تطبيق اجراءات السلامة الحيوية أثناء التعامل مع المخلفات الحيوانية

تعد إجراءات السلامة الحيوية (Biosecurity) ركيزة أساسية عند التعامل مع المخلفات الحيوانية، ليس فقط لحماية العاملين، بل لمنع انتشار الأوبئة وحماية البيئة المحيطة.

سلسلة انتقال العدوى عبر المخلفات

١. **التماس المباشر :**ملامسة العاملين للمخلفات الملوثة.

٢. **التلوث المتقاطع :**انتقال الميكروبات عبر المعدات، الأحذية، أو إطارات السيارات من منطقة ملوثة إلى منطقة سليمة.

٣. **النواقل الحيوية :**الحشرات والقوارض التي تتغذى على الفضلات وتنقل العدوى.

٤. **التلوث البيئي :**تسرب الرشاحة (Leachate) إلى المياه الجوفية أو تطاير الغبار الملوث في الهواء.

أهم هذه الإجراءات:

1. معدات الوقاية الشخصية(PPE)

يجب عدم التهاون في ارتداء التجهيزات الكاملة قبل البدء في أي عملية مناولة:

- **الملابس الواقية :**ارتداء بدلات العمل (Overalls) المقاومة للسوائل والتي يتم غسلها وتعقيمها دورياً.
- **حماية الجهاز التنفسي :**استخدام كمامات عالية الجودة (مثل N95) للوقاية من الغبار الحيوي، الأبواغ الفطرية، والغازات المنبعثة مثل الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين.
- **حماية الأعين واليدين :**استخدام نظارات واقية محكمة الإغلاق وقفازات سميكة مقاومة للمواد الكيميائية والثقوب.
- **الأحذية الواقية :**أحذية مطاطية (Boots) طويلة يسهل غسلها وتطهيرها عند الانتقال من منطقة إلى أخرى.
- **غسل اليدين :**غسل اليدين جيداً بالماء والصابون فوراً بعد خلع القفازات وقبل مغادرة منطقة العمل .

٢. بروتوكولات النقل والمناولة الآمنة

منع التسرب: يجب استخدام حاويات أو مقطورات محكمة الإغلاق لمنع تساقط الفضلات أو سوائلها أثناء النقل إلى وحدات المعالجة.

الفصل عند المصدر :فصل النفايات المعدية (مثل أنسجة الحيوانات المريضة، الدم) عن النفايات غير المعدية (فضلات طبيعية).

تحديد المسارات: تخصيص طرق معينة لنقل المخلفات بعيداً عن حظائر الحيوانات السليمة أو مخازن الأعلاف ومصادر المياه.

التحكم في الغبار: ترطيب المخلفات الجافة قليلاً قبل تحريكها لمنع تطاير الجزيئات الملوثة في الهواء.

الترميز اللوني: استخدام أكياس وحاويات ملونة (غالباً حمراء أو برتقالية) للنفايات الخطرة بيولوجياً لتمييزها.

٣.الإدارة البيولوجية لمواقع المعالجة (الكمبوست)

عند تحويل المخلفات إلى سماد عضوي(Composting) ، يجب اتباع ما يلي:

- إدارة درجات الحرارة :التأكد من وصول قلب كومة السماد إلى درجة حرارة لا تقل عن **55-60 درجة مئوية** لمدة زمنية كافية لضمان القضاء على المسببات المرضية وبذور الأعشاب الضارة.

- مكافحة النواقل :وضع خطة صارمة للسيطرة على القوارض والحشرات (مثل الذباب) التي تنقل الأمراض من المخلفات إلى الإنسان أو الحيوان.

- عزل الموقع :يجب أن يكون موقع المعالجة في اتجاه الريح بعيداً عن المجمعات السكنية أو حظائر التربية، مع وجود أرضية صلبة تمنع تسرب السوائل (Leachate) إلى المياه الجوفية.

٤.التطهير والتعقيم المستمر

محطات التطهير :وضع مغاطس للأقدام (Footbaths) تحتوي على مطهرات قوية عند مداخل ومخارج مرافق المعالجة.

تعقيم المعدات :غسل وتطهير الجرارات، العربات، والأدوات اليدوية فور الانتهاء من العمل باستخدام محاليل تعقيم معتمدة (مثل مركبات الأمونيوم الرباعية أو الكلور بنسب محددة).

النظافة الشخصية :توفير مرافق للاغتسال وتغيير الملابس للعاملين، مع التشديد على غسل اليدين جيداً بالصابون المطهر قبل تناول الطعام أو مغادرة الموقع.

التخلص عبر جهات مختصة :نقل المخلفات الخطرة عبر شركات متخصصة في إدارة النفايات الطبية الحيوية.

الطمر الصحي: دفن جثث الحيوانات النافقة في أماكن مخصصة بعيداً عن مصادر المياه الجوفية، وبشكل يمنع وصول الحيوانات الضالة إليها.

التعقيم: استخدام أجهزة التعقيم بالبخار (Autoclave) للمخلفات المختبرية أو المعدية.

مكافحة الآفات :السيطرة على الحشرات والقوارض التي قد تنقل الأمراض من المخلفات .

٥.الرصد والتوثيق

سجلات المراقبة :تدوين درجات الحرارة اليومية وعمليات التقليب لضمان كفاءة المعالجة البيولوجية.

التدريب الدوري :التأكد من أن جميع العاملين على دراية بالمخاطر الميكروبيولوجية وكيفية التعامل مع حالات الطوارئ أو الانسكابات المفاجئة.

التبليغ :الإبلاغ الفوري عن أي حالات تعرض أو حوادث انسكاب.

ملاحظة : اعتبر دائماً أن جميع المخلفات الحيوانية ملوثة (مبدأ الاحتياط) حتى يثبت عكس ذلك.

إليك تفاصيل تقنية دقيقة تتعلق بالمعايير الدولية (مثل معايير منظمة الصحة العالمية والـFAO)

١.الإدارة المتقدمة للمسببات المرضية(Pathogen Inactivation)

الهدف ليس التخلص من الرائحة فقط، بل "التعقيم البيولوجي". تعتمد دقة المعالجة على منحنى (الوقت – الحرارة):

القضاء على البكتيريا المعوية: لضمان خلو السماد من Salmonella وE. coli ، يجب الحفاظ على درجة حرارة ٥٥ °C لمدة ١٥ يوماً متواصلة في أنظمة الأكوام المقلوبة(Windrows) ، مع إجراء ٥ تقليبات على الأقل لضمان تعرض كل الأجزاء للحرارة العالية في قلب الكومة.

التعقيم في الأنظمة المغلقة :(In-vessel) ترتفع الدقة هنا، حيث يكفي الحفاظ على ٦٠ °C لمدة ٣ أيام فقط لأن النظام معزول تماماً ويضمن توزيعاً متساوياً للحرارة.

٢.هندسة "المناطق الحمراء والخضراء(Zoning Strategy) "

في المنشآت الاحترافية، يتم تطبيق نظام فصل صارم لمنع التلوث العكسي:

المنطقة الحمراء :(Red Zone) تشمل أماكن تجميع المخلفات الخام ووحدات المعالجة الأولية. يمنع خروج أي معدات أو أفراد منها إلى مناطق التربية دون "تطهير كامل."

منطقة العزل :(Buffer Zone) مسافة لا تقل عن ٣٠-٥٠ متراً تفصل بين منطقة المعالجة وأقرب حظيرة حيوانات، ويفضل وجود حزام شجري لتقليل انتقال الميكروبات عبر الهواء Bio aerosols.

المنطقة الخضراء :(Green Zone) هي مخازن المنتج النهائي (السماد المعالج). يجب أن تكون في مستوى أرضي أعلى من المنطقة الحمراء لمنع تدفق مياه الأمطار الملوثة إليها.

٣.المعايير الدقيقة لمعدات الحماية(Technical Specifications)

لا يكفي ارتداء أي قفاز أو كمامة، بل يجب اتباع المواصفات التالية:

القفازات: يجب أن تكون من مادة النيتريل (Nitrile) بسمك لا يقل عن ٨ ملم لمقاومة التمزق والأحماض العضوية، ويفضل أن تكون طويلة لتغطية الساعد.

أجهزة التنفس: في الأماكن المغلقة (مثل صوامع التخزين)، يجب استخدام أجهزة تنفس مزودة بمرشحات P100 التي تحجب ٩٩,٩٪ من الجزيئات الزيتية وغير الزيتية، للوقاية من أبواغ فطر Aspergillusالذي يسبب مشاكل رئوية خطيرة.

بدلات العمل: يجب أن تخضع لاختبار النفاذية للسوائل البيولوجية.(ISO 16604)

٤.إدارة السوائل الراشحة(Leachate Management)

السوائل الناتجة عن ضغط المخلفات هي الأخطر بيئياً وحيوياً:

التبطين الجيوممبراني :(Geomembrane) يجب تبطين أحواض التجميع بطبقة من البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE) لمنع وصول النترات والميكروبات للمياه الجوفية.

المعالجة الكيميائية للسوائل: قبل إعادة استخدام السوائل لترطيب الكومات، يفضل معالجتها بـ الأوزون أو الأشعة فوق البنفسجية (UV) لكسر الحمض النووي للفيروسات المعوية.

٥.الفحوصات المخبرية للجودة(Validation)

بعد انتهاء المعالجة، لا يتم اعتماد السلامة الحيوية إلا عبر التحليل المخبري التالي:

اختبار الإنبات :(Phytotoxicity) للتأكد من غياب المواد السامة للنبات (مثل الأحماض الدهنية الطيارة).

العد البكتيري: التأكد من أن بكتيريا الفيكال كوليفورم (Fecal Coliforms) أقل من ١٠٠٠ وحدة تشكيل مستعمرة لكل جرام من المادة الجافة.

اختبار الاستقرار :(Respiration Rate) قياس معدل استهلاك الأكسجين للتأكد من أن النشاط الميكروبي قد توقف وأن المادة أصبحت "خاملة حيوياً."

٦.إجراءات الطوارئ البيولوجية

عند حدوث انسكاب كبير للمخلفات السائلة:

الاحتواء الفوري: استخدام مواد ماصة (مثل الجير المطفأ أو الرمل) لمنع السائل من الوصول للمجاري المائية.

التطهير الكيميائي: رش منطقة الانسكاب بمحلول بيروكسيد الهيدروجين بتركيز ٣٪ أو فاركون أس (Virkon S)، وهي مطهرات واسعة الطيف تقضي على الفيروسات المغلفة وغير المغلفة.