الفصل الأول

ميكروبيولوجيا الهواء

- مصدر الميكروبات بالهواء
- المحتوى الميكروبى للهواء
- تلوث الهواء
- الأمراض المنقولة بالهواء
- تطهير الهواء
- المراجـــع

الفصل الاول

ميكروبيولوجيا الهواء
Air - Microbiology

مصدر الميكروبات بالهواء

يحتوى الهواء الجوى على خليط من الغازات (منها حوالى ٧٨٪ نتروجين ، ٢١٪ اكسجين، ٠,٠٣٪ ثانى اكسيد الكربون) ، وكميات متفاوته من بخار الماء والغازات النادره ، والمواد الصلبه 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 وحبيبات 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 الميكروبى للهواء

لايعتبر الهواء بيئة طبيعية لنمو وتكاثر الميكروبات ، إذ انه لايحتوى على المواد الغذائية اللازمة، ولا على الرطوبة الكافيه ، لنموها . وعلى ذلك، فلا يوجد بالهواء مايعرف بالميكروبات المتوطنه 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 ، بإختلاف المنطقة وظروفها. وتحت الظروف العادية ، أى فى المناطق السكنية ، ذات الجو النظيف ، وحتى ارتفاع ٢٠٠٠ متر من سطح البحر ، فإن من الأنواع الميكروبية التى تتواجد باستمرار ، ومصدرها الرئيسى التربة، (جدول ١-١)، جراثيم الخمائر، والفطريات مثل Aspergillus, Penicillium، والبكتريا العصويه الهوائية المتجرثمة مثل Bacillus، والبكتريا الكرويه المفرزة للصبغات مثل Micrococcus, Sarcina، وقد يوجد بعض حويصلات البروتوزوا.

وتعتبر بكتريا B. subtilis من اكثر الميكروبات انتشارا بالهواء، لأنها شائعة بالتربة، ومتجرثمة ، 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 بكتريا وفطريات معزولة من هواء مناطق سكنية، خلال عدة شهور*.

الارتفاع من سطح الأرض بالمتر	أجنـــاس	
	بكتريا	فطـــر
٥٠٠ - ١٥٠٠	Alcaligenes Bacillus	Aspergillus Microsporium Penicillium
١٥٠٠ - ٢٥٠٠	Bacillus	Aspergillus Cladosporium
٢٥٠٠ - ٣٥٠٠	Bacillus Sarcina	Aspergillus Hormodendrum
٣٥٠٠ - ٤٥٠٠	Bacillus Kurthia	Aspergillus Hormodendrum
٤٥٠٠ - ٥٥٠٠	Bacillus Micrococcus	Penicillum

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

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

والمسافة التى تنتقل اليها الميكروبات الموجودة بالهواء ، قد تتراوح من سنتيمترات لعدة كيلومترات ، والمدة التى 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 العملى المتخصصة ، للتعرف على الأجهزة المستخدمة فى أخذ عينات الهواء للفحص الميكروبيولوجى ، والبيئات الغذائية، والطرق المستعملة، لعد وفحص وتعريف الميكروبات، التى يحملها الهواء .

تلوث الهواء Air-pollution

يتعرض الهواء الموجود حولنا للتلوث ، وهذا التلوث آخذ فى الزياة ، 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 الميكروبى، .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 الإختيار 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 ، رديئة 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 حوالى ٠,٠٠١ الى ٢,٠٠ مم). وتشكل القطرات الدقيقة ، اى التى قطرها اقل من ٠,١ مم ، اغلب الرذاذ الخارج ، وتعرف هذه القطرات الدقيقة بالنوايات Droplets nuclei. وتستطيع هذه النوايات 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 ، مصادر 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 ß-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، التى يسببها أنواع تابعة لأجناس مثل Blastomyces, Cryptococcus, Histoplasma, Monilia... etc، كما قد يصاب بعض الاشخاص بأمراض خاصة بالحساسية بسبب الملوثات، أو الميكروبات الموجودة بالجو (راجع الفصل التاسع خامسا).

تطهير الهواء Air-sanitation

لايحتوى عادة الهواء الطلق الموجود بخارج الحجرات ، على ميكروبات ضارة بالإنسان . ولكن بداخل الأماكن المغلقة ، فإنه بالإضافة الى الميكروبات المترممة ، قد يوجد أيضا الكثير من الميكروبات المتطفلة والممرضة . وفى مثل هذه الأحوال ، يصبح التخلص من هذه الميكروبات ، سواء تلك الموجودة بهواء الحجرة ، أو التى 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 ، التى تعمل على إزالة الميكروبات بطريقة ميكانيكية .

كما تستعمل بعض المواد المطهرة كالجليكولات ، مثل الجليكول ثلاثى الاثيلين ، وبروبيلين الجليكول ، كرذاذ هوائى ، ايروسول ، لتطهير هواء الحجرات مما بها من ميكروبات . وتستعمل هذه الجليكولات عادة على درجة حرارة الغرفة ، فإذا توفرت الظروف الأخرى المناسبة من تركيز (حوالى ٠,٥ مجم أبخرة بروبيلين جليكول لكل لتر هواء بالغرفة) ، ورطوبة نسبية

(حوالى ٢٠ - ٤٠٪)، فإن حوالى 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 مايستخدم الآن ، الأشعة فوق البنفسجية فى المعامل ، والمستشفيات ومصانع الأدوية، 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 الداخل للحجرة . وعند التعرض للطول الموجى ٢٦٥٠ A° ، فإن أكثر من ٩٥٪ من الميكروبات الموجودة بالهواء ، أو على أسطح المواد ، يقتل فى ثوان . ويتوقف ذلك ، على نوع التلوث ومداه ، وحجم الغراغ ، ورطوبة وحرارة الجو ، ونوع الإشعاع ، وزمن التعرض.

ويراعى العاملون، عند استعمال الأشعة فوق البنفسجية ، عدم التعرض لها ، لأكثر من عدة دقائق فى اليوم ، تجنبا لحدوث حروق بالوجه ، أو أضرارا 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.