

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/376717096>

المختصر في المختبر دليل التحليلات المختبرية لطلبة الدراسات العليا والاولية

Book · December 2021

CITATIONS

0

READS

43

3 authors:



Mohammed Alnajjar
University of Basrah

52 PUBLICATIONS 23 CITATIONS

SEE PROFILE



Mahmood Shakir Abdulwahid
University of Thi-Qar

29 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

SEE PROFILE



Wasen F. F. Alpresem
University of Basrah

42 PUBLICATIONS 15 CITATIONS

SEE PROFILE

MANUAL IN THE LABORATORY

المختبر في المختبر

(دليل التحليلات المخبرية لطلبة الدراسات العليا والاولية)

تأليف:

أ.م.د. محمد عبد الأمير حسن النجار

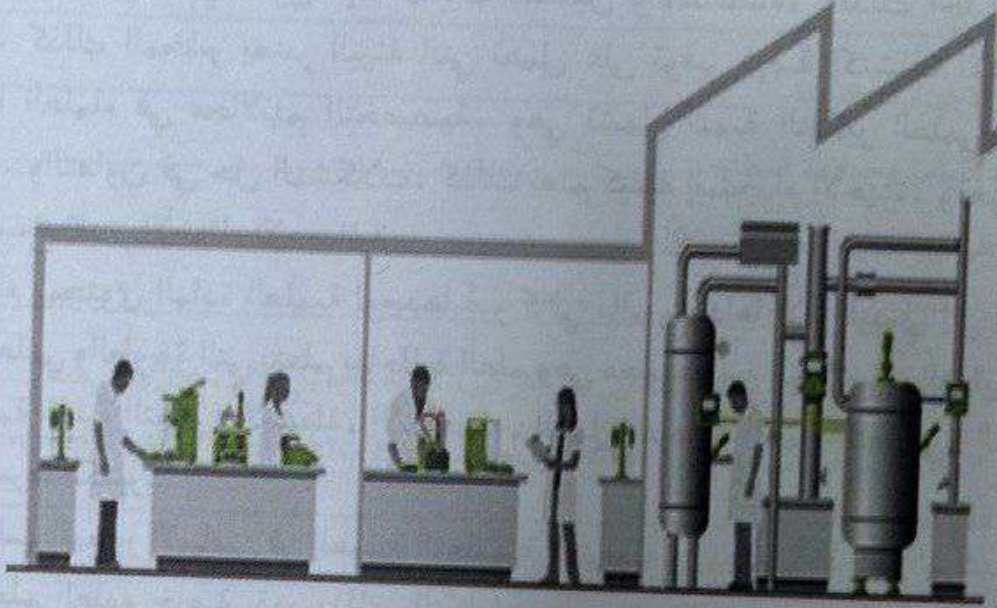
أ.د. محمود شاكر عبد الوامد الابراهيمي

أ.م.د. وسن فوزي فاضل الأبريسم



المختصر في المختبر

دليل التحليلات المخبرية لطلبة الدراسات العليا والأولية



الدكتور محمد عبد الأمير حسن النجار

جامعة البصرة كلية الزراعة / قسم البستنة وهندسة الحدائق

الدكتور محمود شاكر عبد الواحد الإبراهيمي

جامعة ذي قار / كلية الزراعة والأهوار

الدكتورة وسن فوزي فاضل البريسم

جامعة البصرة / كلية الزراعة

1442

2021



الكتاب : المختصر في المختبر
المؤلف : مجموعة كتاب
التصنيف : دراسة وعلوم
التدقيق اللغوي : كادر دار إنخيدوانا
تصميم الغلاف : كرار السعيد
تنسيق داخلي : واثق زياد السامرائي
الطبعة الأولى : 2021
الترقيم الدولي : 978-9922-9618-0-4



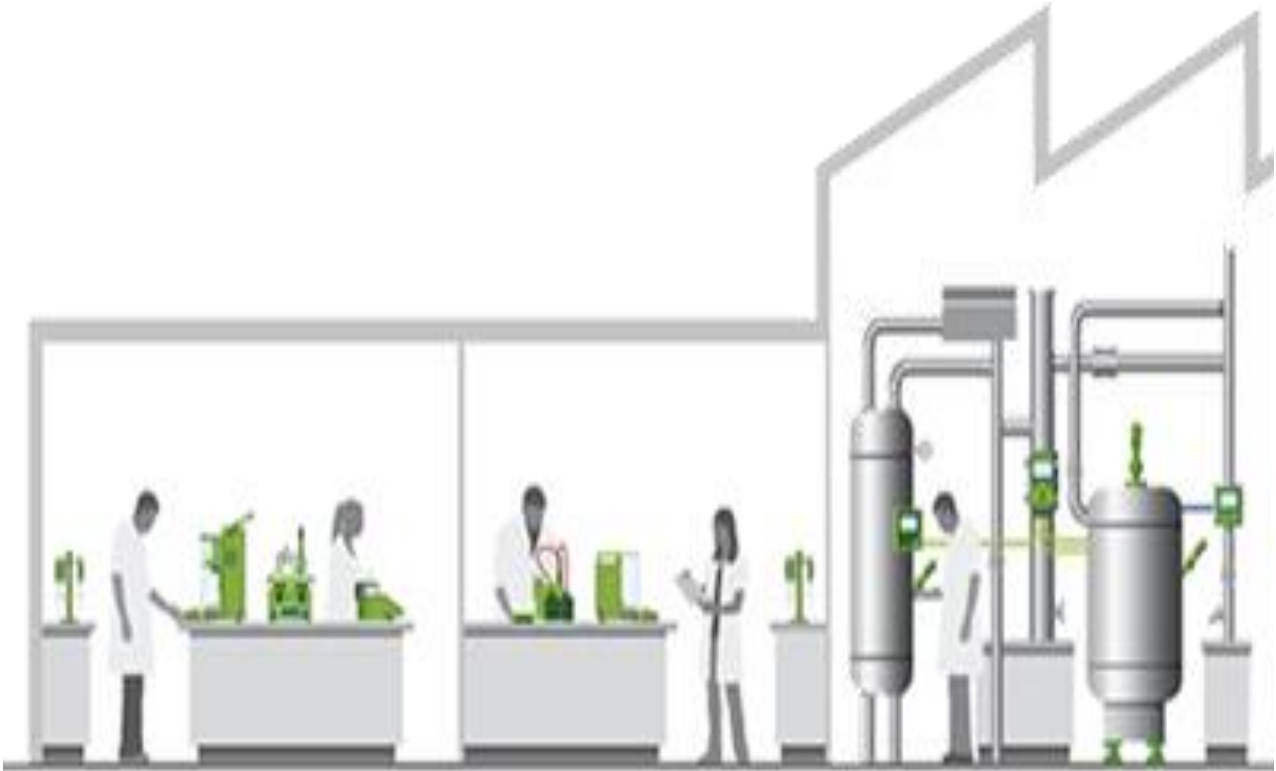
دار إنخيدوانا للطباعة والنشر والتوزيع
الموقع : العراق _ بابل _ الحلة
الهاتف : 009647718899591
البريد الإلكتروني :
enheduanna1997@gmail.com

© جميع حقوق النشر محفوظة للناسر ولا يحق لأي شخص أو مؤسسة أو جهة إعادة إصدار هذا الكتاب أو جزء منه أو نقله بأي شكل أو واسطة من وسائط نقل المعلومات سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية بما في ذلك النسخ أو التسجيل أو التخزين والاسترجاع دون إذن خطي من أصحاب الحقوق..

©All rights reserved for the publisher, and no person, institution or entity has the to reissue or transfer this book, or part of it, or transfer it in any form or right means of information transmission, whether electronic or mechanical, including copying, registration or storage And take back, without the written permission of the rights holders

المختصر في المختبر

دليل التحليلات المختبرية لطلبة الدراسات العليا والاولية



الدكتور محمد عبدالامير حسن النجار

جامعة البصرة/ كلية الزراعة/ قسم البستنة وهندسة الحدائق

الدكتورة وسن فوزي فاضل البريسم

جامعة البصرة/ كلية الزراعة

الدكتور محمود شاكر عبدالواحد الابراهيمي

جامعة ذي قار/ كلية الزراعة

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي علم الإنسان مالم يعلم , والصلاة والسلام على المبعوث رحمة للعالمين ابي القاسم محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين وبعد

المختبر هو المكان الذي يكون فيه عمليات التحليل والاستقصاء، وكذلك اختبار النظريات وتطبيقها، كذلك المختبر يعتبر البيئة التي تعمل على توفير فرصة اكتشاف الاساليب التي استخدمها العلماء في مجالاتهم التخصصية، وهي تشمل تنمية التفكير العلمي، والمهارات التجريبية، والتعاون في حل المشكلات، كذل تعلم كيفية استخدام الاجهزة، ومعرفة الاخطاء المنهجية، مع تقدير الاخطاء الاحصائية.

ان الاهتمام بمحتوى المادة العلمية لوحدها غير كافي مالم يتعداها الامر ليصل إلى التركيز على الجانب العلمي والطريقة التي يتعلم بها طلبة العلم وهي مجموعة من الممارسات التعليمية الجيدة مثل ممارسة عملية التعلم، الأنشطة، الاستقصاء، العمل الفردي، العمل التعاوني، التقويم بكل أشكاله وغيرها كثير.

يعتبر الطالب المحور الأساسي في العملية التعليمية والتربوية والمعلم يأخذ دور المرشد والمشرف عامة، ومعلم العلوم خاصة يقوم بذلك بالتكامل مع محضر المختبر ، من هذا المنطلق دعت حاجتهما لمراجع علمية وأدلة للعمل في مختبرات العلوم عامة، لذلك تم إعداد هذا الكتاب ليكون بمثابة المرجع العلمي لهما للعمل في المختبر بحيث يخدم جميع المراحل التعليمية.

هذا الكتاب تم إعداده بحيث يحتوي على أربعة فصول , تناول الأول منها

إرشادات الامن والسلامة المختبرية والاحتياطات في مختبرات الأحياء والكيمياء , أما الفصل الثاني فتناول بعض الاجهزة المختبرية وتصنيفها واستخدامها مدعمة بالصور, فضلا عن كيفية حفظها , أما الفصل الثالث فتناول بعض وحدات القياس واطفاء القياس وأخيرا جاء الفصل الرابع متناولا أهم طرائق العمل المختبري الضرورية التي ينبغي على طلبة الدراسات الاولى والعليا تعلمها واتقانها.

وأخيرا نأمل أن نكون قد وفقنا في طرح الموضوعات بحيث يخدم الهدف الذي من أجله تم إعداد مادة هذا الكتاب.

وختاما نقدم شكرنا وتقديرنا لكل من ساهم في إنجاح هذا الجهد المتواضع والذي نتمنى من الله العلي القدير أن يكون فيه النفع والفائدة للجميع من طلبة واساتذة في جميع أقطار الدول العربية .

المؤلفون

قائمة المحتويات

العنوان	رقم الصفحة	العنوان	رقم الصفحة
الفصل الاول ارشادات الامن والسلامة	1	تحضير العينات وطرق حفظها	155
ارشادات عامة	3	تقدير الرطوبة بالتقطير مع التولوين	162
ارشادات التعامل مع المواد الخطرة	7	تقدير المساحة الورقية	163
التخزين في المختبرات	16	تقدير الدهن الخام	164
التعامل مع الحرائق	23	تقدير الرماد	167
التخلص من النفايات الخطرة	29	تقدير البروتين الخام	171
التهوية في المختبرات	30	تقدير الفسفور في الحليب	176
مخاطر اخرى في بيئة العمل المختبري	32	تقدير الالياف الخام	179
ادوات الحماية الشخصية	34	تقدير السكريات الكلية	181
اجراءات الطوارئ	37	تقدير الكلوروفيل	186
الفصل الثاني الاجهزة المختبرية	42	تقدير الكاروتينويدات الكلية	187
صور واسماء واستعمال بعض الاجهزة	52	تقدير المركبات البكتينية	188
الفصل الثالث القياس ووحداته واخطاه	71	تقدير المركبات الفينولية	189
اساسيات القياس	72	قياس حيوية وانبات حبوب اللقاح	191
نظرة عامة حول وحدات القياس	75	تقدير المواد الصلبة الذائبة الكلية	192
تحويل وحدات القياس	87	قياس سرعة التنفس	194
الفصل الرابع طرائق العمل المختبري	96	قياس سرعة انتاج الاثيلين	195
تقنية التحضيرات المجهرية	97	تقدير فعالية انزيم الانفرتيز	196
المحاليل	121	تقدير الحامض الاميني البرولين	198
كيفية تحضير المحلول الواقي الجامع	124	تقدير النترت في اللحوم	199
تحضير المحاليل القياسية	126	تقدير الكربوهيدرات	201
تقدير الحموضة الكلية	133	تقدير حامض الاسكوربيك	203
العلاقة بين الوزن الجزيئي والوزن المكافئ	136	تقدير المعادن بطريقة الامتصاص الذري	207
طرق التعبير عن تراكيز المحاليل	144	طرق الحسابات المستخدمة في تحليل العينات	209
الغرويات	152	قياس معدل النتج في النبات	227

الفصل الاول

إرشادات الأمن والسلامة في المختبر



**WASH HANDS
BEFORE LEAVING
LABORATORY**

أولاً : إرشادات عامة

- 1- استخدم القفازات البلاستيكية والكمادات ومعطف المختبر .
- 2- يجب أن تكون التهوية كافية داخل المختبر أثناء العمل في المختبر .
- 3- غسل اليدين بالماء والصابون أو الكحول بعد الانتهاء من العمل في المختبر
- 4- أعد الأدوات إلى مكانها المخصص بعد الانتهاء من استخدامها وتنظيفها .
- 5- احفظ الأدوات بعيداً عن الرطوبة وخاصة المعدنية منها منعاً من الصدأ .
- 6- تجنب الأكل والشرب داخل المختبر .
- 7- لا تستخدم ثلاجة المختبر لحفظ المواد الغذائية .
- 8- عدم استخدام الفم أو لمس العينين أثناء العمل داخل المختبر .
- 9- ضرورة تدوين المعلومات على الأطباق والأنابيب بطريقه مثالية(على الطبق وليس على الغطاء)
- 10- أتباع الأسلوب السليم في التخلص من أي مواد(حيوية أو كيميائية)
- 11- ضرورة مراعاة النظافة والدقة في العمل في جميع التجارب لان التعامل قد يكون مع كائنات حية دقيقة كما أن التلوث قد يحدث بسرعة ومن اقل الأسباب لذلك يجب الاهتمام بجميع المواد المستعملة في المختبر.
- 12- قراءة التعليمات الخاصة بكل تجربة بدقة قبل البدء في العمل والتأكد تماماً من معرفة طريقة العمل.
- 13- تخلص من المواد التالفة مثل(القاذورات والأوراق المستعملة والأغطية القطنية والأواني الزجاجية) وضعها في المكان المعد لها وكذلك وضع الأوساط الغذائية الغير صالحة للاستعمال في المكان المخصص لها ولا تلقى في أحواض الغسيل ولا تترك على المنضدة أو على أرض المختبر.
- 14- تأكد من توافر محتويات صندوق الإسعافات ووضعها في مكان بارز والتأكد من صلاحيتها .
- 15- التأكد من توافر طفاية الحريق ووضعها في مكان مناسب والتأكد من صلاحيتها.

ثانياً : التعامل مع الزجاجيات

- 1- اغسل الأدوات الزجاجية جيداً قبل الاستخدام وبعده ، وجففها بالمجفف .
- 2- لا تحاول جمع الزجاج المكسور بيديك، بل استخدم الأدوات المناسبة لذلك .
- 3- تجنب عند استخدامك الماصة طريقة السحب بالفم واستخدم بدلاً من ذلك المضخة المطاطية.
- 4- استخدم الملاقط الخاصة عند الإمساك بالأدوات الزجاجية الساخنة.
- 5- عند قطع أنبوب زجاجي، أو إدخاله في أنبوبة مطاطية، أمسك طرفه بقطعة قماش، وادهن طرفه الآخر بالزيت أو الجليسرين أو الماء.
- 6- في حالة إدخال أنبوب زجاجي في ثقب سدادة فلين، يفضل أن يكون اتساع الثقب مساوياً قطر الأنبوب. أمسكه بقطعة قماش من طرفه البعيد عن السدادة، وادهن الطرف الآخر بالجليسرين أو الماء، وادفع بلطف بحركة دائرية.
- 7- تعرّف على كيفية قطع الأنابيب الزجاجية، وتنعيم حافاتها عن طريق تسخينها بلطف مع تدويرها على لهب موقد بنزن.

ثالثاً: استخدام المواد الكيميائية

- 1- احمّل عبوات المواد الكيميائية بحذر، واستخدم الكمية المطلوبة دون إسراف، ولا ترجع الكمية الزائدة إلى العبوة الأصلية إنما احفظها في عبوات صغيرة مع تدوين اسم المادة عليها .
- 2- عند التعامل مع مواد ينتج منها غازات ضارة كالإيثير والفورمالدهيد، استخدم كابينة طرد الغازات، أو تحت ظروف تهوية جيدة لقاعة المختبر.
- 3- عدم التعرض لأبخرة الفورمالين والتقليل من تأثيرها .

رابعاً: الاحتياطات عند استخدام المجهر

- 1- أمسك المجهر من الذراع بإحدى يديك ومن القاعدة باليد الأخرى، وابقه في وضع عمودي، وضعه برفق على الطاولة.
- 2- نظف المرآة قبل استخدام المجهر وبعده .
- 3- استخدم ورق تنظيف العدسات لتنظيف العدسة العينية والعدسة الشيئية، ولا تستخدم أي أوراق تجفيف أخرى، حيث يمكن أن يكون هذا الورق ويري وبالتالي يترك اثر على العدسات والجهاز.
- 4- يتم تنظيف العدسات بواسطة محلول الزايلول أو الكحول المخفف وذلك بغمر ورق التنظيف بقليل من المحلول وينظف برفق .
- 5- احرص على نظافة الشريحة قبل استخدامها، وذلك بتنظيفها بالماء والصابون وتجفيفها بورق التجفيف مع مراعاة مسكها من الأطراف.
- 6- ارفع الأنبوب عن المنضدة مسافة مناسبة قبل وضع الشريحة باستخدام الضابط الكبير، ابدأ بالعدسة الشيئية الصغرى، ثم تدرج إلى الكبرى.
- 7- إذا كان المجهر مزوداً بمرآة، فاحذر استخدام أشعة الشمس مصدراً للضوء، لئلا تؤذي عينيك.

خامساً: الاحتياطات عند إعداد التحضيرات المجهرية

يجب أن تكون الشرائح والأغطية الزجاجية نظيفة تماماً من الغبار أو الدهون وذلك بتنظيفها بالماء والصابون وتجفيفها بورق التجفيف.

2- يجب تجنب مسكها من أسطحها المنبسطة بل تمسك من حوافها (الأطراف).

3- امسك الغطاء الزجاجي بين سبابة وإبهام اليد اليسرى وضعه مائلاً بحيث تلمس حافته وسط التحميل وأسند الحافة الأخرى للغطاء بطرف إبرة تشريح نظيفة ثم اضغط الإبرة ببطء حتى يأخذ الغطاء مكانه (إذا لم تعتن بوضع الغطاء يؤدي ذلك إلى تكون فقاعات الهواء).

4- يلزم عند وضع الشريحة على المنضدة أن يكون غطاء الشريحة أعلى وليس العكس.

ارشادات التعامل مع المواد الخطرة

تهدف هذه الإرشادات إلى حماية العاملين وسلامتهم من خلال تسهيل عملية الوصول إلى المعلومة الصحيحة اللازمة للاستخدام الآمن للمواد الخطرة.

الغرض الرئيس للإرشادات هو تعريف المخاطر وتصنيف المنتج، ويتمثل في ثلاثة عناصر رئيسية:

• الملصقات التعريفية (Labeling)

• بطاقات بيانات السلامة للمواد (MSDS)

• التدريب (Training)

الملصقات التعريفية (Labeling)

تستخدم الملصقات التعريفية للتحذير من مخاطر المواد الكيميائية ولتوضيح احتياطات السلامة الأساسية.

المواد الخطرة يجب أن تُبين خطورتها عند نقلها أو تخزينها أو استخدامها، سواء كان ذلك بالكتابة المباشرة على الحاوية أو بالملصقات أو الرموز، ويجب أن يُنَبَّط على الوعاء بشكل جيد وبارز.

هناك نوعان للبطاقات: بطاقات الشركة الموردة وبطاقات من وضعها لعاملين في بيئة العمل.

الالتزام بالملصقات التعريفية

يُسمح ببعض الاستثناءات المحدودة في متطلبات الملصقات التعريفية للكيمائيات المستخدمة في المختبرات، وتنطبق هذه الاستثناءات على المواد سواء المصنَّعة، أو المنقولة، أو المستخدمة، أو المحلَّلة في المختبرات طالما وجد الشرطان التاليان:

• أن لا تُنقل المادة خارج المختبر.

• وجود بطاقات MSDS

عند تحضير المحاليل الكيميائية أو نقلها من وعاء إلى آخر يجب أن تحتوي البطاقات الملصقة عليها على التالي:

اسم المادة، ويمكن أن يكون:

- الاسم الكامل للمادة كما هو في بطاقة بيانات السلامة MSDS بالإضافة إلى درجة تركيزه.

- أو الاختصار المعتمد لها.

2- بطاقة بيانات السلامة للمادة (MSDS) Material Safety Data Sheet

بطاقة بيانات السلامة للمادة هي: عبارة عن نشرات تعريفية توفر معلومات كيميائية وفيزيائية ومعلومات متعلقة بالسمية للمواد الكيميائية، بالإضافة إلى معلومات عن الإجراءات الوقائية والطوارئ. يجب أن تكون البطاقات متاحة للقراءة بشكل واضح وسهل على العاملين مع الكيماويات أو من قد يتعرض لها.

مسؤوليات المختبر حول بطاقة بيانات السلامة (MSDS)

- تحتوي لقائمة على بطاقات MSDS لكل المواد الكيميائية المستخدمة في المختبر.
- تحتوي على بطاقات MSDS لكل المواد الاستهلاكية في المختبر (مثل المنظفات وغيرها).
- تحديث بطاقات MSDS عند توفر أي معلومات جديدة.
- أن توضع بطاقات MSDS في مكان واضح ومعروف يسهل ويشجع العاملين على الاطلاع عليها.

ولتسهيل إدارة بطاقات MSDS:

يمكن أن يقوم الباحثون والمشرفون على المختبرات باختيار قائمة موحدة شاملة، وتوضع في مكان مركزي مناسب بحيث يكون في متناول جميع العاملين في المختبرات، بشرط أن تكون المختبرات التي يخدمها هذا المكان متقاربة وفي نفس المبنى، ويستطيع الجميع الوصول إليه متى ما أرادوا ذلك، وإن كان هذا المكان يفتقر أحياناً فيجب أن يحتفظ الجميع بنسخة من المفتاح، ويجب أن يبلغ الجميع بهذا الموقع.

3- التدريب Training

التعليم والتدريب يوفران تعليمات مفصلة أكثر ودقيقة للإجراءات الضرورية للعمل بأمان. يعتبر التدريب عن صراً رئيسياً و إلزامياً لكل الموظفين الذين يتعاملون مع المواد الكيميائية، يشمل ذلك الباحثين والفنيين والطلبة والباحثين الزائرين. يمكن أن يُقسم التدريب إلى جزئين : التدريب الأساسي، وتدريب متقدم خاص بوظيفة معينة أو موضوع معين.

التدريب الأساسي

وهو تدريب في معرفة تصنيف المواد الكيميائية بالإضافة إلى المخاطر و الاحتياطات، وفي تفسير محتوى ملصقات المواد الكيميائية وكذلك بطاقات بيانات السلامة للمواد MSDS. هذا التدريب يعتبر إلزامياً لموظفي المختبرات بشكل دوري، بالإضافة إلى الطلاب المتدربين.

التدريب المتقدم

يوفر هذا التدريب لتعريف بالإجراءات المطلوبة للتعامل والتخزين الآمن للمواد الكيميائية التي توجد في جميع المختبرات، ويشمل أيضاً طرق التعامل مع الانسكابات والتسربات، والتخلص من النفايات، وتعليمات الإسعافات الأولية. ويعد هذا التدريب من مسؤولية الباحثين الرئيسيين ومشرفي المختبرات. الإدارة هي المسؤولة عن متابعة التدريب، وتقوم بتزويد لمشرفين بقائمة متجددة بعناوين الدورات التدريبية ذات العلاقة و أوقات انعقادها.

رموز السلامة

تقسم المواد الخطرة بناء على خصائصها إلى ستة فئات رئيسية، ويبين الجدول رقم (1) تصنيف المواد الكيميائية ورموزها لمقابلة (Pictograms)، بالإضافة إلى السمات العامة و الاحتياطات اللازمة عند التعامل مع هذه المواد.

جدول (1) التعامل مع المواد: الخصائص العامة وإجراءات التخزين والمناولة

الفئة	الرمز	الخصائص	الاحتياطات
الفئة (أ) الغازات المضغوطة		- الغاز داخل الأسطوانة تحت الضغط. - الأسطوانة قد تنفجر عند تعرضها للحرارة أو الضرر. - التسرب الشديد من تيار الغاز قد يخرق الجلد أو يسبب إصابات مميته.	- النقل والمناولة بعناية وحذر. - تأكد من تثبيت الأسطوانات جيداً. - خزنها بعيداً عن مصادر اللهب والحرارة. - استعمل منظماً مناسباً للضغط.
الفئة (ب) المواد القابلة للاحتراق والمواد سريعة الاشتعال		- قد تحترق أو تنفجر عند تعرضها للحرارة أو الشرار أو اللهب. - سريعة الاشتعال: تحترق بسهولة عند درجة حرارة الغرفة. - القابلة للاحتراق: تحترق إذا سخنت.	- خزنها بعيداً عن مصادر الحرارة والشرار واللهب. - خزنها بعيداً عن الفئة (ج) (المواد المؤكسدة). - يمنع التدخين بالقرب منها.
الفئة (ج) المواد المؤكسدة		- قد تسبب في اشتعال أو انفجار غيرها من المواد الكيميائية وذلك لإنتاجها للأكسجين. - قد تحرق الجلد وتضر العين عند الملامسة.	- خزنها بعيداً عن مصدر الحرارة والاشتعال. - خزنها بعيداً عن الفئة (ب) (المواد القابلة للاحتراق والمواد سريعة الاشتعال). - ارتد أدوات الوقاية الشخصية المناسبة.
الفئة (د) المواد السامة والمعدية القسم الأول: مواد تسبب آثاراً سامة فورية وخطيرة		قد تسبب الوفاة أو إصابات خطيرة مباشرة بعد استنشاقها أو ابتلاعها أو امتصاصها من خلال الجلد.	- تجنب استنشاق الغازات والأبخرة. - تجنب ملامستها للجلد أو العين. - ارتد أدوات الوقاية الشخصية المناسبة. - لا تأكل أو تشرب بجانب هذه المواد. - يمنع التدخين بالقرب منها. - أغسل اليدين جيداً بعد التعامل معها.
الفئة (د) المواد السامة والمعدية القسم الثالث: الإصابات الحيوية (Biohazardous) المعدية.		التعرض للكائنات الحية الدقيقة (على سبيل المثال، البكتيريا، الفيروسات، الفطريات وسمومهم) قد يسبب المرض أو الموت.	- ارتداء أدوات الوقاية الشخصية والملابس المناسبة. - العمل مع هذه الكائنات يكون بأماكن معزولة. - عقم مكان العمل مباشرة بعد الانتهاء. - أغسل اليدين جيداً بعد التعامل معها.
فئة (هـ) المواد الأكالة		- تسبب تآكل (حرق) عند اتصالها وملامستها للعيون والجلد. - تحرق أنسجة الجهاز التنفسي عند استنشاقها.	- خزن التواعد والأحماض في مناطق مفصولة عن بعضها. - تجنب استنشاق هذه المواد. - تجنب ملامستها للجلد أو العيون. - ارتداء أدوات الوقاية الشخصية المناسبة.
فئة (و) مواد خطيرة التفاعل		- عندما تكون غير مستقرة تتفاعل بصورة خطيرة عند الرج أو الضغط أو الحرارة أو عند تعرضها للضوء. - قد تسبب الاحتراق أو الانفجار أو إنتاج غازات خطيرة عندما تختلط مع المواد غير المتوافقة معها.	- خزنها بعيداً عن الحرارة. - تجنب اصطدامها أو احتكاكها. - ارتداء أدوات الوقاية الشخصية المناسبة.

مخاطر المواد الكيميائية والحد منها

على الرغم من تعدد مخاطر المواد الكيميائية إلا أنه يمكن الحد منها وتلافيها باتباع الإجراءات الموصى بها لكل مادة حسب طبيعتها وتصنيفها.

أولاً- منافذ المواد الكيميائية السامة إلى جسم الإنسان

يمكن للمواد الكيميائية السامة الدخول إلى الجسم عن طريق أربعة منافذ:

استنشاق الأبخرة والغازات والجزيئات الدقيقة المتصاعدة من المواد الكيميائية.
امتصاص الجلد للمواد الكيميائية والغازات والمواد الصلبة والأبخرة عند التعرض لها باللمس ونحوه.
ابتلاع المواد الكيميائية بشكل مباشر أو غير مباشر عن طريق الأغذية والم شروبات الملوثة بالمواد الكيميائية أو لمس الفم باليد الملوثة .
الجروح الناتجة عن الأدوات الحادة الملوثة بالمواد الكيميائية كالإبر وغيرها.

ثانياً- المواد الكيميائية القابلة للاشتعال Flammable Chemicals

تحترق المواد القابلة للاشتعال Flammable بسهولة في درجة حرارة الغرفة عند تعرضها للشرر أو اللهب، في حين لا تشتعل المواد القابلة للاحتراق Combustible إلا بعد ارتفاع درجة حرارتها.
السوائل القابلة للاشتعال أو أبخرتها هي التي تشكل أغلب مخاطر الحرائق في المختبرات.

ثالثاً- المواد الكيميائية المؤكسدة Oxidizing Chemicals

المواد المؤكسدة تنتج عناصر مؤكسدة مثل الأوكسجين أو الكلور، ولها القدرة على إشعال المواد القابلة للاشتعال أو القابلة للاحتراق حتى في حال نقص الأوكسجين في الجو .

المواد الكيميائية المؤكسدة تزيد من سرعة و شدة اشتعال النار، مسببة اشتعال واحتراق مواد لا تشتعل بسرعة و سهولة في العادة.

يمكن للمواد المؤكسدة أن:

تتفاعل مع غيرها من المواد الكيميائية مسببة انبعاث غازات سامة.
تتحلل وتطلق غازات سامة عند تسخينها.
تحرق أو تهيج الجلد والعيون ومجري التنفس والأنسجة الأخرى.

الاحتياطات التي يجب اتباعها عند استخدام أو تخزين المؤكسدات في المختبر تشمل ما يلي:

- 1- حفظها بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال والقابلة للاحتراق.
- 2- غلق الحاويات بإحكام ما لم يتبين خلاف ذلك في تعليمات المصنّع.
- 3- اتباع تعليمات المصنّع عند استعمالها في تحضير المحاليل.
- 4- للوقاية من التعرض لغبار المواد الأكالة قم بشرائها في حالة سائلة بدلاً من الجافة.
- 5- استعمل التراكيز المخففة منها قدر المستطاع لتقليل نشاطها الكيميائي.
- 6- ارتد ملابس واقية للجلد والعيون مناسبة لهذه المواد.
- 7- تأكد من توافق المواد المؤكسدة مع بعضها البعض عند تخزينها في مكان واحد.

رابعاً- المواد الكيميائية النشطة Reactive Chemicals

المواد الكيميائية النشطة مواد لها ميل شديد للتفاعل عند تعرضها للهواء أو الماء أو مادة كيميائية ما ، أو عند تعرضها للاهتزاز الشديد.

يمكن للمواد الكيميائية النشطة أن:

- تكون حساسة للتصادم أو الارتجاج أو الحرارة أو الضغط أو الضوء.
- تتفاعل بشكل خطير مع الماء أو الهواء.
- تحترق وتنفجر أو تؤدي للاشتعال أو تنتج غازات سامة عند خلطها بمواد غير متوافقة معها.

•تتحلل بشدة ، أو تتبلمر أو تتكثف.

•تكون سامة أو أكالة أو مؤكسدة أو قابلة للاشتعال.

•تتحول إلى مواد خطرة مع مرور الزمن.

اتباع الاحتياطات التالية عند التعامل مع المواد الكيميائية النشطة:

1- تعرف على المخاطر المرتبطة بهذه المواد الكيميائية وتعامل معها بالطرق التي تحافظ بها على استقرارها.

2- خزنها وتعامل معها بعيداً عن المواد الكيميائية غير المتوافقة.

3-أبعد الكيماويات التي تتفاعل مع الماء عن مصادر الماء كأنباب المياه ومرشات إطفاء الحرائق وأحواض المياه.

4-تعامل معها في كابينة الغازات.

5-ارتد ملابس وقاية الجلد والعين المناسبة.

6-اعمل بكميات صغيرة.

7-ستهلك هذه المواد أو تخلص منها قبل انتهاء صلاحيتها.

خامسا- المواد الكيميائية الأكالة Corrosive Chemicals

المواد الأكالة هي مواد مثل الأحماض والقواعد والتي يمكن ان تتلف انسجة الجسم عند استنشاقها ، أو ابتلاعها أو التعرض لرداذاها ,اضافة إلى أنها قد تؤدي إلى ما يلي:

1- يمكن أن تلحق الضرر بالمعادن و تطلق غاز الهيدروجين القابل للاشتعال.

2- يمكن أن تضر بعض المواد البلاستيكية.

3- بعض المواد الأكالة ،مثل حامض النيتريك والكبريتيك والبيركلوريك ،هي مواد مؤكسدة أيضاً ،وبالتالي فهي غير متوافقة مع المواد القابلة للاشتعال أو القابلة للاحتراق.

4- يمكن أن تطلق مواد سامة أو متفجرة عند تفاعلها مع مواد كيميائية أخرى.

5- يمكن أن تنتج حرارة عندما تخط مع الماء.

اتباع الاحتياطات التالية عند التعامل مع المواد الكيميائية المسببة للتآكل:

1- ارتد ملابس وقاية الجلد والعين المناسبة.

2- استخدم أضعف تركيز قدرا لإمكان.

3- تعامل معها في كابينة الغازات.

4- استخدام الحاويات المساعدة عند نقل وتخزين المواد الأكلة.

5- دائماً خفف بإضافة الأحماض إلى الماء, واخلط ببطء.

6- خزن الأحماض بعيداً عن الغازات.

سادسا- انسكاب الكيماويات الخطرة

في حال انسكاب مادة كيميائية خطرة ،متطايرة كانت او سامة او قابلة للاشتعال، يجب اتباع الخطوات التالية:

• إذ اكان التسرب في المختبر او مستودع الكيماويات؛ قم بإخلاء المكان بأسرع وقت ممكن وتأكد من ان مراوح التفرغ تعمل

• إذ اكانت المادة الكيميائية المنسكبة قابلة للاشتعال؛ افصل الكهرباء من مصدر التشغيل. إن أمكن ذلك.

• إذا لم تستطع تنظيف المكان بنفسك، اتصل بفريق السلامة طلبا للمساعدة.

• إذ اكان التسرب في ممر عام قم بإخلاء المكان وأغلق المنطقة لحماية الآخرين، ثم اتصل بالطوارئ.

•إغلاق نظام التهوية لمنع انتقال التلوث لأماكن أخرى.

سابعا- التعامل مع تسربات الغاز الطبيعي

عند اكتشاف رائحة غاز ا تتبع الخطوات التالية:

- تأكد من أن جميع صمامات الغاز مغلقة.
- اتصل بالدفاع ا لمدني إذا تأكد وجود تسرب غاز.
- في حال عدم استخدام الغاز أغلقه من صمام الاسطوانة ا لرئيسي.

ثامنا-التسمم

يحدث التسمم نتيجة تعرض العامل في ا لمختبر لمادة ضارة بكمية معينة عن طريق الاستنشاق أو البلع أو الجلد أو الحقن فتحدث اضرار داخل ا لجسم مؤقتة أو دائمية ،وعند إصابة أحد العاملين بالتسمم

يجب اتباع الخطوات التالية:

- اتصل بالإسعاف عند حدوث حالة تسمم خطيرة.
- تأكد من أن المكان آمن قبل الدخول لإسعاف ا لمصاب.
- قم بنقل ا لمصاب بعيداً عن المنطقة الملوثة وقدم الإسعافات الأولية المطلوبة.
- لا تجبر ا لمصاب على القيء إ لا إذا كان بمشورة من مصدر موثوق.
- اتصل بالإسعاف واحضر بطاقة بيانات ا لسلامة (MSDS) ا الخاصة بالمادة ا لسمية.
- تأكد دائماً من أن المصاب يتلقى العناية الطبية الملائمة حتى لو بدا الضرر طفيفاً.

التخزين في المختبرات

تختلف المواد الكيميائية في تركيبها، وبناء على ذلك تختلف شروط ومواصفات تخزينها، لذا يعد التخزين وفق القواعد والضوابط العلمية عنصراً أساسياً في توفير بيئة عمل آمنة للعاملين في المختبرات، ولتجنب حدوث تفاعلات بين المواد المخزنة قد تكون ضارة وخطيرة.

تعليمات التخزين العامة

- لا تقم بإغلاق الممرات الموصلة إلى أدوات السلامة التي تستخدم أثناء حالات الطوارئ كطفايات الحريق، مغاسل العينين، د الطوارئ، صناديق وأدوات الإسعافات الأولية وكذلك أجهزة التحكم مثل صمام الغاز أو قواطع الأجهزة الكهربائية.
- تجنب إغلاق المخارج أو الممرات داخل المختبر.
- تأكد أن وزن المادة المخزنة لا يتجاوز الحد المسموح به للرف أو الخزانة.
- تأكد من تثبيت الرفوف الجدارية بمسامير ومساند قوية التحمل، وقم بالفحص الدوري للمسامير والمساند.
- رتب المواد المخزنة بحيث لا تتدلى أو تبرز عن حافة الرف أو طاولة العمل.
- لا ترص المواد فوق بعضها البعض إلى ارتفاع عال مما يعرضها للسقوط.
- اترك مسافة كافية بين أعلى الخزانة ومرشات الحريق (على الأقل 45 سم).
- استخدم سُلماً آمناً للوصول للمواد المخزنة في الأعلى و لا تستخدم الكرسي أو الطاولة.

اولا- تخزين المواد الكيميائية

- خزن المواد الكيميائية الخطرة في مكان لا يدخله الا لمصرح لهم فقط.
- قلّل قدر الإمكان من كميات وحاوليات المواد الكيميائية داخل المختبر.
- لا تخزن المواد الكيميائية في الممرات ,أو تحت المغاسل أو على الأرض ,أو على المكاتب أو فوق طاولة المختبر.
- قم بتخزين المواد الكيميائية بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة أو مصادر الحرارة .
- لاتضع القوارير فوق بعضها البعض.
- خزن المواد شائعة الاستخدام على ارتفاع ما بين (70-150سم).
- لا تخزن المواد الكيميائية في مستوى أعلى من مستوى الكتفين.
- خزن الحاويات الأكبر في الرفوف السفلى.
- خزن المواد الثقيلة في الأسفل.
- خزن المحاليل الكيميائية بعد تحضيرها في حاويات مقاومة ومناسبة وكبيرة بما يكفي لمنع انسكابها.
- خزن المواد الكيميائية في خزائن مغلقة أو على رفوف ذات حوافٍ حمايةٍ أعلى من 1 سم لمنع الحاويات من السقوط.
- تأكد أن الحاويات غير قابلة للسقوط من الجهة الخلفية للرف أو الخزانة.
- خزن المواد الكيميائية بناء على توافقها مع بعضها البعض وليس بالترتيب الأبجدي .
- خصص مساحات تخزينية محددة لكل فئة من المواد الكيميائية .وقم بإرجاع الكيماويات إلى هذه الخزائن بعد استخدامها.
- خزن السموم المتطايرة والعطرية بطريقة تمنع انطلاق غازاتها.
- خزن المواد القابلة للاشتعال والتي تحتاج إلى تبريد في ثلاجات مضادة للانفجار أو خاصة بالمختبرات.

- ألصق على عبوات المواد الكيميائية غير المستقرة والقابلة للتفاعل تاريخ الإنتاج وتاريخ فتح العبوة لأول مرة.
- افحص المواد الكيميائية شهرياً للتأكد من عدم ظهور علامات للفساد وللتأكد من سلامة ملصقاتها.
- تخلص من المواد الكيميائية غير المرغوب فيها فوراً بواسطة مكتب التخلص من النفايات الخطرة.
- حافظ على تسجيل قائمة بالمواد الكيميائية لديك وتحديثها بشكل دوري.

ثانيا- السوائل سريعة الاشتعال

المواد الكيميائية سريعة الاشتعال يجب تخزينها في خزائن الكيماويات السائلة سريعة الاشتعال ،ولا يسمح ببقاء شيء منها خارج الخزائن إلا ما كان يستخدم منها خلال ذلك اليوم فقط.

التوجيهات العامة لتخزينها تتضمن:

- تأكد من استخدامك خزائن خاصة بتخزين المواد سريعة الاشتعال ومعتمدة.
- تأكد من بقاء الخزائن مغلقة بشكل جيد.
- لا تقم بتخزين أي مواد أخرى داخل هذه الخزائن.

ثالثا- التوافقية الكيميائية

يجب التأكد أن المواد الكيميائية المخزنة لا تتعارض مع بعضها. والجدول(2) يوضح أهم المواد الكيميائية غير المتوافقة مع بعضها البعض.

الجدول (a-2) أهم المواد الكيميائية غير المتوافقة مع بعضها البعض

ت	المركبات غير المتوافقة
1	المركبات الزرنيخية (الأرسينية) تجنب تخزينها بالقرب من عوامل الاختزال. الأزيدات تجنب تخزينها بالقرب من الأحماض.
2	السيانيدات تجنب تخزينها بالقرب من الأحماض (أو المواد التي تولد سيانيد الهيدروجين). الأسيتيلين تجنب تخزينه بالقرب من الفلور، الكلور، البروم، النحاس، الفضة، الزئبق.
3	السيلينيدات تجنب تخزينه بالقرب من العوامل المختزلة (أو التي تولد سيلينيد الهيدروجين). أستون تجنب تخزينه بالقرب من حمض الكبريت المركز، ومخاليط حمض النيتروجين.
4	السوائل القابلة للاشتعال تجنب تخزينها بالقرب من نترات الأمونيوم، حمض الكروميك، فوق أكسيد الهيدروجين (الماء الأكسجيني)، حمض النيتريك، فوق أكسيد الصوديوم، الهالوجينات. أكسيد الكالسيوم تجنب تخزينه بالقرب من الماء.
5	الصوديوم تجنب تخزينه بالقرب من رباعي كلوريد الكربون، ثنائي أكسيد الكربون، الماء. الأمونيا اللامائية تجنب تخزينه بالقرب من الزئبق، الكلور، البروم، اليود، حمض الهيدروفلوريك، تحت كلوريد الكالسيوم (هايبوكلوريد الكالسيوم).
6	الفسفور الأبيض تجنب تخزينه بالقرب من الهواء، الأكسجين، القلويات، العوامل المختزلة. أنيلين تجنب تخزينه بالقرب من حمض النيتروجين، وفوق أكسيد الهيدروجين.
7	الفضة تجنب تخزينها بالقرب من الأسيتيلين، حمض الأوكساليك، حمض الطرطريك، حمض الفولمنيك، مركبات الأمونيوم. الأوكسجين تجنب تخزينه بالقرب من الزيوت، الشحوم، الهيدروجين، الغازات والسوائل والمواد الصلبة سريعة لاشتعال.
8	الفلزات القلوية مثل (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، الألمنيوم) تجنب تخزينه بالقرب من ثاني أكسيد الكربون، رباعي كلوريد الكربون أو المركبات الهيدروكربونية الأخرى، الهالوجينات، الماء، الأغوال، الألدهيدات، الكيتونات، الأحماض، مساحيق المعادن. برمنغنات البوتاسيوم تجنب تخزينه بالقرب من الجلسرين، غليكول الأيثيل، البنزaldehid، حمض الكبريت.
9	الفلور البروم

	يعزل عن جميع المواد الكيميائية	تجنب تخزينه بالقرب من الأمونيا، الأسيتيلين، البيوتاديين، الميثان، البروبان، البيوتان والأبخرة البترولية الأخرى، الهيدروجين، كربيد الصوديوم، التربينتين، البنزين، مسحوق المعادن.
10	الكبريتات تجنب تخزينه بالقرب من الأحماض □ (أو المواد التي تولد كبريتيد الهيدروجين).	فوق أكسيد الهيدروجين تجنب تخزينه بالقرب من النحاس، الكروم، الحديد، ومعظم الفلزات و أملاحها، الأغوال، الأسيتون، المواد العضوية، الأنيلين، نيتروميثان، السوائل سريعة الاشتعال، الغازات المؤكسدة.
11	كبريتيد الهيدروجين تجنب تخزينه بالقرب من حمض النتروجيني المدخن، الغازات المؤكسدة.	فوق الأكاسيد العضوية تجنب تخزينها بالقرب من الأحماض العضوية أو غير العضوية، تجنب الاحتكاك.

الجدول (b-2) أهم المواد الكيميائية غير المتوافقة مع بعضها البعض

ت	المركبات غير المتوافقة
12	الكربون المنشط تجنب تخزينه بالقرب من تحت كلوريد الكالسيوم (هيبوكلوريد الكالسيوم)، جميع العوامل المؤكسدة. فوق أكسيد الصوديوم تجنب تخزينه بالقرب من أي مادة قابلة للأكسدة: مثل الميثانول، الإيثانول، جليسرين، غليكول الإثيلين، حمض الخل الثلجي، حمض الخل اللامائي، بنزالدهيد، فورفورال، خلات الميثيل، خلات الأيثيل، ثنائي كبريتيد الكربون.
13	الكلور تجنب تخزينه بالقرب من أملاح الأمونيا، الأسيتيلين، البيوتاديين، الميثان، البروبان، البيوتان والأبخرة البترولية الأخرى، هيدروجين، كربيد الصوديوم، التربينتين، البنزين، مسحوق المعادن. البوتاسيوم تجنب تخزينه بالقرب من رباعي كلوريد الكربون، ثنائي أكسيد الكربون، الماء، الأغوال، الأحماض.
14	الكلورات تجنب تخزينه بالقرب من أملاح الأمونيوم، الأحماض، مساحيق المعادن، الكبريت، مساحيق المركبات العضوية أو المواد القابلة للاشتعال. تحت كلوريد الهيدروجين تجنب تخزينه بالقرب من الأحماض، الكربون المنشط.

15	كلورات البوتاسيوم تجنب تخزينه بالقرب من الأحماض وخاصة حمض الكبريت.	التواليوريدات تجنب تخزينه بالقرب من العوامل المختزلة (أو العوامل التي تولد تيلوريد الهيدروجين).
16	النترات تجنب تخزينها بالقرب من حمض الكبريت (أو المواد المولدة لثنائي أكسيد النتروجين).	ثنائي أكسيد الكلور تجنب تخزينه بالقرب من الأمونيا ،الميثان ،الفوسفين ،كبريتيد الهيدروجين.
17	نترات الأمونيوم تجنب تخزينها بالقرب من مساحيق المعادن ،السوائل سريعة الاشتعال ،الكلورات ،القلويات ،النترات ،الكبريت ،مساحيق المركبات العضوية أو المواد القابلة للاحتراق ،الأحماض ،والمواد الأكالة عموماً.	حمض الأوكساليك تجنب تخزينه بالقرب من الفضة ،الزئبق.
18	نتريت الصوديوم تجنب تخزينه بالقرب من نترات الأمونيوم ،وألاح لأمونيوم الأخرى.	حمض البيروكلوريك تجنب تخزينه بالقرب من حامص الخليك اللامائي ،البزموث وخلانطه ،الغول ،الورق ،الخشب ،الشحوم،الزيوت.
19	النحاس تجنب تخزينه بالقرب من الأسيتيلين،وفوق أكسيد الهيدروجين (الماء الأكسجيني).	حمض الخل تجنب تخزينه بالقرب من حمض الكروميك ،حمض النيتروجين ،مركبات الهيدروكسيل ،إيثيلين جليكول ،حمض بيركلوريك ،فوق الأكاسيد ،برمنغنات.
20	النيتريدات تجنب تخزينها بالقرب من الحمض أو المواد التي تولد أبخرة نيتروجينية.	حمض الكبريت تجنب تخزينه بالقرب من الفلزات الخفيفة(الليثيوم ،الصوديوم ،البوتاسيوم)الكلورات ،البيروكلورات ،البرمنغنات.
21	نيتروبرافينات تجنب تخزينه بالقرب من القواعد اللاعضوية ،الأمينات.	حمض الكروميك وثلاثي أكسيد الكروم تجنب تخزينه بالقرب من حمض الخل ،النفثالين ،لكافور ،الجليسرول ،ترينتين ،الأغوال أو السوائل سريعة الاشتعال

الجدول (2-ج) أهم المواد الكيميائية غير المتوافقة مع بعضها البعض

ت	المركبات غير المتوافقة
22	المركبات الهيدروكربونية (البروبان، البنزين، الغازولين وغيرها) تجنب تخزينها بالقرب من الفلور، الكلور، البروم، حمض الكروميك، فوق أكسيد الصوديوم. حمض النتروجين (المركز) تجنب تخزينه بالقرب من حمض الخليك، الأنيلين، حمض الكروميك، حمض الهيدروسيانيك، كبريتيد الهيدروجين، الغازات والسوائل سريعة الاشتعال، النحاس، وباقي المعادن الثقيلة، الأسيتون، الغول.
23	الهيدرازين تجنب تخزينه بالقرب من الأحماض، الفلزات وأكاسيدها، العوامل المختزلة، وفوق أكسيد الهيدروجين. حمض الهيدروسيانيك تجنب تخزينه بالقرب من حمض النتروجين، لقلويات.
24	اليود تجنب تخزينه بالقرب من الأسيتيلين، الأمونيا المائية واللامائية، الهيدروجين. حمض الهيدروفلوريك تجنب تخزينه بالقرب من الأمونيا المائية واللامائية.
25	الزنبق تجنب تخزينه بالقرب من الأسيتيلين، الأمونيا، حمض الفولمنيك.

التعامل مع الحرائق

حرائق المختبرات

بعض حرائق المختبرات قد تنتج مثلاً من :مواقد بنزن (Bunsen Burner) ،تفاعلات كيميائية منسكبة،وحدات تسخين كهربائية ,خلل في الأجهزة المهمة أو المعطوبة أو حمل كهربائي زائد على الدوائر الكهربائية.

على العاملين في المختبرات التعلم على كيفية التعامل مع طفاية وخرطوم الحريق ,كذلك مخارج الطوارئ ,وخطط الإخلاء في المختبرات التي تعمل فيها ,وفي حال انطلاق صافرة الانذار الرئيسية في المبنى استخدم خطط الإخلاء الموضوعة واتبع التعليمات الموضحة على لوحة الإخلاء .وعند خروجك من المبنى ابتعد قدر الإمكان عن الأبواب لتفصح المجال لغيرك بالخروج.

ان المعالجة الأولية للحرائق تعتمد على فئة وحجم الحريق ,وعلى العاملين في المختبر المبادرة بإطفاء الحريق إذ اكان القيام بذلك آمناً جداً. كما يجب على جميع العاملين في المختبر التعرف على مواقع مفاتيح إنذارا لحريق ومنافذ الإخلاء في البناية التي يعملون فيها.

مثلث الحريق

لا يمكن أن يندلع الحريق إلا بوجود مصدر حرارة ,ووقود (مادة قابلة للاشتعال)ومصدر أكسدة (عادة الهواء).هذه الثلاث عناصر مجتمعة تسمى مثلث الحريق.

لن يندلع الحريق في حال غياب أحد هذه العناصر .ولن يستمر الحريق في حال إبعاد أحدها .هذا المفهوم مفيد في معرفة إجراءات منع الحرائق والسيطرة عليها.

على سبيل المثال , يجب تجنب تقريب الأبخرة سريعة الاشتعال لمصادر الإشعال ,لكن عندما يصعب التحكم في هذه الأبخرة فيعتبر إبعاد مصادر الإشعال أمراً أساسياً.



(مثلث الحريق)

فئات الحرائق

قسمت الحرائق الحرائق إلى أربعة فئات وفقاً لنوعية الوقود في الحريق:

1- الحرائق فئة (أ) وتشمل المواد الصلبة القابلة للاحتراق مثل : الورق , والخشب , والملابس , والمطاط والعديد من المواد البلاستيكية.

2- الحرائق فئة (ب) ويشمل احتراق الوقود السائل مثل : الدهانات الزيتية , والشحوم , والمذيبات , والزيت والبنزين.

3-الحرائق فئة (ج) حرائق ذات مصدر كهربائي مثل :علبة الدوائر الكهربائية (صندوق القواطع)
المولدات الكهربائية وكذلك الأسلاك الكهربائية.

4-الحرائق فئة (د) وتشمل المعادن القابلة للاحتراق مثل:المغنيسيوم,الصوديوم,البوتاسيوم والفوسفور.

طفايات الحريق

صنفت طفايات الحريق إلى (أ، ب، ج، د) وإلى خليط من هذه الفئات ,وذلك لاستخدامها في مكافحة الحريق حسب فئته.

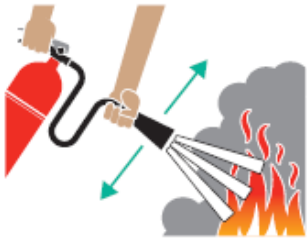
• عَوِّد نفسك على التعرف على أنواع الحرائق المختلفة التي قد تندلع في بيئة عملك وعلى طفاية الحريق المثلى لمكافحتها بحيث تعرف نوع الحريق الذي تحاول إطفاءه.

•تدرب على كيفية استخدام طفاية الحريق في مختبرك ,فلا يوجد لديك وقت لقراءة التعليمات عند حدوث طارئ.

•قم بمحاولة إطفاء حريق صغيرة تجربي بالتنسيق مع إدارة السلامة في المنشأة.

•وتأكد من إعادة تعبئة الطفاية بعد كل استخدام.

قبل شروعك باستخدام طفاية الحريق تذكر الاختصار (PASS) والذي يرمز للتالي:

PULL	اسحب مسمار الأمان ليتحرر المكبس ويمكن تفريغ الطفاية	
AIM	وجه الخرطوم إلى قاعدة الحريق	
SQUEEZE	اضغط على المكبس	
SWEEP	حرك الطفاية من جانب لآخر	

جدول (3) تصنيف المواد القابلة للاشتعال وأحجام العبوات المسموح بها

(NFPA, Flammable and Combustible Liquids Code, 2003)

الفئة	مثال	مدى نقطة الغليان والوميض Flash & Boiling point ranges ودرجة مئوية	نوع الحاوية (لتر)		
			زجاج	معدن أو بلاستيك	عبوة آمنة
1A	أسيتالدهيد، الإيثر الإيثيلي، البنتان	$22,8 < \text{نقطة الوميض} < 27,8$ نقطة الغليان	٥, (*)	٥	١٠
	أسيتون، الكحول الإيثيلي، تولين	$22,8 < \text{نقطة الوميض} < 27,8$ نقطة الغليان	١, (*)	٢٠	٢٠
	أيزوبيتانول، الستيرين	$22,8 \leq \text{نقطة الوميض} < 27,8$	٥	٢٠	٢٠
II	كبروسين، حمض الخليك اللامائي	$27,8 \leq \text{نقطة الوميض} < 60$	٥	٢٠	٢٠
	الأنيلين، أوكتانول	$60 \leq \text{نقطة الوميض} < 93$	٢٠	٢٠	٢٠
	إيثيلين جليكول، الكحول البنزيلي	$93 \leq \text{نقطة الوميض}$	٢٠	٢٠	٢٠

(*) (NFPA 6.2.3.2): يسمح بتخزين السوائل من فئة 1A وفئة 2B في العبوات الزجاجية ذات السعة أقل من ٥ لتر إذا كانت النقاوة المطلوبة ستتأثر إن خُزنت في عبوات معدنية أو كان السائل قد يتسبب في تآكل شديد للعبوة المعدنية.

التعامل مع حالات الاشتباه بحريق

يجب على أي شخص يلاحظ دخاناً أو يشم رائحة احتراق أو أي رائحة غير معتادة أن:

ابلاغ ادارة السلامة.

ابلاغ مسؤول المختبر.

التعامل مع حالات الحرائق المتيقنة

- قم بالنداء بصوت عالي (حريق) عدة مرات لإشعار جميع من حولك.
- شغل إنذارا لحريق.
- اتصل من مكان آمن بالدفاع المدني .
- قم بإخلاء المختبر بطريقة سريعة ومنظمة، مستخدماً السلالم او مخارج الطوارئءا لطوارئ مع عدم استخدام المصاعد الكهربائية، واتبع تعليمات الإخلاء.
- بعد خروجك من المبنى ابتعد عنا لأبواب لتمكين الآخرين من الخروج.

التعامل مع حرائق الملابس

قف حيث كنت.

تدحرج على الارض حول نفسك لتطفئ النار.

حالما تنطفئ النار اذهب إلى أقرب مصدر للماء لأجل تبريد الحروق.

في حال اشتعال النار في شخص اخر ،اتبع الاتي:

اوقف المصاب واجبره على الارتقاء والتدحرج على الارض لإطفاء النار.

اعط الاسعافات الاولية المناسبة والعلاجات المتوفرة في المختبر.

الاتصال بالإسعاف الفوري.

التخلص الآمن من النفايات الخطرة

النفايات الخطرة :هي مخلفاتُ أنشطةٍ مختلفةٍ ذاتُ خصائصٍ طبيعية وكيميائية وبيولوجية تجعلها خطراً على البيئة والصحة والسلامة العامة ما لم يتم التخلص منها بطرق سليمة ،والتخلص الآمن منها يشمل طرق جمعها وتهيئتها لتسليمها للجهات المختصة كشركات التخلص ثم هي بدورها تقوم بمعالجة هذه المواد بالحرق في محارق خاصة أو المعالجة الكيميائية أو التخزين في مخازن ارضية مخصصة لذلك أو غير ذلك من الطرق ،وهذا يتطلب مراعاة لطبيعة تلك النفايات وحجمها ،وفيما يلي بعض التوجيهات والتعليمات المتعلقة بالتخلص الآمن من النفايات الخطرة:

تقليل كمية النفايات

لخفض كمية النفايات الخطرة التي تتطلب طرقاً خاصة في التخلص منها ,اتبع التعليمات التالية:

- 1- تجنب تخزين مواد كيميائية فوق حاجة العمل ,حيث إن التخزين الزائد عن الحاجة من أهم مصادر النفايات ,ومن أهم أسبابه شراء المواد الكيميائية بكميات تفوق الحاجة ,ويلاحظ أنه كلما كانت إجراءات شراء المواد الكيميائية وتوريدها سريعةً و سهلةً قلَّت الحاجة لشراء كميات كبيرة.
- 2- لا تقبلُ أي مواد كيميائية مهداة من الشركات ,وذلك لأن بعض الشركات قد تهدي بعض المواد التي شارفت على الانتهاء صلاحيتها وبالتالي تنقلُ كُلفةَ التخلص منها إلى جانبك.
- 3- استخدم المواد الآمنة بدلاً عن المواد الخطرة متى أمكن ذلك.

تعليمات التخلص من النفايات الخطرة:

- ضع ملصقاً تعريفياً بشكل واضح ومقروء على أي مادة كيميائية تريد التخلص منها.
- يجب أن توفر إدارة السلامة حاويات مخصصة للنفايات الكيميائية.
- لا تقبل إدارة السلامة حاويات فيها تسريب ,أو حاويات ليس عليها تعريف بما تحتويه.
- لا تتخلص من أي مادة كيميائية في مجاري الصرف إ لا إذا تأكدت أن تعليمات التخلص منها تسمح بذلك.

التهوية في المختبر وكابينات الغازات

يعتبر موضوع تهوية المختبرات من المواضيع المهمة والأساسية في سلامة المختبرات ، وينبغي الاعتناء به للحفاظ على صحة العاملين داخلها ، وفيما يلي استعراض لبعض النقاط المهمة حول موضوع التهوية:

التهوية العامة

الغرض من التهوية العامة مزج الهواء الداخلي بالهواء الخارجي الجديد , ويفيد ذلك في:

• الحفاظ على حركة الهواء ودرجة الحرارة والرطوبة المناسبة لأماكن العمل.

• التخفيف من ملوثات الهواء الداخلي بإخراجها أولاً بأول.

• تجديد الهواء بإخراج المستهلك منه للخارج عبر أجهزة التهوية الداخلية مثل دولا ب الغازات.

أنظمة التهوية العامة تشمل الإمداد بالهواء الجديد والتخلص من الهواء المستهلك , فيتم توفير الهواء

الجديد عبر أنظمة التكييف المركزية أو عن طريق النوافذ , ويكون التخلص من الهواء المستهلك من خلال

أجهزة العادم المحلية أو إخراج الهواء من خلال أنظمة التكييف المركزية.

أجهزة التهوية الداخلية

تشمل أجهزة التهوية الداخلية الموجودة في المختبرات ما يلي:

• دواليب الغازات Chemical fume hoods.

• مداخن الغازات Canopy Hoods.

• فتحات التصريف Slotted Hoods.

• دواليب السلامة الحيوية Biological safety cabinets.

• وصلات تهوية مباشرة Direct connections.

كابينات الغازات

هي غرف مغلقة مع باب منزلق لفتح أو إغلاق الدولااب .لها القدرة على سحب الأبخرة حتى الثقيلة منها ، وهي المفضلة لجميع التجارب التي تتطلب التعامل مع مواد كيميائية خطيرة .

مداخل الغازات Canopy Hoods

مداخل الغازات مصممة لسحب الحرارة المنبعثة من العمليات أو المعدات ،مثل جهاز الامتصاص الذري أو أجهزة التعقيم ,حيث تعلق المدخنة فوق الجهاز وتكون متصلة بعامد ,إلا أنَّ فيها جوانب قصور تجعلها بدائل أقل فاعلية من دواليب الغازات ,وهي:

- تعرّض العامل للهواء الملوث المسحوب.

- لا تسحب الأبخرة الثقيلة.

- أضعف في احتوائها للملوثات من دواليب الغازات ،وتتأثر بتيارات الهواء أكثر من الدواليب.

- لا تقدم شفطاً كافياً لأكثر من بضع بوصات حول الغطاء.

مخاطر أخرى في بيئة العمل المختبري وسبل الحد منها

بالإضافة إلى مخاطر المواد الكيميائية الموجودة في بيئة العمل المختبري هناك مخاطر أخرى كمخاطر التيار الكهربائي، ومخاطر المواد الحادة، ومخاطر تتعلق ببعض الأجهزة الموجودة في المختبرات، وونتناول هنا أهم هذه المخاطر، وقواعد العمل السليمة في أماكن العمل:

السلامة الكهربائية

تتفاوت الأضرار المحتملة من التعرض للتيار الكهربائي حسب قوة التيار ما بين الصدمات الكهربائية، والصعق الكهربائي، والحروق، والحرائق، ولتلافي وقوع مثل هذا النوع من المخاطر يجب اتباع تعليمات السلامة الكهربائية التالية:

- يجب تأمين واستخدام الأجهزة الكهربائية المصرحة من الجهات الرقابية.
- يجب أن تكون جميع المنافذ الكهربائية بتوصيل أرضي (تأريض) بمقابس ثلاثية.
- يجب أن تزود جميع الأجهزة الكهربائية (ما عدا الزجاج وسخانات القماش، وأنواع معينة من راسمات الذبذبة والتي تتطلب أرضية عائمة) بمقبس ثلاثي، ولا تقم أبداً بإزالة مسمار التأريض من المقبس الثلاثي.
- يجب أن تُعدَّ كلاً التمديدات الكهربائية من قبل كهربائي المختص أو بموافقته.
- عندما يتبذل جهاز كهربائي ما قم بفصل الكهرباء من المفتاح الرئيسي قبل التعامل مع هذا الجهاز، كن مُلمّاً بمواقع مفاتيح الأجهزة.
- تعرف على كيفية قطع إمداد المختبر بالكهرباء في حالات الطوارئ.
- انزع الأسلاك بإمساك المقبس وليس بشد السلك.
- تأكد من أن جميع الأسلاك جافة قبل توصيلها بالكهرباء.
- يجب إصلاح أسلاك الأجهزة الكهربائية التالفة والمهترئة قبل تشغيلها.
- ضع علامة تميز الأجهزة المعطوبة وافصلها عن مصدر الكهرباء.

- تأكد من تفريغ الشحنات الكهربائية الكامنة قبل الشروع في أعمال الصيانة لأي مُعدّة تحوي محول أو مكثف ضغط كهربائي عالي.
- قلل من استخدام أسلاك التمديد ، وتجنب وضعها في مناطق قريبة من حركة المشاة.
- استخدم فقط طفايات ثاني أكسيد الكربون ، الهالونات ، أو طفايات الحريق الكيميائي الجافة للحرائق الكهربائية.
- استخدم قواطع الالتماس الكهربائي الأرضية (GFCI) لكل الأجهزة الكهربائية المستخدمة من قبل العاملين.

سلامة الأدوات الزجاجية

- قد يسبب الزجاج الحاد الجروح وتلوث الجسم بما عليه من المواد ، وللتعامل الآمن مع الأدوات الزجاجية ولتجنب أي أضرار قد تقع عند العمل بها ، اتبع التعليمات التالية:
- استخدم المكنسة والمجرفة لالتقاط الزجاج المكسور وليس اليدين.
 - تخلص من الزجاج المكسور في حاوية صلبة منفصلة عن باقي النفايات وقم بتوضيح محتواها بملصق مناسب.
 - احم الزجاج الذي يخضع لضغط عالٍ أو للتفريغ ، كتغليف الأوعية الزجاجية بقطعة من القماش للتقليل من احتمالات الشظي.
 - تعامل مع الزجاجيات لمستعملة بعناية أكثر من الجديدة وذلك لأن الزجاج يضعف مع الاستعمال اليومي بالتسخين وغيره.
 - تخلص من جميع الأواني الزجاجية التالفة ، أو أصلح ما يمكن إصلاحه منها.

أدوات الحماية الشخصية

تُعد أدوات الحماية الشخصية سبباً من أسباب وقاية الفني من المخاطر التي قد تقع حوله في بيئة العمل المختبري، خصوصاً عند إخفاق أي من إجراءات السلامة الأخرى في الحيلولة دون وصول الخطر للفني فيأتي دور أدوات الحماية الشخصية في منع أو تقليل الأثر السلبي لهذا الإخفاق، ولهذا على الفني الحرص على استخدام هذه الأدوات متى ما تطلب العمل استخدامها، ولا ينبغي له التهاون فيما قد يعود على صحته بالضرر، وفيما يلي بعض التعليمات المرتبطة بأدوات الحماية الشخصية للعاملين في المختبرات.

حماية العين والوجه

يجب على جميع الفنيين والباحثين والمتدربين والزوار ارتداء نظارة واقية مناسبة وحامي للوجه في الأماكن التالية:

- الأماكن التي تستعمل فيها المواد الخطرة أو تخزين أو تنقل وكذلك المواد ذات الطبيعة غير المعروفة.
- الأماكن التي يمكن أن يكون فيها تفاعلات كيميائية قوية فوران أو رذاذ أو أجسام متطايرة، أو متحركة.
- الأماكن التي توجد فيها مخاطر أخرى على العين، كالأشعة فوق البنفسجية أو أشعة الليزر.

وهذه بعض الإرشادات لاختيار واستخدام النظارات الواقية:

- للعمل قليل الخطورة إلى المتوسط: استخدم نظارات السلامة ذات الواقي الجانبي المعتمدة من قسم السلامة.
- للعمل مع المخاطر الكبيرة لحدوث رذاذ لمواد كيميائية، أو شظايا: استخدم نظارات مغلقة Goggles.
- للعمل مع مخاطر كبيرة لوصول رذاذ إلى الوجه، أو انفجار محتمل: ارتد قناعاً كاملاً للوجه، بالإضافة إلى نظارات مغلقة.

معطف المختبر Lab coat

يجب ارتداء معطف المختبر خصوصا في المختبرات ذات الطبيعة الخطرة ، وفيما يلي ابرز الارشادات لاختيار واستخدام ملابس الوقاية المختبرية :

- اختر معطف مختبر إلى الركبة.
- عند العمل مع المواد ذات السمية العالية أو المعدية ارتد معطفاً محمياً من الأمام (مقوى) أو لباساً يغلق من الخلف وتكون أطراف الأكمام مطاطية.
- ارتد معطفاً واقياً للإجراءات الخاصة مثل نقل كميات كبيرة من المواد الأكلة.
- اخلع الملابس الواقية عند الخروج من المختبر.
- اخلع الملابس الواقية في حال حدوث تلوث ظاهر أو اشتباه به.

حماية اليدين

تستخدم القفازات في المختبرات للحماية من الاشعاع والمواد الكيميائية والمواد الحيوية الخطرة ومن التعرض لدرجات الحرارة العالية وتستخدم ايضا للوقاية من الخدوش والجروح .

القفازات المطاطية والتفاعلات الجلدية

المطاط الطبيعي مشتق من عصارة شجرة المطاط ويحتوي على بوليمرات المطاط والكربوهيدرات والدهون الفوسفاتية والبروتينات ، واثناء عملية التصنيع تتم اضافة مواد كيميائية لاضفاء مرونة وليونة ومثانة للمطاط. وبسبب هذه المزايا وبسبب قوته العالية والتكلفة المنخفضة تستخدم القفازات المطاطية كثيرا في المختبرات , لكن ارتداء القفازات المطاطية يمكن ان يسبب بعض التحسس او التهيج في الجلد. ويُعزى ذلك للأسباب التالية:

- تعرق اليدين داخل القفازات أو احتكاك الجلد بالقفازات.
- المواد الكيميائية المضافة في مرحلة التصنيع.
- مادة المطاط نفسها قد تسبب تحسناً أو تهيجاً.
- غسل اليدين بشكل متكرر ، وكذلك آثار الدعك والصابون ، ومواد التنظيف والمطهرات ربما قد تزيد تهيج الجلد.

ويوجد بدائل أخرى تقلل من مشاكل الجلد المرتبطة باستخدام قفازات المطاط:

- القفازات غير المطاطية.
 - القفازات المضادة للحساسية ، كالتى تكون بدون بودرة أو ذات المطاط منخفض البروتين.
 - القفازات المصنعة من البولي إيثيلين وبولي كلوريد الفينيل أو المبطنة بقماش دون المطاط.
 - ارتداء القفازات غير المطاطية تحت القفازات المطاطية.
- وفي حال حدوث مشاكل جلدية مثل :الطفح الجلدي ،والحكة ،والنقش ،وتقرحات الجلد ،والتي يبدو أنها مرتبطة بارتداء القفازات المطاطية ينبغي إبلاغ الطبيب بها عند أول ظهور للأعراض.

إجراءات الطوارئ

وهي مجموعة من الإجراءات التي تتخذ لمواجهة المخاطر المختلفة عند وقوعها في المختبرات ،ومواجهة ما قد ينجم عنها من آثار ،ولإسعاف المصابين ومعالجتهم:

الإسعافات الأولية

الالمام السابق بالإرشادات الهامة التالية والمتعلقة بالإسعافات الأولية يسهم في المواجهة السريعة الفعالة للمخاطر الطارئة :

- كن ملماً بطبيعة المواد الخطرة المستخدمة في المختبر الذي تعمل فيه .
- تعرف على محتويات حقيبة السلامة الأولية وتدرّب على كيفية استخدامها , واجعل قراءة تعليمات الاستخدام متاحة للجميع وسهلة للفهم.
- اعرف مواقع أدوات الطوارئ مثل الدش ,ونافورة غسيل العيون وتعلم كيفية اختبارها واستخدامها.
- تدرب على الإسعافات الأولية , اتصل بإدارة السلامة للحصول على جدول مواعيد دورة إجراءات الإسعافات الأولية المعتمدة ,ودورة الانعاش القلبي الرئوي ,واطلب ملصق إجراءات الاسعافات الأولية المعتمدة ,وملصق الانعاش القلبي الرئوي .
- يجب أن يَعتَبَر إجراء الإسعافات الأولية مراجعةً للطبيب لإكمال العلاج.

الحروق

تحدث الحروق الحرارية في المختبر بسبب الحرارة الشديدة أو اللهب أو المعادن المذابة أو البخار وغيرها. كما أن المواد الأكلة سواء كانت سائلة أو صلبة مثل الأحماض أو القواعد يمكن أن تسبب حروقا كيميائية، والصعفة الكهربائية قد تسبب حروقا كهربائية من الدرجة الثالثة وذلك بسبب مرور التيار الكهربائي عبر الجسم مولدا الحرارة .

الإسعافات الأولية لحروق الجلد

تشمل الإسعافات الأولية للحروق الجلدية الآتي:

- إذا كان الحرق مصدره الكهرباء، تأكد من أن المصاب ليس متصلا بمصدر الكهرباء قبل لمسه ؛ قم بفصل الجهاز المسبب للصعقة أو أغلق مفتاح الطاقة الرئيسي في لوحة توزيع الكهرباء.
- اتصل بالإسعاف إذا كانت الحروق خطيرة، واطلب العلاج الطبي الفوري لجميع الحروق الكهربائية حتى لو لم تبدو أنها خطيرة.
- اكشف المنطقة المحترقة، لكن تجنب إزالة الملابس الملتصقة بالجلد، و أزل الساعة من المعصم إن كان مصاباً.
- اغمس الأجزاء المحترقة في الماء البارد لمدة 10 دقائق على الأقل إذا كان ذلك ممكناً، أو استخدم كمادة باردة.
- تجنب استخدام المستحضرات أو المطهرات أو المراهم على الحروق، مع إمكانية غسل حروق الدرجة الأولى والثانية بالماء والصابون بعد مرحلة تبريد الحرق.
- قم بتغطية حروق الدرجة الأولى والثانية بضمادة رطبة، وتغطية حروق الدرجة الثالثة بكمادات جافة.
- لا تحاول فتح البثور لأنها تشكل حاجزاً طبيعياً ضد العدوى.

الإسعافات الأولية لحروق العين

تصاب العين بالحروق نتيجة تعرضها للمواد الكيميائية، أو الحرارة (كسوائل حارة، أو بخار) أو الشرر أو اللهب، أو أشعة الليزر. الحروق الناتجة عن الأشعة فوق البنفسجية أو الأشعة المرئية، أو الأشعة تحت الحمراء القريبة ربما لا تظهر أعراضها إلا بعد 8-6 ساعات من التعرض لها.

الإسعافات الأولية للحروق الحرارية والإشعاعية للعين تتمثل في الإجراءات التالية:

- امنع المصاب من فرك أو لمس عينيه .
- أغسل العين بالماء البارد الى ان يخف الألم .
- غط العينين بشاش معقم جاف إذا كان إغلاق العينين مؤلماً جداً ف □ ضع كمادة رطبة عليهما.
- انقل المصاب إلى المستشفى فوراً ، وإذا كان الحرق ناجماً عن التعرض لأشعة الليزر وضح لموظفي الطوارئ نوع الاشعة والمسافة التي كانت بين المصاب والاشعة .

الإسعافات الأولية للجروح

الإسعافات الأولية للخدوش البسيطة والجروح والتمزقات والوخزات ,تتمثل في الإجراءات التالية:

- اغسل الجرح والمنطقة المحيطة به بالماء الجاري والصابون المناسب.
- أزل أي أوساخ حول الجرح.
- غط الجرح بلاصق أو قطعة شاش مربعة ملصقة من كل الجوانب.
- الجروح الناتجة عن الأدوات ا لمتسخة يجب أن يفحصها الطبيب ليحدد ما مدى الحاجة لأخذ مضاد الكزاز.
- يجب على المصاب بجروح ناتجة عن أدوات ملوثة بدم بشري أو سوائل جسده أن يراجع الطبيب مباشرة ليحدد ما مدى الحاجة إلى علاج وقائي.
- إذا كان الجرح ينزف بغزارة فعلى المسعف أن يحاول إيقاف النزيف بأسرع وقت ممكن.

الإسعافات الأولية للجلد و العين المصابة برذاذ المواد الكيميائية

يُعدُّ تعرُّض الجلد أو العين لرذاذ المواد الكيميائية أمراً محتملاً في بيئة العمل في المختبرات ،وعليه ينبغي

الإلمام بالإسعافات الأولية المتعلقة بهذا النوع من الإصابات ,وتتمثل في الإجراءات التالية:

• إذا كان الرذاذ قد أصاب منطقة كبيرة من الجلد؛ توجه إلى أقرب دش للاستحمام وأشطف الجسم جيداً

بالماء لمدة لا تقل عن 20 دقيقة ,وقم بإزالة الملابس الملوثة خلال عملية الشطف.

• إذا كانت البقع قد أصابت منطقة صغيرة من الجلد توجه إلى أقرب خرطوم مياه وقم بإزالة الملابس

الملوثة والساعة واشطف المنطقة جيداً بالماء لمدة 15 دقيقة.

الإسعافات الأولية في حال تعرض العين للرذاذ الكيميائي ,تتمثل في الاجراءات التالية:

• اذهب إلى أقرب مغسلة للعيون واغسل العين جيداً بالماء لمدة لا تقل عن 20 دقيقة.

• إذا كنت ترتدي عدسات لاصقة قم بإزالتها بسرعة واستمر في غسل عينيك بالماء الجاري.

• أبقِ جفنيك أثناء الغسل مفتوحتين باستخدام أصابعك ,مع تدوير المقلتين ورفع الجفنين باستمرار لكي يصل الماء إلى سطح العين كله.

• قم بتغطية العين بشاش جاف ومعقم إلى حين الحصول على العناية الطبية.

التسمم

يحدث التسمم نتيجة تعرض العامل في المختبر لمادة ضارة بكمية معينة عن طريق الاستنشاق أو البلع أو

الجلد أو الحقن (الجروح) فتحدث أضراراً داخل الجسم ،مؤقتة أو دائمة ،وعند إصابة أحد العاملين بالتسمم يجب اتباع الخطوات التالية:

• اتصل بالإسعاف عند حدوث حالة تسمم خطيرة.

• تأكد من أن المكان آمن قبل الدخول لإسعاف المصاب.

- قم بنقل المصاب بعيداً عن المنطقة الملوثة وقدم الإسعافات الأولية المطلوبة.
- لا تجبر المصاب على القيء إلا إذا كان بمشورة من مصدر موثوق كمكتب مراقبة السموم.
- اتصل بالإسعاف واحضر بطاقة بيانات السلامة (MSDS) الخاصة بالمادة السامة ,و إذا كان المصاب تسمم بمادة غير معروفة قدم لرجل الإسعاف عينة من قيء المصاب.
- تأكد دائماً من أن المصاب يتلقى العناية الطبية الملائمة حتى لو بدا الضرر طفيفاً.

الفصل الثاني

الأجهزة المختبرية

عند الرغبة في تأمين جهاز للمختبر ،ينبغي أن تعطى الأولوية للأجهزة التي تتوفر فيها المواصفات التالية:

- محدودة الاتصال بين المشغل والمواد الخطرة والطاقة الميكانيكية والكهربائية للجهاز.
- مقاومة للتآكل ،وسهلة التنظيف وغير منفذة للسوائل.
- ليس لها أي حواف أو نتوءات حادة.
- وينبغي بذل كل جهد ممكن للحفاظ على الأجهزة من أن تصبح ملوثة، و للحد من احتمال تعطل المعدات والذي قد يؤدي إلى تسرب أو انسكاب أو نشر ما يسبب الأمراض اتبع ما يلي:
- راجع وثائق الشركة المصنعة، واحتفظ بها كمرجع عند الحاجة.
- ينبغي أن يكون استخدام الأجهزة والصيانة المقدمة لها وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة.
- تأكد من أن الأشخاص المستخدمين للأجهزة متدربون على تشغيل واستخدام وتنظيف هذه الأجهزة.
- تأكد ان الأجهزة المُخرجة من المختبر سواء للصيانة أو للاستغناء عنها معقمة بشكل مناسب.
- تستعرض الفقرات التالية بعض الاحتياطات والإجراءات الواجب مراعاتها عند العمل على بعض الأجهزة المستخدمة في المختبر:

1- أجهزة الطرد المركزي

- أجهزة الطرد المركزي التي تُستخدم أو تُصان بطريقة غير صحيحة يمكن أن تعرض مستخدميها إلى خطر كبير، وذلك لأن تعطلها عند دورانها بسرعات عالية قد يؤدي إلى تطاير قطع من الجهاز أو انتشار كيميائيات أو ملوثات خطيرة، ولتجنب وقوع مثل هذه المحاذير ،ا تتبع الإرشادات التالية:
- تأكد من أن أنابيب الطرد المركزي الزجاجية والبلاستيكية خالية من الشقوق وسليمة الحواف قبل الاستخدام، ويفضل استخدام الأنابيب الغير قابلة للكسر قدر الإمكان.
 - تجنب ملء الأنابيب إلى الحافة.
 - استخدم أغطية مخصصة لأنابيب الطرد المركزي وتجنب استخدام مواد خفيفة الوزن مثل رقائق الألومنيوم كأغطية.

• استخدم أوعية الطرد المركزي المحكمة الغلق أو أسطوانة التدوير التي يمكن ملؤها وتفريغها في خزانة السلامة الأحيائية.

• عقم السطح الخارجي للأكواب أو الأوعية قبل وبعد الطرد المركزي، وتأكد من سلامة الحلقات البلاستيكية واستبدالها إن كانت تالفة أو جافة.

• تأكد من أن جهاز الطرد المركزي متوازن بشكل صحيح.

• لا تفتح الغطاء أثناء التشغيل أو بعده مباشرة، ولا تحاول إيقاف أسطوانة الدوران باليد أو بأي شيء آخر.

عند استخدام السرعات العالية أو أجهزة الطرد المركزي المتطور، ينبغي اتباع الإرشادات الإضافية التالية:

• قم بتوصيل عادم مضخة التفريغ بفتحة التهوية.

• دون في سجل التشغيل، تفاصيل استخدامك للجهاز (السرعة، وقت التشغيل).

• عند التعامل مع المواد الحيوية قم بتركيب فلتـر HEPA بين الطرد المركزي ومضخة التفريغ.

• لا تتجاوز حدود السرعة المحددة للدوران.

2- أجهزة الفصل الكهربائي

• التأكد من أن أجهزة الفصل الكهربائي (Electrophoresis equipment) مُوصلة بالأرض جيداً (تأريض) ولها قاطع كهربائي داخلي.

• فحص هذه الأجهزة بانتظام بحثاً عن الأضرار والتسريبات.

• ضع هذه الأجهزة بعيداً عن مناطق الازدحام الشديد، وبعيداً عن المناطق الرطبة مثل المصارف أو جهاز غسيل.

• ضع علامات تحذير.

3- حمامات التسخين المائية وغيرها

تُبقى حمامات التسخين المواد مغمورة فيها في درجة حرارة ثابتة، ويمكن ملؤها بمجموعة متنوعة من المواد، بناءً على درجة حرارة الحمام المطلوبة، (قد تملأ بالماء، أو الزيتا لمعدني، أو الجليسرين، أو البارافين أو زيوت السيليكون، مع درجة حرارة تصل إلى 300 درجة مئوية.

اتبع الإرشادات التالية عند استخدام حمامات التسخين:

- قم بتثبيت حمامات التسخين على سطح مستقر، بعيداً عن المواد السريعة الاشتعال أو المواد القابلة للاشتعال بما في ذلك الخشب والورق.
- لا تنقل حمامات التسخين من أمكنتها إلا بعد برود السائل الداخلي.
- تأكد من تجهيز الحمام بوحدة تتحكم بالحرارة الزائدة أو قاطع تلقائي يفصل الطاقة إذا تجاوزت الحرارة المحددة.
- استخدم حمام التسخين مع ضبط الحرارة باقل بكثير من نقطة الوميض لحرارة السائل المستخدم في الحمام.
- زد حمام التسخين بميزان حرارة زئبقي لمراقبة درجة الحرارة بالنظر المباشر.
- يُعد الحمام المائي أكثر أنواع حمامات التسخين شيوعاً في المختبرات.

اتبع الإرشادات التالية عند استخدام الحمام المائي:

- نظف الحمام المائي بانتظام بمطهر مثل منظفات الفينول، ويمكن أن يضاف إلى الماء.
- تجنب استخدام مادة ثلاثي نتريد الصوديوم NaN_3 لمنع نمو الكائنات الدقيقة، وذلك لأنه يُكوّن مركبات متفجرة مع بعض المعادن.
- ارفع درجة حرارة الحمام المائي إلى 90 درجة مئوية أو أعلى لمدة 30 دقيقة مرة واحدة في الأسبوع لغرض التعقيم.

•قم بفصل الوحدة من منفذ الكهرباء قبل عملية التعبئة أو التفريغ وافحص باستمرار التأريض (سريان التيار إلى الأرض).

4-أجهزة الخلط والمزج

إن استخدام اجهزة الخلط مثل الهزازات أو الخلاطات أو الطواحين أو خلاطات الموجات الصوتية Sonicators قد ينتج عنه تطاير رذاذٍ للمواد المستخدمة التي قد تكون ملوثة ,أيضاً أجهزة الخلاطات وأسطح التقليب يمكن أن تنتج كميات كبيرة من الأبخرة القابلة للاشتعال ,وللحد من هذه المخاطر المحتملة اتبع الإرشادات التالية:

- وفر أجهزة بمزايا سلامة تقلل من التسرب.
- وفر أجهزة خلط بمحركات لا تصدر شرراً.
- استعمل هذه الأجهزة داخل دولا ب السلامة الحيوية قدر الإمكان.
- التحقق من سلامة أوجه البلاستيك والأغطية والقناني قبل الاستخدام ,وتخلص من التالفة.
- اترك الرذاذ يستقر على الأقل لمدة دقيقة واحدة قبل فتح الحاوية.
- عند استخدام خلاطات الموجات الصوتية ,اغمس طرف ذراع الخلط جيداً في داخل المحلول لتجنب نشر الرذاذ.
- عقم الأسطح القريبة من الجهاز بعد الاستخدام.

5-الأفران

تستخدم أفران المختبرات لتجفيف العينات أو معالجتها ،ولتجفيف الأوعية الزجاجية .وللحد من المخاطر المحتملة لاستخدام الأفران اتبع الارشادات التالية:

- استخدم الأفران المصممة بحيث لا تصل الأبخرة داخلها إلى أجزاء التسخين أو الأجزاء التي تصدر شرراً,وذلك للوقاية من اشتعال الأبخرة إذا كانت أبخرة مواد قابلة للاشتعال.

•أوقف استخدام أي فرن عندما يتعطل نظام استعادة الضبط الحراري أو الضوء الإرشادي أو نظام التحكم الحراري.

•تجنب تسخين لمواد السامة في الفرن إلا إذا كان له عادم خارجي.

•لا تستخدم أفران المختبر لإعداد الطعام.

•يجب غسل الزجاجيات التي تم غسلها بمذيب عضوي بالماء المقطر قبل أن يتم وضعها في فرن التجفيف.

6-أجهزة التحليل

يجب اتباع الإرشادات عند تركيب أجهزة التحليل وعند تشغيلها، وهذا يضمن تجنب حدوث أي مخاطر قد تهدد صحة الفني المباشر للعمل أو قد تنتسب في تلوث بيئة العمل أو الإضرار بها وبالعاملين فيها، والإرشادات التالية عبارة عن توجيهات عامة من أجل استخدام آمن لأجهزة التحليل:

•تأكد من أن تركيب، وتحديث، وإصلاح الأجهزة يتم من قبل طاقم صيانة معتمد.

•قراءة وفهم تعليمات الشركة المصنعة قبل استخدام هذه المعدات.

•تأكد من أن إجراءات الصيانة الوقائية تؤدي على الوجه المطلوب.

•لا تعطل خاصية أمان القفل الداخلي.

•ارتد النظارات الواقية ومعاطف المختبر.

أولاً- جهاز قياس طيف الامتصاص الذري

غالباً ما يتطلب إعداد عينات جهاز الامتصاص الذري تعامل مع مواد قابلة للاشتعال أو سامة أو أكالة، لذا من المهم أن يكون المختص المباشر لإعداد العينات والعمل على الجهاز ملماً بالخواص الفيزيائية والكيميائية والسمية لهذه المواد، مع اتباع احتياطات السلامة الموصي بها، كما يجب أن تكون تهوية أجهزة الامتصاص الذري كافية لصرف الغازات السامة خارج المختبر أثناء التشغيل.

اتبع الإرشادات التالية عند العمل على أجهزة الامتصاص الذري:

- ارتد النظارات الواقية.
- تأكد من سلامة الموقد ,والعادم ,وتمديدات الغاز قبل التشغيل.
- اترك رأس الموقد ليبرد إلى درجة حرارة الغرفة قبل التعامل معه.
- تفقد نظام الصرف بانتظام ,وفرغ حاوية التصريف باستمرار.
- لا تترك اللهب أبداً بدون مراقبة وينبغي أن توضع طفاية حريق في مكان قريب.
- تجنب مشاهدة اللهب حال التشغيل ما لم ترتد نظارات واقية.
- ينبغي التعامل بحذر مع مصابيح الكاثود المجوفة لأنها تحت ضغط سلبي ،والتخلص منها بشكل صحيح للحد من مخاطر الانفجار الداخلي.

ثانيا- جهاز مطياف الكتلة MS

قياس الطيف الكتلي يتطلب التعامل مع الغازات المضغوطة والمواد الكيميائية القابلة للاشتعال والسامة.

عند العمل على جهاز مطياف الكتلة اتبع الإرشادات التالية:

- تجنب ملامسة الأجزاء الساخنة اثناء عمل مطياف الكتلة.
- تحقق من سلامة تمديدات الغاز ،والمضخة ،والعادم ,والصرف قبل كل استعمال.
- تأكد من أن تهوية المضخات تصرف إلى خارج المختبر ،حيث إن مضخة العادم قد تحتوي على آثار من العينات التي يجري تحليلها ،والمذيبات والغاز الكاشف.
- تعامل مع زيت المضخة المستعمل كنفائات خطيرة لأنه قد يحتوي على شيء من آثارا لعينات.

ثالثاً- جهاز كروماتوكرافيا الغاز

يتطلب العمل على أجهزة كروماتوكرافيا الغاز التعامل مع الغازات المضغوطة (النيتروجين والهيدروجين والأركون والهيليوم)، والمواد الكيميائية القابلة للاشتعال والسامة .

عند العمل على أجهزة كروماتوكرافيا الغاز اتبع الإرشادات التالية:

- قم بفحص الجهاز بشكل دوري وتأكد من عدم وجود تسرب في الضغط في نظام أخذ العينات، والتوصيلات، والصمامات.
- اتبع تعليمات الشركة المصنعة عند تركيب أعمدة الفصل.
- تعامل مع زجاج الأعمدة الشعرية بعناية لأنه قابل للكسر بسهولة وارتد النظارات الواقية لحماية العينين من الجسيمات المتطايرة.
- أوقف الجهاز واسمح للأجزاء الساخنة بأن تبرد قبل لمسها.
- عند الحاجة إلى فتح غطاء لوحة التحكم قم بإيقاف تشغيل الجهاز وافصل التيار الكهربائي من المقبس لتجنب الصدمة الكهربائية.
- عند استخدام الهيدروجين كوقود تأكد من أن عمود الفصل والغطاء موصل بالمدخل المناسب وذلك لتجنب تراكم غاز الهيدروجين القابل للانفجار في الفرن.
- أغلق أسطوانة غاز الهيدروجين عند الرغبة في تغيير الأعمدة أو إجراء صيانة للجهاز.
- عند الرغبة في تحديد معدل تدفق الغاز قم بقياس غاز الهيدروجين والهواء بشكل منفصل.
- استخدم الهيليوم أو غاز النيتروجين فقط ولا تستخدم الهيدروجين مطلقاً.
- تأكد من أن العادم الخارج من الجهاز مصروف للخارج.

رابعاً- جهاز الفصل الكروماتوجرافي السائل المعتمد على الضغط العالي

قد يتطلب تشغيل جهاز HPLC التعامل مع الغاز المضغوط (الهيليوم) ومواد كيميائية قابلة للاشتعال وسامة، لذا يجب ان تكون مُلمّاً بمخاطر هذه المواد والإرشادات الوقائية الموصي به ،والمذكورة في بطاقة بيانات السلامة MSDS لهذه المواد.

الاحتياطات و الاجراءات الواجب اتباعها عند العمل على جهاز HPLC:

- تفقد نظام الصرف بانتظام؛ وفرغ حاوية النفايات باستمرار عند استخدام المذيبات العضوية.
- تأكد من أن حاويات جمع النفايات مُوصلة بعامد التهوية.
- لا تستخدم مذيبات ذات درجة حرارة اشتعال ذاتي أقل من 110 م°.
- تأكد من استخدام دوارق ذات زجاج سميك عند الرغبة في تفريغ المذيب من الغازات.
- لا تنظف مجرى العينة عن طريق حقن المذيب بالقوة ،قد يحدث تسرب أو كسر للحقنة تحت الضغط.
- أطفئ الجهاز و اتركه ليعود إلى الضغط الجوي الطبيعي قبل تنفيذ إجراءات الصيانة.

خامساً- جهاز مطياف الكتلة كروماتوجرافي السائل LC/MS:

يتطلب تشغيل جهاز LC/MS التعامل مع النيتروجين المضغوط ومواد كيميائية قابلة للاشتعال ومواد سامة.فكن مُلمّاً بمخاطر هذه المواد والإرشادات الوقائية الموصي بها ،والمذكورة في بطاقة بيانات السلامة MSDS لهذه المواد.

الاحتياطات والإجراءات الواجب اتباعها عند العمل مع أجهزة LC/MS:

- تحقق من سلامة الغاز ومضخة العادم, وتمديدات نظام التصريف والتوصيلات قبل كل استعمال.
- اختبر صمام تنظيم الضغط لمجرى العادم قبل كل استعمال.
- تأكد من أن المضخات موصلة بالتهوية خارج المختبر.

بعض الاجهزة والادوات المختبرية الاكثر استخداما.... اسمائها واستعمالاتها

جهاز الطرد المركزي: centrifuge

يعد جهاز الطرد المركزي أحد الأجهزة المخبرية، والذي يستخدم في تدوير العينات السائلة لفصل المكونات فيها.



جهاز الطرد المركزي المبرد: cooling centrifuge

يستخدم لفصل العينات تحت التبريد



جهاز رج الانابيب: Shaker

حيث يستخدم في المساعدة في عملية رج الانابيب



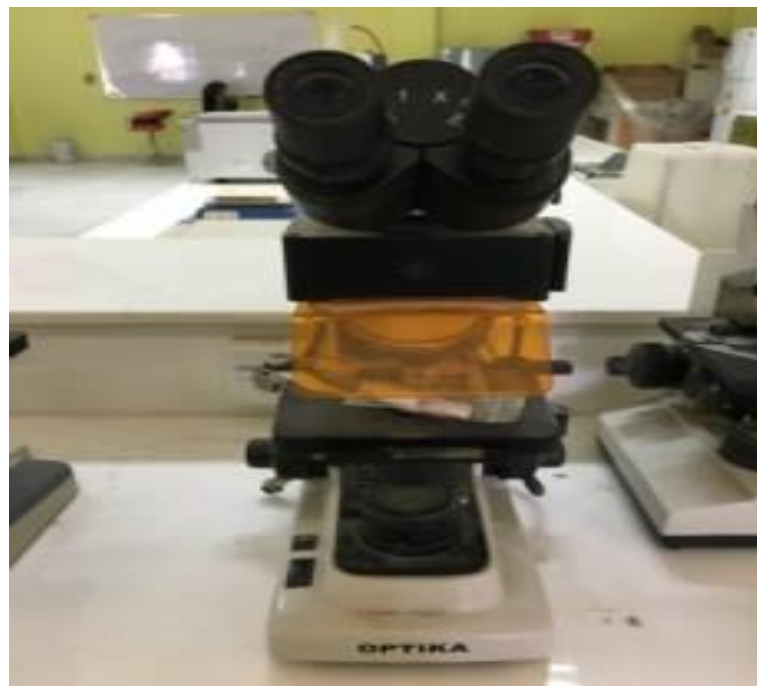
مقياس الطيف الضوئي: spectrophotometer

يستخدم هذا الجهاز في تحليل المواد الكيميائية اي حساب تركيز المركبات داخل العينات وهذا يعتمد على امتصاص جزيئات المركب للضوء ونسبة الضوء الداخل للعينه والضوء الخارج يحدد الامتصاصية للضوء .



المجهر الضوئي: Optical microscope

يستخدم المجهر الضوئي في فحص الكائنات الحية الدقيقة التي لا يمكن مشاهدتها بالعين المجردة.



المجهر التشريحي: dissecting

يستخدم لمشاهدة الاجزاء الداخلية للعينات النباتية و الحيوانية



جهاز التعقيم (المؤصدة): Autoclave

هو خزان ضغط مصمم لتسخين المحاليل المائية فوق نقطة غليانها عند الضغط الجوي النظامي وذلك بهدف التعقيم. اذ يستخدم جهاز التعقيم في قتل كافة الكائنات الحية الدقيقة في البيئة، أو الأدوات التي يراد تعقيمها.



الحاضنة Incubator:

تستخدم في توفير درجات الحرارة الملائمة لنمو الاحياء المجهرية على الاوساط الزراعية وحضن وحفظ المزارع البكتيرية.



حمام مائي Water path :

يستخدم الحمام المائي في مختبرات الأحياء للعديد من الأغراض كإذابة البيئات الصلبة بعد تجميدها وتعقيمها، حيث تُضبط درجة الحرارة في هذا الحمام وفقاً للغرض المنشود منه.



جهاز قياس الأس الهيدروجيني PH Meter:

يستخدم هذا الجهاز لقراءة الرقم الهيدروجيني للبيئات، والمحاليل المختلفة.



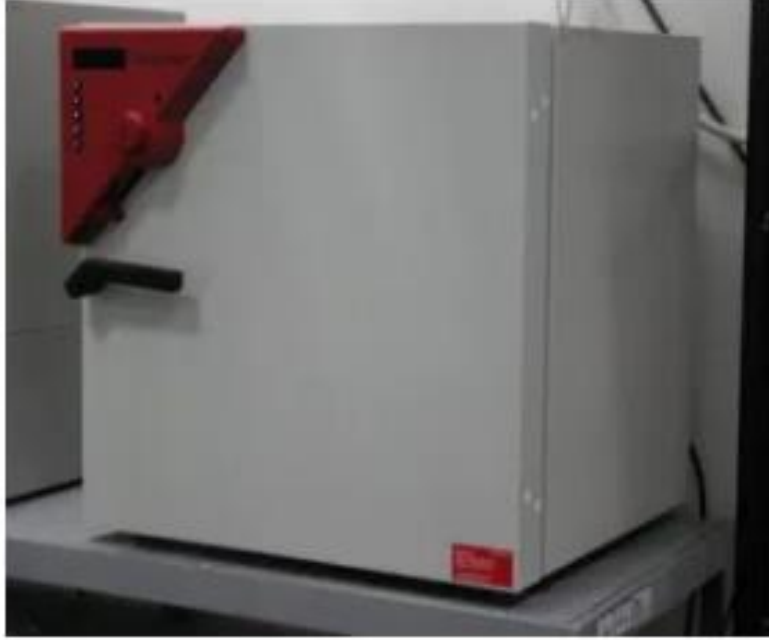
الميزان الحساس: Balance

موازين دقيقة وفائقة الدقة، تحديد جرعات المساحيق والسوائل.



الفرن الكهربائي: Oven

يستخدم لتعقيم و تجفيف المواد الزجاجية والعينات النباتية والحيوانية.



غرفة الزرع: culture chamber

يستخدم لزراعة الاحياء المجهرية والتحضيرات المختلفة



جهاز التقطير: water distillation

يستخدم للحصول على الماء المقطر.



مسخن حراري Heater

يستخدم في تسخين ورفع درجة حرارة المواد الكيميائية والمحاليل بصورة مسيطر عليها.



جهاز الإليزا ELISA

يستخدم في الاختبارات المناعية والكشف عن الفيروسات والهورمونات



جهاز الترحيل الكهربائي: Electrophoresis

يستخدم لفصل قطع الاحماض النووية والبروتينات



الثلاجة: Fridge

تستخدم الثلاجة في المحافظة على المواد الكيميائية، والمحاليل، والعينات البيولوجية من التلف.



جهاز الاستخلاص سوكسليت: Soxhlet extractor

هو جهاز مختبري صمم أصلا لاستخلاص الليبيدات من المواد الصلبة، ولكن السوكسليت ليس محدودا باستخلاص الليبيدات. عادة ما يكون سوكسليت مطلوبا فقط عندما يكون المركب المرغوب محدود الذوبان في المذيب والشوائب غير ذائبة في هذا المذيب. إذا كان المركب المطلوب له ذوبانية عالية في المذيب إذن يمكن استعمال الترشيح البسيط لفصل المركب من المواد غير الذائبة.



كلافتجر: Clevenger

يعتمد عمل هذا الجهاز على التقطير المائي وقدرة بخار الماء على حمل الزيت الاساسي للنبات .



جهاز كلدال: Kjeldahl digestion

يستخدم لتحديد كمية النيتروجين الموجودة في المواد العضوية بالإضافة إلى النيتروجين الموجود في المركبات غير العضوية والأمونيا و الامونيوم .



جهاز التقطيع النسيجي Microtome

يستخدم في تقطيع نماذج الانسجة النباتية والحيوانية وعمل شرائح (سلايدات) دائمية.



جهاز تحليل الرطوبة Moisture Analysis

تحديد سريع ودقيق وموثوق به للرطوبة باستخدام أدوات تحليل الرطوبة ومواد اختبار للحصول على نتائج موثوق بها.



جهاز قياس معامل الانكسار

تعمل أجهزة قياس معامل الانكسار المحمولة والمخصصة للاستخدام على الطاولة على قياس معامل الانكسار والقيم ذات الصلة الأخرى (مثل BRIX و HFCS وغيرها)



جهاز عدّ المستعمرات الميكروبية Colony Counter:

يستخدم جهاز عدّ المستعمرات الميكروبية في عدّ تلك المستعمرات النامية في بيئة ملائمة على أطباق بتري في بعض الأحيان.



دورق حجمي Volumetric Flasks:

يعد الدورق الحجمي أحد أنواع الأوعية الزجاجية التي تستخدم بشكل شائع في المختبرات، والتي تساعد على قياس السوائل المختلفة بشكل أكثر دقة من بعض أوعية القياس المعروفة.



موقد بنزن Bunsen Burner:

يستخدم موقد بنزن في تسهيل عملية الاحتراق، وإنتاج العديد من التفاعلات الكيميائية المحددة، وفي ملاحظة التفاعلات المختلفة، بالإضافة إلى تعقيم الأدوات المخبرية.



أنابيب الاختبار Test Tubes:

تستخدم أنابيب الاختبار في العديد من الاستخدامات المخبرية كعرض المواد الكيميائية، أو حفظها، أو نقلها من مكان إلى آخر، ويتراوح طول هذه الأنابيب عادةً بين 7.6 سم إلى 15.24 سم.



الماصة Pipettes :

تستخدم الماصات لأخذ عينات صغيرة من السوائل المختلفة بشكل دقيق ومكرر، وتصنع معظم الماصات من الزجاج، إلا أنّ بعضها يُصنع من البلاستيك، ولا تعدّ هذه الأداة قابلة للتعرض لدرجات الحرارة العالية، أو اللهب، حيث من الممكن أن تنتشوه، وتفقد دقتها في القياس. وهناك ماصات إلكترونية تمتاز

بدقتها



أسطوانة مدرجة :Graduated Cylinder

تعد المخابر المدرجة أداة قياس الأحجام الدقيقة من السوائل.

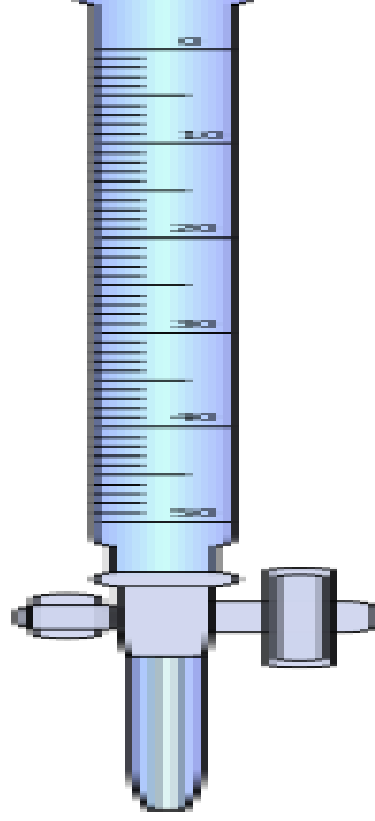


قضيب تحريك :Stirring Rod

يستخدم قضيب التحريك لتحريك و خلط المواد الكيميائية.

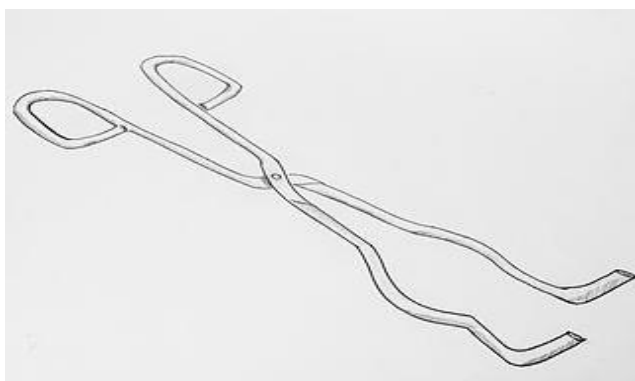


سحاحة Burette: تستخدم السحاحة في تحديد حجم معين ودقيق من السوائل.



بودقة Crucible: تشكل البودقة أو جفنة التسخين أداة لحمل المواد الكيميائية خلال عملية التسخين لدرجات حرارة عالية.





ملقط البودقة :Crucible Tongs

يستخدم ملقط البودقة لحمل البودقة المخبرية.



هاون ومدقة: Mortar and Pestle

يستخدم الهاون والمدقة لطحن وسحق المواد الكيميائية.



أوراق الترشيح :Filter Paper

تشكل أوراق الترشيح الأداة المستخدمة في ترشيح

السوائل للحصول على سوائل خالية من أي شوائب.

المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) Scanning Electron Microscope

هو نوع خاص من المجاهر التي تستخدم الإلكترونات كمصدرٍ لتوضيح العينة وخلق صورة مكبرة لها، وتتميز بقوة تكبيرٍ أعلى بكثيرٍ من المجهر الضوئي، فضلاً عن إمدادنا بصورةٍ دقيقةٍ واضحة المعالم. تتمكن بعض المجاهر الإلكترونية من تكبير العينة بمعدلٍ يصل إلى 2 مليون مرة أكبر من حجمها الحقيقي، بينما تنحصر أفضل أنواع المجاهر الضوئية في قوة تكبيرٍ تبلغ 2000 مرة فقط أكبر من حجم العينة. يُفرض في كلٍ من المجهر الإلكتروني والمجهر الضوئي حدود في الدقة والتوضيح لا يمكن تخطيها يحتمها الطول الموجي.

يرجع الفضل في دقة وقوة تكبير الميكروسكوب الإلكتروني إلى الطول الموجي للإلكترون (الطول الموجي لدي براولي)، والذي يكون أصغر بكثيرٍ من الطول الموجي لفوتونات الضوء (الاشعاع الكهرومغناطيسي)، ويتضح من هنا العلاقة العكسية بين الطول الموجي وقوة التكبير والدقة.



الفصل الثالث

القياس ... وحداته ... اخطاءه

اساسيات القياس

يجب على الطالب ان تكون له القدرة على تصنيف الاجهزة المختبرية ومعرفة انواعها المختلفة ويجب ان يصل من خلال التدريب المختبري لمعرفة اجهزة القياس ومعرفة وحدات القياس الاساسية ومضاعفاتها ورموز الاجهزة المختبرية والتدرب على اكتشاف انواع الخطأ في تلك الاجهزة وكيفية حساب نسبة الدقة واتقان استخدام الاجهزة المختبرية المتوفرة ومعرفة وظائفها ومفاتيحها .

لا يمكن الاعتماد على النتائج التحليلية إلا إذا كانت تستند إلى المعايير والمواد المرجعية. يتم التعبير عن قيمة أي تقدير مختبري في وحدتين، وهما القيمة الرقمية يعقبها وحدة القياس على سبيل المثال يعبر عن التركيز بوحدة مول/ لتر أو جرام/ لتر. ولا تكون النتيجة مقبولة إلا عندما تتم معايرة هذه الوحدات على أساس المعايير المعروفة المقبولة عالمياً. ولذلك فمن الضروري أن تعرف بوضوح التعبيرات المختلفة المستخدمة لمعايير المختبرات والمواد المرجعية.

قبل مناقشة المعايير من المهم أولاً معرفة مفهوم القابلية للتتبع.

التتبع هو خاصية أو نتيجة للقياس والتي يمكن ردها لإحدى الهيئات القياسية الوطنية أو الدولية، مثل NIST، من خلال سلسلة متصلة من المقارنات ضمن حدود معينة للشك/عدم اليقين.

ما هي المعايير؟

تندرج المعايير أساساً ضمن الفئات التالية:

معايير القياس

تعرف معايير القياس أيضاً بوحدة القياس وتستند إلى النظام الدولي لوحدات القياس SI. ومن أمثلة ذلك:

- الطول يقاس بالمتر أو مضاعفاته
- الكتلة تقاس بالكيلوجرام ومضاعفاته
- الوقت يقاس بالثواني
- درجة الحرارة تقاس بدرجات كلفن

- شدة الإضاءة تقاس بكانديلا

- التركيز يقاس بعدد المولات في اللتر الواحد

يتم التعبير عن الوحدات المذكورة أعلاه بمعايير محفوظة ومقبولة دوليا. ويعتمد المختبر الكيميائي على معايير متعددة تنقسم إلى فئات مختلفة:

المعايير الكيميائية :

هي كواشف ذات درجة نقاء عالية جدا ومعروفة التكوين. ومن أمثلتها فثالات هيدروجين البوتاسيوم وأكسالات الصوديوم ويودات البوتاسيوم. وتستخدم هذه المعايير عادة لتحضير المعايير الثانوية.

تتكون المعايير الثانوية أو معايير العمل من المعايير الأساسية. وبالنسبة لمعظم المختبرات غالبا ما يكون الحصول على المواد القياسية من هيئات المعايير الدولية عملية مكلفة، ولذلك تفضل المعايير الثانوية للاستخدام الروتيني. وهذه المعايير لديها ثبات محدود وينبغي أن يتم تحضيرها مجددا بعد انتهاء صلاحيتها.

وعموما يمكن تقسيم المعايير التحليلية إلى الفئات التالية

- المركبات التي لديها خصائص فيزيائية وكيميائية معروفة مثل نقطة الانصهار، نقطة الغليان، ومؤشر الانكسار، وما إلى ذلك تستخدم بشكل روتيني. ويتم استخدام معايير معروف سلوكها الامتصاصي مثل محل أكسيد الهولميوم أو فيلم البوليسترين في الدراسات الطيفية.

- المواد المرجعية هي عينات للدراسات الكمية في تركيبات محددة للعينة.

- المواد المرجعية المعتمدة هي المواد المرجعية التي يكون تركيبها معتمدا من قبل هيئات المعايير الدولية مثل NIST ، ISO ، EPA.. الخ. وترفق شهادة من الهيئة مع المعيار.

- معايير وحدات القياس هي المعايير التي تتم معايرتها مقابل المعايير المعتمدة المتاحة من المختبرات الوطنية أو الدولية. وينبغي أن يحتفظ المختبر بمعايير معتمدة لقياس الكتلة، ودرجة الحرارة والحجم.

المعايير الموثقة

المعايير الموثقة لا تقل أهمية بالنسبة للمختبرات، وتشمل بروتوكولات تفصيلية من الأساليب التي ينبغي اتباعها لتحليل الطبقات المختلفة من المركبات أو المنتجات التي سيتم تحليلها مثل AOAC لتحليل الأغذية، ودستور الأدوية الوطني لتحليل الأدوية، ASTM أو BS للمنتجات البترولية، ومواد البناء.. الخ، و EPA و OSHA لرصد الملوثات البيئية.

- تضع الهيئات الدولية الحدود الآمنة للعناصر والمواد السامة في الموارد الطبيعية، والأطعمة والأدوية وغيرها. وتتم مراجعة هذه الحدود من وقت لآخر اعتمادا على التقنيات القياس والوعي بمدى الأمان للاستهلاك البشري.

- تضع الهيئات الدولية معايير أنظمة الجودة للحفاظ على معايير عالية الجودة في المختبرات. ومن الأمثلة على ذلك ISO 9000: 2000 سلسلة من المعايير التي تنص على مبادئ إدارة الجودة . ISO 17025: 2005 وتتضمن متطلبات الإدارة والتحكم التقني للمختبرات التي تسعى إلى الحصول على الاعتماد من هيئات وطنية.

- إجراءات التشغيل القياسية هي المبادئ التوجيهية التي يضعها مديرو الجودة في المختبرات الفردية وتستند إلى الممارسات المخبرية الجيدة المنصوص عليها في المبادئ التوجيهية الدولية.

- معايير العمل تختلف باختلاف الصناعة ويتم الإخطار بها للمواد المختلفة. يقوم العملاء بإرسال تلك العينات للاختبار إلى المختبرات المعتمدة للحصول على تقرير الامتثال لهذه العينات.

تساعد المعايير على القبول المتبادل للنتائج بين المختبرات المختلفة، وهي مهمة أيضا لتعزيز التجارة الدولية ولكن من المهم أيضا إعادة التصديق عليها في فترات زمنية محددة والحفاظ عليها تحت ظروف بيئية معينة.

نظرة عامة حول وحدات القياس

يستخدم القياس Measurement أياً كان نوعه في مجالات الحياة المختلفة لتحديد كمية شيء ما، والتعبير عنها كقيمة عددية، أما وحدات القياس Measurement Unit فهي الوحدات القياسية التي يتم من خلالها التعبير عن أية كمية فيزيائية، ومن الجدير بالذكر أن الوحدات غير القياسية؛ كالإصبع، والشبر، والخطوة قد تم استخدامها قديماً قبل الوحدات القياسية، للتعبير عن كميات الأشياء المختلفة.

مفهوم وحدة القياس

هي كمية تستعمل للتعبير عن مقدار ما أو كمية مادية، حيث تعطي توصيفاً رقمياً للحجم أو الكمية المتوفرة من المادة أو توصيفاً لطول أو مساحة معينة، وغالباً تكون معيارية موحدة بين الجميع وسنتعرف على بعض أشهر وحدات القياس. يمكن معرفة قياس ما أو مقدار ما بدقة أكبر إذا تم تقريبه إلى رقم واقعي ملائم، ويتم بشكل عام تطبيق مضاعفات وأجزاء شهيرة منها:

• نانو: الواحدة * 10 للأس -9.

• مايكرو: الواحدة * 10 للأس -6.

• ميلي: الواحدة * 10 للأس -3.

• كيلو: الواحدة * 10 للأس 3.

• ميكا: الواحدة * 10 للأس 6.

• كيكا: الواحدة * 10 للأس 9.

• تيرا: الواحدة * 10 للأس 12.

هناك نوعان من أنظمة القياس في العالم، وهما: نظام الوحدات العرفية الأمريكية الذي يُستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية، وهو مماثل للنظام الإمبراطوري من ناحية أسماء الوحدات، وعلاقتها ببعضها، إلا أن هناك اختلافاً بسيطاً في مقدار الوحدات بينهما، وكلاهما مشتق من النظام الإنجليزي القديم، ويعتمد النظامين وحدات مثل: الباوند، والإنش، والجالون، وغيرها للقياس، أما النظام المتري فهو

الذي يُستخدم في باقي دول العالم، ويستخدم وحدات مثل الكيلوغرام، والسنتيمتر، واللتر، وتُستخدم عادة كلمات النظام المتري والنظام العالمي للوحدات للإشارة إلى النظام ذاته، وهو النظام المستخدم في العلوم، وفيما يلي أمثلة على الوحدات الأساسية المستخدمة في النظام المتري:

الوحدة الأساسية لقياس الطول:

يُقاس الطول في النظام المتري بوحدة المتر بشكل أساسي، ويُعرف المتر بأنه المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ في زمن مقداره $299792458/1$ ثانية.

الوحدة الأساسية لقياس الكتلة:

تُقاس الكتلة في النظام المتري بوحدة الكيلوغرام بشكل أساسي، وهي كتلة قياسية تعادل كتلة قياسية من البلاتين والإيريديوم موجودة في المكتب الدولي للأوزان والمقاييس بالقرب من باريس. يُعتبر الغرام من وحدات القياس الأساسية للكتلة، وبشكل أساسي يتم استخدام الغرام للأشياء ذات الكتل الصغيرة، والكيلو غرام للأجسام الأكبر، وهي شائعة أكثر من غيرها من المضاعفات، وإن كل واحد كيلو غرام يعادل 1000 غرام، وإلى جانب الغرام لدينا وحدات قياس أخرى للكتلة مثل الأونصة والباوند والطن، حيث أن كل واحد طن يعادل حوالي 1000 كيلو غرام، وكل واحد طن يساوي 2000 باوند، وكل واحد باوند يعادل 16 أونصة.

الوحدة الأساسية لقياس درجات الحرارة:

تُقاس درجة الحرارة في النظام المتري بوحدة الكلفن بشكل أساسي، وتُعرف وحدة الكلفن بأنها $273.16/1$ جزء من درجة حرارة الديناميكا الحرارية للنقطة الثلاثية للماء. وحدات قياس الحرارة تصف درجة الحرارة مدى سخونة، أو برودة الأشياء، وهناك العديد من الوحدات المستخدمة لقياس درجة الحرارة، وهي:

- السيلسيوس ($^{\circ}\text{C}$): تعتبر من أشهر الوحدات المستخدمة في العالم لقياس درجة الحرارة، وهي من وحدات النظام المتري، وفي هذا المقياس فإن الماء يتجمد عند درجة حرارة صفر $^{\circ}$ سيلسيوس، ويغلي عند درجة حرارة 100° سيلسيوس.

- **الفهرنهايت (F):** يعتبر من وحدات النظام الإنجليزي الذي يستخدم بشكل كبير في الولايات المتحدة الأمريكية، وفي هذا المقياس فإن الماء يغلي عند درجة حرارة 212° فهرنهايت، ويتجمد عند درجة حرارة 32° فهرنهايت.
- **الكلفن (K):** تعتبر من وحدات النظام العالمي للوحدات، وعلى عكس وحدتي الفهرنهايت، والسيليسيوس فإن وحدة الكلفن لا تستخدم نظام الدرجات، وتجدر الإشارة إلى أن أقل درجة حرارة يمكن الوصول إليها هي 0 كلفن، وتُسمّى بالصفر المطلق.

وحدات قياس المساحة:

تُعرف المساحة بأنها مساحة سطح الشكل ثنائي الأبعاد، ووحداتها هي نفس وحدات قياس الطول، ولكن وحدات قياس المساحة تكون بالوحدة المربعة، وذلك لأنها تنتج من حاصل ضرب بعدين من أبعاد الطول ببعضهما البعض، ومن الأمثلة على وحدات قياسها السنتيمتر المربع (سم²) اذ تعتبر من وحدات النظام المتري، وتمثل مساحة مربع طول كل ضلع من أضلاعه 1سم، وتستخدم هذه الوحدة لقياس المساحات.

وحدات قياس الحجم:

يعرف الحجم بأنه سعة الوعاء من السوائل، أو أي شيء آخر، أما عن الوحدات المستخدمة لقياسه فهي ذات الوحدات المستخدمة لقياس الطول كالمساحة تماماً، لكنها وحدات مكعبة، وذلك لأن الحجم ينتج عادة من إيجاد حاصل ضرب ثلاثة أبعاد ببعضها، ومن الوحدات المستخدمة في النظام المتري لقياس الحجم الملي لتر (مل) ويستخدم لقياس حجم الوسائل القليلة جداً. اللتر: وهو الوحدة الأساسية لقياس الحجم في النظام المتري، ويستخدم لقياس أحجام السوائل الكبيرة نسبياً، ومن الجدير بالذكر أن كل 1000 مل = 1 لتر. السنتيمتر مكعب (سم³): يُمثل حجم مكعب طول أحد أضلاعه 1سم، ووحدة السنتيمتر المكعب تعادل وحدة الملي لتر. ومن الوحدات المستخدمة في النظام الانجليزي لقياس الحجم: الأونصة السائلة اذ تعتبر من وحدات النظام الانجليزي، وتستخدم لقياس حجم السوائل التي تكون موجودة في الزجاجات.

وحدات قياس الطول:

تصف وحدات قياس الطول أطوال وأبعاد الأشياء من البداية للنهاية في بعد واحد، أو المسافات بين نقطتين، ومن الوحدات المستخدمة في النظام المتري لقياس الطول: المايكرومتر ويستخدم لقياس المسافات المجهرية الدقيقة وهو يمثل 0.001 من الملي متر. والميلي متر (ملم): يستخدم لقياس المسافات، أو الأطوال القليلة جداً. السنتيمتر (سم): يُستخدم لقياس الأطوال الصغيرة و كل 1سم = 10 ملم. المتر (م): يُستخدم لقياس الأطوال الكبيرة ، وكل 100سم = 1م. الكيلو متر (كم): يُستخدم لقياس الأطوال، والمسافات الكبيرة جداً ، وكل 1000م = 1كم. من الوحدات المستخدمة لقياس الطول في النظام الإنجليزي الإنج: يستخدم لقياس الأطوال الصغيرة نسبياً. والقدم: يُستخدم لقياس المسافات، والارتفاعات القصيرة نسبياً ، وكل 1 قدم = 12 إنج. وتعتبر الوحدة الأساسية لقياس المسافة هي **المتر** ومضاعفاته، وهي بالترتيب من الأصغر للكبير:

ميلي متر – سنتي متر – دييسي متر – متر – ديكا متر – هيكتو متر – كيلو متر.

وحدات قياس الزمن :

يُقاس الزمن في النظام المتري بوحدة الثانية بشكل أساسي، وتعرف الثانية بأنها المدة اللازمة لحدوث 9192631770 دورة من ذبذبات الإشعاعات الصادرة عند الانتقال بين مستويات فائقة الدقة في ذرة السيزيوم (133).

وحدات النظام المتري والنظام الإنجليزي هي نفسها بالنسبة لقياس الزمن، وهي: الثانية (ث) وهي الوحدة الأساسية لقياس الزمن، وتعادل خطوة واحدة من عقرب الثواني. الدقيقة: كل 1 دقيقة = 60 ثانية، وتعادل دورة واحدة لعقرب الثواني، أو خطوة واحدة من عقرب الدقائق. الساعة: كل 1 ساعة = 60 دقيقة، وتعادل دورة واحدة لعقرب الدقائق، أو خطوة واحدة من عقرب الساعات. اليوم: كل 1 يوم = 24 ساعة، وتعادل دورتين كاملتين لعقرب الساعات. الأسبوع: كل أسبوع = 7 أيام الشهر: كل 1 شهر = 30، أو 31 يوم باستثناء شهر شباط فإنه يحتوي على 28 يوم.

وحدات القياس لرطوبة الوسط

الرطوبة هي كمية بخار الماء الموجود في الهواء، ويتم قياس الرطوبة بعدة طرقٍ حسب نوع الرطوبة، حيث تقاس **الرطوبة المطلقة** بقياس وزن بخار الماء في واحد متر مكعب، لذا تكون واحدتها بالغرام على المتر مكعب، والرطوبة المطلقة تتأثر بكثيرٍ من العوامل كالضغط الجوي ودرجة الحرارة، لذا يتم استخدام أسلوبٍ آخر للقياس وتسمى الرطوبة حينها **الرطوبة الثابتة**، وتقاس بوزن بخار الماء مقارنةً بوزن الهواء، وتكون واحدتها الغرام على الكيلو غرام، أي كم من غرام من بخار الماء يوجد في الكيلو غرام من الهواء، ويتم عادةً نشر درجة الرطوبة كنسبةٍ مئويةٍ وتسمى حينها الرطوبة النسبية .

وحدات قياس السرعة

تقاس سرعة جسمٍ ما بالمسافة التي يقطعها بالثانية، أي تكون وحدة قياس السرعة هي المتر على الثانية، ومن الشائع عند السرعات الكبيرة استخدام الكيلومتر على الساعة، لتصبح المقادير أقرب للواقع وأسهل في الفهم .

العيارية:

هي إذابة وزن مكافئ غرامي واحد من المادة ويكمل الحجم إلى واحد لتر.

المولارية :

هي إذابة وزن جزيئي غرامي واحد من المادة ويكمل الحجم إلى واحد لتر .

اخطاء القياس

تعد جميع النتائج المختبرية معرضة للأخطاء وأن القيم المقاسة تختلف دائماً عن القيمة الحقيقية فإذا أعيد قياس قيمة معينة باستعمال نفس طريقة العمل فيلاحظ وجود اختلاف مهما كان صغيراً بين هذه القيم. ويمكن تقليل هذا الاختلاف بين القياسات بإتباع طرق تحليل متعددة ولكن لا يمكن التخلص من هذا الاختلاف تماماً. وعليه فإن تكرار القياسات لنفس القيم المقاسة ضرورة لا بد منها حتى يمكن الحصول على نتائج دقيقة.

تصنيف الأخطاء Classification of errors

تسمى الأخطاء انحرافات القياس الناتجة عن القيمة الفعلية. يمكن تعيين مؤشر صالح فقط عن طريق إجراء قياسات متعددة. في الممارسة العملية ، وهذا مستحيل التنفيذ.

لتحليل الانحرافات ، تعتبر القيمة الأقرب إلى القيمة الحقيقية مؤشرًا صالحًا للقيمة المقاسة، ويتم الحصول عليها باستخدام أدوات وطرق القياس عالية الدقة. لتسهيل القياسات ولضمان إمكانية القضاء على الانحرافات ، يتم استخدام تصنيفات مختلفة من الأخطاء.

1- طريقة التعبير

إذا قمنا بتصنيف أخطاء أدوات القياس حسب هذه الميزة ، فيمكننا أن نفرّد

- الانحرافات المطلقة. يتم التعبير عنها بوحدات القيمة التي يتم قياسها.
- الانحراف النسبي. يتم التعبير عنها بنسبة الخطأ المطلق ونتائج القياس أو القيمة الفعلية للقيمة التي يتم قياسها.
- انخفاض الانحراف. ويمثل الخطأ النسبي المعبر عنه بنسبة الانحراف المطلق لوسائل القياس والقيمة التي تُؤخذ كمؤشر ثابت على كامل نطاق القياس المقابل. يتم اختياره على أساس GOST 8.009-84.

بالنسبة للعديد من أدوات القياس ، يتم إنشاء فئة دقة. يتم تقديم هذا الخطأ لأن القيمة النسبية تميز الانحراف فقط عند نقطة محددة على المقياس وتعتمد على معلمة القيمة المقاسة.

2- الشروط والمصادر

في تصنيف الأخطاء وفقًا لهذه المعايير ، هناك انحرافات رئيسية وإضافية، أولها هي أخطاء أدوات القياس الموجودة في ظروف الاستخدام العادية. ترجع الانحرافات الرئيسية إلى وظيفة التحويل غير الكاملة ، وعيوب خصائص الأجهزة. إنها تعكس الفرق بين وظيفة التحويل الفعلي للجهاز في الظروف العادية والاسمية المنصوص عليها في الوثائق التنظيمية (الشروط الفنية والمعايير وغيرها).

تحدث أخطاء إضافية عند انحراف أي قيمة عن معيار القيمة أو فيما يتعلق بإخراج المنطقة المقاسة.

3- فئة الدقة

يمكن التعبير عن حدود الانحراف المسموح بها في خطأ نسبي أو مطلق أو مخفض. من أجل التمكن من اختيار أداة القياس الأكثر ملاءمة ، تتم المقارنة وفقاً لفئة الدقة المميزة. كقاعدة عامة ، هو الحد المسموح به من الانحرافات الأساسية والإضافية.

تتيح لك فئة الدقة فهم حدود أخطاء نفس النوع من وسائل القياس. ومع ذلك ، لا يمكن اعتباره مؤشراً مباشراً لدقة القياسات التي أجراها كل جهاز من هذا القبيل. الحقيقة هي أن العوامل الأخرى تؤثر على تصنيف أخطاء القياس (الظروف ، الطريقة ، إلخ). يجب مراعاة هذا الظرف عند اختيار أداة قياس وفقاً للدقة المحددة للتجربة . تنعكس قيمة فئة الدقة في الشروط الفنية أو المعايير أو الوثائق التنظيمية الأخرى. يتم تحديد المعلمة المطلوبة من النطاق القياسي. معرفة قيمة فئة دقة أداة القياس ، يمكن للمرء أن يجد قيمة الانحراف المطلق المسموح بها لجميع أجزاء نطاق القياس. عادة ما يتم تطبيق المؤشر مباشرة على مقياس الجهاز.

4- طبيعة التغيير

تستخدم هذه الميزة في تصنيف الأخطاء المنهجية. تظل هذه الانحرافات ثابتة أو تختلف وفقاً لقوانين معينة عند إجراء القياسات. خصص في هذا التصنيف وأنواع الأخطاء التي لها طبيعة منهجية. وتشمل هذه: الانحرافات مفيدة ، ذاتية ، منهجية وغيرها. إذا كان الخطأ المنهجي يقترب من الصفر ، فإن هذا الموقف يسمى الصحة.

من أجل فهم مفهوم أخطاء في القياس، يجب أن نعرف المصطلحين اللذين يحددان الخطأ ، ويتم كتابة هذين المصطلحين أدناه:

قيمة حقيقية

ليس من الممكن تحديد القيمة الحقيقية للكمية حسب طريقة التجربة. ويمكن تعريف القيمة الحقيقية بأنها القيمة المتوسطة لعدد لا نهائي من القيم المقاسة عندما يقترب متوسط الانحراف بسبب عوامل المساهمة المختلفة من الصفر.

القيمة المقاسة

يمكن تعريفه على أنه القيمة التقريبية لقيمة حقيقية. يمكن العثور عليها عن طريق أخذ عدة قراءات مقاسة أثناء التجربة ، من خلال تطبيق تقديرات مناسبة على الظروف الفيزيائية.

وتجدر الإشارة إلى أن القيمة المطلقة للخطأ لا يمكن تحديدها بسبب حقيقة أن القيمة الحقيقية للكمية لا يمكن تحديدها بدقة.

أنواع الأخطاء

أساسا هناك ثلاثة أنواع من الأخطاء قد تنشأ من المصدر.

1-الأخطاء الإجمالية

هذه الفئة من الأخطاء تشمل جميع العاملين في المختبرات وهي أخطاء تحدث أثناء القراءة والتسجيل. والأخطاء في حساب الأخطاء تأتي أيضا تحت هذه الفئة. ويمكن تجنب الأخطاء الإجمالية باستخدام مقاييس مناسبة ومكتوبين أدناه:

1. يجب توخي الحذر عند القراءة وتسجيل البيانات. وينبغي أيضا أن يتم حساب الخطأ بدقة.

2. من خلال زيادة عدد الوحدات التجريبية يمكننا تقليل الأخطاء

2-أخطاء منهجية

3-أخطاء مفيدة

قد تكون هذه الأخطاء بسبب الخطأ في معايرة أدوات القياس. تتضمن هذه الأنواع من الأخطاء أيضا سوء استخدام الأجهزة و الأدوات. كما ينتج عن إساءة استخدام الأدوات الفشل في التعديل الصفري للأدوات.

الأخطاء البيئية

هذا النوع من الخطأ ينشأ بسبب الظروف البيئية وتشمل درجة الحرارة والضغط والرطوبة أو قد تشمل الحقل المغناطيسي الخارجي. فيما يلي الخطوات التي يجب اتباعها لتقليل الأخطاء البيئية:

- حاول الحفاظ على درجة حرارة ورطوبة المختبر ثابتة عن طريق اتخاذ بعض الترتيبات.
- تأكد من عدم وجود أي مجال مغناطيسي أو كهرباء خارجي حول الجهاز المختبري.

الأخطاء العشوائية والاختلافات النظامية

بعد حساب جميع الأخطاء المنهجية ، وجدت أنه لا تزال هناك بعض الأخطاء في القياس. تُعرف هذه الأخطاء بالأخطاء العشوائية. بعض أسباب ظهور هذه الأخطاء معروفة ولكن لا تزال بعض الأسباب غير معروفة. ومن ثم لا يمكننا القضاء عليها بالكامل ويقع الخطأ العشوائي عندما يؤدي تكرار القياس إلى نتائج غير متسقة مع بعضها، وذلك على الرغم من أن الكمية أو الخاصية المقاسة ثابتة لا تتغير.

أما الخطأ النظامي فهو لا يخضع لقوانين الصدفة، بل إنه يظهر بشكل متكرر ومتناسق، ويمكن التعبير عنه بمفهوم الدقة المتأصلة في أداة القياس أو النظام الخاضع للدراسة (والدقة هي أصغر قيمة يمكن قياسها أو رصدها بواسطة أداة القياس أو أداة الرصد). (وقد يشير مصطلح الخطأ النظامي أيضاً إلى أخطاء متوسطها الحسابي لا يساوي صفراً، وفي هذه الحالة فإن أخذ متوسط القياسات لا يعالج أو يخفف من تأثير هذا الخطأ).

ومتى يكون مصدر الخطأ في القياس هو العشوائية أو اللايقينية التي يمكن نمذجتها بواسطة أساليب علم الإحصاء، فإن مصطلح «خطأ» في هذه الحالة هو مصطلح إحصائي بحت. وفي كل مرة نعيد تجربة القياس باستخدام أداة قياس حساسة، نحصل على قراءة تختلف بشكل طفيف عن القراءة السابقة. والنموذج الإحصائي الشائع المتبع في هذه الظروف ينص على أن الخطأ يتكون من جزئين قابلين للجمع:

1. الخطأ النظامي: وهو خطأ يتكرر في كل مرة بصفة ثابتة ومنتظمة، وقيمه تظل ثابتة ما دما نستخدم نفس أداة القياس بنفس الطريقة وتحت نفس الظروف.
2. الخطأ العشوائي: وهو خطأ تتغير قيمته مع كل عملية قياس جديدة.

ويطلق على الخطأ النظامي أحياناً لفظ الانحياز الإحصائي. وفي العادة يمكن التخفيف من وطأته بطرق رياضية قياسية. وتُعد معرفة كيفية استخدام الأدوات القياسية، وطرق القياس المتفق عليها والتي تؤدي إلى تقليل مقدار الخطأ النظامي جزءاً أساسياً في مرحلة دراسة أساسيات العلوم المختلفة. أما الخطأ العشوائي فهو بسبب عوامل لا يمكن التحكم فيها، أو لا ننوي التحكم فيها. وفي الأغلب ما تكون التكلفة الباهظة هي السبب الرئيسي الذي يمنعنا من التحكم في هذه المؤثرات الخارجية في كل مرة نقوم فيها بإجراء تجربة،

أو قياس كمية معينة. وقد يكون سبب الخطأ هو أن أيًا كان الشيء الذي نحاول قياسه يتغير مع الزمن، أو أنه عشوائي في الأصل . وقد يحدث الخطأ العشوائي أيضًا عندما نحاول استغلال أدوات القياس لأبعد مدى ممكن. فمثلاً، من الشائع جدًا أن يظهر خطأ عشوائي في قراءة الميزان الرقمي، في آخر خانة رقمية بالتحديد. فعند قياس وزن جسم معين قد تتأرجح قراءة الميزان بين القيم 0.9111g، 0.9110g، 0.9112g.

خطأ الملاحظة

هو الفرق بين القيمة المقاسة لكمية وقيمتها الحقيقية. في الإحصاء، لا يعد الخطأ "إثماً". التقلبية هي أشياء متصلة ناشئة عن عملية القياس.

مصادر الخطأ النظامي

1- المعايرة الخاطئة

قد تظهر الأخطاء النظامية بسبب المعايرة الخاطئة لأدوات القياس (والتي تعرف بالخطأ الصفري)، وكذلك قد تتداخل العوامل البيئية في عملية القياس، وقد تظهر أحيانًا أخطاء بسبب طريقة القياس الخاطئة على صورة نسبة خطأ. وللتوضيح تخيل شخصًا يحاول حساب الزمن الدوري الذي يتذبذب به بندول باستخدام علامة مرجعية، فإذا كانت ساعة التوقيف التي يستخدمها صاحب التجربة تبدأ العد من ثانية واحدة، فسوف تنزحزح جميع القراءات التي سوف يسجلها بمقدار ثانية. وإذا كرر هذا الشخص التجربة 20 مرة مع وجود نفس الخطأ الصفري، فسوف تكون هناك نسبة خطأ في متوسط النتائج، حيث أن القيمة النهائية سوف تزيد بشكل طفيف عن القيمة الفعلية.

2- الكمية

قد يكون مقدار الخطأ النظامي ثابتًا، وقد يتناسب خطيًا مع قيمة الكمية المقاسة، أو مع كمية أخرى لا علاقة لها بالكمية المقاسة (فمثلاً قد تؤثر الحرارة في طول المسطرة عن طريق التمدد الحراري مما يؤثر على القراءة). وعندما يكون الخطأ ثابتًا ففي العادة ما يكون السبب هو الخطأ الصفري في أداة القياس (المعايرة الخاطئة). أما إذا كان مقدار الخطأ متغيرًا، فقد يتخذ قيمًا موجبة أو سالبة. فمثلاً، إذا علمنا أن نسبة الخطأ في الثرموميتر هي 2%، فإذا كنا نريد أن نقيس درجات الحرارة التالية (200°، 0°، -100°) فسوف نجد أن قراءات الثرموميتر هي كالاتي على الترتيب (204°، 0°، -104°). وبالتالي فإن كانت

درجة الحرارة أعلى من الصفر، فسوف تكون القراءة أعلى من القيمة الحقيقية، وإن كانت أقل من الصفر، فستكون القراءة أقل من القيمة الحقيقية.

3- الانزياح

أما الأخطاء النظامية التي تتغير مع الزمن أثناء التجربة فمن السهل تتبعها. ذلك حيث أن عملية القياس تعبر عن تغير القيمة المقاسة مع الزمن. ومن السهل ملاحظة انزياح القراءة إذا كانت الكمية المقاسة ثابتة، وعند تكرار عملية القياس نجد أن القراءة تتزحزح في اتجاه معين في أثناء التجربة. فإذا وجدنا أن القراءة التالية تزيد في المقدار عن القيمة السابقة، كما هو الحال في أجهزة القياس التي تسخن عند تشغيلها، فمن الممكن أن نلاحظ هذا الخطأ بكل سهولة عند قياس القراءة الصفرية للجهاز قبل أداء التجربة وفي اثنائها (حيث أن القراءة الصفرية هي قيمة ثابتة). وإذا وُجد أن القراءة الصفرية تحيد عن الصفر بصفة منتظمة، فمن المؤكد وجود خطأ نظامي في القياس. وإذا ظلت المشكلة قائمة بعد إعادة تهيئة ومعايرة الجهاز قبل التجربة مباشرة، فمن المحتمل أن الخطأ يتغير مع الزمن، وبالتالي حسبنا أن نطرح قيمته من القياسات، وأن نأخذه في الاعتبار عند تقييم دقة القياس.

ولكن إن لم نستطع أن نميز أي نمط بعد إجراء سلسلة من القياسات، فليس بوسعنا اكتشاف وجود أي خطأ نظامي إلا إذا كانت لدينا وسيلة ما لتأكيد قراءة الجهاز، مثل محاولة قياس كمية معلومة، أو مقارنة قراءة الجهاز الذي نستخدمه بقراءة جهاز آخر يتميز بدقة أعلى. وكذلك يجب التحقق من أداء أجهزة القياس الكهربائية، ومقارنة قراءات تلك الأجهزة بالقراءات الصحيحة بصفة دورية.

ومن الممكن كذلك أن نتحقق من وجود أخطاء نظامية عن طريق قياس كميات معلومة بالفعل. فعلى سبيل المثال، يمكن التحقق من دقة جهاز المطياف المزود بمحرز حيود، وذلك عن طريق قياس الأطوال الموجية الخاصة بخطوط فراونهوفر المنبعثة من الصوديوم، وقيمها معلومة بدقة عالية (600 و 589.6 نانومتر). وعن طريق تلك القياسات يمكن حساب كثافة الشقوق في محرز الحيود، والتي يكن أن تستخدم لاحقاً في قياس الأطوال الموجية لأي خطوط طيفية أخرى.

ومن العسير أن نتعامل مع تلك الأخطاء النظامية الثابتة، وذلك حيث أنه يمكن اكتشاف آثارها فقط في حالة أننا نعرف طريقة التخلص منها. ولا يمكن التخلص من تلك الأخطاء عن طريق تكرار القياس أو أخذ متوسط القراءات. ولكن الطريقة العامة في محاولة التخلص من هذه الأخطاء هي إعادة معايرة أداة القياس بصورة صحيحة.

مصادر الخطأ العشوائي

وفي العادة تميل الأخطاء العشوائية إلى أن تتمركز حول قيمة متوسطة بتوزيع طبيعي، فطبقاً لمبرهنة النهاية المركزية، فإن مجموع قيم عدة متغيرات عشوائية مستقلة يؤول في النهاية إلى توزيع طبيعي. وهذه الشروط تنطبق في العادة على الخطأ العشوائي حيث أنه يتكون في العادة من مجموع أخطاء عشوائية أخرى مستقلة عن بعضها. وقد تكشف تلك الأخطاء العشوائية عند إدراجها في معادلة الانحدار الخطي عن أسباب التغيرات في قيم الصادات والتي لا يمكن أن تفسرها التغيرات في قيم السينات.

المسح الإحصائي

وفي سياق الاستطلاعات والأبحاث الديموغرافية، فقد يشير اللفظ «خطأ الملاحظة» أحياناً إلى أخطاء الاستجابة وكذلك الأصناف الأخرى من الأخطاء التي لا تعتمد على نوعية العينة المختارة. فقد تظهر مثل هذه الأخطاء في سياق استطلاعات رأي بسبب جمع المعلومات بطريقة خاطئة، وهو ما يحدث في حالة الخطأ في تسجيل ردود أفعال المستجوبين، أو في حالة تسجيل ردود أفعال غير دقيقة.

في حالة وجود خطأ في قياس أحد المتغيرات التابعة، فلن تتأثر أساليب تحليل الانحدار بذلك مطلقاً وسوف تظل صحيحة من ناحية رياضية. إلا أنه قد نلاحظ انخفاض معامل التحديد (R^2) عن ما إذا كانت عملية القياس تتم بشكل مثالي. أما في حالة وجود خطأ في قياس متغير مستقل واحد أو أكثر، فسوف تصبح مفاهيم الانحدار ومعاملات الانحدار بلا معنى إحصائي، ولا يجوز استخدامها في هذه الحالة.

تحويل وحدات القياس

هناك العديد من الكميات الفيزيائية التي تحتاج للقياس في حياتنا اليومية؛ مثل السرعة، ودرجة الحرارة، والمساحة، والحجم، والكتلة، وغيرها لذلك يُعتبر استخدام وحدة القياس المناسبة لقياس كل منها، ومعرفة كيفية التحويل بين الوحدات المختلفة من الأمور الضرورية التي تجب مراعاتها؛ فمثلاً إذا أراد شخص معرفة طول شجرة ما، ولم تكن لديه معرفة إلا بالنظام المتري، وتوفرت لديه معلومات تقول إنَّ طول الشجرة هو 25 قدم، لذلك فإنه بحاجة إلى اتباع طريقة لتحويل طول الشجرة إلى إحدى وحدات النظام المتري لمعرفة طول الشجرة بالمتري أو غيرها، حتى يتمكن من استيعابه بشكل جيد وسليم.

يحتاج الباحث إلى استخدام الوحدات العلمية للتعبير عن البيانات التحليلية، وفي معظم الأحيان يتم التحويل بين الوحدات المختلفة لسهولة الحسابات والتعبير عن النتائج. نعرض لكم هنا جداول للتحويل بين الوحدات القياسية:

الطول		
من	إلى	عامل التحويل
cm	mm	10
dm	m	10^{-1}
m	cm	10^2
mm	mμ	10^3
mμ	mm	10^{-3}

الكتلة		
من	الى	عامل التحويل
g	mg	10^3
g	µg	10^6
g	ng	10^9
g	pg	10^{12}
mg	g	10^{-3}
µg	g	10^{-6}
ng	g	10^{-9}
pg	g	10^{-12}

الحجم		
من	الى	عامل التحويل
L	mL	10^3
L	µL	10^6
mL	L	10^{-3}
mL	µL	10^3
µL	mL	10^{-3}
µL	L	10^6

الوقت		
من	الى	عامل التحويل
sec	m sec	10^3
sec	μ sec	10^6
sec	nano sec	10^9
sec	pico sec	10^{12}
m sec	sec	10^{-3}
μ sec	sec	10^{-6}
nano sec	sec	10^{-9}
pico sec	sec	10^{-12}

درجة الحرارة		
من	الى	عامل التحويل
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$(\text{C}^{\circ}-32)*5/9$
$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$(\text{C}^{\circ}*9/5)+32$
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{C}+273.15$

الوحدات الكهربائية		
من	الى	عامل التحويل
Amperes	milli Amperes	10^3
milli Amperes	Amperes	10^{-3}
Amperes	micro Amperes	10^6
micro Amperes	Amperes	10^{-6}
Volts	milli Volts	10^3
Volts	micro Volts	10^6

الحرارة / الطاقة		
من	الى	عامل التحويل
Calories	milli Calories	10^3
Calories	Joules	4.184
Joules	Calories	0.239

التركيز		
عامل التحويل	الى	من
$\times 10^3$	millimoles	moles
$\times 10^{-3}$	moles	millimoles
$\times 10^3$	pbp	ppm
$\times 10^6$	ppt	ppm
$\times 10^{-3}$	ppm	ppb
$\times 10^{-6}$	ppm	ppt

الضغط		
عامل التحويل	الى	من
10^5	pascal	bar
14.50	Psi	bar
0.0075	Torr	pascal
133.32	pascal	torr
0.00132	Atmosphere	mmHg
133.32	pascal	mmHg
1	torr	mmHg
0.0689	bar	Psi
6894.75	pascal	psi
51.72	torr	Psi
51.72	mmHg	psi

الضغط

هو نسبة القوة إلى المساحة التي تُوزع عليها هذه القوة. بمعنى آخر، الضغط هو القوة على وحدة مساحة يتم تطبيقه في اتجاه عمودي على سطح جسم ما.

يمكن قياس الضغط بأي وحدة قوة مقسومة على أي وحدة مساحة. وحدة قياس الضغط وفقاً للنظام الدولي للوحدات هي الباسكال (Pa) ويعرف الباسكال الواحد بأنه نيوتن واحد لكل متر مربع. يعتبر ضغط الباسكال الواحد صغيراً جداً، لذلك يتم التعبير عن الضغوط العادية غالباً بالكيلو باسكال (1 كيلو باسكال = 1000 باسكال). ويتراوح الضغط في إطارات السيارات بين 180 و 250 كيلو باسكال.

يعتبر بُعد الإجهاد هو نفسه بُعد الضغط، وبالتالي فإن وحدة قياس الإجهاد وفقاً للنظام الدولي للوحدات هي باسكال (Pa)، أي ما يعادل (نيوتن واحد لكل متر مربع). وفي نظام وحدات القياس الإمبراطورية، يمكن قياس الإجهاد بالقوة لكل رطل في البوصة المربعة، والذي يرمز له بالاختصار psi أي رطل لكل بوصة مربعة.

استخدام المحول الضغط والإجهاد ومحول معامل يونغ

يتيح محول الوحدات عبر الإنترنت إجراء تحويلات سريعة ودقيقة بين العديد من وحدات القياس، من نظام ما إلى نظام آخر. توفر صفحة تحويل الوحدات الحلول للمهندسين والمترجمين وكل من يتطلب عمله التعامل مع الكميات المقاسة بوحدات مختلفة.

باسكال (Pa) وحدة للضغط والإجهاد ومعامل يونغ ومقاومة الشد القصوى مشتقة من للنظام الدولي للوحدات. وهي مقياس للقوة على وحدة مساحة، ويعرف بأنه نيوتن واحد على المتر المربع. مثال: على الكرة الأرضية، يبلغ الضغط الجوي العياري 101325 باسكال = 101.325 كيلو باسكال.

باسكال (Pa) وحدة للضغط والإجهاد ومعامل يونغ ومقاومة الشد القصوى مشتقة من للنظام الدولي للوحدات. وهي مقياس للقوة على وحدة مساحة، ويعرف بأنه نيوتن واحد على المتر المربع.

الطول الموجي		
من	الى	عامل التحويل
meters	Mμ	10^6
Mμ	meters	10^{-6}
cm	Mμ	10^4
Mμ	cm	10^{-4}
mμλ	wavenumber(cm^{-1})	$10^4/\lambda(\mu\text{m})$
wavenumber(cm^{-1})	mμλ	$10^4/\lambda(\text{cm}^{-1})$

البادئات: prefixes

يُمكن إضافة البادئات prefixes التي تُشيرُ إلى أيّ من مُضاعفات الرقم 10 هو المقصود، يُمكن إضافته إلى الوحدة الأساسية، مثل المتر (م) أو اللتر (ل) أو الغرام (غ). يُساعدُ استخدام البادئات على جعل عددٍ ما أكثر قابليّةً للقراءة، وتنطوي البادئات الشائعة الاستخدام على الكيلو (kilo ك) والدّيسي (deci د) والسنتي (centi سي) والميلي (milli م) والميكرو (μ).

يجري استخدام وحدات أخرى لقياس خواصّ مُختلفة لمادّة ما، فعلى سبيل المثال، المُول mole أو mol هو كميّة المادّة التي تحتوي على نفس عدد الجزيئات أو الأيونات في 12 غرامًا من الكربون، وبذلك، وبغضّ النظر عن المادّة، يحتوي المول الواحد على نفس العدد من الجزيئات دائماً؛ ولكن، يختلف عدد الغرامات في مولٍ واحدٍ بشكلٍ كبيرٍ من مادّةٍ إلى أخرى. يُساوي مول واحد الوزن الجزيئيّ (الذريّ) لمادّةٍ بالغرامات؛ فعلى سبيل المثال، الوزن الجزيئيّ للصوديوم هو 23، لذلك يُساوي 1 مول من الصوديوم 23 غرامًا. يتكوّن جُزءٌ ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) من ذرة واحدة من الصوديوم وذرة واحدة من الكلور (الذي وزنه الجزيئيّ هو 35 غرامًا)، وبذلك يزنُ مُولٌ واحدٌ من كلوريد الصوديوم 23 غرامًا + 35 غرامًا = 58 غرامًا.

الأسموليّة osmolarity هي قياس عدد الجزيئات في لترٍ من السائل، والأسمولاليّة osmolality هي قياس عدد الجزيئات في كيلوغرامٍ واحدٍ (كغ) من السائل، ونظرًا إلى أنّ لترًا واحدًا من الماء يزنُ كيلو

غرامًا واحدًا، تكون الأسمولية والأسمولالية متشابهتين بالنسبة إلى المواد التي تذوب في الماء. الأسمول osmol هو كمية المادة التي تذوب في السائل لتشكّل مولاً واحداً؛ فعلى سبيل المثال، بما أنّ ملح الطعام يذوب في الماء ويتحوّل إلى الصوديوم والكلوريد، يُؤدّي مول واحد من ملح الطعام المذاب في ليتر واحد من الماء إلى إنتاج مول واحد من الصوديوم ومول واحد من الكلوريد، وبذلك تكون أسمولية ملح الطعام هي أسمولين لكل ليتر، وتكون أسمولاليتها هي أسمولين لكل كيلو غرام.

تقيس المكافئات equivalents والميلي مكافئات milliequivalents قدرة المادة على الارتباط مع مادة أخرى، ويُعادل الميلي المكافئ ميلي أسمول واحداً تقريباً.

يجري استخدام المعادلات لتحويل قياس من وحدة إلى أخرى، ويمكن التعبير عن نفس الكمية عن طريق وحدات مختلفة؛ فعلى سبيل المثال، يكون التركيز الطبيعي للكالسيوم في الدم حوالي 10 ميليغرامات في الديسيلتر (mg/dL) ، أو 2.5 ميلي مول في الليتر (mmol/L) ، أو 5 ميلي مكافئ في ليتر واحد (mEq/L).

تختلف الوحدات المستخدمة في الفحوصات المخبرية استناداً إلى المادة التي يجري قياسها، وتُسمّى الوحدات التي يشيع استخدامها في الولايات المتحدة بالوحدات التقليدية أو الاعتيادية conventional units، وهي تُعبّر غالباً عن التركيز بالوزن لكل حجم، ويمكن أن يختلف الحجم، بينما يُعبّر النظام الدولي للوحدات the international system of units دائماً عن التركيز بالمولات لكل ليتر.

يوضّح الجدول الآتي بعض البادئات المترية، وهي عبارة عن مجموعة من الأحرف؛ مثل الملي، أو السنّي، أو غيرها، والتي تُضاف إلى بداية الوحدة الأساسية في النظام المتري؛ مثل المتر، أو اللتر، أو الغرام، لتعبّر عن الكمية التي تعادلها تلك الوحدة من الوحدة الأساسية؛ مثل الملي لتر الذي يعادل 1/1000 من اللتر، والكيلو غرام الذي يساوي 1000 غرام، وغيرها، وذلك كما في الجدول الآتي:

القيمة	اسم البادئة
10^{-9}	النانو
10^{-6}	الميكرو
10^{-3}	الملي
10^{-2}	السنتي
10^{-1}	الديسي
10	الديكا
100	الهكتو
1000	الكيلو
10^6	الميجا
10^9	الجيجا
10^{12}	التيرا

الفصل الرابع

طرائق العمل المختبري

تقنية التحضيرات المجهرية

لمحة عن البصريات

لابد للباحث الذي يعمل في مجال التحضيرات المجهرية ان يكون ملما ببعض المعلومات التي تخص الضوء ،وبعض صفات وخواص عمل المجاهر الضوئية بأنواعها.

الضوء ينتقل في الفراغ بسرعة ثابتة لكنه اذا انتقل خلال وسط معين كالهواء او الماء او الزجاج فإن سرعته تتغير وكل وسط ينتقل فيه الضوء بسرعة معينة .

- تحسب العلاقة بين سرعة الضوء في الفراغ وفي أي وسط آخر بمعامل الانكسار

معامل الانكسار = سرعة الضوء في الفراغ / سرعته في الوسط الاخر

- سرعة الضوء في الهواء قريبة جدا من سرعته في الفراغ ولذا يعتبر معامل الانكسار للهواء مساويا للواحد لكن معامل الانكسار للزجاج عادة يساوى 1.5 لذا نجد ان سرعة الضوء في الزجاج تكون بطيئة .
- اشعة الضوء تنكسر عندما تنتقل بين وسطين لكل منهما معامل انكسار يختلف عن الاخر ويعتمد علي شئيئين اساسيين هما
- 1- معامل الانكسار
- 2- الزاوية التي يصطدم عندها الشعاع بالوسط الثاني
- عندما تسقط اشعة الضوء عموديا علي الوسط فإنه لا يحدث لها انكسار بل تستمر على نفس المسار (زاوية السقوط = زاوية الانكسار = 90) .
- عندما تسقط الاشعة على الوسط بزاوية معينة تقل عن الزاوية القائمة فان مسار الاشعة سوف ينكسر خلال الوسط بنفس زاوية السقوط .

- كلما نقصت زاوية السقوط (س) كلما نقصت زاوية الانكسار (س) وبنسبة ثابتة تعادل معامل الانكسار (س=م) ودائما تكون زاوية السقوط اكبر قليلا من زاوية الانكسار .
- عندما تسقط اشعة ضوئية متوازية علي سطح عدسة زجاجية محدبة فان هذه الاشعة المتوازية سوف تسقط علي سطح العدسة المحدب بزوايا مختلفة نظرا للتحذب أي ان زوايا الانكسار سوف تكون هي الأخرى مختلفة مما يؤدي الي تلاقي هذه الاشعة في نقطة تعرف بالبؤرة وتعرف المسافة الفاصلة بين البؤرة (ب) و المركز البصري للعدسة (م) باسم البعد البؤري.

تكون الصور وتكبيرها بالعدسات البسيطة

لمعرفة كيفية تكون الصور وتكبيرها بالعدسات لابد من فهم الاتي:-

- 1- الشعاع الذي يسقط موازيا للمحور الرئيسي للعدسة ينكسر مارا بالبؤرة
 - 2- الشعاع الذي يسقط مارا ببؤرة العدسة ينكسر موازيا لمحورها الرئيسي
 - 3- الشعاع الذي يسقط مارا بالمركز البصري للعدسة لا ينكسر اطلاقا
- تستطيع العدسة المحدبة ان تكون ست صور مختلفة لأي جسم تبعا لموقعه امام هذه العدسة ومدي بعده او قرابة منها
 - العدسة المحدبة تستطيع ان تكبر الجسم الموضوع امامها في حالتين :-
- 1- يقع الجسم فيها قبل البؤرة وتتكون له صورة خيالية معتدلة .
 - 2- يقع الجسم خلف البؤرة وبمسافة تقل عن ضعف البعد البؤري وفي هذه الحالة يتكون للجسم صورة حقيقية مقلوبة مكبرة

- كلما قرب الجسم من البؤرة كلما زادت قوة تكبير الصورة
- عندما يقع الجسم في البؤرة تماما عندها تتكون للجسم صورة تقع في اللانهاية

المجاهر الضوئية البسيطة

جهاز التكبير عبارة عن أداة علمية لها القدرة علي تكبير وتوضيح العينات الصغيرة جدا وبالذات تلك التي يستحيل رؤيتها بالعين المجردة مثل الخلايا الحيوانية و النباتية ويعتمد جهاز التكبير على الاستفادة من خاصية العدسات .

تركيب المجهر البسيط

- تعرف المجاهر الضوئية البسيطة باسم العدسات المكبرة ويعتمد علي مصدر ضوئي طبيعي او كهربائي .
- توجد عدة انواع تختلف من حيث التصميم وتتشترك جميعا في صفة واحدة هي ان لها عدسة واحدة محدبة الوجهين .وقوة تكبير المجاهر تكون محدودة تتراوح بين 5الي 25 مرة .
- كانت هواية ليفنهورك هي صقل العدسات ومنها تمكن من صنع مجهره البسيط
- تمتاز المجاهر البسيطة بأنها تعطي صورا معتدلة و حقيقية للأشياء كما ان الصورة المكبرة خالية من الزيغ اللوني او الكروي .
- عيوب المجاهر البسيطة انها تحتاج الي تقريب وبشكل ملفت للعين – حقل الرؤية محدودا - صعوبة في تحميل وإضاءة العينة المراد فحصها .

انواع المجاهر البسيطة

1. مجهر ليفنهورك
2. عدسة الساعاتي
3. عدسة الجيب
4. عدسة اليد
5. عدسة الطاولة
6. المصباح المكبر

المجاهر الضوئية المركبة

- يتميز هذا النمط بقوة تكبير أعلى
 - تشترك جميعاً في صفة واحدة هي أن لها جهازاً بصرياً مكبراً مكوناً من نوعين من العدسات
- 1- العدسات الشيئية : هي التي تكون دوماً بالقرب من الشيء المراد فحصه
 - 2- العدسات العينية : هي التي تنظر العين من خلالها .

أنواع المجاهر الضوئية المركبة



- 1- المجهر مضيء الحقل
- 2- المجهر مظلم الحقل
- 3- مجهر الطور المتباين
- 4- المجهر الفلورسيسي
- 5- المجهر المقلوب
- 6- مجهر متداخل الضوء

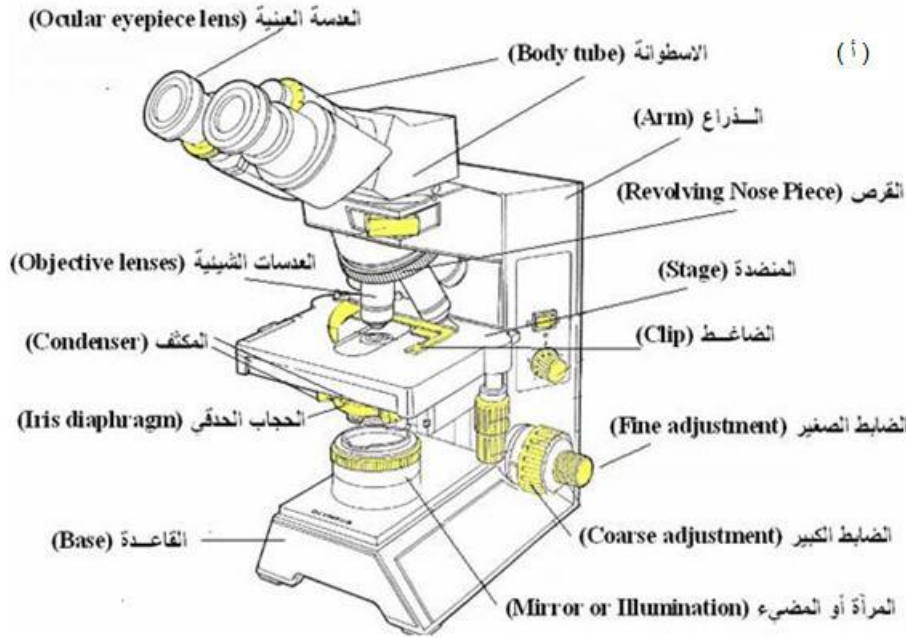
تركيب المجهر المركب (المجهر الضوئي المركب)

- يمكن تجزئة المجهر الضوئي المركب من حيث التركيب الى ثلاث مجموعات هي :

1- جهاز الحمل و التحريك

2- جهاز التكبير

3- جهاز الاضاءة



معايرة المجهر الضوئي

تتم معايرة المجهر الضوئي باستخدام سلايد مايكرومتر stage micrometer والمايكرومتر العيني ocular . اذ تحسب المسافة الحقيقية (بالمليمترات) بين خطوط المايكرومتر العيني من خلال ملاحظة عدد المسافات الموجودة في مايكرومتر المسرح الواقعة ضمن عدد معين من مسافات المايكرومتر العيني. ونظرا لكون اصغر مسافة على مايكرومتر المسرح تساوي 0.01 ملم لذا يمكن معايرة المايكرومتر العيني كالآتي:

1- ان عشر مسافات من على المايكرومتر العيني تساوي المسافات (x) على مايكرومتر المسرح.

2- بما ان اصغر مسافة مايكرومتر المسرح تساوي 0.01 ملم لذا فان عشرة مسافات على

المايكرومتر العيني = المسافات (x) على مايكرومتر المسرح x 0.01 ملم.

3- لذا فان:

$$\frac{\text{المسافة على مايكرومتر المسرح } 0.01x \text{ ملم}}{10} = \frac{\text{مسافة واحد على المايكرومتر العيني}}{10}$$

4- وبما ان المليمتر الواحد = 1000 مايكرومتر

$$\frac{(x) \times 10 \text{ مايكرومتر}}{10} = \frac{\text{مسافة واحد على المايكرومتر العيني}}{10}$$

- - مثال: إذا كانت عشرة مسافات على المايكرومتر العيني تساوي ستة مسافات على مايكرومتر المسرح، لذا:

$$\frac{6 \times 0.001 \text{ ملم}}{1} = \text{مسافة واحدة على المايكرومتر العيني (بالملم)}$$

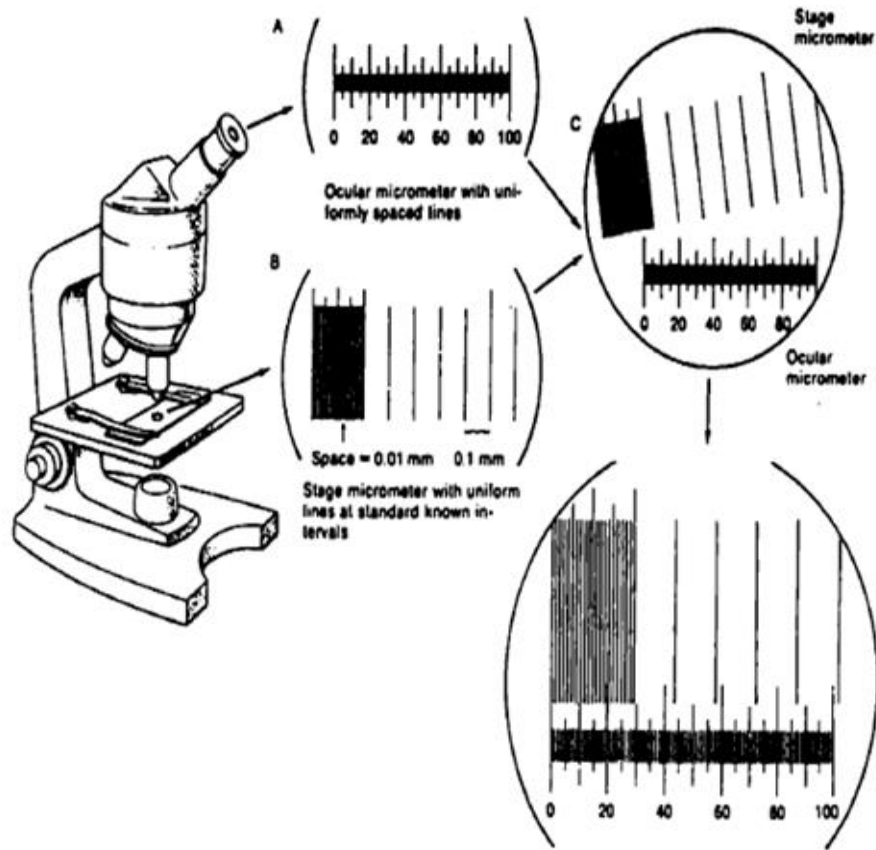
$$= 0.006 \text{ ملم}$$

أو:

$$\frac{6 \times 1 \text{ مايكرومتر}}{1} = \text{مسافة واحدة على المايكرومتر العيني (بالملم)}$$

$$= 6 \text{ مايكرومتر}$$

ملاحظة: ان الارقام التي يتم الحصول عليها تمثل العدسة العينية والشبكية المستعملة في المجهر. وتتغير العدسة العينية او الشبكية في كل فترة لذا يجب معايرة المايكرومتر العيني.



استعمال المقياس الدقيق micrometer في العدسة العينية ocular lens
والعدسة الشيئية objective lens وذلك من أجل تعيين أبعاد التراكيب الدقيقة في
الشرائح البايولوجية المدروسة.

طرق التحضيرات المجهرية

الخطوات أو العمليات التي تستعمل فيها معدات أو أجهزة علمية وطرق تحضير دقيقة تسهل على الدارس معرفة ماهية التراكيب الخلوية المكونة لجسم الكائن الحي. ومن أهم الأجهزة العلمية ذات الصلة الوثيقة بالتحضيرات المجهرية:

1. المجاهر
2. أجهزة التقطيع
3. أجهزة التبريد
4. أجهزة التسخين
5. أجهزة الطرد المركزي

طريقة التقطيع Sectioning Method

وهي الأهم لدراسة العينات على مستواها النسيجي والخلوي والغرض منها الحصول على مقطع نسيجي رقيق جدا، ويعرف المقطع Section بأنه شريحة رقيقة تقطع من جزء مأخوذ من كائن حي لغرض دراسة تركيب أو ترتيب الخلايا المكونة لها. اما طرق القطع Method of sectioning فتشمل طريقتين :

أ- القطع اليدوي Hand sectioning

يستخدم القطع باليد الحرة باستعمال سكين خاص أو شفرة للحصول على مقاطع من مواد تمسك باليد وتقطع الى مقاطع سميكة نوعا ما مقارنة بالمقاطع التي يتم الحصول عليها بالقطع الآلي .

ب- القطع الآلي Mechanical sectioning

يستخدم جهاز المشراح أو المقطاع Microtome لقطع النماذج حيث توجد عدة انواع من اجهزة المشراح منها :-

- 1- جهاز التقطيع اليدوي Hand microtome .
- 2- جهاز التقطيع الهزاز Rocking microtome.
- 3- جهاز التقطيع الدوار Rotary microtome .
- 4- جهاز التقطيع الدقيق او المستدق Ultramicrotome .يستخدم لعمل مقاطع فائقة الرقة للفحص بالمجهر الالكتروني .
- 5- جهاز التقطيع الجليدي(Freezing microtome (Cryostat) .

خطوات تحضير الشرائح النسيجية

تعتمد دراسة الشرائح النسيجية على المجهر الضوئي اعتمادا كبيرا، لذا من الضروري جدا تحضير المقاطع النسيجية بشكل رقيق جدا لسهولة اختراق الضوء لها وتميز اجزاء ومكونات الخلايا تحت المجهر. وتمر العينة بخطوات عديدة تبدأ من اخذ العينة حتى تصبح بشكل مقاطع رقيقة مصبوعة ملصقة على شرائح زجاجية جاهزة للقراءة والتشخيص تحت المجهر.

اولا: الحصول على العينة (Sampling(Obtaining the specimen

من الطرق الأكثر شيوعا للحصول على العينات المجهرية:

1. طريقة الحصول على العينة من الكائن الحيواني:

- تعتمد هذه الطريقة على الهدف المقصود أثناء الدراسة
- يفضل معاملة الكائن الحيواني بطريقة انسانية

ومن اهم الطرق للحصول على العينة من الكائن الحيواني:

اولا- الذبح

أسهل العمليات وأسرعها على الحيوانات الفقارية ،ومن شروطها:

- 1- الإمساك الجيد بالحيوان
- 2- استعمال سكين أو شفرة حادة جدا
- 3- تتم عملية الذبح بقطع أوردة وشرابين الرقبة مع القصبة الهوائية والبلعوم

ثانيا- التخنيع

- شل الحيوان شلا كاملا وذلك بفصل الحبل الشوكي عن الجهاز العصبي المركزي أو المخ
 - تتم هذه الطريقة:
1. بغرز ابرة التشريح الحادة فيما بين الفقرات الأولى من الفقرات العنقية والجمجمة حتى تصل إلى الحبل الشوكي
 2. تحرك هذه الإبرة يمنة ويسرة حتى نضمن الانفصال التام للحبل الشوكي عن الجهاز العصبي
 3. تطبق هذه الطريقة على: الضفادع والغزلان

ثالثا- ضرب مؤخرة الرأس

- تتم بعمل ارتجاج مخي مفاجئ وبشكل سريع بحيث يصبح الحيوان بعدها في حالة غيبوبة تامة
- تناسب الحيوانات الصغيرة مثل الضفادع والفئران

رابعا- التخدير

- يجب أن يقوم بها مؤهلون
- يعتمد نوع المخدر على طبيعة البحث ونوع الحيوان
- يفضل عدم استعمالها في الدراسات الخلوية
- تستعمل في حالة دراسة كيفية قيام الأعضاء بوظيفتها والدراسات النسيجية

واهم المخدرات المستخدمة :

- للحيوانات المائية: الايثانول +كلوريد المنغنيز + المنثول
- الحيوانات اللافقارية: أبخرة الإيثر

- البرمائيات والزواحف: طبيعيا بتعريضها لدرجة حرارة منخفضة

2. طريقة الحصول على العينة من الكائن النباتي:

طريقة الحصول على العينة النباتية اسهل بكثير من طريقة الحصول على العينة الحيوانية كونها لا تحتاج الى التخدير او الذبح او الضرب او التخنيع وغيرها من الطرق . تقتصر طريقة الحصول على العينة النباتية بقطع الجزء النباتي المراد دراسته وتحضيره للخطوات الاخرى . ويعتمد نوع الجزء النباتي المستخدم حسب نوع الدراسة المطلوبة ، فقد يكون جزء من ورقة او زهرة او ساق او جذر او ثمرة او بذرة او اي جزء نباتي اخر .

ثانيا: التثبيت Fixation

الخطوة الأولى في تحضير الأنسجة من أجل إخضاعها للفحوصات النسيجية والكيميوونسيجية وتهدف هذه الخطوة إلى المحافظة على النسيج ومحتوياته على الحالة التي كان عليها في جسم الكائن الحي أو قريبة من ذلك وتتم عملية التثبيت من خلال التفاعلات الكيميائية والتدخلات الفيزيائية بين المجاميع الفعالة للمثبت والمجاميع الفعالة للمواد الكيميائية الموجودة في النسيج (كربوهيدرات – بروتين – دهون – إنزيمات - أملاح معدنية-صبغات) و تقوم عملية التثبيت الناتجة بإيقاف عملية التفتت والتفسخ والتعفن الناتجة عن نشاط البكتيريا والفطريات وكذلك إيقاف عملية التحلل الذاتي للنسيج بفعل الإنزيمات. هذا بالإضافة الى فوائد اخرى ابرزها :-

- 1- تقسية الانسجة لتصمد امام العمليات التالية وخاصة القطع بأقل قدر من التشوه .
- 2- حفظ خلايا النسيج من الانتفاخ او الانكماش عند تعرضها لعمليات تالية مثل ازالة الماء والتشرب بالشمع .
- 3- تحسين قدرة اجزاء النسيج على تقبل الصبغ بشكل أفضل .
- 4- تعديل معامل الانكسار لبعض مكونات النسيج بحيث يسهل التمييز بينها .
- 5- جعل النسيج اكثر مقاومة للحرارة اثناء تعرضه للشمع الساخن .

وحتى تتحقق الأهداف المرجوة من التثبيت لابد من مراعاة النقاط التالية:

- 1-اختيار المثبت المناسب للعمل حسب الغرض من الدراسة.
- 2-وضع العينة في المثبت مباشرة بعد أخذها من الجسم لمنع عملية التحلل والتفسخ.
- 3-إن يكون حجم العينة صغير بحيث يسمح للمثبت بالنفاذ خلال العينة في وقت قصير (سمك العينة لا يزيد عن 2-5 ملم)
- 4- إن يكون حجم المثبت عدة أضعاف حجم العينة (10-20 ضعف).
- 5- ضرورة التقيد بالفترة الزمنية اللازمة للتثبيت حسب المثبت المستخدم
- 6- الأخذ في الاعتبار الآثار التي سيتركها المثبت على مكونات النسيج وتركيب الخلايا بعد التثبيت.
- 7 -إذا لم يتوفر المثبت المناسب في حاله طارئة يجب وضع العينة في السائل النيتروجيني إلى حين توفر المثبت المناسب.
- 8- يجب غمر العينة بأكملها في المثبت وذلك برج المثبت عدة مرات بعد وضع العينة فيه حتى تتبلل جميع أسطح العينة بالمثبت.

المثبت Fixative

هو عبارة عن وسط سائل يحتوي على مواد كيميائية بعضها يعمل على تثبيت المحتوى الكيميائي للخلايا والمواد بين الخلوية عن طريق التخثير والترسيب والمحافظة على خلايا النسيج من التشوه.

من المثبتات الشائعة للفحص بالمجهر الضوئي : الفورمالين 10% Formalin ، محلول زنكر Zinker Solution ، محلول بوان او بوين Bouin Solution ، محلول كارنوي Carnoy ، ومن المثبتات الشائعة للفحص بالمجهر الالكتروني : محلول الكلوترالديهايد Gluteraldehyde ورابع اوكسيد الازميوم Osmium tetroxide .

شروط المثبت الجيد:

- 1- يتخلل الأنسجة بسهولة وبسرعة.
- 2- يعمل في درجة الحرارة العادية.
- 3- لا يحدث ضرر بالنسيج.
- 4- يعمل على تيبس النسيج نوعا ما بحيث يصبح قوامه سهل التقطيع.
- 5- لا يتعارض مع الصبغات المختلفة عند صبغ العينة.
- 6- يستمر مفعولة لمدة طويلة.
- 7- يقتل الجراثيم والفطريات التي تساعد على تحلل الأنسجة.
- 8- أن لا يترك المثبت أي آثار جانبية سيئة أو أصباغ على النسيج.
- 9- أن يكون سعره مناسباً ومتوفراً باستمرار.

العوامل المؤثرة على عملية التثبيت:

- 1- الأس الهيدروجيني للمثبت: يجب أن يكون ما بين 6-8 لأن زيادة الأس الهيدروجيني أو النقصان يتلف الأنسجة ويمكن الحصول على درجة الحموضة باستخدام محلول منظم Buffer.
- 2- درجة حرارة المكان: تزداد سرعة النفاذ بزيادة درجة حرارة المكان والعكس صحيح ألا أن الحرارة العالية تتلف الأنسجة لذا يفضل أن تكون درجة الحرارة (25) درجة مئوية.
- 3- تركيز المثبت وكميته: يتناسب مع حجم العينة طرديا (10-20 ضعفاً).
- 4- مدة التثبيت: تتناسب مع حجم العينة طرديا ويجب مراعاة نوع المثبت .

3- عملية الغسل Washing

يجب غسل العينة بعد التثبيت و ذلك لإزالة ما تبقى من أثر المثبت على العينة .مثلاً العينات المثبتة في مثبت بوان يغسل بالكحول % 70 حتى يزول اللون الأصفر .تغسل العينات المثبتة في زنكر بالكحول 96 % مشبع باليود ومدة الغسيل تتراوح من 5- 8 ساعات . العينات المثبتة في مثبت روسمان تغسل بالكحول 96% . العينات المثبتة في الفورمالين تغسل بماء الصنبور الجاري لمدة 24 ساعة.

4- عملية نزع الماء(الانكاز) Dehydration:

وهي الطريقة التي يتم بواسطتها إحلال مادة محل الماء الموجود في النسيج هذه المادة تذوب فيها المحاليل والمواد المستعملة في الخطوات القادمة مع عدم تشويه النسيج وتتم هذه العملية بتمرير العينة في سلسلة متدرجة الارتفاع في التركيز من الكحول الإيثيلي (ethanol(ethyl alchohol لمنع انكماش الأنسجة في حالة لو وضعت في كحول مطلق مباشرة ويفضل الكحول لأنه يمتزج بسهولة مع الماء ومع مادة الزايلول(الزايلين xylene) المروقة والتي بدورها تمتزج جيداً مع مادة الطمر البرافينية.

لا يمتزج الماء مع شمع البرافين لذلك يجب التخلص من الماء الموجود في النسيج الخلوي حتى تسهل عملية نفاذ البرافين المصهور إلى داخل الأنسجة وتتم عملية نزع الماء بتمرير العينة على سلسلة متدرجة الارتفاع في التركيز من محاليل الكحول الإيثيلي(50% ، 70%، 90% ، 100%) وتتراوح المدة اللازمة لترك العينة في كل خطوة من خطوات نزع الماء في محاليل الكحول المختلفة التركيز من 30 دقيقة إلى ثلاث ساعات .

5- عملية الترويق Clearing

هي العملية التي بواسطتها يتم إحلال مادة محل الماء حيث تقوم هذه العملية بالسماح لمادة شمع البرافين بالدخول إلى الأنسجة في الخطوة اللاحقة لأن الكحول المستخدم في نزع الماء لا يمتزج مع شمع البرافين لذا تستخدم مادة مروقة تذوب في الكحول وشمع البرافين وكذلك تجعل النسيج شفافاً. من أمثلة المواد المروقة (الزايلول – الكلورفورم – تولوين – بنزين –زيت خشب الأرز) وعند استخدام الزايلول والتولوين يحدث أحيانا أن يتعكر لون محلول مادة الترويق وهذا دليل على عدم اكتمال نزع الماء من نسيج العينة في هذه الحالة يجب إرجاع العينة إلى سلسلة الكحولات للتأكد من عملية نزع الماء بشكل تام

أما المدة الكافية لترك العينة في المحلول المروق فهذا يعتمد على نوع وحجم العينة فكلما زاد حجم العينة كلما زادت مدة الترويق.

لا يمتزج الكحول مع شمع البرافين لذا يعتبر محلول الزيلول من أنسب المحاليل المروقة لسهولة امتزاجه مع البرافين والكحول وهناك مواد يمكن استخدامها كمروقات مثل التولوين والبنزين والكلوروفورم ولكنها سريعة التطاير.

6- عملية التشرب أو التخلل Impregnation or Infiltration .

عبارة عن إحلال كامل للمادة المستخدمة في الطمر مكان المادة المروقة، ويعتبر شمع البرافين من أشهر المواد المستخدمة في تشريب النسيج حيث أنه يتخلل العينة بسرعة دون إحداث ضرر بتركيبها النسيجي، كما أنه يكسبها دعامة قوية لتهيئتها للقطع بالميكروتوم، ويساعد على حفظها في الظروف العادية لفترة طويلة دون أي أذى. وتتم العملية بتمرير العينة في مزيج متساوي من الشمع والمادة المروقة (1:1) ثم تنتقل العينة إلى شمع البرافين المطلق المنصهر داخل الفرن وتكرر هذه العملية لعدة مرات (2-3 مرات) وكل مرة لمدة نصف ساعة، كما تعتمد عدد مرات تغيير الشمع حسب نوع العينة بحيث تقل كلما كانت العينة رخوة وتزداد كلما كانت العينة صلبة. من الامثلة على اوساط التشرب شمع البرافين Paraffin wax بينما تستعمل اللدائن البلاستيكية مثل Araldite في عملية التشرب للنماذج المحضرة للفحص بالمجهر الالكتروني .

7- عملية الطمر Embedding

وهي عملية الغرض منها عمل قالب من العينة بحيث تحيط بها المادة الطامرة وتدعمها لتتكوّن طبقة متماسكة من كليهما لتكون جاهزة للتقطيع بثبات اثناء مرورها على سكينه التقطيع وفي الغالب تكون المواد المستخدمة للطمر هي نفس المادة المستخدمة في عملية التشرب . توضع العينة باستخدام ملقط و توضع العينة بالاتجاه المرغوب به، بعدها يترك القالب على سطح ثلجي فترة قصيرة ليبرد سطحه استعداداً للتقطيع .

8- عملية التشذيب Trimming

بعد تحضير القوالب الشمعية يستحسن تشذيبها بشفرة حادة حتى تصبح العينة في وضع مناسب للتقطيع بحيث تصبح أطرافها متوازية و يمكن أن تنطبق على حافة سكين الميكروتوم.

9- تقطيع العينة Sectioning

تثبت العينة على حامل العينة specimen holder في الميكروتوم كما يجب أن يزود جهاز القطع بسكين حادة جدا ويحدد سمك القطاع المرغوب فيه (3-7 ميكرون) للبارافين وبسمك (10-15 ميكرون) للسلويدين(تستعمل سكاكين زجاجية glass knives لقطع مقاطع المجهر الالكتروني وتحمل على مشبك نحاسي grid ، القطاعات الجيدة عادة تكون على شكل أشرطة Ribbons أو سلسله من القطاعات ويفضل أن توضع هذه الأشرطة على صفيحه سوداء حتى يسهل تمييز القطاعات وأخذ المناسب منها لوضعه على الشريحة الزجاجية.

	
Cryostat	Hand microtome

10- عملية الصبغ Staining

عملية التصبغ مرحلة حاسمة جدا في التحضير المجهرى ذلك لأنه بدون صبغ مناسب للأنسجة فإنه يصعب تمييز مكوناتها وبالتالي تفقد عملية التحضير أهميتها لان عملية التصبغ تزيد من الفروق في معامل انكسار مكونات النسيج والخلية مما يؤدي الى تمايزها ويحدث هذا نتيجة الفرق في ميل بعض مكونات الخلية او النسيج لمعظم الصبغات. توجد نظريتان لتفسير صبغ الانسجة هي :

1- النظرية الكيماوية :

تنص على " ان الصبغ عبارة عن تفاعل كيماوي يعتمد على تكوين مادة ملحية بين الشق الموجب cation أو الشق السالب anion للصبغة وبين مجموعات كيماوية معينة في الخلية او النسيج" وعلى هذا الاساس تكون الانسجة اما محبات للحمض acidphilic وتحتوي مجموعات قاعدية وفي هذه الحالة تتفاعل مع الصبغ الحامضي او محبات للقاعدة basophilic وتحتوي مجموعات حامضية تتفاعل مع الصبغة القاعدية .

2- النظرية الطبيعية :

ترتكز هذه النظرية على افتراضات تنص على " ان التصبغ يتم بوسائل طبيعية مثل الامتصاص والادمصاص والخاصية الشعرية والانتشار والتنافذ.

ان الفكرة السائدة في الوقت الحاضر هو ان الصبغ ينتج عن عمليات كيماوية وطبيعية في ان واحد .

تصنيف الصبغات Classification of stains

أ- تقسيم الصبغات تبعا لتركيز الاس الهيدروجيني للصبغة :

- 1- الصبغات القاعدية basic stains وذلك عندما تكون الصبغة حاوية على قاعدة عضوية ملونة تتحد مع الجذور الحامضية غير الملونة للانسجة كجذر الخلات او الكلوريدات او الكبريتات ومن امثلتها صبغة السفرانين Safranin والهيماٹوكسليين Haematoxylin .
- 2- الصبغات الحامضية acidic stains هي تلك الصبغات التي تكون حاوية على جذور حامضية عضوية ملونة تتحد مع قاعدة معدنية metallic base غير ملونة للانسجة مثل صبغة الخضراء الباهتة Light green وصبغة الايوسين Eosin.
- 3- الصبغات المتعادلة neutral stains وتكون مركبة من صبغات حامضية وقاعدية مثل الاحمر المتعادل neutral red .

ب- تقسيم الصبغات حسب ميل اجزاء البروتوبلازم للاصطباج بها :

- 1- الصبغات النووية nuclear stains هي تلك الصبغات التي تميل لصبغ النواة وبما ان النواة غنية بالحوامض النووية لذا تميل للاصطباج بالصبغات القاعدية لذا فان جميع الصبغات النووية هي صبغات قاعدية.
- 2- الصبغات السائتوبلازمية cytoplasmic stains هي تلك الصبغات التي تميل لصبغ السائتوبلازم ونظرا لكون السائتوبلازم ذو طبيعة اكثر قاعدية لذا فانه يميل يميل للاصطباج بالصبغات الحامضية أي ان الصبغات السائتوبلازمية هي صبغات حامضية .

كيفية تحضير الصبغات المستعملة في التجارب:

1-محلول Chloro-Zinc-Iodine

- أ -أذب 110 غ ارم من الزنك Zn في 300 سم 3 من حامض الهيدروكلوريك المركز Conc.HCl
ثم بخر إلى نصف الحجم وأثناء التبخير أضف قليل من الزنك.
- ب -أذب 10 غم من يوديد البوتاسيوم KI في اقل كمية من الماء المقطر وأضف إليه 0.15 غرام من اليود
- ج -امزج المحلولين أ و ب وإذا حصلت عكرة فيرشح باستعمال الصوف الزجاجي ثم يحفظ في قنينة زجاجية معتمة كي لا يتأثر بالضوء.

2 - محلول اليود في يوديد البوتاسيوم (KI I يمكن تحضيره بطريقتين)

- أ -أذب 12.7 غ ارم من اليود في 30 سم 3 من الماء المقطر المذاب فيه 20 غرام من يوديد البوتاسيوم KI ثم أكمل الحجم إلى 1 لتر بالماء المقطر .وتستعمل هذه الصبغة لتصبغ المواد النشوية باللون الأزرق ، وتصبغ بروتوبلازم الخلية باللون الأصفر.

- ب -محلول KI I (1%) أذب 1 غرام من اليود I₂ في حجم 50 سم 3 من الماء المقطر ثم أضف له 1 غرام من KI واخلط جيدا "حتى تمام الذوبان ثم أكمل الحجم إلى 100 سم³ بالماء المقطر وأحفظه في قنينة معتمة.

3- محلول بندكت Benedict

حضر الاوزان الآتية من المواد المبينة ازاء كل منها:

- أ -17.3 -غرام من CuSO₄.5H₂O كبريتات النحاس المائية.
- ب -17.3 -غرام من Sodium citrate سترات الصوديوم.
- ج -100 -غرام من Anhydrous sodium carbonate كاربونات الصوديوم المائية.
- د -100 -سم³ ماء مقطر.

طريقة العمل:

1-أذب سترات الصوديوم و كاربونات الصوديوم اللامائية في 600 سم³ ماء مقطر مع التسخين الهادئ وإذا لزم الأمر يتم الترشيح.

2-أذب كبريتات النحاس في 150 سم³ من ماء مقطر.

3-امزج المحلولين مع التحريك المستمر وأكمل الحجم إلى لتر واحد.

4- محلول صبغة سودان 3 Sudan III

خذ وزن 0.1 غرام من صبغة Sudan III وأذبها في 50 سم³ من الكحول الايثيلي Ethyl alcohol (95%) وقم بالتحريك ثم أضف 5 سم³ من الكليسيرين glycerol إلى المزيج.

5- صبغة الأخضر السريع Fast green

تستعمل هذه الصبغة في تصبغ الساييتوبلازم والمواد السليولوزية وخيوط المغزل خلال الانقسام الخلوي حيث تظهر الاجزاء النباتية واضحة جدا "ويتم تحضيرها كالاتي:

خذ وزن 1 غرام أو 0.5 غرام من الصبغة وأذبها في 100 سم³ من الكحول الايثيلي المطلق

Absolute ethyl alcohol .

6- صبغة السفرائين Safranin

من الصبغات المهمة جدا "والشائعة الاستعمال في تصبغ الأنسجة النباتية حيث تعمل على تصبغ جميع التراكيب الملكنة والمكيتنة والمسورة والكرموسومات والنواة والسنتروسوم ، ويتم تحضيرها كالاتي :

خذ وزن 1 غرام من الصبغة وأذبها في 100 سم³ من الكحول الايثيلي المطلق Absolute ethyl alcohol واتركها لمدة 24 – 48 ساعة قبل الاستعمال.

7- صبغة الايوسين Eosin

لتحضير محلول ايوسين (1 %) يؤخذ وزن 1 غرام من صبغة Eosin ويذاب في 100 سم³ ماء مقطر ثم يحفظ في قنينة زجاجية معتمة.

8- محلول Phloroglucin

أذب 1 غرام من الـ Phloroglucin في 100 سم³ من الكحول الايثيلي تركيز (95 %)

9- محلول صبغة أزرق الميثيل 0.02 % Methylene Blue Stain Solution

أذب (20 ملغرام) من أزرق ميثيلي في حجم 100 سم³ من الماء المقطر.

10- محلول كبريتات النحاس : 5 %

خذ وزن 5 غرام من كبريتات النحاس CuSO₄ وأذبها في 100 سم³ ماء مقطر.

عند استعمال شمع البرافين يجب أن يزال شمع البرافين من القطاعات تماما باستخدام الزيترول ومن ثم يجب التخلص من الزيترول هو الآخر بالكحول المطلق، بعدها يجب نقل القطاعات إلى بيئة مشابهة للبيئة المذابة فيها الصبغة (مائية أو كحولية). ومدة الصبغ تعتمد على نوع الصبغة وتركيزها وطبيعة النسيج وقد يصبغ النسيج بأكثر من صبغه أو قد يلجأ الباحث إلى ما يسمى الصبغ المضاد كاستخدام صبغة الهيماتوكسلين لصبغ الأنوية (صبغة نووية) وصبغة الأيوسين لصبغ السيتوبلازم (صبغة ساييتوبلازمية). من الصبغات المستعملة في صبغ عينات المجهر الالكتروني صبغة خلاص اليورانيل Uranyl acetate وصبغة سترات الرصاص Lead citrate .

11- تحميل القطاعات Mounting:

يقصد بها وضع القطاع النسيجي على الشريحة الزجاجية، و تم هذه العملية بعد الانتهاء من عملية الصبغ اذ تبدأ عملية إعداد الشريحة المجهرية للحفظ المستديم باستخدام مادة شمعية أو مادة بلاستيكية حافظه مثل مادة بلسم كندا Canada balsam أو مادة (D.P.X) ثم يوضع غطاء الشريحة (Cover slip) بزاوية حادة 45 درجة وبحذر شديد حتى لا تتكون فقاعات هوائية Air bubbles وهكذا يتم عمل ما يعرف بالشريحة المستديمة permanent slide . بعد أن تترك لتجف على مجفف الشرائح يمكن فحص القطاعات تحت المجهر. ان الغرض من تغطية الشرائح لتسهيل دراستها تحت المجهر لأن التحضيرات المصبوغة وغير المغطاة لا تظهر الا قليلا من التفاصيل لكون معامل انكسار كل من زجاج الشريحة

ومكونات النسيج مختلفة تماماً وتتحسن امكانية رؤية مكونات النسيج اذا غطيت بمادة شفافة يكون معامل انكسارها قريباً من معامل انكسار الزجاج . كما ان الغطاء يحمي التحضير وخاصة المقاطع من التهتك والازالة من على الشريحة كما يقلل الغطاء من اكسدة الصبغة وبالتالي يمنع فسادها. ويمكن ان تكون وسائط التغطية دائمية مثل مادة بلسم كندا او مؤقتة مثل الجليسرول glycerol .

12- تنظيف ووسم (تعليم) الشرائح Cleaning & Labelling

تنظف الشرائح ويزال وسط التحميل الزائد من حول جوانب الغطاء وبالنسبة لتعليم الشريحة توضع ورقة مناسبة على طرف الشريحة يكتب عليها معلومات عن نوع النسيج والمثبت والصبغة وتاريخ التحضير .

تتم الخطوات السابقة بشكل يدوي بينما في مختبرات الأمراض التي يتم فيها إجراء فحوصات روتينية لعينات كثيرة تتم باستخدام أجهزة حديثة منها جهاز معاملة الأنسجة الأوتوماتيكي Tissue Auto processor.



تقنية التجميد freezing method

في هذه الطريقة النسيج الطري أو المثبت يجمد ويصلب ويعمل منه قطاعات بالميكروتوم الثلجي أو ما يسمى بالكريوستات (cryostat). مميزاتهما:

1- طريقة سريعة وبسيطة تستخدم عادة خلال العمليات الجراحية التي تطلب تشخيص سريعاً للسرطانات.

2- المواد الكيميائية الموجودة في النسيج لا تتغير بسبب عدم استخدام الحرارة.

3- تستخدم في كيمياء الأنسجة لدراسة فعالية الأنزيمات الخلوية والكشف عن الدهون التي تذوب في الكحول والزييلين وتفاعل الأجسام المضادة مع الأنتيجينات.

عيوبها:

1- لا تعطي سلسلة من المقاطع .

2- تعطي قطاعات سميك بسبب صعوبة القطع و التصيبغ .

مقارنة بين العمليات المختلفة لتحضير العينات للفحص بالمجهر الضوئي والالكتروني

Table	microscope Light	Electron microscope
Sample Size	1 cm ₃	1 mm ₃
Fixative	Formaldehyde	Glutaradehyde
Post-Fixation	None	Osmium Tetroxide
Dehydration	Graded Alcohol	Alcohol or Acetone
Clearing Agent	Xylol/Toluene	Propylene Oxide
Embedding Material	Praffin	Various Plastics
Section Thickness	5-10μ	60-90 nm
Stains	Colored dyes	Heavy Metals

المحاليل The solutions

أنواعها ، طرق التعبير عن التراكيز ، كيفية تحضير بعض المحاليل

تتواجد المادة بواحدة من الحالات الثلاث المعروفة وهي الحالة الغازية أو الحالة السائلة أو الحالة الصلبة فالجزيئات المكونة للمادة تتحرك بحرية عندما تكون المادة بالحالة الغازية وذلك لعدم وجود قوة تجاذب بين جزيئاتها وبالتالي فمثل هذه المواد ليس لها شكل ثابت ولا حجم محدد. أما جزيئات المادة وهي بحالة سائلة فأنها تظهر قوة تجاذب داخلية تكون كافية لتعطي الحالة السائلة حجم محدد بينما يبقى شكل المادة متغير يأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه المادة السائلة ، وعندما تكون قوة التجاذب بين جزيئات المادة أعظم مما هو عليه في الحالة السائلة للمادة فان ذلك سيؤدي إلى إعطاء المادة شكلا "وحجما" محددين فتكون المادة في الحالة الصلبة. إن قوة التجاذب بين جزيئتين غير متشابهتين تعرف بقوة التلاصق Adhesion أما قوة التجاذب بين جزيئتين متشابهتين فتعرف بقوة التماسك Cohesion . فتكون المادة بين جزيئات السائل تؤدي إلى حمايته من الفقد السطحي من خلال الشد السطحي للسائل والذي يختلف من سائل إلى آخر ويتناسب الشد السطحي عكسيا مع درجة الحرارة.

إن معظم دراسات الصفات النوعية والكمية تتطلب التعامل مع المواد وهي بهيئة محاليل وذلك لتسهيل التعامل بالقياسات في حسابات النتائج المطلوب الحصول عليها وهذا يوجب تحديد تعريف ما المقصود بالمحلول ؟ وماهي أنواع المحاليل ؟ وكيفية تحديد تراكيزها ؟

فالمحلول Solution عبارة عن مادة تتكون من مزج مادتين أو أكثر تكون فيها كل جزيئات أو ايونات احد المادتين منفصلة عن جزيئات وايونات المادة الأخرى حيث تنتشر خلال وسط المادة الأخرى، المادة المنتشرة جزيئاتها أو ايواناتها تسمى المذاب Solute والمادة التي تنتشر فيها جزيئات المذاب تسمى المذيب Solvent . ونتيجة لاختلاف المواد من حيث طبيعة تكوين جزيئاتها وحجم تلك الجزيئات فان المحاليل التي تتكون من هذه المواد ستكون مختلفة في طبيعتها وعدد من صفاتها لذلك تقسم المحاليل إلى عدة أنواع منها:

1- المحاليل الحقيقية : True solutions

وهي المحاليل التي تنتشر فيها جزيئات المادة الذائبة في جميع اجزاء المذيب على هيئة جزيئات وانيات في غاية من الدقة بالحجم بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو بأية وسيلة يمكن الاستعانة بها لتوضيح الرؤية عرفت لحد الآن . كما في حالة إذابة قليل من السكر أو ملح الطعام في الماء مع التحريك فيتكون محلولاً حقيقياً.

2-المحاليل العالقة (المعلق : Suspensions)

وهي المحاليل التي تنتشر فيها حبيبات المادة الذائبة في جميع اجزاء المذيب ويكون حجم حبيبات المذاب من الكبر بحيث يمكن رؤيتها بواسطة المجهر وعندما يترك المحلول المعلق لفترة من الزمن فان حبيبات المذاب تهبط إلى قاع الإناء بفعل الجاذبية نظرا لكبر حجمها وتتفصل عن المذيب كما في المحلول العالق للغرين Silt في الماء.

3-المحاليل المستحلبة : Emulsions

وهي المحاليل التي تنتشر فيها مجاميع من جزيئات المادة الذائبة بين أو خلال مادة المذيب لكن هذه المجاميع من جزيئات المذاب ما تلبث إن تتجمع وتتفصل عن وسط المذيب كم في حالة وضع قطرة من الزيت في الماء ورجها حيث تنتشر أولا "ثم بعد قليل تتجمع وتطفو على السطح لانخفاض كثافة الزيت عن الماء.

4-المحاليل الغروية : Colloid solutions

وهي المحاليل التي ينتشر فيها جزيئات المادة الذائبة في وسط المادة المذيبة وتبقى جزيئات المادة الذائبة منتشرة ولا تترسب من تلقاء نفسها وان جزيئات المذاب لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو بالمجهر مما يدل على أنها اصغر من وحدات المادة الذائبة في المعلقات والمستحلبات إلا انه يمكن رؤية جزيئات المادة الذائبة في المحاليل الغروية باستعمال المجهر الالكتروني ، كما في إذابة الكبريت في الماء .والمحلول الغروي يتكون من طورين كما في المحلول الحقيقي لكن الاختلاف بينها إن المادة المنتشرة في الغرويات ليست ايونات أو جزيئات بل هي مجموعة من الجزيئات .يطلق على المادة المذيبة الطور المستمر Continuous phase أو وسط الانتشار Dispersion medium وتسمى المادة المنتشرة بالطور غير المستمر Discontinuous أو الطور المنتشر Dispersed phase .

5-المحاليل القياسية : Standard solutions

وهي المحاليل التي تكون معلومة الحجم بدقة ومضبوطة التركيز جدا "والتي يعول عليها في التوصل إلى استخراج تراكيز العينات أو النماذج التي يراد معرفة تراكيزها وتستعمل هذه المحاليل في التحليل الكيميائي الحجمي كونها تبقى ثابتة التراكيز لبضعة أشهر بعد تحضيرها. وتعتمد المواد تامة النقاوة والتي لا تنتمي Hygroscopic وغير المتزهره Efflorescent في تحضيرها، كما يراعى أن تكون هذه المواد ذات وزن مكافئ عالي حيث يزداد الوزن اللازم لتحضير المحلول القياسي بزيادة الوزن المكافئ للمادة وعلى ضوء ذلك تقل نسبة الخطأ النسبي في الوزن.

المحاليل المنظمة أو الدائرة : Buffer solutions

وهي المحاليل التي تتكون من حامض ضعيف وملحه أو من قاعدة ضعيفة وملحها ، تستعمل للمحافظة على الدالة الهيدروجينية أو pH الوسط (تركيز ايون الهيدروجين المتأين معبرا عنها بتعبير لوغاريتمي). وتسمى بالمحاليل الواقية كونها تقاوم التغير في الدالة الهيدروجينية عند إضافة الحوامض والقواعد وتستعمل في التجارب الخاصة بالكيمياء الحيوية عندما يكون من الضروري تثبيت الدالة الهيدروجينية كما في حالة تحضير أوساط تنمية الكائنات الحية الدقيقة والحصول على نواتج الأيض الثانوي مثل بروتين الخلية الواحدة Single cell protein الذي يحتاج إلى وسط ذو دالة هيدروجينية ثابتة ، ويجب مراعات الدقة في اختيار المحاليل الواقية حسب نوعية التجارب وهناك أنواع عدة من المحاليل الواقية لكل منها مدى معين من الدالة الهيدروجينية (pH) وسنكتفي هنا بتحضير محلول واحد ليتعلم الطالب على الكيفية التي يتم بها تحضير مثل هذه المحاليل.

كيفية تحضير المحلول الواقي الجامع (مدى الدالة الهيدروجينية من 2.6 – 12.0)

Universal buffer solution with pH 2.6 – 12.0

في دورق حجمي سعة 1 لتر يوضع حجم 750 مللتر ماء مقطر ثم يؤخذ وزن 6.008 غرام من حامض الستريك ($C_6H_8O_7$) تتم إذابتها في ماء الدورق بعدها يؤخذ وزن 3.893 غرام من فوسفات البوتاسيوم الثنائي الهيدروجين (KH_2PO_4) وتتم إذابتها في محتويات الدورق ثم يؤخذ وزن 1.769 غرام من حامض البوريك (H_3BO_3) تضاف إلى محتويات الدورق وتذاب جيدا "ثم يؤخذ وزن 5.266 غرام من حامض داي اثيل باربيتورك diethylbarbituric acid ويضاف إلى محتويات الدورق ويذاب جيدا "ثم يكمل الحجم إلى حد علامة 1 لتر بالماء المقطر.

1- في دورق حجمي آخر يتم تحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز 0.2 عياري (0.2 N) وذلك من إذابة (8) غرامات من NaOH بالماء المقطر ثم يكمل الحجم إلى 1 لتر من المحلول.

$$\text{وزن المادة (غم)} = \frac{\text{حجم المحلول المطلوب تحضيره (مل)} \times \text{العيارية المطلوبة} \times \text{الوزن المكافئ}}{1000} \times \frac{100}{\text{النقاوة}}$$

الوزن المكافئ = الوزن الجزيئي / التكافؤ

2- يتم تثبيت سحاحة على حامل حديدي ثم تملأ بمحلول هيدروكسيد الصوديوم إلى حد العلامة.

3- في بيكر حجم 150 مل يؤخذ حجم 100 مل من المحلول الواقي الذي تم تحضيره ويسح مع حجم مل من هيدروكسيد الصوديوم من السحاحة بعدها يقاس قيمة ال pH للمحلول في البيكر باستعمال جهاز الدالة الهيدروجينية pH meter وتسجل القراءة.

4- تعاد العملية كما في تسلل 3 لكن التسحيح هذه المرة مع حجم 15.5 مل من هيدروكسيد الصوديوم ثم يقاس ال pH وتسجل القراءة.

5- تكرر العملية مع الأحجام 38.9 مل ، 63.7 مل ، 86.0 مل و 99.6 مل من هيدروكسيد الصوديوم.

6- يقوم الطالب بعد تسجيل قراءة الجهاز لقيمة الـ pH مع كل من أحجام محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل في التسحيح ويرسم منحنى يوضح العلاقة بين حجم القاعدة المستعملة بالعيارية المحددة ودرجة الـ pH للمحلول الواقى .

مع ملاحظة ان تجرى التجربة بدرجة حرارة ° 18 م (درجة حرارة المختبر).

تحضير المحاليل القياسية

Preparation of Standard Solutions

يعرف المحلول القياسي أو العياري standard solution بأنه المحلول معلوم التركيز. والطرق المختلفة التي تستعمل للتعبير عن تركيز المحاليل هي كما يلي:-

1- المحاليل المئوية:

يعبر عن تركيز المادة على أساس أنها تؤخذ وزناً أو حجماً ثم تذاب في المحلول ويستكمل إلى العلامة "100" وزناً أو حجماً:-

أ- و / و (w/w) مثال: 3 جم / 100 جم محلول (3%)

ب- و / ح (v/w) مثال: 3 جم / 100 مل محلول (3%)

ج- ح / ح (v / v) مثال: 3 مل / 100 مل محلول (3%)

ويتبع المحاليل المئوية: جزء من المليون (ppm) أو ملجم/ كيلوجرام وجزء من البليون (ppb) أو ميكروجرام/ كيلوجرام.

ويتبعها أيضاً التركيز (التخفيف) (3+1): حجم واحد من الحامض + 3 أحجام مساوية من الماء.

2- المحلول المولي Molal solution

عبارة عن الوزن الجزيئي للمادة بالجرامات مذاباً في 1000 جم مذيب . أي أنه و / و.

3- المحلول المولارى Molar solution :-

عبارة عن الوزن الجزيئي للمادة بالجرامات مذاباً في 1000 مل محلول أي أنه و / ح.

4- المحلول العياري Normal solution :-

عبارة عن الوزن المكافئ للمادة بالجرامات مذاباً في 1000 مل محلول أي أنه محلول و / ح.

والنظام الشائع الاستخدام في تحليل الأغذية هو نظام العيارية ولكن المحلول العياري (اع) قليل الاستخدام بسبب قوة تركيزه ويفضل عليه استخدام محاليل قياسية أقل قوة مثل (0.1ع) أو (0.05ع) أو (0.01ع).

أولاً- المحاليل الحامضية والقاعدية : Acid and Basic Solutions

بينما تستخدم مجموعة مختلفة من المحاليل القياسية بواسطة المحللين الكيميائيين، يجد العاملون في مجال تحليل الأغذية Food analysts أن أكثر المحاليل استخداماً عندهم هي المحاليل الحامضية والقاعدية لأنها تعطي المعيار الحقيقي لقياس حموضة أو قلوية منتجات المواد الغذائية السائلة وما يشابهها.

إن أفضل الطرق لتحضير محلول قياسي هي إذابة وزن معلوم من مادة أولية نقية وتخفيف المحلول لحجم معلوم وبهذه الطريقة يمكن حساب التركيز بدقة متناهية. ومع هذا فهناك مواد يصعب وزنها بدقة، مثل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم، نظراً لسرعة امتصاصها لرطوبة الجو زيادة على أن معظم الأحماض المعروفة توجد في شكل سائل وفي مثل هذه الحالات فإن الطريقة العملية لضبط عيارية مثل هذه المواد هي الطريقة الغير مباشرة، حيث يحضر محلول منها بعيارية تقريبية وتضبط عياريته بواسطة محلول قياسي أولي Primary standard معلوم النقاوة. والشروط التي يجب توفرها في المحلول القياسي الأولي هي:-

- 1- سهولة الحصول عليه وسهولة تنقيته دون حدوث تغير في تركيبته.
- 2- سهولة اختبار وجود الشوائب به.
- 3- لا يتغير وزنه عند تعرضه للجو أثناء وزنه أو تخزينه.
- 4- أن يكون له وزن مكافئ عالي لتقليل الخطأ في الوزن.
- 5- أن يتفاعل مع المحلول القياسي بالكامل في تفاعل مباشر ومحدد.

الكيمائيات والمحاليل: Reagents

- 1- كلوريد الكالسيوم المجفف أو السليكا (للمجففات).
- 2- فثالات البوتاسيوم الحامضية القياسية الأولية.
- 3- كربونات الصوديوم القياسية الأولية.
- 4- حمض الهيدروكلوريك المركز.
- 5- محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز (يضاف جزء من الماء المقطر إلى جزء مساوي من هيدروكسيد الصوديوم NaOH ويرج حتى تمام الذوبان. يقفل الدورق بقفل مطاطي ويترك جانباً حتى تترسب كربونات الصوديوم في قاع الدورق).
- 6- دليل الفينولفثالين (1 جم فينولفثالين مذاباً في 100 مل كحول ميثيلي).
- 7- دليل الميثيل البرتقالي (0.1 جم مذاباً في 100 مل ماء مقطر).
- 8- ثيوكبريتات الصوديوم المائية ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- 9- أيودات البوتاسيوم (KIO_3).
- 10- يوديد البوتاسيوم (KI).
- 11- نترات الفضة (AgNO_3).
- 12- كلوريد البوتاسيوم (KCl).
- 13- كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4).

1- تفاعلات الحموضة / القلوية:

الطريقة Procedure :-

أ- تحضير محلول قاعدي قياسي 0.1N NaOH

- 1- توضع كمية قليلة (3-4جم) من المادة القياسية الأولية، فثلات البوتاسيوم الحامضية "potassium acid phthalate"، في زجاجة وزن نظيفة ومجففة. تترك الزجاجة التي تحتوى المادة القياسية غير محكمة القفل في فرن تجفيف (100°م) لمدة 24 ساعة. يحكم بعدها قفل الزجاجة وتنقل إلى مجفف Dessicator لتبرد في درجة حرارة الغرفة.
- 2- يحضر حوالي 1.5 لتر من الماء المقطر الخالي من ثاني أكسيد الكربون CO₂ وذلك بغلي الماء المقطر لمدة 20 دقيقة.
- 3- يبرد الماء المقطر الخالي من ثاني أكسيد الكربون بسرعة إلى درجة حرارة الغرفة وانقل 1000 مل إلى زجاجة بلاستيك ذات غطاء بقلوز ويحتفظ ببقية الماء لعينات المعايرة.
- 4- يعمل محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم بإضافة كمية متساوية من الهيدروكسيدات والماء.
- 5- تضاف كمية من محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز لتعطي محلول عياريته 0.1ع تقريباً كما هو موضح في الجدول التالي (يلاحظ عدم رج أو نقل طبقة كربونات الصوديوم المترسبة):-

جدول: تخفيفات هيدروكسيد الصوديوم المركز

الكمية NaOH (مل) المركز التي تخفف إلى لتر واحد	العيارية التقريبية "N"
1.1 مل	0.02
5.4 مل	0.10
27 مل	0.50
54 مل	1.00

6- توزن بدقة كمية من فثلات البوتاسيوم الحامضية المجففة تكفى للتفاعل مع حوالي 40مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي (0.1ع) (حوالي 500ملجم). تنقل المادة القياسية الأولية بعد وزنها مباشرة إلى ورق مخروطي (250مل) نظيف ومجفف. توزن على الأقل 4 وزنات من المادة القياسية الأولية وتوضع كل وزنة في ورق مخروطي منفصل. تعاد الكمية المتبقية من المادة القياسية الأولية إلى المجفف.

7- تنقل 50 مل من الماء المقطر الخالي من الكربونات (انظر 3 أعلاه) إلى كل من الدوارق أعلاه التي تحوي المادة القياسية الأولية مباشرة قبل بدء المعايرة. يقلل الدورق ويرج بهدوء حتى ذوبان المادة القياسية.

8- تملأ سحاحة (سعة 50مل) بمحلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي (0.1ع). تضاف 3 نقط من دليل الفينولفثالين إلى الدورق الذي يحوي المادة القياسية الأولية وتعاير مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي (0.1ع) إلى نقطة النهاية End point والتميز بظهور اللون الوردي (Pink) الناتج والمستمر لمدة 15 ثانية بعد الرج (سوف يختفي اللون بعد أن يمتص المحلول ثاني أكسيد الكربون (CO₂) من الهواء).

9- يسجل حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المطلوب لمعايرة محلول فثلات البوتاسيوم الحامضية (إلى ثاني رقم عشري). تكرر عملية التسحيح ثلاث مرات أخرى ويؤخذ المعدل.

ب- تحضير محلول حامض قياسي- 0.1N HCl:

a. يحضر محلول الحامض القياسي بنفس طريقة تحضير المحلول القاعدي القياسي إلا أن المادة القياسية الأولية هنا هي كربونات الصوديوم والتي يجب تجفيفها على درجة حرارة 150-160°م لمدة ساعتين قبل بدء المعايرة.

b. يضاف الحامض المركز إلى الكمية المطلوبة من الماء المقطر وليس ضرورياً هنا أن تغلى الماء المقطر للحامض. والجدول التالي يعطي كميات تقريبية من حمض HCl (35-37%) والتي تضاف إلى ماء مقطر وتكمل إلى اللتر.

جدول تخفيفات حمض الـ HCl المركز

العيارية التقريبية "N"	كمية HCl (مل) المركز التي تخفف إلى لتر واحد
0.02 ع	1.8 مل
0.10 ع	8.9 مل
0.50 ع	44.5 مل
1.00 ع	89.0 مل

c - طريقة المعايرة مشابهة للطريقة المستخدمة في ضبط عيارية هيدروكسيد الصوديوم القياسي. توزن كمية من كربونات الصوديوم المجففة (حوالي 200 ملجم) تكفي لمعايرة حوالي 40 مل من الحامض القياسي في ورق سعة 250 مل. تذاب الكربونات في 40 مل ماء مقطر وتضاف 3 نقط من دليل المثليل البرتقالي Methyl orange وتجرى المعايرة حتى ظهور لون يختلف عن لون محلول مرجع Reference solution (مكون من 80 مل ماء مقطر خالي من الـ CO₂ مضافاً إليه 3-4 نقط من دليل المثليل البرتقالي).

d-تكرر عملية التسحيح ثلاث مرات أخرى ويؤخذ المعدل.

e- يجب أن تحفظ المحاليل المحضرة في زجاجات محكمة القفل وعليها بطاقات بالاسم والتاريخ والعيارية لأنها سوف تستخدم في تجارب لاحقة.

ثانياً- محاليل الأكسدة والاختزال Redox Solutions

تحضير محلول قياسي من مادة ثيوكبريتات الصوديوم (0.1 ع Na₂S₂O₃·5H₂O) وضبط عياريته بمادة قياسية أولية وهي أيودات البوتاسيوم KIO₃:

- 1- يوزن حوالي 12.5 جم من الثيوكبريتات وتنقل إلى ورق معياري (سعة 500 مل) وتذاب في ماء مقطر ويكمل الحجم حتى العلامة ويضاف حوالي 0.3 جم من كربونات الصوديوم لحفظ المحلول من الفساد وترسيب بعض المعادن مثل النحاس وتحلل الثيوكبريتات من امتصاص CO_2 من الجو.
- 2- توزن كمية مناسبة من اليودات تكفي لمعادلة 30 مل من الثيوكبريتات (حوالي 100-120 ملجم) وتنقل إلى ورق مخروطي وتذاب في حوالي 30 مل ماء فقط.
- 3- يضاف لمحتوى الورق المخروطي 2-3 جم من يوديد البوتاسيوم KI مع 10 مل حامض HCl (ع2).
- 4- ينقط بمحلول الثيوكبريتات من السحاحة.
- 5- عند قرب نقطة النهاية end point يكون لون المحلول أصفر، يضاف 1 مل من دليل النشا وتكمل عملية التنقيط حتى يختفي اللون الأزرق.
- 6- تعاد عملية التنقيط 3 مرات ويؤخذ المعدل.

ثالثا- تفاعلات الترسيب Precipitation Reactions:

تحضير محلول قياسي من نترات الفضة AgNO_3 وضبط عياريته بمحلول كلوريد البوتاسيوم القياسي الأولي KCl:

- 1- توزن 8.5 جم من نترات الفضة وتنقل إلى ورق معياري نظيف ومجفف (سعة 500 مل) وتذاب في ماء مقطر ويكمل الحجم حتى العلامة وبعد تمام الإذابة بالرج ينقل المحلول إلى زجاجة ملونة لتجنب تأثير الضوء على المحلول.
- 2- توزن كمية مناسبة من المادة القياسية الأولية وهي كلوريد البوتاسيوم تكفي لمعايرة 30 مل من محلول نترات الفضة (200 ملجم توزن بالضبط وتنقل إلى ورق مخروطي سعة 250 مل).
- 3- تذاب الوزنة من كلوريد البوتاسيوم في حوالي 30 مل ماء مقطر ثم تضاف 2-3 نقط من دليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 (محلول مشبع).
- 4- ينقط بمحلول نترات الفضة من السحاحة حتى ظهور لون أحمر برتقالي ناتج من راسب كرومات الفضة ولا بد من رج المحلول أثناء عملية التنقيط حتى يتكون لون ثابت عند نقطة النهاية.

تقدير الحموضة الكلية وتركيز أيون الهيدروجين

Total Acidity and Hydrogen Ion Concentration Measurement

إن الحموضة الكلية للمواد الغذائية، والتي يتم تقديرها بواسطة التسحيح، فهي الأساس في معرفة مدى مطابقة منتجات بعض الأغذية مثل الخل وعصائر الفاكهة ومنتجات الألبان للتشريعات الغذائية كما أن اختبار الحموضة يستخدم أيضاً في متابعة تطور الحموضة أثناء عمليات التخمير وفي السيطرة على سرعة تكون الجلتن بين السكر والحامض والبكتين في عمليات إنتاج جلي الفواكه وفي السرعة التي يترسب بها الكازاين من منتجات الحليب.

تقدر حموضة المواد الغذائية بواسطة تركيز، أو بمعنى أدق نشاط، أيونات الهيدروجين المفككة، ويعبر عن تركيز أيون الهيدروجين عادة بمصطلح "الرقم الهيدروجين (pH)":

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = \log \left[\frac{1}{\text{H}} \right]$$

حيث (H^+) = تركيز أيون الهيدروجين بالمولات لكل لتر.

يمكن قياس الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول بواسطة دليل لوني "Colored indicator" حيث يختلف لون جزيء الدليل في حالة التفكك "dissociation" عنه في حالة الارتباط "undissociation" وبما أن لتركيز أيون الهيدروجين أثر مباشر على درجة التفكك لبعض الأدلة فيمكن معرفة "الرقم الهيدروجيني" للمحلول من تغير لون الدليل.

يفضل قياس الرقم الهيدروجيني في المعمل بواسطة جهاز قياس الرقم الهيدروجيني (pH-Meter) والذي يتكون من جهاز قياس الجهد (Potentiometer) وقطب مرجع "كالومل" وقطب القياس "القطب الزجاجي". ويساوي الرقم الهيدروجيني فرق الجهد الكهربائي بين القطب المرجع والقطب الزجاجي حينما يكون القطبان مغمورين في المحلول المطلوب قياس الرقم الهيدروجيني له.

ويمكن تقدير الحموضة الكلية القابلة للتعاادل كنسبة مئوية حيث يهرس 5 غم من النسيج مع 50 مل من الماء المقطر وتخلط باستعمال خلاط كهربائي لمدة 5 دقائق ثم ترشح ويؤخذ 10 مل من الراشح ويسح مقابل محلول NaOH (0.1 عياري) بوجود دليل الفينونفثالين حتى الوصول لنقطة التعادل.

ثم تحسب النتائج حسب المعادلة التالية:

$$\% \text{ للحموضة الكلية القابلة للتعاقل} = \frac{\text{عيارية القاعدة} \times \text{كميتها} \times 0.064}{\text{وزن العينة}} \times 100$$

ملاحظة:

يجب على الطالب الذي سوف يستخدم جهاز قياس الرقم الهيدروجيني مراعاة المحاذير التالية:

- 1- يجب أن تكون نهاية القطب مغمورة تماماً في المحلول المراد قياس الـ pH خاصته.
- 2- عقب عملية القياس يجب غسل القطبين بالماء المقطر وتجفيفهما بورق ناعم قبل عملية القياس التالية.
- 3- يجب تحويل مفتاح التحكم إلى وضع الـ Stand by قبل رفع القطبين من المحلول.
- 4- عند وضع القطبين في المحلول يجب الحرص على عدم لمس أو خبط جسم القطب لجدار الكأس أو قاعه.
- 5- يجب ترك القطبين مغمورين في محلول الحفظ أو ماء مقطر بعد انتهاء عملية القياس.

معايرة جهاز كورننج لقياس الرقم الهيدروجيني

- 1- بعد وصل الجهاز بالتيار الكهربائي دعه يدفأ لمدة خمس دقائق مع مراعاة أن يكون مفتاح التحكم في وضع الـ Stand by.
- 2- اضبط مفتاح درجة الحرارة على درجة حرارة الغرفة (أو درجة الحرارة المطلوبة).
- 3- ضع محلول منظم (Buffer solution) [pH 7.0] في كأس سعة 50 مل. أغسل القطبين بماء مقطر وجففهما بورق ناعم قبل إدخالهما بحرص في المحلول المنظم. حول مفتاح التحكم إلى وضع الـ pH ودع القطبين في المحلول لمدة دقائق قبل أخذ القراءة.

- 4- بعد ثبات المؤشر، اضبط بواسطة مفتاح المعايرة، إذا كان ذلك ضرورياً، حتى يقرأ الجهاز “ pH 7.0”. أرجع مفتاح التحكم إلى وضع الـ Stand by. أرفع القطبين وأغسلهما بماء مقطر وجففهما.
- 5- ضع القطبين في المحلول المنظم الثاني “pH 4.0” وحول مفتاح التحكم إلى وضع الـ pH. إذا لم يثبت المؤشر على pH 4.0 اضبط بواسطة مفتاح التحكم في الحرارة حتى ثبات المؤشر على pH 4.0. أعد قراءة المحلول المنظم pH 7.0 للتأكد بأن الجهاز يعطي القراءة الصحيحة.

العلاقة بين الوزن الجزيئي والوزن المكافئ

ينقسم التحليل الكمي بالحجم إلى ثلاثة أنواع من التفاعلات والتي يتحدد على ضوءها العلاقة بين الوزن الجزيئي والوزن المكافئ وهذه التفاعلات هي:

أ- تفاعلات الحموضة والقلوية:

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي (جم.جزيئي)}}{\text{الوزن المكافئ للحمض}} = \frac{\text{عدد أيونات الهيدروجين المتفاعلة}}{1}$$

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{الوزن المكافئ للقاعدة}} = \frac{\text{عدد أيونات الهيدروكسيل المتفاعلة}}{1}$$

أمثلة: أوجد الوزن المكافئ للأحماض والقواعد التالية:



$$\frac{36.5}{1} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{1} = \frac{\text{الوزن المكافئ لحمض HCl}}{1}$$

الوزن الجزيئي 98

$$49 = \frac{\quad}{2} = \frac{\quad}{2} = \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ حمض}$$

الوزن الجزيئي 40

$$40 = \frac{\quad}{1} = \frac{\quad}{1} = \text{NaOH} \text{ للقاعدة}$$

الوزن الجزيئي 74

$$37 = \frac{\quad}{2} = \frac{\quad}{2} = \text{Ca (OH)}_2 \text{ للقاعدة}$$

حساب الوزن المكافئ للأملاح البسيطة:

الوزن الجزيئي

$$\frac{\quad}{\quad} = \text{الوزن المكافئ للملح}$$

مجموع رقم التأكسد للشق المراد تقديره في الملح

مثال: أحسب الوزن المكافئ لملح فوسفات أحادي الصوديوم NaH_2PO_4 في حالة تقدير الصوديوم، الحموضة أو الفوسفات.

1- في حالة تقدير الصوديوم:

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي للملح}}{1} = \text{الوزن المكافئ}$$

2- في حالة تقدير الهيدروجين:

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي للملح}}{2} = \text{الوزن المكافئ}$$

3- في حالة تقدير الفوسفات:

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي للملح}}{3} = \text{الوزن المكافئ}$$

ب- تفاعلات الأكسدة والاختزال:

في هذه التفاعلات لابد أن يصاحب عملية الأكسدة عملية اختزال ويتغير فيها رقم تأكسد العنصر Oxidation Number في المادة المؤكسدة أو المختزلة ويحسب كالتالي:

الوزن الجزيئي

الوزن المكافئ لمادة مؤكسدة أو مختزلة =

مجموع التغير في رقم التأكسد (التكافؤ) قبل وبعد التفاعل $\times$ عدد الذرات المؤكسدة أو

المختزلة

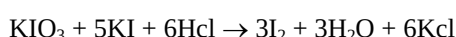
مثال:

أحسب الوزن المكافئ لمادة أيودات البوتاسيوم KIO_3 كمادة مؤكسدة عند تفاعلها مع مادة مختزلة مثل ثيوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$.

أ- حساب الوزن المكافئ لأيودات KIO_3 :

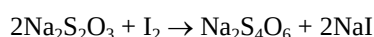
1- تتفاعل أيودات البوتاسيوم مع يوديد البوتاسيوم KI في الوسط الحمضي وينطلق

جزيئ اليود:



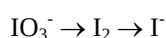
2- يتفاعل جزيئ اليود المطلق مع ثيوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ ويتحول إلى يوديد

الصوديوم وتتأكسد الثيوكبريتات إلى تتراثيوكبريتات الصوديوم $Na_2S_4O_6$



أي أن التفاعل الذي يحدث يمكن تلخيصه في تحول اليودات إلى يوديد وتغير رقم تأكسد اليود

من +5 إلى -1



$$I + 3O = 1$$

$$I + (-6) = -1$$

$$\therefore I = +5 \rightarrow O \rightarrow -1$$

أي أن مجموع التغير في رقم تأكسد اليود = $5 - (-1) = 6$

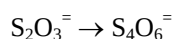
الوزن الجزيئي 214.6

$$\therefore \text{الوزن المكافئ لأيودات البوتاسيوم } KIO_3 = \frac{214.6}{6} = 35.67$$

ب- وب نفس الطريقة يمكن حساب الوزن المكافئ للمادة المختزلة وهي $Na_2S_2O_3$ حيث يتأكسد

أيون الثيركبريتات إلى تتراثيوكبريتات ويتغير رقم التأكسد لذرة الكبريت من +2 إلى +2.5

للذرة الواحدة. ويتلخص التفاعل كالآتي:



$$2S + 3O = -2$$

$$2S + (-6) = -2$$

$$2S = +4$$

$$S = +2$$

$$4S + 6O = -2$$

$$4S + (-12) = -2$$

$$4S = +10$$

$$S = +2.5$$

∴

التغير في رقم التأكسد = $2.5 - 2 = 0.5$ للذرة الواحدة

وبما أنه توجد ذرتان من الكبريت في الأيون ∴ رقم التأكسد = $2 \times 0.5 = 1$

الوزن الجزيئي 248.5

$$248.5 = \frac{\quad}{1} = \frac{\quad}{1} = \text{الوزن المكافئ لثيوكبريتات الصوديوم}$$

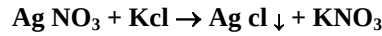
أو بمعنى آخر فإن الوزن المكافئ لـ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ يساوي الوزن الجزيئي لها.

وهناك بعض القواعد العامة لمعرفة رقم تأكسد المواد الكيميائية مثل:

- 1- رقم تأكسد العنصر في الحالة النقية = صفر
- 2- رقم تأكسد الأيون = شحنته
- 3- رقم تأكسد جزيئي المركب المتعادل = صفر
- 4- رقم تأكسد الهالوجينات = -1
- 5- رقم تأكسد الصوديوم والبوتاسيوم = $+1$
- 6- في جميع الكبريتوزات رقم تأكسد الكبريت = -2
- 7- رقم تأكسد الهيدروجين = $+1$ (عدا في الهيدرات = -1)
- 8- رقم تأكسد الأكسجين = -2 (عدا في حالة فوق الأكاسيد = -1)

ج- تفاعلات الترسيب:

في مثل هذه التفاعلات لا يحدث تغير في رقم تأكسد العنصر وإنما يحدث اتحاد
للأيونات المتفاعلة مثل تفاعل نترات الفضة $AgNO_3$ مع كلوريد البوتاسيوم KCl حيث يتحد
أيون الفضة Ag^+ مع أيون الكلوريد Cl^- ويتكون راسب شحيح الذوبان في الماء من كلوريد
الفضة $AgCl$



$$\begin{array}{ccc} 169.89 & \text{الوزن الجزيئي} & \\ 169.89 = \frac{\quad}{1} = \frac{\quad}{\text{عدد الأيونات المتفاعلة}} = \text{أي أن الوزن المكافئ لنترات الفضة} \end{array}$$

لقد قسمت المواد من حيث علاقتها بالماء إلى بلورات $Crystalloids$ وغرويات $Colloids$.
فالبلورات هي المواد التي تعطي عند إذابتها في الماء محاليل حقيقية ، وسميت بلوريات لأنها تتبلور عند
تجفيف محاليلها .ومن خواص جزيئاتها أنها تنفذ خلال الأغشية الصناعية.

أما الغرويات فهي المواد التي تعطي عند إذابتها بالماء محاليل غروية وهي مواد لا تتبلور وتشبه الغراء
كما إن حبيباتها لا تنفذ من خلال الأغشية الصناعية .وللتعبير عن مقدار وجود أيونات وجزيئات أو
حبيبات مادة المذاب في المذيب يستعمل التركيز . $Concentration$ ويعرف تركيز المحلول بأنه نسبة
كمية مادة ما في وحدة الحجم أو وحدة الوزن لمادة أخرى . أن الوحدات المستعملة في التعبير عن الوزن
والتركيز لتقدير كتلة مادة ما في المختبر هي وحدات مترية $Metric\ units$ وهي كيلوغرام Kg ، غرام
 g و ملغرام mg ، مايكروغرام μg والتي يعبر عنها أيضا كما λ ، نانوغرام ng وبيكوغرام Pg ويعبر
عن العلاقة بين هذه الوحدات كما يأتي:

$$1\ g = 10^3\ mg = 10^6\ \mu g \quad \text{or} \quad 10^6\ \lambda = 10^9\ ng = 10^{12}\ Pg = 10^3\ Kg$$

ومن المناسب التعبير عن علاقات الوزن بين أصناف المواد الكيميائية المختلفة بأعداد صحيحة صغيرة
نسبياً ومن هذه الوحدات:

أ-وزن صيغي غرامي (Gram Formula weight صيغة) Formula

ب -وزن جزيئي غرامي Gram Molecular weight

ج -وزن مكافئ غرامي Gram Equivalent weight

أن الصيغة الكيميائية أو (الاختبارية Empirical Formula) تعبر عن أبسط ارتباط بين الذرات المكونة للمادة وتمثل الصيغة الوصفية للمادة صيغتها الكيميائية إذا لم يكن هناك برهان عملي على وجود مضاعفات في الصيغة الوضعية. ومن الضروري إن يدرك الطالب أن الصيغة الكيميائية للمادة هي مجرد تصور ذهني من حيث المبدأ للمادة فمثلا "الماء في حالته السائلة يحوي كميات قليلة جدا "من الصيغ الكيميائية H_3O^+ ، OH^- و H_2O_2 إضافة إلى صيغته الأساسية H_2O حيث أن هذه الصيغة هي السائدة والمعمل عليها في الحسابات الكيميائية ، لذلك فالصيغة الكيميائية ماهي إلا تعبير تقريبي للتركيب الواقعي للمادة الحقيقية وهنا لابد من توضيح ما هو المقصود بالتعابير التي اشرنا إليها:

أ -الوزن الصيغي الغرامي Gram Formula weight

هو مجموع الاوزان الذرية بالغرامات للعدد الكلي للذرات الممثلة بالصيغة الكيميائية المعروفة للمادة

$$\text{No. Formula weight (Fw) = g of substance / g Fw}$$

ب -الوزن الجزيئي الغرامي Gram Molecular weight

يستعمل بديلا "عن الوزن الصيغي الغرامي عندما يراد التعبير تعبيراً حقيقياً عن الأصناف الكيميائية المتداولة ، فمثلا "إذا أردنا التعامل مع كلوريد الصوديوم NaCl فلن يعبر عنه بالوزن الجزيئي الغرامي كـ NaCl لعدم وجود هذه الصيغة في الوسط المائي ((يعني عدم وجود ملح الطعام بشكل جزيئات كلوريد الصوديوم في المحلول المائي)) لكنه يوجد بشكل ايونات لذلك يعبر عنه بالاوزان الجزيئية الغرامية للـ Na^+ (23) غرام و Cl^- (35.45) غرام وهذا تعبير حقيقي عن كلوريد الصوديوم (NaCl) في محلوله المائي.

$$\text{No. of moles = g of species / gmw}$$

ج -الوزن المكافئ الغرامي Gram Molecular weight

لقد وجد انه من الأفضل استعمال الاوزان المكافئة الغرامية إذ إنها تعبر عن عدد المكافئات الغرامية من المذاب في لتر من المحلول.

$$\text{No. of equivalent (eq.)} = \text{g of substance} / \text{eq. wt.}$$

طرق التعبير عن تراكيز المحاليل

تتبع طرق عدة يمكن من خلالها التعبير عن نسبة كمية مادة ما في وحدة حجم أو وحدة وزن مادة أخرى ومن الطرق نذكر ما يأتي:

1-التعبير بالغرامات لكل وحدة حجم Grams per volume unit

يمكن التعبير بهذه الطريقة عن التركيز بالغرامات (أو الملغرامات) من المذاب في لتر (أو مللتر) من المحلول .فمثلا "يكون التعبير عن تركيز محلول كاربونات الصوديوم ب 10 غرامات في اللتر 10 g /L .حيث يتم إذابة 10 غرامات من ملح كاربونات الصوديوم في كمية من الماء المقطر وبعد تمام الذوبان يكمل الحجم في دورق حجمي إلى 1 لتر بالماء المقطر.

2-التعبير بالنسبة المئوية Percentage وتتضمن الصيغ الآتية:

أ -نسبة مئوية وزن / وزن weight / weight percent

وهي المحاليل التي يتم تحضيرها باستعمال وحدات الوزن لمادة المذيب ومادة المذاب، فمثلا" يؤخذ وزن (10) غرامات و (90) غرام من مادة المذيب وهنا يجب أن يكون الوزن النهائي للمحلول (المذاب والمذيب 100) غرام .وتستخرج النسبة المئوية وفق المعادلة:

$$\text{Weight percent} = \frac{\text{Weight of solute (g)}}{\text{Volume of solution (ml)}} \times 100$$

ب -نسبة مئوية وزن / حجم Weight / Volume percent

في هذه الحالة يتم تحضير المحاليل بتركيز يعبر عنها من خلال إذابة وزن معين من مادة المذاب مثلا (1) غرام ويكمل الحجم إلى (100) مليلتر من المحلول بمادة المذيب .

وتحسب النسبة المئوية وفق المعادلة الآتية:

$$\text{Weight / Volume percent} = \frac{\text{Weight of solute (g)}}{\text{Volume of solute (ml)}} \times 100$$

ج -نسبة مئوية حجم / حجم Volume / Volume percent

يستعمل في بعض الأحيان حجم المذاب بدلا من وزنه كما في إذابة (5) مليلتر من الكحول في 100 مليلتر من المحلول المائي ، وتحسب النسبة المئوية وفق المعادلة الآتية:

$$\text{Volume percent} = \frac{\text{Volume of solute (ml)}}{\text{Volume of solute (ml)}} \times 100$$

3-التعبير بالتركيز الصيغي (F) Formula concentration

في هذا النوع يتم التعبير عن عدد الاوزان الصيغية من المذاب في لتر من المحلول وتتم الحسابات وفق الاتي:

$$\text{Formality (F)} = \frac{\text{Weight of solute per liter}}{\text{Gram Formula weight}}$$

$$= \frac{\text{No. of milliformula wts}}{\text{ml of solution}} = \frac{(\text{grams of solute} / \text{g fw}) \times 100}{\text{ml of solution}}$$

$$= \frac{\text{Grams of solute} \times 1000}{\text{ml of solution} \times \text{g fw}}$$

$$\frac{\text{وزن المذاب في لتر من المحلول}}{\text{التركيز الصيغي}} = \frac{\text{الوزن الصيغي الغرامي للمذاب}}{\text{التركيز الصيغي}}$$

4- التعبير بالتركيز المولاري (الجزيئي) (Molar concentration (M)

المولارية Molarity ويعرف التركيز المولاري بأنه عدد الاوزان الجزيئية الغرامية من المذاب

في لتر من المحلول وكما في المعادلة الآتية:

$$M = \frac{\text{No. of moles}}{\text{Liter of solution}} = \frac{\text{grams of solute / gm w}}{\text{Liter of solution}}$$

$$M = \frac{\text{No. of millimoles}}{\text{mils of solution}} = \frac{(\text{grams of solute / gm w}) \times 1000}{\text{ml of solution}}$$

$$M = \frac{\text{Grams of solute} \times 1000}{\text{ml of solution} \times \text{gmw}}$$

$$\text{التركيز المولاري} = \frac{\text{وزن المذاب في لتر من المحلول}}{\text{الوزن الجزيئي للغرامي للمذاب}}$$

وهنا من الضروري التمييز بين التركيز الصيغي والتركيز المولاري خاصة بالنسبة للاليكتروليئات الضعيفة فقد يكونان متماثلين في بعض الحالات ويختلفان اختلافا واضحا في حالات أخرى ، فمحلول حامض الاوكزاليك الذي يحوي وزنا صيغيا غراميا واحدا (90.04 غراما من $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) في لتر من المحلول يكون تركيزه الصيغي واحد (1F) بالنسبة لمادة حامض الاوكزاليك لكن الحامض يتأين بنسبة 22% تقريبا لذا فأن تركيز الحامض غير المتأين يساوي حوالي 0.78 مولاريا.

أما في حالة محلول ملح الطعام الذي يحوي وزنا غراميا قدره واحد من (58.44 NaCl غرام) في لتر من المحلول فتركيزه الصيغي واحد (1F) بالنسبة لـ NaCl والتركيز المولاري لهذا الملح أيضا يساوي واحد مولاري (1M) بالنسبة لـ Na^+ ومولاريا واحدا (1M) بالنسبة لـ Cl^- . أما التركيز المولاري بالنسبة لـ NaCl فيساوي صفر لان هذه المادة اليكتروليت قوي و يتأين بصورة تامة في الحالة الصلبة أو عند ذوبانه في المحلول المائي. لذلك قبل تعيين التركيز المولاري لمحلول مادة ما من الضروري إن تعطى مواصفات كمية تتعلق بتركيب المادة في المحلول.

5-التعبير بالتركيز العياري (Normal concentration (N) عياريه Normality)

يكون التعبير في هذه الحالة عن عدد الاوزان المكافئة الغرامية من المذاب في لتر من المحلول (عدد مكافئات المذاب في لتر من المحلول) ويتم حساب العياريية وفق الآتي:

$$N = \frac{\text{No. of equivalents}}{\text{Liter of solution}} = \frac{\text{grams of solute / Eq. wt.}}{\text{liter of solution}}$$

$$N = \frac{\text{No. of milliequivalents}}{\text{mls of solution}} = \frac{(\text{grams of solute / Eq.wt.}) \times 1000}{\text{ml of solution}}$$

$$N = \frac{\text{Grams of solute} \times 1000}{\text{ml of solution} \times \text{Eq. wt.}}$$

وزن المذاب في لتر من المحلول

التركيز العياري (N) =

الوزن المكافئ الغرامي للمذاب

أن إيجاد التركيز العياري يتطلب معرفة الوزن المكافئ للمادة المذابة .ولابد من معرفة أن الاليكتروليينات تكون أما حامض Acid أو قاعدة Base أو ملح Salt وأما إن تكون قوية (تامة التأين تقريبا) مثل حامض HCl وقاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وملح نترات الصوديوم NaNO_3 ، أو تكون ضعيفة (جزئية أو قليلة التأين)مثل حامض الخليك CH_3COOH ومحلول الامونيا $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ وكلوريد الزئبق HgCl_2 فالمحلول العياري يحتوي على الوزن المكافئ بالغرام Gram equivalent weight في لتر واحد من المحلول ،وان الوزن المكافئ الغرامي لأي عنصر يمثل عدد الغرامات من ذلك العنصر

التي يجب إن تتحد مع أو تحل محل غرام واحد من الهيدروجين . فالوزن المكافئ الغرامي للحامض أو القاعدة هو الكمية التي تعادل الوزن الذري لايون الهيدروجين بمعنى أن واحد مولاري (1M) من حامض HCl يساوي واحد عياري (1N) لهذا الحامض بينما في حامض الكبريتيك H₂SO₄ فان واحد مولاري (1M) من الحامض تعادل 2 عياري (2N) من هذا الحامض لان حامض الكبريتيك له القابلية على تحرير 2H كذلك فان واحد مولاري (1M) من هيدروكسيد الصوديوم NaOH يعادل واحد عياري (1N) من هذه القاعدة لأنها تحرر وزن جزيئي واحد من ايون الهيدروكسيل OH- في المحلول والذي يتعادل مع وزن ذري واحد من الهيدروجين ، بينما واحد مولاري (1M) من هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)₂ فانه يعادل 2 عياري (2N) منها لأنها تحرر وزن جزيئين من الهيدروكسيل تتعادل مع وزن ذريين من الهيدروجين ولحساب الكميات التي يجب وزنها عند تحضير المحاليل العيارية يتبع القانون العام والذي يفترض أن نقاوة المادة % 100 .

حجم المحلول المطلوب تحضيره (مل) X العيارية المطلوبة للمحلول X الوزن المكافئ للمادة
 وزن المادة (غم) = $\frac{\text{حجم المحلول المطلوب تحضيره (مل) X العيارية المطلوبة للمحلول X الوزن المكافئ للمادة}}{1000}$

1000

أما في الحالة التي تكون فيها درجة النقاوة للمادة اقل من 100% مثلاً 85% فيكون القانون

حجم المحلول المطلوب تحضيره (مل) X العيارية المطلوبة للمحلول X الوزن المكافئ 100
 وزن المادة (غم) = $\frac{\text{حجم المحلول المطلوب تحضيره (مل) X العيارية المطلوبة للمحلول X الوزن المكافئ 100}}{X}$

85

1000

أما بالنسبة للأحماض فيدخل الوزن النوعي فمثلا " حامض الكبريتيك درجة النقاوة 96% ووزنه النوعي 1.84 .

$$\text{حجم المحلول المطلوب تحضيره (مل)} \times \text{العيارية المطلوبة} \times \text{الوزن المكافئ} \times 100 = \text{أن حجم الحامض المركز (مل)} \times \text{درجة النقاوة} \times \text{الوزن النوعي}$$

اللازم لتحضير المحلول

$$\text{الوزن الجزيئي} \times \text{الوزن المكافئ} = \text{العيارية} = \text{المولارية} \times \text{التكافؤ}$$

6-التعبير بأجزاء المذاب في مليون جزء من المحلول (ppm) Part per million

يستعمل هذا النوع من التعبير عن التركيز في المحاليل المخففة جدا Very Dilute Solutions أو في حالات التحليل التي تكون فيها كمية المادة المذابة المراد استخراجها قليلة جدا ويسمى التحليل بالحساس أو الدقيق Trace Analysis ويمكن تقدير اجزاء المذاب في مليون جزء من المحلول كما يأتي:

$$\text{ppm} = \frac{\text{Weight of solute}}{\text{Liter of solution}} \times 10^6$$

فإذا كان الماء مذيبا وكمية المادة المذابة قليلة جدا إلى الحالة التي يمكن اعتبار كثافة المحلول مساوية لكثافة الماء (غرام واحد لكل مليلتر واحد 1g /1ml) فيكون القانون

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg of solute}}{\text{Liter of solution}} \times 10^6$$

كما يمكن استعمال مصطلح اجزاء المذاب في بليون من المحلول (ppb) Part per billion في المحاليل الأكثر تخفيفا.

$$\text{ppb} = \frac{\text{mg of solute}}{\text{Liter of solution}} \times 10^9$$

7-التعبير بالتأثيرTitre

يعرف تأثير المحلول Titre of the solution بأنه وزن المادة بالملغرامات الذي يكافئ كيميائيا مليلترا واحدا من ذلك المحلول فمحلول نترات الفضة الذي له تأثير يساوي ملغرام واحد (1mg) من الكلوريد (Cl-) يحوي كمية كافية من نترات الفضة في كل ميليلتر لتتفاعل بصورة تامة مع ذلك الوزن من الكلوريد. ويمكن إن يعبر عن التأثير بالملغرامات أو الغرامات من كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الباريوم أو يوديد الصوديوم أو أي مادة تتفاعل مع نترات الفضة.

الغرويات Colloids

قد يكون من الصعوبة إيجاد تعريف حقيقي للغرويات إلا أن المقصود بها هي المواد التي تكون جزيئاتها أكبر حجماً من الجزيئات في المحاليل الاعتيادية حيث يتراوح متوسط قياسها من 1- 100 مايكرومول (μm) وهي أصغر من حجم جزيئات المواد العالقة والمستحلبة ، وعلى الرغم من ذلك فلا يوجد حد فاصل يوضح الحد بين المحاليل الغروية والمحاليل الحقيقية من جهة وبين الأنظمة الغروية والمحاليل المعلقة من جهة ثانية فجزيئات المحاليل العالقة والمستحلبات يمكن رؤيتها تحت المجهر الضوئي بينما جزيئات المحلول الغروي يمكن رؤيتها فقط تحت المجهر الإلكتروني أو المجهر الفائق . يكون النظام الغروي بأحد حالتين ذائبة أو هلامية ففي الحالة الذائبة يكون فيها أعلى درجات السيولة ويظهر النظام أشبه بالمحلول إلا أن حالة الهلام يكون قد تصلب أو أصبح مطاطياً "وقد يتغير النظام بين حالتي الذائب والهلام حسب محتواه من الماء ودرجة الحرارة . فالنظام الغروي الذي جزيئاته ذات ألفة للماء يعرف بـ Lyophillic فالغرويات التي لها ألفة للماء تعرف بالمحبة للماء Hydrophilic colloids كالنشأ Starch، السليلوز Cellulose ، الاكر Agar أما الجزيئات التي ليس لها ألفة للامتزاج فتعرف الغرويات بالـ lyophobic وتعرف بالغرويات الكارهة للماء Hydrophobic colloids مثل المعادن Metals وكبريتاتها Sulphides والهيدروكسيدات Hydroxides.

خصائص الغرويات

تتصف الغرويات بعدد من الخصائص التي تعطي النظام الغروي الكيفية التي يصلح إن يتفادى الآثار السلبية التي يمكن أن تغير من أو تؤثر في نوعية جزيئاته ومن هذه الخصائص:

1-قابلية الترشيح : Filterability

يمكن ترشيح الغرويات باستعمال ورق الترشيح . كما يمكن الفصل بين مزيج الغرويات والبلوريات بعملية الديليزة Dialysis فالبلوريات الذائبة في الماء يمكنها أن تمر من خلال ورق الترشيح مع الراشح بينما الغرويات فلا تنفذ من خلال ورق الترشيح وهذه العملية تسمى الديليزة.

2-زيادة مساحتها السطحية وقابلية الادمصاص : Increased surface area and adsorption

ينشأ الادمصاص من تراكيز داخلية للجزيئات المتفاعلة فزيادة تركيز عدد الجزيئات Interfacilly سوف يسهل زيادة عدد التفاعلات الكيميائية والكيموحيوية ، فالغرويات تؤمن زيادة المساحة السطحية

للادمصاص للمواد المتفاعلة وهذه حقيقة معروفة بان المساحة السطحية الكلية للمواد الصلبة المعروضة تزداد عدة مرات من خلال تجزئتها إلى جزيئات دقيقة.

3-الحركة البراونية : Brownian movement

لاحظ عالم النبات Robret Brown في عام 1828 حركة متذبذبة سريعة في حبيبات اللقاح الموضوعة في قطرة ماء حيث لاحظها تحت المجهر ، وقد تم ملاحظة هذه الحركة في جزيئات الغرويات لذلك سميت بالحركة البراونية وهي حركة تنشأ من تصادم جزيئات الغرويات المذيب وغالبا الجزيئات الصغيرة يحصل التصادم بينها من جهة واحدة فتكون حركة غير مستقيمة (بشكل متعرج) Zigzag بينما في حالة الجزيئات الكبيرة فيكون التصادم من جميع الجوانب وهي جزيئات قليلة أو عديمة الحركة.

4-ظاهرة تندال : Tyndall phenomenon

عندما يوضع ماء مقطر أو محلول حقيقي في قدح زجاجي فان امرار حزمة ضوئية خلاله سوف يخترق محتوى القدح ويظهر من الطرف الثاني دون حصول تغير، غير إن تغير محتوى القدح بمحلول غروي فان جزء من الحزمة الضوئية ستنتشر خلال النظام الغروي مما يجعله أكثر وضوحا وهذه الظاهرة تعرف بظاهرة تندال حيث ينتشت الضوء (جزء من الضوء) بسبب اصطدامه بجزيئات الغرويات.

5-اللزوجة : Viscosity

تظهر المحاليل الغروية خاصية اللزوجة وهي مقاومة السائل للانسكاب وتكون هذه الخاصية متباينة بين المحاليل الغروية التي غروياتها كارهة للماء حيث تكون لزوجتها مشابهة للزوجة الماء والمحاليل الغروية التي غروياتها محبة للماء والتي تكون لزوجتها أكبر مما عليه في وسط الانتشار.

6-خصائص الكهربائية : Electrical properties

إن حركة الايونات موجبة الشحنة تكون باتجاه القطب السالب والمعروف بالهجرة الكهربائية Electrophoresis أو Cataphoresis أن المحلول الغروي متعادل كهربائيا "وذلك لان كل شحنة

محمولة على دقيقة غروية miscelle تكون متعادلة بشحنة مضادة محمولة على الايونات في وسط الانتشار. لكن بالنسبة لجزيئات الغرويات المنتشرة في المحاليل الكارهة للماء فأنها تكون مشحونة كهربائيا.

7-الترسيب : Flocculation

بالنسبة للمحاليل الغروية التي غروياتها كارهة للماء فان الشحنات التي تحملها الدقائق الغروية miscelle تبقىها مستقرة فعندما تتناقص الشحنات إلى الحد الذي لا يبقى فيه اختلاف في الكهربائية تتقابل الطبقتين لتتكتل كجزيئات فردية في القدر وتكون في أسفل النظام وهذا ما يعرف بالترسيب.

بروتوبلازم الخلية نظام غروي متعدد الأطوار

الخلية هي الوحدة الأساسية لبناء الكائن الحي كما أنها وحدة النشاط الحيوي فيه والمادة البروتوبلازمية للخلية هي الموقع الذي تتم فيه جميع الفعاليات الايضية للخلية وهذا البروتوبلازم مركب أساسا من مواد بهيئة غروية ويظهر خصائص كلا حالتي المعلق Suspension والمستحلب Emulsion وتظهر القوة العظمى للغرويات المحبة للماء بحالة السيولة ، فالطور المستمر يكون على شكل محلول مائي للأملاح والطور غير المستمر يكون على هيئة مستحلب للمركبات العضوية ، الدهون ، البروتينات . أن جزيئات الغرويات المنتشرة في نظام السايروبلازم تكون في الغالب متحللة مائيا "ووفقا "للتغير في المحتوى المائي ونسبة المركبات العضوية يتغير حالة البروتوبلازم من الحالة السائلة إلى حالة الهلامية وبالعكس على الرغم من أن الحالة الدائمة هي حالة الهلام ولهذه الحالة تنسب الخواص الطبيعية والكيميائية للبروتوبلازم علما أن الكثير من العمليات الفسلجية التي تتم في الخلية تنجز بوساطة عوامل مساعدة عضوية تعرف بالأنزيمات والتي هي تتواجد بحالة غروية من هنا يلزم التعرف وفهم صفات هذه الحالة كمدخل للمهتمين بدراسة فسلجة الخلية النباتية والعمليات الايضية الأخرى.

تحضير العينات وطرق حفظها

بالرغم من أن هناك تقدماً سريعاً ودقة في تحليل المواد الغذائية إلا أن تحضير العينة وطرق أخذها وحفظها حفظاً جيداً قبل إجراء التحليل يبقى أمراً بالغ الأهمية.

وحيث أنه قد توجد اختلافات في أو بين مكونات المنتج الواحد يصبح تحضير العينة وتجانسها أمراً أساسياً للحصول على عينة ممثلة للمنتج، ويجب أن يبقى التباين Variance بين العينات وبين طرق التحليل إلى أقل حد ممكن. أكثر من ذلك يجب أن يضع الفرد في اعتباره أن طريقة تحضير العينة الغذائية ربما يؤثر على ثبات مكوناتها لذلك فإن تحضير العينة وطريقة أخذها أصبح جزءاً هاماً في خطة التحليل إذا كان الهدف هو الحصول على المكونات الغذائية الحقيقية في المادة الغذائية.

الأدوات المطلوبة:

- 1- خلاط وارانج Waring Blender (بغطاء ثلجي أو بدون) أو جهاز لتحضير العينة Food Processor.
- 2- ميزان حساس Top-loading Balance.
- 3- أكياس لحفظ العينات.

الطريقة:

- 1- قدر وزن أو حجم العينة المقدمة لك قبل تجهيز العينة بغرض التحليل وذلك بتفريغها في وعاء وزن ثم ورنها. إذا كانت العينة تحتوي على سوائل، أفصل السوائل وأعد الوزن، كرر العملية مرتين Duplicate.
- 2- أخلط العينات قبل التحليل (3 عبوات أو أكثر). أوقف الخلاط بعد كل دقيقتين للتأكد من عدم وجود قطع كبيرة واخلط بواسطة ملعقة أو قلاب للحصول على عينة متجانسة.
- 3- خذ عينة مناسبة لتقدير محتوى الرطوبة (ثم خذ عينة أخرى لتقدير الرطوبة للتأكد). أحكم الغطاء وضعها في الثلاجة إلى وقت التحليل.

4- يوزع الجزء المتبقي من العينة المخلوطة في أكياس:

أ- 5 أكياس بواقع 25 جم لكل كيس.

ب- 5 أكياس بواقع 10 جم لكل كيس.

ج- 6 أكياس بواقع 5 جم لكل كيس.

أحكم قفل الكيس وأكتب البطاقة (الاسم والوزن التقريبي والتاريخ) وأحفظها على الثلج حتى الانتهاء من عملية وزن جميع العينات. أحفظ الأكياس في الفريزر.

تقدير الرطوبة والمادة الجافة الكلية في العينة

يعتبر الماء أكبر المكونات في معظم الأغذية وخاصة في الخضروات والفواكه. إذا كانت العينة تحتوي على نسبة عالية من المواد السكرية فيفضل استخدام فرن التفريغ (60-70°م و <100 ملم زئبق) عند تجفيفها لتجنب تحلل المكونات وهدمها. أما إذا كانت العينة منتجات لحوم أو ما شابهها فيمكن استخدام الفرن العادي (100-105°م).

المعدات والأجهزة:

أطباق معدنية، كستبانات، ملاعق وزن، ماسكات، فرامات، خلاطات، أفران تفريغ وأفران عادية، مجففات وموازن.

أ- فرن التفريغ: (الحبوب، منتجات الحليب، الفواكه والخضر):

الطريقة: (يجب عمل ثلاث مكررات للعينة الواحدة)

1- تجفف الأطباق المعدنية على درجة حرارة 98-10°م لمدة 30 دقيقة، ثم تبرد في المجفف ثم توزن.

- 2- ترجع الأطباق للفرن لمدة 30 دقيقة أخرى وتبرد ثم توزن. إذا لم يكن الوزن في الخطوة (1) والخطوة (2) متطابقاً يجب إعادة عملية التجفيف والتبريد والوزن حتى تتطابق وزنتان متتاليتان (وزن الطبق وهو فارغ).
- 3- يوزن بالضبط حوالي 3 جم من العينة في كل طبق (وزن الطبق + وزن العينة).
- 4- توضع الأطباق في فرن التفريغ وتجفف على درجة 60-70°م وتفرغ >100 مل زئبق لمدة 16 ساعة.
- 5- تنقل الأطباق إلى المجفف وتترك لتبرد.
- 6- يوزن الطبق مع العينة الجافة (وزن الطبق + وزن العينة الجافة).
- 7- يحسب الفرق في الوزن (أنظر طريقة الحسابات في الورقة المرفقة).
- 8- تحفظ العينات الجافة لعمل التقديرات الأخرى.

ب- التجفيف في الفرن العادي (اللحوم ومنتجاتها):

الطريقة: (ثلاث مكررات لكل عينة)

- 1- تجفف الأطباق المعدنية على 98-100°م لمدة 30 دقيقة، تبرد في المجفف ثم توزن.
- 2- تعاد الأطباق إلى الفرن وتجفف لمدة 30 دقيقة أخرى ثم تبرد وتوزن. إذا لم يكن الوزن متطابقاً في الخطوة (1) والخطوة (2) تعاد عملية التجفيف والتبريد والوزن حتى تتطابق وزنتان متتاليتان (وزن الطبق فارغاً).
- 3- توزن بالضبط حوالي 3 جم من العينة في كل طبق (وزن الطبق + وزن العينة).
- 4- توضع الأطباق في فرن (100-105°م) لمدة 16-18 ساعة (أو 6 ساعات على درجة 125°م، إذا كان الفرن مزوداً بتيار هواء مضغوط).
- 5- تنقل الأطباق إلى المجفف لتبرد وتوزن (وزن الطبق + وزن العينة الجافة).
- 6- تعاد الأطباق للفرن وتجفف لمدة ساعة واحدة أخرى.

- 7- تنقل الأطباق للمجفف وتبرد وتوزن.
- 8- تكرر عملية التجفيف والتبريد والوزن حتى يكون الفرق بين وزنتين متتاليتين أقل من 3 ملجم.
- 9- تحسب نسبة الرطوبة وتحفظ العينات الجافة لعمل التقديرات الأخرى.

ويتم حساب النسبة المئوية للمحتوى المائي والمادة الجافة وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية للمحتوى المائي} = 100 \times \frac{\text{وزن العينة الطرية} - \text{وزن العينة الجافة}}{\text{وزن العينة الجافة}}$$

النسبة المئوية للمادة الجافة = 100 - % للمحتوى المائي

ج- التجفيف في الكستبان:

الطريقة:

- 1- يجفف الكستبان مع كأس صغير على درجة حرارة 98-100°م ويبرد في المجفف.
- 2- يوزن الكأس + الكستبان.
- 3- توضع العينة في الكستبان ويعاد الوزن لمعرفة وزن العينة + الكأس + الكستبان.
- 4- توضع العينات مع الكاسات في فرن (100-105°م) لمدة 10 ساعات على النحو التالي:
 - أ- بعد ساعتين من بداية التجفيف ينقل الكستبان مع الكأس إلى المجفف وتبرد لمدة 15 دقيقة ثم توزن (وزن العينة + الكستبان + الكأس).

ب- تعاد العينة مع الكأس مرة أخرى إلى الفرن وتجفف لمدة ساعتين.

ج- تنقل العينة في الكستبان مع الكأس إلى المجفف وتبرد وتوزن.

د- تكرر عملية التجفيف والتبريد والوزن ثلاث مرات أخرى أو حتى يثبت الوزن.

هـ- تحسب نسبة الفاقد في الوزن ويرسم منحنى قياسي بنسبة الفاقد في الوزن والزمن بالساعات، ومن ثم تحسب نسبة الرطوبة.

$$\text{نسبة المادة الجافة الكلية} = 100 - \text{نسبة الرطوبة}$$

الحسابات:

مثال لتجفيف الأطباق:

1- وزن = weight

2- طبق = dish

3- عينة = sample

4- رطوبة = moisture

5- الفاقد في الوزن بالجرامات = grams lost

OBSERVATION NEEDED:

1. Weight¹ of dish²
2. Weight of dish + sample³
3. Weight of dish + dried sample

CALCULATIONS:

$$\% \text{Moisture}^4 = \frac{(\text{grams lost}^5)}{(\text{grams sample})}$$

wt of dish A = 12.5619 g

wt of dish B = 12.7199 g

wt of dish C = 12.8562 g

wt of dish A + sample = 14.5630 g

wt of dish B + sample = 14.7190 g

wt of dish C + sample = 14.9663 g

wt of sample in dish A = $14.5630 - 12.5619 = 2.0011$ g

wt of sample in dish B = $14.7190 - 12.7199 = 1.9991$ g

wt of sample in dish C = $14.9663 - 12.8562 = 2.1101$ g

AFTER DRYING: (بعد التجفيف)

Wt of dish A + dried sample = 14.4377 g

Wt of dish B + dried sample = 14.5842 g

Wt of dish C + dried sample = 14.8287 g

wt loss of sample in dish A = $14.5630 - 14.4377 = 0.1253$ g

wt loss of sample in dish B = $14.7190 - 14.5842 = 0.1348$ g

wt loss of sample in dish C = $14.9663 - 14.8287 = 0.1376$ g

$$\% \text{ Moisture of sample in dish A} = \frac{0.1253 \times 100\%}{2.0011} = 6.26\%$$

$$\% \text{ Moisture of sample in dish B} = \frac{0.1348 \times 100\%}{1.9991} = 6.74\%$$

$$\% \text{ Moisture of sample in dish C} = \frac{0.1376 \times 100\%}{2.1101} = 6.52\%$$

$$\text{Mean (X) moisture} = \frac{6.26 + 6.74 + 6.52}{3} = 6.51\%$$

Mean = المتوسط

$$\text{Standard Deviation (S or SD)} = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.1155}{2}}$$

Standard Deviation = الانحراف المعياري

Where $\sum (x_1 - \bar{x})^2$ = sum of deviations of samples from the mean, squared

n-1 = sample number minus one

For this example SD = ± 0.240

Coefficient of Variation (CV)

CV = معامل الاختلاف

SD

$$CV = \frac{\text{SD}}{\text{Mean (x)}} \times 100\%$$

Mean (x)

OR

0.240

$$CV = \frac{0.240}{6.51} \times 100\% = 3.69\%$$

6.51

Generally in analytical work CV's below 5.0% are considered very good. The analysis of moisture example above would be acceptable due a low CV.

تقدير الرطوبة بالتقطير مع التولوين Moisture by Toluene Distillation

يمكن تقدير رطوبة المواد الغذائية بالتقطير المباشر للماء. يتم فصل الماء عن المادة الغذائية وتقاس كميتها. والطريقة الشائعة الاستعمال هي التقطير مع مذيب لا يمتزج بالماء Immiscible solvent بواسطة مكثف رجوح Refluxing condenser. ولكن هذه الطريقة لا تصلح للتحليل الروتيني ولكن تستخدم عادة لتقدير الرطوبة في المواد المجففة والجافة مثل الأعلاف، لذلك لا يلجأ إليها إلا في حالة عدم توفر أدوات طرق التجفيف بالفرن.

الطريقة:

[ملحوظة قبل البدء في التحليل من المهم جداً التأكد من أن المكثف وأنبوبة التجميع ودورق التقطير جميعها نظيفة ومجففة جيداً]

- 1- تخلط المادة جيداً ثم يؤخذ منها عينة وتفرم ثلاث مرات مع مزج العينة ببعضها بعد كل مرة.
- 2- يوزن بعد ذلك 25 جم من العينة مع مراعاة دقة الوزن إلى 0.1 من الجرام وتفرش على سطح ورقة ترشيح ثم تشكل على هيئة أسطوانة رفيعة وتقطع إلى أجزاء لا يزيد طول كل منها عن 1 سم بواسطة مقص، ويفضل إجراء ذلك فوق فوهة الدورق مباشرة.
- 3- يضاف 200 مل من التولوين إلى محتويات الدورق وتثبت أجزاء الجهاز إلى بعضها مع استخدام صمامات من المطاط منعاً لتسرب الأبخرة للخارج.
- 4- يمرر تيار من الماء البارد بسرعة كبيرة في المكثف ثم يسخن بعد ذلك لدرجة الغليان (114°م) ثم يترك التولوين ليغلي لمدة نصف ساعة بالضبط من بداية الغليان مع حفظ درجة الحرارة ثابتة خلال فترة الغليان.
- 5- يوقف التسخين ويترك الجهاز ليبرد عدة دقائق حتى يتجمع السائل المتكثف داخل أنبوبة التجميع، وتسمح الجدران الداخلية لأنبوبة المكثف بسلك رفيع ينتهي طرفه بقطعة صغيرة من المطاط حتى يتم جمع بقايا السائل العالق بها.

6- يقرأ حجم الماء المتكثف تحت سطح انفصال السائلين المتكثفين (الماء والتولوين) بواسطة التدرج المبين على مجمع التقطير وتضرب قيمة الناتج $\times 4$ وحاصل الضرب هو النسبة المئوية للرطوبة في العينة مباشرة (على أساس أن الوزن المستعمل من العينة هو 25 جم).

تحذير: كن حذراً مع التولوين! لا تقربه من اللهب المفتوح، لسرعة اشتعاله، ولا تستنشق أبخرته، لأنها سامة.

حساب المساحة الورقية

يتم حساب المساحة الورقية وذلك بقطع الورقة من النبات ويتم وزنها ثم يؤخذ منها مربع معلوم المساحة والوزن، وبعدها تجفف في الفرن الكهربائي لمدة 48 ساعة وعلى درجة حرارة 70 مئوي ولحين ثبوت الوزن، بعدها يؤخذ وزن الورقة الجاف، والجزء المقطوع ويتم حساب مساحه الورقة وفق المعادلة التالية:

إذ ان :

S: مساحة الورقة (سم²)

$$S = \frac{G \times S}{g}$$

G: وزن الورقة الجافة (غم)

S: مساحة المربع المقطوع الجاف (سم²)

g: معدل وزن المربع المقطوع الجاف (غم)

تقدير الدهن الخام

يقدر الدهن الخام في المواد الغذائية كمواد دهنية تم استخلاصها بواسطة ثنائي إيثيل الإيثر أو إيثر البترول (Diethyl ether or Petroleum ether) ومع استخدام هذين المذيبين كثيراً في عمليات استخلاص الدهن الخام إلا أن لإيثر البترول ميزات عدة على المذيب الآخر. هناك عدة طرق تستخدم هذه المذيبات ولكن طريقة الاستخلاص بواسطة جهاز السوكسلت Soxhlet Extraction هي الأكثر استخداماً في المعامل.

طريقة سوكسلت:

المعدات والمحاليل:

- 1- جهاز سوكسلت ودوارق سعة 250 مل.
- 2- كستبانات (من السليولوز) [33×94 مم].
- 3- كورات من القطن.
- 4- حجر خفاف وماسكات.

الطريقة:

- 1- ينقل 2-1 جم من العينة الجافة (من تقدير الرطوبة) إلى كستبان نظيف وتغطي بكرة قطنية.
- 2- يوزن دورق استقبال (250 مل) يحتوي على حجر خفاف.
- 3- يركب جهاز سوكسلت على السخان وتضاف 125 مل من إيثر البترول إلى الدورق.
- 4- يبدأ بتسخين الدورق ببطء (تدريج 2) ويفتح صنبور ماء التبريد للمكثف.
- 5- تستمر عملية الاستخلاص لمدة 16 ساعة وينظم التسخين حتى يعطي 5-6 نقط من المذيب المكثف في الثانية (300-360 نقطة في الدقيقة).

[تحذير: إيثر البترول سريع الاشتعال].

- 6- بعد انتهاء مدة الاستخلاص يوقف التسخين ويترك الجهاز ليبرد ومن ثم يوضع دورق الاستقبال في جهاز التبخير الدوار لتبخير الإيثر.
- 7- يوضع الدورق في فرن (100°م) ليتم تبخير المذيب المتبقي.
- 8- ذينقل الدورق إلى المجفف ليبرد ثم يوزن.
- 9- الحسابات: (أنظر مذكرة الحسابات).

طريقة سريعة لتقدير الدهن في اللحوم والأسماك

الأساس العلمي:

في هذه الطريقة يفصل الدهن من العينة بعد هضمها بواسطة مخلوط حامض البيروكلوريك والخليك في حمام مائي يغلي ويقاس الدهن الناتج بعد عملية الطرد المركزي في أنبوب فان قوليك.

المعدات Apparatus:

- 1- أنبوب فان قوليك Van Gulic Meat Butyrometer (يشبه أنبوب جريز).
- 2- حمام مائي Water Bath.
- 3- جهاز الطرد المركزي Centrifuge.

المحاليل Reagents:

مخلوط 1:1 من حامض البيروكلوريك (60%) Perchloric Acid وحامض الخليك Acetic Acid ويسمى هذا المخلوط محلول سالوين الحمضي Salwin Acid Reagent.

طريقة العمل Procedure:

- 1- يوزن 5 جم من اللحم المفروم في الكوب الزجاجي لأنبوب فان قوليك المثبت عل القفل المطاطي. ويثبت الكوب والقفل بإحكام داخل أنبوبة فان قوليك.

- 2- يوضع الأنبوب على حامل أنابيب جربير ويضاف له 12-13 مل من محلول سالوين الحمضي ببطء عن طريق الذراع الضيقة حتى يصل مستوى المحلول إلى تحت علامة الصفر.
 - 3- تخلط المكونات بحركة دائرية هادئة ثم يوضع الأنبوب في حمام مائي يغلي لمدة 60 دقيقة (مع رج الأنبوب من حين لآخر بعد وضع القفل المطاطي الصغير والذي يجب إبعاده أثناء التسخين).
 - 4- عند تمام الهضم، يرفع الأنبوب ويوضع القفل المطاطي الصغير. يرج الأنبوب ويوضع في حمام مائي على درجة حرارة 65-70°م لمدة 5 دقائق.
 - 5- تجرى عملية الطرد المركزي (1100 دورة في الدقيقة) لمدة 3 دقائق.
 - 6- يرجع الأنبوب إلى الحمام المائي (65-70°م) لمدة 4 دقائق.
 - 7- يضاف، بحذر، مزيد من محلول سالوين الحمضي عن طريق الذراع الضيق بحيث يكون السطح الأعلى للطبقة السفلى تحت علامة الصفر.
 - 8- يرجع الأنبوب إلى الحمام المائي (65-70°م) لمدة دقيقتين وتعاد عملية الطرد المركزي لمدة 5 دقائق.
 - 9- يرجع الأنبوب للحمام المائي لمدة دقيقتين على الأقل، وتقرأ نسبة الدهن مباشرة من المقياس المدرج للأنبوب، أضبط المستوى الأسفل من عمود الدهن على علامة الصفر بواسطة تحريك القفل المطاطي الكبير.
- [تحذير: حمض البيروكلوريك محلول خطر، لا تدعه يلامس جسمك.
- أيضاً لا تدع محلول سالوين يلامس القفل المطاطي].

تقدير الرماد Ash Determination

يطلق مصطلح الرماد ويراد به المواد غير العضوية Inorganic المتبقية بعد حرق المادة العضوية Organic في الغذاء على درجة حرارة عالية تتراوح بين 500 و 600°م. أما المعادن المكونة لهذه البقايا غير العضوية فهي موجودة في شكل أوكسيدات وسلفات وفوسفات وسيليكات وكلوريدات (وتسمى الرماد الأيوني) وهي تتوقف على تركيب الغذاء وظروف الحرق. وأما المركبات المعدنية للرماد فتشتمل على البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وقليل من الألمونيوم والحديد والنحاس والزنك وآثار من الرصاص والزرنيق توجد تحت ظروف خاصة (وكل هذه تسمى الرماد الكاتيوني).

تقدير الرماد الكلي :Determination of Total Ash

يعد الرماد الكلي مؤشراً جيداً لدرجة نقاوة بعض المنتجات الغذائية (مثال البكتين والنشا) ودليلاً على جودة بعضها (الطحين) ومميزاً بين بعض المنتجات الطبيعية من الصناعية (الخل) زيادة على المساعدة في التعريف بالمنتج Identification.

المعدات والأجهزة :Apparatus

- 1- فرن ترميد Muffle Furnace
- 2- بواتق من الصيني أو السيليكا أو البلاتين Porcelain, Silica or Platinum Crucible

خطوات العمل :Procedure

- 1- يوزن بدقة اثنان من بواتق الصيني سبق تسخينها على درجة حرارة الترميد وتبريدها في المجفف.
- 2- توزن بدقة عينة من المادة الغذائية متجانسة ومخلوطة جيداً (أنظر الملحوظة 1).

- 3- كثير من المواد الغذائية تحوي نسبة من الرطوبة يجب نزعها قبل عملية الترميد: بعد وزن العينة تجفف على درجة حرارة 100-104°م في فرن تجفيف أو على حمام مائي. يمكن الجمع بين طرق تقدير الرطوبة والمواد الصلبة مع طرق تقدير الرماد على نفس العينة.
- 4- المواد الغذائية الغنية بالدهون تتطلب خطوة إضافية: بعد نزع الرطوبة على درجة حرارة 100°م تسخن محتويات البودقة بحذر على موقد بنسن Bunsen Burner حتى يشتعل الدهن ويحترق تماماً.
- 5- تنقل العينة (في بوتقتها) إلى فرن الترميد على درجة حرارة لا تزيد عن 425°م ثم ترفع درجة الحرارة إلى الدرجة المطلوبة لكل مادة غذائية:

المادة الغذائية	درجة حرارة الترميد
الزبد والمرجرين	500°م
منتجات الفواكه	525°م
منتجات اللحوم	525°م
منتجات السكر	525°م
منتجات الألبان	550°م
منتجات الأسماك	550°م
الحبوب	600°م

- إذا لم تعط درجة الحرارة فيمكن ضبط فرن الترميد على 525-550°م.
- 6- تترك العينة في فرن الترميد حتى يصير لون الرماد المتكون أبيضاً White أو رمادياً فاتحاً Light Gray (في حالة الفصل الحالي تترك العينات في الفرن طوال الليل overnight ثم تخرج البوداق في الصباح التالي).
- 7- تخرج البودقة من الفرن بحذر (لأن البوداق تكون على درجة عالية من الحرارة ويكون الرماد خفيفاً جداً fluffy) وتنقل إلى المجفف لتبرد إلى درجة حرارة الغرفة ثم توزن.

- 8- تحفظ العينات في بواتقها في المجفف لاستخدامها في تقديرات الرماد الذائب بالماء أو الرماد غير الذائب بالحامض وتقديرات بعض العناصر المعدنية (العملي التالي).

ملاحظة:

إذا لم تكن درجة الرطوبة معروفة ومطلوب فقط تقدير الرماد الكلي، يمكن استخدام الأوزان التالية للعينات:

المادة الغذائية	وزن العينة
الأسماك	2 جم
الحبوب/منتجات الألبان	3-5 جم
منتجات السكر	5-10 جم
اللحوم	5-10 جم

الرماد الذائب بالماء: water soluble ash

يعد الرماد الذائب بالماء مؤشراً لتقدير كميات الفاكهة الداخلة في تصنيع الشراب والجلي والمرملاد.

خطوات العمل procedure

- 1- يضاف 25 مل من الماء المقطر إلى الرماد وتغطى البودقة بغطاء زجاجة الساعة watch glass وتغلى المكونات لمدة خمس دقائق.
- 2- ترشح المكونات خلال ورقة ترشيح خالية من الرماد Ashless filter- paper .
- 3- يغسل المتبقي على ورقة الترشيح بواسطة كمية من الماء الساخن.

4- ترجع ورقة الترشيح مع محتوياتها إلى البودقة وتوضع في فرن الترميد ثانية لحرق المحتويات ثم تبرد في المجفف وتوزن للحصول على الرماد غير الذائب بالماء

5- تحسب كمية الرماد الذائب بالماء من الفرق بين الوزنتين:

الرماد الذائب = الرماد الكلى - الرماد غير الذائب بالماء.

الرماد غير الذائب بالحامض: acid insoluble ash

بعد الرماد غير الذائب بالحامض مقياساً لكمية الرمل sand والأوساخ dirt المتواجدة في المواد الغذائية مثل الأعشاب والتوابل.

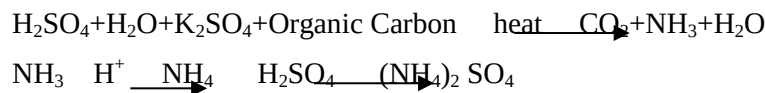
طريقة العمل: procedure

- 1- يرطب الرماد المتحصل عليه في (I) أو (II) بحامض الهيدروكلوريك المركز وتغطي البودقة بزجاجة الساعة ثم تسخن على لهب منخفض حتى جفاف العينة.
- 2- يستخلص الرمل (عدة مرات) بواسطة حامض الهيدروكلوريك الساخن المخفف (25%).
- 3- يرشح المخلوط على ورقة ترشيح خالية من الرماد ashless
- 4- تغسل محتويات ورقة الترشيح بماء ساخن ثم تحرق في فرن الترميد ثم تبرد في المجفف وتوزن.
- 5- يحسب المتبقي في البودقة كنسبة مئوية من العينة الأصلية وتسجل النتيجة "كرماد غير ذائب بالحامض" أو "كرملا ومواد سيليكونية أخرى sand and other silicious matter"

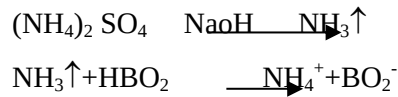
تقدير البروتين الخام – بطريقة كدال

تشتمل طريقة كدال على أكسدة المواد العضوية وهضمها بواسطة الحامض وتحويل النيتروجين إلى أمونيا. تتفاعل الأمونيا مع الزائد من الحامض لتكون كبريتات الأمونيوم. يحول الوسط إلى قلوي بإضافة هيدروكسيد الصوديوم وتمتص الأمونيا المتحررة في حمض بوريك وتعاير مع حمض الهيدروكلوريك القياسي.

1- خطوة الهضم:



2- التقطير:



3- المعايرة:



المعدات والمحاليل:

- 1- وحدة هضم وتقطير.
- 2- دوارق كدال.
- 3- كبريتات الصوديوم أو البوتاسيوم اللامائية.
- 4- كبريتات النحاس.
- 5- مخلوط الهضم المؤكسد = 9 جم من كبريتات الصوديوم أو البوتاسيوم اللامائية + 1 جم من كبريتات النحاس.

- 6- حمض الكبريتيك المركز.
- 7- محلول هيدروكسيد الصوديوم (46%).
- 8- محلول حمض البوريك (2%).
- 9- حمض الهيدروكلوريك القياسي (0.1ع).
- 10- مخلوط الدليل: أزرق الميثيلين مع أحمر الميثيل (0.25جم أزرق الميثيلين + 0.375جم أحمر الميثيل مذابة في 300مل كحول إثيلي 95%).

الطريقة:

- 1- أوزن العينة (1-2جم) على ورقة ترشيح (وطمان) صغيرة وتلف وتنقل إلى دورق الهضم. أضف حجر الخفاف و 10جم من مخلوط الهضم المؤكسد ثم أضف 25مل من حامض الكبريتيك المركز وأخلط جيداً.
- 2- أجري التسخين ببطء في البداية حتى يقف الفوران ثم يجرى الغليان حتى يتم الهضم – تمام الهضم هو تحول المحلول إلى عديم اللون أو أزرق مخضر، ثم يوقف التسخين ويبرد المحلول (أحذر من تكون بلورات الملح).
- 3- يضاف حوالي 200مل ماء إلى دورق الهضم.
- 4- تنقل حوالي 40-50مل من حمض البوريك (2%) إلى دورق مخروطي لاستقبال الأمونيا وتضاف له 4-5 نقط من الدليل.
- 5- تنقل حوالي 60-90مل من محلول الصودا NaOH (46%) وتصب برفق واحتراس على جدار دورق الهضم لتتجمع في القاع.
- 6- يثبت دورق الهضم على جهاز التقطير ويوصل بالمكثف عن طريق الوصلة الزجاجية ذات المصيدة (Trap).
- 7- يقلب دورق الهضم بهدوء لخلط محتوياته ثم يبدأ التسخين إلى الغليان (بهدوء في البداية).
- 8- تجمع حوالي 150مل في دورق الاستقبال.
- 9- تعادل محتويات دورق الاستقبال بمعايرتها بمحلول حمض الهيدروكلوريك (0.1ع) القياسي ويحسب الحجم بالضبط من السحاحة.
- 10- تجرى تجربة ضابطة (Blank) وذلك بوضع ورقة ترشيح فارغة في دورق الهضم بدل الورقة المحتوية على العينة.

11- تحسب نسبة النتروجين ومن ثم نسبة البروتين.

12- عامل البروتين:

يوفر تقدير النتروجين العضوي الأساس لحسابات نسبة البروتين في المواد الغذائية، فيضرب كمية النتروجين في عامل معين Protein Factor نحصل على كمية البروتين. وتعتمد هذه العوامل على محتوى البروتينات المختلفة من النتروجين. والعامل 6.25 يستخدم لحساب البروتين لمعظم المواد الغذائية (لحوم، فاكهة، خضر) وذلك لأن معظم البروتينات في هذه المواد تحتوي على 16% نتروجين ($16 \div 100 = 6.25$). وتستثنى بعض المواد الأخرى مثل الألبان (العامل = 6.38) والحبوب (5.7) والجيلاتين (5.55).

13- الحسابات:

$$\text{كمية النتروجين (\%)} = \frac{100 \times (\text{مل العينة} - \text{مل البلانك}) \times \text{العيارية} \times \text{مليمكافى النتروجين}}{\text{وزن العينة (جم)}}$$

كمية البروتين = كمية النتروجين (%) $\times$ معامل البروتين للغذاء

تقدير البروتين بالطريقة اللونية طريقة برادفورد

الأساس العلمي:

تعتمد هذه الطريقة على حقيقة أن صبغة الكوماسي بريلينت بلو Coomassie Brilliant Blue 250 توجد بلون أحمر ولكن عند ارتباطها بجزء البروتين تتحول إلى اللون الأزرق.

المحالييل:

1- الصبغة:

- أذب 0.1 جم من صبغة الكوماس بريلينت بلو في 50 مل كحول
- أضف 100 مل من حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) (تركيز 85%)
- 2- محلول البروتين القياسي (BSA) بتركيز 100 ملجم / 100 مل ماء مقطر.
- 3- محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.5 ع)

الطريقة:

استخلاص البروتين:

- 1- أوزن حوالي 1 جم من العينة بدقة على ورق جلاسين على ميزان حساس وانقل الوزن إلى دورق مخروطي سعة 50 مل.
- 2- أضف 20 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.5 ع). أخلط العينة (استخدام قلاب مغناطيسي إن كان ذلك ضرورياً)
- 3- سخن محتويات الدورق في حمام مائي يغلى لمدة 10 دقائق. إذا لم يتم ذوبان العينة (يجب أخذ الحذر حتى لا يتغير لون العينة إلى أسود أو داكن)

- 4 برد محتويات الدورق في حمام ثلجي مباشر بعد التسخين.
- 5 أنقل محتويات الدورق كمياً إلى دورق معياري سعة 50 مل واكمل إلى العلامة بالماء المقطر. رشح على ورقة وطمأن رقم 02

المنحنى القياسي:

- 1 أنقل صفر، 60، 50، 40، 30، 20، 10 ميكرو لتر من محلول البروتين القياسي إلى أنابيب اختبار.
- 2 أكمل الحجم إلى 1 مل بالماء المقطر.
- 3 أضف 5 مل من محلول الصبغة واخلط جيداً وسريعاً بواسطة الفورتكس
- 4 دع الأنابيب ساكنة لمدة 2-5ق.
- 5 أقرأ الامتصاصية على موجة 595 نانومتر.
- 6 ارسم المنحنى القياسي (رسم الامتصاصية على التركيز)

التقدير:

- 1 أنقل 0.25 ، 0.5 مل من العينة إلى أنابيب اختبار
- 2 اتبع الخطوات 2-5 كما في عمل المنحنى القياسي.
- 3 احسب محتوى العينة من البروتين مستعيناً بالمنحنى القياسي وامتصاصية العينة.

تقدير الفسفور في الحليب

الأساس العلمي:

تعتمد الطريقة على تفاعل المولبدنم مع الفسفور في وجود حمض الأسكوربيك مع طرطرات الانتيموني والبتواسيوم في درجة حرارة الغرفة.

1- المحاليل:

محلول A:

- 1- أذب 12 جم من مركب مولبدات الأمونيا في 250 مل ماء مقطر.
- 2- أذب 0.2908 جم من طرطرات الانتيموني والبتواسيوم في 100 مل ماء مقطر.
- 3- أضف محلول (1) ومحلول (2) إلى 1000 مل من محلول حمض الكبريتيك (5ع).
أخلط جيداً وأكمل الحجم إلى 2000 مل بماء مقطر. يجب حفظ هذا المحلول في
دورق زجاجي في مكان بارد وبعيداً عن الضوء.

محلول B:

أذب 1.056 جم من حمض الأسكوربيك في 200 مل من محلول "A" وأخلط جيداً. يجب تحضير هذا المحلول في نفس وقت التحليل.

2- محاليل الفوسفات القياسية:

يحضر محلول الفوسفات الأولي بنقل 4.39 جم من فوسفات البوتاسيوم الحمضية KH_2PO_4 إلى دورق معياري سعة 50 مل وإذابتها ثم إضافة ماء مقطر حتى العلامة. كل 1 مل من هذا المحلول يحتوي على 20 ملجم فسفور.

لعمل المنحنى القياسي تحضر محاليل مخففة من المحلول الأولي بتركيز تبدأ من صفر إلى 20 ميكروجرام لكل 1 مل محلول ويرسم المنحنى القياسي بتنقيط الامتصاصية لكل تركيز.

3- الهضم الرطب:

يستخدم للهضم الرطب مخلوط من حمض الكبريتيك المركز وحمض النيتريك المركز.

- 1- أنقل 1 مل من الحليب الخام إلى دورق كدال صغير (سعة 250 مل).
- 2- أضف 2 مل من حمض الكبريتيك المركز (sp. gr. 1.84) إلى العينة.
- 3- أضف 4 مل من حمض النيتريك المركز (sp.gr. 1.42) إلى الدورق.
- 4- رج الدورق جيداً لخلط المكونات.
- 5- أضف حجر الخفاف لتنظيم الغليان أثناء الهضم.
- 6- أبدأ التسخين ببطء ورج الدورق بين الحين والآخر.
- 7- واصل الغليان حتى اختفاء أبخرة بيروكسيد النيتروجين البنية وظهور أبخرة حمض الكبريتيك.
- 8- إذا صار لون العينة داكناً أضف نقط من حمض النيتريك المركز بعد تبريد المكونات، رج جيداً وأكمل عملية الهضم.
- 9- بعد تمام الهضم برد مكونات الدورق وأنقلها نقلاً كمياً إلى دورق معياري سعة 100 مل وأكمل إلى العلامة بماء مقطر.

4- طريقة التقدير:

- 1- أنقل 4 مل من محلول B إلى أنبوبة اختبار.
- 2- أضف 10 مل ماء مقطر، 1 مل عينة مهضومة ثم 10 مل ماء مقطر على التوالي، مع رج الأنبوب جيداً بعد كل إضافة.
- 3- دع الأنبوب ساكناً لمدة 10 دقائق لإظهار اللون الأزرق.

4- قس الامتصاصية على جهاز اسبكتروفوتوميتر بطول موجي 883 نانومتر مع محلول ضابط
Blank”“ يحضر من نفس المحاليل بدون العينة المهضومة.



تقدير الألياف الخام

طريقة ويندي Weende

الأساس العلمي:

تعتمد هذه الطريقة على إذابة وانحلال المركبات اللاسليلوزية non-cellulosic بواسطة محلول حمض الكبريتيك المخفف ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم* المخفف.

المحاليل:

- 1- محلول حمض الكبريتيك (1.25% أو 0.255 ع) = 12.5 جم من الحمض المركز تخفف إلى 1000 مل بالماء المقطر.
- 2- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (1.25% أو 0.223 ع) = 12.5 جم من KOH تذاب في الماء المقطر وتخفف إلى 1000 مل.

الأجهزة:

- 1- جهاز فيوي FIWE لاستخلاص الألياف الخام (شركة Velp).
- 2- بواتق زجاجية Jena ذات مسام 45 ملم**.

تحضير العينة:

يجب أن تكون العينة مجففة ومسحونة ناعماً حتى تمر من منخل فتحته 1 مم (18 مش). تجفف العينة في فرن على 105-110°م أو على 70°م في فرن تفريغ. أما إذا كان التجفيف الحار يغير من طبيعة العينة فبالإمكان تجفيفها Freeze drying قبل الطحن. وإذا كانت نسبة الدهون في العينة تبلغ أكثر من 5% فيجب نزع الدهون قبل طحنها.

* في طريقة الـ AOAC أستبدل محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بنفس التركيز (1.25%).

** إذا كانت العينة بالغة النعومة (مثل دقيق فول الصويا) وخشي أن تسد ذراتها فتحات البودقة فيمكن إضافة مادة السيلاييت Celite إلى البودقة قبل وزنها.

خطوات الاستخلاص:

- 1- أوزن بدقة 1 جم من العينة المطحونة في كل من ستة بواتق زجاجية ويرمز لهذا الوزن بـ F0.
- 2- ضع البواتق الستة في مكانها المخصص بينما تكون اليد الرافعة للجهاز في الوضع العلوي.
- 3- أنزل اليد الرافعة وثبتها في الوضع السفلي. يجب أن تكون البواتق الآن مثبتة بإحكام.
- 4- أفتح الماء وأضبط معدل السريان بحوالي 2 لتر في الدقيقة.
- 5- شغل الجهاز وتأكد من إضاءة لمبة التشغيل.
- 6- أضف 150 مل من محلول الحمض الذي سبق تسخينه حتى نقلل من الوقت المطلوب لبدء الغليان.
- 7- أضف 3-5 نقط من الاوكتانول (كمضاد للرغوة).
- 8- دع محلول الحامض يغلي لمدة 30 دقيقة بالضبط.
- 9- شغل حنفية التفريغ لصرف محلول الحمض إلى المجاري.
- 10- أغسل ثلاثة مرات بحوالي 30 مل من الماء المقطر الساخن وقلب العينة بمساعد تشغيل الهواء المضغوط.
- 11- بعد نهاية عملية الغسيل أضف 150 مل من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (الذي سبق تسخينه) ثم أضف 3-5 نقط من الاوكتانول.
- 12- دع المحلول القاعدي يغلي لمدة 30 دقيقة بالضبط.
- 13- رشح وأغسل كما الخطوة (10).
- 14- أغسل بالماء المقطر البارد ثم بالأسيتون ثلاثة مرات (25 مل) في كل مرة وقلب العينة بواسطة الهواء المضغوط.
- 15- أنقل البواتق إلى فرن تجفيف (105-110°م) لمدة ساعة (أو حتى ثبات الوزن). ضعها في المجفف حتى تبرد ثم أوزن (F1).
- 16- أنقل البواتق إلى فرن الحرق (550°م) لمدة ثلاثة ساعات ثم أوزنها بعد التبريد في المجفف (F2).

$$F1-F2$$

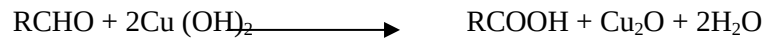
$$\text{نسبة الألياف الخام} = \frac{F1-F2}{F0} \times 100$$

تقدير السكريات الكلية

طريقة لين – إينون (Lane-Eynon method)

الأساس العلمي:

السكريات المختزلة (كالجلوكوز والجالاكتوز والفركتوز واللاكتوز) تحتوي على مجاميع ألدهيدية أو كيتونية (C-H). وهذه المجاميع الفعالة تختزل أيونات النحاسيك (Cu^{++}) عند التسخين في الوسط القاعدي إلى أيونات النحاسوز (Cu^+) أو إلى الحالة المعدنية (Cu). وهي طريقة حجمية أو تسحيحية (Volumetric Method) تعتمد في أساسها على حساب حجم المحلول السكري المطلوب لاختزال حجم معين من محلول النحاسيك القاعدي وعند الرجوع إلى الجداول المرفقة يمكن معرفة وزن السكريات المختزلة. والسكريات المختزلة زائد السكروز تعطي السكريات الكلية.



السكر = RCHO

$2\text{Cu}(\text{OH})_2$ = هيدروكسيد النحاسيك

RCOOH = حامض

Cu_2O = أكسيد النحاسوز (راسب أحمر)

الأجهزة والمواد المطلوبة:

- سحاحة بمحبس يتصل بأنبوب مطاطي متصل بأنبوب زجاجي بدل المحبس الزجاجي العادي (وبهذا لا تكون السحاحة مباشرة فوق الدورق الساخن).
- دوارق مخروطية سعة 250 مل.
- محلول خلات الرصاص المتعادلة (45%).
- محلول أوكسالات البوتاسيوم (22%).
- محلول فهلنج: يتكون هذا المحلول من مزيج متساو من محلول "A" ومحلول "B" ويمزج الاثنان قبل الاستعمال مباشرة.
- محلول "A": أوزن 69.38 جم من مادة كبريتات النحاسيك ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) وأذبتها في الماء ثم خفف إلى لتر واحد في دورق حجمي.

- محلول "B": أوزن 346 جم من ملح روشيل (طرطرات البوتاسيوم والصوديوم $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) و 100 جم من هيدروكسيد الصوديوم وأذبها في دورق حجمي سعة 1000 مل وخفف إلى العلامة ثم رشح خلال صوف زجاجي.
- محلول أزرق الميثيلين: خذ 1 جم من الصبغة وأذبها في 100 مل ماء.

تقدير مجموع السكريات الكلية Total Sugars:

أ- طريقة لين – إينون (Lane-eynon) التسحيحية أو الحجمية:

- 1- أوزن بصورة مضبوطة 50 جم من النموذج الغذائي ثم ضعه في كأس Beaker ذات حجم 800-1000 مل.
- 2- أضف إليه 400 مل من الماء ثم أغلي لمدة ساعة مع التحريك بين وقت وآخر ثم أضف ماء للتعويض عن المفقود بالتبخر.
- 3- برد المزيج وأنقله إلى دورق حجمي سعة 500 مل ثم أضف ماء مقطر للوصول إلى العلامة.
- 4- رشح من خلال ورقة ترشيح.
- 5- استعمل مكثاف بركس أو رفراكتومتر لمعرفة تركيز المحلول بصورة استطلاعية لتحديد على ضوءه التخفيفات اللازمة قبل إجراء التسحيح (يحدد عدد هذه التخفيفات حسب التركيز الأصلي للسكريات بالمادة الأولية).
- 6- خذ 100 مل من الراشح وضعه في دورق حجمي سعة 500 مل، أضف إليه 2 مل من خلات الرصاص القاعدية كمادة تنقية (Clarifier) مع 200 مل ماء من أجل ترويق المحلول. وأترك المحلول لمدة 10 دقائق بعدها أضف 2 مل من أوكسالات البوتاسيوم لترسيب الزائد من أيونات الرصاص. أضف ماء مقطر للوصول إلى العلامة. رج المحلول جيداً بعدها رشح.
- اختبر الراشح لأيونات الرصاص غير المترسبة بواسطة إضافة قطرة من أوكسالات البوتاسيوم فإذا تكون راسب أضف قطرتين من أوكسالات البوتاسيوم. رج ثم رشح ثانية مع إعادة الاختبار إن تطلب ذلك لضمان التخلص تماماً من أيونات الرصاص الزائدة.
- 7- خذ 50 مل من المحلول المرشح وضعه في دورق حجمي سعة 250 مل واكمل إلى العلاقة بماء مقطر.
- 8- خذ 10 مل أو 25 مل من مزيج محلول فهلنج وضعه في دورق ارلنماير (Erlynmyer flask) سعة 250 مل. وضع شرطاً لاصقاً على رقبة الدورق لسهولة مسكه باليد عند التسخين.
- 9- أملاً السحاحة حجم 50 مل بالمحلول السكري المحول والمتعادل. لاحظ بأن نهاية السحاحة المدببة يجب أن تربط بأنبوب مطاطي قصير في نهايته يوضع أنبوب زجاجي ذو نهاية مدببة وبعد ذلك ضع

قراصة على الأنبوب المطاطي فعند إجراء التسحيح تكون السحاحة ليست عمودية مباشرة على دورق الارلنماير الموجود به محلول فهلنج وذلك لتجنب الحرارة المباشرة من اللهب إلى السحاحة.

10- أفتح السحاحة لنزول المحلول السكري كله تقريباً كدفعة واحدة لاختزال محلول فهلنج بحيث لا يبقى إلا 0.5-1 مل لإتمام التسحيح (أعمل تجربة أولية لكي تتمرن على تقدير هذه الكمية وذلك بالتسحيح البطيء للوصول إلى نقطة النهاية).

11- أمزج محتويات الدورق جيداً وبعدها سخن إلى الغليان واستمر عند الغليان لمدة دقيقتين. بعدها أضف 3 قطرات من محلول أزرق المثلين على أن لا يلامس جدار الدورق.

12- أنجز التسحيح بحدود ثلاثة دقائق بنزول 2-3 قطرات فقط من المحلول السكري إلى الدورق كل 5-10 ثواني حتى يختفي لون الكاشف (الدليل) الأزرق ويظهر اللون البرتقالي المحمر (Brick-red) نتيجة تكون راسب أوكسيد النحاسوز (Cu_2O).

13- أنظر في جدول (2) للحصول على المكافئ الجدولي (Factor) بالمليجرامات من السكر المحول (أو أي سكر آخر في الجدول وذلك حسب السكر السائد في المادة الأولية) لما يقابله من حجم المحلول المسح (Titer).

14- الحسابات:

التخفيف × المكافئ الجدولي للسكر المحول

$$\text{السكريات الكلية (\% (سكر محول))} = 100 \times \frac{\text{وزن النموذج} \times \text{الحجم المسح} \times 1000}{\text{المكافئ الجدولي للسكر المحول}}$$

500 مل × 500 مل × 250 مل × المكافئ الجدولي

$$\text{السكريات الكلية (\% (سكر محول))} = 100 \times \frac{500 \text{ مل} \times 500 \text{ مل} \times 250 \text{ مل} \times \text{المكافئ الجدولي}}{50 \text{ جم} \times 100 \text{ مل} \times 50 \text{ مل} \times \text{الحجم المسح} \times 1000}$$

السكريات الكلية (%)

$$\text{مجموع المواد الصلبة الذائبة (\%)} = 100 \times \frac{\text{السكريات الكلية (\%)} + \text{نسبة الماء بالغذاء}}{\text{مجموع المواد الصلبة الذائبة (\%)}}$$

تقدير السكروز في الأغذية Sucrose Determination:

- 1- أوزن بصورة مضبوطة 50 جم من النموذج الغذائي كالحلويات والبنجر السكري ثم ضعه في كأس ذات حجم 800-1000 مل.
- 2- أضف إليه 400 مل من الماء مع إضافة كمية من محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.1 عياري) لمعادلة المزيج للحصول على رقم هيدروجيني pH ما بين 7.5-8 وذلك بقياسه إما بجهاز pH أو بورقة عباد الشمس (لونها أحمر في الحامض وأزرق في القاعدة) من أجل منع تحويل (inversion) السكروز الموجود إلى سكريات محولة بواسطة الحوامض العضوية الطبيعية أو المضافة أثناء غليان المزيج. أغلي لمدة ساعة مع التحريك بين وقت وآخر ثم أضف ماء مقطر للتعويض عن المفقود بالتبخر.
- 3- برد المزيج وأنقله إلى دورق حجمي سعة 500 مل. أضف ماء مقطر للوصول إلى العلامة.
- 4- رشح من خلال ورقة ترشيح.
- 5- استعمل مكثاف بركس أو رفراكتومتر لمعرفة تركيز المحلول بصورة استطلاعية لتحديد على ضوئه التخفيفات اللازمة قبل إجراء التسحيح.
- 6- خذ 100 مل من الراشح وضعه في دورق حجمي سعة 500 مل ثم أضف إليه 2 مل من خلال الرصاص القاعدية كمادة تنقية (Clarifier) مع 200 مل ماء مقطر من أجل ترويق المحلول. وأترك المحلول لمدة 10 دقائق بعدها أضف 2 مل من أوكسالات البوتاسيوم لترسيب الزائد من أيونات الرصاص. أضف ماء مقطر للوصول إلى العلامة. رج المحلول جيداً بعدها رشح. اختبر الراشح لأيونات الرصاص غير المترسبة بواسطة إضافة قطرة من أوكسالات البوتاسيوم فإذا تكون راسب أضف قطرتين من الأوكسالات. رج ثم رشح ثانية مع إعادة الاختبار إذا تطلب ذلك لضمان التخلص تماماً من أيونات الرصاص الزائدة.
- 7- خذ 50 مل من المحلول المرشح والمروق وضعه في دورق حجمي سعة 250 مل ثم أضف إليه ماء مقطر للوصول إلى العلامة.
- 8- خذ 10 مل أو 25 مل من مزيج فهلنك وضعه في دورق ارلنماير سعة 250 مل. ضع شريطاً لاصقاً على رقبة الدورق لسهولة مسكه باليد عند التسخين ثم أملأ السحاحة حجم 50 مل بالمحلول السكري المحول والمروق أعلاه. أنجز عملية التسحيح كما هو مدون في طريقة لين-إينون والناتج من الحسابات بعد هذه الخطوة هو كمية السكريات المختزلة الموجودة أصلاً في النموذج (قبل التحويل inversion).
- 9- خذ 50 مل من المحلول المرشح والمروق (من فقرة 6 أعلاه) وضعه في كأس سعة 500 مل ثم أضف إليه 10 جم من حامض الستريك. رج جيداً ثم أغلي المحلول لفترة 10 دقائق لتحويل السكروز - إن

وجد – إلى سكر محول بعدها برد المحلول. أجري له عملية تعادل للحامض (Neutralization) بعد نقله إلى ورق حجمي سعة 250 مل. أضف دليل الفينولفثالين مع إضافة كمية من 20% محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يظهر اللون الوردي. بعدها أضف بضع قطرات من 20% من محلول حامض الهيدروكلوريك لحين اختفاء اللون الوردي ثم خفف محتويات الدورق إلى العلامة 250 مل بالماء المقطر.

10- خذ 10 مل أو 25 مل من مزيج فهلنك وضعه في ورق إرنماير سعة 250 مل. ضع شريط لاصق على رقبة الدورق لسهولة مسكه باليد عند التسخين ثم أملأ السحاحة حجم 50 مل بالمحلول السكري المحول والمتعادل من الحموضة. ثم أنجز عملية التسحيح كما هو مدون في طريقة لين-إينون والناتج من الحسابات بهذه الخطوة هو كمية السكريات المختزلة الكلية بعد تحول السكروز الموجود في النموذج إلى سكريات محولة.

11- الحسابات:

$$\text{التخفيف} \times \text{المكافئ الجدولي للسكر المحول} \\ \text{السكريات المحولة قبل التحويل (\%)} = 100 \times \frac{\text{وزن النموذج} \times \text{الحجم المسح} \times 1000}{1000} \quad (\text{ق})$$

$$\text{التخفيف} \times \text{المكافئ الجدولي للسكر المحول} \\ \text{السكريات المحولة بعد التحويل (\%)} = 100 \times \frac{\text{وزن النموذج} \times \text{الحجم المسح} \times 1000}{1000} \quad (\text{ب})$$

$$\text{كمية السكروز (\%)} = (\text{ق} - \text{ب}) \times 0.95 \\ \text{السكريات الكلية} = \text{كمية السكريات المختزلة} + \text{كمية السكروز.}$$

تقدير الكلوروفيل

النباتات والطحالب والكائنات الحية التي تحتوي على الكلوروفيل يمكن أن تخلق غذائها. وتسمى هذه العملية البناء الضوئي photosynthesis. الكلوروفيل هو الصبغة الخضراء في النباتات والطحالب والتي تستخدم أساسا في عملية التمثيل الضوئي. أنها تمتص الضوء والطاقة من الأجزاء الزرقاء والحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي ثم يتم نقل الضوء والطاقة إلى مركزي البناء الضوئي photosystems، الأول (PS1) والثاني (PS2). هذه photosystems فيها مراكز تفاعل، P680 و P700 والتي تمتص الضوء واستخدام الطاقة التي تحصل عليها من أصباغ الكلوروفيل. يستخدم البناء الضوئي نوعين من الكلوروفيل، الكلوروفيل أ و ب، لإنتاج الطاقة.

يقدر محتوى نسيج الاوراق النباتية من الكلوروفيل الكلي وذلك بأخذ 0.5غم من النسيج النباتي ويضاف للعينة 15سم³ من الأسيتون المخفف 80% وتهرس العينة جيدا بواسطة الهاون الخزفي التي تسحق جيدا ثم توضع العينة في جهاز الطرد المركزي ولمدة 10 دقائق بعدها يؤخذ الرائق وتقدر الامتصاصية بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي 645 و 665 نانوميتر ثم تقدر كمية الكلوروفيل الكلي حسب المعادلة التالية:-

$$\text{الكلوروفيل الكلي ملغم / لتر}^{-1} = 20.2 \times \text{الكثافة الضوئية على طول موجي 645} + 8.02 \times \text{الكثافة الضوئية على طول موجي 665}$$

ويمكن تحويل كمية الكلوروفيل من ملغم / لتر⁻¹ إلى ملغم/ 100 غم⁻¹ وحسب المعادلة التالية:

$$\text{ملغم / 100 غم} = \frac{100}{\text{وزن العينة (غم)}} \times \frac{\text{ملغم / لتر}}{1000 \text{ سم}^3}$$

تقدير الكاروتينويدات الكلية

تقدر الكاروتينويدات الكلية بهرس 1 غم من النسيج النباتي في 80 مل من الأسيتون تركيز 85% وبعد ذلك يوضع جزء من المستخلص في جهاز الطرد المركزي لمدة خمس دقائق ثم يؤخذ جزء من المحلول الرائق ويتم اخذ قراءة الكثافة الضوئية للمحلول باستخدام جهاز Spectrophotometer على طول موجي 480 نانوميتر . ويتم حساب النسبة المئوية لمحتوى الكاروتينويدات في النسيج النباتي من خلال المعادلة التالية :-

$$\frac{\text{الكثافة الضوئية على طول موجي } 480 \text{ نانوميتر} \times \text{حجم الكاروتينويد الكلي (ملغم/100 غم قشور الثمار الطازج)}}{100 \times 2500} =$$

ولغرض تحويل كمية الكاروتينويدات من ملغم/لتر الى ملغم/100غم وزن العينة ، تستخدم العلاقة التي أفترضها (Zachringer et al.1974) كالآتي :

$$\frac{100}{\text{وزن العينة بالغرام}} \times \frac{\text{ملغم/لتر}}{1000 \text{ مل}} = \text{ملغم/100 غم}$$

تقدير المركبات البكتينية (%)

يتم تقدير المركبات البكتينية في النسيج النباتي وذلك بوزن (20) غم من النسيج الطري، وتوضع هذه العينة في قـدح سعة 500 مل ثم أضيف لها 50 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (1) عياري ويترك المزيج لمدة 10 ساعات في الظلام وبعد ذلك يتم أضافه 25 مل من حامض الخليك (1 عياري) ويترك المزيج لمدة 5 دقائق ثم بعد ذلك يضاف للمزيج 25 مل من محلول كلوريد الكالسيوم ويترك المزيج لمدة ساعة ثم يسخن على هـيتر كهربائي لدرجة الغليان ولمدة 10 دقائق وبعد ذلك يترك المزيج على درجة حرارة الغرفة لكي يبرد ثم يجرى الترشيح عليه ويغسل الراسب بالماء المقطر المغلي مرتين إلى ثلاث مرات حتى التأكد من خلو الراسب من مادة الكلورايد، ويتم ذلك عن طريق إضافة كاشف نترات الفضة تركيز (1%) إلى الراشح .ثم تعاد عملية الكشف عن الكلورايد مرة ثانية للتأكد من خلو الراسب تمامًا من الكلورايد، بعد ذلك ينقل الراسب إلى ورقة ترشيح معلومة الوزن وتوضع في طبق بـتري ثم يجفف الراسب على درجة حرارة 90 م° لمدة 12 ساعة وبعد ذلك حسبت النسبة المئوية للبكتين وفق المعادلة الآتية:

$$\text{النسبة المئوية لبكتات الكالسيوم} = \frac{\text{وزن الراسب بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة}} \times 100$$

ثم تحسب كمية البكتين على أساس ان كمية الكالسيوم في بكتات الكالسيوم هي 7.61%

تقدير المركبات الفينولية الكلية(%)

استخلاص المركبات الفينولية:

يتم فصل المركبات الفينولية النسيج النباتي المجفف بطريقة الاستخلاص بالماء المقطر وذلك بأخذ 200 ملغم من العينة الجافة ويضاف لها 500 مل من الماء المقطر ثم يغلى مزيج العينة باستخدام Hot plate لمدة ساعة واحدة مع التقليب بين حين وآخر. بعد ذلك يترك المزيج لكي يبرد على درجة حرارة الغرفة. ثم يجرى الفصل المركزي لمزيج العينة باستخدام جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة/دقيقة لمدة 10 دقائق ثم يؤخذ الراشح الصافي كعينة للقياس وتخزن العينات في الثلاجة على درجة حرارة 4 م ° لحين التقدير.

المحاليل المستخدمة في تقدير المركبات الفينولية:

1-كاشف فولن -سيوكالتو (Folin-Ciocalteu)

يتم استخدام محلول كاشف فولن سيوكالتو الجاهز في عملية التقدير.

2-محلول كاربونات الصوديوم المشبع

يحضر المحلول بإذابة 35 غم كربونات الصوديوم اللامائية في 100 مل ماء مقطر, ثم يسخن المحلول مع التحريك على درجة حرارة 70 م ° ويترك لكي يبرد طوال الليل ثم يسحب السائل الرائق قبل الاستعمال

3-المحلول القياسي لحامض الجاليك (Gallic acid)

يتم تحضير المحلول القياسي (Stock Solution) لحامض الجاليك طازجاً لكل تقدير للعينات وذلك بإذابة 100 ملغم من الحامض في لتر واحد ماء مقطر, ثم يحضر المنحنى القياسي منه بمدى من التراكيز تقريبا (100، 200، 300، 400، 500 ملغم/لتر).

4-العينة التجريبية

يتم استخدام الماء المقطر كعينة تجريبية (Blank) لضبط الامتصاصية في جهاز الامتصاص الضوئي Spectrophotometer وذلك قبل اخذ القراءات للعينات بالجهاز.

تقدير وحساب المركبات الفينولية الكلية

تستخدم طريقة فولن-سيوكالتو في تقدير المركبات الفينولية ,حيث حورت هذه الطريقة .وذلك بأخذ 1 مل من المستخلص المائي للعينة ويضاف له 1 مل من كاشف فولن-سيوكالتو ويترك الخليط لمدة 5 دقائق للموازنة ثم يضاف له 3 مل من محلول كربونات الصوديوم المشبع (35 %) ويكمل الحجم إلى 50 مل بالماء المقطر ويترك المزيج للتفاعل لمدة 60 دقيقة، ثم تقرأ امتصاصية المزيج في جهاز الامتصاص الضوئي على طول موجي قدره 725 نانوميتر.

تقدر النتائج على اساس الوزن الجاف باتباع المعادلة التالية:-

$$\text{النسبة المئوية للمركبات الفينولية} = \frac{\text{ملغم حامض جاليك} \times \text{التخفيف (مل)}}{100 \times \text{حجم العينة المأخوذة للتقدير (مل)}} \times \text{وزن العينة (ملغم)}$$

على اساس حامض الجاليك



قياس حيوية حبوب اللقاح

تختبر حيوية حبوب اللقاح وذلك باستخدام صبغة الكارمين الحامضية باضافة قطرة من تلك الصبغة إلى حبوب اللقاح الموضوعة فوق شريحة زجاجية Slide ثم تفحص تحت المجهر الضوئي على قوة تكبير 40x وتحسب حبوب اللقاح المصبغة عن تلك الحبوب غير المصبغة من أصل (100) حبة لقاح وتحسب النسبة المئوية لحيوية حبوب اللقاح من خلال المعادلة التالية :

$$\% \text{ لحيوية حبوب اللقاح} = \frac{\text{عدد حبوب اللقاح المصبغة}}{\text{عدد حبوب اللقاح الكلية}} \times 100$$

فحص إنبات حبوب اللقاح

تنتبت حبوب لقاح النباتات في محلول غذائي يتكون من 15% من السكر و 100 ملغم. لتر⁻¹ حامض البوريك H_3BO_3 ، اعتمادا على الطريقة التي وضعها (Yahia et al. (1986 ، غير أن هذه الطريقة حورت بعد إضافة 1% آكار و 20 ملغم . لتر⁻¹ حمض الليمون كما ورد في النجار (2014). بعدها تستخدم شرائح زجاجية ذات ثلاث فجوات مقعرة Hollow ground slide لتنتبت حبوب اللقاح وحسب الطريقة المستخدمة لزراعة حبوب اللقاح والتي تعرّف بطريقة القطرة المعلقة Hanging drop culture method وهي الطريقة المستخدمة من قبل العديد من الباحثين . تضع قطرة من المحلول الغذائي المحضر في الفجوة المقعرة ثم ينثر على المحلول الغذائي قليل من حبوب اللقاح بصورة منتظمة ويوضع غطاء الشريحة Cover slide فوق الشريحة بعد تثبيته بمادة الفازلين . تقلب الشريحة الزجاجية لكي تكون القطرة الموجودة على الشريحة معلقة ثم تحضن في الحاضنة على درجة حرارة 30 °م وتؤخذ القراءات لكل 10 دقائق خلال الساعة الأولى ثم بعد ذلك كل ساعة ولغاية 6 ساعات . تحسب النسبة المئوية لإنبات حبوب اللقاح باستخدام المجهر الضوئي حيث يتم تحديد مستعمرة عشوائيا يؤخذ منها 50 حبة ، ويتم حساب النسبة المئوية للإنبات من المعادلة التالية :

$$\% \text{ لإنبات حبوب اللقاح} = \frac{\text{عدد حبوب اللقاح المكونة للأنابيب}}{\text{عدد حبوب لقاح المستعمرة (50 حبة)}} \times 100$$

تقدير المواد الصلبة الذائبة الكلية

يتم وزن 5 غم من النسيج الطري ويضاف لها 15 مل ماء مقطر وتهرس جيداً باستعمال هاون خزفي ثم ترشح. وتقدر نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية باستخدام جهاز المكسار اليدوي (Hand Refractometer) وذلك بأخذ قطره واحد من العصير ووضعها على مؤشر الجهاز . ويتم تعديل النتائج على أساس درجة حرارة المختبر (20م) حسب الجدول التالي:

جدول يبين معامل تصحيح قراءة الرافركتوميتر (TSS)

درجة الحرارة	قراءة الرافركتوميتر									
	في حلة نقص درجة الحرارة عن 20 يتم طرح القيمة التالية من القراءة									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
15	0.29	0.31	0.33	0.34	0.34	0.35	0.36	0.37	0.37	0.38
16	0.24	0.25	0.26	0.28	0.28	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30
17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.27	0.22	0.23	0.23
18	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
19	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
في حلة زيادة درجة الحرارة عن 20 يتم اضافة القيمة التالية للقراءة										
21	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
22	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16
23	0.20	0.21	0.22	0.22	0.30	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24
24	0.27	0.28	0.29	0.30	0.38	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
25	0.35	0.36	0.37	0.38	0.46	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40
26	0.42	0.42	0.44	0.45	0.55	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48
27	0.50	0.52	0.53	0.54	0.63	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56
28	0.57	0.60	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64
29	0.66	0.68	0.69	0.71	0.72	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73
30	0.74	0.77	0.78	0.79	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81

قياس سرعة تنفس الثمار والبذور

يتم قياس سرعة التنفس وذلك بقياس كمية ثنائي اوكسيد الكربون الذي ينتجه وزن معين من الثمار أو البذور في الساعة الواحدة .

تستخدم طريقة الحيز المغلق في قياس سرعة التنفس والمتمثلة بوزن 25 غم من الثمار أو البذور السليمة وغير المصابة بأضرار ميكانيكية أو جروح ويتم وضعها في كيس شبكي صغير يسمح بالتبادل الغازي وتعلق العينات بصورة حرة داخل دوارق مخروطية ذي سعة 500 مل تحتوي على 50 مل من محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.1 عياري وتغلق الدوارق بسدادات بلاستيكية محكمة غير منفذة للغازات ، ويراعى ان تجري هذه العملية بسرعة وفي آن واحد ولجميع العينات ، تترك العينات لمدة ساعتين ثم تخرج من الدوارق ثم يسحق محلول هيدروكسيد الباريوم فوراً مع حامض الهيدروكلوريك (0.1 عياري) بوجود دليل الفينونفثالين حتى اختفاء اللون الوردي . تقدر سرعة التنفس بوحدة (ملغم CO_2 /كغم /ساعة) وفق المعادلة الاتية :-

$$\text{سرعة التنفس} = \frac{\text{وزن العينة (كغم)}}{\text{الزمن بالساعة}} \times 1.1 \times \frac{1}{\text{س - ص}}$$

إذ ان :-

س = حجم (مل) من حامض HCl المستعمل لمعادلة هيدروكسيد الباريوم للعينة الخالية من أي نموذج (Blank)

ص = حجم HCl (مل) المستهلك نتيجة التعادل مع هيدروكسيد الباريوم المتبقي في المحلول للعينة المحتوية على النموذج .

$$1.1 = (\text{ثابت Baron})$$

تقدير سرعة إنتاج الاثيلين

تقدر سرعة انتاج الاثيلين في الانسجة النباتية باستعمال جهاز الفصل الكروموتوجرافي الغازي Gas chromatography (Gc) المزود بمحسب تأين اللهب Flam ionization detector وعمود اوكسيد الألمنيوم المنشط Activated alumina column كذلك مزود بجهاز رسم النتائج لتحديد زمن الاحتجاز (RT) ومساحة الذروة Peak Area للنموذج القياسي . ويتم القياس باعتماد طريقة الحيز المغلق) التي تتضمن وضع وزن معلوم من النسيج (50 غم) داخل دوارق مخروطية سعة 250 مل وتعلق الدوارق بصورة محكمة بسدادات بلاستيكية وتترك لمدة خمسة ساعات على درجة حرارة 25 م°. بعد ذلك تؤخذ عينة مقدارها 0.5 مل من الطور الغازي بواسطة محقنة خاصة سعتها 0.5 مل محكمة ضد تسرب الغازات ايضاً وتحقن العينة مباشرة بجهاز (GC) بعد استقراره. ومن ثم التعرف على تركيز غاز الاثيلين (الذي ينتج 50 غم من النسيج النباتي) من خلال المعادلة التالية :-

$$\text{تركيز الاثيلين في العينة (PPM)} = \frac{\text{تركيز النموذج القياسي}}{\text{مساحة ذروة النموذج القياسي}} \times \text{مساحة الذروة للعينة المجهولة}$$

ومن ثم تحسب سرعة انتاج غاز الاثيلين بوحدة جزء في المليون / كغم/ ساعة وفق المعادلة التالية :-

$$\text{سرعة انتاج الاثيلين} = \text{تركيز الاثيلين في العينة} \times \frac{1}{\text{وزن العينة (كغم)}} \times \frac{1}{\text{الزمن (ساعة)}}$$

تقدير فعالية أنزيم الانفرتيز

تحضير محاليل الاستخلاص:-

محلول الاستخلاص رقم (1) 0.06 مولاري حامض الأسكوربيك (pH=7.5) يحضر بإذابة 10.5678 غم من حامض الأسكوربيك في حجم معين من الماء المقطر ويكمل الحجم الى لتر بعد تعديل قيمة الرقم الهيدروجيني الى 7.5 .

محلول الاستخلاص رقم (2) منظم الفوسفات : 0.25 مولاري فوسفات البوتاسيوم + 0.06 مولاري حامض الأسكوربيك (pH=7.5).

يحضر المحلول بإذابة 34.0225 غم من فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين (KH₂PO₄) مع 10.5678 غم من حامض الأسكوربيك في حجم معين من الماء المقطر ويكمل الحجم الى لتر بعد تعديل قيمة الرقم الهيدروجيني الى 7.5 .

تحضير محاليل اختبار الفعالية الأنزيمية :-

محلول الاختبار رقم (1) محلول 2 مولاري منظم الفوسفات (pH=4.7) يحضر المحلول وذلك بإذابة 11.66 غم من فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين (KH₂PO₄) مع 2.58 غم من فوسفات الصوديوم (Na₂ HPO₄ .2H₂O) في حجم معين من الماء المقطر ويكمل الحجم الى لتر بالماء المقطر بعد تعديل قيمة الرقم الهيدروجيني الى 4.7 باستعمال HCl (0.01 عياري) .

محلول الاختبار رقم (2) محلول السكروز (0.1 M Sucrose)

يحضر المحلول بإذابة 34.2 غم من السكروز في لتر من محلول منظم الفوسفات محلول الاختبار رقم (1) ويستخدم هذا المحلول في قياس فعالية أنزيم الانفرتيز بعد تعديل قيمة الرقم الهيدروجيني الى 4.0 .

محلول الاختبار رقم (3) محلول 3.5 dinitro Silicylic acid (DNSA)

يحضر المحلول كالآتي :-

1- يحضر 150 مل من هيدروكسيد الصوديوم (Na OH) بتركيز 4.5 % وذلك بإذابة 6.75 غم من هيدروكسيد الصوديوم في 150 مل ماء مقطر .

2- يحضر 400 مل من DNSA بتركيز 1% باذابة 4 غم من DNSA في 400 مل ماء مقطر، وبعد الاذابة الجيدة يضاف له محلول هيدروكسيد الصوديوم.

3- يضاف للخليط اعلاه 1.275 غم ملح روشل Rochelle Salt

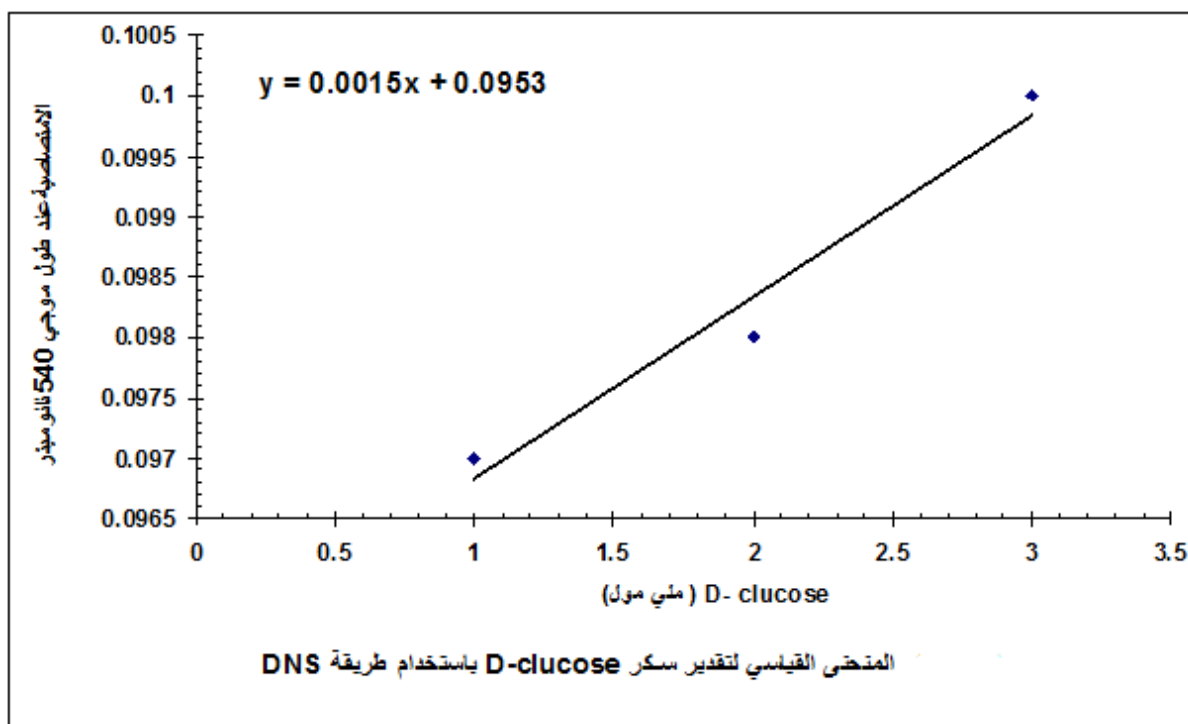
يستخدم محلول DNSA ككاشف Reagent في تقدير السكريات المختزلة الناتجة من تحليل السكروز بفعل انزيم الانفرتيز .

4-3- طريقة الاستخلاص :-

يتم وزن 10 غم من النسيج النباتي المجمد ويسحق في هاون خزفي مبرد على درجة 4 م° موضوع داخل حوض ثلجي بعد ان يضاف لها 25 مل من محلول الاستخلاص رقم (1) (محلول 0.06 مولاري حامض الأسكوربيك بدرجة حموضة 7.5) ولغاية التجانس . يرشح الخليط خلال ورق الترشيح ويغسل الراسب المتبقي مرة أخرى ب 25 مل من نفس محلول الاستخلاص (1) ويرشح خلال ورق ترشيح . ثم يمزج الراسب المغسول مع محلول الاستخلاص رقم (2) (محلول 0.25 مولاري فوسفات البوتاسيوم + 0.06 مولاري حامض الأسكوربيك) بنسبة الاستخلاص ذاتها . يرشح المزيج بنفس الطريقة اعلاه ويستخدم الراشح (المحلول الأنزيمي) في تقدير فعالية أنزيم الانفرتيز.

4-4- تقدير فعالية أنزيم الانفرتيز :-

يتم اختبار فعالية أنزيم الانفرتيز بأخذ 5 مل من محلول الاختبار رقم (2) (السكروز) وهي المادة الخاضعة للأنزيم في أنبوبة الاختبار ويحضن لمدة 5 دقائق عند درجة حرارة 35 م° . بعد ذلك يضاف لكل أنبوبة 0.5 مل من المحلول الأنزيمي (يمثل بداية التفاعل) وبعد رج الأنبوب جيداً توضع في حمام مائي على درجة 35 م° مدة 20 دقيقة . بعدها يضاف لكل أنبوبة 0.5 مل من محلول الاختبار رقم (3) ، تبرد الأنبوب بالماء البارد ثم يحسب امتصاص الطيف لكل عينة في جهاز المطياف Spectrophotometer بطول موجي 540 نانوميتر . بالطريقة نفسها يتم تحضير محلول الضبط او المحلول الصفري Blank باضافة 0.5 مل من محلول الاختبار رقم (1) (محلول منظم الفوسفات) بدل المحلول الأنزيمي .



تقدير الحامض الاميني البرولين

الطريقة الاولى

يقدر الحامض الأميني البرولين في الانسجة النباتية حسب طريقة (1955) Lindsley & Toll وكالاتي:

- 1- وزن (0.2غم) من النسيج النباتي بعد التجفيف ويضاف له (5مل) من الكحول الأيثلي بتركيز 95%.
- 2- تجرى على المستخلص عملية الطرد المركزي بجهاز Centrifuge ثم يؤخذ الجزء الرائق ويتم تبخيره حتى الجفاف.
- 3- يضاف (2مل) من الماء المقطر إلى الجزء المتبقي وتجرى عملية طرد مركزي مرة اخرى.
- 4- يؤخذ (1مل) من الجزء الرائق وتتم قراءة الامتصاصية له على طول موجي (490 نانومتر) بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer.

الطريقة الثانية

يستخلص البرولين من 0.2 غم من النسيج النباتي بوضعها في 10 مل ميثانول لمدة ليلة كاملة وعلى درجة حرارة 4 مئوية ثم يضاف إليها 2.5 مللتر كلوروفورم و2.5 مل ماء وتحفظ العينات على درجة 4 مئوية لمدة ساعتين ثم تتركز العينات بفصل السائل العلوي من المستخلص و تجفف على 30 درجة مئوية، ثم تحل العينات في 2 مللتر ماء، وتتم معايرة البرولين الحر في عينة من 0.1 مللتر وللتحقق من مستوى البرولين تتم معايرة أحماض أمينية أخرى بواسطة جهاز الكروماتوغراف الغازي (GC).

تقدير النتريت في اللحوم المملحة

Nitrites in Cured Meat

الطريقة اللونية

أ- المواد والمعدات:

- 1- **NED:** أذب 0.2 جم من مادة نافتايل اثيلين داي أمين هيدروكلورايد NED في 150 مل حمض الخليك (15% ح/ح). رشح إذا كان ضرورياً وأحفظه في زجاجة ملونة.
- 2- **السلفانيلاميد:** أذب 0.5 جم من هذه المادة في 150 مل من حمض خليك (15% ح/ح) رشح، إذا كان ضرورياً، وأحفظ في زجاجة ملونة.
- 3- **محلول النتريت القياسي:**
(أ) المحلول الأم (1000 جزء في المليون ppm) – أذب 1.000 جم من Na NO_2 في ماء مقطر وخفف إلى علامة اللتر.

ب) المحلول الوسط (100 ppm). خفف 100 مل من المحلول الأم إلى اللتر بالماء المقطر.

ج) محلول العمل (1 ppm) – خفف 10 مل من المحلول الوسط إلى 1 لتر بالماء المقطر.

ب- طريقة التقدير:

أوزن 5 جم من العينة المسحونة والمخلوطة جيداً في كأس (سعة 50 مل). أضف حوالي 40 مل ماء سبق تسخينه إلى 80°م. أخلط جيداً بواسطة مقلب زجاجي مع تكسير كتل اللحم الصغيرة ومن ثم أنقل إلى دورق معياري (سعة 500 مل). أغسل الكأس والمقلب بماء ساخن وأضف الغسيل إلى الدورق وأضف ماء ساخن إلى حجم 300 مل تقريباً. أنقل الدورق إلى حمام بخار أتركه لمدة ساعتين مع التقليب من حين لآخر. برد إلى درجة حرارة الغرفة ثم أكمل إلى العلامة بواسطة ماء مقطر وأخلط المكونات جيداً ثم رشح. أنقل 45 مل إلى دورق معياري (سعة 50 مل). أضف 2.5 مل من محلول السلفانيلازيد وأخلط جيداً بعد 5 دقائق أضف 2.5 مل من محلول الـ NED وأخلط ثم أترك مكونات الدورق ساكنة لمدة 15 دقيقة لتكوين اللون. قس الامتصاصية على طول موجي 540 نانومتر بواسطة محلول بلانك محضر من 45 مل ماء مقطر مع 2.5 مل من السلفانيلازيد و 2.5 مل من محلول الـ NED.

قدر محتوى العينة من النترتيت مع المقارنة مع منحنى قياسي محضر كالآتي:

أضف 10، 20، 30 و 40 مل من محلول النترتيت القياسي (محلول العمل 1 ppm) إلى دوارق معيارية سعة 50 مل. أضف 2.5 مل محلول السلفانيلازيد لكل دورق، أخلط جيداً ثم أكمل كما في الطريقة السابقة مبتدئاً بـ بعد 5 دقائق أضف 2.5 مل من محلول الـ NED الخ".

تقدير الكربوهيدرات – الطريقة لونية

Colorimetric Determination of Carbohydrates

هناك عدة طرق لونية طورت وكلها تعتمد على التفاعل الكيميائي للكربوهيدرات. وطريقة الانثرون Anthrone هي واحدة من أسهل هذه الطرق اللونية وهذه المادة تتفاعل مع كل الكربوهيدرات وتنتج لوناً أخضر يميل للزرقة Blue-green. وهذا الاختبار طريقة سريعة ومفيدة في حالة تقدير الكربوهيدرات الكلية أو عند عدم الحاجة لمعرفة أنواع السكريات المختلفة.

الأجهزة:

جهاز بوش ولومب لتقدير الألوان، أنابيب الجهاز، أنابيب اختبار، وحمام مائي يغلي.

المحاليل Reagents:

- 1- محلول الانثرون (0.1% في حامض كبريتيك 72%): أذب 1.0 جم من مادة الانثرون في محلول حامض الكبريتيك (72%) المبرد واكمل إلى 1 لتر. وهذا المحلول يكون ثابتاً لعدة أيام إذا حفظ في درجة حرارة 4°م، ويجب طرح المحلول إذا تغير لونه إلى الأخضر وعمل محلول جديد.
- 2- محلول الجلوكوز (0.02%).
- 3- محلول كالسيوم كلورايد (55 جم كلوريد الكالسيوم في 76 مل ماء فقط وتضبط الـ pH بواسطة حمض الخليك الثلجي إلى 2).
- 4- محلول حمض الخليك ثلاثي الكلور Trichloroacetic acid (100 جم من الحمض في 100 مل ماء مقطر).
- 5- كحول ايثيلي 80%.

الطريقة Procedure:

- 1- توزن 400 ملجم من العينة في أنبوبة اختبار (Duplicate) ويضاف 2 مل من الكحول إلى العينة إذا كانت جافة.

2- تضاف 12 مل من محلول كلوريد الكالسيوم إلى العينة وتسخن أنبوبة الاختبار في حمام ماء يغلي لمدة 30 دقيقة، حتى تتم جلتنة gelatinization النشا وذوبان الكربوهيدرات:

أ- يجب خلط العينة بواسطة قضيب زجاجي من حين لآخر لتفادي جلتنة المادة الغذائية في قاع الأنبوب. تبرد الأنبوبة في ماء بارد إلى درجة حرارة الغرفة.

ب- تنتقل مكونات الأنبوبة كميّاً إلى دورق معياري سعة 100 مل وتغسل الأنبوبة عدة مرات بماء مقطر ويضاف الغسيل إلى الدورق. تضاف 5 مل من محلول حمض الخليك ثلاثي الكلور ويخفف بماء مقطر إلى العلامة.

3- يقلل الدورق المعياري وتخلط المكونات جيداً بواسطة تقليب الدورق عدة مرات ثم ترشح المكونات على ورقة واطمان رقم 42 للتخلص من أي بروتين مترسب.

4- تنتقل 0.1، 0.2، 0.5 مل من الدورق إلى أنبوبة اختبار بايركس pyrex. تضاف 0.5 مل من الماء المقطر إلى الأنبوبة التي تحوي 0.5 مل من الراشح لتصير حجم جميع الأنابيب 1 مل.

5- تنتقل 0.2، 0.4، 0.6، 0.8 و 1 مل من محلول الجلوكوز (0.2%) إلى أنابيب اختبار بايركس. ويضاف الماء المقطر إلى كل أنبوبة ليكمل الحجم إلى 1 مل. أيضاً تحضر أنبوبة ضابطة (بلانك) من 1 مل ماء مقطر وتضع علامة على جميع الأنابيب للتعرف عليها أثناء التسخين والتحليل.

6- تغمر جميع الأنابيب في ماء بارد. تضاف 5 مل من محلول الانثرون وترج الأنبوبة جيداً للتأكد من خلط المكونات كلها حتى قاع الأنبوبة.

[تحذير: تذكر أن محلول الانثرون محضر من حامض الكبريتيك المركز].

7- توضع الأنابيب في حمام ماء يغلي وتسخن لمدة 15 دقيقة، ثم تبرد الأنابيب جيداً في ماء بارد.

8- تأكد من ظهور اللون بطريقة تدريجية حسب تركيز محلول الجلوكوز ويجب أن تكون التجربة الضابطة أخف الألوان.

9- يشغل جهاز تقدير الألوان (Spectronic 20 Colorimeter) ويترك مدة 10 دقائق ليبدأ قبل بدء الاستخدام. ويضبط طول الموجة إلى 620 نانومتر وتابع التحليل كما هو مبين في مذكرة "الطريقة اللونية لتقدير البروتين".

تقدير حامض الاسكوربيك – الطريقة الونية

Determination of Reduced Ascorbic Acid

By Photometric Methods – Not Official

المحاليل Reagents:

1- محلول الصبغة الاحتياطي Stock dye solution:

أذب 100 ملجم من بلورات الصبغة الجافة 2، 6 ثنائي كلور فينول إندوفينول في صورة ملح الصوديوم 2, 6 dichlorophenol indophenol sodium salt في 75 مل ماء مقطر سبق غليه في كأس زجاجي ثم رشح المحلول خلال ورقة ترشيح واطمان رقم 4. أغسل الكأس وورقة الترشيح بـ 25 مل ماء مقطر ويستقبل الراشح في دورق مخروطي سعة 125 مل ثم يغطى الدورق جيداً ويحفظ في الثلاجة ويكون المحلول ثابتاً لمدة 2-3 أسابيع في الثلاجة.

تعريف قوة الصبغة:

هي عبارته عن عدد ملليجرامات فيتامين ج التي تتكافئ مع 1 مل من صبغة 2,6-D.

2- محلول الصبغة للعمل Working dye solution:

أنقل 7 مل من محلول الصبغة السابق ذكره إلى دورق معايرة سعة 500 مل ثم خفف بالماء المقطر إلى العلامة.

3- محلول الاستخلاص Extracting solution

وهو عبارة عن محلول أحد الحامضين التاليين: (1) حامض الميتافوسفوريك HPO_3 بتركيز 1% أو 2) حمض الاوكساليك بتركيز 0.5% وعادة يفضل استخدام حمض الاكساليك نظراً لثباته كما أن حمض الميتافوسفوريك يلزم تحضيره يومياً.

4- محلول الحمض القياسي:

أذب 100 ملجم حمض اسكوربيك قياسي إلى 100 مل محلول استخلاص.

تحضير العينة Sample preparation:

- 1- **العصائر:** يتم استخراج العصير من الثمرة ثم الترشيح. يؤخذ 20 مل من الراشح في دورق سعة 100 مل ويكمل إلى الحجم بإضافة حامض الاستخلاص ويخلط جيداً ثم يعاد الترشيح ويكون المحلول جاهزاً للمعايرة.
- 2- **الخضر والفاكهة الطازجة والمعلبة:** يؤخذ 25-50 جم من العينة وتخلط مع سبعة أضعافها من حامض الاستخلاص (حوالي 350 مل) في خلاط كهربائي لمدة 3 دقائق ثم يجرى الترشيح للتخلص من العكارة والمواد الغروية. إذا لم يتحصل على محلول رائق تماماً تجرى عملية طرد مركزي centrifugation.
- 3- في حالة الأغذية المجففة يجب نقعها في 200 مل حامض ميتافوسفوريك 6% أو أوكساليك 3% لمدة 15-30 دقيقة على الأقل ثم تعامل كالمعتاد بعد ذلك.

التقدير Determination:

1- معايرة الصبغة Dye standardization:

أُسحب بالضبط 1 مل من حامض الاستخلاص وأُنقلها إلى أنابيب المطياف Spectronic 20 وأُضيف إلى الأنبوب الأول 9 مل ماء مقطر وأُضبط الجهاز على طول موجة 515 نانومتر والقراءة على صفر امتصاص $A = 0$ أو 100% نفاذية Transmission أما الأنبوب الثاني فيضاف له 9 مل من محلول الصبغة ويُقرأ الامتصاص أو النفاذية في خلال 10 ثواني. ويجب أن تكون القراءة حوالي 30% نفاذية أو ما يقابلها من درجة الامتصاص وإذا اختلفت النفاذية عن الـ 30% بمعدل ± 1 يجب ضبط تركيز الصبغة بإضافة ماء مقطر أو محلول الصبغة المركز وإعادة القراءة. تؤخذ 3 قراءات ويحسب المتوسط وهو يمثل T_1 ومنها يمكن الحصول على A_1 من معادلة خاصة وهي $(A_1 = 2 - \log T_1)$ أو يمكن قراءة الامتصاص A_1 مباشرة من الجهاز.

2- تقدير امتصاصية العينة:

أُسحب 1 مل من مستخلص العينة وأُضفه إلى 3 أنابيب من أنابيب المطياف. أُضيف إلى الأنبوب الأول 9 مل ماء مقطر وأُضبط الجهاز ليقراً 100% نفاذية أو صفر امتصاصية أما الأنبوبين الآخرين فأُضيف لكل منهما 9 مل من محلول الصبغة وخذ القراءة خلال 10 ثواني واحصل على المتوسط، وهو يمثل T_2 و A_2 .

يلاحظ الفرق بين A_1 و A_2 ناتج من وجود Vit. C أو حمض الاسكوربيك الذي يختزل لون الصبغة من اللون الأحمر في الوسط الحامضي إلى عديم اللون وبالتالي تقل درجة الامتصاص للضوء في الأنبوب المختبرة على راشح العينة بحسب تركيز أو كمية فيتامين C في الراشح بالمليجرام لكل أنبوب (أي لكل 1مل).

ولحساب التراكيز من حمض الاسكوربيك بالمليجرام لكل 1مل يجرى عمل منحنى قياسي Standard curve يمثل العلاقة بين تركيزات معلومة من حمض الاسكوربيك بالمليجرام لكل 1مل ودرجة الامتصاص لكل تركيز. فعلى سبيل المثال، تحضر 6 دوارق معيارية سعة 100مل وينقل للدورق الأول 1مل (من محلول حمض الاسكوربيك المحضر بإذابة 100 ملليجرام في 100مل حمض استخلاص) ويكمل الحجم إلى العلامة بواسطة حمض الاستخلاص وينقل إلى الدورق الثاني 2مل ثم 3، 4، 5، و6مل لبقية الدوارق وبالتالي تحتوي الدوارق الستة على تركيزات من حمض الاسكوربيك على النحو التالي: 1، 2، 3، 4، 5 و 6ملجم/100مل. كما أن 1مل من كل دورق يحتوي على 0.01، 0.02، 0.03، 0.04، 0.05 و 0.06 ملليجرام من حمض الاسكوربيك. بعد ذلك يؤخذ 1مل من كل دورق وينقل إلى 6 أنابيب من أنابيب المطياف ثم يضاف لكل أنبوب 9مل من محلول الصبغة وتؤخذ قراءة الامتصاص في خلال 10 ثواني. وبعد ذلك يتم عمل المنحنى القياسي الذي يمثل معدل التغير للامتصاص مع التركيز.

مثال:

أخذت عينة وزنها 10جم من مسحوق عصير البرتقال الصناعي وأذيت وتم الاستخلاص بحامض الميتافوسفوريك ثم أجري الترشيح وأكمل الحجم إلى 400مل. وعند معايرة الصبغة كانت الامتصاصية $A_1 = 0.535$. أحسب نسبة فيتامين C في العينة كمليجرام لكل 100جم عينة.

الحل:

أولاً يتم عمل منحنى قياسي يمثل التركيز بالمليجرام/مل على الإحداثي الأفقي “x” والامتصاصية على الإحداثي الرأسي “y” ثم تؤخذ القراءات من الجهاز وتوقع النقط لكل تركيز ويتم توصيل النقاط بحيث يشمل الخط معظم النقاط.

ومن معادلة الخط المستقيم يمكن حساب التركيز:

$$Y = ax + b$$

$$A_{\text{sample}} = ax + b \text{ أو بطريقة أخرى}$$

حيث أن:

$$0.175 = A_1 - A_2 = \text{امتصاصية العينة} = A$$

$$0.22$$

$$-5.5 = \frac{\text{ميل المنحني}}{\text{slope}} = a$$

$$0.04$$

$$x = \text{التركيز بالمليجرام/1 مل}$$

$$b = \text{تقاطع المنحني على المحور الرأسي} = 0.565$$

ومن شكل المنحني المرفق يمكن الحل كالآتي:

$$A = A_1 - A_2 = 0.525 - 0.350 = 0.175$$

$$\therefore 0.175 = -5.5x + 0.565$$

$$-0.390 = -5.5x$$

$$\therefore x = -0.390 \div -5.5 = 0.071$$

$$\therefore 0.071 \text{ ملليجرام في 1 مل}$$

$$x \text{ ————— 400 مل}$$

$$\therefore x = 1 \div (0.071 \times 400) = 28.4 \text{ ملليجرام وهذه الكمية موجودة في 10 جم}$$

عينة

$$\therefore \text{نسبة فيتامين C في العينة} = (28.4 \times 100) \div 10 = 284 \text{ ملليجرام / 100 جم}$$

تقدير المعادن عن طريق الامتصاص الذري والانبعث الطيفي (التحليل بالذهب)

Determinations of Minerals by Atomic Absorption and Emission Spectroscopy.

يعتمد التحليل بواسطة الامتصاص الذري والانبعث الطيفي على تهيج أو تنشيط Excitation ذرات العنصر المراد تقديره وقياس الطاقة الممتصة Absorbed أو المنبعثة Emitted. إن مقدرة إلكترونيات الذرات المختلفة على امتصاص و/ أو بعث الطاقة بطول موجي معين specific wavelength لهو الأساس العملي في التقدير الكمي للمعادن بواسطة التحليل الطيفي الذري. وباختصار شديد فإن قياس الأشعة الممتصة أو المنبعثة يتم بعد تبخير أو تطاير العينة بواسطة التسخين بالذهب، ويتبع هذا إما امتصاص الأشعة بطول موجي معين أو تهيج Excitation ذرات الحالة المستقرة Ground state atoms والذي يتبعها انبعث الأشعة بطول موجي معين. وهذا الجهاز Atomic absorption spectrophotometer دقيق جداً وبالغ الحساسية حتى في وجود كميات قليلة جداً من المعادن.

الأجهزة: Apparatus

جهاز الامتصاص الذري Perkin-elmer. A.A. Spectrophotometer

المحاليل: Regents

1- حامض النتريك HNO_3 المركز.

2- حمض نتريك بتركيز 50%.

3- حامض الهيدروكلوريك Hcl

4- حمض Hcl بتركيز 50%.

5- حمض Hcl بعبارة 1ع.

6- ماء ثلاثي التقطير H_2O DDD

خطوات العمل: Procedure

- 1- غسل البوداق والدوارق الحجمية:
 - أ- أغسل البوداق والدوارق المعيارية بواسطة حمض نترك بتركيز 50% (50% HNO_3).
 - ب- ثانياً الغسيل بواسطة حمض الهيدروكلوريك بتركيز 50% (50% HCl).
 - ج- ثم شطفها بواسطة ماء مقطر ثلاثي (DDD H_2O).

2- تحضير العينة: Sample- preparation

- أ- باستخدام الرماد المتحصل عليه في العملي السابق "تقدير الرماد" يضاف بحذر 2 مل حمض النيتريك HNO_3 إلى البودقة التي تحول الرماد مع الخلط بحركة دائرية هادئة.
 - ب- تبخر محتويات البودقة بحذر إلى درجة الجفاف على سخان كهربائي دافئ أو حمام بخار ثم تنقل إلى فرن ترميد وترفع درجة حرارة الفرن إلى 450-500°م وتترك على هذه الدرجة لمدة ساعة ثم تنقل البودقة إلى مجفف لتبرد.
 - ج- يذاب الرماد في 10 مل من حامض الهيدروكلوريك (اع) (ويمكن أن يتم ذلك بالتسخين على سخان كهربائي إذا كان ضرورياً) ثم تنقل المحتويات كميّاً Quantitatively، إلى دورق معياري سعة 25 مل ويخفف حتى العلامة بماء مقطر.
- 3- تحفظ العينات في عبوات بلاستيك وتوضع في الثلاجة، وإذا كانت ستحفظ لمدة طويلة فيفضل إضافة نقطة أو نقطتان من حامض الهيدروكلوريك المركز.
- يتم تحليل العينات بجهاز الامتصاص الذرى بواسطة الفني المسئول.

طرق الحسابات المستخدمة في تحليل العينات

$$\frac{\text{حجم القاعدة بالمل} \times \text{عيارية القاعدة} \times \text{الوزن المليمكافى للحمض}^* \times 100}{\text{وزن العينة بالجـم}} = \% \text{ الحموضة}$$

$$* \text{الوزن المليمكافى لحمض الخليك} = 0.06005$$

$$\text{الوزن المليمكافى لحمض الستريك} = 0.06404$$

$$\text{مثال: حجم الـ NaOH} = 25.2 \text{ مل}$$

$$\text{عيارية الـ NaOH} = 0.1000 \text{ ع}$$

$$\text{وزن العينة} = 3.000 \text{ جم}$$

$$\% \text{ الحموضة (كحمض خليك)} = \frac{100 \times 0.06005 \times 0.1000 \times 25.2}{3.000} = 5.0\%$$

$$\frac{\text{حجم القاعدة بالمل} \times \text{عيارية القاعدة} \times \text{الوزن المليمكافى للحمض}^* \times 100}{\text{وزن العينة بالجـم}} = \% \text{ الأحماض الدهنية الحرة}$$

$$* \text{الوزن المليمكافى لحمض الأوليك} = 0.282$$

$$\text{الوزن المليمكافى لحمض اللوريك} = 0.200$$

$$\text{الوزن المليمكافى لحمض البالمتيك} = 0.256$$

$$\text{مثال: حجم الـ NaOH} = 10.00 \text{ مل، عيارتها} = 0.0100 \text{ ع، وزن العينة} = 28.2 \text{ جم}$$

$$\% \text{ حامض الأوليك} = \frac{100 \times 0.282 \times 0.0100 \times 10.00}{28.2} = 0.10\%$$

$$\% \text{ الرطوبة المضافة للسحق} = \frac{(م) - (ب4)}{(1-0.01م) + (0.04ب)}$$

حيث م = % الرطوبة

ب = % البروتين (% النيتروجين $\times 6.25$)

مثال: % الرطوبة = 60%

% البروتين = 14%

$$\% \text{ الرطوبة المضافة للسحق} = \frac{(60) - (14 \times 4)}{[1 - (60 \times 0.01) + (14 \times 0.04)]} = 4.2\%$$

وزن الرماد بالجم $\times 100$

$$\% \text{ الرماد} = \frac{\text{وزن العينة بالجم}}{\text{وزن العينة بالجم}}$$

مثال: وزن الرماد = 0.0700 جم

وزن العينة = 5.000 جم

$$\% \text{ الرماد} = \frac{100 \times 0.0700}{5.000} = 1.4\%$$

$$\% \text{ الكافئين اللامائي} = \frac{\text{حجم الحمض} \times \text{عيارية الحمض} \times \text{الوزن المليمكافئ للنيتروجين} \times 3.464 \times \text{التخفيف} \times 100}{\text{وزن العينة (جم)} \times \text{الكمية المأخوذة (مل)}}$$

$$* 3.464 = \text{معامل تحويل النيتروجين إلى كافئين}$$

ملاحظة: 3.464 هو عامل تحويل النيتروجين إلى كافئين

مثال: حجم الحمض HCl = 15.26 مل

عيارية الـ HCl = 0.100 ع

الوزن المليمكافئ للنيتروجين = 0.014

وزن العينة = 5.000 جم

الكمية المأخوذة = 200 مل

التخفيف = 500

$$\% \text{ الكافئين اللامائي} = \frac{100 \times 500 \times 3.464 \times 0.014 \times 0.100 \times 15.26}{200 \times 5.000} = 3.7\%$$

السرعات الحرارية:

السرعات الحرارية = (9 × وزن الدهن جم) + (4 × وزن البروتين جم) + (4 × وزن

النشويات جم)

مثال: استخدمنا عينة خبز أبيض (100 جم) مدعومة بـ 5-6% بدرة حليب منزوعة الدهن

وكانت نتيجة تحليل هذه العينة هي: 35.00% رطوبة، 3.8% دهن، 9.0% بروتين، 2.0% رماد، و 50.2% نشويات.

∴ السعرات الحرارية لهذه العينة = $(50.2 \times 4) + (9.0 \times 4) + (3.8 \times 9) = 271$ سعر

حراري

ملحوظة:

العوامل 9؛ 4؛ و 4 هي عوامل تقريبية. إذا أردت معرفة العوامل المضبوطة فارجع

إلى:

Composition of Foods, Agriculture Handbook No 8, USDA (1963), table 6, page 160.

تقدير النشويات بالحساب:

حساب النشويات:

$$\% \text{النشويات} = [100\% - (\% \text{الرطوبة}) + (\% \text{الدهن}) + (\% \text{البروتين}) +$$

(\% \text{الرماد})]

مثال:

$$\% \text{النشويات في عينة الخبز السابقة} = (100\% - 3.5\% - 3.8\% - 9.0\% - 2.0\%) = 50.2\%$$

طرق التحليل الضوئي:

(ك) (أع)

$$(\text{كع}) = \frac{\text{—}}{\text{—}}$$

(أق)

حيث: ك = التركيز

$$أ = \text{الامتصاصية} (\text{لوق}_{10} - 100 - \text{لوق}_{10} \text{ نفاذية})$$

ق = القياسي

ع = العينة المجهولة

$$\text{مثال: تركيز القياسي} = 0.94 \text{ جم/100 مل}$$

$$\text{امتصاصية القياس} = 0.426$$

$$\text{امتصاصية المجهول} = 0.444$$

$$0.444 \times 0.94$$

$$\therefore \text{تركيز العينة المجهولة} = \frac{0.98 \text{ جم/100 مل}}{0.426}$$

مكافئ الدكستروز (م.د.):

$$\text{م.د.} = \frac{\text{السكريات المختزلة (دكستروز)} \times 100}{\text{الجوامد الكلية}}$$

الجوامد الكلية

مثال: السكريات المختزلة = 0.4000 جم دكستروز

الجوامد الكلية = 1.000 جم

$$100 \times 0.4000$$

$$\text{م.د.} = \frac{40}{1.000} = 40$$

حساب التخفيف:

$$\text{الكمية الناتجة} \times 100 \times \text{الحجم}$$

$$\frac{\text{الكمية الناتجة} \times 100 \times \text{الحجم}}{\text{وزن العينة} \times \text{الكمية المأخوذة}} = \% \text{ الخاصية المراد تقديرها}$$

$$\text{وزن العينة} \times \text{الكمية المأخوذة}$$

مثال:

لو أخذنا كمية 10 مل من أصل 250 مل وخففناها لـ 200 مل واستخدمنا في التحليل

5 مل من الـ 200 مل وكانت الكمية الناتجة 0.001 جم وكان وزن العينة 10 جم فيكون حساب

التخفيف كالتالي.

$$200 \times 250 \times 100 \times 0.001$$

$$10\% = \frac{\text{النسبة الناتجة} \times 100}{\text{الخاصية المقطرة على أساس الوزن الجاف}} \quad (\text{هي نسبة الخاصية المراد تقديرها})$$

$$5 \times 10 \times 10$$

الحسابات على أساس الوزن الجاف:

$$\text{النسبة الناتجة} \times 100$$

$$\frac{\text{النسبة الناتجة} \times 100}{100 - \% \text{ الرطوبة}} = \% \text{ الخاصية المقطرة على أساس الوزن الجاف}$$

$$100 - \% \text{ الرطوبة}$$

مثال:

$$\text{وزن الرماد الناتج} = 0.0294 \text{ جم}$$

$$\text{وزن عينة الدقيق} = 5.000 \text{ جم}$$

$$\text{نسبة الرطوبة} = 13.5\%$$

$$100 \times 100 \times 0.0294$$

$$\therefore \text{نسبة الرماد على أساس الوزن الجاف} = \frac{100 \times 100 \times 0.0294}{(13.5 - 100) \times (5.000)} = 0.68\%$$

$$(13.5 - 100) \times (5.000)$$

وزن الدهن جم

$$\% \text{ الدهن (أو الزيت)} = \frac{\text{وزن الدهن}}{\text{وزن العينة جم}} \times 100$$

وزن العينة جم

مثال:

$$\% \text{ الدهن} = 100 \times \frac{0.8000 \text{ جم دهن}}{4.000 \text{ جم لحم}} = 20\%$$

$$\% \text{ الألياف الخام} = 100 \times \frac{\text{*الفقد في الوزن جم}}{\text{وزن العينة جم}}$$

الفقد في الوزن نتيجة ترميد المادة العضوية الغير مهضومة

$$\% \text{ الألياف الخام} = 100 \times \frac{0.2500 \text{ جم}}{2.500 \text{ جوزة الطيب}} = 10.00\%$$

الرقم اليودي:

مل 0.1 ع $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ للبلانك

- مل 0.1 ع $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ للعينة

مل $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3$ تكافئ I_2 المضاف من العينة

$$\text{الرقم اليودي} = 100 \times \frac{(\text{*مل}) (\text{ع } \text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3) (0.12691 \text{ مليمكافئ وزن يود})}{\text{وزن الزيت جم}}$$

مثال:

$$\text{الرقم اليودي} = 100 \times \frac{(20.49 \text{ مل } N_2S_2O_3) (0.1000 \text{ ع}) (0.12691)}{0.2000 \text{ جم زيت فلفل}} = 130$$

طريقة Lane-Eynoen لتقدير السكر:

$$\% \text{ للسكر} = \frac{(\text{معامل})^* (\text{التخفيف})}{\text{وزن العينة جم} \times \text{مل محلول مسح} \times 10^{**}}$$

* من جدول طرق التحليل الرسمية

** ناتج ضرب النسبة المئوية/ملجم فيكون $0.1 = 1000 \div 100$

مثال: عينة محلول سكري وزنها 1.5 جم خففت إلى 200 مل أعطت حجم 26.8 مل عند تسحيحها مع 25 مل محلول سوكسلت وكان عامل الدكستروز هو 120.6

$$\text{نسبة الدكستروز} = (200 \times 120.6) \div (10 \times 26.8 \times 1.5) = 60\% \text{ دكستروز}$$

(مل ماء) (الوزن النوعي)

$$\% \text{ للرطوبة بالتقطير بالتلوين} = 100 \times \frac{\text{وزن العينة جم}}{\text{وزن الماء (الوزن النوعي)}}$$

مثال: إذا كان حجم الماء 1 مل ووزن عينة السمك المجفف 50.000 جم

$$\% \text{ للرطوبة} = 100 \times \frac{1.00}{50.000} = 2.00\%$$

النسبة المئوية على أساس وزن رطب (14%)

$$\% \text{ على أساس } 14\% \text{ رطوبة} = \frac{\text{وزن المكون} \times 86}{(100 - \text{نسبة الرطوبة في الغذاء})}$$

* رماد أو بروتين الخ.

مثال: إذا كان وزن الرماد 0.0294 جم لعينة دقيق وزنها 5.000 جم ونسبة الرطوبة بها 13.5%.

$$\% \text{ للرماد (على أساس } 14\% \text{ رطوبة)} = 100 \times \frac{86 \times 0.0294}{(13.5 - 100) \times 5.000} = 0.58\%$$

% للرطوبة في الخبز:

% للرطوبة = 100 - نسبة الجوامد الصلبة

مثال: إذا كانت نسبة الجوامد الصلبة 65%

$$\% \text{ للرطوبة} = 100 - 65 = 35\%$$

% للزيت أو الدهن في المايونيز:

$$\% \text{ للزيت النباتي} = \% \text{ للزيت الكلي} - [\% \text{ لصفار البيض} (0.256)]$$

مثال:

$$\% \text{ للزيت النباتي} = 41.3 \text{ زيت كلي} - [5\% \text{ صفار بيض} (0.256)] = 40.0\%$$

محتوى اللحم:

% لنيتروجين اللحم*

$$\% \text{ اللحم الأحمر} = 100 \times \frac{\% \text{ لنيتروجين اللحم}^*}{\text{معامل}^{**}}$$

* % لنيتروجين مطروحاً منها % لنيتروجين الدقيق أو الحليب أو أي إضافات.

مثال: باستخدام عينة لحم بقري 60% لحم أحمر و 40% دهن و 49.4% رطوبة و

$$14.9\% \text{ بروتين} = [2.384\% \text{ نيتروجين} (6.25)]$$

2.384% نيتروجين

$$\% \text{ اللحم الأحمر} = 100 \times \frac{2.384}{4.0}$$

** معامل اللحوم المختلفة = % اللحم الأحمر % للدهن

$$4.00 \text{ اللحم البقري} = 15/60$$

$$4.7 \text{ اللحم الغنم} = 16.5/77$$

$$4.4 \text{ عجل متوسط الدهن} = 19.1/84$$

النسبة المئوية للرطوبة (بالتجفيف)

$$\% \text{الرطوبة} = \frac{\text{الفقد جم}^*}{\text{العينة جم}} \times 100$$

* محسوبة على أساس جميع المواد المتطايرة خلال التجفيف كرطوبة

مثال: إذا كان الفقد في الوزن خلال التجفيف 0.2700 جم لعينة دقيق وزنها 2.000

$$\% \text{الرطوبة} = \frac{0.2700}{2.000} \times 100 = 13.5$$

$$\text{جزء في المليون (ppm)} = \frac{\text{المكون}^* \text{ جم}}{\text{وزن العينة جم}} \times 10^6$$

* للصفات المقدرة

ملاحظة:

جزء في المليون أيضاً = ملجم/كجم = جم/1000 كجم

مثال:

$$\text{SO}_2 \text{ مليون جزء في المليون} = 10^6 \times \frac{(25 \text{ مل NaOH}) (0.0100 \text{ ع}) (0.032 \text{ ملليمكافء SO}_2)}{32.00 \text{ جم بطاطس مجففة}}$$

$$\% \text{ للوزن} = 100 \times \frac{\text{(الموجود)* جم}}{\text{وزن العينة جم}}$$

الوزن بالجم للصفة المراد تقديرها.

$$\%95 \text{ خلال منخل US \#40} = 100 \times \frac{95 \text{ جم خلال منخل US \#40}}{100 \text{ جم فلفل}}$$

% للوزن باستخدام التخفيفات ووزن ملليمكافئ.

$$\% = 100 \times \frac{\text{(مل) (ع) (وزن ملليمكافئ) (الحجم)*}}{\text{(العينة بالجم) (الكمية)*}}$$

* مقلوب التخفيف

$$\% \text{ لحامض الستريك} = 100 \times \frac{(15.6 \text{ مل NaoH}) (0.100 \text{ ع}) (0.06406 \text{ وزن ملليمكافى حامض ستريك}) (200 \text{ مل})}{(10 \text{ جم عصير صناعي}) (10 \text{ مل})}$$

$$\frac{100 \times (\text{مل}) (\text{ع})}{\text{ملليمكافى بيروكسيد لكل كجم}} = \text{وزن العينة جم}$$

مثال:

$$100 = 100 \times \frac{(5.00 \text{ مل Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) (0.1 \text{ ع})}{5 \text{ جم}}$$

$$\% \text{ P}_2\text{O}_5 = 100 \times \frac{(\text{مل NaoH}) (\text{ع}) (0.003086)^*}{\text{العينة جم}}$$

* ملليمكافى P_2O_5 باستخدام طريقة موليبيدات الأمونيوم الحجمية

$$100 \times \frac{(22.03 \text{ مل NaoH}) (0.1 \text{ ع}) (0.003086 \text{ ملليمكافى P}_2\text{O}_5)}{5.00 \text{ جم}} = \text{P}_2\text{O}_5$$

يوديد البوتاسيوم في الملح.

$$100 \times \frac{(\text{مل } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) (0.02776) *}{\text{العينة جم}} = \text{KI}$$

* ملليمكافى KI بطريقة الأكسدة بالبروميد

$$100 \times \frac{(14 \text{ مل } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) (0.005 \text{ ع}) (0.02776 \text{ ملليمكافى KI})}{10 \text{ جم عينة ملح}} = \text{KI}$$

رطل لكل جالون من الجرامات

$$1000 \times \frac{(3.785) * (\text{جم/مل})}{(16) (28.35)} = \text{US رطل (ثقل أفواردوبوا) لكل جالون}$$

3.785 لتر جالون US

28.35 جم أونس

16.00 أونس رطل

مثال:

$$\text{رطل (أفواردوبوا) لكل جالون US} = \frac{(3.785) (10 \text{ جم/10 مل})^*}{(16) \times (28.35)} \times 1000$$

التناسب:

$$\frac{\text{أ}}{\text{ج}} = \frac{\text{ب}}{\text{د}}$$

$$\frac{\text{ب ج}}{\text{د}} = \text{أ}$$

$$\frac{\text{أ د}}{\text{ج}} = \text{ب}$$

$$\frac{\text{أ د}}{\text{ب}} = \text{ج}$$

$$\frac{\text{ب ج}}{\text{أ}} = \text{د}$$

مثال: إذا وجد 2 جم دهن في 10 جم لحم، كم جم دهن في 140 جم لحم؟

$$\frac{2 \text{ جم دهن}}{10 \text{ جم لحم}} = \frac{\text{ج جم دهن}}{140 \text{ جم لحم}}$$

$$\therefore \text{ج} = \frac{140 \times 2}{10} = 28 \text{ جم دهن}$$

$$\text{نسبة البروتين} = \frac{\text{حجم الحامض بالمل} \times \text{عيارية الحامض} \times 0.014 \times \text{العامل}^* \times 100}{(\text{وزن العينة})}$$

* معامل تحويل النيتروجين للبروتين:

3.464 للكافيين

5.55 للجلاتين

5.7 للقمح ومنتجاته

6.25 للنباتات والحبوب ومنتجاتها غير القمح، الفواكه، المكسرات، اللحوم

ومنتجاتها، والخميرة.

6.38 للحليب ومنتجاته

نسبة المواد الصلبة (الخبز):

(ب) (ج)

$$\text{نسبة المواد الصلبة} = \frac{\text{أ}}{\text{ب}}$$

أ = وزن الخبز

ب = وزن الخبز بعد التجفيف

ج = نسبة المواد الصلبة بعد التجفيف في الفرن

مثال: خبز وزنه 100 جرام عند استلامه، الوزن بعد التجفيف في الهواء 76.47 جرام، نسبة المواد الصلبة بعد التجفيف 85%، كم هي نسبة المواد الصلبة.

$$85 \times 76.47$$

$$\% \text{المواد الصلبة} = \frac{85 \times 76.47}{100} = 65\%$$

جزء من المواد الصلبة $\times 100$

$$\text{نسبة المواد الصلبة (الطريقة المباشرة)} = \frac{\text{وزن العينة بالجرام}}{\text{وزن العينة بالجرام}} \times 100$$

مثال:

$$\text{نسبة المواد الصلبة} = \frac{100 \times 0.825}{5 \text{ جرام}} = 16.5\%$$

الطريقة الغير مباشرة:

$$\text{نسبة المواد الصلبة} = 100\% - \% \text{ الرطوبة}$$

مثال:

$$100\% - 6\% \text{ رطوبة} = 94\% \text{ نسبة المواد الصلبة في البطاطس.}$$

(% السكر) (100)

$$\text{نسبة السكر في الماء (الحليب)} = \frac{\text{نسبة السكر في الحليب}}{\text{نسبة السكر في الماء (الحليب)}}$$

$$100 - \text{TMS}$$

$$\text{TMS} = \text{المواد الصلبة الكلية في الحليب (الدهن + snf)}$$

مثال: من التحليل وجد أن:

$$\text{الرطوبة} = 28.1\%$$

$$\text{الدهن} = 8.9\%$$

$$\text{المواد الصلبة الغير دهنية (SNF)} = 18\%$$

$$\text{السكروز} = 45\%$$

$$100 \times 45\%$$

$$\text{المعدل} = \frac{100 \times 45\%}{26.9 - 100} = 61.6\%$$

$$26.9 - 100$$

$$\text{TMS} = 18 + 8.9 = 26.9\%$$

تقدير أو قياس النتح في النبات

تستعمل طرق عدة لقياس النتح منها تعتمد على كمية بخار الماء المفقود من النبات أو تعتمد على التغير في منحنى الضغط أو تعتمد على كمية الماء التي يمتصها النبات وسنتعرف على كيفية تنفيذ بعض هذه الطرق.

اولا- تقدير النتح بطريقة جمع و وزن الماء المفقود من النبات بالنتح

المواد المطلوبة:

1-ناقوس زجاجي ذو فتحتين متقابلتين تسمح بربط الناقوس بأنبوب زجاجي.

2-مضخة تفريغ.

3-أنبوبة زجاجية على شكل حرف U

4-أنبوبة مطاطية للربط. .

5-سندانة ينمو فيها نبات

6-كلوريد الكالسيوم اللامائي.

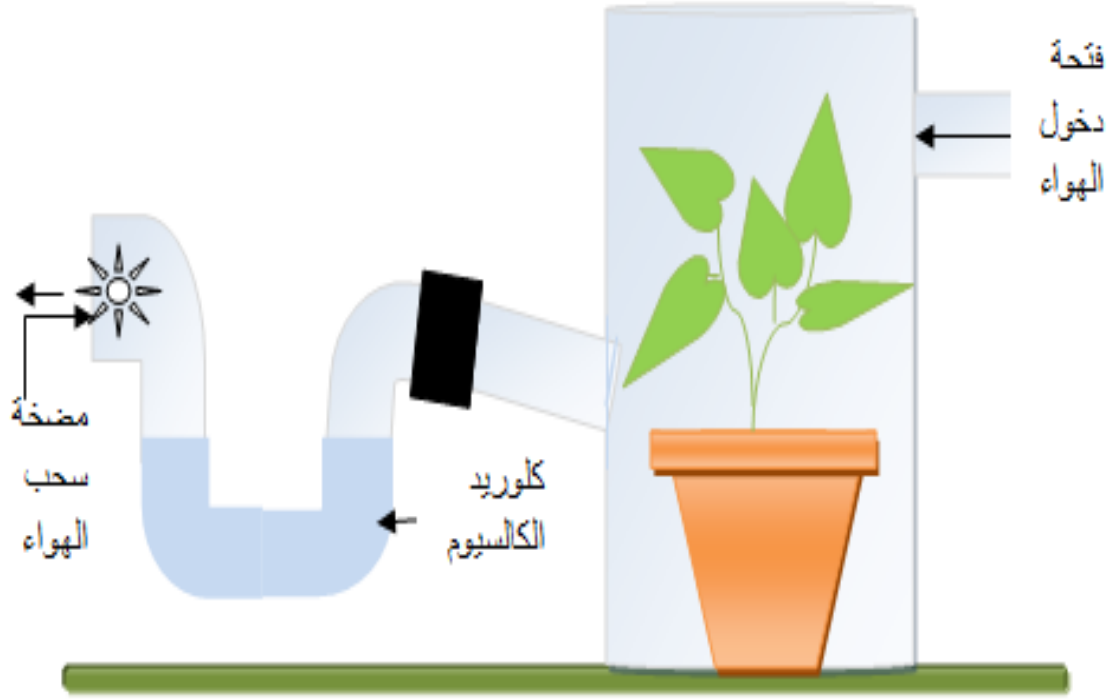
7-لوح زجاجي .

8-دهان فازلين.

طريقة العمل:

1 - يتم وضع النبات النامي في السندانة تحت الناقوس الزجاجي كما في الشكل التالي حيث يمكن ربط طرف الناقوس بالأنبوب الزجاجي الجانبي مع الأنبوبة الزجاجية على شكل حرف U الذي يوضع في داخله وزن محدد من كلوريد الكالسيوم اللامائي وتربط النهاية الثانية من الأنبوبة الزجاجية على مضخة ماصة فعندما تشتغل المضخة سيمر تيار هواء من الفتحة الجانبية الثانية للناقوس باتجاه النبات ويحمل معه بخار الماء الذي يطرحه النبات عن طريق النتح ثم يمر على كلوريد الكالسيوم اللامائي الذي يقوم بامتصاص الماء الموجود في الهواء .يحدد وقت معين للتجربة .يوقف الجهاز ويؤخذ وزن كلوريد الكالسيوم اللامائي.

2- تعاد التجربة بدون وضع نبات تحت الناقوس وبنفس الوقت الذي استغرقتة التجربة السابقة مع ملاحظة وضع كلوريد الكالسيوم اللامائي جديد وذلك لحساب كمية الماء الموجود في الهواء. وبإيجاد الفرق بين وزن كلوريد الكالسيوم المائي للتجربة الأولى وكلوريد الكالسيوم المائي بعد إعادة التجربة ، يمكن معرفة كمية الماء الناتجة من عملية النتح.



قياس النتح بطريقة جمع الماء المفقود من النبات

ثانيا- تقدير النتح بحساب التغير في الضغط

يفقد النبات الماء بعملية النتح التي تنجز في أعضائه الفعالة ، لذلك وظائف الأعضاء وشكلها يتأثر بالبيئة المحيطة . فعندما ترتفع درجة الحرارة تدفع النبات الى فقد المزيد من الماء الى المحيط الخارجي وهذا سيساعد على رفع الماء وما يحمله من مغذيات من منطقة الجذر ، أذ يتسبب النتح في خلق تدرج في الضغط الداخلي للنبات يؤدي الى رفع الماء الى أعلى النبات.

المواد المطلوبة:

1-غصن من نبات مع الاوراق (بطول 25 سم تقريبا.)

2-حامل حديدي عدد 2 مع ماسكة.

3-أنبوبة زجاجية ذات فتحة جانبية مع سدادة مطاطية.

0-جهاز لقياس الضغط ودرجة الحرارة.

5-أنبوب مطاطي للتوصيل بين الأنبوبة الزجاجية والجهاز.

طريقة العمل:

قم بتجهيز المواد المطلوبة لتنفيذ التجربة وأربطها كما في الشكل التالي ثم ثبت قيم الضغط

ودرجة الحرارة وراقب التجربة وثبت قيم قراءة الضغط ودرجة الحرارة كل 14 دقيقة لمدة ساعة.

أرسم منحنى الضغط للقيم التي حصلت عليها وناقش النتائج.



قياس النتج بحساب التغير في جهد الضغط

ثالثا- تقدير نسبة النتج إلى الامتصاص (T / A) To find out transpiration / absorption

تجربة تقدير نسبة النتج / الامتصاص

المواد المطلوبة:

- 1- قنينة زجاجية ذو فتحة جانبية يمكن إن تربط بها أنبوبة زجاجية مدرجة
- 2- ماء.
- 3- نبات ذو مجموع خضري ومجموع جذري متوسط.

4- زيت.

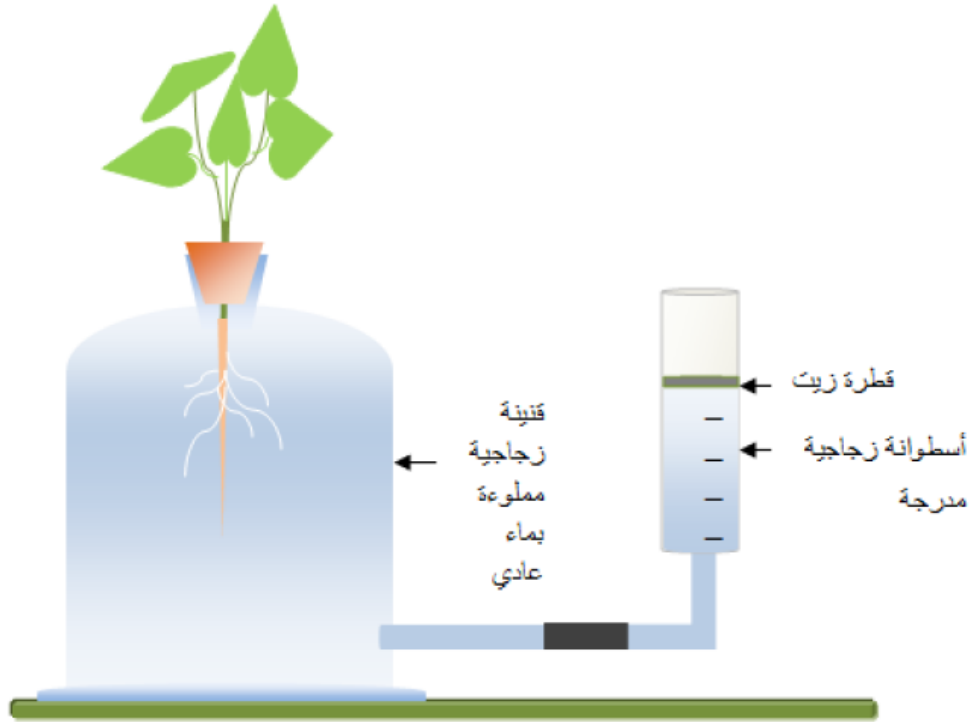
5- أنبوبة زجاجية مدرجة مع وصلة ربط مطاطية.

6- سدادة فلينية.

7- حامل حديدي مع ماسكات.

طريقة العمل:

يتم ملئ القنينة الزجاجية بالماء ويتم تثبيت النبات داخل القنينة الزجاجية بوضع السدادة الفلينية أو المطاطية بحيث تسمح لساق النبات أن يكون بوضع قائم مع ربط الأنبوبة الزجاجية المدرجة وتوضع قطرة زيت في نهاية مستوى الماء في الأنبوبة الزجاجية ويحدد مستواها على الأنبوبة. يؤخذ وزن الجهاز بالكامل. وبعد زمن ساعتين أو أكثر سيلاحظ انخفاض مستوى الماء في الأنبوبة المدرجة وهنا يجب إن تكون كمية الماء المفقودة بالنتج تعادل كمية الماء الممتصة من قبل جذور النبات ألا أن هذا ليس دائما . حيث يتم إعادة وزن الجهاز لإيجاد فرق الوزن كما في الشكل التالي.



تقدير نسبة النتج الى الامتصاص

النتح الثغري والنتح الكيوتكلي Cuticular and stomatal transpiration

تجربة مقارنة بين النتح من الثغور والنتح من طبقة الكيوتكل.

المواد المطلوبة:

- 1- حامل حديدي عدد 2.
- 2- خيط ربط .
- 3- أوراق نبات متشابهة المساحة السطحية والعمر تقريبا.
- 4- دهان فازلين.

طريقة العمل:

تؤخذ 4 أو ١ ر ق من نبات معين على إن يكون ذات أنصال متساوية تقريبا "في المساحة والشكل

والعمر ، تربط من أعناقها وتعلق بخيط يوصل بين الحاملين الحديدين وتعامل كالاتي:

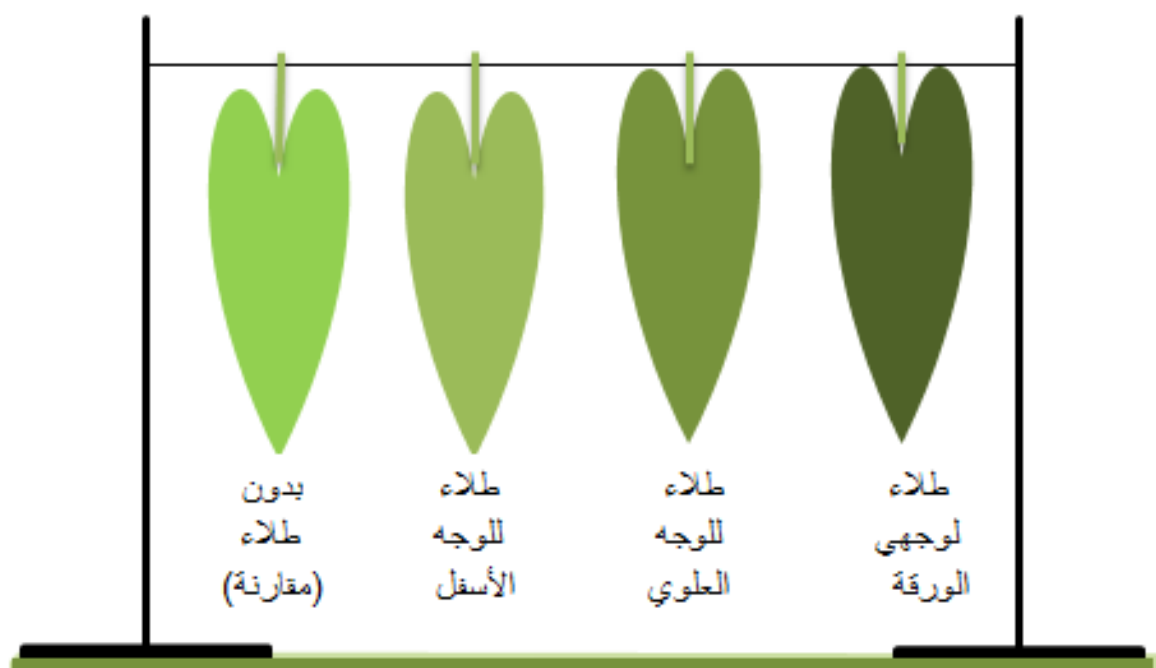
أ -الورقة الأولى تترك بدون معاملة للمقارنة بها.

ب -الورقة الثانية يتم طلاء سطحها العلوي فقط بدهان الفازلين (بشكل عام السطح العلوي للورقة قليل الثغور أو لا يحوي ثغور).

ج -الورقة الثالثة يتم طلاء سطحها السفلي بدهان الفازلين.

د -الورقة الرابعة يتم طلاء سطحي الورقة العلوي والسفلي بدهان الفازلين كما في الشكل التالي

تترك الاوراق في جو المختبر لمدة ساعة إلى ساعتين ثم سجل ملاحظاتك في أي من الاوراق بدأ الذبول يظهر، اتركها إلى اليوم التالي ثم سجل الملاحظات، اكتب التقرير وناقش النتائج.



تقدير الاختلاف في معدل النتج بين سطحي نصل الورقة

المصادر:

- دليل السلامة في المختبرات (2016). معهد بحوث الأحياء والبيئة - لجنة المختبرات . المملكة العربية السعودية.
- دليل العمل في مختبر الأحياء (2011). مركز التقنيات التربوية . وزارة التربية والتعليم- المملكة العربية السعودية.
- شاهين ،جميل نعمان (2006) . سلسلة المختبرات العلمية - دليل العمل في مختبر الكيمياء. دار عالم الثقافة للنشر والتوزيع. عمان – الاردن.
- الطرده ،محمود محمد وجمال محمد عثمان ومحمد ابودية واسامة خالد الرطروط (2000).اساسيات علم التحضير النسيجي. مكتبة دار الثقافة للنشر والتوزيع ، عمان- الاردن.
- ملحم ، اسامة احمد (2020). وحدات القياس ،نشأتها وتطورها وتعريبها واستخداماتها ومتطلباتها القانونية وقواعد كتابتها. مجلس ابوظبي للجودة والمطابقة – الامارات العربية المتحدة.

Baron , W. M. (1979). Organization in plants. 3rd ed . Edward Arnold (publisher) Ltd. London , 389 pp.

Deepak Bhanot (2017). Understand Laboratory Standards and Reference Materials. Lab-Training. Retrieved April 25, , from <http://lab-training.com/2016/05/11/understand-laboratory-standards-reference-materials/>

Soxhlet, F. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes, Polytechnisches J. (Dingler's) 1879, 232, 461

Taya , M. ; Hinok , H. ; Suzuki , Y. ; Yagi , T. ; yap , M.G. and Kobayashi,T.(1985). New thermophilic anaerobes that decompose crystalline cellulose .J. Ferment . Tech . 63 : 383 – 387.

William B. Jensen(2007) The Origin of the Soxhlet Extractor. Journal of Chemical Education. Vol. 84 No. 12 .

أ.م.د. محمد عبدالامير حسن النجار

الدرجة العلمية /أستاذ مساعد

التخصص العام /البستنة والنخيل

التخصص الدقيق/ تصنيف وتشريح نبات

البحوث المنشورة / (44)

عدد طلبية الدراسات العليا الذين اشرف عليهم / (4)

E-mail / Dr.alnajjar1967@gmail.com



أ.د.محمود شاكر عبدالواحد الابراهيمي

الدرجة العلمية /أستاذ

التخصص العام /البستنة والنخيل

التخصص الدقيق/ فاكهة مستديمة

البحوث المنشورة / (55) عدد المؤلفات / (3)

عدد طلبية الدراسات العليا الذين اشرف عليهم / (9)

حاصل على شهادة الدكتوراه الفخرية في مجال علوم الحياة

عضو الاتحاد الدولي للجامعات

عضو الاتحاد الدولي للمبدعين في العراق



أ.م.د. وسن فوزي فاضل البريسم

الدرجة العلمية /أستاذ مساعد

التخصص العام /البستنة والنخيل

التخصص الدقيق/ فسلجة فاكهة

البحوث المنشورة / (30)

عدد طلبية الدراسات العليا الذين اشرف عليهم / (1)

wasenpresam@yahoo.com E-mail





أ.م.د. وسن فوزي فاضل التبريسم

الدرجة العلمية : أستاذ مساعد

التخصص العام : البستنة والنخيل

التخصص الحقيقي : فسلجة فاكهة

البحوث المنشورة : (30)

عدد طلبية الدراسات العليا الذين اشرف عليهم :

(2)

E-mail

wasenpresam@yahoo.com



أ.م.د. محمود شاكر عبد الواحد اللبراهيمي

مواليد : 1972

الدرجة العلمية : أستاذ

التخصص العام : البستنة والنخيل

التخصص الحقيقي : فاكهة مستديمة

البحوث المنشورة : (55) عدد المؤلفات : (3)

عدد طلبية الدراسات العليا الذين اشرف عليهم :

(9)

حاصل على شهادة الدكتوراه الفخرية في مجال

علوم الحياة

عضو الاتحاد الدولي للجامعات

عضو الاتحاد الدولي للمبشرين في العراق

نقال : 07724000908

E-mail

Mahmoodalbraheme@gmail.com



أ.م.د. محمد عبد المصير حسن النجار

الدرجة العلمية : أستاذ مساعد

التخصص العام : البستنة والنخيل

التخصص الحقيقي : تصنيف وتشريح نبات

البحوث المنشورة : (44)

عدد طلبية الدراسات العليا الذين اشرف عليهم :

(4)

E-mail

Dr.alnajjar1967@gmail.com



9 789922 961804



إلخيدوانا