مجلة جامعة الملك سعود ، م١٤، العلوم (٢)، ص ص ١٣-٢٣ ، (١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م)

دراسة لتقدير معدّلات التلوث الميكروبي للهواء الجوي في منطقة مكة المكرّمة أثناء شهر رمضان لعام ١٤١٩هـ

كوثر فؤاد عابد

قسم النبات، الأقسام العلمية، كلية التربية، ص.ب ٧٥٤٠٧

الرياض ١١٥٧٨ ، المملكة العربية السعودية

(قدّم للنشر في ١٤٢١/١/١٧هـ ؛ وقبل للنشر في٢٢ /٦/١٤٢٢هـ)

ملخص البحث. أجريت هذه الدراسة لغرض تقدير أعداد البكتريا داخل الحرم المكي الشريف وخارجه لتحديد مدى خلو الهواء الجوي من الملوثات الميكروبية. وأوضحت نتائج التقدير الميكروبي للهواء داخل الحرم الشريف أن العدد الكلي للبكتيريا يتراوح بين ٤٢-٢٨٤ مستعمرة بكتيرية، بينما كانت أعدادها خارجه تتراوح بين ٦٤-١٥٨ مستعمرة بكتيرية. وقد وجد أن أكبر نسبة لأعداد البكتيريا داخل الحرم الشريف ليلة السابع والعشرون من رمضان حيث بلغت ٢٨٤ مستعمرة بكتيرية، بينما سجلت أكبر نسبة خارجه يوم الجمعة حيث بلغت ١٥٨ مستعمرة بكتيرية. كما أظهرت نتائج البحث تقاربا بين أعداد البكتيريا داخل الحرم الشريف وحي العوالي الذي يبعد مسافة إثني عشر كيلو مترا عن الحرم الشريف.

تم في هذا البحث عزل تسع أجناس ميكروبية، شملت عزلات بكتيرية من ضمنها *Staphylococcus aureus* ، *Micrococcus luteus* ، *Escherichia coli* ، *Bacillus subtilis* ، *Klebsiella sp.* ، *Proteus sp.* و *Achromobacter sp.*، وعزلتان فطريتان هما *Aspergillus sp.* و *Mucor sp.* .

المقدمـــــــة

يتكون الهواء الطبيعي من خليط من غازات ليس لها لون ولا طعم ولا رائحة، إلا أن أهميته للحياة لايعادلها أي شيء آخر، حيث يحتاج الإنسان إلى قدر كبير من الهواء يفوق

كثيرا احتياجاته من الماء والغذاء [١] ويعدّ الهواء ملوثا عندما تدخل في مكوناته مادة أو أكثر سواءً غازية أو سائلة أو صلبة، أو عندما يحدث تغيير مهم في نسب الغازات المكوّنة له بحيث تؤدي إلى تأثيرات ضارة مباشرة أو غير مباشرة على الكائنات الحيّة أو المواد غير الحيّة المكوّنة للنظام البيئي[٢]. وثمة ملوثات عدّة للهواء تخرجه عن طبيعته، منها الملوثات الكيميائية، الإشعاعية، والطبيعية (الميكروبية)، إلا أن التلوث الميكروبي للهواء الجوي يعد أحد مسببات التلوث الذي يزداد الاهتمام به يومًا بعد آخر نظرًا للزيادة في الكثافة السكانية من جهة، و حدوث الطفرات للميكروبات غير الممرضة مع تدهور مناعة الإنسان من جهة أخرى.

وقد بدأ الاهتمام بدراسة الملوّثات الميكروبية للهواء الجوي منذ وقت مبكر، فعلى سبيل المثال ما جرى من دراسة للملوثات الميكروبية لجو مدينة باريس في عام ١٨٩٩م[٣] وما تلاها من الدراسات في كثير من بلدان العالم لمحاولات حصر الملوثات الميكروبية للهواء الجوي، منها ما قام به الباحثين السراني والترك ١٩٩٧م، بدراسة لتبين مدى خلو الهواء الجوي بالمسجد النبوي والمساحات المحيطة به من الملوثات الميكروبية أثناء موسم الحج لعام ١٤١٨هـ وذلك على مدى خمسة أسابيع متتالية، ولقد توصل الباحثان إلى أن أعداد المستعمرات البكتيرية والفطرية تتباين بتباين الموقع، وزمن أخذ العينة ومكونات المنبت، واستطاع الباحثان الحصول على عدّة عزلات بكتيرية وفطرية في هذه الدراسة[٤].

وفي مسح آخر، قام كل من الباحثين الفالح والقحطاني بدراسة معدّلات التلوث الميكروبي في منطقة منى بمكة المكرمة خلال موسم الحج ١٤١٨هـ، حيث أوضحت نتائج التحليل الميكروبي أن العدد الكلي للبكتريا يتراوح بين ٣٣-٣٢٠ مستعمرة بكتيرية، أما العدد الكلي للفلورا الفطرية الهوائية يتراوح بين ٧-١٢٢ مستعمرة، وقد تم عزل أنواع بكتيرية وأخرى فطرية من الهواء في أماكن عديدة بمنطقة منى [٥].

ولقد صُممت هذه الدراسة الحالية لتقدير أعداد البكتريا داخل الحرم المكي الشريف وخارجه في مكة المكرمة في شهر رمضان المبارك لعام ١٤١٩هـ وكذلك التعرف على أجناس وأنواع البكتيريا والفطريات المتواجدة في هذه المنطقة.

المواد وطرق العمل

١- المواقع وأوقات أخذ العينة

المواقع. تم اختيار مواقع مختلفة بطريقة عشوائية لأخذ العّينات، فقد أخذت العّينات داخل الحرم من المواقع التالية: الساحة الداخلية (صحن الكعبة)، الدور الأول عند الرجال، الدور الثاني عند النساء ومنطقة الصفا والمروة (المسعى)، أما المواقع خارج الحرم فقد تضمنت الساحات الخارجية والشوارع المحيطة بالحرم، بالإضافة إلى عيّنة من موقع من حي العوالي (يبعد حوالي إثنى عشر كيلو مترا عن الحرم، وهو يمثل بيئة ميكروبية طبيعية لمنطقة مكة المكرمة) لتعامل كعينة ضابطة للتجربة.

الأوقات. تم جمع العينات من داخل الحرم وخارجه في أوقات الذروة، أثناء فترات الزحام، وذلك خلال النصف الأخير من شهر رمضان المبارك. حيث جمعت العينات أثناء صلاة المغرب (عند الإفطار)، صلاة الجمعة، صلاة التراويح وصلاة التهجد بحيث شملت ليلة السابع والعشرين.

٢- البيئات المستخدمة

لغرض التقدير الكمي للنمو الميكروبي استخدمت بيئة الآجار المغذي (Saudi prepared media laboratory) nutrient agar. حضرت بإذابة ١٠ جم جلوكوز، ١٠ جم ببتون، ٣ جم مستخلص لحم، ٥ جم كلوريد الصوديوم، و ١٥ جم آجار في لترماء مقطر. ثم عقمت في الأوتوكلاف عند درجة حرارة ١٢١° م وضغط جوي ١٥ رطل لمدة ١٥ دقيقة.

أما بيئة آجار الدم (Saudi prepared media laboratory) blood agar حضرت بإذابة ١٠ جم تربتون، ٣ جم مستخلص لحم، ٥ جم كلوريد صوديوم، ١٥ جم آجار في لتر ماء مقطر، وعقمت وبردت إلى ٤٥ °م وأضيف إليها ٥٪ دما طازجا منزوعا منه الفيبرين. حيث استخدمت لغرض عزل الأنواع الميكروبية الممرضة من الهواء الجوي.

٣- طريقة جمع العيّنات وتقدير أعداد البكتريا

خلال النصف الأخير من شهر رمضان المبارك ولمدة ثلاث أيام، تم جمع خمس عيّنات من كل موقع في كل يوم وبمعدل أربع مكررات لكل معاملة. ولغرض التقدير الكمي للنمو الميكروبي اتّبعت طريقة العدّ بالأطباق تبعًا لطريقة Gregony [٦] و Booth [٧] وذلك باستخدام بيئتي الآجار المغذي الصلب وآجار الدم الصلب سابقة التحضير. تم في هذه الطريقة، نقل الأطباق إلى المواقع المختارة ثم وضعت على الأرض وفتحت وعرضت للهواء الجوي لمدة ٣٠ دقيقة، ثم حضّنت عند درجة حرارة ٢٨-٣٠° م لمدة ٤٨ ساعة.

٤- تنقية الميكروبات وتعريفها

تم عزل الميكروبات البكتيرية والفطرية بعد نموها على بيئة آجار الدم وتعريفها، وتم بعدها تنقية جميع العزلات البكتيرية المتحصل عليها على بيئة الآجار المغذّي المائلة، حيث حضّنت تحت درجة حرارة ٢٨-٣٠° م لمدة ٤٨ ساعة. أما الفطريات فقد نقّيت باستخدام بيئة malt extract agar (Saudi prepared media laboratory)، حيث حضّنت تحت درجة حرارة ٢٥° م لمدة ٥ أيام. وتم تعريف الميكروبات المعزولة في مختبر الميكروبيولوجي التابع لمستشفى الزاهر بمكة المكرّمة حسب ما ورد بمفتاح Bergey's [٨] بالنسبة للبكتيريا ومفتاح Moubasher [٩] بالنسبة للفطريات.

النتائج والمناقشة

يتضح من الجدول (رقم ١) أن العدد الكلي للبكتريا يتراوح بين ٤٢-٢٨٥ مستعمرة بكتيرية خلال فترة التجربة، وهذه النتائج تتقارب مع النتائج التي توصل إليها كل من الباحثين الفالح والقحطاني [٥] عند دراسة معدّلات التلوث في منطقة منى بمكة المكّرمة أثناء موسم الحج ١٤١٨هـ حيث تراوح العدد الكلي للبكتيريا بين ٣٣-٣٢٠ مستعمرة بكتيرية،

ويتضح من الجدول كذلك أن أعداد البكتيريا الملوّثة للجو تتباين باختلاف الموقع والوقت، فقد سجل أكبر عدد من البكتيريا الملوثة للجو في ليلة السابع والعشرين داخل الحرم حيث بلغت ٢٨٥ مستعمرة بكتيرية ويرجع ذلك إلى الزيادة في أعداد المصلّين في تلك الليلة، حيث بلغ عدد المصلين أكثر من اثنين مليون مصلي (حسب الإحصاءات المعلنة في وسائل الإعلام المسموعة والمرئية والمقروءة، ١٤١٩هـ). كذلك بلغ أكبر عدد للبكتيريا خارج الحرم يوم الجمعة، حيث بلغت ١٥٨ مستعمرة بكتيرية، وبالمقارنة مع النتائج التي تحصل عليها السراني والترك [٤] أثناء دراسة التلوث الميكروبي للهواء الجوي بالمدينة المنورة خلال موسم الحج، نلاحظ تقارب متوسط عدد المستعمرات البكتيرية في يوم الجمعة حيث وصل العدد خارج الحرم النبوي الشريف إلى ١٣٠,٨ مستعمرة/ لتر هواء جوي، ومن الملاحظ أن تلك الزيادة في الأعداد البكتيرية خارج كل من الحرم المكي والنبوي في يوم الجمعة ترجع إلى تزاحم المصلّين في تلك المواقع، مما يؤدي إلى زيادة في حركة الغبار المحمّل بالميكروبات.

جدول رقم (١). متوسط عدد المستعمرات البكتيرية داخل الحرم المكي الشريف وخارجه.

المواقع / توقيت العينة	متوسط عدد المستعمرات البكتيرية		
	داخل الحرم	خارج الحرم	حي العوالي***
العينة الأولى	٤٢ ± ٤,٦	٦٥ ± ١,٥٣	٥٤ ± ١١,٠٦
العينة الثانية	٧٦,٧ ± ٩,٣٣	٦٤,٣ ± ٢,٧٣	-
العينة الثالثة*	١٣٢,٣ ± ١٢,٧٨	١٥٨ ± ٣,٥١	٥٨ ± ٦,٤٣
العينة الرابعة	٥٨ ± ٣,٧٢	٨٩,٧ ± ٢،٢	-
العينة الخامسة **	٢٨٣,٧ ± ٢٨,٣	١٢٩,٧ ± ١٧,٠٣	٥٨,٧ ± ١١,٦٢

*يوم الجمعة ، ** ليلة ٢٧ ، *** المعاملة الضابطة، ± الخطأ المعياري و - لا يوجد (لم تختبر)

كذلك يتضح من النتائج أن أعداد البكتيريا داخل الحرم (٤٢ مستعمرة بكتيرية) خلال فترة التجربة تقرب من أعداد الميكروبات في حي العوالي (٥٤ مستعمرة بكتيرية) الذي يبعد عن الحرم مسافة ١٢ كم، باستثناء ليلة ٢٧ ويوم الجمعة داخل الحرم.

وفيما يتعلق بالعزلات البكتيرية والفطرية المتحصل عليها في الدراسة، تم تنقية جميع العزلات وتعريف بعضها إلى مستوى الجنس والبعض الآخر إلى مستوى النوع. وتم حصرها في سبعة أجناس بكتيرية وجنسين من الفطريات. وقد وجد أن أكبر نسبة من هذه الميكروبات كانت للبكتيريا *Proteus sp.* والبكتيريا *Staphylococcus sp.* والفطرة *Mucor sp.* يليها الأجناس *Bacillus sp*، *Micrococcus sp.* والفطرة *Aspergillus sp.* . أما البكتيريا *Klebsiella sp.*، *E.coli* و *Achromobacter sp.* فكانت أقل هذه الأجناس تواجدًا ويتضح ذلك في الجدول (رقم ٢).

جدول رقم (٢). نسب الأجناس الميكروبية داخل الحرم المكي وخارجه

الأنواع الميكروبية / الموقع		داخل الحرم	خارج الحرم	حي العوالي
البكتيريا	*Achromobacter sp.*	+	−	−
	Bacillus Subtilis	++	++	+
	Escherichia Coli	+	−	−
	Klebsiella sp.	−	+	−
	Micrococcus Luteus	++	−	+
	Proteus sp.	++++	++++	++
	Staphlococcus aureus	+++	++++	−
الفطريات	*Aspergillus sp.*	−	−	++
	Mucor sp.	++++	−	−

+ نسبة منخفضة، ++ نسبة متوسطة، ++++ نسبة عالية و − لا يوجد

ويتضح من الجدول كذلك أن الأجناس البكتيرية *Proteus sp.* و *B.subtilis* وجدت في جميع المواقع الثلاثة تحت الدراسة. وحيث إن *Proteus sp.* من الأجناس المتعايشة في أمعاء الإنسان، إلا أنه في ظروف معيّنة يمكن أن يحدث بعض الأمراض والالتهابات [١٠]، بينما يعتبر النوع *B. subtilis* من الأنواع غير المرضة ويعيش معيشة رُميّة ويتواجد في التربة، الماء والمواد العضوية.

عزلت البكتيريا *S.aureus* داخل الحرم وخارجه ولم تعزل من حي العوالي، وقد ثبت أن هذا النوع يكون عادةً متعايش في أنف الإنسان مع غيره من الميكروبات الطبيعية، وعزلت بعضها الآخر من جلد الإنسان، والحلق، منطقة الإبط وكذلك الأمعاء الدقيقة [١١، ١٢]. وأثبت بعض الباحثون أنها أحد مسببات الحمى القرمزية للإنسان [١٣] وأنها قادرة على تحليل كرات الدم الحمراء [١٤].

وعزلت البكتيريا *Micrococcus luteus* من داخل الحرم وحي العوالي ولم تعزل من خارج الحرم، وهذه البكتيريا غير ممرضة للإنسان بصورة عامة، ولكن هناك سلالات يمكن أن تسبب التهاب المجاري البولية، وهي من الميكروفلورا الموجودة في جسم الإنسان [١٥]. والبكتيريا *Klebsiella sp.* من الأنواع الرُميّة والتي تتواجد في الماء والتربة ويرى البعض أن هذا النوع يصيب البلعوم الأنفي والأمعاء محدثا تسممًا دمويًا والتهابًا بالقصبة الهوائية والرئة وقد تحدث خراريج [١٣] وتتواجد في التربة، الماء والحبوب.وهذه الأجناس والأنواع تماثل العزلات المتحصل عليها من الحرم النبوي الشريف أثناء موسم الحج ١٤١٨هـ [١٤]. والبكتيريا *E.coli* من الميكروبات المتطفلة على الجهاز الهضمي للإنسان ولكن زيادة نسبتها قد يؤدي إلى إحداث بعض الالتهابات المختلفة، وبذلك تصبح من الأنواع الممرضة للإنسان، وأما البكتيريا *Achromobacter sp.* والتي عزلت من داخل الحرم فقط فهي من الميكروبات غير الممرضة للإنسان.

وفيما يتعلق بالعزلات الفطرية، تم عزل النوعين *Mucor sp.* و *Aspergillus sp.*، وهما يعيشان معيشة رُمّيّة في كثير من البيئات المختلفة، وقد ثبت قدرة بعض أنواع من *Aspergillus* على إحداث إصابة في الرئتين والقصبة الهوائية [١٦]. وقد عزل الفطرة الأولى من داخل الحرم والثانية من منطقة العوالي. وهذه النتائج مطابقة لنتائج الدراسة التي أجريت في منطقة منى أثناء موسم حج ١٤١٨هـ حيث تم عزل كل من الفطريات التالية *Penicillium sp.* و *Aspergillus sp.*، وهي أكثر الأجناس تواجدًا يليها *Mucor sp.*، و *Fusarium sp.* أما الفطرة *Alternaria sp.* فكانت أقل الأجناس ترددًا [٥].

وعليه يعتبر أعداد الميكروبات البكتيرية داخل الحرم الشريف وخارجه مقارنة مع حي العوالي (المعاملة الضابطة) من القلة بمكان، خصوصًا إذا قورنت بكثافة المصلّين المترددين على الحرم المكي الشريف في شهر رمضان المبارك وتكدّس الأعداد السكانية حول الحرم. ومما تجدر الإشارة إليه أن معظم العزلات البكتيرية والفطرية المعزولة هي من الأنواع الانتهازية. فهي بصورة عامة غير ممرضة. وحيث أوضحت نتائج التحليل أن العزلات في كل من المسجد الحرام والمسجد النبوي تتماثل تقريبًا، فقد أثبت الباحثان السراني والترك [٤] أن لأنواع البكتيريا والفطريات المعزولة من المسجد النبوي حساسية للمنظفات والمطهّرات المستخدمة في نظافة الحرم النبوي الشريف، مما يقلل من نسبة تواجدها فلا تشكل خطورة على المصلّين.

عليه يمكن استنتاج أن انخفاض أعداد الميكروبات البكتيرية الملوثة للهواء الجوي داخل الحرم المكي الشريف وخارجه يعود إلى عدة أسباب منها:

١ - الاهتمام الواضح من قبل القائمين على خدمة الحرمين الشريفين بمراعاة النظافة الدائمة داخل الحرم المكي وخارجه مستخدمين المطهرات والمنظفات لضمان سلامة المصلّين.

٢ - التهوية الجيدة داخل الحرم مما يساعد على تحريك الهواء وتجديده دائما ليتناسب مع أعداد الوافدين إلى المسجد الحرام.

٣ - وأهم هذه الأسباب حماية الله سبحانه وتعالى لبيته العتيق، وحرمه الشريف وعباده المسلمين حيث قال تعالى: ﴿ أَوَلَمْ نُمَكِّن لَّهُمْ حَرَمًا آمِنًا يُجْبَىٰ إِلَيْهِ ثَمَرَاتُ كُلِّ شَيْءٍ ﴾ [القصص: ٥٧].

المراجـــع

[١] العروسي، حسين. *علم خفي*. الأســـكندرية: مكتبة المعارف الحديثة، ١٩٩٨م، ص ٤٩.

[٢] العودات، محمد و باصهي، عبد الله. *التلوث وحماية البيئة*. الرياض: عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، ١٩٩٧م، ص٢٥.

[٣] Miquel, P. Annual reports in Annu. Obs. Montsouris, 1899.

[٤] السراني، عبد العزيز و الترك، إدريس. "دراسات عن التلوث الميكروبي للهواء الجوي بالمدينة المنورة أثناء موسم الحج." *مجلة جامعة أم القرى* (١٩٩٧م)، ص ١٦.

[٥] Al-Falih, Abdullah and Qahtani, Y. "The Study of Microbial Air Pollution during Hajj Season 1998 in Muna, Makkah Region." *Saudi Biological Society (SBS), Nineteenth Annual Meeting* (1988).

[٦] Gregony, P. H. *Microbiology of the Atmosphere, 2nd Ed.* Londo: Leonard Hill, Aylesbury, 1973, p.129.

[٧] Booth, C. *Methods in Microbiology.* London and New York: Academic Press, 1971, p. 388.

[٨] Murray (eds.) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Baltimore: Williams and Wilkins Comp. 1986.

[٩] Moubasher, A. M. *Soil Fungi in Qatar and other Arab Countries.* Qatar: University of Qatar, 1993.

[١٠] Baron, S. (ed.) *Medical microbiology.* Menlo Park, California U.S.A: Addison-wesley, 1982.

[١١] Noble, W. C. "Skin Carriage of the Microccaceae." *Journal of Clinical Pathology*, 22 (1969), 249-253.

[١٢] Solbery, C. O. "A study of Carriers of" *Staphylococcus aureus* with Special Regard to Quantitative Bacterial Estimations. *Acta Medica Scandinavica,* Suppl. 1, No. 170, (1965), 1-96.

[١٣] Klainer, A. S. and Geis, I., *Agents of Bacterial Disease.* New York, Evantson, San Francisco, London: Acadimic Press, 1973.

[١٤] Atlas, R. M., *Basic and Practical Microbiology.* New York: Macmillan Publishing Company, 1986.

[١٥] Meers, P. D.; Whyte, W. and Sandys, G. "Coagulase negative Staphylococci and *Micrococci* in Urinary Tract Infections." *Journal of Clinical Pathology*, 28 (1975), 270-273.

[١٦] Lennette, E. H.p; Spaulding, E.H. and Truant, J. P. *Manual of clinical microbiology, 3rd Ed.* Washington, D. C.: American Society for Microbiology, 1980.

Quantitative Studies of Microbial Air Pollution during the Month of Ramadan 1419 in Makkah region

Kauther F. Abed
Botany Department, Scientific Section, Girls College of Education,
P.O. Box 75407,
Riyadh 11578, Saudi Arabia
(Received 17/1/1421A.H.; accepted for publication 23/6/1422 A.H.)

Abstract. This study was conducted to find the quantitative counts of bacteria inside and outside the Mosque at Makkah in order to detect the microbial pollution. Estimation of bacterial total count was found to range between 42-284 CFU in the exposure plates inside the Mosque, but estimation outside the Mosque varried from 64 to 158 CFU in the exposure plates. The highest bacterial count was detected inside the Mosque during the Night of 27^{th} Ramadan which was 284 CFU in the exposure plates. But the highest count outside the Mosque was on Friday which was 158 CFU in the exposure plates. The identified bacterial and fungal isolates were found to be: *Staphylococcus aureus, Micrococcus luteus, Bacillus subtilis, Klebsiella sp., Proteus sp., Achromobacte sp., Escherichia coli, Aspergillus sp.* and *Mucor sp.*