LJEEST
ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology(LJEEST)

DOI: https://doi.org/10.63359/anvew356

تقييم تلوث الهواء بالفطريات داخل وسائل النقل في منطقة الشاطئ ومدينة سبها

أسماء محمد عبدالرحمن[1] أمنة خير صابر[2] عبدالله علي الشوفير[1] منية علي مختار[1]

ARTICLE INFO

Vol. No. 4 June, 2022
Pages A-(19 - 24)

Article history:
Received 30 April 2022
Accepted 23 May. 2022

Authors affiliation
[1] Environmental Sciences Department, Faculty of Environmental and Natural Resources/Wadi Al shatti University, Libya
i.abdolrhman@wau.edu.ly

Keywords: *Aspergillus niger*, Indoor air pollution, Fungi, *Penicillium sp.*, Transportation

© 2022
Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0

الملخص

تنتشر الفطريات في الطبيعة بشكل واسع لقدرتها على النمو في مناطق بيئية مختلفة، وتنتقل عبر الهواء إلى مسافات طويلة مما يسمح لها بالبقاء في بيئات يمكن أن تكون مختلفة عن بيئاتها الأصلية، لذا أقيمت هذه الدراسة للتحري عن وجود الفطريات في الهواء الداخلي لوسائل النقل (السيارات الخاصة والشاحنات وحافلات نقل الأطفال، الموظفين، والطالبات) في منطقي وادي الشاطئ ومدينة سبها. أظهرت النتائج تلوث جميع وسائل النقل التي شملتها الدراسة بالفطريات، حيث وجدت أربعة أنواع من الفطريات على مستوى المنطقتين، ظهرت جميعها في وسائل النقل لمنطقة وادي الشاطئ، وهي فطر *Penicillium* sp. و*Aspergillus niger* و*Aspergillus Flavus* و *Aspergillus Parasiticus*. في مدينة سبها وجد نوعان هما *Penicillium* sp. و*Aspergillus niger*، ومع سيادة لجنس *Penicillium* sp. في كلا المنطقتين، وكانت حافلات نقل الموظفين أكثر تلوثا تلاها حافلات نقل الأطفال، الشاحنات والسيارات الخاصة على مستوى المنطقتين. بصفة عامة وجد أن وسائل النقل في منطقة وادي الشاطئ أكثر تلوثا بالفطريات من مدينة سبها بتواجد فطري كبير ومتنوع.

Assessment of air pollution with fungi inside transportation in Al-shatti and Sebha city

Isma. M. Abdorlhman Amanh K. Alshebani A. M. Alshofer M. A. Mokhtar*

In nature fungi widespread because of their ability to grow in different environmental areas, and they transport through the air too long distances away of its essential environment. This study had conducted to investigate the presence of fungi in the indoor air of the transportation (private cars, trucks and buses for children, employees, and students) in Wadi Al shatti and Sebha. The results showed contamination of all transportation included in the study with fungi. Four types of fungi had founded at the two regions. In Wadi Al shatti founded *Penicillium sp*., *Aspergillus niger*, *Aspergillus Flavus* and *Aspergillus Parasiticus*. In the city of Sebha funded two types are *Penicillium sp*. and *Aspergillus niger*. The results also showed the dominance of the genus *Penicillium sp*. in both regions, employees buses were more contaminate, followed by buses for children, then trucks and private cars in two regions. In general, it had founded the transportation at the Wadi Al shatti region was more contaminate with fungi than the city of Sebha, with a large and diverse fungal presence.

المقدمة

أصبحت مشكلة التلوث من أخطر المشاكل التي تهدد الجنس البشري بالزوال، بل تهدد حياة كل
الكائنات الحية والنباتات، حيث يحدث التلوث في كلا من البر والبحر والهواء. كما إن تلوث
الهواء ليس قاصرا على البيئات الخارجية فقط، فقد أدى التطور في إنشاء المنازل والبنايات وتحسين وسائل عزلها عن الهواء الخارجي (بهدف توفير الطاقة) إلى إفساد جودة ونوعية الهواء الداخلي، وخاصة في الأماكن ذات المساحات الصغيرة وقليلة التهوية، كما أن طبيعة الحياة العصرية تطلبت البقاء داخل الأماكن المغلقة أكثر من السابق، الأمر الذي يزيد من خطر التعرض للتلوث. حيث تنتشر في الهواء أنواع عديدة من الفطريات في حالة ساكنة، وتصيب الإنسان بالأمراض إذا توفرت الظروف الملائمة، مثل Candida, Pentium, Aspergillus (Guo *et al.,* 2021)، وذلك نتيجة لنشر أبواغها وأجزاء من مستعمراتها في الهواء إضافة إلى نواتجها الايضية (Kalfallh, 2010). تجنب الفطريات بشكل كامل أمر مستحيل (Mashat, 2013)، لتواجدها في البيئات الرطبة الداخلية والخارجية على حد سواء (Yontz, 2003)، لكن يمكن التقليل من التعرض لها إلى حد كبير، وإحدى هذه الطرق إزالة الغبار والتربة بشكل متكرر باستخدام مكنسة كهربائية ذات فلاتر متعددة أو ممسحة رطبة. هناك جدل كبير حول الأمراض المتعارف عليها بسبب الفطريات والتي تنسب الغالبية العظمى منها إلى وجود الفطريات في الأماكن المغلقة Indoor Mold، وأكدت العديد من الدراسات منها Kuhn and Ghannoum (2003); Lee and Jo (2005); Wan-Kuen and Jacob *et al.* (2002); Ji-Hyun (2008); Wang (2011); Wang *et al.* (2010; 2013); Mashat (2013); Pierson *et al.* (2013); Haas *et al.* (2013; 2014) and Verde *et al.* (2015) عن تواجد الفطريات الممرضة في العديد البيئات المغلقة في مناطق مختلفة من العالم وحتى في محطة الأبحاث الفضائية، لذا تهدف هذا الدراسة إلى تقييم تلوث الهواء بالفطريات داخل وسائل النقل العامة والخاصة بمنطقة وادي الشاطئ ومدينة سبها– جنوب ليبيا.

المواد والطرق

شملت الدراسة وسائل النقل في منطقة وادي الشاطئ ومدينة سبها، حيث تختلف المنطقتان في الكثافة السكانية وعدد وسائل النقل، فالمنطقة الأولى أقل كثافة سكانية وازدحاما بالمرور.

– **توزيع العينات:** وزعت أعداد متساوية من اطباق بتري المحتوية على البيئة الخاصة بنمو الفطريات Potato Dextrose Agar (PDA) داخل وسائل النقل بشكل عشوائي في كلا المنطقتين كالتالي:

- وسائل النقل الخاصة: خمسة سيارات خاصة، وخمسة شاحنات.
- وسائل النقل العامة: خمسة حافلات لنقل الموظفات، وخمسة لنقل الاطفال، وخمسة لنقل الطالبات، حيث بلغ عدد العينات 25 عينة لكل منطقة، أي بعدد إجمالي 50 عينة.

وضعت الأطباق مفتوحة معرضة للهواء الداخلي للمركبات لمدة ساعة بعد خروج السائقين منها واغلاقها، وذلك بداية من شهر اكتوبر 2017 وحتى يناير 2018، ثم جمعت الاطباق وأغلقت جيدا، وتركت مقلوبة في درجة حرارة الغرفة، ورُقب حدوث النمو الفطري عليها لمدة أسبوع، وذلك حسب الطريقة الواردة عن Shtayeh *et al.* (1998) و Kalfallh (2010).

– **الفحص المجهري:** بعد نمو الفطريات على الأطباق، تم تعريف الأنواع النامية على اطباق بتري باستخدام طريقة الشريط اللاصق الواردة عن Collee *et al.* (1996)، حيث تبث الشريط اللاصق على النمو الفطري بالضغط الخفيف، رفع الشريط ووضع على شريحة تحتوي صبغة أزرق المثيلين، مما اتاح للصبغة الانتشار على طول الشريط اللاصق، ثم فحصت الشريحة تحت المجهر، وحدد نوع الفطر.

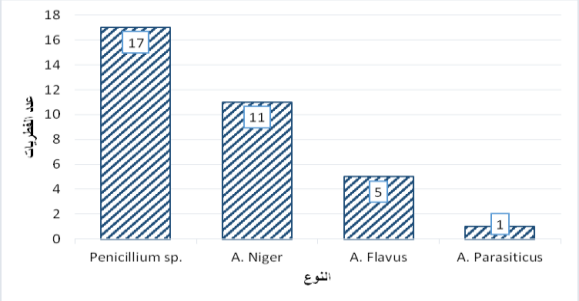
– **النسبة المئوية لظهور الفطريات:** حسبت النسبة المئوية لظهور الفطر باستخدام المعادلة الاتية:

النسبة المئوية لظهور الفطر = (عدد العينات التي ظهر فيها الفطر/ عدد العينات الكلي) × (100) ..... (Anderegg *et al.,* 1976).

النتائج والمناقشة

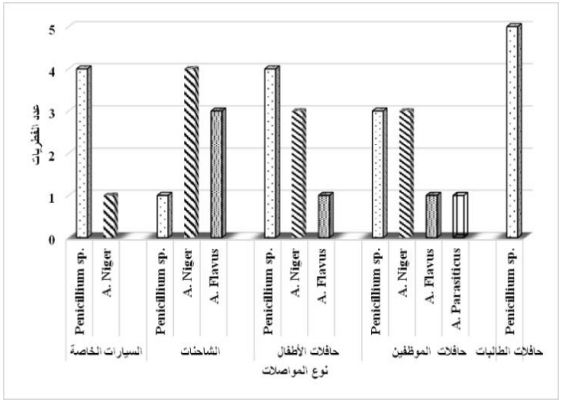
– منطقة وادي الشاطئ:

وجد من خلال النتائج أن عدد الأنواع الفطرية الكلي المتواجدة في هواء السيارات العامة والخاصة نوعين، هما *Penicillium* sp.، *Aspergillus* sp. حيث وجد لفطر *Penicillium* sp. جنس واحد ولفطر *Aspergillus* sp. ثلاثة اجناس *Aspergillus niger* و*Aspergillus flavus* و *Aspergillus Parasiticus* كما في الشكل (1).



شكل (1): عدد الفطريات داخل السيارات العامة والخاصة في منطقة وادي الشاطئ

كما بينت النتائج ظهور فطر *Penicillium sp.* أربعة مرات وفطر *A. niger* مرة واحدة في السيارات الخاصة، وفي الشاحنات ظهر فطر *Penicillium sp.* مرة واحدة، وفطر *A. niger* أربعة مرات وفطر *A. Flavus* ثلاثة مرات، بينما ظهر في حافلات نقل الأطفال فطر *Penicillium sp.* أربعة مرات و*A. niger* ثلاثة مرات، و*A. Flavus* مرة واحدة، أما في حافلات نقل الموظفين فقد ظهر فطر *Penicillium* sp. و*A. niger* و*A. Flavus* و *A. Parasiticus* بمعدل ثلاث مرات وثلاث مرات ومرة ومرة على التوالي، فيما ساد فطر *Penicillium sp.* داخل حافلات نقل الطالبات كما في الشكل (2).

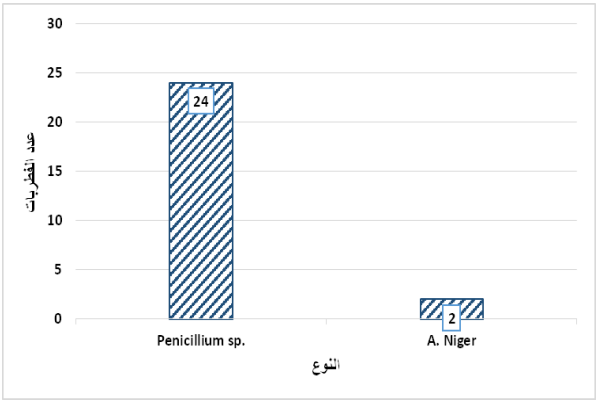


شكل (2): أنواع الفطريات داخل السيارات العامة والخاصة في منطقة وادي الشاطئ

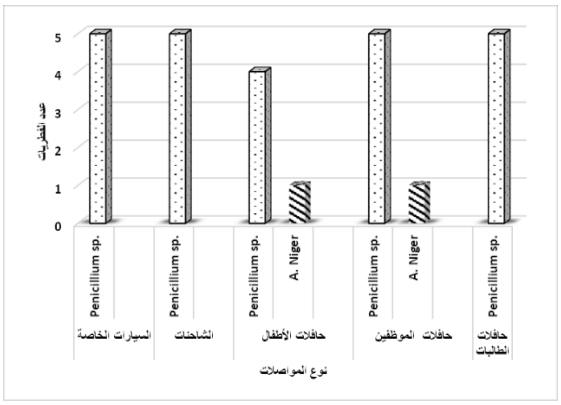
ومن خلال النتائج السابقة يتضح أن أكثر وسائل النقل تلوثاً بالفطريات حافلات نقل الموظفين، حيث تكرر ظهور الفطريات داخلها ثمانية مرات، مع تواجد أربعة اجناس من الفطريات، يليها حافلات نقل الأطفال بعدد ثمانية مرات لظهور الفطريات لثلاثة اجناس، ثم الشاحنات سبعة مرات للظهور، وأخيرا السيارات الخاصة وحافلات نقل الطالبات بخمسة حالات لظهور الفطريات.

- مدينة سبها:

في وسائل النقل المتواجدة بمدينة سبها وجد نوعين فقط للفطريات *Penicillium sp.* و*A. niger* كما في الشكل (3)، ويوضح الشكل (4) ظهور فطر *Penicillium sp.* في جميع أنواع وسائل النقل، وظهور فطر *A. niger* مرة واحدة في حافلات نقل الأطفال وحافلات نقل الموظفين، وبذلك تكون حافلات نقل الموظفين ونقل الأطفال الأكثر تلوثا على مستوى مدينة سبها.

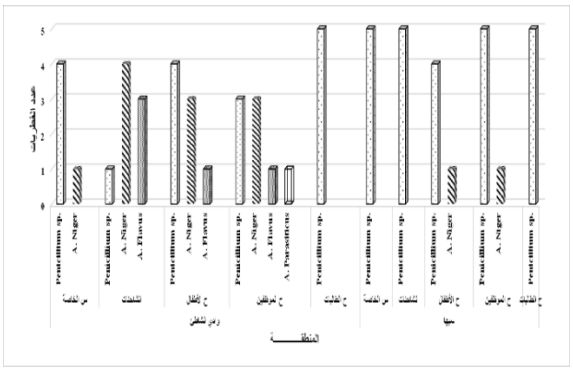


شكل (3): عدد الفطريات داخل السيارات العامة والخاصة في مدينة سبها



شكل (4): أنواع الفطريات داخل السيارات العامة والخاصة في مدينة سبها

بشكل عام من خلال النتائج السابقة يظهر ان أكثر الأنواع سيادة في منطقة الشاطئ فطر *Penicillium sp.* ثم فطر *A. niger* ، فطر *A. Flavus* و*A. Parasiticus*، حيث كان *Penicillium sp.* أكثر سيادة في حافلات نقل الطالبات ثم حافلات نقل الاطفال والسيارات الخاصة على التوالي، واقل سيادة في الشاحنات وحافلات نقل الموظفين، بينما تواجد فطر *A. niger* بشكل أكثر سيادة في الشاحنات وحافلات نقل الموظفين والأطفال. أيضا بينت النتائج سيادة فطر *Penicillium sp.* في الهواء داخل المركبات في مدينة سبها مع ظهور نادر لفطر *A. niger* في حافلات نقل الأطفال والموظفين، وبذلك يتضح أن منطقة وادي الشاطئ أكثر تلوثاً بالفطريات من مدينة سبها بتواجد فطري كبير ومتنوع كما يظهر في الشكل (5).

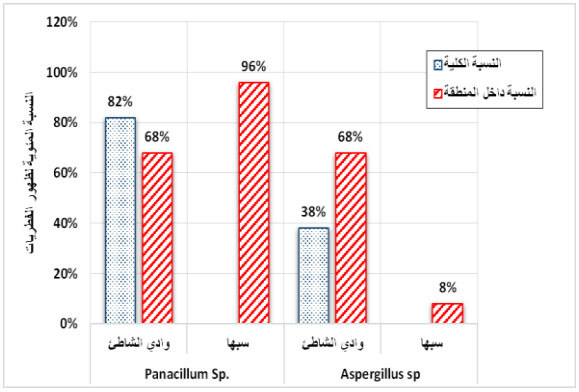


شكل (5): أعداد وأنواع فطريات المواصلات في منطقتي وادي الشاطئ وسبها

- النسبة المئوية لظهور الفطريات:

أظهرت النتائج أن النسبة المئوية لظهور الفطريات في وسائل النقل في منطقة الشاطئ ومدينة سبها بلغت 100% في جميع وسائل النقل التي شملتها الدراسة، كذلك تبين من خلال النتائج أن النسبة المئوية لظهور فطر *Penicillium sp.* 82% من المجموع الكلي للعينات (68% في الشاطئ و96% في سبها)

والنسبة المئوية لظهور فطر *Aspergillus* sp. 38% (68% في الشاطئ و8% في سبها) من المجموع الكلي لعينات منطقة الدراسة كما في الشكل (6).



شكل (6): النسبة المئوية لظهور الفطريات خلال منطقة الدراسة

تتوافق نتائج الدراسة مع Kim *et al.* (2020) حول وجود تلوث لهواء الحافلات. والتي ممكن أن تعمل كملوثات وميكروبات ممرضة، تسبب تلوث الهواء، والعديد من الامراض الصحية والبيئية. وأن أكثر الفطريات المسببة للمرض أو الوفاة والمتواجدة في كلا النوعين من الحافلات هي *Aspergillus fumigatus* و *Penicillium sp* والعفن *Mould* و *Aspergillus niger*، ويعتبر *Aspergillus niger* أقل شيوعًا. حيث يعد فطر *Penicillium sp.* و *Aspergillus sp.* من أهم المجاميع الفطرية المعروفة بتأثيراتها على العديد من المحاصيل الزراعية ومن ضمنها الفواكه والخضار، وذلك لقدرتها على انتاج مواد أيضية ثانوية ذات تأثيرات سامة ومسرطنة على الإنسان والحيوان تدعى السموم الفطرية *Mycotoxins*، حيث تشير معظم الدراسات إلى أن لهذه الفطريات القدرة على إنتاج أكثر من نوع من هذه السموم أثناء نموها (Kim *et al.*, 2020; Husna and Wijinurhayati, 2021). يفرز فطر *Penicillium sp.* سموم يطلق عليها Citriovirdin و Yellowtoxins التي تنسب مسببة أمراضاً مختلفة أهمها تلف الكبد واضطرابات الجهاز العصبي والدوراني وغيرها (Adeyeye, 2020)، أما فطر *Aspergillus sp* فينتج سموم الافلاتوكسينات Aflatoxins والمعروفة بقدرتها على إحداث أمراض كثيرة للإنسان والحيوان، كسرطان الكبد وتورمات الأجهزة التناسلية والإجهاض والنزف الدموي (Nageen *et al.*, 2021)، ويسبب أيضا جنس *Aspergillosis* داء الرشاشات ويتضمن عشرات الأنواع، والأنواع الثلاثة المهمة *A.fumigatus*, A. *Niger*, A. *Flavus* (Rokas *et al.*, 2020). الفطريات من جنس *Aspergillus* تسبب التهاب قرنية العين الفطري Mycotic Keratitis، الذي يصيب قرنية العين Eye cornea، غالبا بعد إصابة تلك المنطقة بالرضوض أو الجروح يحدث تقرح للعين. أيضا تسبب أنواع فطر *Aspergillus* التهاب الجيوب الانفية الرشاشي التحسسي (Ashoor and Abu – Baleer, 2002). أيضاً نتائج هذه الدراسة تتوافق مع ما وجده Lee and Jo (2005) في دراسته حول الهواء داخل السيارات والحافلات من حيث الأنواع السائدة *Penicillium*, *Aspergillus*، وكذلك تتوافق مع نتائج Husna and Wijinurhayati (2021) بمدينة سيول الكورية، والذي وجد تراكيز مختلفة للفطريات في هواء وسائل النقل العام، خاصة في مترو الأنفاق ($CFU\backslash m^3$ 252.0) والقطار ($CFU\backslash m^3$ 45.1) خلال ساعات عدم الذروة في الصيف، بينما كانت الحافلات بين المدن عالية خلال ساعات الذروة في الصيف ($CFU\backslash m^3$ 111.9)، ومع Fang *et al.* (2008); Husna and Wijinurhayati (2021) من حيث الأنواع السائدة في هواء منطقة بيجين الصينية وسيول الكورية، كما تتوافق نتائج هذه الدراسة أيضا مع ما أجراه Wan-Kuen and Ji-Hyun (2008) حول مستويات البكتيريا والفطريات المحمولة بالهواء داخل السيارات والغرف الدراسية المترافقة مع استخدام اجهزة التكييف والتدفئة وترطيب الهواء، حيث وجد أن *Cladosporium*, *Penicillium*, and *Aspergillus* الأكثر تواجدا أثناء عمليات التبريد والتدفئة. أيضا تتوافق نتائج هذه الدراسة مع ما وجده Mashat (2013) في تكرار ظهور فطر *Aspergillus sp.* في أغلب الدراسات في البيئات المغلقة، ومع Kim *et al.* (2020) في وجود فطريات خطيرة داخل الحافلات المكيفة وغير المكيفة، حيث كانت الفطريات في الحافلة غير المكيفة (112 ميكروب) منها 84 ميكروبًا خطير على الصحة مقارنة مع تلك الموجودة في الحافلة المكيفة (36 ميكروب) منها 20 نوعًا من الفطريات الخطيرة على الصحة. وتتوافق أيضا مع Haas *et al.* (2013; 2014) في الاجناس السائدة في هواء مدن النمسا وكون *Aspergillus sp.* and *Penicillium sp* من أنواع الفطريات التي تنمو في البيئات الداخلية. كذلك تتوافق نتائج هذه الدراسة مع Verde *et al.* (2015) في سيادة أجناس *Penicillium* (41%) and *Aspergillus* (24%) في الهواء الداخلي للمستشفيات البرتغالية. كما تختلف قليلاً عن دراسة Nageen *et al.* (2021) في عدد الفطريات المعزولة والسائدة في وسائل النقل، والذي درس تنوع وتركيز وتوزيع الفطريات المحمولة جواً في مدينة تيانجين في الصين، حيث عزل 560 سلالة فطرية، تنتمي إلى 110 نوعًا و 49 جنسًا، تمثل (80%) *Ascomycota*، (18%) *Basidiomycota*، (2%) *Mucoromycota*، (14.1%) *Cladosporium*، (18.4%) *Alternaria*، (14.1%) *Fusarium*، (5.9%) *Naganishia*، (5.9%) *Phoma*، (4.11%) *Didymella*، (4.8%). مع سيادة للفطريات ذات التأثير الخطير المحتمل على صحة الإنسان، مثل *Alternaria* و *Cladosporium* و *Naganishia*.

من خلال النتائج السابقة يتضح ان وجود الفطريات داخل وسائل النقل ليس بالأمر الغريب، فهي تواجدت في بيئات مختلفة في هواء المدن الخارجي والقاعات الدراسية وحتى المستشفيات، ومن الممكن أنها حملت بواسطة الأشخاص من الأماكن التي يرتادونها إلى داخل مركباتهم، ولكن نتيجة لصغر هذه البيئات لوسائل النقل ومكوث الأشخاص فيها لفترات طويلة أثناء تنقلهم وترحالهم فهي ربما تشكل خطراً متزايداً على صحتهم نتيجة للأمراض العديدة التي من الممكن ان تسببها لهم كما ذكرت العديد من الدراسات Husna *et al.* (2021); Kim *et al.* (2020); Adeyeye (2020); Nageen *et al.* (2021); Rokas *et al.* (2020) and Ashoor and Abu – Baleer (2002)، ودراسة Zhu *et al.* (2021) حول التأثير السلبي الكبير لتلوث الهواء الداخلي في شنغهاي، الصين على صحة الركاب، وأن السيارات بما

في ذلك سيارات الأجرة ومركبات وقوف السيارات هي مصدر رئيسي لملوثات الهواء في المركز. ومع دراسة Stanley and Inuope (2021) بخصوص احتواء الهباء الحيوي في منطقة Port Harcourt metropolis على العديد من الفطريات الضارة، حيث أظهر التحليل الميكروبيولوجي إحتواه على 7 أجناس فطرية هي (*Penicillium* و*Fusarium* و*Geotrichium* و*Cladosporium* و*Rhizopus* و*Trichophyton* و*Aspergillus*)، مع إجمالي عدد الفطريات (TFC) تتراوح من CFU\m^3 373 –12851 على التوالي. درجات الحرارة الصغرى والكبرى ويتفق ذلك مع ما اشار اليه (Zoltan attila *et al*. 2017) والذي ذكر أن يمكن تقييم الإختلافات المورفولوجية حسب الموقع بناءً على الصفات المقاسة كعلامة على التكيف المحلي.

الخلاصة

من دراسة مدى توفر الفطريات في وسائل النقل أظهرت النتائج أن جميع وسائل النقل التي شملتها الدراسة في وسائل النقل في منطقة وادي الشاطئ ومدينة سبها ملوثة بأنواع مختلفة من الفطريات، تمثلت في *Aspergillus niger* و*Aspergillus flavus* و*Aspergillus parasitc* و *Penicillium* sp. في منطقة وادي الشاطئ، و*Penicillium sp.* و *A. niger* في مدينة سبها. تكرر ظهور اغلب هذه الفطريات في العديد من المرات داخل السيارات الخاصة والشاحنات وحافلات نقل الأطفال وحافلات نقل الموظفين.

ونتيجة للأضرار المحتملة التي يمكن ان تسببها الفطريات لمستخدمي هذه الوسائل توصي هذه الدراسة بالمحافظة على نظافة وسائل النقل بالتنظيف الدوري والمستمر لتقليل من التلوث داخلها، وعدم ترك بقايا الأطعمة فيها حتى لا تشكل بيئة مناسبة لنمو الفطريات، كذلك عمل المزيد من الدراسات حول التلوث الفطري والميكروبي داخل وسائل النقل وأسبابه.

المراجع:

Adeyeye, S. A. O. (2020). Aflatoxigenic fungi and mycotoxins in food: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *60*(5), 709-721.

Anderegg, R .J., Biemann, K., Buechi, G. and Cushman, M. (1976). Malformin C, anew metabolite of Aspergillus niger, *Journal of the American Chemical Society*, 98: 365 - 370.

Ashoor, A. and Abu – Baleer, Y. (2002). Is the Classical Classification of aspergillosis paranasal sinuses to non –invasive and invasive still valid or not? *Bahrain Medical Bulletin*, 24: 91-94.

Collee, G. J., Fraser, A. G., Marmion, B. P., and Simmons, A. (1996). *Practical medical microbiology* 14th ed Churchill Living stone: 695 – 710.

Fang, Z., Ouyang, Z., Zheng, H. and Wang, X. (2008). Concentration and Size Distribution of Culturable Airborne Microorganisms in Outdoor Environments in Beijing, China, *Journal Aerosol Science and Technology*, 42(5): 325 – 334,

Guo, K., Qian, H., Ye, J., Sun, F., Zhuge, Y., Wang, S., Liu, C., Cao, G., and Zheng, X. (2021). Assessment of airborne bacteria and fungi in different-type buildings in Nanjing, a hot summer and cold winter moist Chinese city. *Building and Environment*, *205*, 108258.

Haas, D., Galler, H., Luxner, J., Zarfel, G., Buzina, W., Friedl, H., Marth, E., Habib, J. and Reinthaler, F. (2013). The concentrations of culturable microorganisms in relation to particulate matter in urban air, *Journal Atmospheric Environment*, 65: 215-222,

Haas, D., Habib, J., Luxner, J., Galler, H., Zarfel, G., Schlacher, R., Friedl, H. and Reinthaler, F. (2014). Comparison of background levels of culturable fungal spore concentrations in indoor and outdoor air in southeastern Austria, *Journal Atmospheric Environment*, 98: 640 – 647.

Husna, I. E., and Wijinurhayati, A. A. (2021). Indoor air pollution in Air-Conditioned bus and non-Air-Conditioned bus. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 623, No. 1, p. 012103). IOP Publishing.

Jacob, B., Ritz, B., Gehring, U., Koch, A., Bischof, W., Wichmann, H., and Heinrich, J. (2002). Indoor exposure to molds and allergic sensitization, Environ Health Perspect, 110 (7): 647 – 653.

Kalfallh, H. M. (2010). *Air conditions as a major source of bacterial contamination in an indoor environment of certain public places in southern Libya*, Thesis (M. Sc.), Faculty of Engineering and Technology, University of Sabha.

Kim, H. G., Cho, E. M., Jeon, B. I., Lee, J. H., Kim, H. H., and Kwon, H. K. (2020). Concentration of airborne fungi in public transportation during operation. *Journal of Environmental Health Sciences*, *46*(6), 757-763.

Kuhn, D. M.. and Ghannoum, M. A. (2003). "Indoor Mold, Toxigenic Fungi, and Stachybotrys chartarum: Infectious Disease Perspective". American Society for Microbiology, 16 (1), pp 144-172.

Lee, J. and Jo, W. (2005). Exposure to airborne fungi and bacteria while commuting in passenger cars

Verde, S. C., Almeida, S. M., Matos, J., Guerreiro, D., Meneses, M., Faria, T., Botelho, D., Santos, M. and Viegas, C. (2015). Microbiological assessment of indoor air quality at different hospital sites, *Journal ScienceDirect*, 166 (7): 557-563,

Wan-Kuen, J. and Ji-Hyun, L. (2008). Airborne Fungal and Bacterial Levels Associated With the Use of Automobile Air Conditioners or Heaters, Room Air Conditioners, and Humidifiers, *Journal Environmental & Occupational Health*, 63 (3): 101 -107.

Wang, Y. (2011). Seasonal Difference of Airborne Bacteria and Fungi in Commuter Buses, *Journal Environmental Engineering Science*, 28 (6).

Wang, Y., Wang, C. and Hsu, K. (2010). Size and seasonal distributions of airborne bioaerosols in commuting trains, *Journal Atmospheric Environment*, 44 (35): 4331-4338.

Wang, Y., Tsai, C., Huang, Y., Chao, H., Tsou, T., Kuo, Y., Wang, L. and Chen, S. (2013). Size Distribution of Airborne Fungi in Vehicles under Various Driving Conditions, *Journal Environmental & Occupational Health*, 68 (2): 95-100.

Yontz, R. R. (2003). *An overview of indoor air quality*, Thesis (M. Sc.), University of Mississippi State.

Zhu, Y., Diao, M., and Li, J. (2021). Examining indoor air pollution in a large-scale integrated transportation hub in Shanghai. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *97*, 102947.

and public buses, *Journal of Atmospheric Environment*, 39 (38):7342-7350.

Mashat, H. B. (2013). Are exposures to indoor fungi causing specific disease? Department of Environmental and Health studies, The Custodian of the Two Holy, Mosques Institute for Hajj Research, Umm Al-Qura University, KSA. *Ass. Univ. Bull. Environ. Res.* 16 (1).

Nageen, Y., Asemoloye, M. D., Põlme, S., Wang, X., Xu, S., Ramteke, P. W., and Pecoraro, L. (2021). Analysis of culturable airborne fungi in outdoor environments in Tianjin, China. *BMC microbiology*, *21*(1), 1-10.

Pierson, D. L., Botkin, D. J., Bruce, R. J., Castro, V. A., Smith, M. J., Oubre, C. M. and Ott, C. M. (2013). Microbial Monitoring of the International Space Station, *proceeding of 8th International Workshop on Space Microbiology*; 20-21 May 2013; Osaka; Japan.

Rokas, A., Mead, M. E., Steenwyk, J. L., Oberlies, N. H., and Goldman, G. H. (2020). Evolving moldy murderers: *Aspergillus* section *Fumigati* as a model for studying the repeated evolution of fungal pathogenicity. *PLoS pathogens*, *16*(2), e1008315.

Shtayeh, M., Jamous, R. and Yaghmour, R. (1998). *Mycology Manual*. Department of Biological Sciences, An-Najah National University, Palestine.

Stanley, H.O. and Inuope, O. A. (2021). Assessment of Air Pollution and Health Hazard Associated with Selected Sawmills in Port Harcourt Metropolis. South Asian Journal of Research in Microbiology, 9(4): 17 – 34.