الفصل الثاني

المعدات والأدوات الضرورية لإنتاج الأسمدة العضوية

obeikan.com

obeikan.com

الفصل الثاني

المعدات والأدوات الضرورية لإنتاج الأسمدة العضوية

Essential Machines and Tools for the Production of Organic Fertilizers

مقدمة *Introduction*:

تعتمد صناعة الأسمدة العضوية - كما سبق وأن أوضحنا - على الكائنات الحية الدقيقة، لكن لا يعني هذا أن هذه الكائنات سوف تعمل من تلقاء نفسها على أي مُخَلف تتواجد فيه، وعلى أي صورة يكون عليها هذا المُخَلف، أو أن لها القدرة على تجهيز المواد العضوية الصلبة المتوفرة لديها بصورة مناسبة لنشاطها؛ لذا فإن الأمر يتطلب وجود دور إنساني أو دور بشري من خلال منظومة متكاملة لتفعيل دور هذه الكائنات الحية الدقيقة، بدايةً من اختيار نوع الخامات ومحتواها من العناصر المحددة لعملها من عنصري الكربون والنيتروجين، وتحديد نسب الخلط فيما بين هذه المخلفات، وتجهيزها لتكون بأحجام حزيئية مناسبة لنشاطها، وعمل مصفوفات من هذه المخلفات، مع توفير نسب الرطوبة والأكسجين المناسبين لحياتها، ومع اكتمال النضج والحصول على السماد العضوي يتم التأكد من مستوى جودته، من خلال أدوات معملية خاصة، ثم يتم بعدها إعداده للتسويق بنخله أو غربلته، ثم تعبئته في عبوات مناسبة، لتصبح كل هذه العمليات هي قوام العمليات الأساسية في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية.

هذه العمليات الأساسية, هي في معظمها عمليات ميكانيكية، تحتاج لإنجازها إلى بعض الأدوات والمعدات، وهذه الأدوات والمعدات تعتبر

ضرورية في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية، والتي يمكن توصيفها هنا بشيء من الإيجاز؛ ليتعرف إليها الراغبون في إنشاء مصانع الأسمدة العضوية، أو العاملون في هذه المصانع، أيًّا كانت مصادر المخلفات التي يتم منها الإنتاج، سواء كانت مخلفات بلدية صلبة أو حمأة، أو مخلفات حيوانية، أو نباتية، أو مخلفات الصناعات الغذائية والأسواق المركزية.

أولًا: المعدات الأساسية بمصانع إنتاج الأسمدة العضوية

Essential Machines for Organic Fertilizers Production

1. **ميزان بسكول *Bascule balance***:

إن أول معدات وأدوات مصانع إنتاج الأسمدة العضوية أو الكمبوست هو ميزان البسكول الإلكتروني، وميزان البسكول الإلكتروني (شكل 2-1) يوضع فوق سطح الأرض؛ لسهولة صيانته، متصل بغرفة تحكم متصلة بخلايا الوزن عن طريق كابلات فليكسيبل، وتصل قدرته إلى 50- 60 طنًّا.

شكل (2-1): ميزان بسكول قدرة 50 طنًّا في مصنع من مصانع الأسمدة العضوية من المخلفات البلدية الصلبة

ويعمل ميزان البسكول على تسجيل التاريخ والوقت والوزن (إجمالي / فارغ / صافي)، ورقم السيارة، ورقم ونوع الحمولة، من خلال الطابعة المتصلة به. وترجع أهمية تسجيل وزن أي كمية من المخلفات الواردة للمصنع إلى أنها المؤشر الحقيقي الذي على أساسه يتم تحديد حجم العمليات وعدد المعدات والعمالة المطلوبة للعمل في المصنع. كما أنه يسجل أيضًا وزن المرفوضات التي يتم نقلها إلى المدفن الصحي، ووزن المفروزات التي يتم فرزها وبيعها لمتعهدي المفروزات، وكذلك الأسمدة التي يتم تسويقها للعملاء.

وفي المصانع الصغيرة لصناعة الأسمدة العضوية من المخلفات الزراعية – نباتية أو نباتية حيوانية – يمكن استخدام موازين بسكول صغيرة بنفس المواصفات، قدرتها تصل إلى 20- 25 طنًا (شكل 2-2)، وتحقق نفس الأهداف التي تحققها موازين البسكول الكبيرة، طالما كانت الأوزان في حدود المدى المحدد لسعة وقدرة الميزان.

شكل (2-2): ميزان بسكول قدرة 20 طنًا في مصنع أسمدة عضوية من المخلفات الزراعية (نباتية وحيوانية)

2- خطوط الفرز في مصانع المخلفات البلدية الصلبة *Sorting lines*:

يختلف عدد خطوط الفرز في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية من المخلفات البلدية الصلبة على حسب الكمية التي يمكن أن يستقبلها المصنع، ويمكن أن يكون بالمصنع وحدات من خطوط الفرز مصممة من خط واحد، أو خطين، أو ثلاثة خطوط أو أربعة خطوط في وحدات يمكن تكرارها حسب كمية المخلفات المطلوب التعامل معها؛ فرزًا ومعالجة، وتخلصًا؛ حيث يستوعب الخط الواحد كمية قدرها 160 – 250 طن في اليوم (شكل 2- 3).

شكل (2-3): وحدات فرز مختلفة في عدد الخطوط حسب كمية المخلفات البلدية الصلبة المطلوب معالجتها

ويتكون كل خط من سير صاعد يتم تغذيته بالمخلفات البلدية الصلبة، يثبت أعلى هذا الجزء من السير الصاعد وحدة لتفتيح الأكياس، يلي ذلك سير أفقي بطول 12متر للفرز اليدوي عليه 8 محطات؛ لالتقاط المسترجعات، ويوجد أعلى نهاية خط الفرز لاقط مغناطيسي؛ للتخلص من المواد المعدنية. ومع نهاية هذا الخط يتم فصل المرفوضات من البلاستيك الخفيف عن المادة العضوية، من خلال منخل ثابت؛ لتذهب المرفوضات المتجمعة إلى المدفن الصحي، وتنقل المادة العضوية إلى أماكن المعالجة، والحصول منها على الأسمدة العضوية.

3- ماكينات الفرم أو طحن المخلفات الزراعية *Shredding and milling machines:*

من المعدات المهمة والضرورية في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية، ماكينات الفرم أو طحن الخامات الزراعية (شكل 2- 4)، مثل قش الأرز، حطب الذرة، حطب القطن، تقليم الأشجار، وجريد النخيل، وغيرها من الأجزاء الجافة ذات رطوبة لا تزيد عن 15-20٪. وهذه المعدات تعمل على جعل جزيئات المخلفات أو البقايا النباتية بأقطار تتناسب مع مقدرة الكائنات الحية الدقيقة على التعامل معها.

ويستخدم للفرم أي ماكينة من ماكينات الفرم, مثل ماكينة باندت Bandit بطرزها المختلفة, والتي تتكون من 2 درفيل يتم إدارتهما بعدد 2 محرك هيدروليكي بسرعة 1200 لفة في الدقيقة، من خلال محرك كهربي قدرته 40 حصانًا. ويتحدد اختيار ماكينة الفرم أو التقطيع على حسب نوع المخلفات المتوفرة، وأقطار جزيئاتها المطلوب الوصول إليها. كما يستخدم في الطحن

أنواع أخرى من الماكينات Hummer mill. وبعض هذه الماكينات يتم تغذيته بواسطة العمال، والبعض الآخر يتم تغذيته بواسطة معدات مناولة متصلة به مباشرة أو منفصلة عنه (شكل 2- 4).

شكل (2-4): نماذج مختلفة من معدات الفرم والتقطيع للمخلفات والبقايا النباتية

وتختلف الطاقة الإنتاجية لمعدات الفرم من 0.5 إلى 10 طن في الساعة. وفي حالة ما إذا كانت المخلفات الزراعية متواجدة بكميات قليلة، فإنه يمكن استخدام ماكينة التقليب إسكاراب في تقطيع المخلفات الزراعية بعد تغيير السكاكين الموجودة على الدرام إلى سكاكين متحركة بدلًا من السكاكين الثابتة،

مع مراعاة المراقبة الجيدة لها أثناء العمل؛ حيث يمكن أن يؤثر ذلك على مزيد من الاحتكاك وارتفاع في درجة الحرارة؛ ومن ثم يلزم وجود استعداد كافٍ، وأخذ كل احتياطات الطوارئ أثناء استخدام ماكينة التقليب في العمل في فرم المخلفات الزراعية.

4- اللوادر *Loaders*:

ويستخدم في مصانع الأسمدة العضوية اللوادر محورية الحركة، أو اللوادر المفصلية (شكل 2- 5)؛ للمساعدة في عملية الفرز الأولى للمخلفات Presorting، وتغذية خطوط الفرز، وبناء المصفوفات، وضمها، وتقليبها في حالة عدم توفر ماكينات للتقليب، وتغذية المناخل، بالإضافة إلى التحميل، وهي كلها عمليات أساسية وضرورية لإنجاز العمليات بالمصنع.

شكل (2-5): نماذج اللوادر المفصلية والمحورية الحركة في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية

5- جرارات زراعية *Agricultural tractors*:

الجرارات الزراعية من المعدات الميكانيكية الضرورية في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية؛ حيث تستخدم في تشغيل بعض ماكينات الفرم غير المزودة بموتور كهربي، وجر مقطورات الجر الزراعية التي تنقل الخامات من خارج المصنع، أو نقل وتكويم المنتج داخل المصنع، بالإضافة إلى جر مقطورة أو تنك الترطيب للمصفوفات (شكل 2- 6 أ), وتستخدم في ذلك أنواع مختلفة من الجرارات وبقدرات مختلفة، لكنها في كل الحالات تكون متناسبة مع المعدات التي تتعامل معها. وفي المصانع الصغيرة يمكن استخدام جرارات بباكت أمامي (شكل 2- 6ب)؛ لتساعد في بعض الأعمال التي يقوم بها اللودر، من تحميل خامات، أو بناء وضم المصفوفات، بالإضافة إلى أعمال الجر التي يقوم بها كجرار.

شكل (2-6 أ): نموذج للجرارات الزراعية التي يمكن استخدامها في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية

شكل (2-6 ب): نموذج للجرارات الزراعية بباكت أمامي ثنائية الاستخدام في مصانع إنتاج الأسمدة العضوية

6- مقطورة جر زراعية *Agricultural pull trailer*:

يجب توفر مقطورة جر زراعية بقلاب بمصنع إنتاج الأسمدة العضوية؛ حيث تعتبر من المعدات الضرورية التي تساعد على نقل الخامات من أماكن التخزين إلى أماكن التشغيل، ونقل مصفوفات السماد عند ضمها، أو نقلها إلى مكان النخل وتخزين المنتج النهائي. كما تستخدم أيضًا في نقل المخلفات الزراعية نباتية كانت أو حيوانية من أماكن توالدها إلى موقع العمل بالمصنع. وتستخدم مقطورات قلابة سعتها حوالي 4 متر مكعب (4 × 2 × 0.5 متر للطول والعرض والارتفاع على الترتيب)، حمولتها حوالي 4- 5 طن.

ومقطورات الجر يوجد منها نوعان؛ الأول: وهو الشائع في مصر, وهو المقطورات المصممة على 2 أكس Double axle شكل (2-7)، والثاني, هو

المصمم على أكس واحد Single axle, وهو المنتشر في معظم الدول العربية شكل (2-8).

شكل (2-7): نموذج لمقطورة جر زراعية بقلاب سعة 4 متر مكعب على 2 أكس

شكل (2-8): نموذج لمقطورة جر زراعية بقلاب سعة 4 متر مكعب على أكس واحد

7- وحدات لإضافة المياه والترطيب *Moistened units*:

يستخدم في ترطيب المصفوفات أثناء عمليات المعالجة وحدات إضافة المياه Water addition المكونة من مقطورة مجهزة بخزان أو تنك مياه Water tank سعته 4- 6 متر مكعب، مع مضخة سحب وضخ تعطي تصرف 500 لتر في الدقيقة (شكل 2- 9). وتنك المياه مزود بذراعين، طول كل منهما 3 متر، مثبت عليه مجموعات لرش وتوزيع المياه، ويجر هذه المقطورة جرار زراعي قوة 90-110 حصان.

شكل (2-9): تنكات مياه الترطيب المجرورة بواسطة جرار زراعي

كما يمكن أن يتم الترطيب من خلال ماكينات ضخ مباشرة من مصدر المياه عبر خراطيم الإطفاء، ويستخدم لذلك نوعان من الماكينات، منها ماكينة المياه العائمة Floating water pump، أو ماكينة الري Irrigation pump التي تستخدم في ري المحاصيل (شكل 2-

10)، على أن يزود موقع المصنع بخزان خرساني يملأ بالمياه من مصدر مياه للري أو مياه للشرب.

شكل (2-10): ماكينة ري تستخدم في الترطيب والتأمين للمصنع من خطر الحرائق

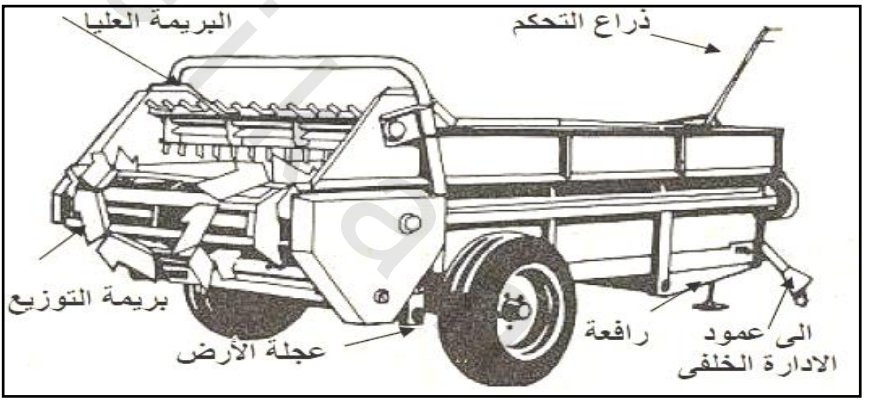
كما يمكن الترطيب مع ماكينات التقليب, وذلك بتزويد هذه الماكينات بمصدر للمياه، عن طريق خراطيم متصلة بخط الحريق بالمصنع، أو خراطيم متصلة بماكينة الري التي تستخدم في الترطيب والتأمين ضد الحريق، أو تزود بتنك يتم ملؤه بالماء كلما نفد محتواه (شكل 2- 11 أ)، ومزودة بعدد من البشابير أعلى أسطوانة التقليب (شكل 2- 11 ب).

شكل (2-11أ): ماكينة التقليب مزودة بتنك للترطيب أثناء العمل في التقليب

شكل 2-11ب): ماكينة التقليب مزودة ببشابير للترطيب أثناء العمل في التقليب

8- ماكينات ومعدات التقليب *Turning tools and machines:*

يستخدم في تقليب مصفوفات المخلفات العضوية عند صناعة الأسمدة العضوية أو الكمبوست معدات متنوعة وماكينات متخصصة, ففي المصانع الصغيرة يمكن التقليب باستخدام اللوادر المفصلية (شكل 2- 5) أو الجرارات الزراعية المزودة بباكت (شكل 2- 6 ب)، أو بواسطة المقطورة ذات السير المتحرك, والتي تستخدم في توزيع الأسمدة العضوية في المزارع (شكل 2- 12 أ)، وفي حالة العمل في كومات يمكن استخدام الحفارات (شكل 2- 12 ب).



شكل (2-12 أ): مقطورة وبدارة توزيع الأسمدة العضوية تستخدم في تقليب المصفوفات

شكل (2-12 ب): اللوادر والحفارات للاستخدام في التقليب

وفي حالة المصانع المغلقة ذات المساحة المحدودة، والتي تخدم مباشرة مزارع الدواجن، وخاصة مزارع الدجاج البياض في بطاريات، والتي يكون الزرق المتجمع منها عالي الرطوبة وذا رائحة نفاذة، فإنه في هذه الحالة يتم خلط الزرق بمخلفات زراعية مطحونة، في أحواض أرضيتها وجوانبها خرسانية، ويتم التقليب بمقلبات هيدوليكية (شكل 2-13).

شكل (2-13): يوضح طريقة التقليب بأجهزة التقليب الهيدروليكية في مصانع الأسمدة العضوية المغلقة

وفي حالة المصانع متوسطة الإنتاجية، والمصانع الكبيرة، لا تؤدي المعدات السابقة، من لوادر، ومقطورات بدار الأسمدة، وحفارات، الغرض من سرعة وكفاءة التقليب، وتجانس المكونات وجودة المنتج؛ الأمر الذي يتطلب تواجد ماكينات تقليب خاصة (شكل 2- 14)، وهذه الماكينات توجد بقدرات مختلفة. ومن أمثلتها ماكينات مجرورة يتم جرها بواسطة الجرار الزراعي، أو

ماكينات تعمل ذاتيًا، ومنها من يعمل على تقليب المصفوفة في مكانها، ومنها من ينقلها إلى مكان موازٍ لها.

ولا تقف مواصفات ماكينات التقليب على طريقة الجر أو طريقة التقليب؛ بل توجد ماكينات التقليب بأحجام مختلفة، تتمثل في اختلاف العرض والارتفاع لهذه الماكينات، والتي تنتجها شركات عالمية متخصصة. ومن الشركات التي تعمل معداتها في مصر شركة باكوس BACKHUS الألمانية، وشركة إسكاراب SCARAB الأمريكية. ويتم حاليًا تصنيع منتجات شركة إسكاراب محليًا بواسطة مجموعة الأنشطة الهندسية ENTAG بمقاسات رقمية 8، 10، 12، 18، تشير إلى عرض نفق التشغيل بالقدم، والذي يتم بناء المصفوفات بناءً عليه. فماكينة إسكاراب -8، عرض النفق الخاص بها هو 240 سنتيمتر, وهو يمثل عرض المصفوفة تحت التشغيل، إسكاراب -10، عرض النفق الخاص بها هو 300 سنتيمتر، إسكاراب -12، عرض النفق الخاص بها هو 360 سنتيمتر، إسكاراب -18 عرض النفق الخاص بها هو 540 سنتيمتر؛ بما يعني أن زيادة رقم الطراز يعني زيادة كمية الإنتاج على وحدة المساحة بالمصنع. وكنموذج لهذه النوعية نجد أن ماكينة إسكاراب -12 مثلاً تعمل بمحرك ديزل قدرة 185 حصان، ويتم نقل الحركة هيدروليكيًا إلى أسطوانة التقليب, والتي قطرها 30 سم, ومثبت عليها 100 سكينة مقساة سطحيًا، وتتحرك بسرعة 650 لفة / دقيقة. ويمكن التحكم في ارتفاع وانخفاض أسطوانة التقليب بواسطة أربع أسطوانات هيدروليكية. وتتحرك ماكينات التقليب إسكاراب بواسطة العجلتين الأماميتين؛ حيث تدار كل منهما بواسطة محرك هيدروليكي منفصل, ويتم التحكم في حركة الدوران للماكينة بزيادة سرعة إحدى العجلتين عن الأخرى.

أصغر طراز من ماكينات التقليب من شركة اسكاراب، ويجرها جرار زراعي

طرازات مختلفة من ماكينات التقليب إسكاراب - 18،12 التي يتم تصنيعها في مصر

شكل (2-14): نماذج من ماكينات التقليب التي تساعد على الإنتاج الكمي الجيد من الأسمدة العضوية

9- معدات النخل أو الغربلة *Screening or sieving machine*:

يستخدم في غربلة السماد العضوي مناخل دوارة (شكل 2-15), وهي عبارة عن شاسيه متحرك على عجل وصينية جر، ومزود بسيور مناولة ولوحة تحكم كهربائية، وجزء النخل الأسطواني الذي قطر ثقوبه 10 × 10 ملليمتر، وسرعته 18-20 لفة في الدقيقة، وطاقته الإنتاجية 15-20 طن في الساعة. كما توجد مناخل ثابتة تقوم بنفس الدور الذي تقوم به المناخل الدوارة المتحركة.

تعمل هذه المناخل على التخلص من الشوائب كالبلاستيك، والحصى، والأجزاء الأكبر من 10 ملليمتر, ولم تتحلل بعد، والتي يعاد إضافتها إلى المصفوفات الجديدة لاكتمال تحللها.

شكل (2-15): نماذج من المناخل لنخل وغربلة الأسمدة العضوية، نموذج للمنخل المتحرك الدوار (إلى اليمين)، والمنخل الثابت (إلى اليمين)

10- وحدات التعبئة *Packing unit*:

الأسمدة العضوية بعد غربلتها أو نخلها تصبح جاهزة للتسويق أو البيع. ويتم تسويق الأسمدة العضوية؛ إما سائبةً أو معبأةً في شكاير. وفي حالة التسويق أو البيع للعملاء في شكاير، فإنه يلزم تواجد وحدة تعبئة في المصنع. وكمثال لوحدة التعبئة هو ما نجده في شكل (2-16)، والذي يمثل طرازًا لماكينة التعبئة 02- BG، والتي سعتها التصميمية 4-6 طن في الساعة، وحجم قادوسها 0.9 متر مكعب، يتم تغذيته باللودر، وتعطي طاقة إنتاجية مقدارها 150 شيكارة في الساعة تزن كل منها 25- 100 كيلو جرام للشيكارة.

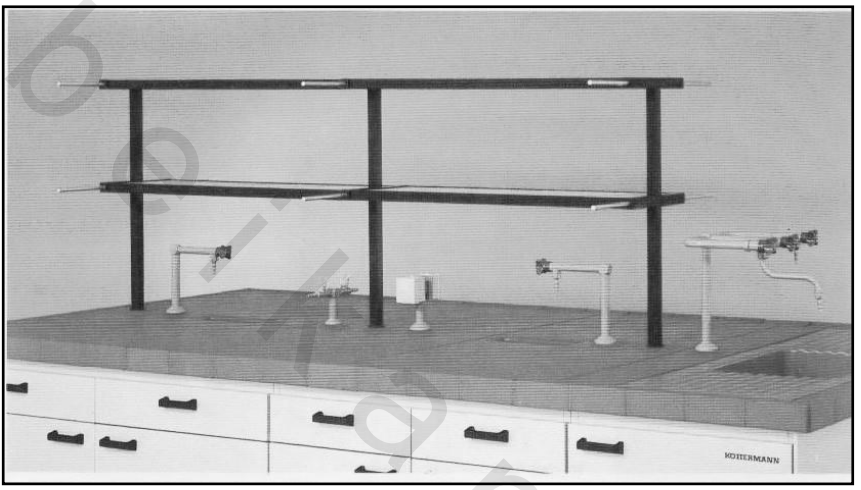
شكل (2-16): وحدة التعبئة للأسمدة العضوية أو الكمبوست

ثانيًا: الأدوات والأجهزة العلمية لمعامل مصانع إنتاج الأسمدة العضوية
Tools and Scientific apparatus for the Laboratories of Organic Fertilizers Production Factories

هناك مجموعة من الأجهزة والأدوات المعملية الضرورية ليقوم معمل تحليلات الأسمدة العضوية بمتطلبات التحليلات الكيميائية والطبيعية المطلوبة؛ لمراقبة وتوكيد جودة الأسمدة العضوية. وفي كل معامل تحليلات الأسمدة العضوية – كما في كل معامل التحليلات – نجد عددًا من الاعتبارات العامة التي لا يجب إهمالها في إعداد وتجهيز المعمل، من حيث عدد التحليلات، والطرق المستخدمة فيها، وعدد العينات التي يمكن إجراؤها، وبالتالي يكون المعمل مجهزًا للقيام بوظيفته لعدد التحليلات المطلوبة، وبالطرق المناسبة للتحليلات، وللعدد المطلوب من العينات التي يتم إجراؤها سنويًّا حسب الاحتياجات والإمكانات، ودرجة الدقة المطلوبة في هذه التحليلات.

وبناء على ذلك، يتم تحديد نوعية الأجهزة المطلوبة وأماكن وضعها، وما تشغله من حيز في المعمل، وكذلك الفنيين القائمين على إجراء التحليلات ومستوى تأهيلهم وتدريبهم. ويمكن البدء بمعمل صغير يقوم بتحليل عدد محدود من العينات، أو إجراء عدد محدود من التحليلات، على أن تُجرى باقي التحليلات التي تتطلب أجهزة للقياس والتقدير غالية الثمن في معامل أكبر في المعاهد البحثية، وبعد فترة من العمل واكتساب الخبرة يمكن التوسع فيه، وفي هذه الحالة يجب أن يكون ذلك مخططًا له من البداية. ولكن في كل الحالات يجب أن تكون درجة الدقة وموثوقية النتائج، ودرجة جودة ووضوح التوصيات عالية، سواء كان المعمل أو المختبر صغيرًا أو كبيرًا. ومن ضمن ما يتضمنه معمل تحليلات الأسمدة العضوية ما يلي:

- بنش أو عدد من البنشات حسب حجم المعمل (شكل 3- 17).
- عدد من وحدات الأرفف بعمق 50 سم.
- دولاب صغير للاحتفاظ بالسجلات والأجهزة الصغيرة.
- شفاط لسحب الأبخرة.



شكل (2-17): نموذج لأحد البنشات التي يمكن استخدامها في معامل مصانع الأسمدة العضوية

- الاحتفاظ بدرجات الحرارة في المعمل ثابتة، من خلال توفر نظام للتكييف؛ لتجنب تلف الأجهزة العلمية، وتأثر الكيماويات، بالإضافة إلى تأثر كفاءة عملية الاستخلاص؛ بسبب التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة والرطوبة، وما يترتب على كل ذلك من عدم دقة نتائج التحليلات.
- تزويد المعمل بتيار كهربائي ثابت يمكن الاعتماد عليه، وأن تكون أسلاك التوصيلات بسمك يتوافق مع الأحمال، وأن تكون بالمعمل أكثر من خط يغذي كل منها عدد محدد من نقاط التغذية لعدد محدد

من الأجهزة، ولكل خط أو مجموعة من الخطوط الفيوزات الخاصة بها، بحيث إذا حدث عطل مفاجئ في بعض الوحدات فإنه يصبح عطلًا موضعيًّا لا يؤثر على وحدات المعمل الأخرى أو المعمل بكامله. ويجب أن تكون هناك وصلة أرضية بكل الأجهزة لتلافي أي أضرار من ارتفاع التيار الكهربائي فجأة. وإذا كان التيار الكهربائي متذبذبًا كثيرًا, فإنه ينصح بتركيب جهاز منظم لشدة التيار، كما ينصح بوجود جهاز يكفي لتشغيل الكهرباء في المعمل كله في حالة الانقطاع المفاجئ للتيار الكهربائي UPS.

- يجب أن تكون المياه الواصلة للمعمل خالية - بقدر الإمكان - من أي ملوثات أو مواد عالقة، وأن يكون ضغطها ثابتًا, وأحيانًا يكون من الضروري ترشيح المياه المستعملة في المعمل أو نزع الأيونات منها.
- ومن ناحية الصرف، فإن مخلفات معامل التحليلات تحتوي على كميات عالقة من الرواسب, بالإضافة إلى محاليل حامضية وقلوية. ويجب أن يسمح نظام الصرف بصيانته وتطهيره بانتظام، أو عند الحاجة إلى ذلك.
- ويجب أن نضمن استمرار وجود أو توريد الغازات المستعملة في المعمل؛ حتى لا يحدث توقف للعمل فجأة في المعمل.
- تزويد المعمل بأجهزة تقطير المياه أو أجهزة نزع الأيونات من المياه Deionization or Demineralization.
- تحفظ المياه المقطرة في أواني من البولي إثيلين تزود بصنبور أو بغطاء ذي فتحة مزدوجة؛ حتى يمكن سحب المياه منها خلال أنابيب بلاستيكية صلبة.

- وفي معامل التحليلات للأسمدة العضوية يجب اختيار الكيماويات من نوعية مناسبة؛ حيث إن درجة جودة الكيماويات تحدد مدى دقة النتائج المتحصل عليها. وهناك نوعان من الكيماويات:
  - كيماويات عالية الجودة ومضمونة الاستخدام، ويطلق عليها High grade، وهذه الكيماويات تضمنها الشركات المصنعة لها، وتمنحها اسمًا تضمن بها جودتها, وتعطي ثقة للمتعاملين معها مثل ACS grade، تشير إلى الكيماويات المصنعة في الولايات المتحدة الأمريكية، واسم Analar grade تشير إلى الكيماويات المصنعة في المملكة المتحدة، واسم Zur Analyze grade تشير إلى الكيماويات المصنعة في ألمانيا، واسم Pro Analyze grade تشير إلى الكيماويات المصنعة في هولندا وفرنسا.
  - كيماويات أقل جودة (وأرخص سعرًا) تسمى Technical grade, وهي ما يطلق عليها في مصر كيماويات تجارية, وهذه الكيماويات تستعمل في أغراض تنظيف وغسيل الأدوات, مثل الأسيتون, أو في التحليلات التي لا تحتاج إلى كيماويات ذات درجات عالية من الجودة.

وفي كل الحالات يجب أن يتم تدريب الفنيين العاملين في المعمل على طرق مراعاة نوعية الكيماويات المستخدمة وطرق تحضيرها، وعلى الإرشادات المطلوب اتباعها في تخزين الكيماويات، وكذلك نوعية المياه المطلوبة في تحضير كل نوع من أنواع الكيماويات (لمزيد من المعلومات حول تجهيزات المعامل وطريقة العمل بها، راجع كتابنا "التحليلات المعملية للتربة والمياه والمواد النباتية"، محمد شريف، عاطف كشك 2018م، دار النشر للجامعات، مصر).

تجهيز المعمل بالأدوات والأجهزة العلمية الضرورية للتحليلات الروتينية:

ميـزان بكفـة واحـدة Single pan balance: ميزان بكفة واحدة، يعمـل بالبطاريـة والكهربـاء 220 فولـت، حساسية رقم عشري واحد، يزن حتى 2 كيلو جرام، يفضل أن يـزود بنظـام إلغاء وزن الوعاء.

ميـــزان حســـاس Analytical balance: ميزان حساس إلكتروني، حساسيته لا تقل عن 2 رقـم عشـري (ويفضل استخدام 4 أرقـام عشـرية) يـزن حتـى 200 جـم، مـزود بنظـام لإلغاء وزن الوعاء، مزود بكابينة لمنـع تيارات الهواء، أو يوضع داخل المعمل في مكان منعـزل عـن تيـارات الهـواء. يعمـل علـى التيـار الكهربـائي 220 فولت.

سـطح تسـخين Hot plate: سـطح تسـخين 30 سـم x 40 سـم مـن السـيراميك، يعمـل علـى التيـار الكهربائي 220 فولت.

فرن تجفيف Oven dry: فرن تجفيف سعة 120 لتر مزود بمروحة سحب بخار الماء. والفرن من الصلب الذي لا يصدأ, مزود بأرفف داخلية يعمل على التيار الكهربائي 220 فولت, ومزود بترموستات ومؤقت؛ للتحكم في درجة الحرارة حتى 220 درجة مئوية.

فرن احتراق Muffle furnace: فرن احتراق لتقدير المادة العضوية غرفة الحريق كبيرة 25 سم x 25 سم x 20 سم مبطنة بالسراميك الحراري, مزود بترموستات للتحكم في درجة الحرارة حتى 1100 درجة مئوية، يعمل على التيار الكهربائي 220 فولت.

مجفف Desiccators: مجفف زجاجي قطر 30 سنتيمترًا، ذو هواء جاف؛ لحفظ العينات بعد خروجها من الفرن؛ لتجنب امتصاصها للماء من الهواء الجوي.

جهـاز لتقـدير الرطوبـة Moisture balance: جهـاز لتقـدير الرطوبـة في العينـات, يعمـل بالأشـعة تحـت الحمـراء, يعمـل بالتيـار الكهربـائي 220 فولت ومزود ببرنـامج للـتحكم في درجة حرارة وزمن تجفيف العينة.

جهاز قياس التوصيل الكهربى Electrical Conductivity (EC): جهاز لقياس الملوحة من خلال قيـاس التوصـيل الكهربـي في مستخلصـات القيـاس، ويعمـل علـى البطاريـة والكهرباء.

جهـاز pH: جهـاز معملـي لقيـاس الحموضة والقلوية, يعمـل بالبطاريـة والكهرباء والإلكترود من البلاستيك، يورد مع الجهـاز محلـول مـنظم 4، 7، 10.

وحدة هضم كلداهل Kjeldahle digestion unit: وحدات هضم كلداهل، تسع كل وحدة (6 أنابيب هضم) سعة الأنبوبة 250 ملليلتر، يعمل بالكهرباء 220 فولت، ومزودة بمضخة لسحب غازات الهضم على صنبور المياه، على أن يكون معها 24 أنبوبة هضم زجاج بيركس.

وحدة تقطير كلداهل Kjeldahle distillation unit: من الزجاج البيركس سعة 250 ملليلتر، وتعمل يدويًا Manual (سهلة الفك والتركيب)؛ لتقطير النيتروجين الأمونيوني والنتراتي.

وحـدة تسـخين Heating Mantle:

وحـدة تسـخين كغلايـة تسـع دورق غليـان 2 لـتر مبطنـة بالأسبسـتوس الحراري، تعمل علـى الكهربـاء 220 فولت، وترموستات للتحكم في درجة الحرارة، يمكن استخدامها في التقطير.

جهـاز تقطـير ميـاه Distillation water apparatus: جهـاز تقطـير ميـاه 10 لـتر / سـاعة، يعمـل علـى الكهرباء 220 فولت.

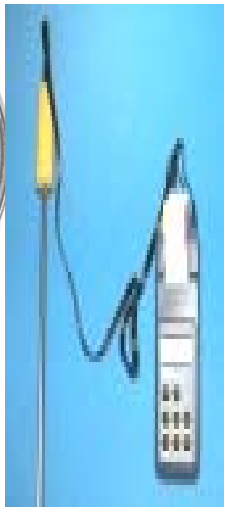
طقـم مناخـل تحليـل ميكـانيكي Mechanical sieves: وهذه المناخل مزودة بالغطاء والقاعدة، قطر حـوالي 25 سـم، وخاصـة المناخـل الآتيـة:

منخل 60 mesh =250 µ

منخل 325 mesh =45 µ.

جهـــــاز قيـــــاس الألـــــوان Spectrophotometer: جهاز قياس الألوان، يعمل في مجال الضوء المرئي طول موجي يتراوح ما بين 400 – 700 نانوميتر.

جهـــاز فلـــيم فوتـــوميتر Flame photometer لقيـــاس الصـــوديوم والبوتاسيوم في العينات.



ترمومتر حقلي Field Thermometer:

ترمـومتر لقيـاس درجـة الحـرارة في المصـفوفات، ذو سـاق طويلـة 80 – 100 سـم، ومـبين رقمـي لدرجـة الحـرارة علـى الشاشـة بنظـام الـ Digital، أو مـن خـلال مؤشـر Analog، وكلاهما يعملان بالبطارية.

أدوات زجاجية وبلاستيكية ضرورية للعمل في المعمل:

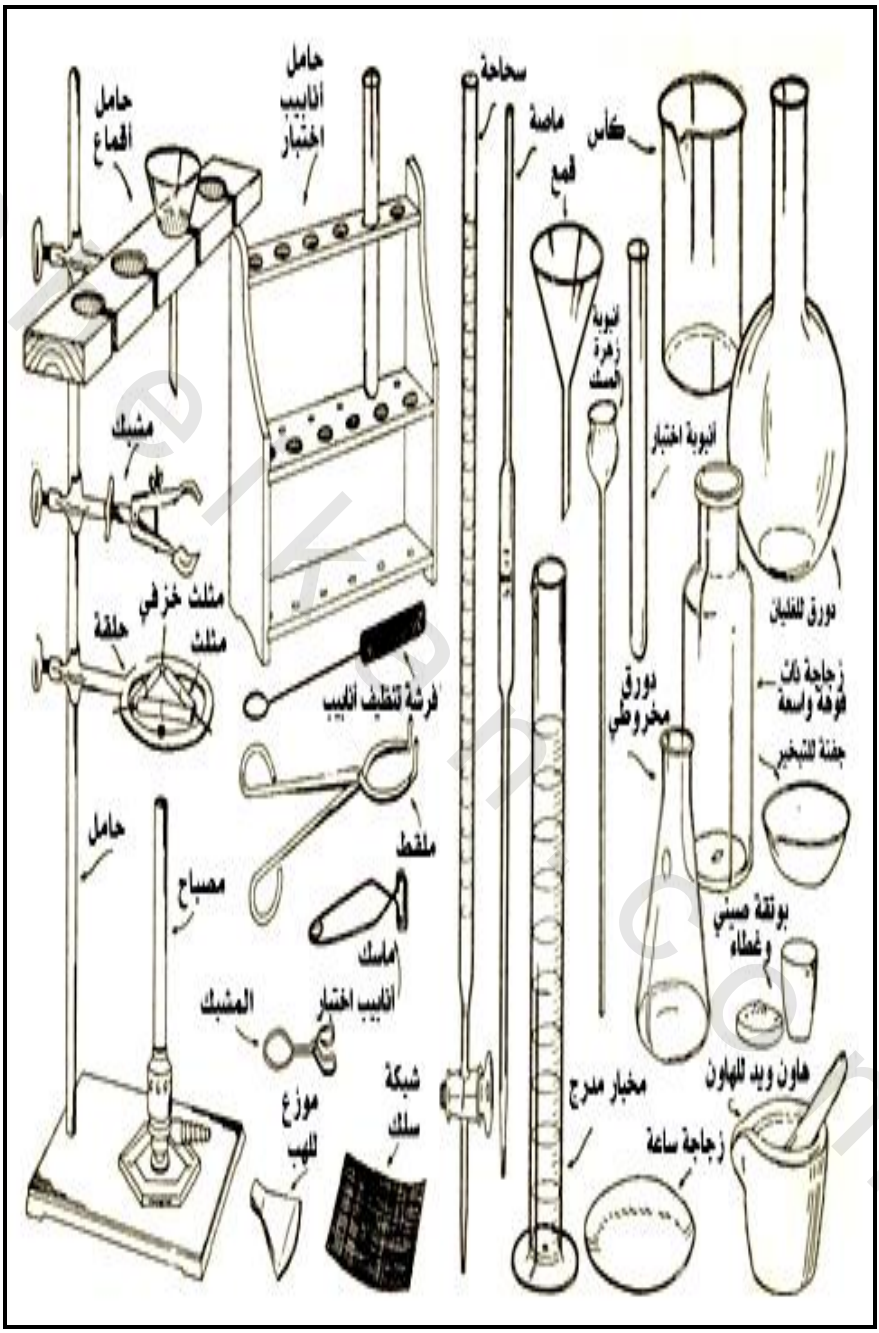
يجب توفر عدد وأنواع الأدوات والزجاجيات التالية لإجراء التحليلات المعملية بالعمل:

- عدد 5 زجاجة محاليل Solution bottle من زجاج البيركس سعة 1 لتر.
- عدد 2 زجاجة محاليل من زجاج البيركس سعة 5 لتر.
- عدد 2 زجاجة محاليل من زجاج البيركس مزودة بصنبور، سعة 10 لتر.
- عدد 2 سحاحة أوتوماتيكية مزودة بخزان 1 لتر Automatic burette with reservoir من الزجاج البيركس، درجة أولى سوبر 25 ملليلتر.
- عدد 10 ماصات مدرجة Graduated pipettes من زجاج البيركس سعة 10 ملليلتر.
- عدد 12 كأسًا بلاستيكيًّا Glass beakers سعة 100 ملليلتر.
- عدد 24 كأسًا بلاستيكيًّا بولي إيثيلين Polyethylene beakers سعة 100 ملليلتر.
- عدد 12 كأسًا بلاستيكيًّا بولي إيثيلين سعة 500 ملليلتر.
- عدد 12 كأسًا بلاستيكيًّا بولي إيثيلين سعة 1 لتر.
- عدد 6 دورق معياري Volumetric flasks من زجاج البيركس سعة 100 ملليلتر.
- عدد 6 دورق معياري من زجاج البيركس سعة 250 ملليلتر.
- عدد 3 دورق معياري من زجاج البيركس سعة 500 ملليلتر.
- عدد 12 دورقًا مخروطيًّا Conical flasks من زجاج البيركس سعة 100 ملليلتر.

obeikan.com

- عدد 12 دورقًا مخروطيًّا من زجاج البيركس سعة 250 ملليلتر.
- عدد 6 دورق مخروطي من زجاج البيركس سعة 500 ملليلتر.
- عدد 12 قمعًا زجاجيًّا Glass funnel قطر 5 سنتيمتر.
- عدد 5 مخبار بلاستيك بولي إيثيلين Polyethylene cylinder سعة 50 ملليلتر.
- عدد 5 مخبار بلاستيك بولي إيثيلين سعة 100 ملليلتر.
- عدد 2 مخبار بلاستيك بولي إيثيلين سعة 250 ملليلتر.
- عدد 2 مخبار بلاستيك بولي إيثيلين سعة 1 لتر.
- عدد 2 مخبار بلاستيك بولي إيثيلين سعة 2 لتر.
- عدد 24 بوتقة حرق Porcelain crucibles، صيني سعة 50 ملل بالغطاء.
- عدد 2 ماسك بواتق Crucibles catcher من الصلب الذي لا يصدأ.
- عدد 3 زجاجة غسيل Washing bottles بلاستيك بولي إيثيلين.
- عدد 12 علبة ورق ترشيح Filter papers قطر 14 سم.
- عدد 50 أنبوبة اختبار.
- هون صيني أو خلاط لتجهيز العينات.
- حامل للأقماع والأنابيب.
- موقد للتسخين – شبك وموزع للحرارة.
- بعض أدوات البلاستيك لغسيل الزجاجيات – فرش غسيل.

بعض هذه الأدوات المستخدمة في التحليلات المعملية للأسمدة العضوية في الشكل التخطيطي التالي (2- 18).



شكل (2– 18) بعض الأدوات الزجاجية والتجهيزات المعملية