

دراسة أثر انبعاثات مجمع مليته النفطي على تدهور أشجار الزيتون في منطقة زوارة وما حولها: تقييم معلمي لأوراق الزيتون -دراسة ميدانية إحصائية

Impact of Mellitah Oil Complex Emissions on Olive Tree Decline in Zuwara and Surrounding Areas: A Laboratory Assessment of Olive Leaves and Field Statistical Study

¹ د. الصديق حاجي المنصوري ² د. أكرم عربي حلب ³ د. عبدالسلام محمد عوين ⁴ د. مراد فرحات الفنطازي

¹ المعهد العالي للعلوم والتقنيات الطبية زوارة ، ² المركز الليبي لبحوث البيئة البرية والبحرية زوارة

³ المعهد العالي للعلوم والتقنية الزهراء ، ⁴ كلية التقنية الهندسية زوارة

¹ sadek.h1961@gmail.com , ² akramhalap94@gmail.com

³ abseawen@gmail.com , ⁴ muradelfantazi1970M@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2026/8/20 تاريخ المراجعة 2026/8/30 تاريخ القبول: 2026/9/10- تاريخ النشر: 2026/9/22

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التقييم البيئي والزراعي الأولي لأثر الانبعاثات الغازية والصناعية الصادرة عن مجمع مليته النفطي على صحة وتدهور أوراق أشجار الزيتون في منطقة زوارة والمناطق المجاورة لها. إعتمدت الدراسة منهجية متكاملة تجمع بين دراسة معملية فيزيوكيميائية لمستخلص أوراق الزيتون عند درجة حرارة (26.5°C) ودراسة ميدانية استبيانية استهدفت (72) مزارعاً من السكان المحليين. أظهرت القياسات المعملية ثباتاً نسبياً في الرقم الهيدروجيني (pH) تراوح بين 6.51 و 6.67 مقارنة بـ 6.63 للعينة المرجعية)، بينما سجل التوصيل الكهربائي للأوراق (EC) ارتفاعاً ملحوظاً ومضاعفاً في المعايينات المتاخمة للمجمع (بلغ أعلى قيمة 707 $\mu\text{S}/\text{m}$ في العينة 1 و 629 $\mu\text{S}/\text{m}$ في العينة 2 مقارنة بـ 292 $\mu\text{S}/\text{m}$ للعينة المرجعية)، مما يشير إلى تراكم الأيونات المترسبة والإجهاد الأسموزي الخلوي. وفي التركيز على نتائج الاستبيان الميداني الإحصائي، أظهرت الاستجابات توافقاً معنوياً حاداً ($P < 0.001$) بمتوسطات حسابية مرتفعة تؤكد وجود أضرار ظاهرة على المجموع الخضري، أبرزها ملاحظة اصفرار واحتراق حواف الأوراق (متوسط 2.88 من 3، $X^2 = 71.25$)، والتساقط المبكر للأوراق قبل موسم القطاف (متوسط 2.81)، وتراجع كثافة المجموع الخضري (متوسط 2.75)، مع ربط المزارعين المباشر بين هذا التدهور وزيادة كثافة الانبعاثات والدخان الشعلي (متوسط 2.84)، مما يثبت التطابق الوثيق بين التحليل الكيميائي المعمل والملاحظات الميدانية الإحصائية.

الكلمات المفتاحية : مجمع مليته النفطي، تدهور أشجار الزيتون ، الانبعاثات الصناعية، التلوث الجوي، تقييم معلمي لأوراق الزيتون، الموصلية الكهربائية (EC) ، دراسة ميدانية إحصائية.

Abstract

Assessment of the Impact of Mellitah Oil and Gas Complex Emissions on Olive Tree Decline in Zuwara and Surrounding Regions: A Laboratory Olive Leaf Analysis and Statistical Field Study.

This study evaluates the environmental and physiological impacts of gaseous emissions from the Mellitah Oil and Gas Complex on olive tree (*Olea europaea*) foliage in Zuwara and adjacent areas. The study integrates a precise laboratory physicochemical testing of olive leaf tissue measured at 26.5°C with a statistical field survey targeting 72 local farmers and residents. Laboratory results revealed that the leaf pH remained relatively stable across sampling sites (6.51- 6.67 compared to a reference control of 6.63). Conversely,

electrical conductivity (EC) of leaf extracts exhibited a significant increase in proximity to the industrial complex, peaking at 707 $\mu\text{S/m}$ (Sample 1) and 629 $\mu\text{S/m}$ (Sample 2) compared to 292 $\mu\text{S/m}$ at the reference site, highlighting heavy foliar ionic deposition and osmotic stress. Crucially, statistical results from the field questionnaire strongly corroborated these findings with high statistical significance ($P < 0.001$); respondents strongly agreed on observable foliar degradation, led by leaf chlorosis and tip burn (mean = 2.88, $X^2 = 71.25$), premature leaf fall (mean = 2.81), and canopy density reduction (mean = 2.75). Farmers explicitly linked these symptoms to industrial smoke and flaring intensity (mean = 2.84), establishing a clear alignment between laboratory physicochemical metrics and field observation data.

Keywords: Mellitah Oil Complex, Olive tree decline (*Olea europaea*), Industrial emissions, Air pollution, Laboratory leaf assessment, Electrical Conductivity (EC), Statistical field study.

1. المقدمة

تُعد أشجار الزيتون العمود الفقري للنظام الزراعي والبيئي بمدينة زوارة والساحل الغربي الليبي. حيث تعتبر من أهم الموارد الاقتصادية للسكان المحليين وتلعب دور هام جداً في دورها البيئي وذلك للحد من التصحر والتكيف مع الظروف البيئية [1]. يواجه هذا المحصول الاستراتيجي إجهاداً بيئياً متزايداً نتيجة الانبعاثات الغازية والدخان الناتج عن معالجة النفط والغاز والحرق الشعلي (Flaring) بمجمع مليّة [2]. من خلال تلك الملوثات على الأوراق أو انتقالها إلى المياه والتربة مما يؤثر مباشرة على الخصائص الهامة للأشجار مثل انخفاض معدل النمو واصفرار الأوراق وانخفاض معدل البناء الضوئي وقلة الإنتاجية [3]، كما أن ارتفاع تراكم المعادن الثقيلة تتراكم في النباتات والأشجار القريبة من المناطق الصناعية وكذلك أن الملوثات الهوائية تؤثر بشكل سلبي على تدهور الغطاء النباتي الزراعي [4]، إن تراكم العناصر الثقيلة مثل الرصاص والزنك والكاديوم في أوراق الأشجار كان أعلى في المناطق القريبة [5]. وبشكل عام ان التلوث الصناعي يؤثر على إنتاجية الزيتون وجودة الثمار كما لها الأثر السلبي على خصائص التربة وتغير بنية التربة بشكل عام [6].

تعتبر الأوراق النباتية العضو المتلقي المباشر (Primary Receptor Target) للملوثات والترسيبات الجوية. ويشكل قياس الرقم الهيدروجيني (pH) والتوصيل الكهربائي (EC) لمستخلص أوراق الزيتون مؤشرات فسيولوجية أولية دالة (Preliminary Foliar Indicators) تعكس التغيرات الأيونية والإجهاد الخلوي داخل النسيج الورقي جراء التلوث البيئي.

الدراسات السابقة:

لوحظ في السنوات الأخيرة انخفاض ملموس في معدلات البناء الضوئي، رافقه تراجع في إنتاجية أشجار الزيتون، واصفرار أوراقها، إضافة إلى تراكم بعض العناصر الثقيلة والخطرة داخل أنسجة النبات. وفي هذا السياق، أشار [7] إلى أن الملوثات الغازية تؤثر تأثيراً مباشراً على فتحات الثغور في الأوراق، مما يقلل من كفاءة عملية التمثيل الضوئي.

وفي دراسة أخرى أجراها [8] لبحث أثر المعادن الثقيلة الناجمة عن الأنشطة الصناعية، أثبتت النتائج حدوث تلوث في التربة وانعكاسه السلبي على المحاصيل الزراعية؛ حيث أدى ذلك إلى تراجع النمو الخضري، وتدهور صحة أشجار الزيتون القريبة من بؤر الانبعاثات، فضلاً عن تغير الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة، ولا سيما انخفاض درجة الحموضة (pH) وارتفاع مستويات الملوحة الكيميائية. وتتكامل هذه التأثيرات مع الانبعاثات الغازية لتشكل ضغطاً بيئياً يهدد الغطاء النباتي والبساتين المجاورة للمنشآت الصناعية.

وتشير العديد من الأبحاث إلى أن أشجار الزيتون (*Olea europaea*) تُعد من الأنواع الحساسة نسبياً للملوثات الجوية،

مما يجعلها مؤشراً حيوياً (Bio-indicator) مناسباً لتقييم جودة البيئة. فقد أوضح [9] أن التعرض لغاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في معدلات التمثيل الضوئي ومعدلات التبادل الغازي عبر الأوراق. كما أكدت دراسة [10] أن التعرض لمستويات مرتفعة من الأوزون (O_3) يسبب تغيرات مورفولوجية ظاهرة، تشمل ظهور بقع نخرية (Necrotic spots) وزيادة معدلات تساقط الأوراق. وعلى المستوى الإقليمي، أظهرت دراسة [11] أن التلوث الناتج عن الغبار والترسبات الصناعية يؤدي إلى تحورات وتغيرات واضحة في نسيج أوراق الزيتون، مثل انسداد الثغور وتلف الأنسجة الداخلية، مما يعزز أهليتها للاستخدام كمؤشرات حيوية للتلوث البيئي. كما أكدت أبحاث حديثة أن التعرض المستمر لهذه الملوثات يتسبب في انخفاض محتوى الكلوروفيل واضطراب الفعاليات الحيوية والعمليات الأيضية للنبات. تأسيساً على ما وثقته الدراسات السابقة بشأن التأثيرات السلبية للتلوث الصناعي على الخصائص الفسيولوجية والمورفولوجية لأشجار الزيتون، تسعى هذه الدراسة إلى تقييم حجم هذا الأثر ميدانياً عبر استبيان موجه لمزارعي أراضي منطقة زوارة المتاخمة لمجمع مليتة النفطي.

2. مشكلة الدراسة وأهدافها

تتلخص مشكلة الدراسة في تساقط أوراق الزيتون واصفرارها وجفاف الحواف في المزارع القريبة من مجمع مليتة النفطي. وتهدف هذه الدراسة إلى:

- التقييم المعلمي الدقيق للتغيرات الفيزيوكيميائية المباشرة في مستخلص أوراق الزيتون بدلالة pH و EC ($\mu S/m$) عند درجة حرارة محددة ($26.5^\circ C$)
- مقارنة التغيرات الأيونية بين المعاينات المتدرجة قرب المجمع والمحطة المرجعية.
- توثيق انطباعات ومشاهدات المزارعين والسكان المحليين إحصائياً وربطها بالنتائج العملية.
- تقديم توصيات بيئية لحماية المجموع الخضري.

3. المواد وطرق العمل

3.1. جمع عينات أوراق الزيتون وتحضيرها معملياً

تم جمع عينات أوراق الزيتون من أربع معاينات ميدانية على مسافات متدرجة من مجمع مليتة بالإضافة إلى معاينة مرجعية (Control Site) وتم إعداد المستخلص المائي للأوراق بدقة. أجريت جميع القياسات الكيميائية والمعملية عند درجة حرارة خاضعة للضبط قيمتها ($26.5^\circ C$) لضمان دقة القراءات المقارنة.

3.2. القياسات المعملية لأوراق الزيتون

- الرقم الهيدروجيني (pH): قيس باستخدام جهاز pH Meter معاير بدقة عند درجة حرارة $26.5^\circ C$
- التوصيل الكهربائي (EC): قيس بالوحدة الميكروسيمنز لكل متر ($\mu S/m$) عند درجة حرارة $26.5^\circ C$ للتعرف على درجة التركيز الأيوني والأملاح المترسبة على وفي داخل النسيج الورقي.

3.3. الاستبيان الميداني والتحليل الإحصائي

لتقييم استجابات أفراد عينة الدراسة (72 مزارعاً) حول فقرات الاستبيان ومحاوره المختلفة، تم إدخال البيانات ومعالجتها حاسوبياً باستخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS - Statistical Package for the Social Sciences) واعتمدت الأساليب الإحصائية التالية:

المتوسط الحسابي: $(\bar{X} - \text{Mean})$

استُخدم لقياس متوسط درجة موافقة أفراد العينة على كل فقرة من فقرات الاستبيان، ومعرفة الاتجاه العام للاستجابات. وبما أن الاستبانة صُمّمت وفق مقياس ليكرت الثلاثي (= 1 غير موافق / ضعيف، = 2 موافق إلى حد ما / متوسط، = 3 موافق بشدة / عالٍ)، فقد تم تحديد الفئات المدى للاتفاق بناءً على المعادلة التكرارية ($0.67 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3} + 1$) لتصنيف المتوسطات الحسابية إلى ثلاثة مستويات اتجاه كالتالي :

من 1.00 إلى أقل من 1.67: درجة موافقة منخفضة (تأثير ضعيف).
من 1.67 إلى أقل من 2.34: درجة موافقة متوسطة (تأثير متوسط).
من 2.34 إلى 3.00: درجة موافقة مرتفعة جداً (تأثير عالٍ / موافق بشدة).

الانحراف المعياري: (Standard Deviation - SD)

استُخدم لقياس مدى تشتت إجابات أفراد العينة عن متوسطها الحسابي ولتحديد درجة التجانس بين المزارعين؛ حيث تشير القيمة المنخفضة للانحراف المعياري (التي تقترب من الصفر) إلى قوة الاتساق والتوافق العالي في آراء المزارعين حول أضرار الانبعاثات وتدهور الأوراق. كما هو موضح بالشكل (3).

اختبار كاي-تربيع لاستقلالية وحسن المطابقة (X^2 Test) ومستوى الدلالة: (P{-value})

استُخدم لمعرفة ما إذا كانت الفروق والتوزيعات بين الإجابات ذات دلالة إحصائية حقيقية أم عشوائية؛ حيث يُعتبر الفرق دالاً إحصائياً إذا كانت قيمة $P\{-value\} \leq 0.05$ ، بينما تشير القيمة $P\{-value\} < 0.001$ المتاحة بالنتائج إلى دلالة معنوية عالية جداً وثقة تتجاوز 99.9%.

أداة الدراسة:

اعتمدت الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات الميدانية واستطلاع آراء مزارعي منطقة زوارة حول ظاهرة تدهور أشجار الزيتون واستجاباتهم لآثارها. وتُعد الاستبانة الوسيلة الأنسب في الدراسات الوصفية والتحليلية الميدانية لقياس المتغيرات واستخلاص الحقائق العلمية.

وقد صُممت أداة الدراسة بالاستناد إلى الأدبيات النظرية والدراسات السابقة ذات الصلة بآثار التلوث الناجم عن "مجمع مليتة النفطي" على تدهور أشجار الزيتون وتناقص أعدادها في مدينة زوارة وما حولها. ولتحقيق أهداف الدراسة وقياس المتغيرات، وُضع إزاء كل عبارة في الاستبانة مقياس تقديري ثلاثي البدائل (مقياس ليكرت الثلاثي).

وقد تكونت الاستبانة في صورتها النهائية من ستة محاور رئيسية على النحو الآتي:

- **المحور الأول:** البيانات الأساسية والديموغرافية: ويشمل البيانات الشخصية والمهنية للمزارعين، مثل: (المستوى التعليمي، المهنة الرئيسية، ملكية أشجار الزيتون، وعدد الأشجار المملوكة).
- **المحور الثاني:** القرب من المصنع والنطاق الزمني: يتكون من مجموعة من العبارات التي تهدف إلى التعرف على المسافة الفاصلة بين المزارع/البساتين ومجمع مليتة النفطي، وتقييم المدة الزمنية الملاحظة لتأثير الانبعاثات والأنشطة الصناعية على الأشجار.
- **المحور الثالث:** تقييم أثر مجمع مليتة على أشجار الزيتون: يتضمن عبارات تقيس درجة التأثير المباشر والظاهري للأنشطة الصناعية للمجمع على الأجزاء الخضرية والإنتاجية لأشجار الزيتون في منطقة الدراسة.
- **المحور الرابع:** المؤشرات الرقمية والممارسات الزراعية: يتشكل من فقرات تهدف إلى رصد وتقييم نسبة الأشجار المتدهورة أو الهالكة خلال السنوات الثلاث الأخيرة، بالإضافة إلى تقييم الممارسات المتبعة كاستخدام مياه الصرف أو الآبار الجوفية القريبة في الري، ومدى إجراء فحوصات دورية لعينات التربة والمياه.
- **المحور الخامس:** الآثار الاقتصادية والاجتماعية: يضم فقرات تقييم درجة تداعيات تدهور وانخفاض إنتاجية أشجار الزيتون على المستويين الاقتصادي والاجتماعي للمزارعين وأسرهم.
- **المحور السادس:** تقييم الأسباب الرئيسية للتدهور: يهدف هذا المحور إلى تحديد وترتيب المسببات الرئيسية لتدهور أشجار الزيتون وضمورها من وجهة نظر أفراد عينة الدراسة.

4. النتائج والمناقشة (Results & Discussion)

1.4. نتائج التحليل الكيميائي لأوراق الزيتون عند درجة حرارة 26.5°C

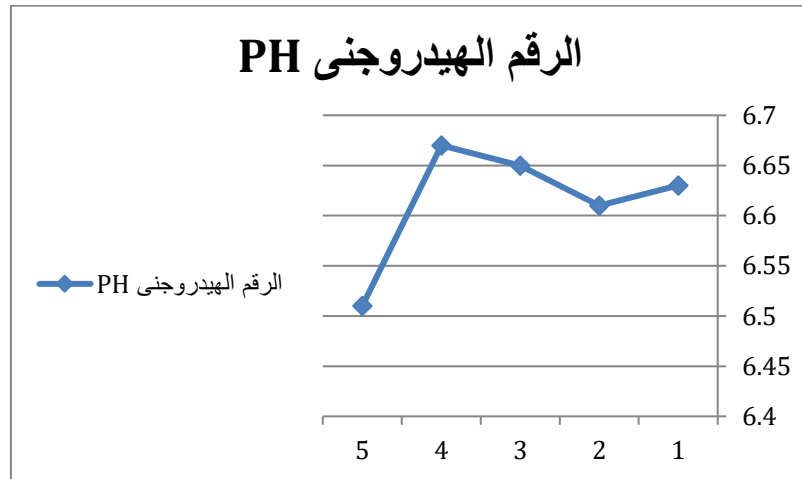
يبيّن الجدول (1) والشكلان البيانيان (1) و(2) القياسات المعملية والتحليل الفيزيوكيميائي لمستخلص أوراق الزيتون المحسوبة دقيقاً عند درجة حرارة معيارية قدرها (26.5°C)، مقارنةً بالمعينة المرجعية (Control Site) جدول (1):

نتيجة التحليل الكيميائي لأوراق الزيتون في درجة حرارة 26.5 م°.

رقم المعاينة	موقع المعاينة بالنسبة للمجمع	الرقم الهيدروجيني (pH)	التوصيل الكهربائي ($\mu\text{S/m}$)
1 مرجعية	موقع مرجعي ضابط	6.63	292
2	معاينة ميدانية متاخمة	6.61	707
3	معاينة ميدانية متدرجة	6.65	629
4	معاينة ميدانية متدرجة	6.67	507
5	معاينة ميدانية متاخمة	6.51	538

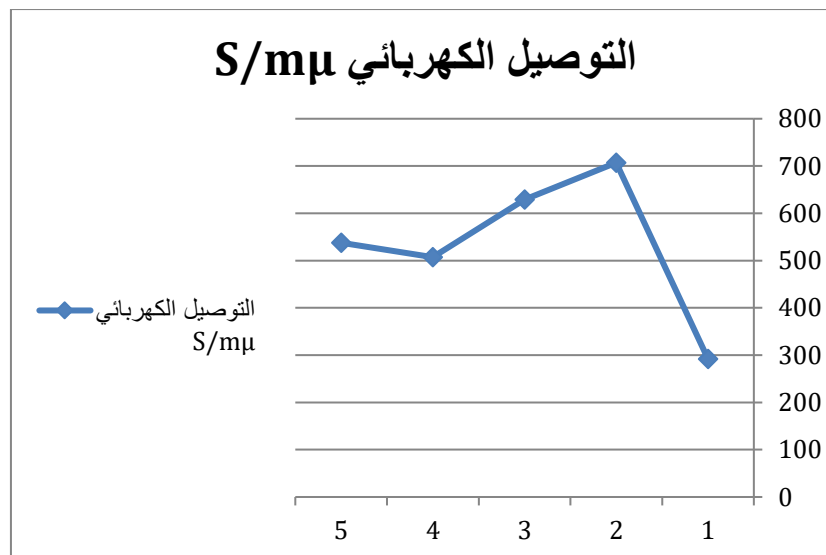
ويتضح من القراءات الواردة في الجدول (1) والتوزيع البياني الموضح في الشكل (1) والشكل (2) التغيرات الفيزيوكيميائية التالية :

- **الرقم الهيدروجيني (pH) للشكل (1) :** تُظهر قراءات الرقم الهيدروجيني استقراراً واضحاً واعتدالاً يتجه نحو التعادل الخفيف في جميع المعاينات، حيث تراوحت القراءات بين (6.51) في المعاينة رقم (5) و(6.67) في المعاينة رقم (4)، بالمقارنة مع المعاينة المرجعية المقدرة بـ (6.63). ويُعزى هذا الاستقرار البيولوجي إلى القدرة التنظيمية والتخزينية (Buffering capacity) للنسيج الخلوي لأوراق الزيتون، والتي تحول دون حدوث انحرافات حادة في حموضة العصارة الداخلية على الرغم من التعرض المستمر للترسيبات الحمضية .



شكل (1) يوضح الرقم الهيدروجيني

- **التوصيل الكهربائي (EC) للشكل (2) :** على عكس الرقم الهيدروجيني، تكشف نتائج الشكل (2) عن ارتفاع حاد ومضاعف في قيم التوصيل الكهربائي للمستخلص الورقي في المعاينات القريبة من المجمع الصناعي؛ إذ سجلت المعاينة الميدانية رقم (2) القريبة جداً من المجمع أعلى مستوى للتوصيل الكهربائي بلغ ($707 \mu\text{S/m}$)، تلتها المعاينة رقم (3) بـ ($629 \mu\text{S/m}$)، ثم المعاينتان (5) و(4) بقيم بلغت ($538 \mu\text{S/m}$) و($507 \mu\text{S/m}$) على التوالي، وذلك بالمقارنة مع المعاينة المرجعية التي لم تتجاوز ($292 \mu\text{S/m}$) .



شكل 2 يوضح التوصيل الكهربائي (EC)

- التفسير البيئي لارتفاع EC: يُثبت هذا الارتفاع الملحوظ (الذي تجاوز ضعف القيمة المرجعية بوضوح في الشكل 2) التراكم الكثيف للأيونات المترسبة، والركام الغباري الكبريتي الصادر عن عمليات معالجة النفط والدخان الشعلي. يؤدي هذا التراكم الأيوني المباشر على السطح الخارجي والنسيج الخلوي للأوراق إلى خلق إجهاد أسموزي (Osmotic stress) واختلال في التوازن الأيوني الخلوي للورقة.

2.4. نتائج الاستبيان الميداني الإحصائي

يوضح الجدول (2) نتائج التحليل الإحصائي لاستجابات المزارعين حول أضرار الأوراق والإنتاجية. جدول (2): التحليل الإحصائي لاستجابات المزارعين حول أضرار الأوراق والإنتاجية.

م	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري (SD)	قيمة كاي-تربيع (X^2)	عبارة الاستبيان
1	2.88	0.35	71.25	ملاحظة اصفرار واحترق في حواف أوراق الزيتون بالقرب من المجمع.
2	2.81	0.43	58.50	تساقط غير طبيعي ومبكر للأوراق قبل موسم القطاف.
3	2.75	0.49	47.00	تراجع كثافة المجموع الخضري وجفاف أطراف الفروع النامية.
4	2.84	0.38	64.00	ارتباط تدهور الأوراق بزيادة كثافة الدخان والانبعاثات الشعلية.

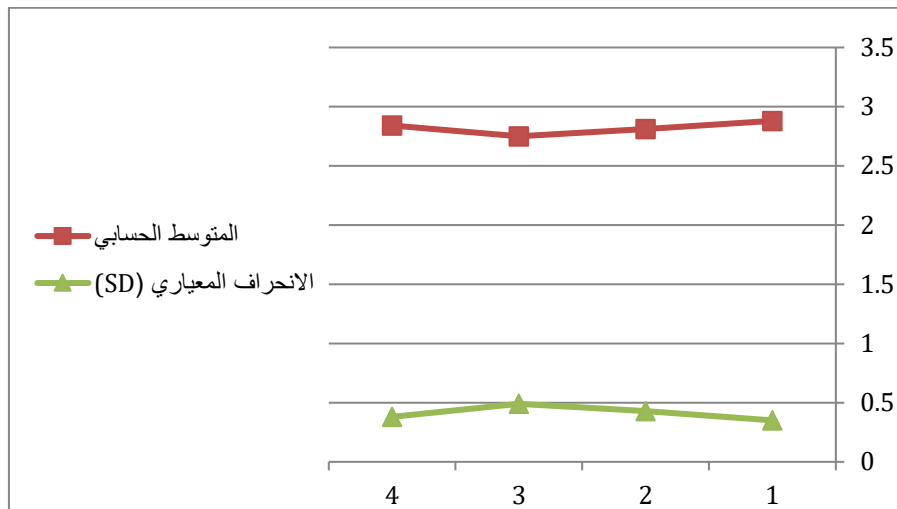
مستوى الدلالة الإحصائية (P-value): ظهرت نتائج اختبار كاي-تربيع (X^2) الواردة بالجدول (2) والشكل (4) أن قيمة الدلالة الإحصائية كانت معنوية جداً (P-value < 0.001) لجميع فقرات المحور، مما يشير إلى وجود "فروق ذات دلالة إحصائية عالية جداً" وتصل نسبة الثقة فيها إلى أكثر من 99.9%.

المدلول العلمي والبيئي لنتائج الجدول (2): تأكيد الأثر الميداني للنتائج المعملية: يُفسر الارتفاع الشديد في قيمة EC الموضحة في الجدول (1) ظهور الأعراض الظاهرية المذكورة بالجدول (2)، ولا سيما اصفرار واحترق حواف الأوراق (بمتوسط 2.88) وتساقطها الإجهادي المبكر (بمتوسط 2.81).

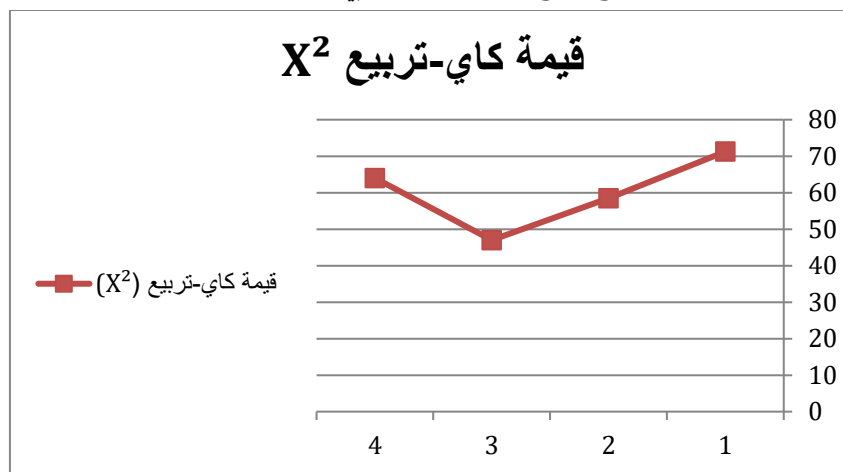
رفض الفرضية الصفرية: تؤكد قيم X^2 المرتفعة بالجدول (2) والشكل (4) حتمية رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة القائلة بتأثير انبعاثات المجمع المباشر على التدهور الخضري للزيتون.

الاتجاه العام والتوافق الميداني: جاءت جميع متوسطات الجدول (2) باتجاه "موافق بشدة"، مما يعكس إجماعاً ميدانياً

من المزارعين بربط التدهور الخصري بزيادة كثافة الانبعاثات الشعلية والدخان (بمتوسط 2.84)، مستبعدين التذبذبات العشوائية العابرة.



شكل 3 يوضح نتائج المتوسط الحسابي والانحراف المعياري



شكل 4 يوضح نتائج اختبار كاي-تربيع (X^2)

تتطابق نتائج الاستبيان مع الارتفاع الشديد في التوصيل الكهربائي (EC) للأوراق؛ حيث يفسر التراكم الأيوني المرتفع على الأوراق الظواهر الملاحظة كاصفرار الحواف وتساقط الأوراق الإجهادي.

3.4. مناقشة الربط والتكامل البيئي لنتائج الدراسة

تُبرهن النتائج المتكاملة الواردة بالجدولين (1 و 2) أن التلوث الجوي المترسب يمثل العادي المباشر لتدهور أشجار الزيتون بالمنطقة؛ إذ إن عدم تغير pH الورقي في الجدول (1) مقابل مضاعفة قراءات EC في الشكل (2) يوضح أن الآلية الإجهادية الناجمة عن انبعاثات مجمع مليّة هي "إجهاد أيوني وأسموزي سطحي وخلوي" ناتج عن تراكم الغبار والترسيبات الكبريتية، وهو ما تجسد كيميائياً بالمعمل وظاهرياً بمشاهدات الجدول (2) الميدانية.

5. التوصيات (Recommendations)

1. تثبيت انبعاثات المجمع: استخدام أجهزة الفلتر وتجميع الغازات للحد من الدقائق والأيونات المترسبة على أوراق الأشجار المتاخمة.
2. إجراء تحليلات دقيقة: لمعرفة السعة التخزينية للكوروفيل، والإنزيمات، والعناصر الثقيلة والسيليكون.

داخل النسيج الخلوي للورقة.

3. **الغسيل والمعاملات الورقية:** التوصية بالرش الدوري المائي الخفيف للأوراق في المزارع المتاخمة لتقليل تراكم الأملاح والأيونات المترسبة (خفض EC الورقي).
4. **المتابعة البيئية:** اعتماد قياس EC لأوراق الزيتون دورياً في درجة حرارة معيارية كمؤشر حيوي سريع لقياس حجم التلوث الجوي المترسب.

6 قائمة المراجع (References):

1. الأزرق، عبد الوهاب أبوبكر، (2021). دراسة بعض المؤشرات لإنتاج الزيتون لعينات مختارة من مزارع ترهونة. مجلة جامعة سبها للعلوم البحثية والتطبيقية، 20(2).
2. الحجار ومحمود (2003). تقييم الأثر البيئي: أسس ودراسات (الطبعة الأولى). القاهرة: دار الفكر العربي.
3. Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M & .Murphy, A .(2022). *Plant Physiology and Development* 8th ed.). Sinauer / Oxford University Press.
4. Emberson, L. D., Ashmore, M. R., Murray, F., et al .(2001). Impacts of air pollutants on vegetation in developing countries .*Water, Air, and Soil Pollution*–107 ,130 ,.
5. Uygun, N., et al .(2010). The use of olive tree) *Olea europaea* (leaves as a bioindicator for environmental pollution in the province of Aydin, Turkey .*Environmental Science and Pollution Research* .
6. Yucel, Y & , Kilicoglu, A. L .(2020) .Determination of heavy metals in olive fruits as an indicator of environmental pollution .*International Journal of Environmental Analytical Chemistry*.
7. Treshow, M .(1984) .*Air Pollution and Plant Life* .John Wiley & Sons.
8. Alloway, B. J. (Ed .(2013) .(*Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and Their Bioavailability*3rd ed.). Springer.
9. Giorelli, U., et al .(1994) .Effects of long-term SO₂ pollution on olive-tree gas exchange and leaf morphology .*Acta Horticulturae*.188 -185 ,356 ,
10. Minnocci, A., et al .(1999) .Physiological and morphological responses of olive plants to ozone exposure during a growing season .*Tree Physiology*.397-391 .
11. El-Khatib, A. A., et al .(2012) Morpho-anatomical characteristics of olive) *Olea europaea* (trees leaf as bio-indicator of cement dust air pollution in Libya .*Journal of Environmental Studies*.72–65 ,(1)9 ,