

الفصل الأول

ميكروبيولوجيا الهواء

- مصدر الميكروبات بالهواء
- المحتوى الميكروبي للهواء
- تلوث الهواء
- الأمراض المنقولة بالهواء
- تطهير الهواء
- المراجع

الفصل الاول

ميكروبيولوجيا الهواء Air - Microbiology

مصدر الميكروبات بالهواء

يحتوى الهواء الجوى على خليط من الغازات (منها حوالى ٧٨٪ نيتروجين ، ٢١٪ اكسجين ، ٠,٠٣٪ ثانى اكسيد الكربون) ، وكميات متفاوتة من بخار الماء والغازات النادرة ، والمواد الصلبة العالقة ، وحبوب اللقاح ، والميكروبات . وتحت الظروف العادية، فإن أغلب هذه الميكروبات رمية لخلايا خضرية وجراثيم .

وتصل الميكروبات الى الهواء، عالقة بحبيبات الأتربة، التى تنقلها الرياح من سطح التربة الى الهواء، فالتربة هى مصدر تلوث الهواء الرئيسى بالميكروبات ، كما ان الميكروبات الموجودة بالهواء، تعتبر من مصادر التلوث الرئيسية لمصانع الأغذية، والمعامل الميكروبيولوجية.

وفى بعض الحالات ، قد تصل الميكروبات الى الهواء ، فى رذاذ العطس Cough والسعال Sneezing، أو فى رذاذ وحببيبات ناتجة من ظروف خاصة بالمنطقة ، مثل مناطق زراعية تستعمل الرى بالرش بمياه المجارى ، أو من الاحواض الخاصة بمعالجة مخلفات المجارى ، أو من السلخانات ، أو ماشابه.

ويلاحظ أن الميكروبات التى تأتى من التربة ، أغلبها مترممة. بينما تلك التى تأتى مع العطس والسعال أو من ظروف خاصة بالمنطقة ، فقد تحمل ميكروبات مرضية .

المحتوى الميكروبي للهواء

لا يعتبر الهواء بيئة طبيعية لنمو وتكاثر الميكروبات ، إذ انه لا يحتوي على المواد الغذائية اللازمة، ولا على الرطوبة الكافية ، لنموها . وعلى ذلك، فلا يوجد بالهواء ما يعرف بالميكروبات المتوطنة *Indigenous*، بل يعتبر الهواء مجرد حامل للميكروبات، والميكروبات الموجودة بالهواء، نادرا ما تكون بحالة منفردة، بل غالبا ما تكون مرتبطة مع جزيئات عالقة بالهواء مثل الأتربة ، والقش ، وحبوب اللقاح ، والمركبات الكربونية، والرذاذ .

وترسب الجزيئات الدقيقة العالقة بالهواء بما عليها من ميكروبات، ببطء على السطوح ، وتساعدها التيارات الخفيفة على البقاء معلقة بالهواء لمدة طويلة ، اما تساقط الامطار فانه يرسب اغلبها الى التربة .

ويحتوى الجو الرطب على ميكروبات اقل مما يحتويه الجو الجاف ، لأن قطرات الرطوبة بما تحمله من ميكروبات تتساقط بسرعة الى سطح الأرض. لذلك فإننا نلاحظ أن الهواء خلال اشهر الصيف الجافة ، يحتوى على ميكروبات أكثر ، عما يحتويه الهواء الرطب خلال أشهر الشتاء .

وتختلف انواع الميكروبات الموجودة بالهواء ، باختلاف المنطقة وظروفها. وتحت الظروف العادية ، أى فى المناطق السكنية ، ذات الجو النظيف ، وحتى ارتفاع ٢٠٠ متر من سطح البحر ، فإن من الأنواع الميكروبية التى تتواجد باستمرار ، ومصدرها الرئيسى التربة، (جدول ١-١)، جراثيم الخمائر، والفطريات مثل *Aspergillus, Penicillium*، والبكتريا العصوية الهوائية المتجترمة مثل *Bacillus*، والبكتريا الكرويه المفترزة للصبغات مثل *Micrococcus, Sarcina*، وقد يوجد بعض حويصلات البروتوزوا.

وتعتبر بكتريا *B. subtilis* من اكثر الميكروبات انتشارا بالهواء، لأنها شائعة بالتربة، ومتجترمة ، وجراثيمها شديدة المقاومة للظروف السيئة، خاصة الجفاف .

وتختلف كثيرا أعداد الميكروبات بالهواء حسب الظروف المحيطة، وكمية الأتربة المثارة بالهواء. فهواء المناطق المزدحمة ، غير النظيفة ، يحتوى على أعداد أكبر من الميكروبات عن تلك الموجودة بالأماكن غير المزدحمة، النظيفة. كما أن المناطق المفتوحة تحتوى على ميكروبات أقل

جدول ١-١: أنواع بكتيريا وطحريات معزولة من هواء مناطق سكنية، خلال عدة شهور*.

أجناس		الارتفاع من سطح الأرض بالمتر
فطر	بكتيريا	
Aspergillus Microsporium Penicillium	Alcaligenes Bacillus	١٥٠٠ - ٥٠٠
Aspergillus Cladosporium	Bacillus	٢٥٠٠ - ١٥٠٠
Aspergillus Hormodendrum	Bacillus Sarcina	٣٥٠٠ - ٢٥٠٠
Aspergillus Hormodendrum	Bacillus Kurtzia	٤٥٠٠ - ٣٥٠٠
Penicillium	Bacillus Micrococcus	٥٥٠٠ - ٤٥٠٠

* Ref: J. Bact., 36, 180, 1938

بكثير عن الأماكن المقلقة ، والتي قد تحتوي أيضا على ميكروبات مرضية . ويحتوى الهواء القريب من سطح الأرض ، على اعداد أكبر ، مما يوجد في طبقات الجو العليا ، كما أن هواء المناطق المتربة، به اعداد اكبر مما بالمناطق غير المتربة.

والمسافة التي تنتقل اليها الميكروبات الموجودة بالهواء ، قد تتراوح من سنتيمترات لعدة كيلومترات ، والمدة التي تعيشها الميكروبات بالهواء ، قد تكون بضعة ثوان ، وقد تمتد لعدة شهور. ويعتمد كل ذلك على مجموعة من العوامل المتداخلة منها الظروف الجوية ، سرعة التيارات الهوائية ، الرطوبة، الحرارة ، أشعة الشمس ، حجم جزيئات المواد العالقة، انواع الميكروبات ... الخ .

ويمكن الرجوع الى كتب العمل المتخصصة ، للتعرف على الأجهزة المستخدمة فى أخذ عينات الهواء للفحص الميكروبيولوجى ، والبيئات الغذائية، والطرق المستعملة، لعد وفحص وتعريف الميكروبات، التى يحتملها الهواء .

تلوث الهواء Air-pollution

يتعرض الهواء الموجود حولنا للتلوث ، وهذا التلوث أخذ فى الزيادة ، بزيادة عدد السكان ، والتوسع الصناعى ، وانتشار وتعدد وسائل النقل ، والتدخين ، والأنشطة الإشعاعية المختلفة .

ومناقشة هذه المواضيع ، يخرج عن نطاق هذا الكتاب ، غير انه من حيث التلوث الميكروبي، وتحت الظروف العادية للمنطقة ، فإن مصدر التلوث الأساسى ، كما ذكر سابقا ، هو التربة ، ولعاب ومخاط المرضى وحاملى المرض ، الناتج من الجزء العلوى للجهاز التنفسى .

وكما أقترح اعتبار وجود E. coli بالمياه، دليلا على احتمال حدوث تلوث للمياه بالمواد البرازية ، فإنه يقترح اعتبار وجود Streptococcus salivarius بالهواء ، دليلا على احتمال تلوث الهواء باللعاب والمخاط .

فهذه البكتريا ، شائعة الوجود بالفم ، وغير ضارة ، وإن كان يعاب على هذا الاختبار ، أن هذه البكتريا حساسه ، سريعة الإختفاء من الهواء ، وقد يكون مصدرها جهات اخرى غير الجهاز التنفسى ، ولذلك فإن مجال الإختبار مازال موضع الدراسة .

الأمراض المنقولة (المحمولة) بالهواء Air-borne diseases

يعتبر الهواء من المصادر الرئيسية، لنقل الميكروبات المرضية للجهاز التنفسى وسطح الجلد.

ويكثر وجود هذه الميكروبات المرضية فى المناطق المزدحمة ، ربيثة التهوية ، المغلقة مثل الغرف، والمكاتب، والفصول الدراسية والمسارح ... الخ .

وتصل الميكروبات المرضية الى الهواء مع رذاذ المرضى ، الخارج اثناء العطس والسعال ، والزفير ، واللعاب ، والكلام والغناء . ويتراوح قطر الرذاذ الخارج من ميكرومترات الى ملليمترات (من حوالي ٠,٠٠١ الى ٢,٠٠ مم). وتشكل القطرات الدقيقة ، اى التى قطرها اقل من ٠,١ مم ، اغلب الرذاذ الخارج ، وتعرف هذه القطرات الدقيقة بالنويات *Droplets nuclei*. وتستطيع هذه النويات بما تحمله من ميكروبات ، أن تمر من الحواجز الأنفية وتصل الى الممرات التنفسية والرئتين، وتسبب العدوى.

وقد تبقى هذه القطرات الدقيقة بالجو ، حيث تتبخر بسرعة وترسب على الأرض، تاركة نوايا دقيقة حاملة للميكروبات ، عالقة بالهواء لمدة طويلة، وتنتقل من مكان لآخر بالتيارات الهوائية مسببة للعدوى .

أما قطرات الرذاذ الكبيرة *Droplets*، وقطرها أكبر من ٠,١ مم ، فإنها ترسب بسرعة بما تحمله من ميكروبات على الأرض ، أو على الأسطح الأخرى. وبذلك ، تعتبر أتربة هذه الأسطح ، مصائر للتلوث بالميكروبات ، عند حدوث نشاط من كنس ولبس وحركة ... ، بتلك الأماكن .

وقد امكن ملاحظة قطرات الرذاذ ، الخارجة من شخص ما ، بوضع صبغة مناسبة بالفم، مثل صبغة الأيوسين ، الكونجو الأحمر ، الفلوروسين ، وأخذ عينات من الرذاذ الخارج على شرائح أو فى أطباق بها بيئات مناسبة ، لتتبع تلك القطرات ، ودراسة مابها من ميكروبات.

من البكتريا المرضية الكثيرة الانتقال بالهواء *β-hemolytic streptococci*، وهى تسبب التهابات اللوز، والبلعوم ، والحمى القرمزية، كما يوجد بكثرة البكتريا العنقودية التى تلوث الجروح والحروق .

ومن الأمراض البكتيرية الأخرى ، الشائعة الانتقال بواسطة الهواء ، الدفتريا والسل، بالإضافة الى الالتهابات الرئوية .

ومن الأمراض الفيروسية الشائعة الانتقال عن طريق الهواء أيضا ، نزلات البرد والانفلونزا، بالإضافة الى بعض الأمراض الأخرى مثل الجدرى، والحصبة، والنكاف .

وبالإضافة الى ذلك ، فقد ينتقل بالهواء بعض الأمراض الفطرية، التي يسببها أنواع تابعة لأجناس مثل *Blastomyces, Cryptococcus, Histoplasma, Monilia... etc*، كما قد يصاب بعض الأشخاص بأمراض خاصة بالحساسية بسبب الملوثات، أو الميكروبات الموجودة بالجو (راجع الفصل التاسع خامسا).

Air-sanitation

تطهير الهواء

لايحتوى عادة الهواء الطلق الموجود بخارج الحجرات ، على ميكروبات ضارة بالإنسان . ولكن بداخل الأماكن المغلقة ، فإنه بالإضافة الى الميكروبات المتروكة ، قد يوجد أيضا الكثير من الميكروبات المتطفلة والممرضة . وفى مثل هذه الأحوال ، يصبح التخلص من هذه الميكروبات ، سواء تلك الموجودة بهواء الحجرة ، أو التي سقطت على الأسطح مثل الأرضيات ، والمناضد ، والمفارش ... الخ ، عملية ضرورية ، ولها أهميتها الاقتصادية والصحية، ويمكن التخلص من كثير من الميكروبات ، الموجودة بهذه الأماكن المغلقة ، بالتهوية المناسبة ، أو التعرض لأشعة الشمس ، أو الغسيل ، أو الترشيح ، أو استعمال الإيروسولات ، أو باستعمال الأشعة فوق البنفسجية ... أو غيرها من الطرق المناسبة .

ففى أجهزة التكييف مثلا ، يمرر الهواء الداخل بالجهاز على مرشحات من الألياف الزجاجية، لترشيحه ، أو يمرر على رشاشات من الماء ، لغسله وتنظيفه من المواد العالقة به كالأتربة بما عليها من ميكروبات ، لنحصل على هواء نظيف خالى من الأتربة *Clean dust-free air*.

وفى المستشفيات قد تعالج أسطح الأرضيات، والملايات والملابس ... بمستحلبات الزيوت *Oil immulsion* ، التي تعمل على إزالة الميكروبات بطريقة ميكانيكية .

كما تستعمل بعض المواد المطهرة كالجليكولات ، مثل الجليكول ثلاثى الاثيلين ، وبروبيلين الجليكول ، كرزاند هوانى ، ايروسول ، لتطهير هواء الحجرات مما بها من ميكروبات . وتستعمل هذه الجليكولات عادة على درجة حرارة الغرفة ، فإذا توفرت الظروف الأخرى المناسبة من تركيز (حوالى ٥,٥ مجم أبخرة بروبيلين جليكول لكل لتر هواء بالغرفة) ، ورطوبة نسبية

(حوالي ٢٠ - ٤٠٪). فإن حوالي ٩٠٪ من الميكروبات الموجودة بهواء الغرفة ، يموت خلال دقائق من التعرض .

وتمتاز الجليكولات ، بأنها عديمة الطعم والرائحة، غير مهيجة، وغير سامة للإنسان ، ولاتسبب تآكلا بالمعادن ، وغير قابلة للإنفجار. وعند الاستعمال ، فإن أبخرتها تتكثف على أسطح خلايا الميكروبات، وتعمل على سحب ماء الخلايا ، فتجف الميكروبات وتموت.

وكثيرا ما يستخدم الآن ، الأشعة فوق البنفسجية فى المعامل ، والمستشفيات ومصانع الأنوية، وبعض المصانع الغذائية ، لقتل الميكروبات الموجودة بهواء الحجرات ، او الراسبة على أسطح المواد المختلفة بالحجرة.

ويستخدم لهذا الغرض لمبات بخار الزئبق المصنوعة من الكوارتز ، التى تعطى أشعة فوق بنفسجية ذات طول موجى حول ٢٦٥٠ انجستروم ، وهو أكثر أطوال هذه الأشعة ، قتلا للميكروبات. وعادة ما تعلق هذه اللمبات فى أماكن مناسبة بالأسقف ، أو على الحوائط ، أو توضع فى أنابيب ليمر عليها الهواء الداخلى للحجرة . وعند التعرض للطول الموجى ٢٦٥٠ Å ، فإن أكثر من ٩٥٪ من الميكروبات الموجودة بالهواء ، أو على أسطح المواد ، يقتل فى ثوان . ويتوقف ذلك ، على نوع التلوث ومداه ، وحجم الفراغ ، ورطوبة وحرارة الجو ، ونوع الإشعاع ، وزمن التعرض.

ويراعى العاملون، عند استعمال الأشعة فوق البنفسجية ، عدم التعرض لها ، لأكثر من عدة دقائق فى اليوم ، تجنباً لحثوث حروق بالوجه ، أو أضراراً بالعين .

References

Gregory, P.H. and J.L. Monteith (eds.) (1967). Air-borne microbes. Proc. 17th Symposium, Soc. Gen. Microbiology, UK.

Lepper, M.H. and E.K. Wolfe (eds.) (1966). Air-borne infection. Proc. 2nd Conf., on Aerobiology, Amer. Soc. Microbiol., Bact. Rev., 30 (3), 485-697.