Journal of Libyan Academy Bani Walid 2026
مجلة الأكاديمية الليبية بني وليد
e-ISSN: 3104-3860
Volume 2, Issue 2, 2026, Pages: 36-56
Website: https://journals.labjournal.ly/index.php/Jlabw/index

Microbial Contamination of Computer Keyboards and Mice in Educational, Healthcare, and Administrative Environments: A Field Study Using Laboratory and Statistical Analysis

Ashraf Ahmed Ahmed Omran Mehna [1*], Ahmed Abulqasem Mohammed Almgateef [2]
[1] Higher Institute of Medical Technologies, Sabratha, Libya
[2] Higher Institute of Science and Technology, Sabratha, Libya.
*Email: nuuri1976@gmail.com

التلوث الميكروبي في لوحات المفاتيح والفأرات في البيئات التعليمية والصحية والإدارية: دراسة ميدانية باستخدام التحليل المخبري والإحصائي

أشرف أحمد أحمد عمران محنه[1*] ، أحمد ابوالقاسم محمد المقيطيف[2]
[1] المعهد العالي للتقنيات الطبية، صبراتة، ليبيا
[2] المعهد العالي للعلوم والتقنية، صبراتة، ليبيا

Received: 05-01-2026	**Accepted:** 28-02-2026	**Published**: 11-03-2026
Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

This study aims to evaluate the level of microbial contamination on computer keyboards and mice used in educational, healthcare, and administrative environments, as well as to identify the associated microorganisms and analyze the factors influencing their spread. A total of 24 samples were collected from device surfaces at the Higher Institute of Medical Technology in Sabratha using sterile swabs. Samples were cultured on different media and analyzed using laboratory techniques, including Gram staining and biochemical tests.

The results revealed that 50% of the samples were contaminated. Candida spp. was the predominant microorganism (33.3%), followed by Staphylococcus and Bacillus spp., each with a prevalence of 12.5%. Statistical analysis showed no significant differences between surface types (keyboard vs. mouse) and contamination levels ($P > 0.05$).

The findings indicate that electronic devices act as potential reservoirs for indirect infection transmission, particularly in shared-use environments with inadequate cleaning practices. The study recommends incorporating electronic devices into infection control protocols, promoting hygiene awareness, and implementing regular disinfection using broad-spectrum disinfectants.

Keywords: Microbial contamination, Keyboards, Computer mouse, Candida, Staphylococcus, Bacillus, Infection control.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تقييم مستوى التلوث الميكروبي في لوحات المفاتيح والفأرات المستخدمة في البيئات التعليمية والصحية والإدارية، مع تحليل أنواع الكائنات الدقيقة المرتبطة بها والعوامل المؤثرة في انتشارها. تم جمع (24) عينة من أسطح الأجهزة داخل المعهد العالي للتقنيات الطبية بمدينة صبراتة، باستخدام المسحات المعقمة، ثم زُرعت على أوساط غذائية مختلفة، وأُجريت عليها اختبارات مخبرية منها صبغة غرام والاختبارات الكيميائية الحيوية.

أظهرت النتائج أن نسبة التلوث بلغت (50%) من إجمالي العينات، مع سيادة واضحة لفطر الكانديدا بنسبة (33.3%)، يليه كل من بكتيريا المكورات العنقودية (Staphylococcus) وبكتيريا العصويات (Bacillus spp)بنسبة (12.5%) لكل منهما. كما بينت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين نوع السطح (لوحة مفاتيح أو فأرة) ومستوى التلوث.($P > 0.05$)

تشير الدراسة إلى أن الأجهزة الإلكترونية تمثل وسيطًا مهمًا لنقل العدوى غير المباشرة، خاصة في ظل الاستخدام المشترك وغياب إجراءات التعقيم المنتظمة. وتوصي الدراسة بضرورة إدراج هذه الأجهزة ضمن برامج مكافحة العدوى، وتعزيز الوعي الصحي لدى المستخدمين، وتطبيق بروتوكولات تعقيم دورية باستخدام مطهرات واسعة الطيف.

الكلمات المفتاحية: التلوث الميكروبي، لوحات المفاتيح، الفأرة، مكافحة العدوى، الأسطح الملوثة.

ـ المقدمة:

يشهد العالم في العصر الحديث تطورًا متسارعًا في استخدام التكنولوجيا والأجهزة الإلكترونية، حيث أصبحت الحواسيب جزءًا أساسيًا من مختلف جوانب الحياة اليومية، سواء في المؤسسات التعليمية أو المرافق الصحية أو البيئات الإدارية. ومن بين أهم مكونات هذه الأجهزة التي يتم استخدامها بشكل مستمر ومتكرر لوحات المفاتيح والفأرات، والتي تُعد من أكثر الأسطح تعرضًا للمس المباشر من قبل المستخدمين. هذا الاستخدام المكثف والمتكرر يجعل هذه الأدوات بيئة مناسبة لتراكم الكائنات الحية الدقيقة، وخاصة البكتيريا والفطريات، مما يثير مخاوف متزايدة تتعلق بالصحة العامة وسلامة الأفراد.

تشير العديد من الدراسات في مجال الأحياء الدقيقة إلى أن الأسطح التي يتم لمسها بشكل متكرر تُعد من أهم الوسائط لنقل الميكروبات، حيث يمكن أن تنتقل البكتيريا بسهولة من شخص إلى آخر عبر التلامس المباشر أو غير المباشر. وتُعد الأيدي الوسيلة الأساسية في نقل هذه الكائنات الدقيقة، إذ تحمل كميات كبيرة من البكتيريا التي يمكن أن تنتقل إلى الأسطح المختلفة عند لمسها، ومن ثم تنتقل إلى مستخدمين آخرين. وقد بيّنت تقارير علمية أن نسبة كبيرة من الميكروبات تنتقل عبر التلامس، مما يعزز من خطورة الأسطح المشتركة، خاصة في الأماكن التي يكثر فيها استخدام الأجهزة الإلكترونية من قبل عدة أشخاص.

علاوة على ذلك، أظهرت الدراسات أن بعض أنواع البكتيريا قادرة على البقاء حية على الأسطح الصلبة لفترات زمنية تمتد من عدة ساعات إلى عدة أيام، وذلك حسب نوع البكتيريا وظروف البيئة المحيطة مثل درجة الحرارة والرطوبة. وهذا يعني أن الأجهزة الإلكترونية، وخاصة لوحات المفاتيح والفأرات، يمكن أن تعمل كمستودعات ميكروبية تساهم في استمرار وجود الملوثات وانتقالها. ويزداد هذا الخطر في حال غياب ممارسات التنظيف والتعقيم الدوري، حيث تشير بعض الدراسات إلى أن نسبة قليلة فقط من المستخدمين يحرصون على تنظيف هذه الأجهزة بشكل منتظم، مما يؤدي إلى تراكم الملوثات بشكل مستمر.

كما أن الاستخدام المشترك للأجهزة الإلكترونية في البيئات التعليمية والمخبرية والإدارية يزيد من احتمالية انتقال العدوى، حيث يتم تداول نفس الأجهزة بين عدد كبير من المستخدمين دون تطبيق إجراءات وقائية كافية. وعلى الرغم من أهمية هذه الأجهزة في تسهيل العمل والتعلم، إلا أنها غالبًا ما تُهمل ضمن برامج

مكافحة العدوى، حيث يتم التركيز بشكل أكبر على الأسطح التقليدية مثل الطاولات والأرضيات، في حين يتم تجاهل الأجهزة الإلكترونية رغم دورها المحتمل في نقل الميكروبات.
ومن ناحية أخرى، يبرز غياب الإرشادات الواضحة المتعلقة بتنظيف وتعقيم الأجهزة الإلكترونية كأحد العوامل التي تسهم في تفاقم المشكلة، إذ لا توجد في كثير من المؤسسات سياسات واضحة أو بروتوكولات محددة للتعامل مع هذه الأدوات من حيث النظافة والتعقيم. كما أن محدودية الدراسات المحلية التي تناولت هذا الموضوع تُشير إلى وجود فجوة معرفية تستدعي إجراء المزيد من الأبحاث العلمية لتوفير بيانات دقيقة حول مستوى التلوث الميكروبي في هذه الأجهزة.
وتكمن أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على التلوث البكتيري في لوحات المفاتيح والفأرات باعتبارها من الأدوات اليومية التي يتم استخدامها بشكل واسع، والعمل على تقييم مستوى هذا التلوث والتعرف على أنواع الميكروبات المرتبطة بها. كما يسعى البحث إلى تعزيز الوعي الصحي لدى المستخدمين بأهمية النظافة الشخصية وتعقيم الأدوات المستخدمة بشكل مستمر، بالإضافة إلى دعم المؤسسات في وضع سياسات فعالة للحد من انتشار العدوى.

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل مستوى التلوث الميكروبي في الأجهزة الإلكترونية المستخدمة بشكل يومي، وذلك من خلال تحقيق مجموعة من الأهداف العلمية التالية:
تقييم مستوى التلوث البكتيري في لوحات المفاتيح والفأرات ضمن بيئات مختلفة تشمل المؤسسات التعليمية والصحية والإدارية، بهدف تحديد مدى انتشار الملوثات الميكروبية في هذه الأسطح.
عزل وتصنيف الأنواع البكتيرية السائدة على هذه الأجهزة باستخدام الطرق المخبرية المناسبة، وذلك لتحديد الميكروبات الأكثر شيوعًا وخطورة من الناحية الصحية.
تحليل العلاقة بين العوامل البيئية المختلفة، مثل نوع المؤسسة وكثافة الاستخدام وعدد المستخدمين، وبين مستوى التلوث البكتيري، بما يسهم في فهم العوامل المؤثرة في انتشار الميكروبات.

الحدود المكانية:

تقتصر الدراسة على جمع العينات من داخل المعهد العالي للتقنيات الطبية بمدينة صبراتة، مما يجعل النتائج مرتبطة بهذه البيئة تحديدًا.

الحدود الموضوعية:

يقتصر نطاق الدراسة على لوحات المفاتيح والفأرات (السلكية واللاسلكية) باعتبارها من أكثر أدوات الإدخال استخدامًا، دون التطرق إلى أجهزة إلكترونية أخرى مثل الشاشات اللمسية أو الهواتف المحمولة أو الأجهزة اللوحية.
تركز الدراسة على التلوث الميكروبي، وخاصة البكتيريا والفطريات، دون التوسع في دراسة أنواع أخرى من الملوثات مثل الملوثات الكيميائية أو الفيزيائية.

الحدود الزمنية:

تم جمع العينات خلال فترة زمنية محددة، وهي شهر ديسمبر من عام 2025، وبالتالي فإن النتائج تعكس الحالة الميكروبيولوجية خلال هذه الفترة فقط، وقد لا تعبر عن التغيرات الموسمية أو طويلة الأمد.

حدود العينة:

تعتمد الدراسة على عدد محدد من العينات التي تم جمعها من بيئات مختارة داخل المعهد، وهو ما قد يؤثر على إمكانية تعميم النتائج على جميع المؤسسات أو البيئات المشابهة بشكل مطلق.

الدراسات السابقة

تناولت العديد من الدراسات موضوع التلوث الميكروبي للأسطح، وخاصة الأجهزة الإلكترونية، نظرًا لدورها المتزايد في نقل العدوى في البيئات المختلفة، حيث سعت هذه الدراسات إلى تقييم مستوى التلوث، وتحديد أنواع الكائنات الدقيقة، وتحليل العوامل المؤثرة في انتشارها .

في السياق المحلي، أشارت دراسة حديثة أُجريت في ليبيا إلى وجود مستويات مرتفعة من التلوث الميكروبي على لوحات المفاتيح داخل البيئات التعليمية، حيث أظهرت النتائج أن معظم العينات كانت ملوثة ببكتيريا مرتبطة بالجلد البشري مثل المكورات العنقودية، إضافة إلى بعض البكتيريا سالبة الغرام، كما اعتمدت الدراسة على العد الكمي للمستعمرات البكتيرية(CFU) ، مما أتاح تقديرًا أدق لمستوى التلوث (Ali, 2024).وتؤكد هذه النتائج أن الاستخدام المشترك للأجهزة يمثل عاملًا رئيسيًا في انتقال الميكروبات.

وفي دراسة أخرى أُجريت في بيئة مكتبية جامعية، تم الكشف عن تنوع ميكروبي واسع على أسطح لوحات المفاتيح، حيث تم عزل أنواع متعددة من البكتيريا، من أبرزها Staphylococcus aureus و Bacillus spp، بالإضافة إلى بكتيريا معوية مثلEscherichia coli ، وقد ربطت الدراسة بين ارتفاع مستوى التلوث وضعف ممارسات النظافة الشخصية لدى المستخدمين.(Jack et al., 2024)

أما في البيئات الصحية، فقد أظهرت إحدى الدراسات الحديثة التي تناولت الأسطح عالية اللمس في العيادات الخارجية وجود تلوث ميكروبي ملحوظ، مع فروق ذات دلالة إحصائية بين المواقع المختلفة داخل المنشأة الصحية، كما بينت النتائج أن بعض البكتيريا، خاصة المكونة للأبواغ، تمتلك قدرة عالية على البقاء على الأسطح لفترات طويلة.(Prasek et al., 2025)

وفي السياق ذاته، كشفت دراسة أُجريت في أحد المستشفيات الليبية عن انتشار ملحوظ للتلوث الميكروبي على مكونات الحاسوب داخل المكاتب الإدارية، حيث كانت بكتيريا المكورات العنقودية من أكثر الأنواع شيوعًا، كما أظهرت الدراسة أن إجراءات التعقيم المتبعة لم تكن كافية للقضاء على الميكروبات رغم استخدام بعض المطهرات.(Mohamed et al., 2025)

وعلى المستوى الدولي، أكدت العديد من الدراسات أن الأجهزة الإلكترونية، مثل لوحات المفاتيح والفأرات، تُعد من أهم مصادر التلوث غير المباشر، خاصة في البيئات ذات الاستخدام المكثف، حيث أظهرت نتائج دراسات حديثة أن هذه الأجهزة تحتوي على مستويات تلوث مرتفعة مقارنة بأسطح أخرى، مما يعزز من دورها كوسيط لنقل العدوى.(Hartmann et al., 2024)

كما بينت دراسات حديثة أن بعض الميكروبات قادرة على البقاء على الأسطح غير الحية لفترات طويلة قد تمتد إلى أيام أو حتى أشهر، وذلك تبعًا للظروف البيئية المحيطة، وهو ما يزيد من احتمالية انتقال العدوى عبر الأسطح الملوثة.(Porter, 2024)

في السياق المحلي، اجريت دراسة حديثة هدفت إلى تقييم التلوث الميكروبي في لوحات المفاتيح والفأرات داخل المكاتب الإدارية بمدينة صرمان، حيث تم تحليل عينات من هذه الأجهزة، وأظهرت النتائج وجود مستويات ملحوظة من التلوث البكتيري، مع انتشار واضح لبعض الأنواع المرتبطة بالجلد البشري والبيئة المحيطة. وتُعد هذه الدراسة من الدراسات المهمة التي ركزت على البيئة الإدارية، إلا أنها اقتصرت على نطاق جغرافي محدود ولم تتناول المقارنة بين بيئات متعددة.

كما تناولت دراسة أخرى أُجريت في جامعة الموصل موضوع التلوث البكتيري في لوحات المفاتيح والفأرات، حيث بيّنت النتائج وجود تلوث ميكروبي مرتفع على هذه الأسطح، مع predominance لبعض

البكتيريا مثل المكورات العنقودية. وأكدت الدراسة أن الاستخدام المشترك للأجهزة يمثل عاملًا رئيسيًا في انتقال العدوى، مما يعكس أهمية تطبيق إجراءات النظافة والتعقيم.

وفي ليبيا، أظهرت دراسة نُشرت في مجلة IOSR حول التلوث البكتيري في أجهزة الحاسوب المستخدمة في بعض البنوك بمدينة بنغازي، أن هذه الأجهزة تُعد بيئة خصبة لنمو البكتيريا، خاصة في البيئات التي تشهد تفاعلًا مستمرًا مع الجمهور. وقد كشفت الدراسة عن وجود أنواع مختلفة من البكتيريا، مما يعزز فكرة أن الأجهزة الإلكترونية تمثل وسيطًا مهمًا لنقل الميكروبات في البيئات الخدمية.

أما على المستوى الدولي، فقد أظهرت دراسة (Smith et al., 2020) أن لوحات المفاتيح والفأرات تحتوي على تنوع واسع من الكائنات الدقيقة، بما في ذلك بكتيريا ممرضة، خاصة في البيئات ذات الاستخدام العالي. كما أكدت دراسة (Al-Ghamdi & Abdulmajeed, 2019) أن الأسطح المكتبية تُعد من أهم مصادر التلوث غير المباشر، وأن مستوى التلوث يرتبط بشكل كبير بسلوكيات المستخدمين ونظافة البيئة.

وفي سياق مشابه، بيّنت دراسات متعددة أن الأجهزة الإلكترونية مثل الهواتف المحمولة ولوحات المفاتيح تُعد خزانات (Reservoirs) للبكتيريا، حيث أوضح (Weber et al., 2010) أن البكتيريا يمكن أن تبقى على الأسطح غير الحية لفترات طويلة، مما يزيد من احتمالية انتقال العدوى. كما أكدت دراسات أخرى أن غياب التنظيف المنتظم يسهم بشكل مباشر في زيادة الحمل الميكروبي على هذه الأجهزة.

كما تناولت دراسة (Maillard et al., 2013) التلوث البكتيري في الأجهزة المستخدمة من قبل العاملين في القطاع الصحي، حيث أظهرت النتائج وجود تلوث ميكروبي مرتفع، مما يشكل خطرًا مباشرًا على المرضى، خاصة في البيئات الحساسة. وأكدت هذه الدراسة أهمية الالتزام بإجراءات التعقيم كوسيلة أساسية للحد من انتقال العدوى.

بالإضافة إلى ذلك، ركزت بعض الدراسات على العوامل المؤثرة في بقاء البكتيريا على الأسطح، حيث أشار (Kramer et al., 2006) إلى أن نوع السطح ودرجة الحرارة والرطوبة تلعب دورًا رئيسيًا في مدة بقاء الميكروبات، في حين أوضح (Gerba et al., 2015) أن الأسطح البلاستيكية، مثل لوحات المفاتيح، تُعد بيئة مناسبة لبقاء البكتيريا لفترات أطول مقارنة بغيرها.

وعلى الرغم من تعدد هذه الدراسات وتنوعها، إلا أنها تتباين في نطاقها الجغرافي والمنهجي، حيث ركزت بعض الدراسات على بيئة واحدة فقط، مثل البيئة التعليمية أو الإدارية، بينما تناولت دراسات أخرى أنواعًا محددة من الأجهزة دون غيرها. كما أن معظم الدراسات ركزت على الكشف عن التلوث دون التوسع في تحليل العلاقة بين المتغيرات البيئية المختلفة ومستوى التلوث.

وعلى الرغم من تعدد هذه الدراسات وتنوعها، إلا أنها تتفق على أن الأجهزة الإلكترونية تمثل بيئة مناسبة لنمو الميكروبات وانتقالها، خاصة في البيئات ذات الاستخدام المشترك. ومع ذلك، فإن معظم الدراسات ركزت على بيئة واحدة فقط دون إجراء مقارنات شاملة بين البيئات المختلفة (Ali, 2024; Mohamed et al., 2025). كما أن العديد منها اقتصر على التلوث البكتيري دون التطرق إلى الفطريات، رغم أهميتها في العدوى الانتهازية (Prasek et al., 2025). بالإضافة إلى ذلك، لم تعتمد بعض الدراسات على تحليلات إحصائية متقدمة لربط العوامل البيئية بمستوى التلوث، مما يبرز الحاجة إلى دراسات أكثر شمولية (Hartmann et al., 2024).

الفجوة البحثية

بالرغم من الجهود البحثية السابقة في دراسة التلوث الميكروبي للأجهزة الإلكترونية، إلا أنه لا تزال هناك فجوات علمية واضحة تستدعي المزيد من البحث والتحليل، ويمكن تلخيصها فيما يلي:

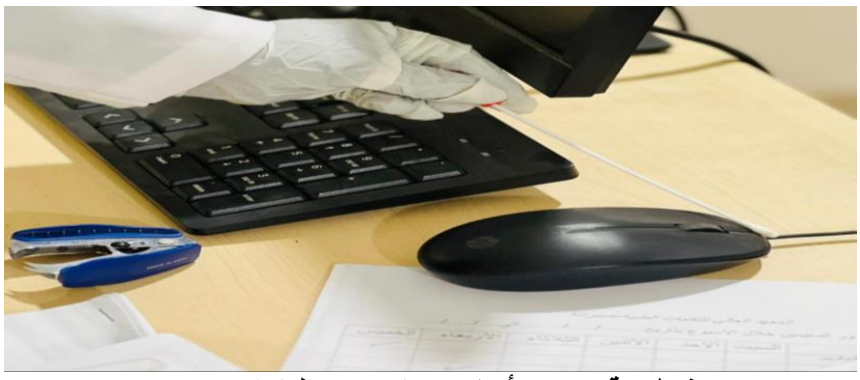
نقص الدراسات المقارنة بين البيئات المختلفة:
معظم الدراسات السابقة ركزت على بيئة واحدة (تعليمية أو صحية أو إدارية)، في حين تفتقر الأدبيات إلى دراسات مقارنة شاملة تجمع بين هذه البيئات في إطار واحد، مما يحد من فهم الفروقات الحقيقية في مستوى التلوث.
محدودية الدراسات المحلية في ليبيا:
على الرغم من وجود بعض الدراسات المحلية، إلا أنها لا تزال محدودة من حيث العدد والنطاق، ولا توفر صورة شاملة عن مستوى التلوث الميكروبي في المؤسسات الليبية المختلفة.
التركيز على الوصف دون التحليل العميق:
ركزت العديد من الدراسات على وصف وجود التلوث وتحديد أنواعه، دون تحليل العلاقة بين العوامل البيئية مثل كثافة الاستخدام أو طبيعة المكان ومستوى التلوث.
ضعف الربط بين النتائج والتطبيق العملي:
لم تقدم بعض الدراسات توصيات عملية واضحة أو مبنية على الأدلة يمكن تطبيقها في المؤسسات لتحسين إجراءات النظافة والتعقيم.
نقص الدراسات التي تجمع بين البكتيريا والفطريات:
تركز أغلب الدراسات على التلوث البكتيري فقط، بينما تهمل دور الفطريات، رغم أهميتها كعامل ممرض خاصة في البيئات المغلقة.

مساهمة الدراسة الحالية:
بناءً على ما سبق، تأتي هذه الدراسة لسد هذه الفجوات من خلال:
إجراء تقييم شامل للتلوث الميكروبي في بيئات متعددة (تعليمية، صحية، إدارية).
تحليل العلاقة بين العوامل البيئية ومستوى التلوث.
تضمين كل من البكتيريا والفطريات في التحليل.
تقديم توصيات عملية مبنية على نتائج مخبرية دقيقة.

الأدوات المستخدمة:
1. سوابات:(swab culture) لأخذ ألمسحات من أسطح لوحات المفاتيح والفأرات.
2 .قفازات طبية (Gloves): لضمان التعقيم وحماية القائمين على جمع العينات أثناء العمل.
3.شريط لاصق (Plaster): لتثبيت بعض الأدوات أو المكونات عند الحاجة أثناء التحليل العملي.
4.أكياس نقل معقمة (Sterile bags): لنقل العينات بأمان من مواقع جمعها إلى المختبر دون تلوث خارجي.
•أطباق زرع معقمة تشمل الأوساط التالية للعينات• أطباق دم (Blood Agar): تستخدم للكشف عن البكتيريا المحللة للدم نظراً لاحتوائها على مكونات دموية.
•**أطباق شوكولاتة (Chocolate Agar):** تُستخدم لنمو البكتيريا المتطلبة لعناصر غذائية معقدة، حيث يحتوي وسط الشوكولاتة على مغذيات تتيح نمو بعض الممرضات الحساسة.
•**أطباق ماكونكي (MacConkey Agar):** تستخدم لعزل البكتيريا سالبة الغرام واختبار قدرتها على تخمير اللاكتوز، إذ يتحول لون الوسط عند تخمير اللاكتوز.
•**أطباق سابورو (Sabouraud Agar):** وسط خاص بنمو الفطريات، يستخدم بشكل أساسي لعزل الأنواع الفطرية في العينات.

طريقة جمع العينات

في هذه الدراسة، تم جمع 24 عينة من الأقسام الإدارية والعلمية في المعهد العالي للتقنيات الطبية – صبراتة، على تمام الساعة 11:00صباحا يوم الثلاثاء الموافق2025/12/9تم استخدام السوابات المعقمة لأخذ مسحات دقيقة من الأسطح الخارجية للوحة المفاتيح والفأرة الخاصة بمحطات العمل المختارة. وُضِعَت كل عينة بعد المسح مباشرة في كيس نقل معقم، مع التأكد من ارتداء القائمين على الجمع للقفازات المعقمة طوال العملية للحفاظ على نقاء العينات وسلامتها. ثم نُقلت العينات في أكياسها المعقمة إلى المختبر الوقايه في صبراته لإجراء عملية الزراعة والتحليل البكتيري .



شكل رقم (1) أخذ مسحات من الفارات

شكل رقم (2) أخذ مسحات من لوحات المفاتيح

طريقة الزراعة

تم زراعة 11 عينة من العينات المجمعة مباشرة في نفس يوم الجمع على الأوساط الزراعية المعقمة المذكورة أعلاه. بعد أن وُزعت المسحات على أسطح الأطباق الزراعية، وُضِعت الأطباق في حاضنة حرارية مسلّطة على درجة حرارة 37 درجة مئوية، وظلّت لمدة 24 ساعة لتهيئة نمو البكتيريا.

أما العينات الثلاث عشرة المتبقية فقد تم حفظها أولاً في وسط غذائي سائل (Nutrient Broth) لتحفيز نمو الكائنات البكتيرية. بعد تحضينها في الوسط السائل فترة التحفيز، نُقلت هذه العينات وزُرعت على نفس الأوساط الزراعية (الدموي والشوكولاتة والماكونكي والسابورو) في اليوم التالي، ثم وُضِعت الأطباق في الحاضنة ذاتها (37 درجة مئوية) لمدة 24 ساعة أيضاً، لتمكين نمو المستعمرات البكتيرية أو الفطرية وتقييمها لاحقاً.

• قراءة النتائج والنمو الميكروبي

في اليوم الثاني من الدراسة، تم فحص وقراءة الأطباق الزراعية التي تم تحضينها لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 37°م. أظهرت النتائج عدم وجود نمو بكتيري ملحوظ على الأوساط الزراعية المستخدمة، إلا أنه لوحظ وجود نمو فطري تمثّل في مستعمرات تعود لفطر Candida spp.، والتي ظهرت بخصائصها الشكلية المميزة على وسط سابورو.

وفي نفس اليوم، تم أخذ العينات التي سبق حفظها في الوسط الغذائي السائل (Nutrient Broth(N.B)، وزراعتها على الأوساط الزراعية المناسبة، ثم وُضِعت الأطباق في حاضنة أخرى عند درجة حرارة 37°م لمدة 24 ساعة إضافية.

• الفحص المجهري وصبغة غرام

في اليوم الثالث، وبعد انتهاء فترة التحضين، تم فحص الأطباق المزروعة حديثًا ولاحظنا ظهور نمو بكتيري واضح. وعلى إثر ذلك، أُجريت صبغة غرام (Gram stain) للتعرف المبدئي على نوع البكتيريا.

تم تنفيذ صبغة غرام وفق الخطوات القياسية التالية:

إضافة Crystal Violet لمدة دقيقتين، ثم الغسل بالماء.

إضافة Iodine لمدة دقيقتين، ثم الغسل بالماء.

إزالة اللون باستخدام الكحول Alkhol لمدة 10 ثوانٍ فقط، ثم الغسل مباشرة.

إضافة Safranin لمدة دقيقه، ثم الغسل وترك الشريحة لتجف.

بعد ذلك، تم فحص الشرائح تحت المجهر الضوئي باستخدام العدسة الزيتية (Oil immersion).

تحديد البكتيريا موجبة الغرام

أظهرت نتائج الفحص المجهري وجود بكتيريا موجبة الغرام (Gram-positive) ذات لون أزرق أو بنفسجي، وتمثلت في:

• Staphylococcus aureus • Bacillus spp

وبناءً على هذه النتائج، أُجريت الاختبارات التأكيدية الخاصة بالبكتيريا موجبة الغرام، والتي شملت:

• اختبار Catalase • اختبار Coagulase

وقد أكدت نتائج هذه الاختبارات هوية البكتيريا المعزولة.

وقد استغرقت 24ساعه لقراءة نتيجه وتحديد نوع بكتيريا

شكل رقم (3) Growth Gram Positive bacteria

تحديد البكتيريا سالبة الغرام

كما لوحظ وجود مستعمرات بكتيرية سالبة الغرام (Gram-negative)، ظهرت بلون أحمر أو وردي بعد صبغة غرام. وبناءً عليه، أُجريت مجموعة من الاختبارات الكيميائية الحيوية لتحديد نوع هذه البكتيريا، والتي شملت:

• اختبار TSI (Triple Sugar Iron)

• اختبار Urease • اختبار Citrate

تم تحضين هذه الاختبارات في الحاضنة لمدة 48 ساعة، وبعد قراءة النتائج وتحليلها، تم تحديد نوع البكتيريا سالبة الغرام المعزولة على أنها Proteus spp.
وقد استغرقت اربعه ايام لقراءة نتيجه وتحديد نوع بكتيريا من تاريخ10/12/2025 لي تاريخ14/12/2025

شكل رقم (4) Growth Gram Negative Bacteria

أظهرت نتائج الجزء العملي وجود تلوث ميكروبي على أسطح لوحات المفاتيح والفأرات، حيث تم عزل أنواع مختلفة من البكتيريا والفطريات باستخدام الأوساط الزراعية والاختبارات المناسبة.

1.4نتائج التحليل الإحصائي (SPSS)

اختبار تجانس التباين (Test of Homogeneity of Variances)

قبل اعتماد نتائج الفروق، يجب التأكد من أن التشتت في المجموعات متقارب.

جدول رقم (1) قياس معامل التشتت

مستوى الدلالة (.Sig)	درجة الحرية 2	درجة الحرية 1	اختبار ليفين (Levene Statistic)
0.339	**20**	**2**	**1.142**

أن قيمة الدلالة (Sig=0.339) وهي أكبر من (0.05)، فهذا يعني تحقق شرط التجانس، مما يسمح لنا بالاستمرار في استخدام اختبار (ANOVA) بثقة.

1- جدول الإحصاء الوصفي (Descriptive Statistics)

يمكننا استخلاص "الحالة المكروبيولوجية" لكل مكتب كما يلي:

جدول رقم (2) معدلات النمو الميكروبي ونوع التلوث

القسم / المكتب	حالة النمو (Growth)	نوع العدوى (Category)	نسبة الكانديدا (Candida)
مكتب الشؤون المالية	Positive - 100%	بكتيرية (Bacterial)	100%
سكرتيرة الشؤون الإدارية	Positive - 100%	مختلطة (Mixed)	100%
مكتب المسجل العام	Positive - 50%	مختلطة (Mixed)	50%
مكتب التسجيل والقبول	Positive - 50%	بكتيرية (Bacterial)	0%
أعضاء هيئة التدريس	Negative - 100%	نظيفة (Clean)	0%
رئيس قسم المختبرات	Negative - 100%	نظيفة (Clean)	0%

تُظهر نتائج الفحوصات الميكروبيولوجية الموزعة على عدد من المكاتب والأقسام تباينًا ملحوظًا في معدلات النمو الميكروبي ونوعية الملوثات الموجودة، مما يشير إلى وجود علاقة طردية بين طبيعة استخدام المكان والمستوى الصحي للبيئة المحيطة. ففي المواقع التي تشهد كثافة في تداول المستندات، مثل مكتب الشؤون المالية ومكتب سكرتيرة الشؤون الإدارية، سُجلت أعلى معدلات النمو الميكروبي بنسبة إيجابية بلغت 100%.

وعلى وجه التحديد، تم تشخيص الإصابة في مكتب الشؤون المالية كإصابة بكتيرية صرفة ترافقها نسبة انتشار مرتفعة لفطر الكانديدا (Candida) بلغت 100%، بينما أظهر مكتب السكرتارية عدوى مختلطة (بكتيرية وفطرية) بنفس النسبة المرتفعة، مما يعكس بيئة خصبة لنمو طيف واسع من الأحياء الدقيقة، وهو ما يستدعي مراجعة دورية لبروتوكولات التعقيم في هذه المناطق الحيوية.

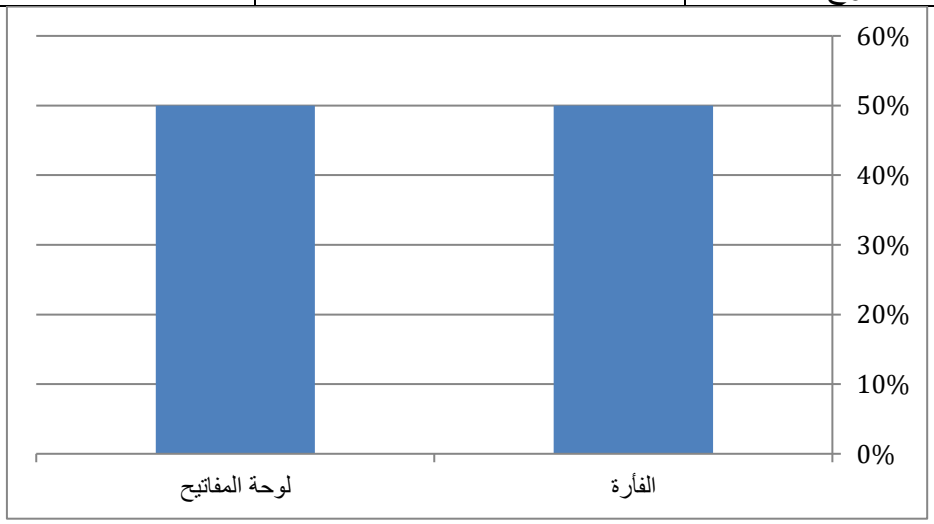
وفي سياق متصل، كشفت النتائج في مكتب المسجل العام عن نمو إيجابي بنسبة متوسطة بلغت 50% مع وجود عدوى مختلطة ونسبة انتشار للفطريات (الكانديدا) تُقدر بـ 50%، في حين سجل مكتب التسجيل والقبول نموًا بكتيريًا بنسبة 50% مع خلو تام من فطر الكانديدا (0%). هذا التباين في نسب "الكانديدا" بين المكاتب الإدارية المختلفة قد يُعزى إلى عوامل بيئية دقيقة مثل الرطوبة، التهوية، أو نوعية الأسطح الملامسة.

بالمقابل، تبرز النتائج المسجلة في كل من مكتب أعضاء هيئة التدريس ومكتب رئيس قسم المختبرات كنموذج للمناطق الخاضعة للسيطرة الصحية، حيث جاءت النتائج سلبية بنسبة 100%، وصُنفت هذه المواقع كبيئات "نظيفة" تمامًا من حيث النمو البكتيري أو الفطري (كانديدا) بنسبة 0%)) ويُعد هذا المؤشر دليلاً على فعالية إجراءات النظافة الوقائية أو انخفاض معدلات التلوث العرضي في هذه الأقسام مقارنة بالمكاتب الإدارية والمالية.

2-تحليل توزيع عينات الأسطح المفحوصة (Surface Type Analysis)

جدول رقم (3) يبين التوزيع النسبي والمئوي لعينات الأسطح المفحوصة

السطح	التكرار	النسبة المئوية
الفأرة	12	50%
لوحة المفاتيح	12	50%
المجموع	24	100%



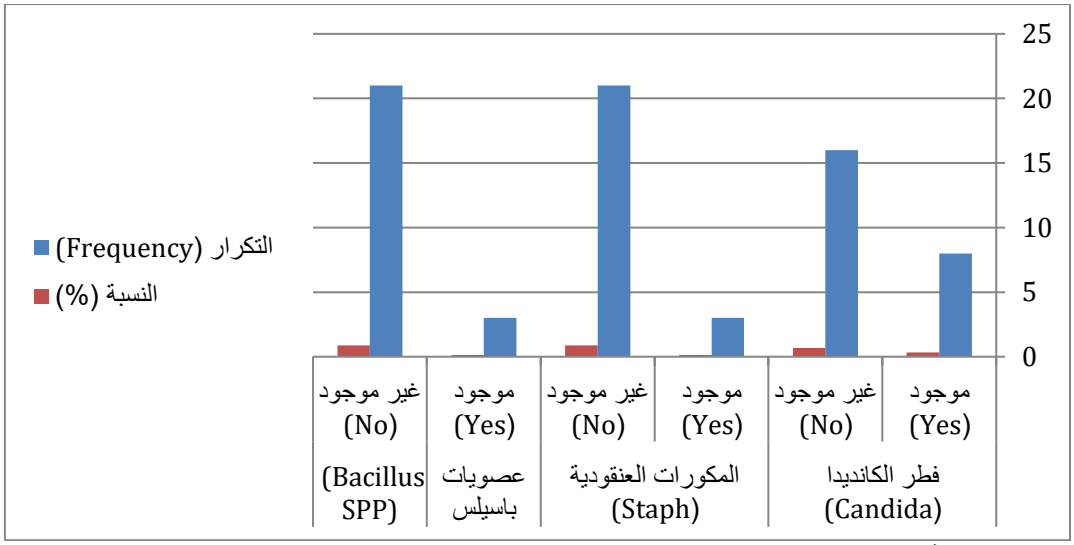
شكل رقم (5) يبين التوزيع المئوي لعينات الأسطح المفحوصة

يعكس الجدول المنهجية المتبعة في اختيار العينات المستهدفة، حيث تم تقسيم المسوحات الميكروبيولوجية بالتساوي بين أكثر الأدوات المكتبية استخداماً وتماساً مع الأيدي، وهما الفأرة (Mouse) ولوحة المفاتيح (Keyboard).،و هذا يشير إلى أن اختيار "الفأرة" و "لوحة المفاتيح" تحديداً له دلالة علمية هامة؛ لكونهما من الأسطح التي تتميز بكثرة الشقوق والفراغات، مما يجعلها مستودعات مثالية (Reservoirs) لتراكم الأوساخ وبقايا الجلد، وبالتالي نمو المستعمرات البكتيرية والفطرية.

1- المسببات الميكروبية المعزولة من العينات

جدول (4): التوزيع التكراري والنسبي للمسببات الميكروبية المعزولة من العينات (N=24)

المسبب الميكروبي	الحالة (Presence)	التكرار (Frequency)	النسبة (%)
فطر الكانديدا (Candida)	موجود (Yes)	8	33.3%
	غير موجود (No)	16	66.7%
المكورات العنقودية (Staph)	موجود (Yes)	3	12.5%
	غير موجود (No)	21	87.5%
عصويات باسيلس (Bacillus SPP)	موجود (Yes)	3	12.5%
	غير موجود (No)	21	87.5%



شكل رقم (6): التوزيع النسبي للمسببات الميكروبية المعزولة من العينات (N=24)

تُظهر البيانات المجمعة تبايناً في معدلات انتشار الكائنات الدقيقة على الأسطح المكتبية المفحوصة، حيث سجل فطر الكانديدا ((Candida أعلى معدل انتشار بين المسببات المدروسة، بنسبة بلغت 33.3% (8 عينات إيجابية من أصل 24). وتعد هذه النسبة مؤشراً حيوياً هاماً، إذ يشير وجود الفطريات بهذه المعدلات في بيئة العمل المكتبية إلى احتمالية وجود مستويات رطوبة معينة أو تلوث ناتج عن الملامسة البشرية المتكررة، خاصة وأن الكانديدا تُصنف ضمن الفطريات الانتهازية.

أما فيما يتعلق بالعزلات البكتيرية، فقد أظهرت النتائج تساوي في نسب انتشار كل من المكورات العنقودية ((Staph وبكتيريا الباسيلس ((Bacillus SPP، حيث بلغت نسبة انتشار كل منهما 12.5% فقط (3 عينات إيجابية لكل نوع). ويُلاحظ علمياً أن انخفاض نسبة البكتيريا مقارنة بالفطريات في هذه العينات قد يعود إلى طبيعة الأسطح البلاستيكية (الفأرة ولوحة المفاتيح) التي قد تكون أكثر ملاءمة لاستقرار الأبواغ الفطرية

لفترات أطول من الخلايا البكتيرية، أو قد يعكس فاعلية جزئية لإجراءات التنظيف الروتيني المتبعة في القضاء على الأحياء الدقيقة الأقل مقاومة.

ومن الناحية الوبائية، فإن وجود Staph و Bacillus بنسبة 12.5%، رغم كونها نسبة منخفضة، إلا أنها تستوجب الحذر؛ فبكتيريا Staphylococcus غالباً ما يكون مصدرها الجلد البشري (Normal flora)، مما يؤكد فرضية التلوث عبر اللمس، بينما تُعرف أنواع الـ Bacillus بقدرتها العالية على البقاء في البيئة نظراً لتكوينها للأبواغ المقاومة للظروف القاسية.

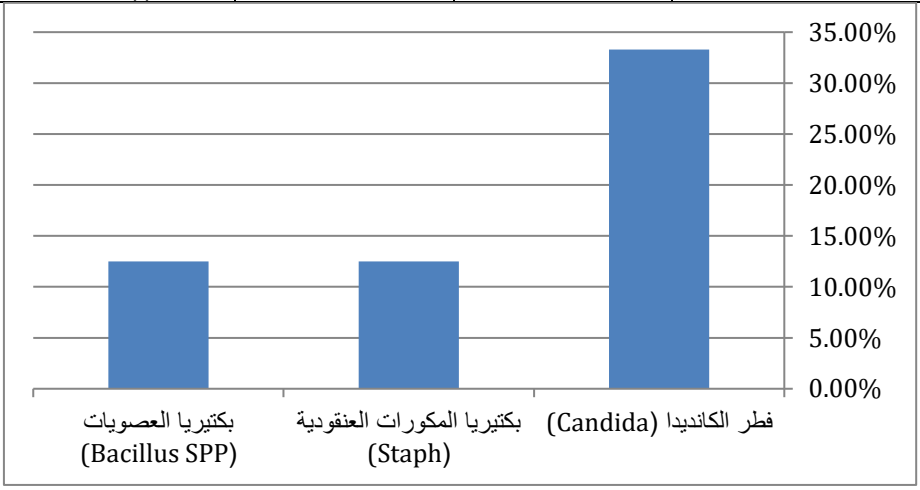
تشير هذه النتائج مجتمعة إلى أن الأسطح المكتبية قيد الدراسة هي بيئات غير معقمة وتعمل كواسطة نقل ميكروبي، مع سيادة واضحة للملوثات الفطرية (Candida) على الملوثات البكتيرية، مما يستوجب تكثيف بروتوكولات التطهير الكيميائي للأسطح التقنية بصفة دورية.

3- العزل الميكروبي (Candida, Staph, Bacillus)

تُظهر الجداول التكرارية توزيع ثلاثة أنواع رئيسية من الميكروبات التي تم الكشف عنها في العينات (24 عينة)، ويمكن تلخيص النتائج ومناقشتها كالتالي:

جدول رقم (5) نسبة ظهور الميكروب

النوع الميكروبي	نسبة الظهور (Yes)	نسبة الغياب (No)	الدلالة العلمية
فطر الكانديدا (Candida)	33.3%	66.7%	النوع الأكثر انتشاراً في العينات.
بكتيريا المكورات العنقودية (Staph)	12.5%	87.5%	وجود مرتبط بالتلامس الجلدي المباشر.
بكتيريا العصويات (Bacillus SPP)	12.5%	87.5%	بكتيريا بيئية مقاومة للظروف الصعبة.



شكل رقم (7): التوزيع النسبي العزل الميكروبي

يلاحظ من النتائج أن فطر الكانديدا (Candida) سجل أعلى معدل انتشار بين الميكروبات المعزولة بنسبة (33.3%) بواقع 8 عينات إيجابية. يليه كل من Staph و Bacillus SPP بنسب متساوية بلغت (12.5%) لكل منهما بواقع 3 عينات لكل نوع.

1. سيادة فطر الكانديدا (Candida):

ظهور الكانديدا بهذا المعدل (ثلث العينات) يعد مؤشراً حيوياً خطيراً، حيث أن الكانديدا فطر انتهازي. وجوده على لوحات المفاتيح والفأرات يشير إلى رطوبة الأسطح أو انتقالها من الأيدي، وبما أنك ذكرت "المرافق الصحية" في حدود بحثنا، فإن وجود الكانديدا قد يرفع من مخاطر العدوى الفطرية المكتسبة في المستشفيات (Nosocomial Infections).

2. بكتيريا المكورات العنقودية (Staph):

ظهور الـ Staphylococcus بنسبة 12.5% يرتبط مباشرة بكون هذه الأجهزة "أسطحاً ملموسة بكثافة". هذه البكتيريا مستوطنة طبيعياً على جلد الإنسان، وانتقالها للأجهزة يعكس ضعف ممارسات غسل وتطهير الأيدي لدى المستخدمين في البيئات التعليمية والإدارية والصحية.

3. بكتيريا العصويات (Bacillus SPP):

تتميز عائلة الـ Bacillus بقدرتها العالية على تكوين الأبواغ (Spores) المقاومة للجفاف والتعقيم التقليدي. وجودها بنسبة 12.5% يشير إلى تلوث قادم من الغبار أو البيئة المحيطة، ويؤكد صمود هذه الميكروبات على الأسطح البلاستيكية للأجهزة لفترات طويلة.

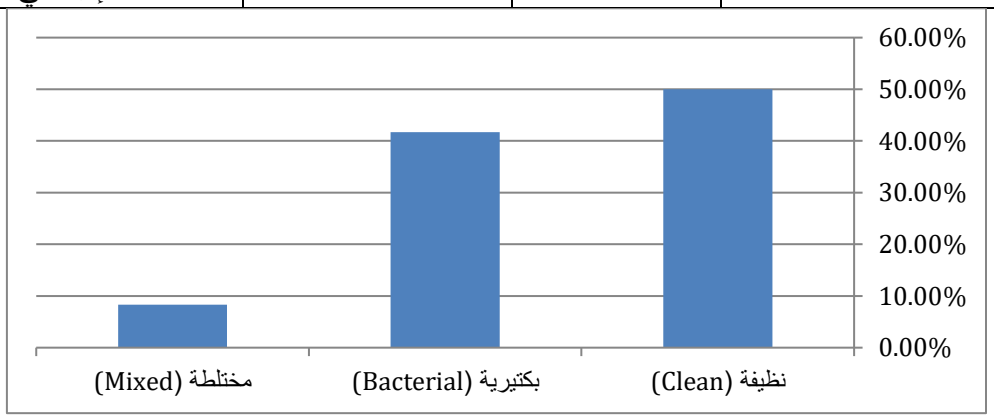
- **تم بنجاح تصنيف الميكروبات السائدة، وتبين أن الكانديدا هي الميكروب السائد (Predominant species) في هذه الدراسة.**

إن تنوع المعزولات بين (فطرية، وبكتيريا عنقودية، وبكتيريا عصوية) يؤكد أن الأجهزة الإلكترونية لا تمثل تلوثاً عارضاً، بل هي بيئة ميكروبية متكاملة تستوجب وضع بروتوكولات تعقيم "متعددة المفعول" (Broad-spectrum disinfectants) تقضي على الفطريات والبكتيريا معاً.

4-فئات العدوى (Infection Category)

جدول (6) يبين فئات العدوى

فئة العدوى (Infection Category)	التكرار (Frequency)	النسبة المئوية (%)	التوصيف السريري
نظيفة (Clean)	12	50.0%	أسطح خالية من النمو الميكروبي النشط.
بكتيرية (Bacterial)	10	41.7%	تلوث ناتج عن نوع أو أكثر من البكتيريا فقط.
مختلطة (Mixed)	2	8.3%	تلوث مزدوج (بكتيري + فطري/كانديدا)
الإجمالي	24	100.0%	



شكل رقم (8) يبين فئات العدوى

يُظهر الجدول السابق تصنيف العينات حسب طبيعة الملوثات المعزولة. نلاحظ أن نصف العينات (50%) صُنفت كعينات نظيفة ((Clean، بينما وقع النصف الآخر تحت طائلة التلوث، حيث استحوذ التلوث البكتيري ((Bacterial على الحصة الأكبر من العينات الملوثة بنسبة (41.7%)، في حين ظهر التلوث المختلط ((Mixed في عينتين فقط بنسبة (8.3%).

1. **دلالة التلوث البكتيري (41.7%)**

تشير هذه النسبة المرتفعة إلى أن البكتيريا (مثل Staph و Bacillus التي ظهرت في الجداول السابقة) هي الملوث الأساسي والأكثر قدرة على الاستيطان في الأجهزة الإلكترونية. هذا يدعم فرضية البحث بأن ملامسة الأيدي المستمرة هي المصدر الأول للعدوى.

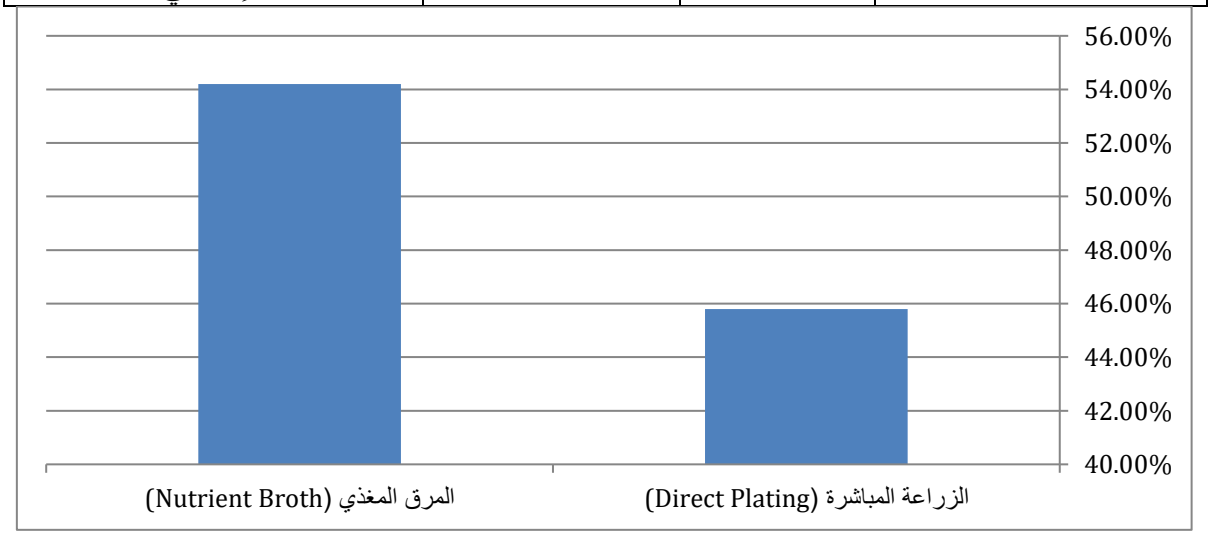
2. **خطورة التلوث المختلط (8.3%)**

رغم صغر النسبة، إلا أن وجود تلوث "مختلط" (بكتيريا + فطريات) في بيئات عمل أو دراسة يعكس حالة متقدمة من تراكم الغشاء الحيوي (Biofilm). علمياً، التعايش بين البكتيريا والفطريات على سطح بلاستيكي (لوحة المفاتيح) يجعل عملية التعقيم التقليدية أكثر صعوبة، حيث يحمي كل نوع الآخر من المؤثرات الخارجية.

- **أثبت التصنيف أن 50% من الأجهزة في البيئات المختارة (تعليمية، صحية، إدارية) غير آمنة ميكروبيولوجياً وتتراوح إصابتها بين بكتيرية ومختلطة.**
- **وجود الفئة "المختلطة" يستوجب التوصية باستخدام مطهرات ذات طيف واسع (Broad-spectrum) تعمل على الجدار الخلوي للبكتيريا وعلى الأبواغ الفطرية في آن واحد.**

جدول (7) تحليل وتفسير جدول طريقة الحضانة (Incubation Method)

الغرض المختبري	النسبة المئوية (%)	التكرار Frequency))	طريقة الحضانة (Incubation Method)
قياس الحمل الميكروبي الفوري.	45.8%	11	الزراعة المباشرة (Direct Plating)
تنشيط الميكروبات الضعيفة أو القليلة.	54.2%	13	المرق المغذي (Nutrient Broth)
	100.0%	24	الإجمالي



شكل رقم (9) يبين طريقة الحضانة

يُظهر الجدول السابق توزيع العينات وفقاً لطريقة الحضانة والزراعة المستخدمة. نلاحظ تقارباً كبيراً في الاعتماد على الطريقتين، مع تفوق طفيف لطريقة المرق المغذي ((Nutrient Broth بنسبة (54.2%) مقابل (45.8%) لطريقة الزراعة المباشرة.

1. **دقة الكشف الميكروبي:** استخدام "المرق المغذي" (Nutrient Broth) لـ 13 عينة يعكس رغبة البحث في عمل إغناء ((Enrichment للميكروبات. علمياً، الميكروبات الموجودة على أسطح جافة ولوحات مفاتيح بلاستيكية قد تعاني من "الإجهاد البيئي"، مما يجعل نموها على الأطباق المباشرة صعباً. المرق المغذي يساعد في استعادة حيوية هذه الخلايا المجهدة قبل زراعتها.

2. **تفسير الـ 50% "بدون نمو" (Growth Status):**

بالربط مع الجداول السابقة، يظهر أن الباحثات استخدم Nutrient Broth في أكثر من نصف العينات (54.2%) لضمان أن العينات التي ظهرت "بدون نمو" هي فعلاً نظيفة تماماً، وليست بسبب ضعف تركيز البكتيريا. هذا يعطي موثوقية عالية (High Reliability) لنتائج البحث.

- ساهم التنويع في طرق الحضانة في إظهار الأنواع الحساسة مثل (Candida) و(Staph). فلو اكتفى البحث بالزراعة المباشرة فقط، لربما كانت نسبة التلوث الظاهرة أقل من الحقيقة.
- النتائج المستخلصة من Nutrient Broth تؤكد أن البكتيريا قد تكون موجودة بتركيزات غير مرئية بالعين المجردة لكنها قابلة للنشاط والانتشار بمجرد توفر الظروف المناسبة (مثل رطوبة اليد).

إن اعتماد منهجية مزدوجة في الحضانة (Direct vs. Broth) يرفع من القيمة العلمية للبحث، حيث يغطي احتمالات التلوث الظاهري والتلوث الكامن. هذا يؤكد أن الأجهزة الإلكترونية في المؤسسات المختارة قد تحتوي على ميكروبات كامنة لا تظهر بالمسح العادي، مما يستوجب تعقيماً دورياً عميقاً وليس ظاهرياً فقط.

جدول (8) تحليل وتفسير جدول فترة التحضين (Incubation Period)

الدلالة العلمية والنمط الميكروبي	النسبة المئوية (%)	التكرار Frequency))	فترة التحضين Incubation))
نمو بكتيري سريع (غالباً بكتيريا نشطة)	45.8%	11	24 ساعة
نمو متوسط السرعة (بكتيريا مجهدة أو فطريات أولية)	50.0%	12	48 ساعة
نمو بطيء جداً (أنواع فطرية معقدة أو بكتيريا كامنة)	4.2%	1	4 أيام
	100.0%	24	الإجمالي

يُظهر الجدول السابق المدة الزمنية المستغرقة لظهور النتائج المخبرية. نلاحظ أن نصف العينات تقريباً (50%) استغرقت 48 ساعة لتظهر نتائجها، بينما ظهرت (45.8%) من العينات خلال أول 24 ساعة، في حين سجلت عينة واحدة فقط نمواً متأخراً بعد 4 أيام.

1. **سرعة الانتشار (24 ساعة)**

ظهور النمو في 11 عينة خلال يوم واحد فقط يشير إلى وجود حمل ميكروبي نشط وعالي الكفاءة. علمياً، البكتيريا التي تظهر في هذه المدة تكون غالباً من الأنواع الممرضة التي تكيفت مع بيئة الأسطح (لوحات المفاتيح)، مما يعكس خطورة انتقال العدوى بشكل فوري بمجرد اللمس.

2. ارتباط الـ 48 ساعة بالفطريات:

بما أن 50% من العينات استغرقت يومين للنمو، فهذا يتسق تماماً مع نتائج جدول (Gram Stain) وجدول (Candida)؛ حيث أن الفطريات والخمائر تحتاج عادةً من 48 إلى 72 ساعة لتشكيل مستعمرات مرئية. هذا يؤكد أن التلوث الفطري هو السمة الغالبة والأكثر استقراراً على الأجهزة الإلكترونية في بحثنا.

3. العينة المتأخرة (4 أيام)

ظهور عينة واحدة بعد 4 أيام (96 ساعة) يفسر وجود أنواع ميكروبية "حساسة" أو "صعبة التنمية" (Fastidious microorganisms)، أو ربما أنواع من الفطريات الخيطية التي تستغرق وقتاً طويلاً للظهور. هذا يثبت دقة الباحثات في عدم التخلص من الأطباق مبكراً وإعطاء فرصة كاملة لظهور كافة الملوثات.

- التباين في سرعة النمو يثبت أن الأسطح ليست ملوثة بنفس الدرجة؛ فالأسطح التي أظهرت نمواً في 24 ساعة تمثل "بؤراً ساخنة" للتلوث تحتاج تدخل تعقيمي فوري، بينما الأسطح المتأخرة قد تمثل تلوثاً بيئياً عارضاً.
- تدعم هذه النتائج أهمية اختيار "فترة حضانة" كافية في منهجية البحث مستقبلاً لضمان الكشف عن الفطريات التي سجلت تواجداً قوياً في دراستك.

يستنتج من هذا الجدول أن التلوث في الأجهزة الإلكترونية بمجتمع الدراسة ينقسم إلى نوعين: تلوث بكتيري سريع الانتقال (يظهر في 24 ساعة) وتلوث فطري مستوطن(يظهر في 48 ساعة فأكثر). هذا التنوع يتطلب استراتيجية تطهير مزدوجة تراعي سرعة تكاثر البكتيريا وقدرة الفطريات على البقاء.

4- التحليل العلمي لمنهجية الحضن والاستزراع

جدول (9): توزيع العينات حسب طريقة الحضن والاستزراع الميكروبي

طريقة الحضن	التكرار (العدد)	النسبة المئوية (%)	النسبة المئوية الصالحة	النسبة المئوية التراكمية
الزراعة المباشرة (Direct Plating)	11	45.8%	45.8%	45.8%
المرق المغذي (Nutrient Broth)	13	54.2%	54.2%	100.0%
الإجمالي	24	100.0%		

يعكس هذا الجدول الاستراتيجية المختبرية المتبعة لضمان أقصى قدر من الدقة في عزل الميكروبات من الأسطح الجافة (مثل لوحة المفاتيح والفأرة). ويمكن تحليل هذه النتائج وفق الآتي:

أ. كفاءة الاسترجاع الميكروبي (Microbial Recovery): اعتمدت الدراسة بشكل أكبر على طريقة المرق المغذي (Nutrient Broth) بنسبة 54.2%. علمياً، تُستخدم هذه الطريقة كخطوة "إغناء" (Enrichment)، حيث يتم غمر المسحة في وسط سائل لتنشيط الخلايا الميكروبية المجهدة أو الموجودة بأعداد قليلة على الأسطح الجافة، مما يرفع من فرص ظهور النتائج الإيجابية التي قد لا تظهر بالزراعة المباشرة.

ب. الزراعة المباشرة (Direct Plating): استُخدمت طريقة الزراعة المباشرة في 45.8% من العينات (11 عينة). وتتميز هذه الطريقة بقدرتها على إعطاء تقدير شبه كمي لكثافة التلوث على السطح فور سحب المسحة، وهي مفيدة جداً في حالات التلوث العالي حيث تنمو المستعمرات مباشرة على الوسط الصلب دون الحاجة لفترة تنشيط في أوساط سائلة.

إن الاعتماد بنسبة تزيد عن نصف العينات على Nutrient Broth يفسر قدرة الدراسة على رصد أنواع معينة من البكتيريا مثل Bacillus و Staph التي قد تكون في حالة سكون على الأسطح البلاستيكية الصلبة، مما يعزز من موثوقية النتائج النهائية المتعلقة بنسب التلوث في المكاتب الإدارية.

5- نتائج صبغة جرام ((Gram Stain)

بناءً على نتائج صبغة جرام ((Gram Stain)، قمت بتنسيق الجدول باللغة العربية مع تحليل علمي يربط بين خصائص الجدار الخلوي للميكروبات المكتشفة وتوزيعها الإحصائي:

جدول (10): توزيع العينات حسب نتائج صبغة جرام (Gram Stain)

نتيجة صبغة جرام	التكرار (العدد)	النسبة المئوية (%)	النسبة المئوية الصالحة	النسبة المئوية التراكمية
عدم وجود نمو (No growth)	13	54.2%	54.2%	54.2%
موجبة الجرام (Gram Positive)	3	12.5%	12.5%	66.7%
سالبة الجرام (Gram Negative)	1	4.2%	4.2%	70.8%
الإجمالي	17	70.9%		

تُعد صبغة جرام الأداة التشخيصية الجوهرية لتمييز المجموعات البكتيرية ، وتكشف النتائج الحالية عن معطيات دقيقة حول طبيعة التلوث في البيئة المكتبية:

1. **غياب النمو الميكروبي:** سجلت النسبة الأعلى لعدم وجود نمو ميكروبي بواقع 54.2%، وهو ما يتطابق مع نتائج "طريقة الحضن" السابقة، ويشير إلى أن أكثر من نصف الأسطح المفحوصة كانت تحت السيطرة الصحية أو أن الحمل الميكروبي فيها كان دون مستوى الكشف البصري بالمجهر.

2. **التمايز البكتيري (Positive & Negative):**

- البكتيريا موجبة الجرام (Gram Positive): ظهرت في 12.5% من العينات، وهي النسبة التي تمثل غالباً بكتيريا *Staphylococcus* و *Bacillus* التي تم عزلها سابقاً. هذه البكتيريا تمتلك جداراً خلوياً سميكاً من الببتيدوجليكان يسمح لها بمقاومة الجفاف على الأسطح البلاستيكية (الفأرة ولوحة المفاتيح).
- البكتيريا سالبة الجرام (Gram Negative): سجلت أقل نسبة ظهور بواقع 4.2% (عينة واحدة فقط). وهذا مؤشر إيجابي، حيث أن معظم البكتيريا الممرضة والخطيرة تتبع هذه المجموعة، وقلة وجودها تعني انخفاض احتمالية التلوث بملوثات معوية أو بيئية رطبة حادة.

تؤكد صبغة جرام أن النظام البيئي للميكروبات على الأسطح المكتبية يميل بوضوح نحو الفطريات والبكتيريا الموجبة للجرام، وهي كائنات تشترك في صفة المقاومة للظروف البيئية القاسية والجفاف. هذا يؤكد أن التلوث ناتج عن "الملامسة البشرية" و"الغبار البيئي" وليس عن مصادر ملوثة سائلة.

6- دلالة اختبارات كاي تربيع (Chi-Square)

بالنظر إلى جميع جداول (Chi-Square Tests) المرفقة:

جدول (11): نتائج اختبار كا تربيع (Chi-Square Tests) للمقارنة بين الأسطح

الاختبار الإحصائي	القيمة (Value)	درجة الحرية (df)	مستوى الدلالة
كا تربيع بيرسون (Pearson Chi-Square)	0.381	1	0.537
تصحيح الاستمرارية (Continuity Correction)	0.000	1	1.000
نسبة الاحتمالية (Likelihood Ratio)	0.387	1	0.534
اختبار فيشر (Fisher's Exact Test)	-	-	1.000
إجمالي عدد الحالات (N)	-	-	24

يُظهر الجدول المتقاطع أن معدل انتشار بكتيريا Staph كان أعلى نسبياً في لوحات المفاتيح (16.7%) مقارنة بـ الفأرة (8.3%)، ومع ذلك، فإن هذه الفروق لم تصل إلى مستوى الدلالة الإحصائية المطلوبة.
ويستدل على ذلك من نتائج اختبار كا تربيع (Chi-Square)، حيث بلغت القيمة الاحتمالية (P-value) حوالي 0.537، وهي قيمة أكبر بكثير من مستوى المعنوية المعتمد (0.05). وبناءً عليه، نستنتج إحصائياً عدم وجود علاقة ارتباطية ذات دلالة بين نوع السطح التقني المفحوص وبين احتمالية تلوثه ببكتيريا المكورات العنقودية، مما يشير إلى أن مصدر التلوث هو الملامسة البشرية العامة التي تتعرض لها كلتا الأداتين بشكل متساوٍ تقريباً خلال ساعات العمل.
"أثبت التحليل المتقاطع للأقسام أن المكاتب ذات الطبيعة المالية والإدارية (الشؤون المالية والسكرتارية) سجلت أعلى معدلات التلوث والعدوى المختلطة، مع ظهور واضح لفطر الكانديدا. وفي المقابل، أظهرت مكاتب المختبرات وأعضاء هيئة التدريس خلوًا تامًا من النمو الميكروبي. وبالرغم من عدم وجود فروق إحصائية معنوية بين الأقسام ($P > 0.05$)، إلا أن التباين الرقمي يشير إلى أن تكرار لمس الأجهزة وتداول الأوراق في المكاتب المالية يعد عاملاً مساهماً في زيادة الحمل الميكروبي."

مناقشة النتائج

تُظهر نتائج هذه الدراسة أن نسبة التلوث الميكروبي في لوحات المفاتيح والفأرات بلغت (50%)، وهي نسبة تُعد مرتفعة نسبيًا، وتؤكد أن هذه الأجهزة تمثل بيئة مناسبة لنمو وانتقال الكائنات الدقيقة. وتتوافق هذه النتيجة مع العديد من الدراسات السابقة التي أشارت إلى أن الأسطح كثيرة اللمس تُعد من أهم الوسائط لنقل العدوى، خاصة في البيئات التي يُشترك فيها استخدام الأجهزة بين عدد كبير من الأفراد. ويعكس هذا الارتفاع في نسبة التلوث ضعف تطبيق إجراءات النظافة والتعقيم المنتظمة لهذه الأدوات، رغم استخدامها المتكرر.
ومن أبرز ما كشفت عنه الدراسة هو سيادة فطر *Candida* بنسبة (33.3%)، وهو ما يمكن تفسيره بقدرة هذا الفطر على البقاء في البيئات الرطبة وشبه الرطبة، بالإضافة إلى ارتباطه بالملامسة البشرية المباشرة. كما أن وجوده بهذا الشكل يشير إلى احتمالية انتقاله من الجلد أو من البيئة المحيطة، خاصة في ظل غياب التعقيم الدوري. وتتفق هذه النتيجة مع دراسات سابقة أكدت أن الفطريات الانتهازية تُعد من الكائنات الأكثر قدرة على الاستيطان في الأسطح المستخدمة بشكل متكرر.
أما بالنسبة للبكتيريا، فقد أظهرت النتائج وجود كل من *Staphylococcus* و*Bacillus spp* بنسبة (12.5%) لكل منهما، وهو ما يعكس مصدرين رئيسيين للتلوث؛ أولهما بشري يتمثل في انتقال بكتيريا المكورات العنقودية من الجلد، وثانيهما بيئي يتمثل في بكتيريا العصويات التي تنتشر في الهواء والغبار. ويُعد وجود هذه الأنواع مؤشرًا على أن التلوث لا يقتصر على مصدر واحد، بل هو نتيجة تفاعل عوامل متعددة تشمل السلوك البشري والظروف البيئية.

ومن الناحية الزمنية، أظهرت النتائج أن فترة (48 ساعة) كانت الأكثر فعالية في الكشف عن الميكروبات، حيث سجلت أعلى معدلات النمو، وهو ما يدل على أن العديد من الكائنات الدقيقة كانت في حالة "إجهاد بيئي" نتيجة الجفاف على الأسطح البلاستيكية. وهذا يتوافق مع ما ورد في الأدبيات العلمية التي تشير إلى أن بعض الميكروبات تحتاج إلى فترة تهيئة (Recovery phase) قبل أن تبدأ بالنمو، خاصة بعد تعرضها لظروف غير ملائمة.

كما أن ظهور بعض الميكروبات بعد فترة أطول (حتى 4 أيام) يؤكد قدرة بعض الأنواع، مثل *Staphylococcus*، على التكيف مع الظروف البيئية القاسية والبقاء في حالة كامنة قبل أن تستعيد نشاطها. وهذه الخاصية تزيد من خطورة هذه الكائنات، حيث قد لا يتم الكشف عنها في الفحوصات السريعة، مما يؤدي إلى التقليل من تقدير مستوى التلوث الفعلي.

وفيما يتعلق بالمقارنة بين لوحات المفاتيح والفأرات، أظهرت نتائج اختبار كاي تربيع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بينهما، وهو ما يشير إلى أن كلا الجهازين يتعرضان لنفس الظروف تقريبًا من حيث الاستخدام والتلوث. وهذا يعزز فكرة أن هذه الأدوات يجب التعامل معها كوحدة واحدة ضمن استراتيجيات مكافحة العدوى، دون تمييز بينها من حيث الأولوية في التعقيم.

وبشكل عام، تعكس نتائج هذه الدراسة أن الأجهزة الإلكترونية في البيئات التعليمية والصحية والإدارية تمثل مصادر محتملة لنقل العدوى غير المباشرة، خاصة في ظل الاستخدام المشترك وغياب ممارسات النظافة الكافية. كما تؤكد النتائج أهمية إدراج هذه الأجهزة ضمن برامج التعقيم الروتينية، وعدم الاقتصار على الأسطح التقليدية، لما لها من دور فعّال في نقل الميكروبات بين المستخدمين.

الاستنتاجات

تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن لوحات المفاتيح والفأرات تُعد من الأسطح المهملة نسبيًا ضمن برامج مكافحة العدوى، رغم دورها الواضح في نقل الملوثات الميكروبية. كما تؤكد النتائج أن هذه الأجهزة تمثل بيئة مناسبة لاستيطان مجموعة متنوعة من الكائنات الدقيقة، تشمل الفطريات والبكتيريا ذات الأهمية الطبية. ويعكس الانتشار المرتفع لفطر *Candida* وجود ظروف بيئية مساعدة مثل الرطوبة أو التلوث الناتج عن الملامسة البشرية المتكررة، في حين يدل وجود بكتيريا *Staphylococcus* و *Bacillus* على مصادر تلوث بشرية وبيئية مستمرة.

كما تُبرز الدراسة قدرة بعض الميكروبات على البقاء لفترات زمنية طويلة، حتى في ظروف غير ملائمة، مما يزيد من خطر انتقال العدوى غير المباشرة (Cross-contamination) بين المستخدمين، خاصة في البيئات ذات الاستخدام المشترك للأجهزة.

بناءً على ذلك، يمكن الاستنتاج أن الأجهزة الإلكترونية في البيئات التعليمية والصحية والإدارية ليست مجرد أدوات عمل، بل تمثل عوامل محتملة لنقل العدوى، مما يستدعي إدراجها ضمن استراتيجيات الوقاية والسيطرة على التلوث.

التوصيات

استنادًا إلى النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات العملية التي تهدف إلى الحد من التلوث الميكروبي وتحسين مستوى السلامة الصحية في البيئات المختلفة، وذلك على النحو الآتي:

ضرورة اعتماد برامج تنظيف وتعقيم دورية ومنتظمة للأجهزة الإلكترونية، باستخدام مطهرات ذات طيف واسع (Broad-spectrum) تكون فعالة ضد البكتيريا والفطريات على حد سواء.

تعزيز الوعي الصحي لدى المستخدمين من خلال وضع ملصقات إرشادية وتطبيق برامج توعوية تشجع على غسل اليدين وتعقيمها قبل وبعد استخدام الأجهزة المشتركة، خاصة في المؤسسات التعليمية والمرافق الصحية.

التأكيد على أهمية إطالة فترة التحضين في الدراسات المخبرية المتعلقة بالأسطح الجافة لتتراوح بين (48–96 ساعة)، وذلك لضمان الكشف عن الميكروبات المجهدة التي قد لا تظهر في الفترات القصيرة.
تشجيع استخدام وسائل وقائية مثل الأغطية القابلة للتعقيم، أو الاعتماد على أجهزة مصممة بمواد مضادة للميكروبات، خاصة في الأماكن ذات الكثافة الاستخدامية العالية.
إدراج الأجهزة الإلكترونية ضمن بروتوكولات مكافحة العدوى المعتمدة في المؤسسات، وعدم الاقتصار على الأسطح التقليدية فقط.

قائمة المراجع

1. Mussa, A. A. (2025). Microbiological assessment of computer keyboards in educational laboratories.
2. Prasek, K. et al. (2025). Microbial contamination on high-touch surfaces in outpatient clinics.
3. Mohamed, H., et al. (2025). Microbial contamination of computer components in healthcare administrative offices.
4. Jack, E. U., et al. (2024). Assessment of microbiological contamination on computer keyboards in office settings.
5. Hartmann, et al. (2024). Cross-contamination in computer user interfaces in hospital environments.
6. Porter, L. (2024). Persistence of pathogens on inanimate surfaces.
7. Abdulla, K. M. R., & Ben Gweirif, S. F. (2019). Bacterial contamination of computer keyboards and mice used in some banks in Benghazi, Libya. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences, 18*(9), 80–84.
8. Ali, S. (2024). *Assessment of microbial contamination on keyboards and mice of computers in administrative offices in Surman City*. Alqalam Journal, Faculty of Medical Technology, Sabratha University.
9. Ali, M., Nelson, A. R., Lopez, A. L., & Sack, D. A. (2015). Updated global burden of cholera in endemic countries. *Bulletin of the World Health Organization, 93*(3), 209–218.
10. Al-Ghamdi, S., & Abdulmajeed, R. (2019). Bacterial analysis of fomites in office environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
11. Alshebani, A., & Abdolrhman, I. (2021). Microbial pollution and heavy metals in the work environment of the College of Engineering and Technology Sciences – Sebha University – Libya (Computer keyboard as a case study). *Palestine Technical University Research Journal, 9*(4), 180–191.
12. Bharti, R., et al. (2017). *Clostridium difficile* in environmental samples: A review. *Journal of Infection and Public Health*.
13. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2012). *Environmental monitoring of bacterial contamination in hospitals*.
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (1988). *Guidelines for hand hygiene in healthcare settings*.
15. Engvall, E., & Perlmann, P. (1971). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Immunochemistry, 8*(9), 871–874.

16. Fong, T. T., & Lytle, C. M. (2014). Fecal indicator bacteria and pathogen data for water quality assessment. *Water Research, 56*, 103–125.
17. Gerba, C. P., et al. (2015). Bacterial survival on environmental surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*.
18. Jensen, R., et al. (2020). The impact of bacterial contamination on immune health. *Journal of Microbial Immunology*.
19. Kramer, A., Schwebke, I., & Kampf, G. (2006). How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? *BMC Infectious Diseases, 6*, 130.
20. Mackay, I. M. (2004). Real-time PCR in microbiology: From diagnosis to genome detection. *Clinical Microbiology and Infection*.
21. Madigan, M. T., et al. (2018). *Microbiology: A systems approach*. McGraw-Hill Education.
22. Maillard, J. Y., et al. (2013). Bacterial contamination of mobile phones in healthcare workers. *American Journal of Infection Control, 41*(6), 530–532.
23. Martinez, J. L. (2009). The role of mobile phones in the transmission of bacteria: A review. *Journal of Applied Microbiology, 106*(2), 533–543.
24. Moradali, M. F., et al. (2017). *Pseudomonas aeruginosa* lifestyle and virulence. *Critical Reviews in Microbiology*.
25. Rutala, W. A., & Weber, D. J. (2007). Role of organic material in bacterial survival and disinfection. *American Journal of Infection Control*.
26. Sattar, S. A., et al. (2002). Microbial contamination of environmental surfaces and survival of bacteria. *American Journal of Infection Control*.
27. Shaheen, H., et al. (2019). Prevalence of *Salmonella spp.* in environmental samples and antimicrobial resistance. *Saudi Journal of Biological Sciences*.
28. Smith, L., et al. (2020). Bacterial contamination of computer keyboards and mice. *Journal of Medical Microbiology*.
29. Weber, D. J., et al. (2010). Role of environmental cleaning in infection prevention. *Infection Control & Hospital Epidemiology, 31*(3), 274–280.
30. World Health Organization (WHO). (2019). *Water sanitation and health: Review of microbial contamination and health risks*.
31. World Health Organization (WHO). (2021). *Antibiotic resistance: Global report on surveillance*.
32. World Health Organization (WHO). (2023). *Environmental transmission of diseases report*.
33. Yager, P., et al. (2006). Point-of-care diagnostics and biosensors. *Annual Review of Biomedical Engineering*..

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JLABW** and/or the editor(s). **JLABW** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.