المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص مختبرات كيميائية

مهارات التحليل الكيميائي

265 كيم

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **مهارات التحليل الكيميائي** " لمتدربي تخصص "**مختبرات كيميائية** " في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

تعتبر البحوث العلمية من العناصر الأساسية في تقدم البشرية , فهي تلعب دوراً جوهرياً في دفع عجلة الحياة للأفضل في جميع فروعها . لذا نجد أن البلدان المتقدمة تدعم البحوث العلمية وتشجعها بشكل كبير لما لمسته لها من دور كبير فيما وصلت إليه من مكانة . وبالتالي لا تخلو المراحل التعليمية وخصوصاً الجامعية وما بعدها من مراحل من هذه البحوث بنوعيها النظري والعملي التطبيقي . والتقنية الكيميائية كقسم مهم من أقسام الكليات التقنية كغيره من الأقسام يهتم بهذا الجانب ويوليه عناية كبيرة . ومن الدلائل على ذلك , إدراج مثل هذا المقرر "مهارات التحليل الكيميائي" ضمن خطة برنامج الدبلوم لديه . والذي يهدف بشكل عام إلى إعطاء الطالب صورة واضحة نظرياً وعملياً للبحوث العلمية . لذى جرى تقسيم هذا المقرر إلى جزأين نظري وعملي يكمل كل منهما الآخر بحيث يقوم الطالب بتطبيق الجانب العملي بشكل متتابع ومترابط مع الجانب النظري .

ولتحقيق الهدف العام من هذا المقرر تم تقسيمه إلى أربعة مباحث مترابطة تعطي صورة متكاملة للبحث العلمي والمشروع الطلابي . ولقد اهتم المبحث الأول بالخطوة الأولى للبحث العلمي والمتمثلة في التعلم على كيفية تحديد البحث بشكل دقيق , لا بالطويل الواسع الذي لا يمكن الإلمام به من قبل الباحث ولا بالضيق النطاق بشكل يحد من كفايته كبحث علمي أو مشروع طلابي معتبر, ومن ثم التعلم على مسح الأدبيات العلمية ذات العلاقة بالبحث المطروق .

وتم التطرق في المبحث الثاني لطرق جمع العينات ومعالجتها في المختبر لتهيئتها للتحليل الكيميائي . و تم تناول كل من عينات التربة , والماء , والنبات والغبار المتراكم والعالق والتي تهيئ الطالب لتعامل مع أي عينات أخرى خلاف ما تعرض له .

وفي المبحث الثالث تطرق المعدون إلى معالجة النتائج العملية وكيفية التعبير عنها بطرق حسابية وإحصائية صحيحة ومعبرة . كما تعرض لأنواع الأخطاء ومصادرها والتعرف على دقة النتائج ومصداقيتها وتطبيق بعض الاختبارات الإحصائية ذات العلاقة بالنتائج ومناقشتها.

وأخيراً تم التعرض في المبحث الرابع لكيفية تجميع ما سبق عمله في تقرير علمي مكتوب , يتضمن جميع المواصفات العلمية . ولذلك تم التطرق للعناصر الأساسية للتقارير المعملية والبحوث وأهمية كل منها والتعرف على الأخطاء الشائعة عند كتابتها . كما تم توضيح الشروط الواجب توفرها في هذه العناصر والطرق العلمية لعرض ومناقشة النتائج . وقد ختم هذا المبحث بالطرق المختلفة لكتابة المراجع العلمية لأنواع البحوث العلمية .

وختاماً فإننا نرجو من الله أن يضيف هذا العمل شيئاً مهماً للمكتبة العربية ليكون مرجعاً ملازماً ومساعداً للطالب في مرحلته الجامعية الأولية. كما نرجو أن يكون هذا العمل بذرة طيبة تسهم في فهم الأسس العلمية لإجراء البحوث العلمية.

و تحتوي هذه الحقيبة على الوحدات التالية:

الجزء النظري:

1. مسح الأدبيات.
2. طرق جمع العينات و معالجتها.
3. كيفية إعداد التقارير.
4. المعالجة الإحصائية للنتائج الكيميائية.

الجزء العملي:

1. طرق جمع وتحليل عينات الماء.
2. طرق جمع وتحليل عينات التربة.
3. جمع وتحليل عينات غذائية.
4. طرق جمع وتحليل عينات بيئية.

مهارات التحليل الكيميائي

مسح الأدبيات

الجدارة:

أن يكون الطالب قادرا على وصف خطوات مسح الأدبيات.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

1. وضع استراتيجية البحث ومسح الأدبيات.
2. وصف التدرج العلمي في تحديد واختيار موضوع البحث المناسب.
3. وصف كل مصادر المعلومات المتوفرة في المكتبات و قواعد البيانات.

الوقت المتوقع للتدريب:

4 ساعات.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

مسح الأدبيات

1.1 الهدف من مسح الأدبيات Purpose of bibliographic research:

عند القيام بأي بحث فلابد من أن يتم فيه جمع المعلومات من المواد المنشورة والتي تشمل الكتب, المجلات, المجلات العلمية, الجرائد, بالإضافة إلى الوثائق المتخصصة المختلفة. وبالإضافة إلى المواد المكتوبة (المطبوعة) فإن مسح الأدبيات قد يشمل أيضا التسجيلات الصوتية والمرئية, الصور, الأفلام ومؤخراً برامج الحاسب المختلفة والمعلومات المتاحة على شبكة الإنترنت.

كان سابقاً مسح الأدبيات محصوراً ضمن أروقة المكتبات فقط ولكن في الوقت الحاضر وبعد انتشار استخدامات الحاسب فإنه أصبح من الممكن القيام بمسح الأدبيات للحصول على كميات ونوعيات من المعلومات والتي يمكن عملها أينما وجد جهاز حاسب آلي وخط هاتف.

وحيث إن هذا الفصل يُعنى بمسح الأدبيات فإنه من المهم التعرف على نوعين واسعين من طرق البحث والتي من خلالها يمكن جمع المعلومات وهي: البحث التجريبي والبحث الشفوي.

البحث التجريبي عبارة عن أي طريقة لجمع المعلومات من الخبرات المباشرة, المشاهدات أو التجارب العملية, ومن أمثلة ذلك التجارب التي تعمل على الحيوانات. والبحث الشفوي يتضمن المقابلات, والاستبيانات.

وأغلب الأبحاث التي تُعمل في المراحل الجامعية الأولى تتضمن مسح الأدبيات لذا فإنه من المهم أخذ هاتين الطريقتين من البحث في الاعتبار واللتين يمكن إدراجهما ضمن المشروع البحثي. على سبيل المثال فإن المقابلة الشخصية مع شخص خبير متخصص يتم سؤاله عن البحث الذي تقوم به قد يمنحك معلومات لا يمكن أن تجدها أو تحصل عليها في أي مصدر منشور.

لذلك فإن هدف البحث يكمن في جمع آراء رسمية عن موضوع معين, ويمكن تحقيق هذا الهدف عند القراءة بعناية وبشكل موسع ماذا كتب الآخرون في موضوعك هذا, ومن ثم تقوم بتحليل ومقارنة وتقييم هذه الأفكار ومن ثم تأتي باستنتاجاتك الخاصة.

2.1 تنظيم المكتبة How is the library organized:

إن من المعلومات الجيدة عن المكتبات أنها جميعها يتم تنظيمها وترتيبها بنفس الطريقة. إلا أنه وبالتأكيد سيكون العمل ضمن مكتبة جامعة تحوي ما يزيد على مليوني إصدار مختلفاً عن العمل

ضمن مكتبة كلية خدمة المجتمع التي قد لا تحوي إلا على 100,000 قطعة أو في مكتبة عامة تحوي 40,000 كتاب. ولكن المكتبات في كل مكان تنهج نفس الأسلوب في عالم المعلومات.

فالمكتبات تجمع أنواع متعددة من مصادر المعلومات مثل:

1. الكتب.
2. الكتب المرجعية.
3. المجلات والجرائد المطبوعة.
4. المجلات والجرائد عبر شبكة الإنترنت.
5. تسجيلات مسموعة ومرئية.
6. برامج الحاسب.
7. قواعد المعلومات على شبكة الإنترنت.
8. مجموعة من المجسمات بما في ذلك النماذج والعينات.
9. مصادر أخرى متنوعة.

وتستخدم المكتبات عدد من السبل التنظيمية في الترتيب الحسي أو تجميعها على شكل مجموعات حسب المواد أو المصادر مثل:

1. الترتيب حسب الموضوع ويكون ذلك (للكتب والكتب المرجعية).
2. الترتيب الأبجدي ويكون ذلك (للمجلات العلمية والجرائد).
3. الترتيب حسب الأرقام التسلسلية ويكون ذلك (للمجموعات الصغيرة الخاصة).
4. قوائم بالموجودات ويكون ذلك (في قائمة أفضل المواقع على شبكة الإنترنت).

3.1 مصادر المعلومات Information sources:

هناك العديد من مصادر المعلومات التي يمكن أن توفر لك المعلومات التي تحتاجها, وهي تحوي المصادر التالية ولا تقتصر عليها:

1. الكتب.
2. دوائر المعارف (الموسوعات) العامة أو الخاصة بمواضيع محددة.
3. الدوريات (مجلات علمية, جرائد ... إلخ).
4. سجلات وقائع المؤتمرات والأوراق العلمية.

5. رسائل الماجستير والدكتوراه.
6. الكتيبات والرسائل.
7. المطبوعات والوثائق الحكومية.
8. المواد غير المنشورة.
9. مصادر شبكة الإنترنت.
10. أدلة للبحث وقوائم بالمراجع.
11. الأشخاص من خبراء ومتخصصين.

4.1 اختيار الموضوع Choosing a topic:

1.4.1 الخطوة الأولى: اختيار الموضوع Subject أو مجال الاهتمام:

من المعلوم أن كل رحلة لابد أن تبدأ بالخطوة الأولى, والخطوة الأولى في عملية البحث هي تقرير وتحديد الموضوع أو مجال الاهتمام بشكل مبدئي. وفي هذه المرحلة من البحث, فإنه من المقبول إذا كان لديك فكرة عامة عن ما تريد أن تتابع وتواصل العمل فيه. وعلى سبيل المثال, يمكنك أن تقرر البحث في تلوث البيئة, القنوات الفضائية, شبكات الحاسب, التعليم الابتدائي, علوم الفضاء ... إلخ. لكن كل واحد من هذه المواضيع Subjects يعتبر عريضاً و واسعاً لمشروع بحث واحد مستقل.

ومع أنك بدأت التفكير فقط في موضوع عام كما هو أعلاه إلا أن هدفك هو تضييق ذلك الموضوع الواسع العريض حتى تصل إلى الخطوة الثالثة والتي تصل عندها إلى موضوع البحث Topic والذي عادة ما يعبر عنه على صيغة سؤال.

والآن ما هو الفرق بين الموضوع في الفقرة الأولى Subject والموضوع في الفقرة الثانية Topic ؟

الموضوع Subject في الفقرة الأولى هو عبارة عن موضوع الاهتمام الواسع والذي يمكن الاختيار منه موضوعاً أكثر خصوصية Topic.

وبذلك يكون موضوع البحث Research topic عبارة عن مساحة الاهتمام الضيقة نسبياً والتي يمكن بحثها بعمق وتفصيل أكثر بالشكل الذي يتمشى مع توجيهات المشرف على الدراسة بما يحقق الهدف أو الأهداف منها. وفيما يلي بعض الأمثلة على المواضيع الواسعة Subject ومواضيع البحث الضيقة Topic:

أ ـ المواضيع العريضة Subject:

1. التعليم الابتدائي.
2. الصحافة.
3. علم الفلك.
4. علم الاقتصاد.
5. القانون / علم السياسة / علم الاجتماع.

ب ـ مواضيع البحث الضيقة Research topic:

1. "ما هي الطرق الفعالة لتعليم الأطفال القراءة ".
2. "ما هو تأثير العمالة الوافدة على اقتصاد المجتمع".
3. "ما هو أثر استخدام بعض المبيدات على مستوى بعض العناصر السامة في الخضار".
4. "هل يمكن استخدام الأشعة لتحسين بعض الخصائص الفيزيائية لبعض البوليمر".

وتجدر الإشارة هنا أن جميع الأمثلة الأربعة على مواضيع البحث Research topic عبارة عن أسئلة بنهاية مفتوحة Open-ended questions وذلك يعني أنها صيغت بطريقة معينة بحيث إن البحث وبطريقة مقصودة يمكن أن يستوعب وجهات نظر مختلفة Different perspectives. وتعتبر هذه الطريقة وبهذه العقلية الانفتاحية لاستيعاب جميع وجهات النظر أساسية جداً. فلو أنك بدأت بحثك باستنتاجاتك و وجهة نظرك الشخصية المحددة مسبقاً, فإنك لم تقم بإجراء بحث حقيقي كما تم وصفه في هذا الفصل. وإن كان هذا هو الوضع, فإنك من المحتمل جداً أن تقع ضحية تحيز البحث Research bias وهي طريقة معيبة يحدث فيها أنك ستهتم وتورد تلك المعلومات والدلائل التي تدعم رؤيتك التي تم تحديدها مسبقاً وتهمل تلك المعلومات والدلائل التي تعارضها. لذا فإنه لابد من القراءة الواسعة العريضة وعملية الجمع بعناية, وتقييم وجهات النظر المختلفة وأنواع الاستدلالات والتي يمكنك أن تشعر بأنها مبرره ومسوغة للوصول لاستنتاجاتك الشخصية ومن ثم التعبير عنهم بعرض بحثي مختصر.

حتى الآن وأنت فقط تختار موضوعاً واسعاً ومنه عاجلاً (في الخطوة الثانية والثالثة) ستشكل موضوعاً بحثياً Research topic وبشكل دقيق. وإذا كنت غير قادر على تحديد مساحة موضوع عريضة Subject فإليك بعض المقترحات التي قد تولد لديك أفكاراً:

1. اختر الموضوع الذي يستهويك. وكلما كان لديك الفضول وحب الاستطلاع في هذا الموضوع زاد الحماس و الحوافز الدافعة في هذا المشروع والذي بدوره سينعكس على جودة عملك.
2. مطالعة كتبك الدراسية, ملخصات المحاضرات الخاصة بك, المجلات الحديثة والجرائد, ومصادر المراجعات السنوية Annual review sources (مثل الكتب السنوية) ربما يعطيك بعض الأفكار.
3. اسأل معلميك ومسئولي المكتبة في كليتك واطلب منهم المساعدة في اختيار الموضوع Subject.

1 . 4 . 2 الخطوة الثانية: القيام باستكشاف مبدئي لموضوعك العام Subject:

الآن وقد حددت الموضوع العام لبحثك General Subject, فإنه من المهم أن تملك الحس بمحتويات ومتضمنات هذا الموضوع. وبعبارة أخرى على ماذا يحتوي ويتضمن هذا الموضوع وما هو القدر المتوفر من المعلومات عن هذا الموضوع ؟ وبشكل أكثر دقة فإنه يجب عليك أن تسأل نفسك الأسئلة التالية:

- ما هي النظم الآداب أو المهارات المتضمنة في هذا الموضوع ؟

1. كيف تطور وتغير هذا الموضوع مع الزمن ؟
2. ما هي المفاهيم والمصطلحات الأساسية المستخدمة في هذا الموضوع ؟
3. ما هي بعض النقاط المختلف عليها في هذا الموضوع ؟
4. من هم المفكرون والباحثون الأساسيين في هذا المجال ؟
5. ما هي بعض الأبحاث الأساسية المنشورة في هذا الموضوع ؟

هذه الأسئلة من الممكن عادة الإجابة عليها عن طريق المطالعة في المقالات ذات العلاقة في الموسوعات العامة والموسوعات ذات الموضوعات المحددة, أدلة البحوث, مصادر المراجعات السنوية وأدلة قوائم الكتب. القراءة المبدئية في هذه الأنواع من المصادر ستعودك على مجال بحثك وتساعدك على كسب الحس به والإلمام بمحتواه وتعقيداته.

وبمجرد حصولك على المعلومات والخلفية خلال فترة المراجعة هذه, فإنه يجب أن تكون قادراً على إنجاز تقدم ملحوظ في سبيل تشكيل السؤال الأساسي للبحث (المرحلة الثالثة). لذلك فإن المرحلة الثانية تصبح جزءاً مهماً جداً من مراحل البحث حيث إنك هنا ستقرر بالضبط على أي جانب أو جوانب من الموضوع Subject سيتم التركيز عليه.

ومن الفوائد النهائية من إجراء المراجعة الأولية للمواضيع أنه دائماً يوفر لك قوائم أولية لمصادر البحث مثل: قوائم الكتب, المقالات, التقارير ... إلخ. واعتمادا على الشكل النهائي لموضوعك Topic ستقوم بمزيد من القراءة.

1 . 4 . 3 الخطوة الثالثة: تضييق وتشكيل الموضوع العام Subject ليصبح موضوعاً خاصاً Specific Topic:

من المفترض أن تكون في هذه المرحلة قادراً ولو بشكل تقريبي على الأقل على أن تحدد موضوع بحثك الخاص Research topic بشكل مبدئي. وكن حذراً من اختيار الموضوع Topic ضيق النطاق بشكل كبير أو واسع النطاق بشكل كبير. ومن الجيد أن نوضح أنه حسب الخبرة والتجربة أن نتذكر التالي:

إذا كان هناك كتب كاملة كُتبت عن موضوعك Topic فإنه سيكون واسعاً جداً كمشروع بحث لورقة علمية. وبشكل عكسي, إذا كان سؤال بحثك يمكن إجابته وبشكل كامل في عدة مقاطع مكتوبة فإن مشروع بحثك سيكون ضيقاً ومحدوداً جداً. كذلك كن حذراً من اختيار موضوع بحث Topic حديث جداً, أو سري جداً, أو متخصص بحيث لا يمكنك الحصول على مواد منشورة عنه بأشكال متنوعة. وعلى كل حال, سواءً اخترت موضوعاً Topic محدوداً جداً, أو واسعاً جداً, أو خاصاً جداً (مُعد لفئة خاصة), فخذ في اعتبارك أن عملية التوجه والوصول للموضوع Topic المناسب قد يستمر في بعض الأحيان وبشكل جيد حتى مراحل متأخرة من عملية البحث. وبعبارة أخرى, كلما جمعت اكبر قدر من المعلومات عن موضوعك Topic فإن لك الحرية في تعديل موضوع بحثك Research topic إذا اكتشفت خلال قراءتك أنك حددت موضوعك Topic بشكل ضيق ومحدود جداً Too narrowly أو واسع جداً Too broadly.

كما أسلفنا سابقاً فإنه يتم التعبير عن مواضيع البحث Research topics على شكل سؤال.على سبيل المثال, " كيف يمكن أن تؤثر العمالة الوافدة على اقتصاد البلد ؟". وعند صياغة موضوع بحثك Research topic فخذ بالاعتبار أنه عادة يتضمن على الأقل جانبين أو فكرتين أساسيتين, غالباً تدعى بالمفاهيم.

على سبيل المثال, قد تكون اخترت "القوانين الوضعية في الولايات المتحدة الأمريكية" كموضوعك ا لعام General Subject وبشكل خاص "الأحكام القضائية". وبعد بعض البحث المبدئي, والقراءة عن الموضوع, قد تكتشف أن "الحكم بالإعدام" يعتبر نقطة رئيسية للخلاف والجدل في هذا

النظام الوضعي ومدى كفاءته في الحد من الجريمة. هنا فإن المفهوم الأول أو الفكرة الأساسية الأولى هي " حكم الإعدام ", والمفهوم الثاني هو " معدل حدوث الجريمة ". وبذلك فإن المفهومين (أو غالباً المفاهيم الثلاث) من مفاهيم موضوع البحث Concepts of research topic يمكن صياغتها بشكل مترابط كما يلي:

1. " تأثير المفهوم الأول على المفهوم الثاني ".
2. " دور المفهوم الأول في المفهوم الثاني ".
3. " استخدام المفهوم الأول في المفهوم الثاني ".

لذلك بعد عملية الاستكشاف المبدئية لموضوعك Topic في الموضوع العام Subject وهو "العدل القضائي" وتحديد النقطة المعينة التي تهمك يكون موضوع البحث Research topic المقنع هو: " أثر الحكم بالإعدام (المفهوم الأول) على معدل حدوث الجريمة (المفهوم الثاني) ".

وبإعادة صياغة هذا الموضوع Topic على شكل سؤال, فإنه يصبح الآن:" كيف يؤثر الحكم بالإعدام على معدل حدوث الجريمة في الولايات المتحدة الأمريكية ؟ ".

وعند صياغة سؤال بحثك فمن الأفضل البداية بالكلمات " كيف " أو " لماذا ". حيث أن أسئلة البحوث التي تبدأ بهذه الكلمات تقترح وبشكل آلي شيئاً من اتساع الاستقصاء وإثراء المناقشة, وعلى هذا النحو تساعدك لتفادي صياغة موضوعك Topic بشكل محدود وضيق جداً. ومن جهة أخرى عليك أن تتحاشى بداية سؤالك بالكلمات " من " " أين " أو " متى ", حيث أن هذه الكلمات ستدفع بحثك إلى مجالات محدودة وستكون غير قادر على الحصول على مادة كافية لمشروعك. أما أسئلة البحوث التي تبدأ بـ " ما " فإنها إما أن تكون مقبولة أو غير مقبولة, معتمدة على عدد المجالات واتساع مضمون بقية السؤال. لاحظ الاختلاف بين هذين السؤالين التاليين, حيث كل منهما يبدأ بكلمة " ما.... ".

- سؤال محدود جداً لجميع مهام معظم الأبحاث:

" ما هي نسبة الجرائم التي يحكم فيها بالإعدام كل سنة في الولايات المتحدة الأمريكية ؟ ".

- سؤال بحثي واسع ملائم لمعظم المشاريع البحثية:

" ما هو أثر الحكم بالإعدام على معدل حدوث الجريمة في الولايات المتحدة الأمريكية ؟ ".

(لاحظ أن هذا السؤال بالضبط نفس السؤال الواسع نسبياً كما ورد في الصياغة السابقة لهذا الموضوع Topic ما عدا أننا بدأنا أولاً بكلمة " كيف ". وسواءً كانت صياغة السؤال بدأت بـ "كيف" أو "ما هو" فإنه مركز بشكل جيد وملائم).

1 ـ 4 ـ 4 الخطوة الرابعة: قرر نوع وكمية المعلومات المحتاج إليها ومن ثم ما نوع المصادر التي ستوفر تلك المعلومات:

عند هذه المرحلة من العملية يجب عليك أن تقوم بما يسمى "التحليل المعلومات المحتاجة", وهي العملية التي من خلالها تقرر مقدار المعلومات المحتاجة و ما هي المصادر التي ستوفر تلك المعلومات. وتعتمد كمية ومقدار المعلومات التي تحتاج لها وبقدر كبير على العمل النهائي الذي تطمح له. هل أنت تعمل على إعداد بحث علمي من خمس عشرة صفحة أو تقرير جماعي, أو لحديث لمدة خمس دقائق؟ كل مشروع يحتاج لأنواع وكميات مختلفة من المعلومات. ولمساعدتك بالقيام بعملية "التحليل عن المعلومات" إسأل نفسك الأسئلة الثلاثة التالية:

1- ما هي نوع المعلومات التي أحتاجها في موضوعي Topic ؟
   - أ- خلفية عن الموضوع ؟
   - ب- مراجعة واسعة للموضوع ؟
   - ج- إحصائية ؟
   - د- حقائق ؟
   - ه- مناقشة مركزة ومحدودة ؟
   - و- تحليل وتعليق ؟
   - ز- مناقشات متخصصة أو تقنية ؟
   - ح- الأخبار الحديثة الجارية ؟
   - ط- مطبوعات حديثة أو قديمة أو جميعها ؟
   - ي- بيانات أولية أو ثانوية ؟

2- ما هو قدر المعلومات التي أحتاجها في موضوعي Topic ؟

قد يطلب المشرف على مشروع بحثك حداً أدنى من المصادر معتمداً على الطبيعة المحددة لهذا المشروع. وإن تعذر تحديد مقدار وكمية المعلومات التي تحتاجها بشكل مباشر من المشرف فإن عليك أن تقرر بنفسك وذلك بناءً على كمية ومقدار المعلومات المتاحة في موضوعك topic, مستوى الخبرة التي تود الحصول عليها, طول فترة الكتابة أو الحديث الذي تنوي إلقاءه.

ـ ما نوع المصادر التي ستوفر تلك المعلومات التي أحتاجها ؟

إن المعلومات التي تحتاجها قد توجد في مصادر معلومات كثيرة منها على سبيل المثال لا الحصر ما ذكرناه في مصادر المعلومات سابقاً.

1.4.4.1 مقارنة كل من المطبوعات مع الشبكة الإلكترونية كمصادر للمعلومات:

مع سهولة الدخول للموارد الإلكترونية قد يعرف الإنسان لماذا يظن الطلبة أن عملية البحث عن المعلومات تبدأ وتنتهي مع الحاسب. وعلى كل حال فإنه لا يوجد ما يسمى بالعملية الواحدة one-stop shopping عندما نتحدث عن عمل بحث عالي الجودة. فالباحث الجيد يعرف كيف يجد المعلومات بأنواع متعددة من الأشكال.

كما أنه ليست جميع المعلومات موجودة على الشبكة الإلكترونية. فلم تبرز قواعد المعلومات على الحاسب الآلي كأداة بحث حتى عام 1960 م لذلك فإن الكم الهائل من المعلومات في المكتبات بشكل مطبوع كما هي منذ أن تم اختراع المطابع عام 1465 م, فليس من الممكن أن نصدق بأن جميع هذه المعلومات التاريخية سيتم تحويلها إلى شكل معلومات على الشبكة الإلكترونية.

1.4.4.2 مميزات البحث في الشبكة الإلكترونية:

1. السرعة.
2. التنوع.
3. كثرة التداول و التحديث للمعلومة.
4. المرونة.
5. كثرة مصادر المعلومات.

1.4.4.3 عيوب البحث في الشبكة الإلكترونية:

1. الاصطدام بالفشل في الشبكة.
2. كثرة نتائج البحث في الشبكة.
3. عدم وجود الإشارة من مرجع لمرجع.

1.4.4.4 مميزات المصادر المطبوعة:

1. وجود الإشارات بين المراجع.

2. إمكانية توفير البحث التاريخي.

1 ـ 4 ـ 4 ـ 5 الخطوة الخامسة: اختر أدوات البحث الملائمة, ضع استراتيجية البحث لكل أداة, قم ببحث منظم ومخطط له باستخدام كل أداة:

بمجرد تحديدك لنوع المعلومة التي تحتاجها ونوع المصدر الذي سيوفرها لك فإن عليك أن تحدد الأداة المناسبة (مطبوعة أو في الحاسب) واستراتيجية استخدامها, ومن ثم إجراء البحث عن المعلومة.
وإنه من المهم جداً في هذه المرحلة أن تتذكر أن الأداة التي قررت استخدامها تعتمد على نوع ومستوى المعلومات التي تبحث عنها. وبعبارة أخرى فإن الأداة يجب أن تكون قادرة على أن توصلك للمعلومة التي تحتاجها.

وبمجرد اختيارك للأداة, فإن عليك أن تضع استراتيجية لاستخدامها. وتتمثل استراتيجية البحث هذه في خطة خاصة لكيفية عمل بحث عالي الكفاءة بحيث تغطي جميع المعلومات ذات العلاقة بموضوعك Topic والتي توفرها هذه الأداة. والتخطيط الجيد لاستراتيجية البحث يضيف لبحثك الدقة كما أنه يوفر عليك الكثير من الوقت وذلك بتفادي الدخول في متاهات قوائم طويلة من المواقع عديمة الصلة بالموضوع Topic. وفيما يلي الخطوات الأساسية المتبعة في عمل استراتيجية بحث بأي أداة:

1. قم بتقسيم سؤال بحثك إلى مفاهيم (الأفكار الأساسية).
2. قم بتحديد المرادفات و المصطلحات ذات العلاقة بكل مفهوم.
3. قم بربط تلك المصطلحات عند البحث بـ (و, أو).
4. قم بإجراء البحث في قواعد المعلومات باستخدام أسلوب مفاتيح الكلمات.
5. خذ في الاعتبار البحث في المجال أو الحقل المقصود بالمشروع.

1 ـ 4 ـ 4 ـ 6 الخطوة السادسة: القيام بتقييم المواقع التي وجدتها و اختيار الأكثر ارتباطاً بموضوعك:

الآن وبعد إجراء البحث باستخدام الأداة المناسبة سيتوفر لديك قائمة بالمواقع التي تمثل كتباً, مقالات علمية بالإضافة للعديد من مصادر المعلومات. وعند هذه المرحلة فإنه من المهم جداً أن تقوم بعملية تقييم لهذه المواقع من حيث ارتباطها وجودتها. حتى ولو أنك قمت ببحث دقيق ومخطط له إلا أنه يظل هناك إمكانية الحصول على نتائج ومواقع لا ترتبط بالموضوع. حيث أن كون الموقع يتضمن مصطلحات بحثك لا يعني بالضرورة أنه يرتبط بموضوع بحثك, لذلك فإنه من الخطأ أن تقوم بالإشارة أو كتابة كل

موقع يظهر لك. لذلك فإنه من المهم جداً أن تنمي مهاراتك على عملية التقييم وبشكل كبير جداً في هذه المرحلة حيث أن الحاسب لا يقرر نتائج البحث, بل عليك أن تقوم بهذا الدور بنفسك.

وفيما يلي ثلاثة أجزاء من الموقع والتي يجب عليك فحصها عن قرب. هذه الأجزاء من المواقع تحتوي على دلائل وإشارات تساعدك لتقرر عن ما إذا كان الموقع كاملاً له علاقة بموضوعك ومن ثم تتابع قراءته بشكله الكامل.

1. **العنوان:** إقرأ العنوان كاملاً, خصوصاً العنوان الفرعي إذا وجد, وانظر الى مفاتيح الكلمات والجمل والتي قد تشير إلى ما يرتبط بموضوعك.
2. **الملخص:** عادةً ما تحتوي المواقع في الحاسب على ملخص للموضوع. قراءة هذا الملخص ستساعدك لتقرر ما إذا كان الموقع مرتبطاً بموضوعك أو لا.
3. **المؤلف:** هل هذا المؤلف قد مر عليك أثناء قراءتك عن الموضوع, في موسوعة علمية, مقال علمي, أو خلافه. هل تم الإشارة لهذا المؤلف من بعض الكتاب الآخرين ؟ إذا كان الأمر كذلك فإن هذا الشخص قد يعد مهماً في المجال الذي أنت تبحث فيه.

1 . 4 . 4 . 7 الخطوة السابعة: إقرأ, دون ملاحظاتك, وقيم مدى ارتباط المصادر المختارة:

أنت الآن في مرحلة القراءة وتدوين الملاحظات من المصدر المرتبط بموضوعك الذي اخترته في الخطوة السابقة. عند تدوين الملاحظات فإنه من المهم أن تستخدم كلماتك وتعبيراتك الخاصة وإذا حدث واستعرت بعض الأجزاء من المصدر فيجب عليك أن تضعها بين قوسين " " صغيرين لتوضيح ذلك, وإن لم تفعل فإنك في هذه الحالة قد أذنبت بانتحال ما ليس لك Plagiarism.

1 . 4 . 4 . 8 الخطوة الثامنة: راجع ودقق وكرر الخطوات السابقة:

كما تم الإشارة سابقاً فهذا النموذج من عملية البحث يتميز بالمرونة حيث يتيح لك التصرف المناسب في الوقت المناسب حسب الحاجة. فعلى سبيل المثال إذا كانت نتيجة بحثك (الخطوة الخامسة) عبارة عن قوائم طويلة مئات أو ألوف من المصادر و وجدتها معلومات كثيرة جداً فهنا عليك أن تضيق وتركز موضوع بحثك بشكل أكثر (الخطوة الثالثة), أو تقوم بالبحث بشكل أدق باستخدام كلمات ومصطلحات مختلفة. وبشكل عكسي إذا كانت نتائج بحثك عبارة عن معلومات قليلة جداً فعليك أن توسع مدار تركيزك واهتمامك. وتذكر وأنت تتدرج ضمن خطوات عملية البحث هذه أنك تقوم بعملية

تقييم من خلال هدفك الأساسي العام, وتحاول الحصول على المعلومات التي تتواءم مع احتياجك. وإذا لم تتحقق أهداف بحثك فلديك مطلق الحرية لإجراء التعديلات الضرورية في أي مرحلة من مراحل البحث.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية:

1. ما هو الهدف من مسح الأدبيات وكيف يمكن تحقيقه ؟
2. اذكر أهم المصادر التي يمكنك استخدامها للحصول على المعلومة المطلوبة ؟
3. اذكر أربعة أمثلة على أنواع الترتيب المستخدمة في المكتبات لمحتوياتها من مصادر للمعلومات وغيرها ؟
4. ما هي المراحل التي يمر بها تحديد و اختيار الموضوع Choosing a topic ؟
5. ما هو الفرق بين الموضوع في الفقرة الأولى Subject والموضوع في الفقرة الثانية Topic ؟
6. ما هي الخطوات الأساسية المتبعة في عمل استراتيجية بحث بأي أداة ؟

إجابة الامتحان الذاتي

1. الهدف من مسح الأدبيات يكمن في جمع آراء رسمية عن موضوع معين, ويمكن تحقيق هذا الهدف عند القراءة بعناية وبشكل موسع ماذا كتب الآخرون في هذا ا لموضوع, ومن ثم يتم تحليل ومقارنة وتقييم هذه الأفكار ومن ثم تقدم الاستنتاجات الخاصة.

2. هناك العديد من مصادر المعلومات التي يمكن أن توفر لك المعلومات التي تحتاجها, وهي تحوي المصادر التالية ولا تقتصر عليها: الكتب ـ دوائر المعارف (الموسوعات) العامة أو الخاصة بمواضيع محددة ـ الدوريات (مجلات, جرائد ... إلخ) ـ سجلات وقائع المؤتمرات والأوراق العلمية ـ رسائل الماجستير والدكتوراة ـ الكتيبات والرسائل ـ المطبوعات والوثائق الحكومية ـ المواد غير المنشورة ـ مصادر شبكة الإنترنت ـ أدلة للبحث وقوائم بالمراجع ـ الأشخاص من خبراء ومتخصصين.

3. تستخدم المكتبات عدداً من السبل التنظيمية في الترتيب الحسي على شكل مجموعات حسب المواد أو المصادر مثل:
   1. الترتيب حسب الموضوع ويكون ذلك (للكتب والكتب المرجعية).
   2. الترتيب الأبجدي ويكون ذلك (للمجلات والجرائد).
   3. الترتيب حسب الأرقام التسلسلية ويكون ذلك (للمجموعات الصغيرة الخاصة).
   4. قوائم بالموجودات ويكون ذلك (في قائمة أفضل المواقع على شبكة الإنترنت).

4. المراحل التي يمر بها تحديد و اختيار الموضوع Choosing a topic:
   1. الخطوة الأولى: اختيار الموضوع Subject أو مجال الاهتمام.
   2. الخطوة الثانية: القيام باستكشاف مبدئي لموضوعك العام Subject.
   3. الخطوة الثالثة: تضييق وتشكيل الموضوع العام Subject ليصبح موضوعاً خاصاً Specific Topic.

5. الموضوع Subject في الفقرة الأولى هو عبارة عن موضوع الاهتمام الواسع والذي يمكن الاختيار منه موضوعاً أكثر خصوصية Topic. وبذلك يكون موضوع البحث Research topic عبارة عن

مساحة الاهتمام الضيقة نسبياً والتي يمكن بحثها بعمق وتفصيل أكثر بالشكل الذي يتمشى مع توجيهات المشرف على الدراسة بما يحقق الهدف أو الأهداف منها.

6. الخطوات الأساسية المتبعة في عمل استراتيجية بحث بأي أداة:
   1. قم بتقسيم سؤال بحثك إلى مفاهيم (الأفكار الأساسية).
   2. قم بتحديد المرادفات و المصطلحات ذات العلاقة بكل مفهوم.
   3. قم بربط تلك المصطلحات عند البحث بـ (و, أو).
   4. قم بإجراء البحث في قواعد المعلومات باستخدام أسلوب مفاتيح الكلمات.
   5. خذ في الاعتبار البحث في المجال أو الحقل المقصود بالمشروع.

مهارات التحليل الكيميائي

طرق جمع العينات و معالجتها

الجدارة:

أن يكون الطالب قادرا على وصف طرق جمع العينات و معالجتها.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

1. إدراك أهمية جمع العينات والعناية و مدى تأثيرها على النتائج النهائية للبحث.
2. وصف طرق أخذ عينة ممثلة من العينة الأم وأهمية ذلك.
3. وصف طرق جمع عينات التربة وإعدادها قبل التحليل.
4. وصف طرق جمع عينات الماء من مصادرة المختلفة.
5. وصف طرق جمع عينات النبات وإعدادها للتحليل.
6. وصف طرق جمع عينات الغبار المتراكم والغبار العالق بالهواء.

الوقت المتوقع للتدريب:

4 ساعات.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

طرق جمع العينات و معالجتها

1.2 مقدمة:

تختلف العينات المراد جمعها ومن ثم تحليلها تبعاً للهدف الأساسي من هذا العمل , فربما تكون هذه العينات حيوية من الإنسان (دم , شعر , أظافر , عينات عضوية داخلية , إفرازات داخلية أو خارجية ....الخ) , أو من الحيوان (بالإضافة لما سبق , الأظلاف , الأنياب , القرون ...الخ) , من الطيور (الريش , الفضلات .... الخ) , من النبات (الأوراق , لحاء الأشجار , حلقات السيقان , الجذور , الثمار ....الخ) كائنات بحرية مثل الأسماك والقشريات والأصداف , بالإضافة للأحياء الدقيقة من بكتريا وفطريات وخلافها.

كما أن هذه العينات قد تكون غير حيوية مثل التربة , الصخور , الرواسب , المياه , الهواء , الغبار , معادن , أو مواد عضوية غير حية مثل البلاستيك وخلافة.

ومما سبق يتضح الكم الهائل لأنواع العينات التي يمكن جمعها والتي بناءً على نوعها والهدف الأساسي من التحليل , وأجهزة التحليل المتوفرة بالإضافة لاعتبارات أخرى تحتاج لطريقة خاصة في جمعها ومن ثم معالجتها الأولية لتهيئتها للتحليل عن المادة تحت الدراسة و الاهتمام.

وفي هذا الفصل سنتعرض للطرق المتبعة لجمع عينات التربة , النبات , الماء والهواء والمعالجة الأولية لها.

2.2 طرق جمع عينات التربة وإعدادها:

في كثير من الحالات وفي العديد من العلوم بصورة عامة وفي علم التربة بصورة خاصة يتم تقدير وتحديد خصائص التلوث عن طريق اختبار عدد قليل من العينات من العدد الكلي (العينة الأم).

في علم التربة قد يكون الهدف من الدراسة تقدير احتياج حقل معين للأسمدة عن طريق تحليل هذه التربة وتقدير محتواها الطبيعي من تلك المخصبات (الأسمدة) , أو تشخيص النقص أو السمية في النبات أو الحيوان عن طريق تحليل التربة عن العناصر الأساسية النادرة Essential trace elements أو عن تركيز المعادن الثقيلة Heavy metals.

والتربة عبارة عن مادة متغايرة الصفات Heterogeneous بطبيعتها حيث يمكن ملاحظة اختلافات كبيرة في التركيب الكيميائي والطبيعة الفيزيائية بين عينات عشوائية تم جمعها من منطقة صغيرة تبدو للناظر بأنها متماثلة. فالحقل تحت الدراسة يمكن أن يتفاوت من حيث السمات السطحية Topography, نوع التربة, نوع الطبقات الصخرية التحتية Geological parent material.

لذا فإن المهمة الأولى هي الحصول على عينة تربة ممثلة لهذا الحقل أو أي منطقة تحت الدراسة. ولأهميته فإننا سنناقش فيما يلي جمع العينات الحقلية Field sampling.

وفي السياق الحالي , فإن تقدير الخصائص المطلوبة يتضمن التحليل الكيميائي لعينات التربة لغرض تقدير تراكيز المكونات الكيميائية. وهذا عادة يتطلب بعض المعالجة الكيميائية أو الفيزيائية لعينات الحقل , وأخذ عينات جزئية من عينة الحقل يتم معالجتها وتحليلها , بحيث تكون هذه العينة الجزئية الصغيرة ممثلة للعينة الحقلية والتي بدورها تمثل الحقل تحت الدراسة.

2 . 2. 1 التلوث والفقد Contamination and loss:

في أي مرحلة من عملية جمع العينات فإن هناك خطورة من أن تصبح العينة غير ممثلة بسبب إما تلوثها من مصدر خارجي أثناء أو بعد عملية الجمع أو بسبب الفقد الجزئي أو الكلي لبعض مركباتها.

يعتبر الفقد للتربة الجافة في المراحل الأولية من الجمع (غير الكيميائية) أقل أهمية , علماً أن الفقد للجسيمات الدقيقة جداً The fine size fractions قد يحدث خلال التعامل مع التربة الجافة. ويحدث الفقد للأصناف المتطايرة من الترب الرطبة مثل الأشكال العضوية لكل من الزئبق والسلينيوم , إذا لم تحفظ التربة عند درجة حرارة منخفضة. كما أن تخزين التربة وحفظها في حاويات من البولي أثلين لا يمنع فقد الزئبق منها أو تلوثها به من جو المختبر حيث أن مادة البولي أثلين تعتبر منفذة لبخار الزئبق.

ويعتبر تلوث العينة مشكلة كبيرة , لذلك فإنه عند اختيار موقع عينة بعينها فإنه يجب تفادي أي مصدر تلويث واضح. على سبيل المثال أي عينة يتم جمعها بالقرب من مصنع أو معمل جلفنة فإنه من المحتمل وبشكل كبير أن تكون غير ممثلة لتلك المنطقة الواسعة لاحتوائها على تركيز علي من الزنك.

كذلك عند اختيار الأدوات والحاويات المستخدمة في نقل تلك العينات للمختبر يجب أن تختار بعناية لتقليل تلوث العينة بالعناصر تحت الدراسة والاهتمام. ولكنه معلوم أننا لا نستطيع منع ملامسة العينة لمواد أخرى قد تلوثها ولكننا بحسن الاختيار لهذه المواد نستطيع منع أو تقليل عملية التلويث هذه.

وفي حال وجوب استخدام المعادن , فإن اقلها ضرراً من حيث الاستعمال , الألمنيوم الحديد المطاوع أو الحديد المُكربن Carbon steel. أخذاً بالاعتبار بعض المحاذير عند استخدام هذين المعدنين باعتبار أن بعض سبائك الألمنيوم تحتوي على النحاس والمجنيزيوم كما أن صفائح الألمنيوم قد تحتوي على طبقة سطحية من الزنك أو الكادميوم , بينما الحديد المُكربن قد يحتوي على الرصاص والسلينيوم. أما الحديد الفولاذ Stainless steel فيجب تجنب استخدامه حيث إنه من الممكن أن يحتوي على نسب

كبيرة من الكروم , منجنيز , مولبدينيوم , والنيكل هذا بالإضافة إلى كميات قليلة من الكوبلت , فانيديوم والتنجستن. وبشكل عام , فإن النحاس وسبائكه غير مرغوبة الاستخدام.

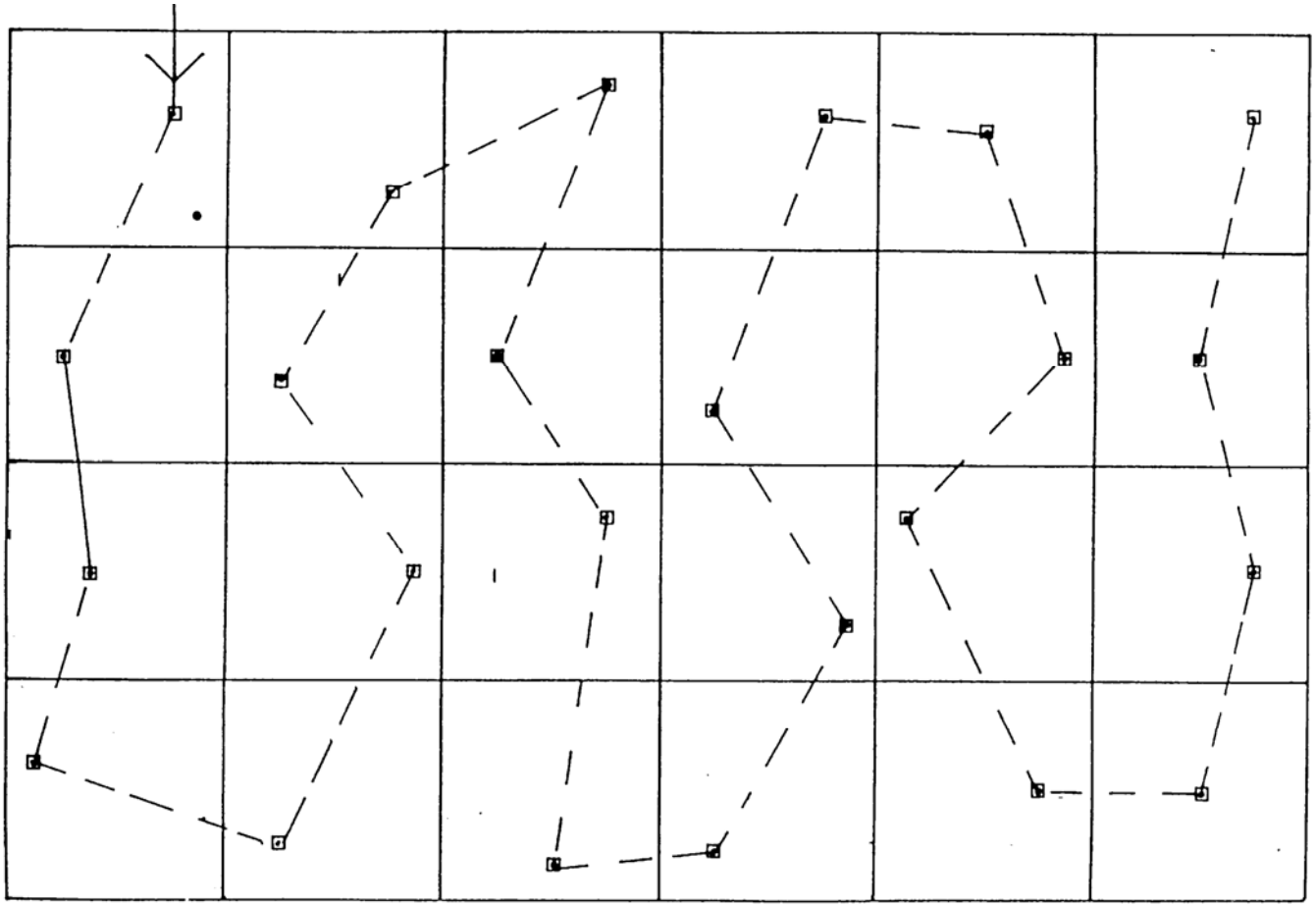
وبذلك فقد يعتقد أن استخدام البلاستيك بدلاً من المعادن في الأدوات والحاويات , هو الحل الواضح إلا أن ذلك يعد ضرباً من الوهم إلا في حال الاختيار الأمثل لذلك النوع من البلاستيك بالإضافة لإخضاع المادة المختارة لفحص تحليلي. فالبلاستيك بما في ذلك الـ PVC تحتوي على مدى واسع من المُلدنات Plasticisers , الحشوات Fillers , المثبتات Stabilizers , وموانع الأكسدة Antioxidants حيث العديد منها يتكون من مركبات عضوية معدنية , هذا بالإضافة إلى دهون المعادن الثقيلة والمستخدمة للتشحيم.

وعموماً فإن كلاً من بولي ترا فلورو أثلين PTFE , والبولي أثلين Polyethylene , والبولي بروبالين Polypropylene ومطاط السيليكون Silicon rubber تعتبر المواد البلاستيكية المفضلة للاستخدام. في حين أن المطاط الطبيعي يحتوي على كميات كبيرة من الزنك لذا يجب تفادي استعماله.
وبذلك فإن حاويات العينات يجب أن تكون من البولي أثلين أو من الزجاج , بينما تجنب استخدام كل من أكياس وصناديق الورق , خصوصاً عندما يكون البورون هو مدار الاهتمام حيث أن الورق يعتبر مصدراً جاهزاً للتلوث بأنواع البورون المتطايرة. وحيث إنه من الضروري جداً أن يكون لكل عينة رقمها المميز لها والملصق بها , فإن الملصق يجب أن يكون على الحاوية من الخارج وليس من الداخل , حيث أن كلاً من هذه الملصقات وأحبار الكتابة عليها قد تكون مصادر كبيرة للتلوث بالمعادن.

كذلك فإن هذه الشروط والحدود على أنواع المواد الواجب تفاديها أو استخدامها في جمع العينات والحاويات , يتم تطبيقها على المواد المستخدمة في تركيب المختبر وفي تخزين العينات.

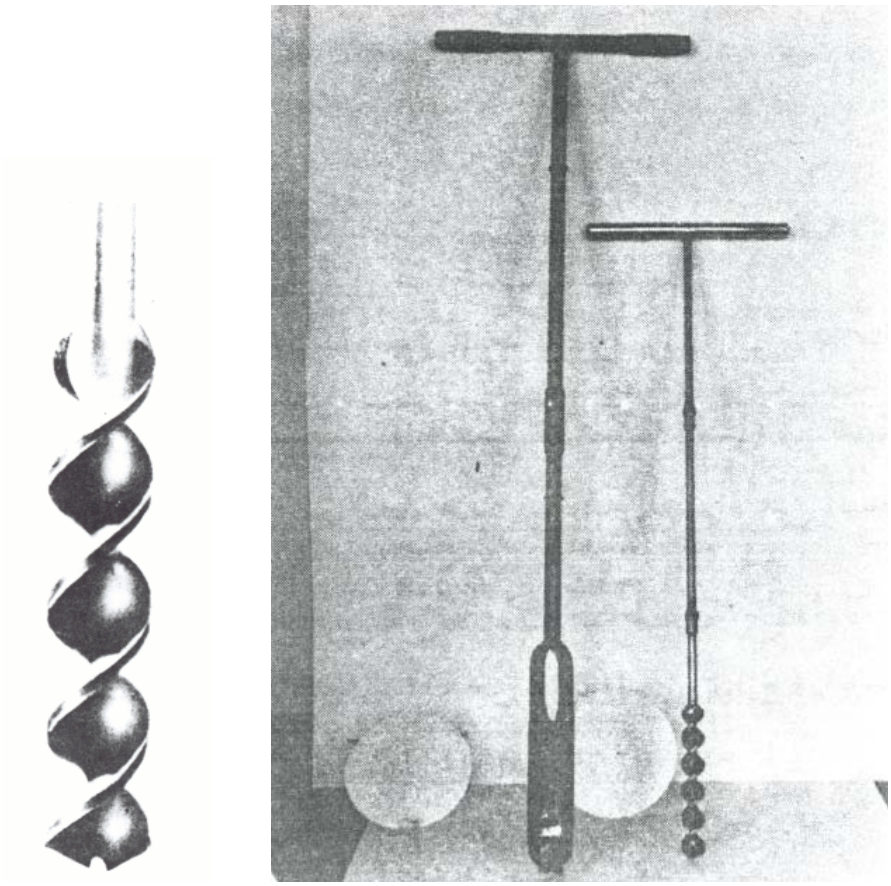
2 . 2 . 2 جمع العينات من الحقل Field sampling:

أنه ليس من المستحسن غالباً أن يتم جمع عينات الحقل من نقاط موزعة بشكل عشوائي. كما أن جمع العينات على طول خط قطري في هذا الحقل تعتبر طريقة غير ملائمة إطلاقاً , كذلك جمع العينات على طول خطين قطريين يعمل على تركيز معظم العينات في منتصف الحقل. لذلك فإن هناك طريقتين تتبعان غالباً عند جمع عينات التربة من حقول بمساحات صغيرة بحدود ثلاثة إلى أربعة هكتارات.
في الأولى يتم جمع 25 عينة لكل 4 هكتارات على طول مسار على شكل حرف W. وفي الثانية يتم جمع نفس العدد من العينات تقريباً على طول مسار متعرج , بجمع عينة واحدة من كل وحدة جمعاً كما هو موضح في (الشكل 2 . 1).



الشكل (2 ـ 1): أحد طرق أخذ عينات التربة من الحقل

و لجمع العينات من الأراضي الزراعية تستخدم البريمة (الشكل 2 ـ 2) حتى عمق المحراث (20 سم تقريباً) و أقل عمق (10 سم). وللعديد من الأغراض يتم جمع عينة مكونه من(1- 2 كجم) كأقل كتلة مطلوبة بحيث تكون كافية لتوفير (0.5 كجم) كعينة مجففة بالهواء. ويجب حفظ العينات في أكياس من البولي أثلين , وتحمل رقماً مميزاً لها من الخارج لنقلها للمختبر للتجفيف ومعالجة أخرى.



الشكل (2 ـ 2): البريمة

2 ـ 2 ـ 3 إعداد عينات التربة:

بمجرد وصول العينات إلى المختبر فإنه يتم تسجيلها ضمن محتويات القسم. فيتم استبدال الرقم الحقلي للعينات برقم العينة المعملي الدائم كما يتم تدوين البيانات التالية في دفتر التسجيل: تحديد موقع جمع العينة (تحديد إحداثيات الموقع على شبكة الجمع) , تاريخ الجمع , وصف مختصر للموقع مع ذكر المعلومات الخاصة به وتفيد في مناقشة النتائج وتفسيرها , نوع عينة التربة (من الحقل , حديقة , على عمق معين من سطح التربة) هذا بالإضافة إلى اسم الشخص الذي قام بجمع العينات.

إذا كان المطلوب قياس بعض المكونات للتربة (مثل محتواها من الرطوبة , النترات , الزئبق , الأس الهيدروجيني pH فيجب إجراء التحاليل مباشرة بمجرد وصول العينات للمختبر , ويكون الإعداد المطلوب في هذه الحالة هو إزالة الحجارة والعوالق العضوية الكبيرة. ولجميع القياسات الأخرى خلاف هذه فإنه يتم تجفيف العينات في الهواء. ويتم فرش عينات التربة عل طبقة نظيفة من البولي أثلين وتركها لتجف إما في درجة حرارة الغرفة أو في فرن التجفيف, وفي كلتا الحالتين يجب عدم تعريض التربة لأي تلوث من الهواء أو أي مصدر آخر.

بعد جفاف العينات فإنه يتم تفتيتها بلطف لتفكيك جميع الكتل المتجمعة. ومن ثم يتم نخل العينات باستخدام منخل من النايلون بفتحات 2mm والذي منه يتم الحصول على عينة ناعمة يتم حفظها في كيس من البولي أثلين , ويتم حفظها في صناديق مرقمة.

ملاحظات السلامة والصحة:

يجب وضع قناع على الوجه لتقليل استنشاق الغبار. خصوصاً أن التربة من المناطق النشطة وسط المدن تحتوي على الكثير من المواد الضارة , لذا يجب الحرص على غسل اليدين بعد عملية الجمع والإعداد للعينات.

2 . 2 . 4 أخذ عينة صغيرة من عينة التربة الحقلية Subsampling of soil sample:

لمعظم الأغراض التحليلية فإن عينة التربة سوف تجفف, ويتم تفتيتها بلطف لتفكيك وتفتيت التربة المتلاصقة ومن ثم تنخل لإزالة الحجارة والجذور الكبيرة ....الخ. هذه المادة المجففة في الغالب تحتاج أن يؤخذ منها عينة صغيرة تكون ممثلة لها وذلك لأجل:

1. الطحن إلى أقل من 100 µm لتحديد المحتويات الكلية أو للاستخلاص بالمادة الكيميائية المناسبة ليعطي محلولاً لتحديد المحتويات المستخلصة بهذه المواد.

والمشكلة التي تواجه الشخص المحلل هي كيفية أخذ واختيار الحجم لهذه العينة الصغيرة بحيث تكون عينة ممثلة , ويكون لها نفس التركيب والمحتوى وعلى وجه الخصوص نفس التركيز من العناصر التي تحت الاهتمام كما هو في العينة الأم الأصلية التي جمعت من الحقل The original bulk sample. كما أن الحصول على وزن تلك العينة الممثلة جزء من نفس المشكلة. والحل العملي لذلك هو تبني الطريقة التي وضحها وبينها جاكسون Jackson , والذي فيه يكون الحد الأدنى لوزن العينة الممثلة هو ذلك الوزن الذي يحتوي على الأقل 1000 حبيبة من العينة. ويكون الوزن الأفضل أو الأمثل مساوياً لثلاثة أو أربعة أضعاف الحد الأدنى. والجدول (2 . 1) يوضح بعض الأمثلة لوزن الحد الأدنى والأمثلة لبعض المناخل المختلفة الأحجام , وهذه الأمثلة تفترض كثافة عينة التربة الأصل Bulk soil sample مساوية 1.3 g/cm^3.

الجدول (2 ـ 1): العلاقة بين وزن الحد الأدنى والأمثل بحجم فتحات المنخل Mesh size

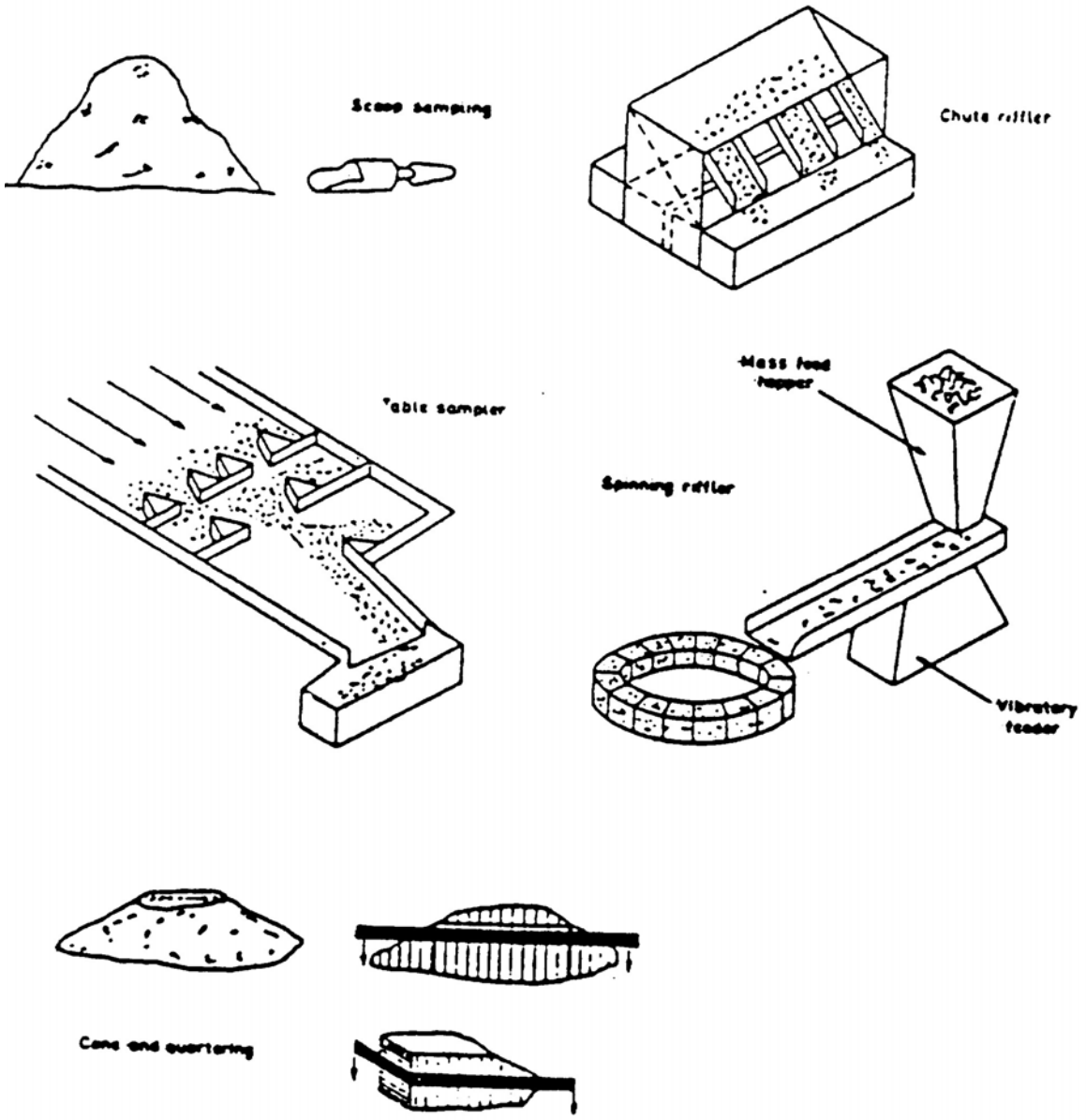
فتحة المنخل	وزن الحد الأدنى	الوزن الأمثل
Sieve opening (mm)	Minimum weight (mg)	Optimum weight (4 X Min. Wt.) (mg)
0.1	0.68	2.72
0.16	2.7	10.8
1	6.8	27.2
2	53	212
4	440	1760

ويمكن الحصول على عينة التربة الجافة النهائية المطلوبة لأجل التحليل بتجزئة العينة الأصلية بشكل ممثل وذلك بعدة طرق مختلفة موضحة في الشكل (2 ـ 3). طريقة الخلط بالانحدار الميكانيكي قد لا تكون دائماً مناسبة عند التحليل عن العناصر ذات التراكيز القليلة حيث أن المواد المستخدمة في التركيب قد تُضيف بعض التلوث للعينة. في حين أن طريقة تجميع العينة الأصل على شكل مخروط ومن ثم تقسيمها إلى أرباع Coning and quartering تتطلب أدوات صغيرة وملائمة للعينة الأصل بأي حجم. وفي هذه الطريقة يتم خلط العينة الكبيرة الأصل خلطاً جيداً ومن ثم تصب فوق بعضها على سطح نظيف من البولي إثيلين لتشكل مخروطاً , ومن ثم تقسيم ذلك المخروط إلى أربعة أرباع باستخدام شريحة من الألمنيوم على شكل صليب , ومن ثم يتم جمع الربعين المتعاكسين ويخلطان ليكونا عينة جزئية تعادل نصف العينة الأصل حجماً ووزناً. ومن ثم يتم تجميع هذا النصف على شكل مخروط وتربيعه بنفس الطريقة السابقة , ويتم تكرار هذه العملية حتى يتم الحصول على عينة جزئية ذات وزن قليل يوافق الوزن المطلوب لإجراء التحليل.

3.2 جمع عينات الماء:

2 ـ 3 ـ 1 الحاويات المستخدمة:

غالباً تكون دوارق البولي أثلين مناسبة لمعظم الأهداف إلا أنه يجب أن يتجنب استخدامها عندما يراد تحليل عينات الماء عن النيتروجين والفوسفور. حيث تستخدم اليوريا في إنتاج البلاستيك كما أن الفسفور يمتص بسرعة في البولي أثلين. وتجنب استخدام الزجاج عندما يكون من ضمن الأهداف قياس كل من Na, Ca, B, Si , وتجنب الغسل بالحمض عندما يُراد قياس الحمضية pH أو الكربونات أو البيكربونات. و غالباً ما تكون الدوارق التي بسعة $1000\ cm^3$ مناسبة.



الشكل (2 ـ 3): طرق تجزئة عينة التربة الأم للحصول على العينة النهائية للتحليل

2 ـ 3 ـ 2 جمع ماء الحنفية:

1. قم بجمع أول لتر من الماء بعد فتره من عدم الاستخدام ليلة واحدة مثلاً (عند قياس Pb في الماء على سبيل المثال).
2. عند تحليل الماء المستخدم بوضعه الاعتيادي , اترك الحنفية تصب لبضع دقائق , ومن ثم قم بتعبئة الدورق وتفريغه ثلاث مرات ثم قم بتعبئته للمرة الرابعة واعتبرها العينة المراد تحليلها.

2 . 3 . 3 جمع ماء المطر:

في هذه الحالة سيتم استخدام قمع خاص وخزان يتم بهما جمع ماء المطر المتساقط لفترة زمنية محددة.

2 . 3 . 4 جمع مياه البحيرات ومجاري الأنهار:

بشكل عام يتم تعبئة الدورق ثلاث مرات ويتم تفريغه في كل مره ومن ثم يتم تعبئته للمرة الرابعة واعتبارها العينة المطلوبة. ولكنك قد تحتاج لاستخدام بعض الأدوات للحصول على عينة عند أعماق تحت السطح يتم تحديدها مسبقاً حسب الهدف من التحليل.

2 . 3 . 5 حفظ وتخزين عينات الماء:

إن تبريد العينات ما بين 10 إلى 15 درجة مئوية سوف يمنع العديد من التغيرات. كما أن زيادة الحامضية إلى (pH = 1) باستخدام HCl أو HNO_3 سوف يمنع النشاط الحيوي الميكروبي كما أنه سيمنع امتصاص أيونات المعادن من الماء إلى سطح الدورق الداخلي.

ملاحظات للأمن والصحة:

خذ بالاعتبار المحاذير الاعتيادية المعتادة مثل ارتداء سترة النجاة عند استخدام القارب لجمع العينات , وغيرها.

2 . 4 جمع عينات النبات وإعدادها:

عند جمع العينات يجب التأكد من كون العينة المجموعة ممثلة لجميع النباتات المدروسة. بالنسبة للنباتات العشبية فإن العينة الحقلية الممثلة تتكون عادة من عشرين (20) عينة جزئية كل واحدة منها يتم جمعها من مربع طول ضلعه 0.5 متر. كما أن نباتات الحبوب الناضجة يتم جمع العينة بأخذ عدد ثلاث أو أربع نبتات عن طريق أخذ الجزء فوق الأرض كاملاً , وذلك من عشرين نقطة من مواقع جمع العينات. وفي حالة جمع العينات من الأشجار فيجب عليك تجنب الأغصان حديثة النمو واجمع من الأغصان الأقدم منها. وفي أحيان أخرى فإن برنامج جمع العينات يجب تصميمه حسب الظروف والاحتياجات المحلية.

وفي كل مره قم بجمع ما بين 5000 إلى 1000 جرام من العينة الطازجة الطرية واحفظها في كيس من الورق أو البولي أثلين. استخدم أدوات من الحديد الصلب المكربن Stainless steel.

غالباً ما تكون عينات النبات ملوثة بالتربة , لذا فإنه يجب غسل عينات الخضار مبدئياً بماء الحنفية (بمستوى ماء الشرب). أو قم بقص العينة على ارتفاع 3 سم على الأقل من مستوى سطح الأرض. كما أنه

ليس من الحكمة أن تقوم بجمع عينات النبات مباشرة بعد فترة جفاف طويلة أو بعد رياح شديدة أو بعد مطر غزير. وعند وصولك للمختبر قم بغسل العينات وتجفيفها بأسرع ما يمكن.

2 . 4 . 1 إعداد عينات النبات:

إن لم يكن من الممكن البدء في معاملة العينات مباشرة بمجرد وصول العينات للمعمل فيجب أن تحفظ في الغرفة الباردة في القسم (براد) بشرط عدم تجميدها. قم بغسل عينات النبات بماء مقطر لإزالة جميع الأوساخ المرئية مع مراعاة أن إطالة عملية الغسل قد تتسبب في تسرب بعض المحتويات من أنسجة النبات المغسول. كما يمكن تنظيف الخضروات باستخدام فرشاة من النايلون أو يتم تقشيرها , ومن ثم تقطع إلى شرائح ويتم وضعها على شريحة من الألمنيوم لتجف. أما بالنسبة للأعشاب والحبوب فيجب وضعها في كيس مفتوح من الورق. ويتم التجفيف في فرن تجفيف عند درجة حرارة 80 درجة مئوية. ومن ثم يتم طحن العينات وحفظها في حاويات من الزجاج أو البلاستيك.

2.5 جمع عينات الغبار الملوث للهواء:

يقسم الغبار الملوث للهواء تبعاً لحجم جسيماته إلى نوعين , الغبار المتراكم والغبار العالق. فالغبار المتراكم هو عبارة عن جسيمات ملوثة للهواء لا تلبث أن تعود إلى الأرض بعد انطلاقها بفعل الجاذبية الأرضية. وتشمل جسيمات الغبار المتراكم على الجسيمات التي يزيد قطرها عن 12.5 ميكروميتر. والغبار العالق هو عبارة عن الجسيمات التي تبقى عالقة بالهواء وتسقط بفعل الجاذبية الأرضية بمعدل بطيء , ويتراوح قطرها بين 0.1- 12.5 ميكروميتر.

ويقاس تلوث الهواء بالجسيمات بعدة طرق منها الترسيب Sedimentation والترشيح Filtration والتجزئة الحجمية Size fractionation. وقد يتم الترسيب بعدة طرق بعضها طبيعي يعتمد على الجاذبية الأرضية حيث لا تلبث الجسيمات المنطلقة من مصادرها أن تعود إلى الأرض بفعل الجاذبية الأرضية كما هو الحال في الجسيمات المنطلقة من مصانع الإسمنت كم يمكن استخدام تقنيات خاصة لاصطياد الملوثات من الهواء كما هو الحال باستخدام الحرارة أو القصور الذاتي. كما يمكن فصل الجسيمات الملوثة للهواء بعد جمعها إلى مجموعات تبعاً لحجمها باستخدام مناخل ذات مسامات متفاوتة في القطر.فعند مرور تيار الهواء المحمل بالجسيمات الملوثة خلال هذه المناخل المرتبة تنازلياً تبعاً لقطر مساماتها فإن المناخل العلوية تلتقط الجسيمات كبيرة الحجم والسفلية صغيرة الحجم.

1.5.2 جمع عينات الغبار المتراكم:

من طرق جمع عينات الغبار المتراكم طريقة الجردل المفتوح أو بواسطة سطح لاصق. يتم وضع مقدار معين من الماء في الجردل خلال فترة القياس وينبغي أن لا يجف الماء أثناء هذه الفترة. وبعد انتهاء مدة القياس يتم حساب الوزن الزائد وهو عبارة عن الغبار المتراكم على مساحة الجردل المفتوح. والطريقة المعتمدة عالمياً لقياس الغبار المتراكم هي استخدام وعاء الغبار المتراكم العياري Standard dustfall jar , وهو عبارة عن وعاء مستدير يبلغ ارتفاعه 21 سنتيمتر ومصنوع من مادة البولي أثلين. وعند القياس يعبأ بالماء حتى منتصفه ويوضع داخل صندوق ألمنيوم غير مغطى وله فتحات جانبية للتهوية , ويراعى إضافة الماء أثناء فترة القياس لتعويض الماء المتبخر. وبعد مرور مدة القياس وهي ثلاثون يوماً تزال الأشياء الكبيرة المترسبة كأوراق النباتات والألياف ثم يتم تبخير الماء ويحسب الوزن الزائد بالوعاء وهو عبارة عن الغبار المتراكم على مساحة الوعاء المستخدم ومنها تحسب كمية الغبار المتراكم بالطن في الكيلومتر المربع في المنطقة التي تمت عملية القياس بها.

ويجب مراعاة قياس الغبار المتراكم في الظروف الطبيعية وعلى مدار السنة وتجنب أوقات هبوب الرياح ونشاط البراكين وكذلك الفترات التالية لسقوط الأمطار مباشرة. والحد المسوح به عالمياً لتلوث الهواء بالغبار المتراكم هو 108 طن لكل كيلومتر مربع في السنة. كما يمكن استخدام الجسيمات المتراكمة لدراسة مكوناتها من المواد المحترقة بالإضافة إلى محتوياتها من المواد الكيميائية مثل النترات والكبريتات والكلوريد والعناصر السامة كالرصاص والزرنيخ وغيرها.

2.5.2 جمع عينات الغبار العالق:

يستخدم جهاز جامع الجسيمات في قياس الجسيمات العالقة Total suspended particulates بالهواء ويرمز لها بالرمز .T.S.P. ويعمل هذا الجهاز على سحب الهواء داخله بينما تحجز الجسيمات العالقة على سطح المرشحات الخاصة المستخدمة مع الجهاز. ويحتوي الجهاز على تدريج يقيس حجم الهواء المار خلال ورق الترشيح في الدقيقة الواحدة وفي نهاية فترة القياس يتم حساب الغبار العالق من الفرق في وزن ورقة الترشيح بعد وقبل تشغيل الجهاز مباشرة , وهو عبارة عن الغبار العالق في حجم الهواء الذي تم سحبه خلال فترة القياس. والحد المسموح به عالمياً لتلوث الهواء بجسيمات الغبار العالق حسب لوائح منظمة الصحة العالمية هو 75 ميكروجرام للمتر المكعب.

كما يمكن التعرف على تركيز محتويات هذا الغبار العالق من مواد كيميائية وعناصر سامة مثل الرصاص والكادميوم والزرنيخ وغيرها بعد إذابة أوراق الترشيح التي جمعت علية بأحد المحاليل الملائمة.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية:

1. أشرح كيف يمكن يتم جمع عينات التربة من الحقل ؟
2. أشرح أحد الطرق المناسبة لأخذ عينة صغيرة من عينة التربة الحقلية Subsampling of soil sample ؟
3. وضح كيف يتم جمع عينات ماء من الحنفية , ماء المطر , مياه البحيرات و مجاري الأنهار ؟
4. وضح الإعدادات الأولية لعينات النبات بعد جمعها ؟
5. ما المقصود بطريقة الجردل المفتوح والمستخدمة في جمع عينات الغبار المتراكم ؟

إجابة الامتحان الذاتي

1. إنه ليس من المستحسن غالباً أن يتم جمع عينات الحقل من نقاط موزعة بشكل عشوائي. كما أن جمع العينات على طول خط قطري في هذا الحقل تعتبر طريقة غير ملائمة إطلاقاً , كذلك جمع العينات على طول خطين قطريين يعمل على تركيز معظم العينات في منتصف الحقل. لذلك فإن هناك طريقتين تتبعان غالباً عند جمع عينات التربة من حقول بمساحات صغيرة بحدود ثلاثة إلى أربعة هكتارات.

في الأولى يتم جمع 25 عينة لكل 4 هكتارات على طول مسار على شكل حرف W. وفي الثانية يتم جمع نفس العدد من العينات تقريباً على طول مسار متعرج , بجمع عينة واحدة من كل وحدة جمع.

و لجمع العينات من الأراضي الزراعية تستخدم البريمة حتى عمق المحراث (20 سم تقريباً) و أقل عمق (10 سم). وللعديد من الأغراض يتم جمع عينة مكونه من(1 ـ 2 كجم) كأقل كتلة مطلوبة بحيث تكون كافية لتوفير (0.5 كجم) كعينة مجففة بالهواء. ويجب حفظ العينات في أكياس من البولي أثلين , وتحمل رقماً مميزاً مها من الخارج لنقلها للمختبر للتجفيف ومعالجة أخرى.

2. تعتبر طريقة تجميع العينة الأصل على شكل مخروط ومن ثم تقسيمها إلى أرباع Coning and quartering أحد الطرق المناسبة لأخذ عينة صغيرة من عينة التربة الحقلية حيث تتطلب أدوات صغيرة وملائمة للعينة الأصل بأي حجم. وفي هذه الطريقة يتم خلط العينة الكبيرة الأصل خلطاً جيداً ومن ثم تصب فوق بعضها على سطح نظيف من البولي أثلين لتشكل مخروطاً , ومن ثم تقسيم ذلك المخروط إلى أربعة أرباع باستخدام شريحة من الألمنيوم على شكل صليب , ومن ثم يتم جمع الربعين المتعاكسين ويخلطان ليكونا عينة جزئية تعادل نصف العينة الأصل حجماً ووزناً. ومن ثم يتم تجميع هذا النصف على شكل مخروط وتربيعه بنفس الطريقة السابقة , ويتم تكرار هذه العملية حتى يتم الحصول على عينة جزئية ذات وزن قليل يوافق الوزن المطلوب لإجراء التحليل.

3. عند جمع عينات ماء الحنفية:

قم بجمع أول لتر من الماء بعد فتره من عدم الاستخدام ليلة واحدة مثلاً (عند قياس Pb في الماء على سبيل المثال).

عند تحليل الماء المستخدم بوضعه الاعتيادي , اترك الحنفية تصب لبضع دقائق , ومن ثم قم بتعبئة الدورق وتفريغه ثلاث مرات ثم قم بتعبئته للمرة الرابعة واعتبرها العينة المراد تحليلها.

وعند جمع ماء المطر:

في هذه الحالة سيتم استخدام قمع خاص وخزان يتم بهما جمع ماء المطر المتساقط لفترة زمنية محددة.

جمع مياه البحيرات ومجاري الأنهار:

بشكل عام يتم تعبئة الدورق ثلاث مرات ويتم تفريغه في كل مره ومن ثم يتم تعبئته للمرة الرابعة واعتبارها العينة المطلوبة. ولكنك قد تحتاج لاستخدام بعض الأدوات للحصول على عينة عند أعماق تحت السطح يتم تحديدها مسبقاً حسب الهدف من التحليل.

4. إن لم يكن من الممكن البدء في معاملة العينات مباشرة بمجرد وصول العينات للمعمل فيجب أن تحفظ في الغرفة الباردة في القسم (براد) بشرط عدم تجميدها. قم بغسل عينات النبات بماء مقطر لإزالة جميع الأوساخ المرئية مع مراعاة أن إطالة عملية الغسل قد تتسبب في تسرب بعض المحتويات من أنسجة النبات المغسول. كما يمكن تنظيف الخضروات باستخدام فرشاة من النايلون أو يتم تقشيرها , ومن ثم تقطع إلى شرائح ويتم وضعها على شريحة من الألمنيوم لتجف. أما بالنسبة للأعشاب والحبوب فيجب وضعها في كيس مفتوح من الورق. ويتم التجفيف في فرن تجفيف عند درجة حرارة 80 درجة مئوية. ومن ثم يتم طحن العينات وحفظها في حاويات من الزجاج أو البلاستيك.

5. طريقة الجردل المفتوح هي إحدى الطرق المستخدمة في جمع عينات الغبار المتراكم حيث يتم وضع مقدار معين من الماء في الجردل خلال فترة القياس وينبغي أن لا يجف الماء أثناء هذه الفترة. وبعد انتهاء مدة القياس يتم حساب الوزن الزائد وهو عبارة عن الغبار المتراكم على مساحة الجردل المفتوح. والطريقة المعتمدة عالمياً لقياس الغبار المتراكم هي استخدام وعاء الغبار المتراكم العياري Standard dustfall jar , وهو عبارة عن وعاء مستدير يبلغ ارتفاعه 21 سنتيمتر ومصنوع من مادة البولي أثلين. وعند القياس يعبأ بالماء حتى منتصفه ويوضع داخل صندوق ألمنيوم غير مغطى وله فتحات جانبية للتهوية , ويراعى إضافة الماء أثناء فترة القياس لتعويض الماء المتبخر. وبعد مرور مدة القياس وهي ثلاثون يوماً تزال الأشياء الكبيرة المترسبة كأوراق النباتات والألياف ثم يتم تبخير الماء ويحسب الوزن الزائد بالوعاء وهو عبارة عن الغبار المتراكم على مساحة الوعاء المستخدم ومنها تحسب كمية الغبار المتراكم بالطن في الكيلومتر المربع في المنطقة التي تمت عملية القياس بها.

مهارات التحليل الكيميائي

التقييم الإحصائي للنتائج الكيميائية

الجدارة:

أن يكون الطالب قادرا على المعالجة الإحصائية للنتائج الكيميائية.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

1. وصف طرق التعبير عن النتائج المعملية بطرق حسابية وإحصائية واضحة.
2. تطبيق بعض الاختبارات الإحصائية التي تمكنك من اختبار صحة النتائج التي حصلت عليها.
3. وصف أنواع الأخطاء ومصادرها في النتائج المعملية.
4. وصف طرق مراقبة جودة نتائجك الكيميائية.

الوقت المتوقع للتدريب:

6 ساعات.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

التقييم الإحصائي للنتائج الكيميائية

1.3 مقدمة:

إن نتائج التحليل الكيميائي عامة عديمة الفائدة ما لم تكن مقيمة إحصائيا. و عند قياس أي خاصة فيزيائية لا بد أن يكون هناك خطأ محتمل في قياسها و يمكن تقليص هدا الخطأ إلى حد مقبول و لكن لا يمكن تلافيه تماما.

2.3 تعريف بعض المصطلحات الإحصائية:

1.2.3 الدقة و المصداقية Precision and Accuracy:

3.2.1.1 الدقة Precision:

هي قياس للتوافق بين نتائج لقياسات متكررة، و كلما كان هذا الفارق صغيراً كانت الدقة جيدة.

3.2.1.2 المصداقية Accuracy:

هي قياس لمدى قرب قياسات متكررة من القيمة الحقيقية في العينة.

و هناك نوعان من الأخطاء يؤثران على الدقة و المصداقية: الخطأ المنتظم و الخطأ العشوائي.

أ ـ الخطأ المنتظم Determinate error:

أسباب هذا الخطأ هي:

1. عجز في الطريقة المتبعة.
2. خلل في الجهاز المستخدم للتحليل.
3. المحلل الكيميائي.

و يؤثر هذا الخطأ على النتيجة في اتجاه واحد أي بعبارة أخرى تكون النتيجة إما أكبر أو أصغر من القيمة الحقيقية.

مثال 1: في حالة عدم ترسيب المادة ترسيبا كاملا تكون النتيجة دائما وزنا أقل للراسب فيكون الخطأ سلبيا.

مثال 2: إذا كانت المادة المراد قياسها تحتوي على شوائب تتفاعل مع الكاشف فإن كمية الكاشف المستخدم ستكون أكبر من الكمية المطلوبة فيكون الخطأ إيجابيا.

ملاحظة:

إذا كان الخطأ المنتظم ثابتا: فإنه سيؤثر في المصداقية و لن يؤثر على الدقة.

إذا كان الخطأ المنتظم غير ثابت: فإنه سيؤثر في المصداقية و الدقة معا.

ب ـ الخطأ العشوائي Random error:

مصدر هذا النوع من الخطأ مجهول و لا يمكن التحكم به و لحسن الحظ فإن له قيماً صغيرة تمتاز بالعشوائية و لا يمكن تقديرها بإتباع طرق الأخطاء.

ملاحظة:

يصعب تحديد الخطأ العشوائي و لكنه يحدث تغيراً في القيمة الحقيقية للمادة المراد قياسها سلبا و إيجابا بمقدار واحد أي نسبة الزيادة أو النقصان تكون متساوية حول القيمة الحقيقية.

و تعطى القياسات الكيميائية على شكل الأعداد التالية:

متوسط القيمة المقاسة أو متوسط القيمة.

1. متوسط الانحراف.
2. الانحراف المعياري.
3. الانحراف المعياري النسبي.

3 ـ 2 ـ 2 المتوسط Mean و القيمة الوسطية Median:

3 ـ 2 ـ 2 ـ 1 المتوسط The mean:

و هو مجموع القياسات مقسوما على عدد القياسات n:

$$\overline{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... + x}{n}$$

حيث:

$\overline{X}$: المتوسط Mean.

$x_1, x_2, x_3 ...$: القياسات الفردية.

n: عدد القياسات.

و يمكن كتابة كيفية حساب المتوسط بطريقة أخرى:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i}{n}$$

حيث $\sum_{i=1}^{i=n} x_i$ (سيجما Sigma) تعني مجموع القياسات الفردية من 1 حتى n.

مثال: أجريت معايرة لقياس نسبة الكلور فوجدت النتائج التالية: 6.87 ,6.84 , 6.88 ,6.88, 6.85 , 6.83 احسب المتوسط.

الحل:

$$\overline{X} = \frac{6.87 + 6.84 + 6.88 + 6.88 + 6.85 + 6.83}{6} = 6.86\ \%$$

3 ـ 2 ـ 2 ـ 2 القيمة الوسطية The Median:

في بعض الحالات تستخدم القيمة الوسطية Median بدلا من المتوسط و تعرف بالقيمة الوسطية لأنها النتيجة التي تتوسط النتائج بمعنى أن نصف النتائج يكون أكبر منها و النصف الآخر أصغر منها من حيث القيمة, هذا في حالة كون عدد النتائج فرديا و في حالة كونه زوجيا يؤخذ المتوسط على أنه متوسط النتيجتين المتوسطتين.

مثال 1: احسب القيمة الوسطية فيما يلي: 2.81 , 3.56 ,2.10 , 3.50 , 2.79.

الحل:

ـ أولا: نرتب النتائج ترتيبا تصاعديا: 2.10 , 2.79 , 2.81 , 3.50 , 3.56

ـ ثانيا: القيمة الوسطية تساوي النتيجة الموجود في الوسط بعد الترتيب و هي 2.81.

مثال 2: احسب القيمة الوسطية فيما يلي: 5.99 , 6.01 , 5.90 , 5.51.

الحل:

أولا: نرتب النتائج ترتيبا تصاعديا: 5.51 , 5.90 , 5.99 , 6.01

ثانيا: نحسب القيمة الوسطية: التي تساوي متوسط النتيجتين المتوسطتين:

$$\text{median} = \frac{5.90 + 5.99}{2} = 5.95$$

3.2.3 الانحراف المعياري Standard deviation و الانحراف المعياري النسبي Relative standard deviation:

3.2.3.1 الانحراف المعياري:

يحسب الانحراف المعياري sd كما يلي:

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(x_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

مثال: احسب الانحراف المعياري فيما يلي: 6.87 ,6.84 , 6.88, 6.88 , 6.85 , 6.83.

الحل:

أولا: نحسب $\sum_{i=1}^{i=n}\left(x_i - \overline{X}\right)^2$:

$$\left(x_1 - \overline{X}\right)^2 = (6.87 - 6.86)^2 = (0.01)^2 = 1\times10^{-4}$$
$$\left(x_2 - \overline{X}\right)^2 = (6.84 - 6.86)^2 = (0.02)^2 = 4\times10^{-4}$$
$$\left(x_3 - \overline{X}\right)^2 = (6.88 - 6.86)^2 = (0.02)^2 = 4\times10^{-4}$$
$$\left(x_4 - \overline{X}\right)^2 = (6.88 - 6.86)^2 = (0.02)^2 = 4\times10^{-4}$$
$$\left(x_5 - \overline{X}\right)^2 = (6.85 - 6.86)^2 = (0.01)^2 = 4\times10^{-4}$$
$$\left(x_6 - \overline{X}\right)^2 = (6.83 - 6.86)^2 = (0.03)^2 = 9\times10^{-4}$$

$$\sum_{i=1}^{i=n}\left(x_i - \overline{X}\right)^2 = 23\times10^{-4}$$

ثانيا: نحسب الانحراف المعياري sd:

$$sd = \sqrt{\frac{23\times10^{-4}}{6-5}} = \sqrt{\frac{0.0023}{5}} = 0.02$$

3 . 2 . 3 . 2 الانحراف المعياري النسبي Relative Standard Deviation:

يعبر الانحراف المعياري النسبي عن دقة نتائج التحليل و غالبا ما يستخدم بدلا من الانحراف المعياري. يحسب الانحراف المعياري النسبي rds كما يلي:

$$rsd=\frac{sd}{\overline{X}}\times 100\%$$

مثال: احسب الانحراف المعياري النسبي فيما يلي: 6.87 ,6.84 , 6.88 ,6.88 , 6.85 , 6.83.

الحل: sd يساوي 0.02 و المتوسط يساوي 6.86 كما رأينا في المثال السابق.

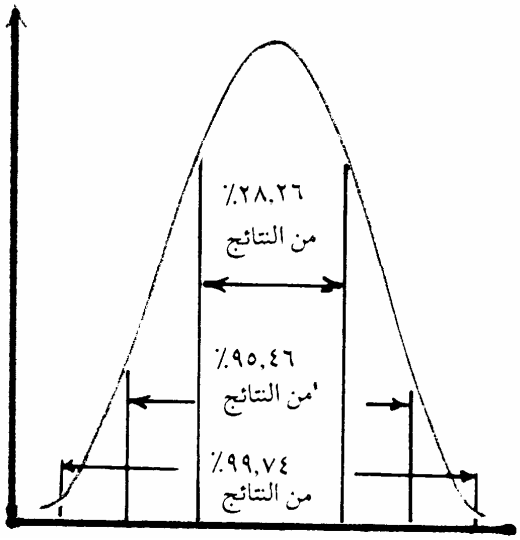
$$rsd=\frac{0.02}{6.86}\times 100$$

$$rsd=0.29\%$$

3.2.4 منحنى التوزيع الطبيعي للنتائج Normal distribution:

نفترض أننا حللنا عنصراً ما في عينة ما عدة مرات (مثلا 100 مرة) باستخدام طريقة معينة. فإذا رسمنا العلاقة بين التردد (التواتر, التكرر) أي عدد القياسات التي تقع بنفس المقدار بالمقابل مع القياسات حصلنا على منحنى يسمى بمنحنى الخطأ الطبيعي Normal distribution أو منحنى جوسان Gaussian Curve أو المنحنى الجرسي Bell-shaped distribution (الشكل 1).

يبين هذا المنحنى أن الانحراف الناتج عن الخطأ العشوائي (نفترض أن ليس هناك خطأ منتظم) يتوزع بشكل متماثل حول القيمة الحقيقية (الانحراف = صفر) و ذلك لأن المتوسط يؤخذ في هذه الحالة على أنه القيمة الحقيقية و أن احتمال حدوث الانحراف الإيجابي يساوي احتمال حدوث الانحراف السلبي.



الشكل (3 ـ 1): شكل المنحنى الطبيعي

لكل قياس فردي يمكن حسب الخطأ بالمعادلة التالية:

الخطأ = القيمة المرصودة (المقاسة) - القيمة الحقيقية

يلاحظ من الشكل (1) أن شكل المنحنى متناظر أي أنه يوجد مقابل كل خطأ موجب خطأ سالب له نفس القيمة المطلقة. كما توجد نسبة عالية لتكرار القياسات ذات الخطأ البسيط حيث أن أكثر من 68٪ من القياسات تقع في المجال $\overline{X}$+sd و نسبة بسيطة لتكرار القياسات ذات الخطأ الكبير حيث 99.74٪ من القياسات تقع في المجال $\overline{X}$+3sd. و من أهم استعمالات منحنى التوزيع الطبيعي أنه يمكننا من معرفة جودة المتوسط للنتائج.

مثال:

إذا كان المتوسط يساوي 10.00٪ و الانحراف المعياري يساوي 0.65٪ فإن ثلثي النتائج ينبغي أن تقع في المجال 10.00+ 0.65٪ إذا كان توزيع النتائج طبيعيا.

3.3. طرق المقارنة بين نتائج التحليل الكيميائي:

هناك العديد من الاختبارات الإحصائية للمقارنة بين نتائج التحليل الكيميائي و منها :اختبار F و اختبار t.

3.3.1 اختبار F F-test:

يستخدم اختبار F لمعرفة هل هناك فرق في الدقة بين طريقتين للتحليل أو محللين و تستخدم المعادلة التالية لهذا الغرض:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

حيث s يساوي الانحراف المعياري. و بما أن F≥1 (انظر إلى الجدول 1) فيجب أن يكون الانحراف المعياري الذي يوضع في البسط أكبر من ذلك الذي يوضع في المقام.

بعد حساب قيمة F نرجع إلى جدول قيم F (الجدول 1) عند مستوى الثقة المطلوب حيث أن V_1 تمثل درجة حرية البسط و V_2 درجة حرية المقام علما بأن درجة الحرية = عدد العينات – 1 (1 (n –1).

الجدول (3. 1): قيم F عند حدود الثقة 95٪

V1/ V2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	9.20	19.20	19.20	19.30	19.30	19.40	19.40	19.40	19.40
3	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79
4	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96
5	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74
6	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06
7	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64
8	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35
9	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.15
10	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98

مثال: قدر تركيز الرصاص في عينة بطريقة قياسية معروفة و طريقة قياسية جديدة و حصلنا على النتائج التالية:

الطريقة القياسية الجديدة ppm	الطريقة القياسية المعروفة ppm
127	129
125	131
126	130
129	127
131	125
130	128
123	-

هل دقة الطريقة الجديدة تختلف بشكل واضح عن الطريقة القياسية المعروفة (ثقة 95٪)؟

الحل:

$$\overline{X_1} = 127$$

$$\overline{X_2} = 128$$

$$S_1^{\,2} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}\left(x_{i1} - \overline{X_1}\right)^2}{7-1} = \frac{50}{6} = 8.3$$

$$S_2^{\,2} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}\left(x_{i2} - \overline{X_2}\right)^2}{6-1} = \frac{24}{5} = 4.8$$

$$F = \frac{8.3}{4.8} = 1.73$$

قيمة F في الجدول تساوي 4.95 (95٪ ثقة ، 1 - 7=V1 و 1 - 6= V2). و بما أن قيمة F المحسوبة أصغر من قيمة F الجدولية, فيمكننا الحكم بثقة 95٪ بأن الطريقة الجديدة لا تختلف من حيث الدقة بشكل واضح عن الطريقة القياسية المعروفة و أن الانحراف المعياري في كل الطريقتين ناتج عن أخطاء عشوائية.

3 . 3 . 2 اختبار t:

يستخدم اختبار t للمقارنة بين مصداقية طريقتين للتحليل أو نتائج محللين و في هذه الحالة تستخدم المعادلات التالية:

أ ـ إذا كانت القيمة الحقيقية معروفة تستعمل المعادلة التالية:

$$\pm t = \left(\overline{X} - \mu\right)\frac{\sqrt{n}}{s}$$

حيث:

$\overline{X}$: المتوسط.

μ: القيمة الحقيقية.

s: الانحراف المعياري.

ب ـ إذا كانت μ غير معروفة و $\overline{X_1}$ و $\overline{X_2}$ معروفين, تحسب t كما يلي:

$$\pm t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{S}\sqrt{\frac{n1 \times n2}{n1 + n2}}$$

حيث:

$\overline{X}$: المتوسط.

n: عدد القياسات.

s: الأنحراف المعياري المشترك.

و يحسب s كما يلي:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(x_{i1} - \overline{X}_1)^2 + \sum_{i=1}^{i=n}(x_{i2} - \overline{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

مثال 1:

قمت بتحليل النحاس في مادة قياسية تركيزها معلوم 11.7 ppm ، و كررت التحليل خمس مرات وكان متوسطها يساوي 10.8 ppm و الانحراف المعياري يساوي $s = \pm 0.7$ ppm. ما هي مصداقية نتائجك بثقة 95٪؟ هل الخطأ عشوائي أم منتظم؟

الحل:

$$\pm t = (10.8 - 11.7)\frac{\sqrt{5}}{0.7}$$

$$\pm t = 2.9$$

من الجدول (2) نجد بأن t الجدولية تساوي 2.776 (95٪ , 4 = 1 – n) فنحكم بثقة 95٪ أن طريقتك لم تعط النتيجة الصحيحة أي أنها غير صادقة بسبب وجود خطأ منتظم أثناء التحليل.

مثال 2: قمت بتقدير الكالسيوم في عينة من التربة عدة مرات بطريقة جديدة و طريقة قياسية معروفة وحصلت على النتائج التالية:

الطريقة الجديدة (٪)	الطريقة القياسية المعروفة (٪)
20.10	18.89
20.50	19.20
18.65	19.00
19.25	19.70
19.40	19.40
19.99	-

هل هناك فرق إحصائي واضح بين دقة و مصداقية الطريقتين عند مستوى الثقة 95٪؟

الحل:

أولا: الطريقة الجديدة:

$$\sum_{i=1}^{i=n}\left(x_{i1} - \overline{X_1}\right)^2 = 2.262$$

$$s_1^{\,2} = \frac{2.262}{5} = 0.452$$

ثانيا: الطريقة القياسية المعروفة:

$$\sum_{i=1}^{i=n}\left(x_{i2}-\overline{X_2}\right)^2 = 0.420$$

$$s_2{}^2 = \frac{0.420}{4} = 0.105$$

نحسب F:

$$F = \frac{0.425}{0.105} = 4.30$$

قيمة F المحسوبة (4.30) أقل من قيمة F الجدولية (6.26), لذا فإن الطريقتين متشابهتان من حيث الدقة أي أن الانحراف المعياري لكل منهما متقرب.

لاختبار مصداقية الطريقتين نطبق اختبار t.

أولا: نحسب S.

$$S = \sqrt{\frac{2.262+0.420}{6+5-2}}$$

$$S = 0.546$$

و من ثم نحسب t:

$$\pm t = \frac{19.65-19.24}{0.546}\sqrt{\frac{6\times 5}{6+5}}$$

$$\pm t = 1.23$$

نجد أن قيمة t الجدولية (ثقة = 95٪ و درجة الحرية $n_1 + n_2 - 2 = 9$) تساوي 2.26 و بما أن t المحسوبة أصغر من t الجدولية فيمكن أن نحكم أن الطريقتين لا تختلفان من حيث المصداقية أي أن متوسطهما متقارب و الفرق بينهما ناتج عن خطأ عشوائي.

الجدول (3 ـ 2): قيم t عند حدود ثقة مختلفة

درجات الحرية (n-1)	حدود الثقة		
	%90	%95	%99
1	6.314	12.706	63.657
2	2.920	4.303	9.925
3	2.353	3.182	5.841
4	2.132	2.776	4.604
5	2.015	2.571	4.032
6	1.953	2.447	3.707
7	1.895	2.365	3.499
8	1.860	2.306	3.355
9	1.833	2.262	3.250
10	1.812	2.228	3.169

أسئلة:

قام محللان بتقدير عنصر الكوبلت في سبيكة جديدة و حصلا على النتائج التالية:

المحلل 1	المحلل 2
45.21	46.06
45.92	45.95
45.75	45.87
45.02	45.21
44.99	46.14

هل هناك فرق بين دقة و مصداقية المحللين عند مستوى الثقة 95٪؟

3 ـ 4 استبعاد النتيجة الشاذة (اختبار Q) Q test:

عند تكرار التحليل عدة مرات (من 3 الى 10) و لما تظهر لنا نتيجة مختلفة بشكل كبير من النتائج الأخرى، يستعمل اختبار Q لكي نقرر هل يمكن استبعادها أو الاحتفاظ بها و نحسب Q كما يلي:

أ ـ اذا كانت النتيجة الأصغر هي الشاذة ترتب النتائج تصاعديا و يحسب Q:

$$Q = \frac{X_2 - X_1}{X_n - X_1}$$

ب ـ اذا كانت النتيجة الأكبر هي الشاذة (أكبر نتيجة هي X_n):

$$Q = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_1}$$

مثال: حصلنا على النتائج المكررة التالية: 103، 10.0 ، 9.82 ، 10.9. هل يمكن الأحتفاظ بالنتيجة 10.9 عند ثقة 95٪؟

الحل: أولا نرتب النتائج تصاعديا: 9.82 ، 10.0 ، 10.3 ، 10.9.

$$Q = \frac{10.9 - 10.3}{10.9 - 9.82} = \frac{0.60}{1.08} = 0.56$$

بما أن القيمة الجدولية (ثقة = 95٪ و n = 4) تساوي 0.829 (أكبر من القيمة المحسوبة 0.56) نستنتج بأنه يمكن الاحتفاظ بنتيجة 10.9 عند مستوى الثقة 95٪ و هناك 95٪ احتمال أن الخطأ هو خطأ عشوائي.

ملاحظة:

1. لا يمكن تطبيق اختبار Q في حالة ثلاثة قياسات عندما يكون اثنان منها متساويين لأن النتيجة الثالثة ستستبعد مهما كانت قيمتها
2. إذا أكد اختبار Q على الاحتفاظ على النتيجة الشاذة فيكون استخدام المتوسط بدلا من المتوسط لأنه لا يتضمن النتيجة الشاذة.

الجدول (3 ـ 3): قيم Q عند حدود ثقة مختلفة

%99	%95	%90	n
0.994	0.970	0.941	3
0.926	0.829	0.765	4
0.821	0.710	0.642	5
0.740	0.625	0.560	6
0.680	0.568	0.507	7
0.634	0.526	0.468	8
0.598	0.493	0.437	9
0.568	0.466	0.412	10

3ـ5 مراقبة الجودة Quality control:

مراقبة الجودة هي عبارة عن تخطيط منهجي يحتوي على عمليات و برامج هدفها مراقبة مدى دقة و مصداقية النتائج للحصول في النهاية على نتائج ذات جودة عالية. و يؤخذ في الاعتبار في عملية مراقبة الجودة الآتي:

1. تقدير حد الاكتشاف Detection limit أو الحساسية Sensitivity.
2. تقدير الدقة في فئة batch من العينات و بين فئات من العينات Between batches و لهذا الغرض تستخدم عينات مزدوجة Replicates samples تدخل عشوائيا في فئة من العينات.
3. تقدير المصداقية بتحليل مادة قياسية معترف بها Certified reference material.
4. سجل للنتائج.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. ما هي أنواع الخطاء المحتملة في النتائج المعملية ؟
2. ما هي أنوا ع الأخطاء المنتظمة ؟
3. ما هو الفرق بين الدقة Accuracy و الانضباطية Precision في النتائج المعملية ؟
4. ما هو اختبار Q , ولماذا يستخدم ؟

إجابة الامتحان الذاتي

1. يمكن تقسيم الأخطاء حسب صفاتها إلى قسمين وهما:

   1. أخطاء منتظمة Systematic Errors.
   2. أخطاء عشوائية Random Errors.

2. يمكن تقسيم الأخطاء المنتظمة إلى:

   1. أخطاء آلية: وهذه أخطاء ناتجة عن عطل في الأجهزة بسبب عدم معايرتها وضبطها.
   2. أخطاء تشغيلية: وهي ناتجة عن التشغيل ويمكن تلافيها بزيادة الخبرة والاهتمام من قبل المحلل ومنها أخطاء ناتجة عن نقل المحاليل أو تجفيف العينة أو عمل أوزان خاطئة.
   3. أخطاء طرقية: وهي أكثر الأخطاء خطورة للمحلل نظرا للظروف المحيطة بها مثل الأخطاء الناتجة عن الترسب الثانوي للشوائب و الذوبانية الجزئية للمادة الراسبة وغيرها من الأخطاء الناتجة مثلا عن اختيار طريقة خاطئة للعمل.

3. تعرف الدقة Accuracy: بأنها طريقة لمعرفة قرب وبعد النتيجة المعملية من النتيجة الحقيقية.
بينما تعرف الانضباطية في النتائج المعملية بأنها طريقة لمعرفة تقارب النتائج المعملية من بعضها البعض عند تكرارها للعينة الواحدة.

4. اختبار Q يستخدم للتخلص من القراءة الخاطئة في التحليل ولا يستخدم لعدد قليل من القراءات بل لعدد كبير. وتطبيق الطريقة بوضع القراءات تسلسليا ويحسب الفرق بين أقل قراءة والقريبة منها (a) وأكبر قراءة وأقل قراءة (w) ويستخدم القانون

$$Q = a/w$$

وتستبعد النتيجة إذا كانت قيم Q المحسوبة أكبر من قيمة Q التي في الجداول.

مهارات التحليل الكيميائي

كيفية إعداد التقارير العلمية

الجدارة:

أن يكون الطالب قادرا على كتابة تقرير بعد الانتهاء من التجارب المعملية.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

1. وصف العناصر الأساسية للتقارير المعملية والمشاريع الطلابية والأسس العلمية في تنظيمها وتنسيقها.
2. وصف محتوى كل عنصر من عناصر التقارير المعملية والأخطاء الشائعة فيها.
3. وصف بالشروط الواجب توفرها في كل عنصر من مكونات التقارير.
4. وصف الطريقة العلمية لعرض النتائج ومناقشتها.
5. وصف الطرق المختلفة في كتابة المراجع لأنواع الأبحاث المختلفة.

الوقت المتوقع للتدريب:

2 ساعات.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائب السابقة".

كيفية إعداد التقارير العلمية

1.4 مقدمة:

تعتبر كتابة التقارير المعملية و المشاريع الطلابية جزءاً ذا أهمية كبرى ، و الهدف الأساسي من كتابة هذه التقارير هو توصيل نتائج علمية للقارئ و ذلك بطريقة دقيقة و مصداقية عالية وكذلك جعل القارئ يقبل التفسير لنتائجك، استنتاجاتك و اقتراحاتك. و لتوصيل نتائج أي بحث بطريقة فعالة يجب تقسيم التقرير إلى عناصر معروفة و متفق عليها.

و يمثل هذا التقرير حجر الأساس الذي يبدأ منه من يريد تعلم كيفية إعداد التقارير المعملية أو المشاريع الطلابية، والتي هي السمة البارزة في التجارب العملية و التعبير بالطريقة العلمية ، فيعد هذا التقرير ألف باء تعليم كيفية إعداد هذا النوع من التقارير ونأمل أن تكون هذه الطبعة مرجعا أساسا لجميع دارسي قسم التقنية الكيميائية.

وقد سلكنا هنا مسلك التدرج والبساطة في عرض القواعد والمفاهيم، مشفوعة بعدد من الأمثلة والملاحظات بحيث نبدأ مع القارئ من الصفر مفترضين أنه ليس لديه أية خلفية عن كيفية إعداد التقارير المعملية أو المشاريع الطلابية.

2.4 العناصر المكونة لتقرير:

كل تقرير علمي يتكون من عدة عناصر تفيد في تقسيم التقرير إلى أجزاء واضحة للقارئ بحيث تمكنه من قراءة التقرير و فهمه بسهولة و يسر و هي مقسمة كالآتي:

1. الغلاف Cover.
2. الملخص Abstract.
3. الفهرس Contents.
4. المقدمة Introduction.
5. الجزء النظري Theory.
6. طرق العمل و المواد المستخدمة Methods and Materials.
7. النتائج Results.
8. مناقشة النتائج و الاستنتاج Discussion and Conclusions.
9. المراجع References.
10. الملاحق Appendices.

4 . 2 . 1 الغلاف:

يعتبر الغلاف من عناصر التقرير الأساسية ، و يتم من خلاله التعرف على الآتي (الشكل 4 . 1):

1. اسم الكلية ، القسم ، التخصص و الشعبة أو اسم المصنع – الوحدة الإنتاجية..... الخ.
2. عنوان التقرير.
3. اسم معد التقرير.
4. اسم المقدم إليه التقرير أو المشرف عليه.
5. تاريخ التقرير.

الكلية التقنية بالرياض

قسم التقنية الكيميائية

شعبة المختبرات الكيميائية

دراسة التلوث بالرصاص في المدارس

الابتدائية لمدينة الرياض

إعداد

أحمد سعد الغامدي عبد الله علي الشهري

محمد دريس السبيعي عبد الله إبراهيم الشماسي

إشراف

د./ سعد بن محمد الشايب

د./ مصطفى محمد بونصاح

الفصل الأول 1419 هـ

الشكل (4 . 1): مثال لشكل الغلاف

ملاحظات:

1. يكتب عنوان التقرير بخط كبير يدل على أنه عنوان التقرير.
2. يجب أن يعبر العنوان في بضع الكلمات بكل وضوح عن موضوع التقرير.

2.2.4 الفهرس:

الفهرس في المشاريع الطلابية يلي نسخة من الغلاف ، و يمكّن الفهرس القارئ من الوصول إلى أي عنصر من عناصر التقرير بسهولة ، كما يوضح الفهرس ترتيب و تسلسل محتويات التقرير (الشكل 4 ـ 2).

فهرس

الملخص	4
الفصل الأول: المقدمة	
1- 1 مقدمة	5
الفصل الثاني : العناصر الثقيلة	
2- 1 مقدمة	10
2- 2 الرصاص	11
2- 3 الكادميوم	21
2- 4 الزنك	22
الفصل الثالث: الأدوات و طرق العمل	
3- 1 جمع العينات	24
3- 2 تحضير العيينات	25
3- 3 طريقة غسل الزجاجيات	27
3- 4 تقدير عناصر الرصاص	28
3- 4- 1 مصدر الـ ICP	28
3- 4- 2 جهاز الطيف	30
3- 5 طريقة تحضير المحاليل القياسية و حساب التركيز	32
3- 6 طريقة حساب تراكيز الرصاص	33
الفصل الرابع: النتائج	
4- 1 النتائج	35
الفصل الخامس: مناقشة النتائج و الاستنتاج	
5- 1 مناقشة النتائج	38
5- 2 الاستنتاج	38
المراجع	45

الشكل (4 ـ 2): مثال للفهرس

ملاحظات:

1. تكتب كلمة "الفهرس" في أعلى الصفحة.
2. تكتب محتويات التقرير بطريقة متوالية و بالترتيب.
3. تكتب أرقام الصفحات التي يقع فيها كل عنصر.

3.2.4 الملخص:

يجب أن يحتوي الملخص على الآتي:

1. الهدف من التقرير.
2. وصف مختصر لطريقة العمل.
3. أهم النتائج.
4. القيمة العلمية و المعملية للنتائج.

ملاحظات:

1. يجب أن لا يزيد الملخص عن صفحة واحدة في المشاريع الطلابية، أما في التقارير المعملية لا يزيد عن بضع أسطر.
2. لغة الملخص تتميز بالوضوح الشديد و المدلول القوي أي البعد عن الجمل الطويلة.
3. يجب أن لا يحتوي الملخص على أشكال و لا على جداول.
4. يجب أن لا يحتوي الملخص على مراجع.

4.2.4 المقدمة:

الهدف من المقدمة هو تهيئة القارئ لقراءة العناصر التي تليها و يجب أن تتضمن الآتي:

1. تعريف موضوع البحث و توضيح طبيعة المشكلة التي سوف يتناولها التقرير.
2. الهدف من البحث أو التجربة.
3. نبذة عن الأسس النظرية و الدعائم الرئيسية لموضوع التقرير.
4. الخلفية النظرية للقياسات العملية و أسباب تفضيل طريقة دون غيرها.

أ ـ ملاحظات عن تحرير المقدمة:

1. ترابط في الأفكار.
2. وثيقة الصلة بموضوع التقرير.
3. تحتوي على حقائق ثابتة.
4. كتابة المقدمة في صفحة أو صفحتين تقريبا.

ب ـ أخطاء شائعة في المقدمة:

1. قصيرة جدا أو طويلة جدا. قصيرة لعدم الاطلاع أو محاولة البحث في المراجع ، و طويلة لعدم الفهم أو لعدم القدرة على الاختصار.
2. كتابة أجزاء من الجزء العملي فيها.
3. مناقشة النتائج فيها.
4. عدم كتابة الهدف من البحث أو التجربة.
5. كتابة كلمة "المقدمة" بخط صغير غير واضح و المفروض هو كتابة كلمة "المقدمة" بخط كبير في أعلى الصفحة.

5.2.4 الجزء النظري:

الجزء النظري هو المدخل الأساسي للتقرير الذي نفهم من خلاله التقرير فهما وافيا ، و يحتوي الجزء النظري على التالي:

أ ـ الخلفية النظرية:

1. وصف مفصل للأسس النظرية ذات علاقة بموضوع البحث.
2. فكرة عن القوانين المستخدمة.
3. فكرة عن طرق العمل المستخدمة.

مثال:

التآكل في الأنابيب (فنذكر الأجزاء الخاصة بهذا العنوان كالتالي):

1. صورة التآكل وحماية الأنابيب من التآكل.
2. التفاعلات الأساسية في التآكل.

ب ـ تقسيم المحتوى:

يعتمد تقسيم المحتوى على حسب طبيعة المعلومات و حجمها.

مثال:

صور التآكل (في الفصل الثالث) أو فقرة من صور التآكل (في الفصل الثالث) وتكتب كالتالي:

3 ـ 1 أو 3 ـ 1 ـ 1.

ج ـ التأليف:

إذا كنت تريد كتابة الجزء النظري من خلال فهمك للموضوع فيجب أن تتوفر شروط فصاحة اللغة وكذلك التعبير الجيد ، وإذا لم تتوفر لك هذه الشروط فقم بقراءة وافية عن الموضوع من أي مرجع واختصر ما فهمته ولكن بأسلوب الكاتب.

د ـ الأخطاء الشائعة في الجانب النظري:

1. كتابة القوانين:

يجب تعريف الرموز الواردة في القوانين أو عمل قائمة في أول التقرير تشمل كل الرموز الواردة في القوانين، وكذلك يجب وضع رقم خاص بكل قانون في التقرير.

2. التكرار في الكتابة فمثلا كتابة الجانب النظري نسخا من المقدمة وهذا خطأ.

6.2.4 طرق العمل و الأدوات المستخدمة:

الهدف الأساسي من الجزء العملي هو وصف طرق العمل مع إعطاء كل المعلومات بحيث إنه يصبح ممكنا لأي قارئ للتقرير أن يعيد تجربتك و دراستك. و يوضح كذلك الجزء العملي ما يلي:

1. أسماء المواد المستخدمة.
2. الأجهزة المعملية مع صورها.
3. طريقة (خطوات) إجراء التجربة المعملية.
4. نموذج مبسط لطريقة الحسابات.

أ ـ أسماء المواد المستخدمة:

1. وفيها يتم التعرف على الاسم الكيميائي ورمزه مثل حامض الكبريتيك (H_2SO_4).

2. درجة تركيز المادة المستخدمة.
3. درجة نقاوة المادة ، مثال: (AR) وهذا الرمز يعطى للمواد النقية جدا وهو اختصار لكلمة Analytical Reagent.
4. في حالة استخدام مواد صلبة مثل النحاس يجب كتابة درجة نقاوته (مثال 99.9٪) و إذا كانت سبيكة يجب كتابة تركيبها مثل نحاس (70٪) – زنك (30٪).

ب ـ الأجهزة المعملية:

1. يكتب اسم الجهاز مثل جهاز الامتصاص الذري للطيف باللهب وباللغة الإنجليزية Flame Atomic Absorption Spectroscopy Spectraa 220FS ثم اسم الشركة المصنعة له (مثال Varian).
2. يكتب وصف مبسط عن الجهاز (مدى الدقة- الحساسية - ...).
3. يرسم الجهاز ويسمى هذا الرسم بالرسم التوضيحي ويكتب اسم كل مكون للجهاز باللغة العربية والإنجليزية.

ج ـ طريقة إجراء التجارب العملية:

1. وفيها يتم توضيح وشرح خطوات العمل في جمل قصيرة أو على شكل نقاط.
2. خطوات العمل يجب أن تتميز بأنها طريقة عمل واضحة إذا أعطيت لشخص ما فإنه يستطيع تنفيذها ويحصل على نفس النتائج التي حصلت عليها.

د ـ نموذج مبسط لطريقة الحسابات:

1. قوانين واضحة مع الوحدات.
2. حسابات دقيقة.

7.2.4 النتائج:

يتميز هذا الفصل باحتوائه على النتائج المعملية التي تم الحصول عليها موضحة في صورة جداول وصور و رسومات بيانية.

أ ـ شروط الجداول (الجدول 4 ـ 1):

1. أن يكون للجداول رقم يقع فوق الجدول وكذلك اسم يوضح فائدة الجدول ويلي الرقم مباشرة.
2. أن يكون الجدول محتويا على أعمدة تتناسب مع النتائج ولا تكون كثيرة فتعطي للجدول منظراً غير لائق وغير مفهوم.
3. أن يحتوي الجدول على أرقام تسلسلية للقراءات تفيد الترتيب.
4. أن يحتوي الجدول على وحدات القراءات.

الجدول (4 ـ 1): نتائج تحليل مياه الشرب بالكلية التقنية بالرياض و مياه الشرب المعبأة. TH: **العسرة الكلية** Total Hardness، TDS: **الأملاح الكلية الذائبة** Total Dissolved Solids، EC: **التوصيلة الكهربائية** Electrical Conductivity

K^+ (mg/l)	Na^+ (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	Cl^- (mg/l)	TH (mg/l)	TDS (mg/l)	pH	EC µS/cm	رقم العينة
5	32	25	65	31	70	307	7.3	494	DE1
5	31	31	64	31	71	313	7.4	516	DE2
5	33	33	62	30	69	318	7.3	519	DE3
4	30	36	64	30	72	336	7.5	485	DC1
4	31	32	64	30	71	401	7.5	499	DC2
4	35	29	64	31	69	358	7.3	493	DC3
5	32	28	65	32	75	357	7.3	534	DF1
5	36	35	68	32	72	363	7.2	540	DF2
5	32	36	68	32	71	364	7.2	539	DF3

ب ـ شروط الرسم البياني (الشكل 4 ـ 3):

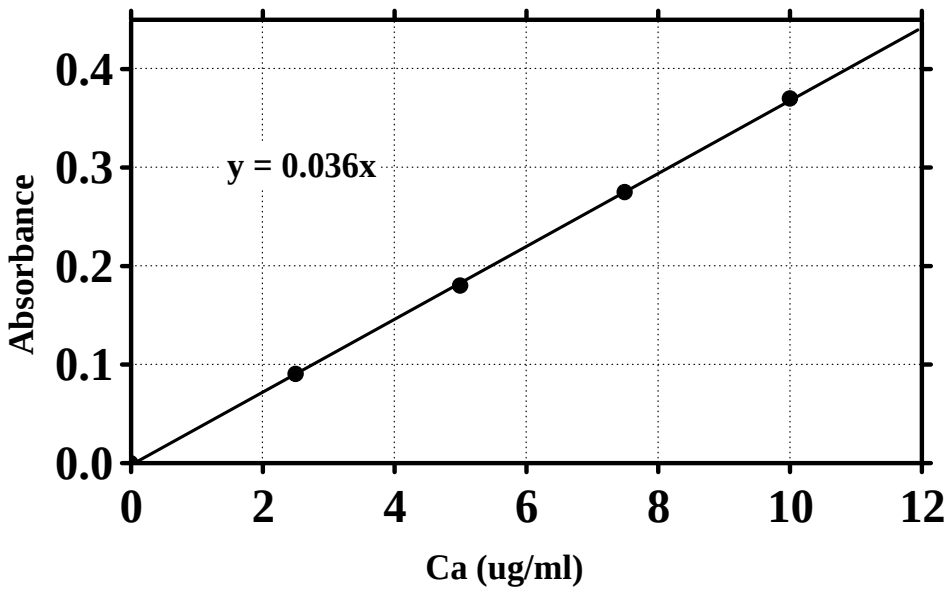
1. أن يكون للرسم رقم و كذلك عنوان يلي الرقم و يقع تحت الرسم.
2. أن يكون الرسم ذا حجم مناسب واضح متناسق.
3. أن يكون تدريج المحاور في الرسم متوالياً مثل: 10 ـ 20 ـ 30 ....
4. توضيح النقاط برموز مناسبة (□، ■، ●، ...).
5. في حالة أكثر من منحنى يرمز لكل منحنى برمز معين ويكتب في أحد جوانب الرسم الرمز ومعناه.

6. توضع "شرط" أمام الأرقام.

8.2.4 مناقشة النتائج و الاستنتاج:

ويتم في مناقشة النتائج و الاستنتاج ما يلي:

1- شرح وسرد أهم النتائج التي حصلت عليها (النتائج الإيجابية و السلبية كذلك!).
2- وصف العلاقات الموجودة ضمن نتائجك و الارتباطات بين القياسات المختلفة.
3- مناقشة تلك النتائج على ضوء الجانب النظري (الربط بين نتائجك و الجانب النظري).
4- مقارنة نتائجك مع بحوث أخرى (هل هي تتوافق أو تتناقض مع نتائج أخرى؟).
5- اقتراح أسباب لعدم توافق نتائجك مع نتائج أخرى.
6- عند أي استنتاج يجب أن تعلل ذلك منطقيا و بناء على النتائج التي حصلت عليها.
7- هل هذا البحث يحتاج إلى دراسات إضافية أو تحسين طريقة العمل... إلخ لحل المشكلة التي هي تحت الدراسة؟ اقترح.



الشكل (4 ـ 3): منحنى التدرج القياسي للكالسيوم

9.2.4 المراجع:

طريقة كتابة المراجع تختلف حسب نوع مصدر المرجع نفسه (كتاب ، فصل من كتاب، دوريات علمية، مؤتمرات علمية، الإنترنت) مع العلم أن هناك أنظمة عالمية مختلفة لطريقة كتابة المراجع.

أمثلة عن كيفية كتابة المراجع:

أ ـ الكتب:

Brady, J.E., 1990. General Chemistry: Principles and Structure. John Wiley & Sons, International Edition.

ب ـ فصل في كتاب:

Jarvis, K.E., 1997. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), In: Gill, R. (editor), Modern Analytical Geochemistry. Addison Wesley Longman Limited.

جـ ـ الدوريات العلمية:

M. Bounessah, S.M. Al-Shayeb, K.M. Al-Ghefaili and B. Abdulfatah, 2001. Assessment of Lead Levels in Dust and Date Palm (Phoenix dactylifera L.) in 6-10 Year-old School Children Environment in Riyadh City, Saudi Arabia, Asian Journal of Chemistry, Vol. 13(4), 1435-1442.

د ـ المؤتمرات العلمية:

M. Bounessah and S.M. Al-Shayeb, 2000. Lead Concentrations in Schoolbooks and Newspapers, From Saudi Arabia, Conference Proceedings of The First Saudi Technical Conference, 18-22 November, 2000, Riyadh, Saudi.

هـ ـ الإنترنت:

http:\\www.rct.edu.sa/chm/msds/benzene.pdf

10.2.4 الملاحق:

الملاحق هي تلك الأجزاء الإضافية و التي لم تدخل في أي عنصر من عناصر التقرير نفسه.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية:

1. ما هي عناصر التقارير المعملية والمشاريع الطلابية ؟
2. ما هي الشروط الواجب توفرها في الملخص ؟
3. أذكر بعض الأخطاء الشائعة عند كتابة المقدمة ؟
4. ما هو المقصود بالخلفية النظرية في البحث ؟
5. ما هي الأشياء التي من المفترض أن يتضمنها الجزء العملي من التقرير ؟
6. ما المفترض أن يتم في مناقشة النتائج والاستنتاج ؟

إجابة الامتحان الذاتي

1. عناصر التقارير المعملية والمشاريع الطلابية: الغلاف ـ الملخص ـ الفهرس ـ المقدمة ـ الجزء النظري ـ طرق العمل والمواد المستخدمة ـ النتائج ـ مناقشة النتائج والاستنتاجات ـ المراجع ـ الملاحق.

2. الشروط الواجب توفرها في الملخص:
   1. يجب أن لا يزيد الملخص عن صفحة والحدة في المشاريع الطلابية, أما في التقارير المعملية لا يزيد عن بضع أسطر.
   2. يجب أن تتميز لغة الملخص بالوضوح الشديد والمدلول القوي أي البعد عن الجمل الطويلة.
   3. يجب أن لا يحتوي الملخص على أشكال ولا على جداول.
   4. يجب أن لا يحتوي الملخص على مراجع.

3. من الأخطاء الشائعة عند كتابة المقدمة:
   1. أن تكون قصيرة أو طويلة جداً.
   2. كتابة أجزاء من الجزاء العملي فيها.
   3. مناقشة النتائج فيها.
   4. عدم كتابة الهدف من البحث أو التجربة.
   5. كتابة كلمة " المقدمة " بخط صغير غير واضح.

4. الجزء النظري هو المدخل الأساسي للتقرير الذي نفهم من خلاله التقرير فهما وافيا, ويحتوي الجز النظري على التالي:
   1. وصف مفصل للأسس النظرية ذات العلاقة بموضوع البحث.
   2. فكرة عن القوانين المستخدمة.
   3. فكرة عن طرق العمل المستخدمة.

5. الهدف الأساسي من الجزاء العملي هو وصف طرق العمل مع إعطاء كل المعلومات بحيث إنه يصبح ممكنا لأي قارئ للتقرير أن يعيد تجربتك و دراستك. ويتضمن الجزء العملي من التقرير:
   1. أسماء المواد المستخدمة.
   2. الأجهزة المعملية مع صورها.

3. طريقة (خطوات) إجراء التجربة المعملية.
4. نموذجاً مبسطاً لطريقة الحسابات.

6. يتم في مناقشة النتائج والاستنتاج ما يلي:
1. شرح وسرد أهم النتائج التي حصلت عليها.
2. وصف العلاقات الموجودة ضمن نتائجك و الارتباطات بين القياسات المختلفة.
3. مناقشة تلك النتائج على ضوء الجانب النظري.
4. مقارنة نتائجك مع بحوث أخرى.
5. اقتراح أسباب لعدم توافق نتائجك مع نتائج أخرى.
6. عند أي استنتاج يجب أن تعلل عن ذلك منطقيا وبناء على النتائج التي حصلت عليها.
7. هل هذا البحث يحتاج إلى دراسات إضافية أو تحسين طريقة العمل.

المراجع

1. جوزيف ج. ترزي 1404 هـ (1984): طرق جمع عينات التربة للأغراض المختلفة تحت ظروف المملكة العربية السعودية. وزارة الزراعة و المياه، بيروت.
2. عبده سعود المشهري، حبد الحليم الضماطي و محمود فهمي (1404 هـ): التجارب العملية في أسس علم التربة. عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود.
3. نوري طاهر الطيب و بشير محمود جرار (1408 هـ): قياس التلوث البيبئي، دار المريخ.
4. حسن محمد السويدان، 1416 هـ، معالجة المعلومات في الكيمياء التحليلية. دار الخريجي للنشر والتوزيع.

المحتويات

مسح الأدبيات . . . . . - 2 -
1 ـ 1 الهدف من مسح الأدبيات Purpose of bibliographic research: . . . . . - 2 -
1 ـ 2 تنظيم المكتبة How is the library organized: . . . . . - 2 -
1 ـ 3 مصادر المعلومات Information sources: . . . . . - 3 -
1 ـ 4 اختيار الموضوع Choosing a topic: . . . . . - 4 -
1 ـ 4 ـ 1 الخطوة الأولى: اختيار الموضوع Subject أو مجال الاهتمام: . . . . . - 4 -
1 ـ 4 ـ 2 الخطوة الثانية: القيام باستكشاف مبدئي لموضوعك العام Subject: . . . . . - 6 -
1 ـ 4 ـ 3 الخطوة الثالثة: تضييق وتشكيل الموضوع العام Subject ليصبح موضوعاً خاصاً Specific Topic:- 7 -
1 ـ 4 ـ 4 ـ 1 مقارنة كل من المطبوعات مع الشبكة الإلكترونية كمصادر للمعلومات: . . . - 10 -
1 ـ 4 ـ 4 ـ 2 مميزات البحث في الشبكة الإلكترونية: . . . . . - 10 -
1 ـ 4 ـ 4 ـ 3 عيوب البحث في الشبكة الإلكترونية: . . . . . - 10 -
1 ـ 4 ـ 4 ـ 4 مميزات المصادر المطبوعة: . . . . . - 10 -
1 ـ 4 ـ 4 ـ 6 الخطوة السادسة: القيام بتقييم المواقع التي وجدتها و اختيار الأكثر ارتباطاً بموضوعك: . . . . - 11 -
1 ـ 4 ـ 4 ـ 7 الخطوة السابعة: إقرأ, دون ملاحظاتك, وقيم مدى ارتباط المصادر المختارة: . . . - 12 -
1 ـ 4 ـ 4 ـ 8 الخطوة الثامنة: راجع ودقق وكرر الخطوات السابقة: . . . . . - 12 -
امتحان ذاتي . . . . . - 14 -
إجابة الامتحان الذاتي . . . . . - 15 -
طرق جمع العينات و معالجتها . . . . . - 18 -
2 ـ 2 طرق جمع عينات التربة وإعدادها: . . . . . - 18 -
2 ـ 2 ـ 1 التلوث والفقد Contamination and loss: . . . . . - 19 -
2 ـ 2 ـ 2 جمع العينات من الحقل Field sampling: . . . . . - 20 -
2 ـ 2 ـ 3 إعداد عينات التربة: . . . . . - 22 -
2 ـ 2 ـ 4 أخذ عينة صغيرة من عينة التربة الحقلية Subsampling of soil sample: . . . - 23 -
2 ـ 3 جمع عينات الماء: . . . . . - 24 -
2 ـ 3 ـ 1 الحاويات المستخدمة: . . . . . - 24 -
2 ـ 3 ـ 2 جمع ماء الحنفية: . . . . . - 25 -

2 . 3 . 3 جمع ماء المطر: . . . . . - 26 -
2 . 3 . 4 جمع مياه البحيرات ومجاري الأنهار: . . . . . - 26 -
2 . 3 . 5 حفظ وتخزين عينات الماء: . . . . . - 26 -
ملاحظات للأمن والصحة: . . . . . - 26 -
2 . 4 جمع عينات النبات وإعدادها: . . . . . - 26 -
2 . 4 . 1 إعداد عينات النبات: . . . . . - 27 -
2 . 5 جمع عينات الغبار الملوث للهواء: . . . . . - 27 -
2 . 5 . 1 جمع عينات الغبار المتراكم: . . . . . - 28 -
2 . 5 . 2 جمع عينات الغبار العالق: . . . . . - 28 -
امتحان ذاتي . . . . . - 29 -
إجابة الامتحان الذاتي . . . . . - 30 -
التقييم الإحصائي للنتائج الكيميائية. . . . . - 33 -
3 . 1 مقدمة: . . . . . - 33 -
3 . 2 تعريف بعض المصطلحات الإحصائية: . . . . . - 33 -
3 . 2 . 1 الدقة و المصداقية Precision and Accuracy: . . . . . - 33 -
3 . 2 . 1 . 1 الدقة Precision: . . . . . - 33 -
3 . 2 . 1 . 2 المصداقية Accuracy: . . . . . - 33 -
أ . الخطأ المنتظم Determinate error: . . . . . - 33 -
ب . الخطأ العشوائي Random error: . . . . . - 34 -
3 . 2 . 2 المتوسط Mean و القيمة الوسطية Median: . . . . . - 34 -
3 . 2 . 2 . 1 المتوسط The mean: . . . . . - 34 -
3 . 2 . 2 . 2 القيمة الوسطية The Median: . . . . . - 35 -
3 . 2 . 3 الانحراف المعياري Standard deviation و الانحراف المعياري النسبي Relative standard deviation: - 36 -
3 . 2 . 3 . 1 الانحراف المعياري: . . . . . - 36 -
3 . 2 . 3 . 2 الانحراف المعياري النسبي Relative Standard Deviation: . . . . - 37 -
3 . 2 . 4 منحنى التوزيع الطبيعي للنتائج Normal distribution: . . . . . - 37 -
3 . 3 . طرق المقارنة بين نتائج التحليل الكيميائي: . . . . . - 39 -

3 ـ 3 ـ 1 اختبار F F-test: - 39 -
3 ـ 3 ـ 2 اختبار t: - 41 -
3 ـ 4 استبعاد النتيجة الشاذة (اختبار Q) Q test: - 44 -
3 ـ 5 مراقبة الجودة Quality control: - 46 -
امتحان ذاتي - 47 -
إجابة الامتحان الذاتي - 48 -
كيفية إعداد التقارير العلمية - 50 -
4 ـ 2 العناصر المكونة لتقرير: - 50 -
4 ـ 2 ـ 1 الغلاف: - 51 -
4 ـ 2 ـ 2 الفهرس: - 52 -
4 ـ 2 ـ 3 الملخص: - 53 -
4 ـ 2 ـ 4 المقدمة: - 53 -
أ ـ ملاحظات عن تحرير المقدمة: - 54 -
ب ـ أخطاء شائعة في المقدمة: - 54 -
4 ـ 2 ـ 5 الجزء النظري: - 54 -
أ ـ الخلفية النظرية: - 54 -
ب ـ تقسيم المحتوى: - 55 -
ج ـ التأليف: - 55 -
د ـ الأخطاء الشائعة في الجانب النظري: - 55 -
4 ـ 2 ـ 6 طرق العمل و الأدوات المستخدمة: - 55 -
أ ـ أسماء المواد المستخدمة: - 55 -
ب ـ الأجهزة المعملية: - 56 -
ج ـ طريقة إجراء التجارب العملية: - 56 -
4 ـ 2 ـ 7 النتائج: - 56 -
أ ـ شروط الجداول (الجدول 4 ـ 1): - 57 -
ب ـ شروط الرسم البياني (الشكل 4 ـ 3): - 57 -
4 ـ 2 ـ 8 مناقشة النتائج و الاستنتاج: - 58 -

4 . 2 . 9 المراجع: . . . . . - 59 -
أ . الكتب: . . . . . - 59 -
ب . فصل في كتاب: . . . . . - 59 -
جـ . الدوريات العلمية: . . . . . - 59 -
د . المؤتمرات العلمية: . . . . . - 59 -
هـ . الإنترنت: . . . . . - 59 -
4 . 2 . 10 الملاحق: . . . . . - 59 -
امتحان ذاتي . . . . . - 60 -
إجابة الامتحان الذاتي . . . . . - 61 -
المراجع . . . . . - 63 -