**الاحياء المجهرية في الهواء (AMB) Aeromicrobiology**

مصطلح Aerobiology استخدم اول مرة في 1930 لدراسة الاحياء المجهرية في الهواء من حيث انتقالها وانواعها واستقرارها النهائي، البعض يعرفه على انه دراسة الامراض المنتقلة بالهواء، وعادة فان الهواء هو بيئة غير مناسبة للاحياء المجهرية حيث لاتستطيع النمو والانقسام ولكنه فقط وسيلة للانتقال من مكان الى اخر، وتنتقل الاحياء المجهرية للهواء مع حركة الرياح والتي تجلب الاحياء من مختلف الاماكن المحيطة، كذلك تصل للهواء مع العطاس والكحة وغيرها.

ويعتبر الهواء غير ملائم لنمو الاحياء المجهرية الاسباب التالية :

1. يفتقر للمغذيات اللازمة للنمو
2. يفتقر للرطوبة اللازمة
3. التأثيرات الحرارية للإشعاعات المختلفة

هناك 3 انواع من الاحياء المجهرية المهمة والتي تنتقل بواسطة الهواء وهي:

1- البكتريا 2- الفطريات 3- الفيروسات

1- تتواجد بشكل خضري او سبورات ساكنة

2- تتواجد بشكل سبورات او قطع من الخيوط الفطرية كذلك يتواجد في الهواء النواتج الايضية الثانوية للاحياء المجهرية والتي تسبب الحساسية او التسمم للانسان او الحيوانات.

**الاحياء المجهرية الممرضة والمنتقلة بالهواء**

تترابط عادة الاحياء المجهرية المنتقلة بالهواء مع الامراض التي تسببها للإنسان والحيوان او النباتات فحوالي 70% من الامراض النباتية تنتقل بالهواء وتسببها الفطريات ملحقة خسائراً اقتصادية كبيرة كأمراض التفحم والاصداء والسل وغيرها كذلك فان الانسان يصاب بالأمراض المنتقلة بالهواء كالانفلونزا والسل وغيرها من الامراض، كذلك فالعديد من الممرضات تنتقل بالهواء.

كذلك فان العديد من السموم تنتقل بالهواء وتسبب مشاكل صحية كثيرة للإنسان والحيوان وخاصة السموم البكتيرية التي تنتشر بالهواء وتصيب الانسان وبخاصة السموم التي هي عبارة عن lipopoly saccharide تنتج من الجدار الخارجي للبكتريا السالبة لصبغة كرام وبما ان هذه البكتريا توجد بكثرة في التربة فان هذه السموم التي تنتجها تنتقل بكثرة في الهواء وتعتبر من اهم مسببات الحساسية (LPS) وهذه السموم تنطلق من البكتريا عند موتها وتحللها او عندما تكون في قمة نشاطها وتكاثرها.

**الدقائق** المنتشرة بالهواء تطلق عليها هذا المصطلح**(Aerosols)**  وهي تشكل خطرا على الصحة الانسان من خلال استنشاق هذه الدقائق واستقرارها داخل الانف والمجاري التنفسية، كذلك فان هذه الدقائق تعمل كوسائط لنقل الكائنات المجهرية الى داخل جسم الانسان وقد تصل هذه الدقائق الى مختلف اجزاء الجهاز التنفسي مسببة مشاكل صحية خطيرة، ومن اهم المظاهر التي تحدث بعد استنشاق هذه المواد هي صعوبة التنفس ، الكحة المزمنة ، ضيق القصبات والحساسية المزمنة.

**طبيعة (Bioaerosols)** : جميع دقائق الاحياء المجهرية وسمومها يمكن ان تعتبر جزءاً من الدقائق الحية المنتقلة بالهواء والتي يمكن ان تدخل للإنسان عن طريق الاكل او الاستنشاق، هذه الدقائق تختلف كثيراً في الحجم والتركيب اعتماداً على الكثير من العوامل منها نوع الكائن, نوع السم المجهري ونوع الدقائق التي يترابط معها مثل دقائق الغبار او غيرها وطبيعة الغازات الموجودة في الجو، ويتراوح حجم هذه الدقائق من 0.02-100µm هذه الدقائق يمكن ان تكون سائلة او صلبة او من الاثنين، وهذه الدقائق الحية هي مزيج من الكائن المجهري او سمه مع دقائق الغبار او المياه ومن النادر ان نجد الكائن المجهري ينتقل لوحده.

مصادر ومصير الاحياء المجهرية في الهواء : وتشمل

1. قبول دقائق الاحياء المجهرية للهواء
2. انتقالها خلال الهواء
3. الاستقرار النهائي لها

مثال ذلك فيروس الانفلونزا فهو يصل للهواء عن طريق الكحة والكلام ويترابط مع الدقائق العالقة في الهواء وتنتشر معها وبعدها تستنشق من قبل الاشخاص تستقر داخل الجهاز التنفسي وتبدا الاصابة من جديد.

**1- Launching :** هو مصطلح يشير الى العملية والتي بواسطتها تصل الدقائق الحية الى الهواء الجوي. تصل الاحياء المجهرية للهواء عادةً من البيئة الارضية والمياه وهذا الانتقال للهواء يحصل بعدة طرق منها:

اضطراب الهواء الجوي بواسطة الانسان او الحيوان ، المكائن , خزن وطرح المخلفات للبيئة ، حركة الرياح الطبيعية على الاراضي والمياه وغيرها من العمليات الاخرى، وكذلك انتقال سبورات الفطريات للهواء خلال دورات حياتها. بعدها تبدا هذه الدقائق بالانتقال خلال الغلاف الجوي.

2- **Transport** : وهي العملية التي تنتقل خلالها الدقائق العالقة في الهواء من منطقة الى اخرى. هذا الانتقال يمكن تقسيمه الى عدة انواع بالاعتماد على الزمن والمسافة للانتقال وهي:

أ- **submicroscale transport** : يكون الانتقال لمسافة قصيرة اقل من 100م ولمدة اقل من 10 دقائق.

ب- Microscale transport : يكون الانتقال لمدة 10 دقائق -1 ساعة ولمسافة 100م-1كم هو الاكثر شيوعا.

ج- Mesoscale trasp. : يكون الانتقال لعدة ايام ولمسافة اكثر من 100كم

د- Macroscale trasp. : يكون الانتقال لمسافة ووقت اطول

وبما انه معظم الاحياء المجهرية لها قابلية محدودة للبقاء حية في الهواء لذا فان الطريقتين الاولى والثانية هي الشائعة للانتقال بينها بعض سبورات الفطريات والبكتريا المكونة للسبورات والفيروسات تدخل للطريقتين الثالثة والرابعة.

3**- Deposition :** الخطوة الاخيرة هي الاستقرار في جمع الاحياء المجهرية المنتقلة بالهواء لابد لها في النهاية من ان تترك الغلاف وتستقر في مكان ما وهذا يحدث بسبب عدة عوامل تعمل جميعها او بصورة مفردة على جعل الكائن المجهري يستقر في مكانه الاخير ومنها:

**ا- الاستقرار بفعل الجاذبية:** اهم وسيلة تجعل الكائن المجهري في الهواء يترسب ويستقر هي الجاذبية الارضية وهذا العامل يعتمد على سرعة الهواء وحجم الدقائق وكثافتها وقطرها ولزوجة الهواء الجوي.

**ب- الاصطدام بالسطوح:** هي العملية التي بواسطتها تتلامس الدقائق المنتقلة بالهواء بالسطوح المختلفة كالاشجار والجدران وغيرها وهذه العملية شائعة جدا في الطبيعة.

ج- الامطار والشحنات الكهربائية: الامطار والشحنات الكهربائية تؤثر على استقرار الدقائق من الجو حيث تعمل دقائق المطر على زيادة وزن الدقائق المنتقلة بالهواء وبالتالي انزالها الى الارض اما الشحنات الكهربائية فهي تعمل على توليد طاقة تقوم بإلصاق الدقائق الموجبة المحمولة بالهواء مع الاحياء المجهرية والتي تحمل عادة شحنة سالبة مما يعمل على تكتل هذه الدقائق مع بعضها وزيادة وزنها ونزولها للارض.

**معيشة الاحياء المجهرية في الهواء:**

الهواء الجوي يعتبر غير ملائم للاحياء المجهرية وخاصة بسبب ظروف الجفاف وقلة الرطوبة وهذا يؤدي الى قلة بقاء الاحياء المجهرية بصورة فعالة في الهواء الجوي ولكن رغم ذلك فان بعض الاحياء المجهرية تمتلك بعض الميكانيكيات تساعدها على مقاومة طويلة وعموماً فان بقاء الاحياء المجهرية بصورة فعالة في الهواء يعتمد على طبيعة الظروف البيئية والوقت الذي يقضيه في الهواء ونوع الكائن المجهري وعموماً فان الظروف البيئية المؤثرة على حياة الكائن المجهري في الهواء هي:

1. **الرطوبة النسبية** : تعتبر واحدة من اهم العوامل المؤثرة على بقاء الاحياء المجهرية حية في الهواء الجوي حيث لوحظ ان اغلب البكتريا السالبة لصبغة كرام تبقى حية في الهواء الجوي عندما تكون الرطوبة النسبية قليلة الى متوسطة بينما تبدا بالهلاك عند زيادة الرطوبة على 80% بينما الموجبة لصبغة كرام تحبذ الرطوبة العالية، وهذا يعتمد على الطبيعة البيوكيميائية لجدار الكائن المجهري، كذلك الفيروسات عادة تحبذ رطوبة اقل من 50%.
2. **الحرارة**: بصورة عامة فان الحرارة العالية تثبط نشاط الكائن المجهري وتؤدي الى مسخ البروتين بينما قلة الحرارة تساعد على بقاء الكائن المجهري فترة اطول وفي ظروف التجميد فان بعض الاحياء يفقد فعاليته بسبب تكون جزيئات ثلجية داخل اجسامها.
3. **الاشعاع :** اكثر الاشعاعات تاثيراً او تدميراً للكائن المجهري هي الاشعاعات القصيرة (UV) والاشعاعات الايونية مثل X-rays ومن العوامل التي تساعد الاحياء على مقاومة الاشعاعات وترابط الكائن المجهري جزيئات اكبر او امتلاكها الصبغات الرطوبة العالية والغيوم وجميع هذه العوامل تمتص الاشعاعات.

**السموم المايكروبية :**

تنتج من قبل الاحياء المجهرية كالفطريات والبكتريا وهي احد عوامل الضراوة في البكتريا وتسبب الامراض والاصابات من خلال تحطيم اغشية المضيف,مثال عليها السم botulinum المنتج من بكتريا Clostridium botulism وهوسم عصبي neurotoxin يعتبر من اقوى السموم المعروفة ويكون للسموم البكتيرية العديد من التطبيقات المهمة من حيث استخدامها كمضادات للسرطان وغيرها وتقسم السموم البكتيرية الى نوعين خارجية وداخلية .

**Toxinosis**: وهو المرض الناجم عن التعرض للسموم البكتيرية فقط وليس بالضرورة وجود اصابة بكتيرية, مثل في حالة موت البكتريا وبقاء السم مثل بعض السموم المنتجة من قبل بكتريا Staphylococcus aureus .

**السموم البكتيرية الداخلية Endotoxins**

هي جزء من الجدار الخلوي تتحرر بعد موت الخلية الجرثومية او انحلالها جزئيا خلال مرحلة النمو، تنتج من البكتريا السالبة لغرام المسببة للأمراض مثل الإشريكية القولونية E coli، Salmonella، Shigella، Pseudomonas، Neisseria، والضمة الكوليرا Cholerae ،تركيبها الكيمياوي عبارة عن lipopolysaccharid ،ثابتة بارتفاع درجة الحرارة دون فقدان السمية ،لا تتحول الى سموم مضعفة toxoid ،معتدلة السمية قاتلة بجرع كبيرة .

**السموم البكتيرية الخارجية Exotoxins**

يفرز هذا النوع من السموم من الانواع البكتيرية الموجبة والسالبة لصبغة غرام ،هي عبارة عن ببتيد اي هي بروتينات قابلة للذوبان، والتي يمكن أن تكون بمثابة إنزيمات. ،هذا النوع من السموم غير ثابت نسبيا بالحرارة حيث تفقد سميتها بسرعة عند التسخين فوق 60 مئوي وبهذا يمكن تحويلها لذوفان toxoid ،يمكن تحويلها بواسطة الفورمالين الى ذوفانات غير سامة ولكن بمستضدية قوية .سامة جدا وقاتلة بكميات صغيرة ، ،. مثل السم الذي ينتج من قبل بكتريا الكزاز Clostridium tetani

مقارنة بين السموم الداخلية والخارجية:

* الذيفان الداخلي هي متعديدات السكاريد الشحمية، في حين أن السموم الخارجية هي بروتينات قابلة للذوبان تنتجها البكتيريا المسببة للأمراض.
* تنتج كل من البكتيريا السالبة لصبغة كرام والموجبة السموم الخارجية في حين أن الذيفان الداخلي تنتجها البكتيريا سالبة الجرام.
* الذيفان الداخلي لا يمكن أن يكون بمثابة الإنزيمات، ولكن السموم الخارجية يمكن أن تكون بمثابة الإنزيمات.
* الذيفان الداخلي هو جزء من الغشاء الخارجي لجدار الخلية، في حين أن السموم الخارجية هي مكون خارج الخلية.
* الذيفان الداخلي أقل سمية من السموم الخارجية.
* السموم الداخلية ثابتة تجاه الحرارة في حين السموم الخارجية تتلف بالحرارة.
* .الموروثات المسؤولة عن السموم الداخلية تقع على الكروموسومات في حين الموروثات المسؤولة عن السموم الخارجية تقع على البلازميدات.
* السموم الداخلية  تؤدي الى ارتفاع حرارة المضيف بافراز انترلوكينات بينما لا تؤدي السموم الخارجية الى حمى في المضيف.
* السموم الداخلية لا يوجد لها مستقبلات نوعية بينما السموم الخارجية ترتبط بمستقبلات نوعية على الخلايا الهدف.
* تكون للسموم الداخلية مستضدية ضعيفة بينما السموم الخارجية لها مستضدية قوية ولها القابلية على تكوبن الاضداد.