الباب الأول
تمهيد

الفصل الأول

احتياطات أمن معملية

كثيراً ما يقف الباحث أو الطالب أو محضر المعمل فى المعمل دون سابق خبرة بأوليات ومبادئ وشروط العمل بالمعمل ، ولا يجيد هذه الأسس إلا بعد التعرض لخطر ما بالمعمل ، أو بعد خبرة سنوات عمل طويلة ، قد يكون لحق به خلالها أضرار مهنية ؛ لذا وجب التنويه فى بداية هذا المؤلف عن الاحتياطات الواجب مراعاتها عند العمل بالمعمل (الذى ينبغى أن تفتح أبوابه للخارج لسهولة النجاة ، وأن تكون أرضياته غير منفذة للسوائل وسهلة التنظيف وقابلة للتوصيل الإلكتروستاتى ، وأن تصنع مناضده من مواد غير منفذة للسوائل وصعبة الاحتراق ومقاومة للكيماويات) ، ونوجز هذه الاحتياطات فى النقاط التالية :

١ ـ لا ينبغى استخدام المعرضين للإغماء والغثيان والصداع ، أو ضعاف السمع وذوى المشاكل فى الرؤية للعمل بالمختبرات .

٢ ـ يجب الإلمام بالإسعافات الأولية ، واستدعاء الطبيب مباشرة عند الشعور بدوار أو دوخة أو تقيؤ ، وتنزع الملابس والجوارب الملوثة بمواد سامة أو ملهبة مع غسل الأجزاء الملوثة من الجسم .

٣ ـ عند اشتعال حرائق تغلق صمامات الكهرباء وتبعد المواد المشعة والمنفجرة واسطوانات الغاز وإخلاء المكان لرجال الإطفاء .

٤ ـ يتحتم على كل باحث أن يراعى الدقة المتناهية فى الأداء ، واليقظة التامة فى المعمل ، والحذر الدائم عند ملامسة أو التعامل مع الكيماويات ، والحرص على عدم ملامستها باليد حرصاً على السلامة العامة ، وكذا عدم التلوث بها ، وأيضاً لنقاوة الكيماويات وعدم إتلافها .

٥ ـ كما ينبغى على الباحث حماية ملابسه بارتداء البالطو الأبيض ، مع ضرورة استعمال أدوات الأمن المختلفة حسب طبيعة التقديرات وتخصص المعمل ، فقد تستلزم بعض المعامل المتخصصة أو التقديرات المعينة أن يستعمل الباحث قفازات خاصة (بلاستك أو مطاط أو نيتريك أو فينيل أو تفلون أو قطن أو سوليفان أو عازلة للحرارة) ، أو كمامات أو نظارات مانعة لنفاذ أشعة أو ضوء معين أو عند فتح دوارق بها مادة خطرة ، أو دروع لوقاية الوجه ، أو غطاء للرأس .

٦ ـ استعمال القفازات المضادة للحرارة عند إدخال أو استخراج أدوات من الأفران ، مع استعمال المواسك الخاصة بأفران الحريق ، والمواسك الأخرى عند تداول أشياء ستتعرض

للحرارة .

٧ ـ ضرورة التأكد من ملاءمة التيار الكهربى بالمعمل للأجهزة الكهربية من حيث شدة التيار ، وكذا مقاومة الأسلاك الكهربية بالمعمل وملاءمتها لحمل الأجهزة ، مع توزيع الأجهزة على عدة وصلات ، كى يتوزع الحمل الكهربى ، ونضمن سلامة واستمرار الأداء ، مع وجود منظم للتيار للحرص على الأجهزة ، وتكون المفاتيح بعيدة عن الأحواض.

٨ ـ وجود أنابيب إطفاء حريق بالمعمل ، وأن تكون عبواتها فعّالة ، مع وجود بعض وسائل الإسعافات الأولية من مراهم حريق ، ومحلول بوريك وشاش معقم ورشاشات مائية لإطفاء الملابس وخلافه للطوارئ المعملية ، بجانب صنابير المياه الخاصة بغسيل العينين.

٩ ـ مراعاة أن تكون التهوية جيدة بالمعمل ، وكذا الإضاءة تكون مناسبة للرؤية السليمة، ولنوع التحاليل (قد تتطلب بعض التحاليل إظلام فتزود المعامل بستائر) .

١٠ـ ترتيب أماكن العمل ، وعدم كثرة الأشياء التى لا يعمل بها فى مكان العمل ، بأن ترفع كل حاجة فى مكانها ، وأن تخصص أماكن سواء دواليب أو أرفف لكل حاجة متجانسة ، مثلاً أرفف للكيماويات المستحضرة ، وأخرى للكيماويات المركزة ، وثالثة للكيماويات المسحوقة ، ورابعة للمذيبات أو للأحماض أو للزجاجيات ، بل قد تفهرس الأماكن مثلاً دواليب بها أحماض على حدة وقواعد على حدة ، أو ترتب أبجديا ، وهكذا حتى يسهل استخراج المطلوب بنظام وبسرعة .

١١ـ يجب أن يتوفر فى المعمل خزانة (دولاب) غازات ، مزودة بمروحة سحب ، وجرار زجاجى للعمل فيه للتفاعلات أو الخطوات المصحوبة بتصاعد أبخرة أو غازات سامة أو مهيجة أو ملهبة ، على أن تدار الصنابير من خارج خزانة الغازات ، وتطلى من الداخل بطلاء مضاد للنار .

١٢ـ يجب أن تتوفر الراحة والأمان فى المعمل ، فمثلا يمكن أن يلبس الباحث حذاء خفيفاً لتهوية أقدامه إن طال العمل بالمعمل ، وأن يزود المعمل بمقاعد مريحة أمام الموازين أو المكاتب أو الأجهزة الأخرى التى يمكن الجلوس أمامها ، كما يجب عدم التدخين بالمعمل ، خاصة إن كان يحوى مواد ملتهبة أو مذيبات عضوية ، كما يجب الحرص بعدم استخدام أطعمة بالمعمل خوفاً من تلوثها .

١٣ـ أدوات المعمل وأجهزته لا تستعمل شخصياً ، فقد يضر مثلاً استخدام ثلاجة المعمل فى حفظ مأكولات ، فقد تكون بها آثار عينات أو كيماويات أو خلافه ، مما يلوث المأكولات بآثار سامة أو مشعة أو كاوية وخلافه ، كذلك لا يستسهل بشرب الماء أو عمل مشروبات فى زجاجيات المعمل لنفس الأسباب .

١٤ـ عدم العبث بأى جهاز عشوائياً طالما لا حاجة لك به .

١٥ـ استرشد بذوى الخبرة ممن سبقوك بلا حرج ، بأن تسأل عن طريق استخدام مالا تعرف ، أفضل من أن تجرب بنفسك فتتلفة ؛ لأن الأجهزة المعملية حساسة .

١٦ـ احذر من استضافة زوار بالمعمل ، فقد يكون مجرد وجودهم خطراً لعبثهم بأجهزة أو بكيماويات ، أو قد يشغلونك عن أداء شيء معين فى توقيته فيتلف ماكنت تؤديه من تحليل ، أو قد يكون منهم من ليس لديه علم أو حساسيه بظروف المعمل فيشعل ناراً أو سيجاراً فى وجود بخار مذيب عضوى مثلاً ، فيتسبب فى حريق .

١٧ـ نظم عملك دائماً حتى يسهل أداؤك ، وكن نظيفاً حريصاً على نظافة وسلامة المعمل ، فلا تترك آثاراً لحامض أو قلوى أو مذيب على أدراج أو مقاعد ، ولا تلقى بأى شيء على الأرض ؛ بل استعمل سلال المهملات للأوراق والرواسب وخلافه ، والأحواض للسوائل فقط كى تضمن استمرار صرف الأحواض فلا تسدها برواسب أو فضلات عينات أو أوراق أو سجاير أو قطع زجاج ، فاعتبر المعمل جزءاً من منزلك واعتبر أى جهاز بالمعمل كأنه ملك خاص لك فاحرص على ألا تتلفه حتى بعد انتهاء عملك عليه أو به .

١٨ـ يجب التأكد من سلامة الأجهزة ، وأنها تعمل قبل البدء فى تقديراتك .

١٩ـ يجب الحرص على تغطية ونظافة الأجهزة ، سواء من الأتربة أو من بقايا العينات .

٢٠ـ الأجهزة توزع بحرص على أن تكون الموازين فى غرفة بعيدة عن التيارات الهوائية والأتربة ، وعلى أرفف رخام بالحوائط غير متصلة بالأرض ، مع ضبط وضعها الأفقى وبعدها عن مصادر الحرارة كالأفران ، كذلك أجهزة القياس الضوئية الكهربية تكون بعيدة عن الأفران ومزودة بمنظم للتيار الكهربى ، وحدات سوكسلت كذلك تبعد عن مصادر اللهب والأفران ، وحدات الهضم تكون أسفل خزانة الغازات إن لم تكن حديثة كالتى تصرف غازاتها فى البالوعة مباشرة أو تحت محلول شديد القلوية .

٢١ـ لاحظ تمام نظافة الزجاجيات ، وغسيلها جيداً ، ثم غسيلها بالماء المقطر ، وتجفيفها فى الأفران ، وتعقيمها إن لزم الأمر .

٢٢ـ ضرورة أن تكون المحاليل المائية باستخدام الماء المقطر ، بل قد تحتاج إلى ماء معاد تقطيره Redistilled كما فى تقديرات المعادن والإنزيمات وخلافه .

٢٣ـ فى حالة عدم تزويد المعمل بمراوح سحب فتفتح النوافذ للتهوية إذا لزم الأمر .

٢٤ـ توفير أدوات الكتابة اللازمة للكتابة على الزجاجيات ، سواء أقلام شمع يتحمل حرارة الترميد أو فلوماستر يتحمل التجفيف .

٢٥ـ قبل البدأ فى استعمال جهاز جديد يجب معايرته ،

فالاسبكتروفوتوميتر Spectrophotometer مثلاً يعين له معامل التصحيح للتأكد من سلامة قياسه على محلول قياسى من البيكرومات مختلف التركيز . نفس الشيء للأجهزة المستعملة الأخرى فيجب تصفير Zeroing بعض الأجهزة مثلاً كالميزان بضبط الوضع الأفقى له ، أو Colorimeter والـ Spectrophotometer باستعمال عينة خاوية blank سواء ماء أو المذيب المستعمل مع العينة ، كذلك يضبط جهاز PH- meter باستخدام محلولين منظمين Buffer Solutions معلومة الحموضة (PH) .

٢٦ـ تثبيت أوزان صوانى الرطوبة وبواتق الترميد ، واستخدام أغطيتها للدقة وعدم تطاير أجزاء من العينة .

٢٧ـ قياس الأوزان بدقة حتى رابع رقم عشرى مع اتباع الطرق التجريبية بكل دقة وعدم الحيدة عنها لمراعاة دقة النتائج .

٢٨ـ لخفض التلوث أثناء الطحن للعينة فلا تطحن فى مطحنة (طاحونة) ، بل تصحن فى هاون أو يستبعد الجزء الأول من العينة أثناء الطحن ، مع تنظيف الطاحونة بين كل عينة وأخرى بفرشة من وبر الجمل .

٢٩ـ تخفيف الأحماض يكون فى أوانى زجاجية تتحمل الحرارة على أن يضاف الحامض إلى الماء وعلى جدار الإناء ، على أن يكون اتجاه فوهة الإناء بعيداً عن الوجه ، والإضافة تدريجية بطيئة .

٣٠ـ تحضير محاليل الصودا الكاوية يكون فى أوانى زجاجية ، تتحمل الحرارة ، ويوضع الماء على الصودا مع التقليب حتى الذوبان .

٣١ـ تجرى التقديرات دائماً مزدوجة duplicate ، فإن كان الفارق بينها معنويا يجرى تقدير ثالث triplicate ويؤخذ متوسط التقديرات الثلاثة .

٣٢ـ يجرى عمل تجربة خاوية blank بدون عينة ؛ لاستبعاد أى أخطاء فى التقدير ، أو شوائب فى الكيماويات أو خلافه .

٣٣ـ يجب قراءة أسماء المحاليل بدقة ، ومراعاة القوة أو التركيز ؛ لعدم الخلط بين التركيزات مما يؤدى إلى حدوث أخطاء جسيمة .

٣٤ـ يجب التقيد بالمدد الزمنية المنصوص عليها فى خطوات العمل فهذه المدد اتفق عليها بعد خبرة وتجارب عديدة ، وكذلك مدة صلاحية المحاليل سابقة التجهيز .

٣٥ـ قبل بدء العمل تقرأ طريقة العمل بمنتهى الدقة ، فقد توجد خطوات تحتاج إلى وقت كالترسيب لمدة طويلة أو التبريد ، مما يستدعى تصميم التمرين ليتلاءم مع الوقت .

٣٦ـ المعامل المستخدمة فيها النظائر المشعة يجب أن تخضع لرقابة مؤسسة الطاقة الذرية، من حيث مواصفات مبانيها وسمك الجدران ، مع توفير وسائل وعلامات التحذير على

المعامل والأوانى ، والتى يوضح عليها محتوياتها والجرعة التى يمكن التعرض لها ، مع التحكم فى التلوث الداخلى للمعامل والمناضد والزجاجيات والمقاعد والصنابير ؛ لذا ينبغى وجود ضباط أمن إشعاع ، وفحص الأجهزة الشخصية المحذرة للأفراد ، وفحص الأشخاص دورياً ، ورقابة عمليات نقل وتخزين المواد المشعة ومخلفاتها ، ويركب مرشح على فتحات الشفط لتجميع جزيئات الغبار الذرى ، خاصة فى حالة جزيئات الفا ، وتجرى العمليات المعملية على ورق نشاف ، ولإزالة التلوث من الجلد يغسل بالصابون السائل والماء ، ويزال التلوث الإشعاعى من الزجاجات والسطوح بالغسيل بحمض هيدروكلوريك أو نيتريك ١٠ ٪ أو حمض كروميك ٢ ٪ أو ثنائى فلوريد أمونيوم ٢ ٪ وغيرها ، والمخلفات يتم تجميعها وتخزينها حتى ينخفض نشاطها الإشعاعى أو تدفن فى الأرض ، كما لاتستخدم الحيوانات المعاملة بالإشعاع فى تغذية الإنسان بل تقتل بدون إسالة دماء ويتخلص منها بالدفن الأرضى وكذلك مخلفاتها .

٣٧ـ تمسك الأنابيب والزجاجيات عموماً بمواسك منعاً من تلوثها .

٣٨ـ عدم استنشاق أو تذوق أو ملامسة أى مادة كيماوية ، مع ضرورة قراءة التحذيرات على كل عبوة كيماوية .

٣٩ـ عدم النفخ بالفم فى أى مسحوق ، وعدم سحب أى كيماويات بالفم بل تستخدم الماصة الأوتوماتيك أو نصف الآلية ، أو تستخدم مساعدات المواص التى تركب على المواص لسحب المحاليل .

٤٠ـ استخدام الزجاجيات القياسية (المعيارية) الملاءمة من حيث سعاتها لحجم المحاليل المستخدمة ؛ منعاً من إهدار حجم العينة أو بعثرته .

٤١ـ ينبغى عدم سكب مخلفات المعامل الضارة أو السامة فى البالوعات منعاً من تلويث مياه الصرف ، بل ينبغى التخلص منها حسب حالتها وكميتها وإخطار الجهات المسؤولة عن ذلك لإحراقها أو إتلافها بعيداً عن المساكن ، مع توفير الأدوات الخاصة بجمع المخلفات.

٤٢ـ ينبغى الدقة وتأمين تداول عينات معامل الكيمياء الحيوية والكيمياء المرضية Clinical Chemistry ، والتى تحتوى عينات دم أو بول أو روث أو محتويات معدة أو صفراء أو سائل نخاع ، والتى قد تؤدى إلى انتقال الأمراض من المصابين إلى غير المصابين، كما فى إصابة مرضى الفشل الكلوى المزمن (المتطلبون نقل دم باستمرار) بفيروس التهاب الكبد عن طريق نقل دم ملوث بالفيروس ، وكذلك مرضى الصفراء قد تحتوى دماؤهم على فيروس التهاب الكبد ، كما ينتشر التهاب الكبد بانتقال الفيروس من عينات بول المرضى المحفوظة فى ثلاجة بها دم أو أكل لمريض آخر .

٤٣ـ دائماً تكتب بيانات الأوانى المختلفة ومحتوياتها وتركيزاتها وموعد تحضيرها أو

إعدادها .

٤٤ـ تجمع الأوانى الزجاجية المكسورة فى صناديق خاصة .

٤٥ـ الحذر من استخدام الكيماويات السامة خاصة المواد المعملية المسببة للسرطان مثل: كوينو دى فينيل، اسبستس، بنزيدين ، بنزول ، كوبلت ، زرنيخ ، نيكل (ومركباته اللاعضوية) ، إثيلينيمين ، دى إزو ميثان ، ١ ، ١ـ دى ميثيل هيدرازين ، ن ـ دى ميثيل نيتروزامين ، دى ميثيل سلفات ، هيدرازين ، بر يلليوم ، كرومات ، ٢ـ نافثيل أمين ، نيكل كربونيل ، ١ ،٣ـ بروبان سلتوم ، ب ـ بربيو لاكتون ، بروبيلينيمين .

لذا أوصى بعدم تخطى التركيزات القصوى المسموح بتواجدها فى المختبرات فى صورة غازية أو بخارية فى الهواء ولا تسبب ضرراً بالصحة وفقاً للمعلومات المتوفرة حالياً وعند العمل لمدة ٨ ساعات يومياً والتى يلخصها الجدول التالى :

المركب	الحـد الأقصى	
	جزء في المليون	مجم / م^3
اسيتا لدهيد	٢٠٠	٣٦٠
أسيتون	١٠٠٠	٢٤٠٠
أسيتو نيتريل	٤٠	٧٠
الدرين		٢٥, .(يمتصه الجلد)
أمونيا	٥٠	٣٥
كحول إميل	١٠٠	٣٦٠
أنيلين	٥	١٩ (يمتصه الجلد)
أنتيموني		٠,٥
بورون أكسيد		١٥
بورون تراي فلوريد	١	٣
بروم	٠,١	٠,٧
بروميد هيدروچين	٥	١٧
بيوتان	١٠٠٠	٢٣٥٠
بيوتانول	١٠٠	٣٠٠
كادميوم أكسيد		٠,١

المركب	الحـد الأقصى	
	جزء فى المليون	مجم / م^3
كلوريناتد بيفينيل	٠,١	١ (يمتصه الجلد)
كلور فورم	٥٠	٢٤٠
كلوريد ترى فلوريد	٠,١	٠,٤
كلوريد هيدروچين	٥	٧
حامض كروميك		٠,١ (يسبب حساسية)
سيانيد		٥ (يمتصه الجلد)
سيكلو هكسان	٣٠٠	١٠٥٠
سيكلو هكسانول	٥٠	٢٠٠
كوبلت		٠,٥
ك أ ٢	٥٠٠٠	٩٠٠٠
ك أ	٥٠	٥٥
نحاس (دخان)		٠,١
نحاس (غبار)		١
د د ت		١ (يمتصه الجلد)
دي إيثيل إمين	٢٥	٧٥
دي كلور وايثان	٢٠	٨٠
دى كلوروميثان	٥٠٠	١٧٥٠
حمض خليك		١٠
ديلدرين		٠,٢٥ (يمتصه الجلد)
كالسيوم أكسيد		٥
كافور	٠,٣	٢
كلور	٠,٥	١,٥

المركب	الحد الأقصى	
	جزء في المليون	مجم / م^3
دي ميثيل أمين	١٠	١٨
دي ميثيل هيدرازين	٠,٥	١ (يمتصه الجلد ويسبب حساسية)
دي نيترو بنزين	٠,١٥	١ (يمتصه الجلد)
اندرين		٠,١ (يمتصه الجلد)
إيثير	٤٠٠	١٢٠٠
إيثيل امين	١٠	١٨
فلور	٠,١	٠,٢
فلوريد هيدروچين	٣	٢
فور مالد هيد	١	١,٢ (يسبب حساسية)
حمض فورميك	٥	٩
هيدرازين	٠,١	٠,١٣ (يمتصه الجلد ويسبب حساسية)
هيدروكينون		٢
يود	٠,١	١
مالاثيون		١٥ (يمتصه الجلد)
منجنيز		٥
ميثانول	٢٠٠	٢٦٠ (يمتصه الجلد)
ميثيل أمين	١٠	١٢

المركب	الحـد الأقصى	
	جزء في المليون	مجم / م^3
ميثيل بروميد	٢٠	٨٠ (يمتصه الجلد)
ميثيل كلوريد	٥٠	١٠٥
نيكوتين	٠,٠٧	٠,٥ (يمتصه الجلد)
نيترو بنزين	١	٥ (يمتصه الجلد)
نيترو جليسرول	٠,٥	٥
رصاص		٠,٢
زئبق	٠,٠١	٠,١
أوزون	٠,١	٠,٢
بارائيون		٠,١ (يمتصه الجلد)
فينول	٥	١٩ (يمتصه الجلد)
فوسفور (أصفر)	صفر	٠,١
فوسفيد هيدروچين	٠,١	٠,١٥
حمض بكريك		٠,١
بلاتين		٠,٠٠٢
بروبان	١٠٠٠	١٨٠٠
كحول بروبيل	٤٠٠	٩٨٠
بيريدين	٥	١٥
كوارتز		٠,١٥
كوينون	٠,١	٠,٤
كب أ٢	٥	١٣

المركب	الحـد الأقصى	
	جزء فى المليون	مجم / م^3
يد٢ كب أ٤		١
يد٢ كب	١٠	١٥
سيلنيوم		٠,١
فضة		٠,٠٥
رابع كلوريد كربون	١٠	٦٥ (يمتصه الجلد)
تولوين	٢٠٠	٧٥٠
تولويدين	٥	٢٢ (يمتصه الجلد)
ڤانا ديوم (دخان)		٠,١
ڤانا ديوم (غبار)		٠,٥
قصدير (مركبات لاعضوية)		٢
قصدير (مركبات عضوية)		٠,١ (يمتصه الجلد)
زركون		٥
حمض خليك	٢٥	٦٥
خليك انهيدريد	٥	٢٠
حمض نيتريك	١٠	٢٥
ثاني أكسيد النتروچين	٥	٩

ولمزيد من المعلومات يرجع إلى المرجع :

مثنى عبد الجبار شنشل (١٩٨٣) : توجيهات العمل بالمختبرات الكيماوية (تعريب من الأصل الألمانى ـ طبعة ١٩٦١م عن الاتحاد الرئيسى لتعاونيات الحرف الصناعية ـ بون). جامعة بغداد .