Archis hypogea* grown in sandy loam soil. Scientific Research and Essays 8 (2):99-107.

22- **Noori A S,. Maivan H Z,. and Alaie E.,(2014).** *Leucanthemum vulgare* LAM. Germination growth and Mycorrhizal symbiosis under crude oil contamination, International Journal of Phytoremediation, 16:962–970.

23- **Okon O.G., Okon J.E., and Eneh G.D.,(2018**).Alleviatory effect of compost amendments of crude oil impacted soil on the neutraceutical composition of (Cucurbita maxima Duch.*)*.Journal of Horticulture and plant research, 1(3)pp:35-45.

24- **Njoku K.L., Akinola M.O., and Ige T.O.,(2009).**Comparative effect of diesel fuel and spent