USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Egypt Water and Wastewater Sector Support Project

مشروع دعم قطاع مياه الشرب و الصرف الصحى فى مصر

شركة مياه الشرب و الصرف الصحي بأسيوط

البرنامج التدريبي

معالجة المياه باستخدام الكلور

مايو ٢٠٠٩

T-2010.02.21

معالجة المياه باستخدام الكلور

مقدمة

إن برنامج **معالجة المياه باستخدام الكلور** يهدف إلى إعداد متدرب يكون علي درايـة تامـة بالخطوات الأساسية لعملية تنقية مياه الشرب وبطرق التحكم في التشغيل الأمثل لمحطات تنقية المياه القائمة وتثل المهارات الفردية من خـلال المشـاهدة والممارسـة للتجـارب العمليـة والزيارات الميدانية التي تخدم البرنامج.

وهذا البرنامج يشتمل علي :

- التعريف بطرق التعقيم المستخدمة فى تطهير المياه والعوامل المؤثرة فى اختيار الطريقة المستخدمة داخل موقع عملية التنقية.
- التعريف بخصائص الكلور، والعوامل المؤثرة فى عملية التعقيم بالكلور، كيفية تحديد جرعة الكلور المناسبة لنوعية المياه الخام.
- التعريف بنظام الكلور وما يشمله من مكونات، وتتبع إحداها حقليا فى محطة من محطات المياه بالشركة.
- تطبيق جرعة الكلور المقترحة وكيفية التعامل مع أجهزة حقن الكلور حقلياً داخل الموقع كخطوة من خطوات تنقية مياه الشرب.
- التعريف باحتياطات الأمان واحتياطات مواجهة التسرب والأدوات اللازمة للوقاية الشخصية، ونظم معالجة الكلور المتسرب، والإسعافات الأولية لمصاب غاز الكلور.

منهجية التدريب :

تعتمد فلسفة البرنامج في تحقيق ما سبق علي عدة مداخل أهمها :

١- التدريب ليس من جانب واحد فقط للمعلومات ، ولكن يتم بالمشاركة ، أي نقـل المعلومات يتم من خلال قناتين رئيسيتين : بين المدرب والمشارك وبين مشارك ومشارك .

٢- التأكيد علي الجانب التطبيقي باستخدام تدريبات عملية مستقاة من واقع العمل.
٣- تكامل المعاونة التي يوفرها المشاركون بما يتناسب مع خبراتهم يضـع أسـس المخرجات النهائية المطلوبة من البرنامج.
٤- تشجيع روح الفريق وإدراك أهمية العمل الجماعي لإنجاز المطلوب.
٥- الحرص علي تقييم البرنامج تقييم موضوعي لضمان ملائمة المـادة التدريبيـة للواقع العملي، والعمل علي تحسينها بما يخدم أهداف التدريب.

جدول المحتويات

البيان	رقم الصفحة
الباب الأول : مرحلة تطهير المياه	
الفصل الأول : تطهير المياه	١-٢
طرق تطهير المياه	١-٢
الشروط الواجب توافرها فى المواد المطهرة	١-٢
التطهير بالكلور	١-٣
خصائص الكلور	١-٤
مركبات الكلور	١-٥
الفصل الثاني : إضافة الكلور	
نظرية عمل الكلور	١-٨
العوامل المؤثرة في عملية التطهير	١-١٢
إضافة الكلور	١-١٥
المصطلحات الفنية الخاصة بالكلور	١-١٧
أماكن إضافة الكلور في محطات التنقية	١-١٨
الكشف عن وجود غاز الكلور	١-١٩
الباب الثاني: منظومة الكلور	
مقدمة	٢-١
الفصل الأول : المخزن	٢-٢
الفصل الثاني : المبخرات	٢-٢٢
الفصل الثالث : أجهزة الكلور	٢-٣١
الفصل الرابع : نقاط الحقن	٢-٤١
الباب الثالث : نظم الحماية والأمان	٣-٤٨
أجهزة الحماية الشخصية	٣-١
أجهزة حماية عامة	٣-٧
احتياطات مواجهة التسرب	٣-١٣
ملحق: مكونات جهاز الكلور	

مقدمه

يعتبر الماء ثاني العناصر الضرورية للإنسان بعد الأكسجين الذي نستنشقه من الهواء. وكما ان الماء لازم لاستمرار الحياة فقد يكون سببا في القضاء عليها إذا استعمل ملوثا بجراثيم الأمراض التي تنقل عن طريقه مثل التيفود، الدوسنتاريا، الكوليرا والأمراض المعوية الأخرى.

والاهتمام بالماء وما ينقله من أمراض ليس وليد العصر الحديث فلقد أوصى ابقراط (اله الطب عند القدماء) بغلي الماء الذي يستعمل للشرب كما أوصت به اللوحات الأثرية من عهد المصريين القدماء.

و لكن لسوء الحظ فانه قد أصبح من الصعب الحصول على مصدر المياه الآمن، و كثيرا ما تستعمل بعض المدن المجارى المائية المجاورة لها سواء كانت -انهارا أو بحارا أو مصارف أو بحيرات لقذف مخلفاتها السائلة فيها- سواء قبل علاجها أو بعد علاجها جزئيا أو كليا، لذلك فان من واجب الحكومات أن تراقب مثل هذه الحالات وعليها إيجاد الحلول اللازمة لتحفظ للمجرى المائي سلامته من أي تلوث قد يؤذي بالصحة العامة أو يضر بالثروة المائية مما يقلل من استعمالاته كمصدر لمياه الشرب أو كوسيلة ترفيه لسكان المدن المحيطة بشاطئه.

يتضح مما سبق إن تطهير مياه الشرب من الجراثيم أمر حيوي وضروري حرصا علي صحة المواطنين وضمانا لسلامتهم. وعملية التطهير في معالجة المياه تهدف في المقام الأول إلى التخلص من كل أنواع الكائنات الحية الدقيقة. كما ان العمليات التي تليها مثل الترويب والترشيح أيضا تلعب دورا هاما في ذلك، ولكن كل هذه العمليات مكملات لبعضها البعض بغرض التخلص من البكتريا مسببة الأمراض.

وسوف نبدأ بإذن الله بالتعريف بطرق التعقيم المستخدمة فى تطهير المياه والعوامل المؤثرة فى اختيار الطريقة المستخدمة داخل موقع عملية التنقية. وأيضا التعريف بخصائص الكلور، والعوامل المؤثرة فى عملية التعقيم به، وطرق تطبيقه عمليا داخل الموقع كخطوة من خطوات تنقية مياه الشرب، وذلك من خلال الفصلين التاليين .

الباب الأول

تطهير المياه

تطهير المياه

عملية تطهير المياه هى أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهى التى تضفى عليه صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض وليدة المياه *Waterborne diseases* **وتتم عملية تطهير المياه بطرق متعددة منها :**

١/١ المعالجة الحرارية: وهي أول طريقة تم اكتشافها منذ سنوات عديدة ويتم فيها غليان الماء باستخدام الغلايات، ولا تستخدم هذه الطريقة في إنتاج كميات كبيرة من المياه نظرا لارتفاع تكلفة الطاقة المطلوبة لذلك وتستخدم هذه الطريقة في تحلية المياه المالحة.

٢/١ المعالجة الإشعاعية: وتتم عن طريق مرور المياه علي لمبة تنتج أشعة فوق بنفسـجية ويجب أن تكون المياه خالية من العكارة وقريبة جدا من سطح اللمبة المشعة، لذا لا تستخدم هذه الطريقة إلا في إنتاج الكميات الصغيرة من المياه.

٣/١- المعالجة الكيمائية: يمكن استخدام العديد من المواد الكيمائية بهدف تطهير المياه ومنها : الكلور (الكلورة)، ثاني أكسيد الكلور، برمنجانات البوتاسيوم، الأوزون، الجير، البروم، اليود.

ومما سبق يتضح أن أغلب المواد المطهرة مواد كيماوية يجب توفر بعض الشروط بها.

الشروط الواجب توافرها فى المواد المطهرة:

١. أن تكون قاتلة للجراثيم .
٢. ألا تؤثر علي صحة الإنسان .
٣. أن تكون رخيصة الثمن .
٤. أن يكون استعمالها سهلا ومأمونا.
٥. أن تكون متوفرة محليا أو العمل علي استيرادها طوال العام.
٦. أن يكون تخزينها سهلا وآمناً.

التطهير بالكلور

من أكثر الطرق شيوعا في عمليات تطهير المياه هي إضافة الكلور وكان لظهور عملية الكلوره في أواخر القرن الماضي اثر كبير في القضاء بدرجة كبيرة علي الأمراض التي ينقلها الماء وذلك بأقل التكاليف وابسط المعدات واقل عدد من العاملين ولولا عملية الكلورة لانتشرت اوبئه الكوليرا والتيفود مثلما كان الأمر منذ مائة عام.

ويتميز التطهير بواسطة الكلور بسهولة استعماله، وكذلك سهولة الحكم علي مدي فاعليته بالتأكد من بقاء قدرا من الكلور في الماء بعد فترة من إضافته.

ولا يعرف علي وجه التحديد كيف يعمل الكلورين علي قتل البكتريا في الماء والمعتقد أن مركبات الكلور التي تتكون عندما يضاف الكلورين إلى الماء تقضي علي بعض الأنزيمات الضرورية للعمليات الحيوية في هذه الكائنات ولم يعد أحدا يعتقد مثلما كانوا يعتقدون في الماضي بان البكتريا تتأكسد نتيجة إضافة الكلورين وذلك لان عملية التأكسد تحتاج إلى كميات هائلة من الكلور، في حين أن التطهير الناجح الآن لا يتطلب إلا كميات ضئيلة منه. ومع هذا فإن الكلورين عامل مؤكسد قوي وعندما يستخدم بكميات كافية فإنه يوقف نمو الطحالب في المرشحات.

الكلور عنصر كيماوي ينتج خلال صناعة الصودا الكاوية ويدخل الكلور في كثير من الصناعات الحربية والمدنية، نذكر منها علي سبيل المثال صناعة البترول والمعادن والورق والمنسوجات والصناعات الكيميائية والصناعات الغذائية كما يستعمل الكلور في معالجة المجاري وتطهير مياه الشرب.

صناعة الكلور

يتم تحضير الكلور في الصناعة بواسطة التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، ويتجمع الغاز عند القطب الموجب ويتم سحبة حتى تتم إسالته ويحفظ في خزانات كبيرة إلى ان يتم عملية تعبئته في الاسطوانات المستخدمة في محطات المياه ومصانع النسيج وخلافه.

خصائص الكلور

يمكن أن يتواجد الكلور مثله مثل اى مادة فى ثلاث صور مختلفة: السائلة، الغازية، الصلبة ولكل منهم خصائصه.

غاز الكلور :

غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة، وهو أثقل من الهواء مرتين ونصف، له رائحة مميزة شديدة النفاذية، ووزنه الذري ٣٥.٥ .
الكلور الغازي ضعيف القابلية للذوبان في الماء(٦.٧ جم/لتر ماء عند ٢٠°م، ١٤.٨ جم/لتر ماء عند صفر°م)، ولذلك لا ينبغي رش الماء على الكلور المتسرب، كما ان حفظ محلول الكلور في درجة حرارة باردة يحافظ على تركيزه لفترة طويلة.
وبرغم أن الكلور ليس مادة ملتهبة قابلة للاشتعال أو الانفجار، إلا انه يمكن أن يساعد على الاشتعال تحت ظروف معينة.
كذلك فإن الكلور الجاف ليس مادة مسببة للتآكل، إلا انه يتحول إلى ذلك بشكل مؤثر إذا ما تعرض للرطوبة.
غاز الكلور سام ومهيج للأغشية المخاطية المبطنة للأنف والعين والجلد والرئتين ويسبب سعال وصعوبة فى التنفس.
يسال بالتبريد (عند -٣٤.١°م ، ضغط جوى ١ بار) أو يسال تحت ضغط عالي (حوالي ٧كجم/ سم٢، في درجات الحرارة العادية) ولذلك يحفظ وينقل علي هيئة غاز مسال بالضغط في اسطوانات من الصلب تختلف سعتها من خمسين إلي ألف كيلوجرام وتتوقف العبوة المستعملة علي الكمية المستهلكة في محطة المياه.
في حالة وجود تسرب لغاز الكلور فى الجو فإن ٣ جزء في المليون هى اقل نسبة يمكن حسها بالشم، وعند ١٥ جزء في المليون يصبح تأثيرها مهيج للعين والرئة ،ويصبح خطرا إذا ما استنشق لفترة من ٣٠ –٦٠ ق عند تركيز من ٤٠ -٦٠ جزء في المليون، وإذا زاد التركيز في الجو ليصل إلى ١٠٠٠ جزء في المليون فيصبح مميت ،حيث يصاب الفرد الذى يتعرض لهذه الجرعة بالاختناق والوفاة مباشرة.
أما الكمية المسموح بها لغاز الكلور في الجو وتكون آمنة لفترة الوردية الواحدة (ثماني ساعات) لا تتجاوز تركيز ١.٠ جزء في المليون.

الكلور السائل :

هو عبارة عن محلول نقى كهرماني اللون وهو أثقل من الماء مرة ونصف تقريبا. وللكلور السائل معامل تمدد عالي، إذ يزداد حجمه بسرعة كبيرة بازدياد درجة الحرارة ، حيث يزداد تمدد السائل ليملئ الأسطوانة بالكامل عندما ترتفع درجة الحرارة إلى ٦٧.٥°م ، ولذلك يلتزم دائما بعدم ملء اسطوانات الكلور بأكثر من ٨٥٪ من حجمها . وحيث أن الكلور السائل يتبخر بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوى ، لذلك فهو نادرا ما يرى في صورته السائلة.
وعند تبخر الكلور السائل فإن وحـدة الحجـوم الواحدة من الكلور السائل تنتج حوالـي ٤٥٦ وحدة حجم من الغاز النقي عند درجة حرارة ١٥°م، وضغط ٧٦٠ مم زئبق.
وبالتالي فإنه عند وجود تسرب في اسطوانة الكلور، يتحتم تعديل وضع الأسطوانة بحيث تكون منطقة التسرب في أعلاها لكي يتسرب غاز الكلور وليس السائل.

الكلور الصلب :

نظرا لأن الكلور السائل يتجمد عند درجة حرارة منخفضة جدا (-١٠٢°م) فهو نادرا ما يوجد في صورته الصلبة، غير انه يتواجد متحدا مع بعض العناصر الأخرى فى صورة مركبـات على هيئة بودرة أو حبيبات.

مركبات الكلور

بخلاف الكلور النقى يتواجد الكلور علي هيئة مركبات سائلة أو صلبة:

١ - محلول الكلور:

ويسمي كيماويا (هيبو كلوريت الصوديوم) وتركيبة الكيماوي هو NaOCl وهو محلول يحتوي علي حوالي ١٥٪ من الكلور الحر ويباع في المحلات العامة كمنظف تحت أسماء مختلفة ، ويمكن استعماله كمطهر للمياه بشرط ان لا يضاف إليه أي أنواع من المنظفات ويضاف مباشرة على الماء سواء بالصب المباشر من وعاء أو باستعمال مضخة مناسبة . لا يستعمل بكثرة بالإضافة إلى ان محلوله يسبب تآكلا في المواسير.

٢- مسحوق أو أقراص الكلور:

ويسمي كيماوياً (هيبو كلوريت الكالسيوم) وتركيبة الكيماوي هو $Ca(OCl)_2.4H_2O$ وهذه المادة تحتوي علي حوالي ٦٠-٧٠٪ من الكلور الحر.

ويمتاز عن المسحوق المبيض بارتفاع نسبة الكلور الفعال وبان نسبة الكلور الفعال لا تتأثر بالتخزين لفترات ليست بالطولية . وعند الاستعمال يحضر محلول مركز منه ثم يضاف إلى الماء بالجرعات اللازمة بواسطة أجهزة خاصة.

٣- المسحوق المبيض :

ويسمي أحيانا (كلوريد الجير أو الجير المكلور) وتركيبة الكيماوي هو مـزيج مـن (كلوريد كالسيوم قاعدي $CaCl_2Ca(OH)_2$،هيبوكلوريت كالسيوم قاعدي $Ca(OCl)_2Ca(OH)_2$)، وهو مسحوق ابيض مائل للاصفرار، له رائحة قوية نفاذة ،الجديد منه يحتوي علي ٣٢٪ مـن وزنة كلور فعال. إلا أن هذه النسبة تأخذ في النقصان بمضي الوقت خصوصـا إذا تعـرض للجو أو للضوء، ولذلك يجب حفظة في عبوات خاصة محكمة القفل ، كمـا يجـب اختبـاره لمعرفة نسبة الكلور الفعال قبل كل استعمال حتى يمكن تقدير الكمية التي تعطي جرعة الكلور المطلوبة، وبعد تقدير تركيز المسحوق المبيض تعمل عجينه سميكة تخفف تدرجيا حتى تصير مستحلب بنسبة ١: ١٠٠ وهذا المستحلب يمزج جيدا ثم يترك لمدة ساعة ثم يصفي لإزالة مـا به من رواسب ثم يضاف إلى الماء بالمعدل المطلوب بواسطة أجهزة خاصة.

وعموما استعمال مركبات الكلور اصبح غير شائع في عمليات التطهير الكبرى للمياه نظرا لمتاعب التشغيل إلا انه يستعمل في الحالات الآتية:

١. تطهير شبكات مواسير توزيع المياه بعد إنشائها أو إصلاحها.
٢. تطهير مرشحات وخزانات المياه.
٣. في حالات الطوارئ مثل حالات الفيضانات.

المناقشة

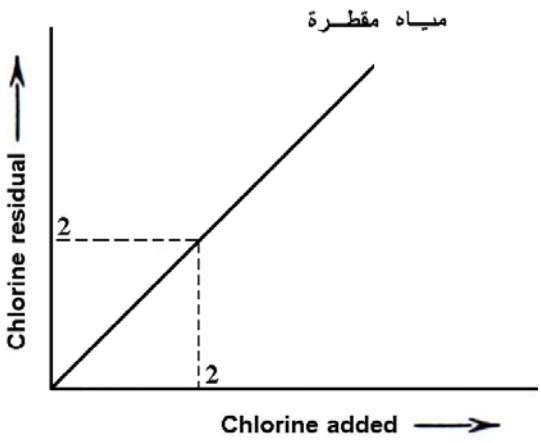
س١ : اذكر أهم الطرق التي تتم بها عملية التطهير ؟

س٢ : ما هي الشروط الواجب توافرها فى المواد المطهرة ؟

س٣- اذكر بعض خواص الكلور الطبيعية ؟

نظرية عمل الكلور

لفهم تفاعلات الكلور في المياه الطبيعية، نفرض مبدئياً أن التفاعل سيحدث في مياه مقطرة وبالاستعانة بالشكل رقم (١-١) فان كمية الكلور الحر المتبقية تتعلق مباشرة بكمية الكلور المضافة (الجرعة).



شكل رقم (١-١)

وعلى سبيل المثال: إذا أضيف جرعة كلور بمقدار ٢ مجم/لتر لتلك المياه ستعطى نفس القيمة (٢ مجم/ل) ككلور متبقى حر بعد انتهاء فترة المكث.

وسيتم التفاعل كالتالى:

كلور + ماء ← حامض الهيبوكلورز + حامض الهيدروكلوريك

$$Cl_2 + H_20 \rightarrow HOCl + HCl \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

نواتج التفاعل مركبات ضعيفة لا تلبث ان تتفكك إلى نواتج أخرى كالتالي :

حامض الهيبوكلورز ← أيون الهيبوكلوريت + ايون هيدروجين

(حامض ضعيف يتفكك)

$$HOCl \rightarrow OCl^- + H^+ \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

و

حامض الهيدروكلوريك ← ايون كلور + ايون هيدروجين

$$HCl \rightarrow Cl^- + H^+ \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

حمض الهيبوكلورز HOCl أحد شكلين من أشكال الكلور الحر المتبقى، وهو الأكثر فاعلية في عملية التطهير وعند تحلله كما في المعادلة (٢) السابقة ينتج أيون الهيبوكلوريت OCl^- وهو الشكل الثانى من أشكال الكلور الحر المتبقي، وتأثيره في عملية التطهير تعادل ١٪ فقط من تأثير حمض الهيبوكلورز. والجدول (١-٢) يوضح فاعلية أشكال الكلور المتبقي المختلفة في عملية التطهير.

الشكل	**فاعلية الكلور** مقارنة بحمض الهيبوكلورز
HOCl	1
OCl –	1/100
NCl3	-
NHCl2	1/80
NH2CL	1/150

جدول (١-٢)

تأثير PH علي التفاعل :-

يتأثر التفاعل بالأس الهيدروجيني تأثير كبير فكلما كان الوسط اقـرب للحامضـية زاد حامض الهيبوكلوروز وكلما كان الوسط اقرب للقاعدية زادت أيونات الهيبوكلوريت.

فمثلا:

عند أس هيدروجيني ٦.٧ تكون النسبة:

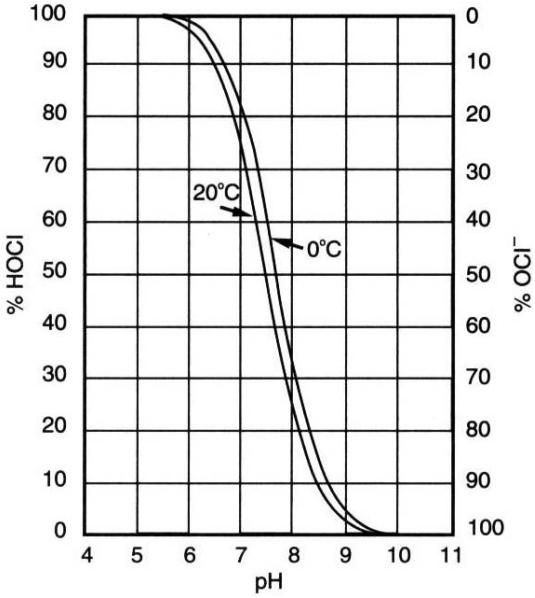
٢٠٪ ملح هيبوكلوريت + ٨٠٪ حمض هيبوكلوروز

عند أس هيدروجيني ٧.٣ تكون النسبة:

٤٠٪ ملح هيبوكلوريت + ٦٠٪ حمض هيبوكلوروز

عند أس هيدروجيني ٨.٣ تكون النسبة:

٨٠٪ ملح هيبوكلوريت + ٢٠٪ حمض هيبوكلوروز

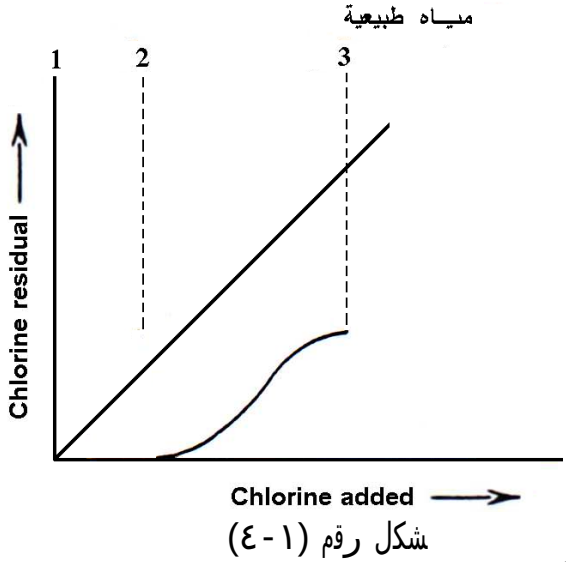


شكل رقم (١-٣)

يتبين مما سبق انه قد يوجد كلور بالعينة ولكن فاعليته تختلـف بالزيـادة أو النقصـان تبعـا لاختلاف درجة تركيز الأس الهيدروجيني.

أما بالنسبة للمياه الطبيعية فكما نعلم ان بها مواد ذائبة وشوائب عالقة وبالتالى فان تفاعل الكلور مع تلك المواد والشوائب سيتداخل ويؤثر على كمية الكلور المتبقى الحر كنتيجة لذلك.

وعلى سبيل المثال :إذا احتوى الماء على حديد ، منجنيز ، أمونيـا ، نيتريـت ، أو أي مـادة عضوية فسوف يتفاعل الكلور المضاف معهـا ليعطى انحراف فـي المنحنـى يناسـب تلـك المتفاعلات ودرجة تركيزها بالمياه كما هو معبر عنه بالشكل (١-٤).



شكل رقم (١-٤)

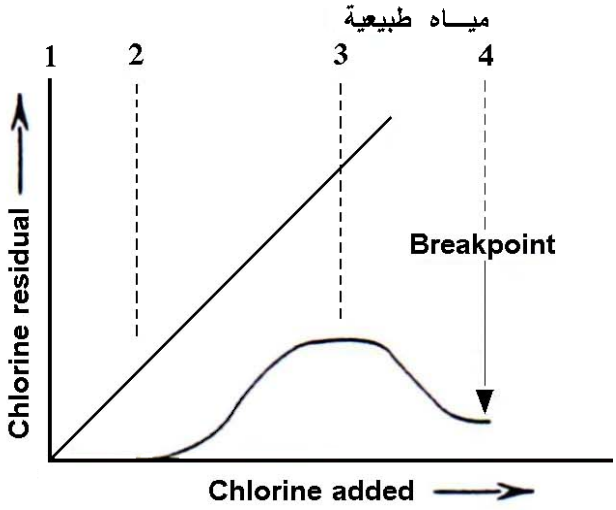
من الشكل: المسافة بين النقطتين ١، ٢ الكلـور المضاف يتحد مباشـرة مـع الحديـد، المنجنيـز والنيتريت كمواد مختزلة ولا يظهر تبعاً لذلك أي كلور متبقي حتى يتم الانتهاء من أكسدة كل تلك المواد بواسطة الكلور.

باستمرار إضافة الكلور نلاحظ انه على امتداد المسافة بين النقطتين ٢، ٣ يبدأ الكلـور فـي التفاعل مع الأمونيا والمادة العضوية ليشكل مركب الكلورامين، والمركبات الكلورو-عضوية وهذه النواتج من أشكال الكلور وتعرف بالكلور المتبقى المتحد، ولكن فاعلية هـذه الأشـكال كعامل مطهر تكون أضعف من الكلور الحر كما سبق وأشرنا لذلك.

وفيما بين النقطتين ٢، ٣ غالبا يكون أحادى الكلورامين هو شـكل الكلـور المتبقـى كنـاتج التفاعل:

أمونيا + حمض الهيبوكلورز ← أحادى الكلورامين + ماء

$$NH_3 + HOCl \rightarrow NH_2Cl + H_2O \quad (pH > 7) \ldots\ldots (4)$$



شكل رقم (١-٥)

يوضح الشكل (١-٥) انه بمتابعة إضـافة كلور للمياه، يبدأ الكلور المتبقى من النقطة ٣ حتى النقطة ٤ في الانخفـاض وذلـك كنتيجة لبـدأ أكسـدة مركبـات أحـادى الكلورامين الى مركبـات ثـاني وثالـث الكلورامين أو حتى تمام الأكسدة وتكـون غاز النيتروجين.

ويوضح ذلك التفاعلات التالية:

في حالة إذا ما كان NH_3 بكمية وفيرة:

$$NH_2Cl + HOCl \rightarrow NHCl_2 + H_2O \quad (4 < pH < 6) \ldots\ldots (5)$$

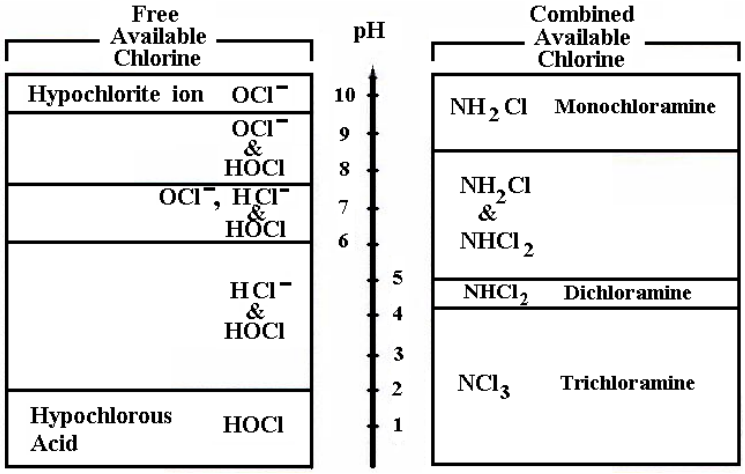
$$NHCl_2 + HOCl \rightarrow NCl_3 + H_2O \quad (pH < 3) \ldots\ldots (6)$$

ونلاحظ من التفاعلات السابقة انه عند pH اكبر من ٧ يتكون أحادى الكلورامين، وعند pH ٦ يبدأ ثاني الكلورامين ببطيء في التكوين ويظهر بوضوح بين ٦ > pH > ٤ ، أمـا ثالـث الكلورامين فيتكون عند pH أقل من ٣.

كما أن الكلورامين ممكن أن يتكون مع أي Amine organic مثل البروتين، حيـث يظهـر الكلورامين بسرعة أولا ثم يعقبه ببطء ظهور ثاني وثالث الكلورامين مع الاحتياج إلـى فتـرة تلامس أطول حتى يتم التفاعل.

إذا كان كمية NH_3 في الماء كافية فإن التفاعل سيكون ثابت، وإذا مـا كـان كميـة الكلـور المضافة اكبر مع NH_3 فان الكلورامين سيتكسر إلى النيتروجين كما في المعادلة التالية:

$$2\mathbf{NH_2Cl} + HOCl \rightarrow N_2 + 3\,HCl + H_2O \ldots\ldots (7)$$

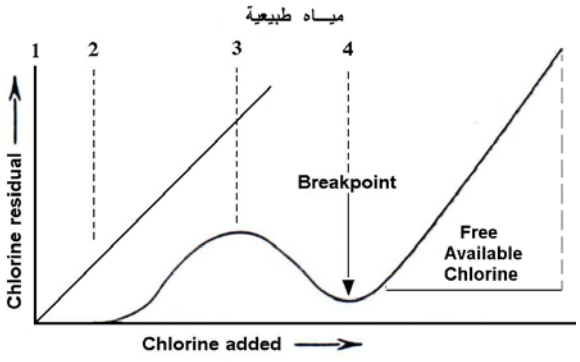


الشـكل (١-٦) يوضـح علاقة pH بأشكال الكلـور المحتمل تواجـدها بالميـاه المعالجة .

شكل رقم (١-٦)

ويختلف مفعول كل نوع من مركبات الكلور السابقة عن الآخر في عمليات التطهيـر حيـث يلاحظ أن الكلور الحر اقوي بكثير في قتل البكتريا عن الكلور المتحد. ويلاحظ أيضا أنه يلزم استخدام مقدار من الكلور المتحد اكبر ٢٥مرة من الكلور الحر لتحقيق نفس القدرة علي القتـل في نفس المدة الزمنية (جدول١-٢). علاوة علي ذلك فان التطهير بالكلورامين عملية بطيئـة وتحتاج إلى فترة تلامس أطول.

النقطة ٤ هى أدنى قيمة يصل لها الكلور وتعرف بأسم " نقطة الانكسار ". ثم يبدأ بعدها ظهور كلور حر متبقي ويزيد بزيادة جرعة الكلور المضافة (شكل رقم ١-٧). بمعنى انه بعد نقطة الانكسار أي إضافة للكلور تظهر في صورة كلور حـر متبقي، وقيمة الكلور الحر المتبقى يجب ان تمثل ٨٥ – ٩٠ ٪ من مجموع الكلور المتبقى (حـر + متحد) بالمياه المعالجة.



شكل رقم(١-٧)

يجب ان نتذكر ان الكلور المتبقى المتحد يمثل مركبات ثنائي وثلاثى الكلورامين والمركبـات الكلورو-عضوية (as THM).

العوامل المؤثرة في عملية التطهير (فاعلية الكلور)

تتوقف فاعلية الكلور في قتل البكتريا علي العوامل الآتية :-

١-جرعة الكلور:

بديهي إن فاعلية الكلور في القضاء علي البكتريا تزيد بازدياد جرعة الكلور المضافة إلى الماء.

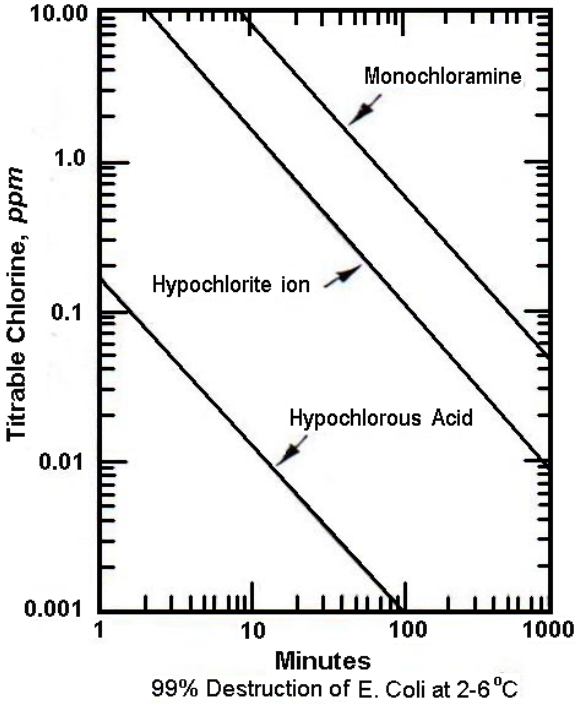
٢-مدة التفاعل بين الكلور والماء (فترة التلامس):

تزيد فاعلية الكلور كلما طال زمن التلامس، ونظرا لاختلاف مقاومة البكتريا للكلور باختلاف أنواعها، فوجد انه يجب أن تمر ثلاثين دقيقة على الأقل من إضافة الكلور وحتى استعمال الماء كفترة تلامس .وقد وجد ان قدرة الكلور على قتل البكتريا بالماء تتأثر تأثراً كبيراً بالعاملين السابقين (الجرعة، ووقت التلامس) طبقا للعلاقة التالية:

$$Kill \ \alpha \ C \times T$$

ويؤثر كل منهما على الآخر فبزيادة تركيز الكلور يقل الوقت اللازم للقتل والعكس بالعكس. مع الأخذ في الاعتبار ان الكلور المتحد تأثيره اضعف من الحر في عملية التطهير ولذلك يلزمه فترة تلامس أطول لإتمام عملية قتل البكتريا الموجودة بالماء.

من المهم معرفة فترة التلامس الملائمة لنوع الكلور المتبقى الموجود بالماء، فمثلا نعتمد على الكلور الحر المتبقى في التطهير عندما يكون الوقت المقطوع من نقطة إضافة الكلور حتى نقطة استهلاكه قصير. الشكل رقم (١-٨) يبين العلاقة بين الوقت اللازم لقتل بكتريا E-coli بنسبة ٩٩٪ عند درجة حرارة ٢-٦°م، ونوع الكلور المتبقى بالماء.



شكل رقم (١-٨)

تذكر انه : يجب ان يتوفر ٠,٢ مجم/لتر كلور حر في اطراف الشبكة التى تغذيها محطة المعالجة.

٣- درجة الحرارة:

بالرغم من ان درجة حرارة المياه المنخفضة تحتفظ أكثر بالكلور إلا أن الحرارة العاليـة أكثـر فاعلية، ولذلك يجب تغيير جرعة الكلور مع تغير الفصول للحفاظ على نسـبة الكلـور المتبقـى بالمياه، بمعنى ان جرعة الكلور تزيد بانخفاض درجة الحرارة للحصول علي نفس كفاءة التطهير.

٤- درجة تركيز أيون الهيدروجين:

لقد تبين أن المياه ذات التركيز الهيدروجيني المنخفض تلزمها جرعات كلور اصغر من المياه ذات التركيز الهيدروجين المرتفع للحصول علي نفس كفاءة التطهير. وتفسير ذلـك ان الأس الهيدروجيني هو الذي يحدد النسبة بين تركيزي كل من : $HOCl$ ، OCl^-. ويوضح الشـكل رقم (١-٣) تلك العلاقة. لاحظ من الشكل أيضاً ان درجة الحرارة تأثيرها ضعيف على نسبة التحلل بالمقارنة بتأثير الأس الهيدروجيني.

استخدام مركبات الهيبوكلوريت في عمليات التطهير ترفع من قيمة الـ pH قليلا أما استخدام غاز الكلور فيخفض من pH ، ولذلك من الأهمية متابعة القياس والتحكم فـي درجـة الأس الهيدروجيني للمياه للمحافظة على درجة تأثير الكلور في عملية التطهير.

٥- عكارة الماء:

كلما زادت عكارة الماء زادت جرعة الكلور اللازمة إذ أن الميكروبات قد تحتمـي بـالمواد المسببة للعكارة من تأثير الكلور.

٦- قلوية وحامضية الماء:

وتقل فاعلية الكلور بزيادة قلوية الماء ولذلك يلزم استخدام جرعات كلور عالية كلما ارتفعـت قلوية الماء.

٧- وجود المركبات الآزوتية في الماء:

عند تواجد مركبات الأمونيا في الماء تقل فاعلية الكلور في قتل الكائنات الحية في الماء ولـذا يلزم إضافة جرعات اكبر أو إطالة وقت التفاعل بين الكلور والماء (فترة التلامس).

٨- وجود مركبات الحديد والمنجنيز:

وهذه أيضا تحد من فاعلية الكلور في قتل البكتريا.

٩-نوع وعدد البكتريا المراد القضاء عليها:

بما أن لكل ميكروب درجة مقاومة معينة لفعل الكلور، لذا يلزم اختبار المـاء لمعرفـة أنـواع الميكروبات التي يراد التخلص منها . البكتريا التي لا تتكاثر بالانقسام تكون فـي العـادة اقـل مقاومة من البكتريا التي تتكاثر بالانقسام، كذلك فان الطفيليات والفيروسات تكون ذات مقاومـة عالية لبعض أنواع المواد التي تستخدم في التطهير ومنها الكلور. كما أن لعدد البكتريا الموجودة في الماء تأثيرا علي جرعة الكلور الواجب أضافتها فكلما زاد العدد زادت الجرعة اللازمة.

١٠- طرق إضافة الكلور:

يمكن إضافة الكلور علي هيئة غاز أو محلول أو مسحوق لأحد مركباته ولقد وجد ان إضافته كغاز أكثر فاعلية من إضافته كمحلول أو مسحوق لأحد مركباته.

استخدام الكلورامين لتطهير المياه

وهو ما يسمي أحيانا Chloramination وفي هذه الحالة يضاف النشادر (الأمونيـا) إلـى الماء قبل إضافة الكلور وتكون جرعة النشادر حوالي ٠,٠٦ جزء في المليون، بينما تكـون جرعة الكلور حوالي ٠,٢٥ جزء في المليون، ويضاف النشـادر بـأجهزة خاصـة تسـمي "Amoniators " وهي تشبه إلى حد كبير أجهزة إضافة غاز الكلور علي أن تضاف الأمونيا في الماسورة الرئيسية للمياه قبل دخولها إلى خزان المياه النقية ويعقبها بمسافة (حوالي عشرة أمتار) إضافة الكلور.

وهذه الطريقة تتميز بالآتي :-

- الحد من توليد الطعم والرائحة في الماء.
- كفاءة عالية في التطهير عند تواجد كميات كبيرة نسبيا من المواد العضوية.
- يستمر تأثير الكلور مدة طويلة.
- توفير في جرعة الكلور (حوالي ثلث الجرعة) ونظرا لارتفاع ثمن الكلور بالنسـبة للنشادر فإن ثمن الخليط يكون اقل من ثمن الكلور في حاله استعماله وحده.
- عدم تهيج الجلد والعين من الكلورامين بينما يتهيج الجلد والعين باسـتعماله جرعـات عالية نسبيا من الكلور واثر هذا يبدو واضحا في حمامات السباحة.
- لا يوجد خطورة عند الخطأ في التشغيل بإضافة جرعات عالية من الكلورامين.

إضافة الكلور

يتم إضافة الكلور للمياه بإحدى طريقتين :

- إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائد.
- إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المعملية الدقيقة.

أولاً:إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائدة

والمقصود بذلك إضافة الكلور بجرعات زائدة عن حد الطلب ,وبهذا نضمن الحصـول علـي كفاءة وفاعلية عالية لعملية التطهير وممكن أن نضطر إلى ذلك في حاله الطوارئ أو إذا مـا كان هناك شك في حدوث تلوث بكتيري لمصدر المياه (أثناء الحرب مثلا). أو انتشـار وبـاء معين (مثل الكوليرا).

وتتميز هذه الطريقة بالآتي:

- كفاءة وفاعلية عالية لتأثير الكلور علي البكتريا.
- أكسدة الكلور للمواد العضوية التي قد تتواجد في الماء.
- الحد من الطعم والرائحة التي قد توجد في الماء.
- إبادة الكائنات الحية الدقيقة التي تقاوم الجرعات العادية للكلور، علي انه يلزم إزالة الكلور الزائد بعد التأكد من تمام قتل الكلور للبكتريا.

وطرق إزالة الكلور الزائد:

١ - إضافة ثاني أكسيد الكبريت إلى الماء بجرعات حوالي ١.٥جزء في المليون لكل جـزء في المليون من الكلور المراد إزالته وفي هذه الحالة يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الكلـور الزائد كما هو موضح بالمعادلة :

$$SO_2 + H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$$

كميات حامض الكبريتيك وحامض الهيدروكلوريك الناتجة من التفاعل ضئيلة جدا ولا أهمية لها كما يجب أن تمر حوالي ١٥ دقيقة بعد إضافة ثاني أكسيد الكبريت قبل استعمال المياه.

٢-إضافة ثيوسلفات الصوديوم إلى الماء ليتفاعل مع الكلور الزائد كما هو موضح بالمعادلة:

$$2\ Na_2S_2O_3 + Cl_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2\ NaCl$$

٣-إضافة كبريتيت الصوديوم إلى الماء ليتفاعل مع الكلور الزائد كما هو موضح بالمعادلة:

$$Na_2SO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2\ HCl$$

٤ -تخزين الماء في أحواض مكشوفة لمدة ثلاث أو أربع ساعات قبل الاستعمال وفي هذه الفترة يتصاعد الكلور الزائد في الجو.

٥- ترشيح الماء في طبقة من الكربون المنشط الذي يمتص الكلور الزائد.

٦- مزج المياه المضاف إليها جرعات عالية من الكلور بمياه لم يضاف إليها الكلور فتتعادلان.

ثانياً: إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المعملية

" تحديد احتياج الكلور بإختبار Break Point "

احتياج الكلور هو مقياس لمقدار الكلور الواجب إضافته لوحدة الحجوم من المياه تحت شروط محدودة للأس الأيدروجينى ودرجة الحرارة وفترة التلامس حتي يتم التفاعل كاملا بجميع مواد الكلور القابلة للتفاعل في الماء ويحقق كلور حر متبقي ، ويحسب احتياج الكلور بأنه الفرق بين كمية الكلور المستخدم والكلور المتبقي في المياه عند نهاية فترة التلامس.

ومن المهم القيام دورياً باختبار احتياج الكلور في المعمل لتحديد كمية الكلور الواجب إضافتها بغرض التطهير ولتحقيق نسبة كلور متبقي بالماء، وهذه الجرعة تتغير بتغير نوعية المياه ونسبة الملوثات بها.

المصطلحات الفنية الخاصة بالكلور

الكلور المستهلك:

عند إضافة الكلور للمياه التي تحتوي علي مواد عضوية وغير عضوية فانه يتفاعل معها ويؤكسدها . " ويطلق علي هذه العملية حد الطلب للكلورين ".

ويعرف الكلور المستهلك بأنه الفرق بين كمية الكلور المضافة للماء وكمية الكلور المتبقي (الحر والمتحد) في الماء بعد انتهاء فترة التلامس.

جرعة الكلور:

تعرف جرعة الكلور بأنها اقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفى للقضاء على الكائنات الحية ، وينتج عنها كلور متبقي فى حدود معينة (٠,٢ ملجم /لتر ماء).

ويتم تحديد الجرعة المثلى للكلور عن طريق تجارب معملية حسب نوعية المياه المراد معالجتها. ويمكن القول انه : إذا أضفنا كمية الكلورين اللازمة لحد الطلب + كمية الكلورين اللازمة للتطهير فأننا نحصل علي ما يسمي بجرعة الكلور.

الكلور المتبقي:

هناك نوعان من الكلور المتبقي:

١- الكلور المتبقي المتحد: ينتج عن إضافة قدر من الكلور يكفى فقط للاتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء . وعلى الرغم من ان تلك البقايا المتحدة لها قدرة أكسدة تفوق قدرة الكلور الحر، إلا أن فعاليتها كمادة مطهرة تقل عن فعالية الكلور الحر.

٢- الكلور المتبقي الحر: ينتج عن إضافة الكلور إلى الماء بالقدر الذي يزيد عن الكلور المتحد وهو أكثر فعالية كمادة مطهرة.

وتتوقف كمية الكلور المتبقي علي عدة عوامل أهمها :-

١- درجة الحرارة ٢- الزمن الذي مضي بعد إضافة الكلور

٣- جرعة الكلور ٤- درجة تركيز الأس الهيدروجينى

٥- كمية المواد والشوائب التي قد تتواجد في الماء

أماكن إضافة الكلور في محطات التنقية

يمكن إضافة الكلور إلى الماء في أكثر من موقع في محطات التنقية تبعا لحالـة كـل محطـة وكذلك تبعا لصفات الماء المعالج في كل حالة وتبعا لتجارب وخبرات المشرف علي التشغيل.

أ- إضافة الكلور المبدئي Prechlorination

أي حقن الكلور بعد عملية تجميع المياه من المصدر مباشرة وقبل الدخول الى عملية التنقيـة (المروقات والمرشحات).

وتتميز هذه الطريقة بالآتي :-

- خفض تعداد البكتريا في الماء قبل وصولها إلى المرشح مما يخفف الحمل البكتيـري علي المرشح.
- تطهير رمل المرشح نظرا لمرور المياه بما فيها من كلور في مسام الرمل أثناء عملية الترشيح.
- كفاءة عالية في إزالة اللون من الماء .
- نقص في كميات الكيماويات المروبة إذا أضيف الكلور قبل أحواض الترويب.
- كفاءة عالية في إزالة الطعم والرائحة من الماء .
- الحد من نمو الكائنات الحية الدقيقة داخل المرشح .

ب- إضافة الكلور النهائي Postchlorination

أي إضافة الكلور إلى الماء بعد مرحلة الترشيح أي عند مدخل خزان الميـاه النقيـة ، وهـي طريقة سهلة في تشغيلها ويكون الكلور اكثر فاعلية علي البكتريا بسبب خلو المـاء مـن أي عكارة أو شوائب .

يضاف جرعة زائدة من الكلور النهائي في الخزانات الملحقة بالمحطات وذلك لضمان خروج الكلور بنسبة معينة مطلوبة إذا كانت شبكات مواسير التوزيع تمتد إلى مسافات بعيدة ويخشـي من تواجد البكتريا في الأطراف البعيدة منها وحتى يصل الكلور ولو بنسبة ضئيلة إلـى آخـر متر في الشبكة .

جـ- إضافة الكلور في اكثر من موقع Multiple Chlorination

وهذه الطريقة تتبع إذا كانت المياه رائقة والتلوث البكتيري عالي نسبيا إذ يحسن في هذه الحالة إضافة الكلور في اكثر من نقطة علي مسار الماء في محطة التنقية لضـمان كفـاءة عمليـة الكلاوره كما تستعمل هذه الطريقة إذا خزنت المياه المرشحة في خزانات مكشوفة ففي مثل هذه الحالة يجب إضافة الكلور في مخارج المياه من الخزانات المكشوفة .

تذكر انه من نتائج أضافه المواد المؤكسدة (الكلور) للمياه:

١. تكسير أغاب المركبات المسببة للون .
٢. أكسدة الحديد والمنجنيز ومعظم المركبات الكبريتية .
٣. تكسير بعض المركبات المسببة للرائحة .
٤. تكسير بعض المركبات الحلقية .
٥. القضاء علي عدد كبير من البكتريا .

الكشف عن وجود غاز الكلور

يمكن الكشف عن وجود الغاز بسهوله إذا كان موجودا في مكان ما حيث يمكن تمييزه برائحته النفاذة القوية لأي شخص عادي.
أما الدليل الكيماوي لوجود الكلور فهو النشادر حيث يتحد مع الكلور ويعطي دخان أبيض كثيف، وهذا دليل مهم جدا فبمجرد فتح غطاء زجاجة بها نشادر في مكان به كلور متسرب ستجد الدخان الأبيض انتشر في مكان التسريب حيث يتم العمل علي إيقاف التسرب الذي حدث.

المناقشة

س١ : ما هى العوامل المؤثرة على عملية التطهير ؟

س٢: ما هى الطرق المتبعة عند إضافة الكلور للمياه الخام ؟

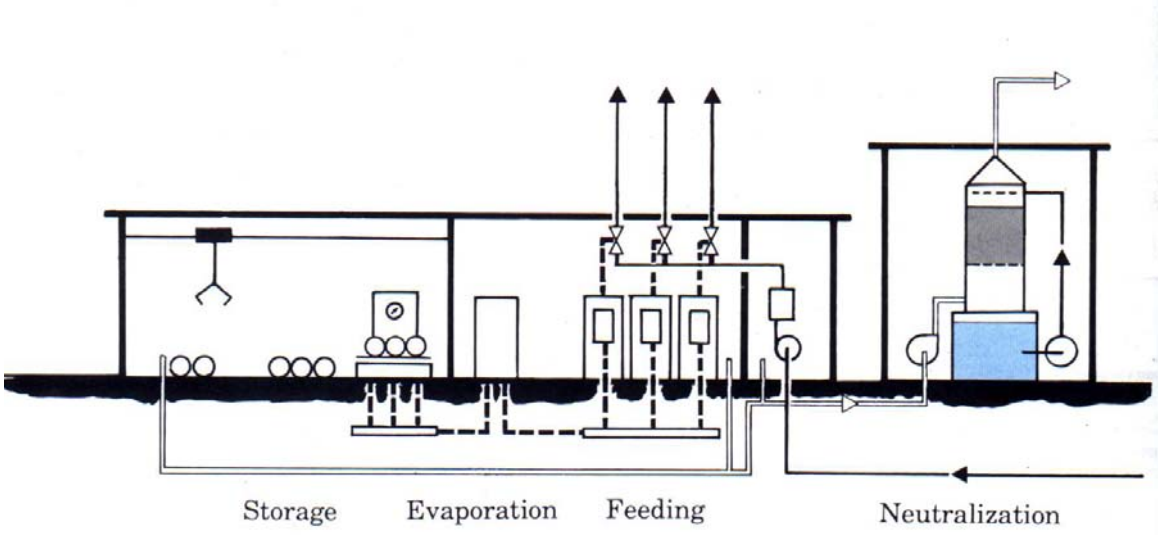
س٣ : ما الفرق بين جرعة الكلور والكلور المستهلك ؟

الباب الثاني

منظومة الكلور

مقدمة

سنبدأ في شرح **منظومة** التعقيم والأمان الموجود في معظم محطات تنقية المياه بالشركة والذي يـبدأ من الاسطوانة حتى نقطة الحقن بصورة مبسطة يسهل علي المتدرب معرفة النظام بكامل محتوياته والشكل رقم (٢-١) يوضح الرسم التخطيطي لأجزاء النظام.



شكل رقم (٢-١)

وكما هو واضح من الرسم التخطيطي أن مكونات النظام كما يلي :-

١. مخزن اسطوانات الكلور .
٢. غرفة الأجهزة .
٣. غرفة التعادل .
٤. خطوط الكلور حتى نقاط الحقن .

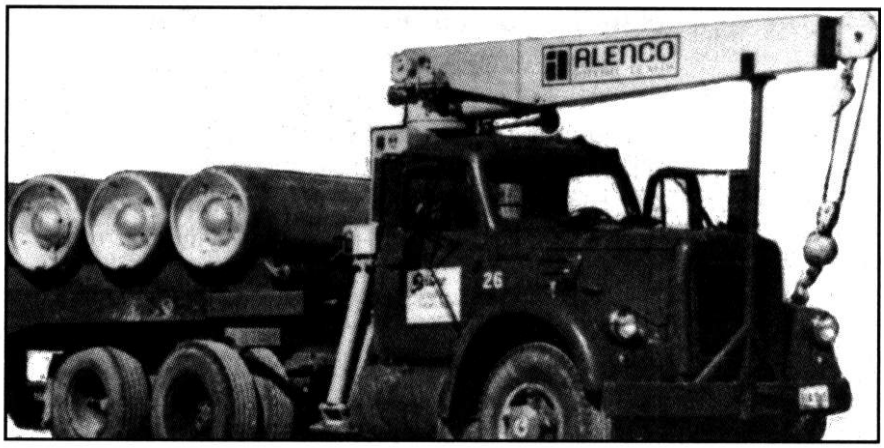
وبعد أن تعرفنا علي مكونات نظام التعقيم باستخدام الكلور في أغلب محطات المياه الكبـرى سنبدأ في شرح وتفصيل كل جزء من النظام حتى يتمكن المتدرب من الحصول علـي القـدر الكافي الذي يساعده في التعامل مع نظام الكلور بطريقة صحيحة وسليمة وآمنة.

عنبر أسطوانات الكلور
(المخزن)

يحتوي عنبر اسطوانات الكلور علي الآتي :

أسطوانات الكلور ومعدات النقل والوزن
خطوط التغذية وملحقاتها
مراوح التهوية
حساسات تسرب الكلور

(أ) أسطوانات الكلور –ومعدات النقل والوزن



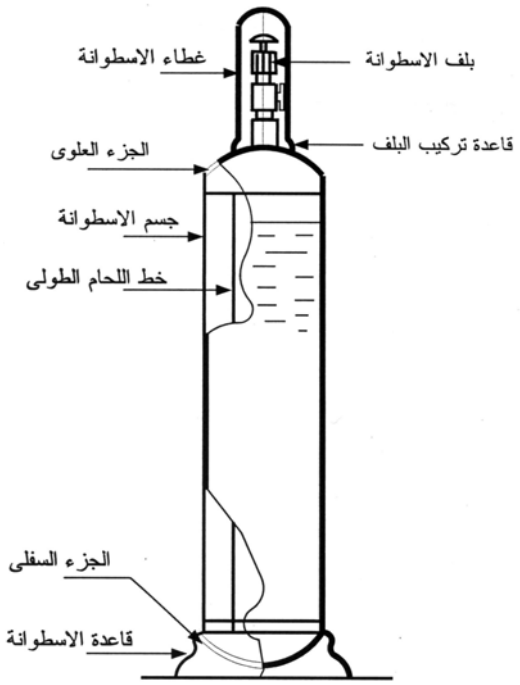
شكل رقم (٢-٢)

اسطوانات الكلور هي الوعاء الذي بواسطته يمكن تداول غاز الكلور من مصنع الإنتاج والتعبئة إلى مكان الاستخدام سواء كان في محطات معالجة المياه أو المصانع التي تستخدم هذا الغاز مثل مصانع النسيج التي تستخدمه في إزالة الألوان .
وغالبا يتم شحن الكلور فى أسطوانات سعة واحد طن (٨٠٠كجم) ، وأسطوانات سعة ٥٠ كجم . وتحتوي أي منهما على كلور سائل مضغوط يتحول إلى الغاز عند استخدام الصمام العلوي بالنسبة للأسطوانات سعة واحد طن.

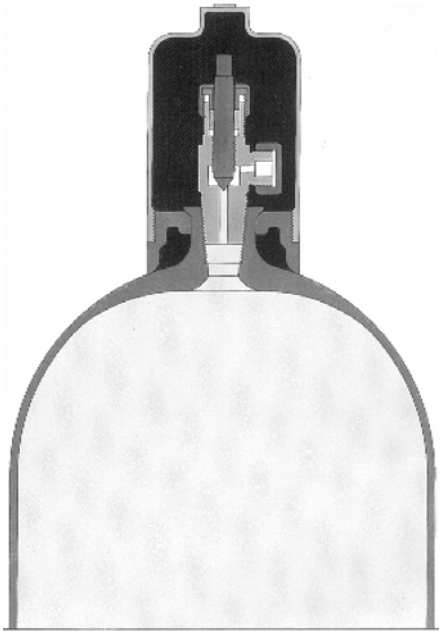
الأسطوانات سعة ٥٠ كجم :

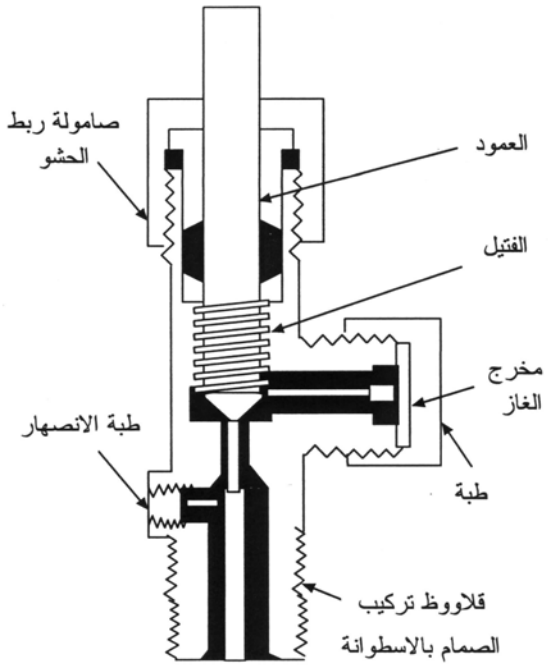
تصنع اسطوانات الكلور سعة ٥٠ كجم من الصلب وتزود بصمام خاص وغطاء واقي لحماية الصمام من الصدمات. (شكل رقم٢-٣)

وتصنع الصمامات القياسية التى تزود بها أسطوانات الكلور من النحاس الأصفر ، ويصنع ساق الصمام من معدن الالمونيل (سبائك نيكل)- (شكل رقم ٢-٤) . وتزود تلك الصمامات بسدادة (طبة) معدنية قابلة للانصهار بحيث ينصهر عند درجة حرارة ٧٠-٧٥°م لتحرير الضغط الزائد عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة.



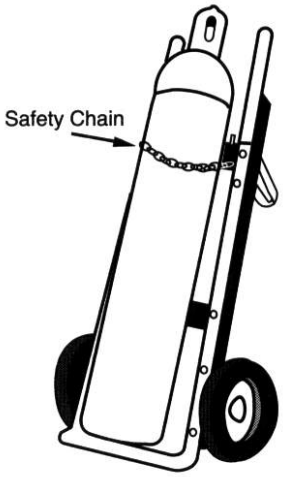
شكل رقم (٢-٣)
أسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم





شكل رقم (٢-٤)
صمام(محبس) اسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم

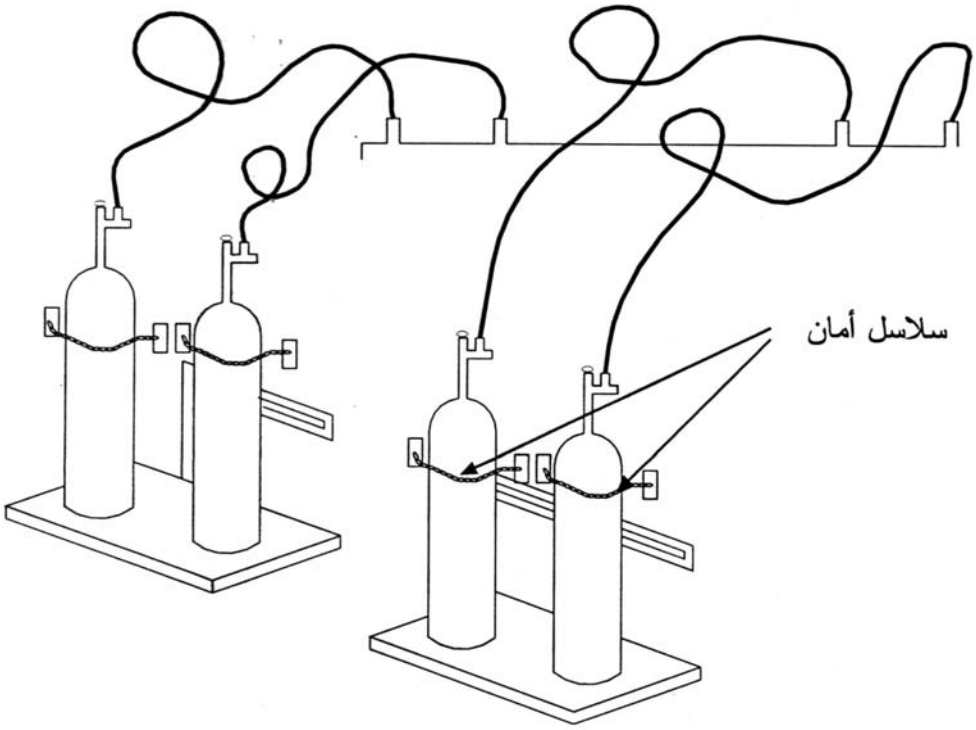
تداول وتخزين الاسطوانات سعة ٥٠ كجم :



عند نقل أو تحميل أسطوانات الكلور سعة ٥٠ كجم ينبغي تأمينها وعدم تركها تسقط أو تصطدم بالأسطوانات الأخرى ويستخدم لذلك عربة جر يدويه بعجل وسلسلة أمان شكل رقم (٢-٥). ويفضل إن أمكن تواجد اثنين من العمال المدربين معاً عند تداول أسـطوانات الكلور لتحريكها بأمان بتدويرها (لفها) على حافتها السفلية . هـذا ولا ينبغي نزع الغطاء الواقي للأسطوانة إلا عندما تكـون معـدة لتوصيلها بجهاز إضافة الكلور.

شكل رقم (٢-٥)

تخزن أسطوانات الكلور سعة ٥٠ كجم فى وضع رأسي ، وترتب بحيـث يتطلـب تحريـك الاسطوانات أقل قدر من التداول . ويراعى فى مكان التخزين أن يكون جيد التهوية ، ومحميا من الأشعة المباشرة للشمس أو من البرودة الزائدة . ولحماية الأسطوانات من السقوط تستخدم سلاسل أمان تثبت فى الجدار وتوضع حول الجسم الخارجى للأسطوانة ، شكل رقم (٢-٦).

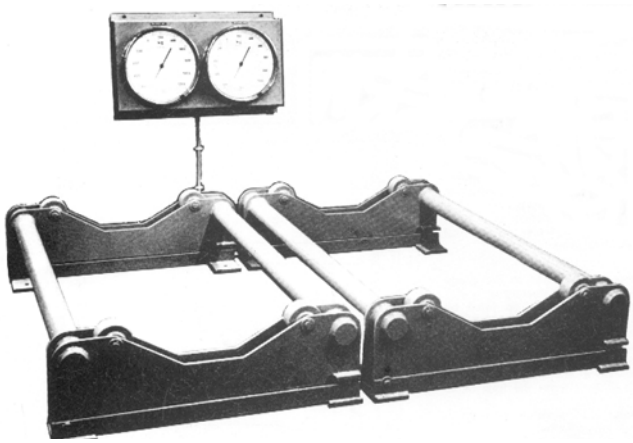


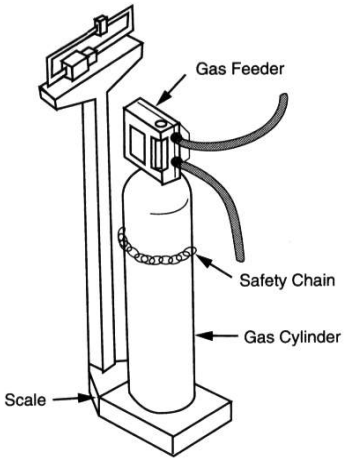
شكل رقم (٢-٦)

تثبيت الاسطوانات بالسلاسل حماية لها من السقوط

موازيين الأسطوانات :

كما هو موضح بالشكل (٢-٧) توجد عدة أنواع من الموازيين بغرض وزن الأسطوانة قبل وبعد الاستخدام كنوع من المراقبة والتسجيل والتأكد من تفريغ الأسطوانة للحد المطلوب.





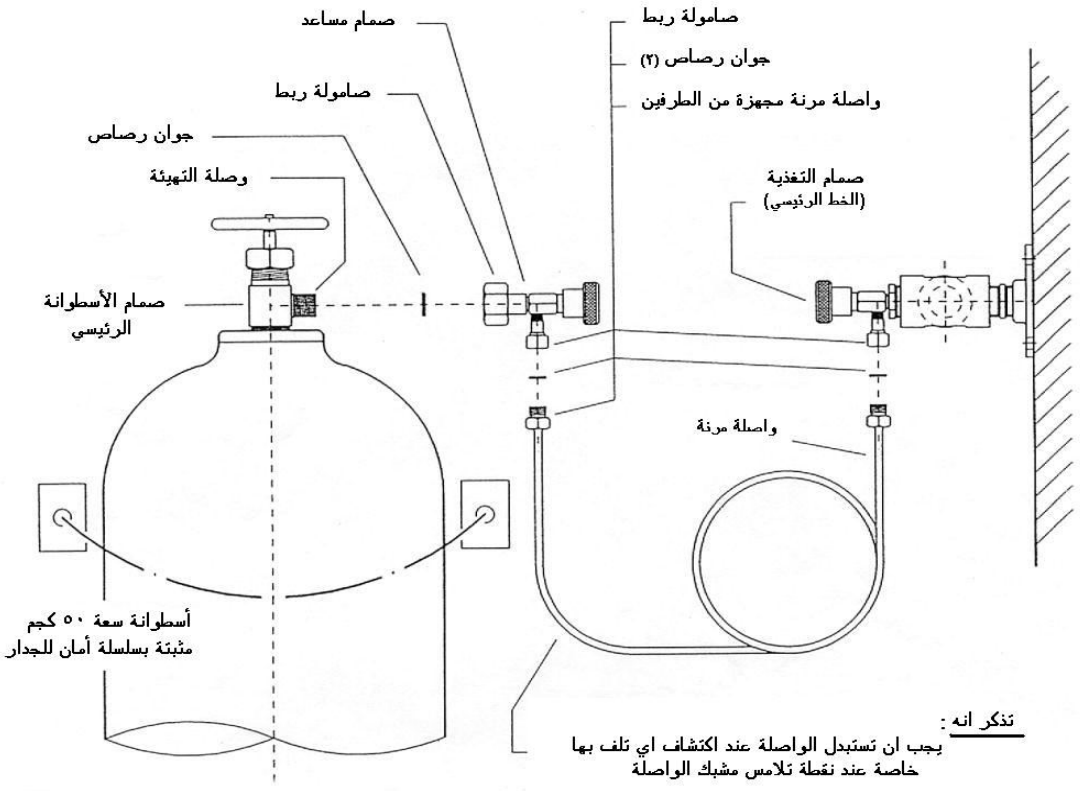
الشكل (٢-٧)

توصيل الأسطوانات سعة ٥٠ كجم :

إن الطريقة المثلى لعمل توصيلات بصمام اسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم تكون باستخدام : قفيز (مشبك ماسك) ، واصلة ضبط (تهيئة) ، جوان من الرصاص ، وصمام احتياطى.
عند عمل التوصيلات باستخدام الوصلات القلاووظ بدلا من المشابك الماسكة ، يلزم استخدام مفتاحي ربط (إنجليزي) . يستخدم مفتاح الربط الكبير مع الواصلة بينما يستخدم المفتاح الأصغر للمساحة المربعة للماسورة .

خطوات توصيل الأسطوانة (باستخدام المشبك والواصلة**):** انظر شكل (٢-٨) :

- قم بتأمين الأسطوانة فى وضعها الرأسي.
- انزع الغطاء الواقي للأسطوانة .
- انزع الطبة من تجويف فتحة الخروج .
- استبدل الجوان الرصاص القديم بآخر جديد بعد تنظيف تجويف فتحة الخروج .
- ضع القفيز الماسك فوق الصمام ثم ادخل وصلة الضبط (التهيئة) داخل تجويف فتحة الخروج . وأحكم ربط مسمار المشبك مقابل الحلقة الرصاص .
- يتم فتح صمام الكلور لإطلاق ضغط الكلور بحذر شديد مع اختبار الشبكة للتأكد من عدم وجود أي تسرب .



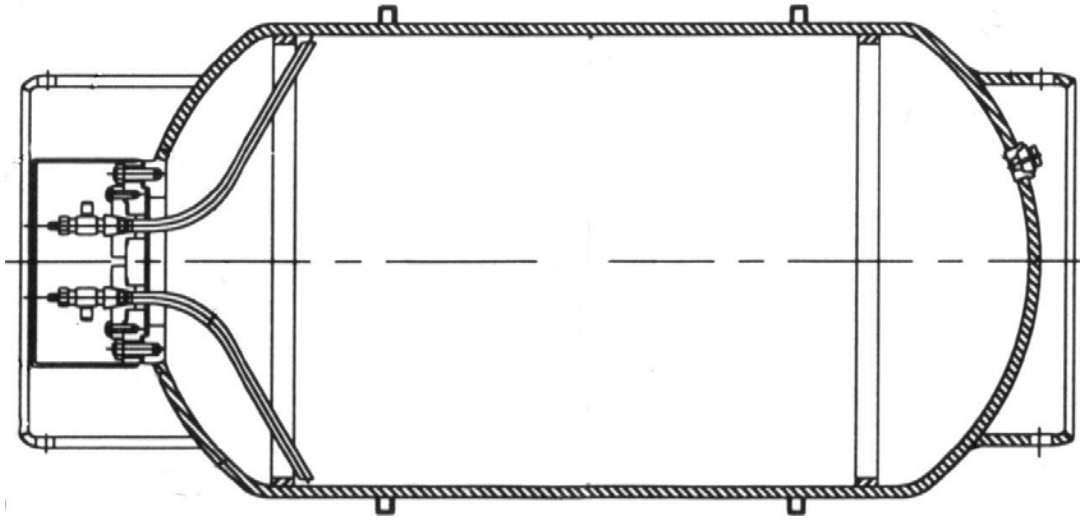
شكل (٢-٨)

توصيل أسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم

الأسطوانات سعة واحد طن :

تصنع الأسطوانة سعة واحد طن (الشكل رقم ٢-٩) من الصاب سمك ١٣مم وملحومة طوليـا من الداخل والخارج بلحام كهربى ، وتحاط الأسطوانة بإطارين من الحديـد لحمايـة جسـم الأسطوانة من الارتطام بالأرض . كما يوجد إطار آخر حول بلفي الأسطوانة للحفاظ عليهمـا أثناء النقل والتداول ، وعدد ٦ طبات أمان (ثلاثة بكل جانب)، ولها صمامان . والفرق الوحيد بين صمامات تلك الأسطوانة وصمامات الأسطوانة سعة ٥٠ كجم هو عدم وجود الطبة القابلة للانصهار . والطبة مصنوعة من مادة تنصهر عند درجة حرارة ٧٠-٧٥°م لتحرير الضـغط الزائد عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة.

عند وضع الأسطوانات سعة ١ طن فى أماكنها ، يتم ضبط ومحاذاة الصمامات بحيث يكونـا على خط رأسي أحدهما فوق الآخر ،وبذلك يكون الصمام العلوي جاهز لسحب غاز الكلـور والسفلي لسحب الكلور السائل .

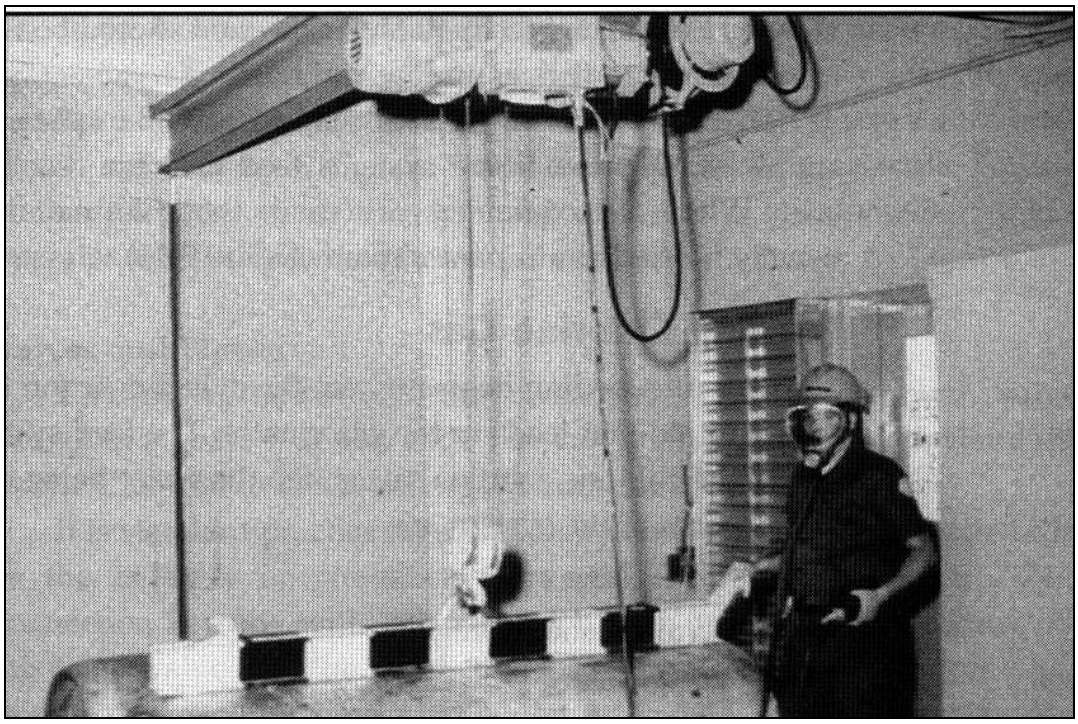


شكل رقم (٢-٩)

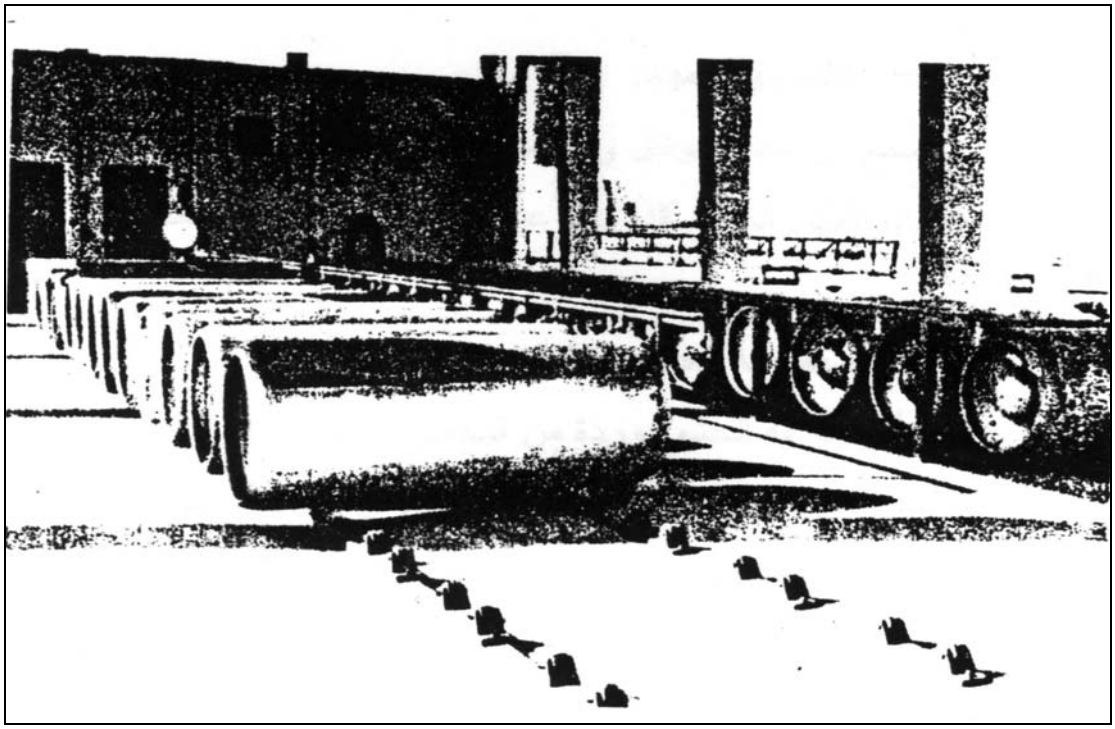
أسطوانة كلور سعة واحد طن

تداول وتخزين الاسطوانات سعة واحد طن:

يتم تحريك ونقل هذه الأسطوانات بواسطة قضيب متين ورافعة(ونش ذو قدرة لا تقل عـن ٢ طن)، شكل رقم (٢-١٠). وتنطبق على تلك الحاويات نفس شروط التخزين العامة الخاصـة بالأسطوانات سعة ٥٠ كجم ، فيما عدا أن الأسطوانات سعة واحد طن ترص أفقيا على قواعد خاصة تمنع تدحرجها. ويحظر رصها فوق بعضها. شكل رقم (٢-١١).



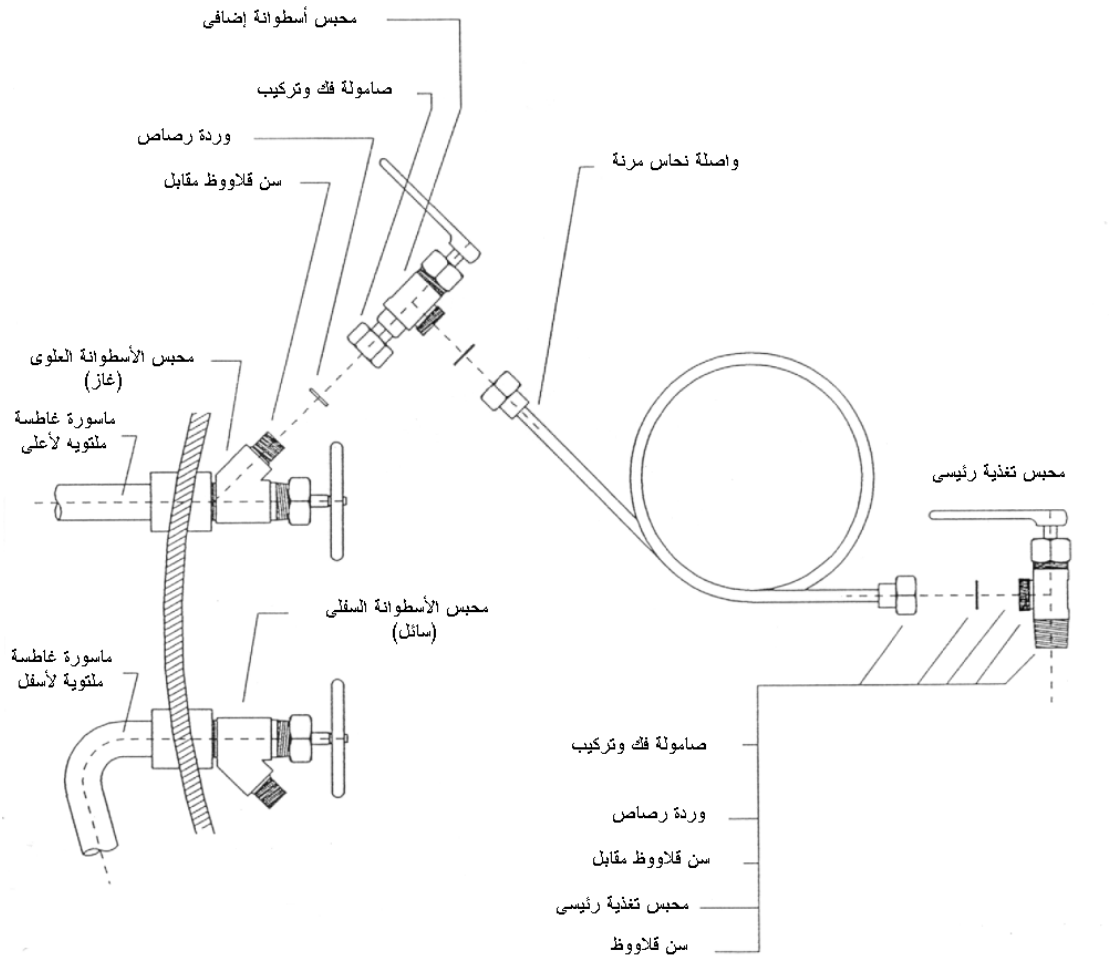
شكل رقم (٢-١٠)
ونش حمولة ٢ طن



شكل رقم (٢-١١)
عجل لوضع الأسطوانات سعة واحد طن

توصيل الأسطوانات سعة ١ طن :

تتكون السربنتينة (أنبوب التوصيل) من ماسورة من النحاس الأحمر المنكل بقطر خارجى ١٢مم وداخلى ١٠مم وطولها لا يقل عن متر ، وليس بها أي اختناق يمنع مرور الغاز من خلالها. ويلحم فى طرفى هذه الماسورة "زور" وهو من النحاس الصفر وبه بطحان يمكن من خلالهما مسك الزور ومنعه من اللف عند ربط صامولة التوصيل بالاسطوانة أو الخط (شكل رقم ٢-١٢). وصامولة التوصيل لها سن قلاووظ يماثل تماما سن قلاووظ الأسطوانة والجهاز بنفس المقاس والخطوة . وتوضع وردة رصاص بين الزور وفتحة سحب الكلور فى صمام الأسطوانة لمنع التسرب ، وتربط الصامولة بمفتاح بادى مع مسك الزور بمفتاح فرنساوى عند مكان البطح لمنع السربنتينه من الانثناء أو اللف.



شكل رقم (٢-١٢)

الواصلة المرنة "السربنتينة"

سعة التخزين :

تراعى محطات المياه أن يكون لديها سعة تخزين مناسبة لأعمال التعقيم ، تكفيها لمدة شهر أو أسبوعين على الأقل. ويتم حسابها كالتالي :

بفرض ان محطة مياه ...: معدل سحب المياه العكرة لها ١١٠٠٠ م^3/يوم، ومعدل تصـرف المياه الرائقة ١٠٠٠٠ م^3/يوم، وتحدد لها جرعة كلور مبدئى ٦ جم/ م^3، وجرعة كلور نهائى ٢ جم/ م^3 . أحسب السعة التخزينية اللازمة لتلك المحطة ؟ (عدد أسطوانات الكلور التى تكفي لفترة تشغيل أسبوعين).

∴ **كمية الكلور اللازمة / يوم** = كمية المياه العكرة / يوم × جرعة الكلور المبدئي + كمية المياه المرشحة / يوم × جرعة الكلور النهائى

= ١١٠٠٠ × ٦ + ١٠٠٠٠ × ٢

= ٨٦ كجم كلور

∴ عدد أسطوانات الكلور = كمية الكلور اللازمة / يوم × عدد أيام التشغيل / سعة الأسطوانة (كجم) = ٨٦ × ١٤ / ٨٠٠

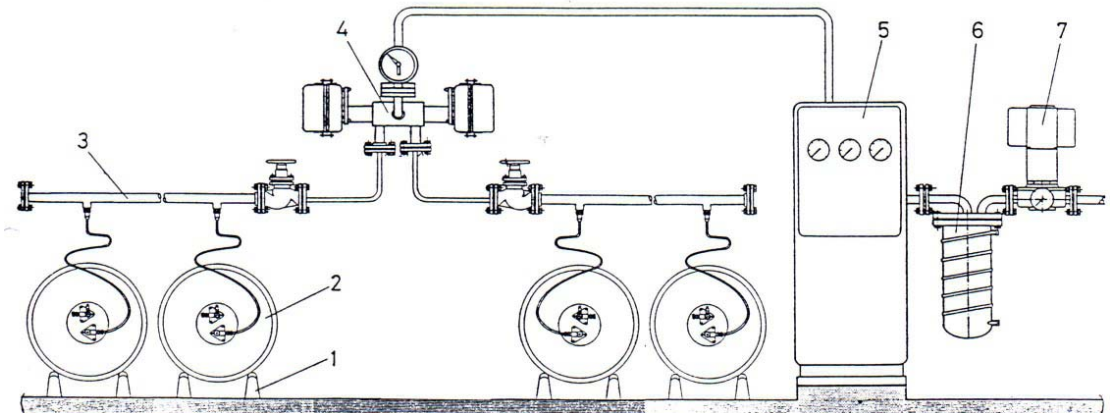
= ١.٥ (٢ أسطوانة تقريباً)

بمعنى ان : إجمالي عدد الأسطوانات اللازم لتلك المحطة هو ٤ أسطوانات ٢ فى التشغيل، ٢ احتياطي بصفة مستمرة.

(ب) خطوط التغذية وملحقاتها

خطوط التغذية عامة هي خطوط نقل الكلور بداية من محبس أسطوانة الكلور ، حتـى نقطـة حقن الكلور بخط المياه (الحاقن) ، ماره بـ(جهاز التحويل الأتوماتيكي ، المبخرات ، الفلتر ، مصيدة الرطوبة ،محبس تخفيض الضغط). وسوف نتناول فى هذا الباب الملحقات التالية:

١. **محابس الاسطوانة**
٢. **جهاز التحويل الأتوماتيكي**
٣. **الفلتر ومصيدة الرطوبة**
٤. **محبس تخفيض الضغط**

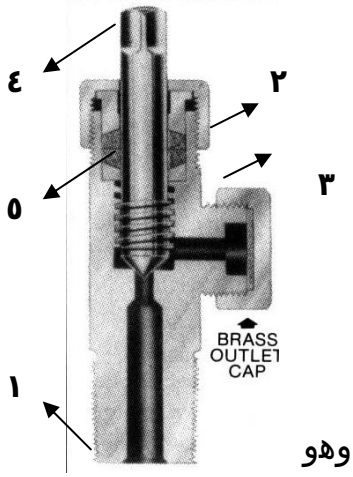


(١) دعامة حاملة للأسطوانة (٢) أسطوانة الكلور ١ طن (٣) خط التغذية الرئيسى
(٤) جهاز التحويل الأوتوماتيكي (٥) المبخر (في حالة استخدام سائل الكلور)
(٦) الفلتر ومصيدة الرطوبة (٧) محبس تخفيض الضغط

شكل رقم (٢-١٣)
شكل يوضح ترتيب ملحقات خطوط التغذية فى النظام

(١) محابس أسطوانة الكلور :

يعتبر محبس اسطوانة الكلور أهم جزء في الاسطوانة لأنة يمثل صمام الأمان الأول في نظام الكلور .والفرق الوحيد بين صمامات تلك الأسطوانة وصمامات الأسطوانة سعة ٥٠ كجم هـو عدم وجود الطبة القابلة للانصهار. وعامة يتركب المحبس من :



جسم المحبس : يصنع من النحاس الأصفر وبه الآتي :-

- قلاووظ مسلوب لتركيبه فى الأسطوانة.(١)
- قلاووظ آخر لتثبيت مجموعة الحشو والفتيل والعامود.(٢)
- قلاووظ ثالث لتركيب وتوصيل وصلة خروج الكلور.(٣)

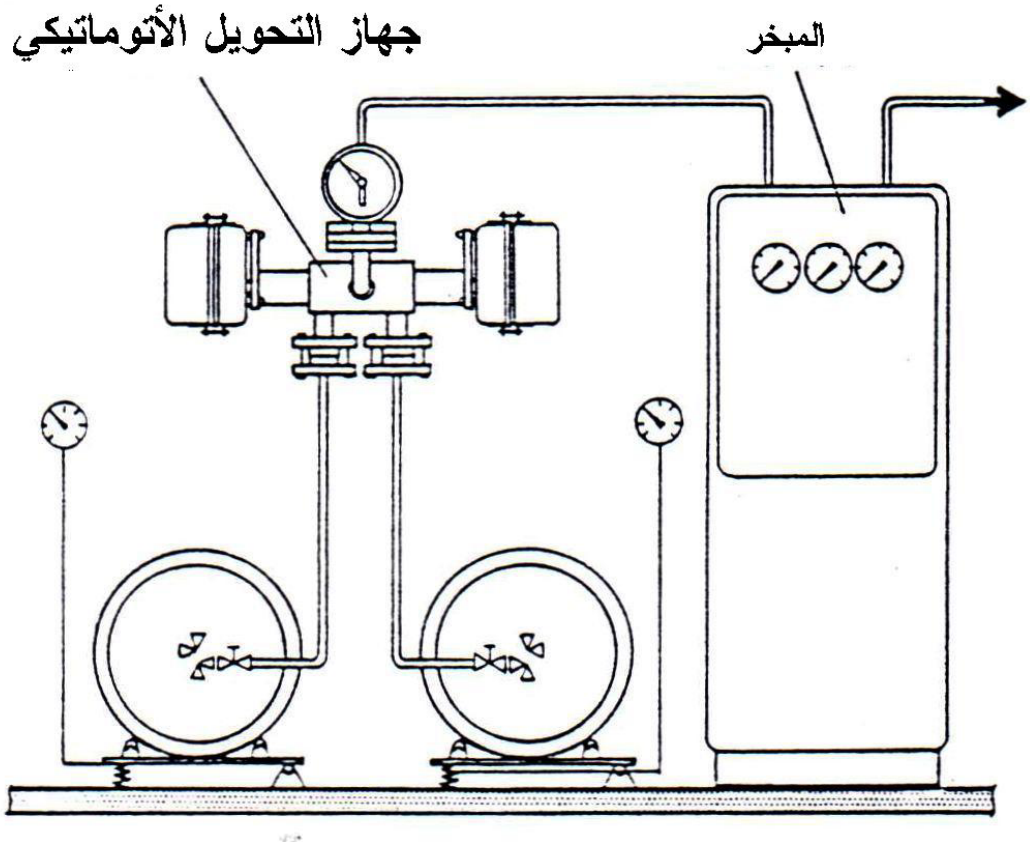
الفتيل: يصنع من مادة المونيل وهى سبيكة من الصلب الذى لا يصدأ. وهو الذي يتحكم في كمية الكلور المسحوب عن طريق فتح وغلق الاسطوانة بواسطة المربع الخـاص بالفتيل .(٤)

شكل رقم (٢-١٤)

مجموعة الحشو (مانع التسرب) : تبدأ مجموعة الحشو (٥) بـوردة نحـاس توضـع خلـف قلاووظ الفتيل حول العامود ويعقبها ثلاث حلقات تيفلون محدبة من الخارج ويقابل هذا التحدب تقعر فى جلبة نحاس مركب عليها جوانان من الكاوتش المبروم لمنع التسـرب بـين الجلبـة والعامود.وتنتهى الجلبة بفلانشة تضغط عليها صامولة زنق لمنع مجموعة الحشو والعامود من الخروج من جسم الصمام بقوة ضغط الكلور.

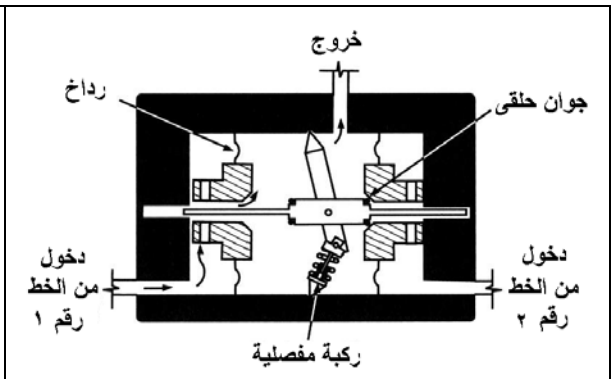
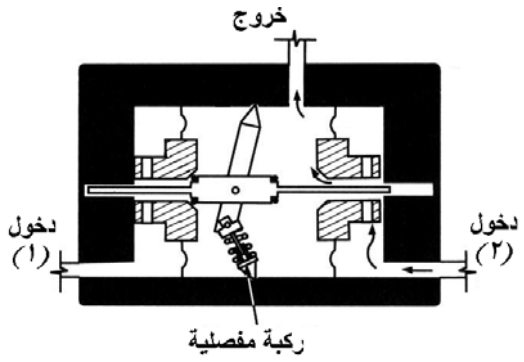
(٢) جهاز التحويل الأوتوماتيكي :

نظرا لأهمية غاز الكلور في عملية معالجة المياه بمحطات الهيئه فقد روعي توفير كمية كافيه من أسطوانات الكلور داخل مخزن الكلور تكفي لاستمرارية التشغيل لمدة حوالي شهر . وأدي ذلك إلى تصميم مخزن الكلور بحيث توضع الاسطوانات علي صفين كل صف له خط سحب رئيسي ،ويتم تجميع خطي سحب الكلور علي جهاز التحويـل الأوتومـاتيكي الـذي يعمـل بالكهرباء (يمكن التحكم فيه يدويا في حالة انقطاع التيار) ويقوم بدوره في التحكم في سـحب الكلور من أحد الصفين عن طريق اشاره من مبين الضغط لكل صف . وذلك حتـى نضـمن استمرارية التشغيل دون توقف . الشـكل رقم (٢-١٥) يوضح وضع جهاز التحويـل فـي النظام ، والشكل رقم (٢-١٦) يوضح نموذج لأحد أنواعه من ناحية فكرة عمله .



شكل رقم (٢-١٥)

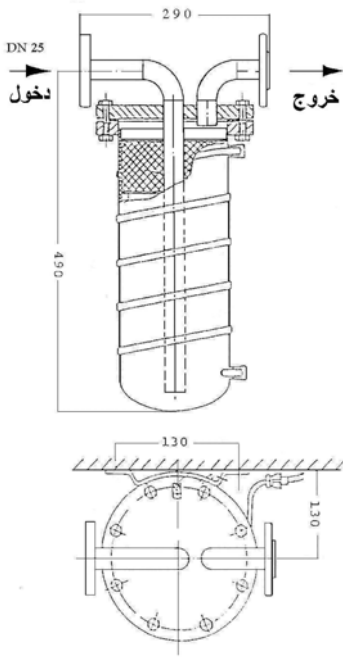
وضع جهاز التحويل في النظام

	
سحب الغاز من خط الأسطوانات رقم (١)	**سحب الغاز من خط الأسطوانات رقم (٢)**

شكل رقم (٢-١٦)

نموذج يوضح مكونات جهاز التحويل وطريقة عمله

(٣) الفلتر ومصيدة الرطوبة :-



شكل رقم (٢-١٧)

الفلتر ومصيدة الرطوبة عبارة عن وحدة واحدة يتم خلالها :-

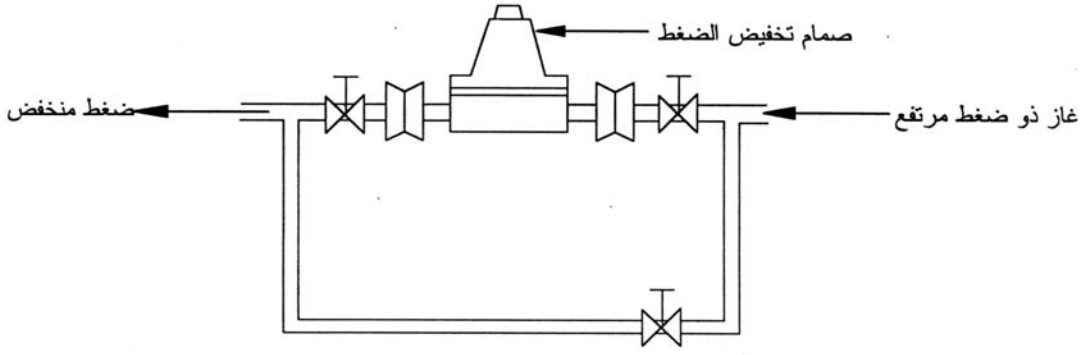
١. فصل غاز الكلور المتكثـف المتكـون لأي سـبب وتحويله إلى بخار.

٢. حجز الرواسب والشوائب التي تتواجد في الاسطوانة أثناء سحب الكلور .

ويتم ذلك عن طريق ماسورتين داخل جسـم الوحـدة إحـداهما **للدخول** وتصل إلى قرب القاع والأخرى **للخروج** قصيرة عنـد قمة الوحدة . فعندما يمر الغاز محملا بالشوائب أو بـه رطوبـة يترك الغاز هذه الشوائب بالقاع ويتبخر ويخرج مـن ماسـورة الخـروج الموجـودة عنـد قمـة الوحـدة كما هو موضح بالشكل (٢-١٧) .

(٤) محبس تخفيض الضغط :

يستخدم محبس تخفيض الضغط في الحفاظ علي دخول ضغط الغاز إلى جهاز الحقـن بقيمـة ثابتة أي المحافظة علي ضغط التشغيل ثابتا حتى لا يتأثر الجهاز بالمشاكل التي تحدث بسـبب التغيرات في درجة حرارة الكلور والتي تنتج عنها تغير في ضغط الغاز الداخل إلـى جهـاز الحقن.



شكل رقم (٢-١٨)

(جـ) مراوح التهـــوية

يتم تركيب عدد كافي من مراوح التهوية في مخزن الكلور وأيضا في حجرة حقن الكلور،وذلك لتغير الهواء باستمرار الذي قد يتلوث نتيجة تسريب بسيط لا يحس به نظام الأمان أو نتيجة تسريب يحدث أثناء تغيير الأسطوانات الفارغة · وغالبا توضع هذه المراوح علي منسوب منخفض نظرا لأن كثافة الكلور اكبر من كثافة الهواء . كما يتم عمل مجاري لتجميع الكلور المتسرب في أرضية مخزن الكلور نظرا لأنه أثقل من الهواء ويتم سحبه منها من خلال تشغيل نظام الأمان .

(ء) حساسات تسرب الكلور

يتم تركيب عدد كافي من حساسات كشف التسرب في مخزن الكلور وحجرة أجهـزة الحقـن وتعمل هذه الحساسات علي تشغيل نظام الأمان عند تسرب الكلور فوق النسبة المسموح بهـا وإيقاف مراوح التهوية عن طريق إرسال إشارة إلى لوحة التحكم الكهربيـة .ويلاحـظ انهـا تركب على الجدار بالقرب من سطح الأرض (بارتفاع حوالى ٣٠ سم مـن سـطح الأرض) وذلك لكون غاز الكلور أثقل من الهواء .

تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور

في هذا الجزء سنحاول التركيز علي بعض النقاط الهامة التي يجب مراعاتها أثناء التعامل مع مهمات مخزن الكلور ولا غني عن الإلمام بها حتى نصل إلى أفضل تشغيل واكبر درجة أمان للعاملين.

أولاً- تخزين الأسـطوانات:-

١. عند تخزين الاسطوانة أو استخدامها يجب عدم تعرضها لأشعة الشمس المباشرة لأنها تعمل علي ارتفاع درجة حرارة جسم الاسطوانة وبالتالي رفع ضغط الغاز داخلها مما قد يؤدي إلى انفجار الاسطوانة .

٢. يجب ترك الاسطوانات بعد وضعها علي قواعدها أثناء التغيير أو التخزين لمده زمنية قد تصل الى ٨ ساعات قبل استخدامها حتى تستقر درجة حرارة الاسطوانة .

٣. يجب وضع الاسطوانة في مكانها الصحيح بحيث يكون محبس الاسطوانة في وضـع رأسي لسهولة التشغيل والصيانة٠

٤. ينبغي العلم أن الأسطوانة التي تحتوي علي أي كمية من الكلور سـواء فـي حالتـه الغازية أو السائلة . تمثل خطرا دائما ويجب التعامل معها في حذر وعناية فلا تـدع الأسطوانات تسقط علي الأرض ولا تجعلها تتخبط في بعضـها الـبعض وكـذلك لا تستعمل مغناطيسا حاملا في نقلها ولا تحاول استخدام حبل أو جنزير لهذا الغرض .

٥. عند إعادة الأسطوانات الفارغة فلا بد من غلق الصمامات وإجراء اختبارات تسـرب الكلور عليها والتأكد من أن أغطية محابس الأسطوانات وكذلك الصواميل في مكانهـا قبل إرسال هذه الأسطوانات الفارغة لإعادة ملئها .

٦. يجب مراعاة أن تكون أغطية حماية الصمامات للاسطوانات دائما في مكانهـا إلا إذا كانت الاسطوانة في حالة الاستعمال بالفعل وبمجرد أن تفرغ الاسطوانة فلا بـد مـن غلق الصمامات فورا لمنع دخول المـاء والمـواد الغريبـة . ولا ينبغـي تحرجـة الاسطوانات أو الاعتماد عليها كدعامات أو مساند للأجسام الثقيلة أو استخدامها في أي غرض يختلف عن الغرض الأصلي.

ثانياً- تشغيل الاسـ ـطوانات:-

١. يستخدم المحبس العلوى لسحب غاز الكلور والمحبس السفلي لسحب سائل الكلـور قبل مروره إلى المبخر *(Evaporator)* حتى يتحول إلى غاز وإزالـة أي نسـبة رطوبة في الغاز قبل دخوله لجهاز حقن الكلور.

٢. في حالة استخدام الكلور في حالته الغازية يجب عدم تفريغ الاسطوانة بالكامل حتى لا يتم سحب هواء رطب إلى جهاز حقن الكلور مما يسبب مشاكل بالجهاز.

٣. في حالة استخدام الكلور في حالته السائلة يجب عدم تفريغ الاسطوانة بالكامل أيضا حتى لا يتم سحب الشوائب المترسبة بقاع الاسطوانة فيؤدي إلى انسداد الأجهـزة وخطوط المواسير.

٤. يجب مراعاة أن تفتح صمامات الاسطوانات ببطء ويحظر اسـتخدام أي عـدد أو مفاتيح أخرى غير تلك التي يوردها أو يعتمدها منتجو الاسطوانات .

٥. يجب توفر معدات طوارئ لإصلاح أماكن تسرب الغاز وتشتمل هذه المعدات علي كلابات (افيزات) وجوانات تسد أماكن التسرب والصمامات التالفة ووسائل أخرى تؤدى نفس المهمة .

٦. يجب علي الفني المسئول عن مراقبة أجهزة الكلور أن يحتفظ في جيبـه بزجاجـة بلاستيكية صغيرة بها محلول النشادر وهي تشبه زجاجة القطرة فعند رش المحلول علي مكان التسرب تتكون سحب بيضاء من كلوريد الأمونيـوم فتسـاعده علـي اكتشاف مكان التسريب وعلاج الموقف قبل أن يتطور .

ثالثاً- تجنب ظاهرة الصقيع:-

١. يبقي أن نعلم أن الكلور يوجد في حالته السائلة داخل الاسـطوانة نتيجـة للضـغط ، وعندما يفتح ويسمح بمرور الغاز من الصمام العلوى لها يخف الضغط في الاسطوانة ويتحول بعض الكلور السائل إلى الحالة الغازية ، ويندفع الي الخارج خلال الصمامات والوصلات إلى الماسورة المجمعة ، أي أن الكلور يؤخذ من الاسطوانات علي هيئـة غاز يمر خلال الأنابيب ثم يصل إلى جهاز الحقن .

٢. عندما يتحول السائل إلى غاز نتيجة لفتح صمام الاسطوانة ، ينخفض الضغط داخـل الاسطوانة وتنخفض حرارة السائل نتيجة لذلك ، وإذا سحب الغـاز بسـرعة كبيـرة فسوف يقل الضغط بسرعة أيضا وبناء عليه تنخفض درجة الحرارة بسرعة ولدرجـة ظهور جليد علي الجدار الخارجي للاسطوانة وحول الصمام ، وقد يؤدى هذا التجمـد إلى تعطيل تدفق الكلور من الاسطوانة .

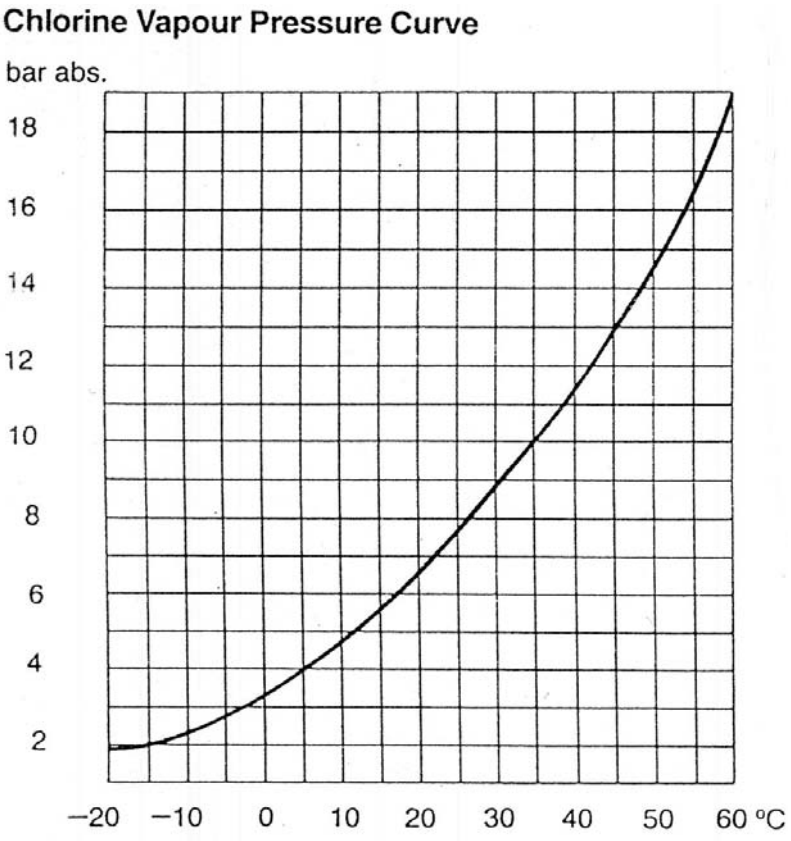
٣. يراعي عند التشغيل أن لا تزيد كمية سحب الكلور من الأسطوانات سعة ٨٠٠ كجـم عن ٩كجم/ساعة وذلك عندما يكون السحب مستمرا ، وللحصول علي درجات اعلـي من السحب فيمكن توصيل اسطوانات إضافية حسب الطلب ٠ ولا ينبغـي تحـت أي ظرف من الظروف ان توضع اسطوانات الكلور في حمام مائي ساخن ، او تتم تدفئتها بأي طريقة بهدف زيادة السحب من غاز الكلور .

٤. يمكن سحب كميات اكبر من الغاز عندما تستخدم الاسطوانات لفترات تشـغيل قصـيرة متقطعة بدون التعرض لخطر التجميد وكثيرا ما يمكن الحصول بهذه الطريقة علي ثلاث أو أربعة أضعاف الكمية العادية تبعا لطول فترة التشغيل التي تتم فيها معالجة المياه.

٥. يجب مراعاة انه إذا كانت درجة الحرارة داخل اسطوانات الكلور مرتفعة والكلور في داخلها يتعرض لضغط مرتفع نتيجة لذلك ، بناء عليه فسوف يخرج الغاز إلـى خـط المواسير تحت الضغط المرتفع بينما تكون حرارة خط المواسير ووحدة التحكم أقـل من حرارة الغاز في الاسطوانات ، لذا فان غاز الكلور سوف يتحول مرة أخرى إلـى سائل بفعل انخفاض درجة الحرارة ولهذا ينبغي مراعاة أن تكون درجة الحرارة فـي اسطوانات الكلور دائما أقل منها في المواسير المجمعة وفي وحدة التحكم علي الأقـل أو تعادلها وتكون في حدود ١٨- ٢٠ درجة مئوية ويجب المحافظة علي ثباتها.

العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة وكمية الكلور المسحوبة

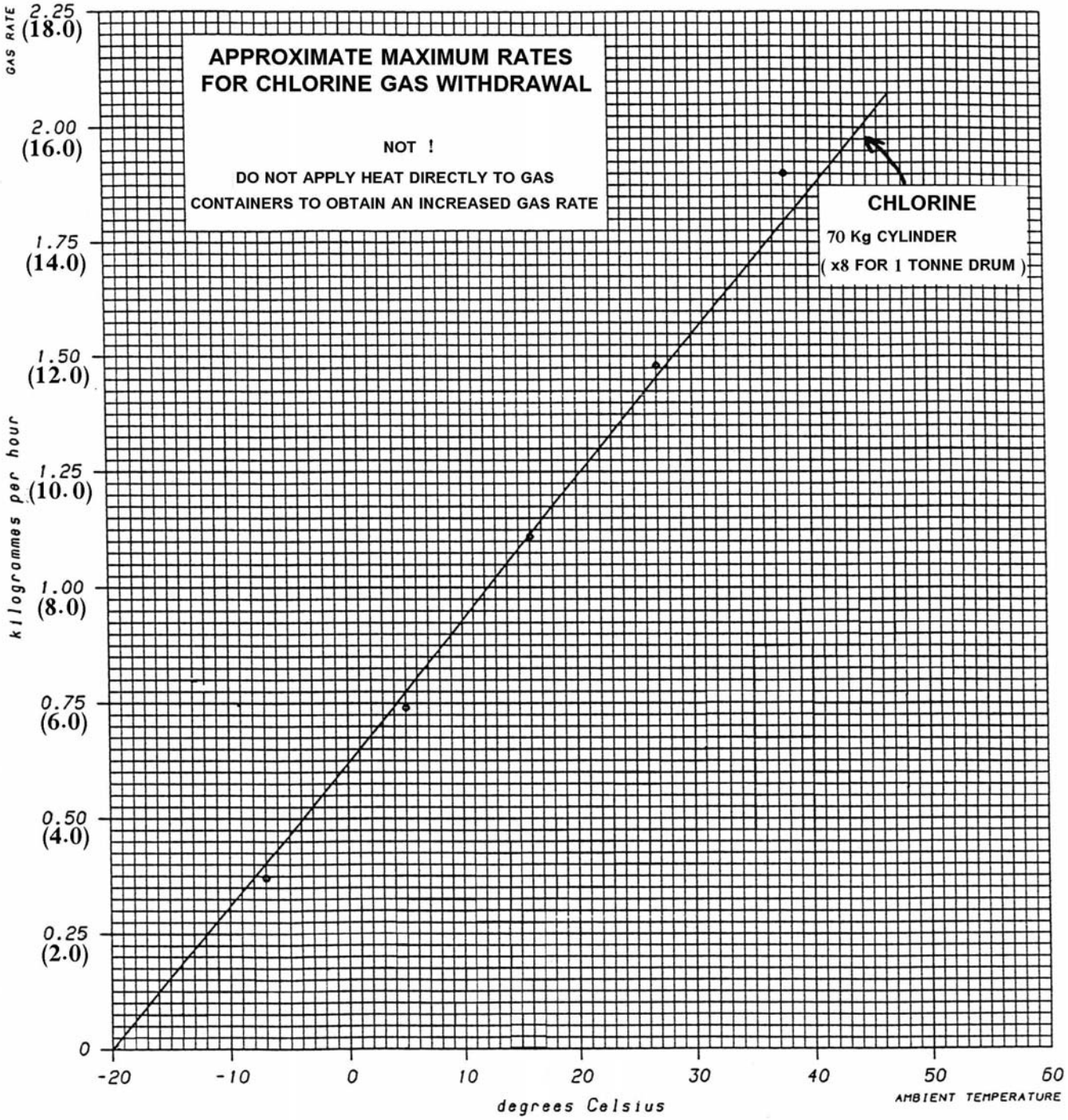
مادام هناك كلور في صورة سائلة بالأسطوانة فالضغط داخل الأسطوانة يعتمد فقط على درجة حرارة الوسط المحيط (ولا تعتمد على كمية السائل بالأسـطوانة) ، حتـى يسـتهلك السـائل بالأسطوانة وعندئذ يبدأ الضغط في الانخفاض حتى الدرجة التى يجـب ان يسـتبدل عنـدها الأسطوانات (غالبا عند ١ بار يتم التغيير بأخرى مملوءة) والشكل رقـم (٢-١٩) يوضـح العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة للكلور داخل الاسطوانة ذلك :



الشكل رقم (٢-١٩)

شكل بياني يوضح العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة للكلور داخل الاسطوانة

كما سبق وبينا ان معدل سحب الكلور في صورته الغازية من الأسطوانة سعة ١ طن يجـب ألا يتجاوز ٩ كجم/س في الظروف الجوية العادية لضمان عدم حدوث ظاهرة الصـقيع، والشـكل البياني رقم (٢-٢٠) يوضح العلاقة بين درجة الحرارة وأقصى كمية غاز يمكن سحبها بانتظام.



الشكل البياني رقم (٢-٢٠)

العلاقة بين درجة الحرارة وأقصى كمية غاز يمكن سحبها بانتظام

المناقشة

س١: أذكر مكونات نظام التعقيم والأمان الرئيسية في محطات الهيئة ؟

س٢: أذكر أنواع الاسطوانات ومواد الصنع ومجال استخدام كل نوع؟

س٣: أذكر مكونات مخزن اسطوانات الكلور الرئيسية؟

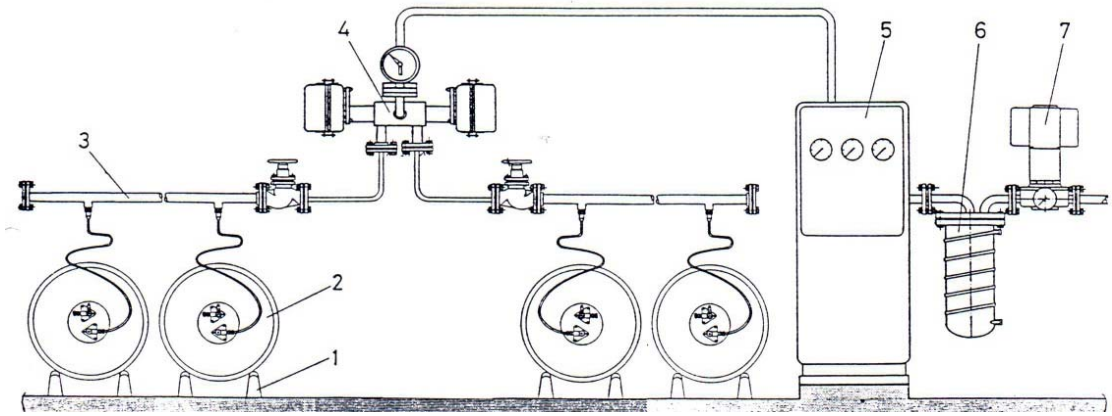
س٤: أذكر أجزاء محبس الاسـ ـطوانة؟

س٥: كيف تتجنب تجمد الغاز داخل الاسطوانة والمواسير؟

المبخرات

الكلور في اسطوانة التعبئة يكون مضغوطا في حالته السائلة، وعندما يفتح صمام خروج الغاز فإن هبوط الضغط من الاسطوانة إلى المواسير يسبب تبخر السائل وتحوله إلى غاز الكلـور، وهذا التمدد يصحبه انخفاض في درجة الحرارة قد يصل إلى درجة التجمد التي تعطل تـدفق الكلور. ومن الناحية العملية ، يمكن الحصول علي كميه تصل إلى ٩كجم/ ساعة من أسطوانة سعتها طن كامل.

والمعدلات المطلوبة من أجهزة إضافة الكلور المبدئي غالبا ما تصل إلى معدلات عالية خاصة للمحطات الكبرى (تصل إلى ٢٠٠كجم/ساعة). ويتم الحصول علـي هـذه الكميـة الكبيـرة بتوصيل الكلور السائل خلال مواسير إلى أوعية من الصلب يتم تسـخينها للحصـول علـي المقادير المطلوبة من غاز الكلور حيث أن مكونات أجهزة حقن الكلور لا تعمل إلا مع غـاز الكلور، والوحدة التي تقوم بتسخين سائل الكلـور لتحويلـه إلـى غـاز تسـمي المبخـر (*Evaporator*). ومن هنا نجد إن معظم محطات الهيئة تحرص علي تركيـب المبخـر مـن ضمن مهمات عنبر الكلور لاستخدامه في الظروف الطارئة التي تحتاج إلى كمية كبيرة مـن غاز الكلور. والشكل رقم (٢-٢١) يوضح كيفية وضع المبخر ضمن نظام الكلـور أمـا إذا كانت كمية الكلور المطلوبة ضئيلة فلا توجد حاجة لاستخدام جهاز المبخر.



(١) دعامة حاملة للأسطوانة (٢) أسطوانة الكلور ١ طن (٣) خط التغذية الرئيسى
(٤) جهاز التحويل الأوتوماتيكي (٥) المبخر (في حالة استخدام سائل الكلور)
(٦) الفلتر ومصيدة الرطوبة (٧) محبس تخفيض الضغط

شكل رقم (٢-٢١)
شكل يوضح ترتيب المبخر ضمن النظام

فكرة عمل المبخـــــر

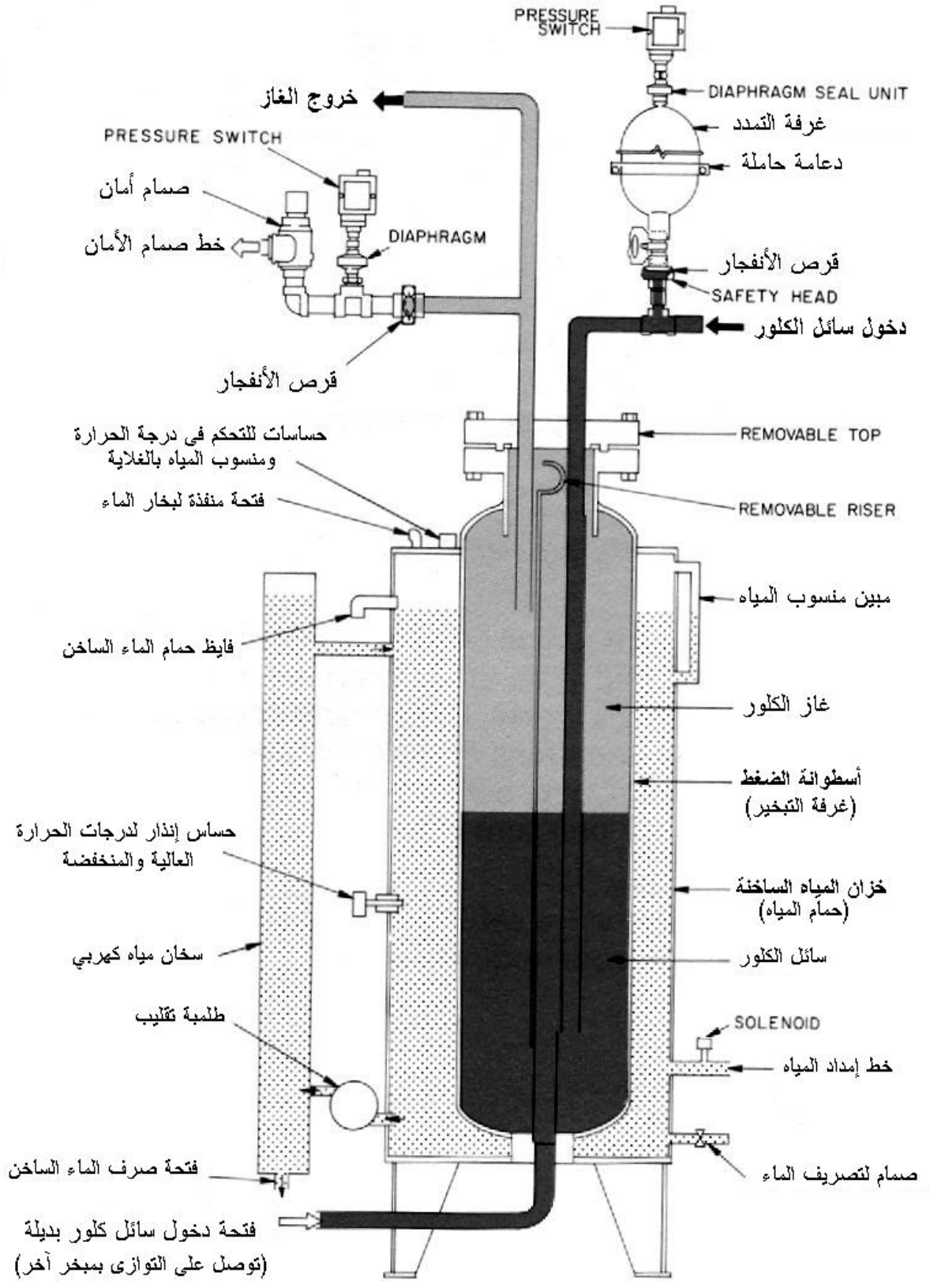
يتكون المبخر من اسطوانة من الصاب مغمورة في حمام مائي او حمـام زيـت سـاخن ، وتتصل أنبوبة الكلور السائل بفتحة الدخول بالمبخر كما تتصل فتحة خـروج الغـاز بجهـاز الكلور للتحكم في الجرعة ويتبخر السائل الذي يدخل الاسطوانة بفعل حرارة الماء الساخن أو حمام الزيت فيتحول إلى غاز ويتم التسخين عن طريق سخان كهربي مغمور كما يتحكم فـي حرارة السخان بواسطة ترموستات يمكن ضبطه للحصول علي درجة حرارة دائمة يتـراوح قدرها ٧٠- ٨٢°م في حالة الماء، من ٦٨-٧٤ °م في حالة الزيت ويوجد مقياس علي لوحـة الجهاز يشير إلى درجة حرارة حمام الماء أو الزيت وتعمل الترموستات بحيث تكون درجـة الحرارة ثابتة ويوجد قلاب ليقوم بتوزيع درجات الحرارة داخل المبخر ويحدث إنذار عنـدما تتعدي درجات الحرارة هذه الحدود واسطوانة الماء الساخن مصنوعة من الصـاب المجلفـن وحتى لا تتعرض للتآكل يجب أن تلحق بجهاز حماية كاثودية وجميع المكونات داخل كابينـة من البوليستر المقوى بالفيبر جلاس ٠ ولكي نحمي الجهاز من ارتفاع ضـغط الغـاز يوجـد قرص تفجير متصل عند خروج الغاز من المبخر وقبل محبس تخفيض الضغط .

ويشمل الجهاز الملحقات الآتية:

١) مبين منسوب الماء ٢) السخانات
٣) ترموستات للتحكم فى درجة حرارة الماء ٤) جهاز إنذار ارتفاع درجة حرارة الماء
٥) جهاز إنذار انخفاض درجة حرارة الماء ٦) جهاز قياس ضغط الغاز
٧) اميتر ضمن دائرة الحماية الكاثودية

أما الملحقات الخارجية فهى :

(١) محبس دخول المياه (٢) محبس تصريف المياه
(٣) محبس دخول سائل الكلور (٥) محبس خروج غاز الكلور
(٤) جهاز قياس ضغط سائل الكلور (٦) صمام تخفيض ضغط الغاز وإيقاف الكلور
(٧) جهاز قياس ضغط غاز الكلور قبل صمام تخفيض الضغط وبعده
(٨) قرص الانفجار وغرفة التمدد



شكل رقم (٢-٢٢)

المبخر

كيفية تشغيل المبخـــر

حتى نضمن التشغيل الناجح للمبخر فمن الضروري إبقاء حمام الماء أو الزيت عند درجة الحرارة المتفق عليها (أي انخفاض في درجة الحرارة قد يؤدى إلى خروج الكلور السائل ووصوله إلى جهاز الكلور).

عند ارتفاع مستوي السائل في اسطوانة المبخر يتعرض سطح السائل لجدار الاسطوانة الساخن فيتحول جزء من هذا السائل إلى غاز بمقدار يكفي للحفاظ علي الضغط في الوعاء الأصلي.

بعد فترة طويلة من التشغيل (تتحدد هذه المدة بكمية السائل المستخدم ونوعيته) تبدأ الشوائب التي انتقلت إلى المبخر في تغطية جدران اسطوانة الضغط فتؤثر علي انتقال الحرارة إلى السائل وتحوله إلى غاز فينتقل الكلور السائل إلى جهاز الكلور ، فإذا كان حمام الماء يعمل في الظروف العادية علي درجة حرارته ٧٠ درجة مئوية (١٥٨ درجة ف) فيمكن رفعها إلى ٨٢ درجة مئوية (١٨٠ درجة م) لاستعادة القدرة علي التبخير مؤقتا إلى أن يتم تنظيف المبخر.

هناك ثلاثة منظمات حرارية (ترموستات) ملحقة باسطوانة الماء الساخن فوق لوحة الجهاز وهي أجهزة حساسة موجودة في أنبوبة التوجيه وتتأثر بدرجة الحرارة في حمام الماء أو الزيت:

أحدهم وهو ترموستات التحكم في درجة الحرارة يتصل سلكيا بنقطتي تماس بحيث يقطع التيار أو يوصله للسخانات المغمورة في الحمام للسيطرة علي درجة حرارة الحمام .

أما الاثنان الباقيان فهما يعملان لدرجات الحرارة العالية والدرجات المنخفضة وذلك بتوصيل تيار كهربي إلى جهاز إنذار عندما ترتفع درجة حرارة الحمام أو تنخفض عن المستويات المتفق عليها وعادة يكون الارتفاع والانخفاض في حدود ١١ درجة مئوية (٢٠ درجة ف).

وهذه المنظمات الحرارية الثلاثة يتحكم في تشغيلها مفاتيح تم ضبطها مبدئيا في المصنع الذي أنتجها علي درجات الحرارة الموصي بها، ولا ينبغي تغير الضبط في الظروف العادية إلا في حالة تراكم الشوائب بدرجة معوقة كما ذكرنا من قبل.

وعند الرغبة في تغيير الضبط تتخذ الإجراءات الآتية :-

١. ارفع الغطاء عن الثلاث منظمات الحرارية (الترموستات) لكي تظهر مؤشرات الضبط.
٢. اضبط المؤشرات بواسطة المفك حسب درجات الحرارة المطلوبة.
٣. أعد أغطية الترموستات كما كانت.

الخطوات الواجب مراعاتها عند بدء تشغيل السخانات:

١- أبدأ بتشغيل السخانات واترك الحمام حتى يتم تسخينه إلي درجة الحـرارة المضـبوطة علي٧١ درجة م (١٦٠ درجة ف) .

ملحوظة:

يراعي عدم تشغيل السخانات بدون ماء أو زيت في الحمام.

٢- تأكد من ان جهاز الكلور جاهز للعمل قبل إدخال الكلور السائل إلي المبخر أو إلي خطوط الأنابيب الموصلة إليه . وقد يكون من الضروري تشغيل الجهاز إذا وجـدت تسـربات، فتفتح الصمامات تباعا من اسطوانة الكلور إلي المبخر ، وتجـري اختبـارات التسـرب بالأمونيا للكشف عن الكلور ، وذلك كلما امتلأ جزء من أجزاء التوصيلة.
ولاختبار التسرب فقط يمكن توصيل أنبوبة دخول المبخر إلي مكان خروج الغـاز فـي اسطوانة الكلور ، لإتاحة الفرصة لتفريغ الجهاز من الكلور بسرعة أكثر وذلك في حالـة الاصطلاحات الضرورية.

٣- افتح صمام دخول السائل إلي المبخر وقم باختبار التسرب.

٤- عندما يظهر علي مقياس الحرارة أن الحمام قد ارتفعت حرارته إلي الدرجـة المضـبوط علـيها الترموستات ، فافتح ببطء صمام خروج الغاز من المبخـر ، وكـذلك صـمام الدخول إلي جهاز الكلور، واضبط الأخير علي درجة الجرعات المطلوبة.

ملحوظة:

تأكد من وجود التوصيلة إلي صمام خروج السائل في اسطوانة الكلـور قبـل تشغيل جهاز الكلور .

الخطوات الواجب مراعاتها عند إيقاف السخان:

أ- إذا كان الإيقاف مؤقتا ، فيغلق فقط صمام خروج الغاز من المبخر ، فطالما كان صمام دخول السائل إلى المبخر وصمام خروجه من الاسطوانة مفتوحين فان الضغط داخل اسطوانة المبخر لا يمكن بأي حال ان يتعدى الضغط في اسطوانة الكلور . ولهذا فلا تغلق صمام دخول السائل ولا الصمامات بين المبخر وبين اسطوانة الكلور إلا عند الضرورة.

ب- عند الإيقاف لمدة غير محدودة، أو لغرض التنظيف أو عمل إصلاحات:

(١) أغلق صمام خروج الغاز من المبخر كما في الخطوة السابقة لمدة عشرين دقيقة تقريبا. وفي هذه الظروف سوف يندفع السائل في المبخر عائدا إلى فتحة الدخول، وتتبخر الكمية الباقية من السائل بفعل حرارة الحمام.

(٢) وعند نهاية العشرين دقيقة أغلق صمام اسطوانة الكلور.

(٣) افتح صمام خروج الغاز في المبخر.

(٤) شغل جهاز الكلور حتى يفرغ المبخر من الغاز وحتي تفرغ التوصيلة إلى اسطوانة الكلور من الكلور السائل .

(٥) عندما يصل الضغط في عداد المبخر إلي (صفر) يمكن إغلاق صمام خروج الغاز.

(٦) إذا ارتفع الضغط في المبخر بعد إغلاق صمام الخروج ببضع دقائق، تكرر الخطوات السابقة (من٣-٥).

(٧) ثم يفصل مصدر الكهرباء.

ملحوظة:-

معامل التمدد في الكلور السائل يكون كبيرا في درجات الحرارة المرتفعة، ولهذا فلا ينبغي إغلاق الصمامات عندما تكون أنابيب التوصيل مملؤة بالسائل، حيث انه من الممكن أن يتولد ضغط خطير مع أي ارتفاع في درجة الحرارة.

مراقبة الأمان

حيث أن المبخر جهاز يعمل تحت ضغوط مرتفعة فمن المحتم أن يزود بـ :

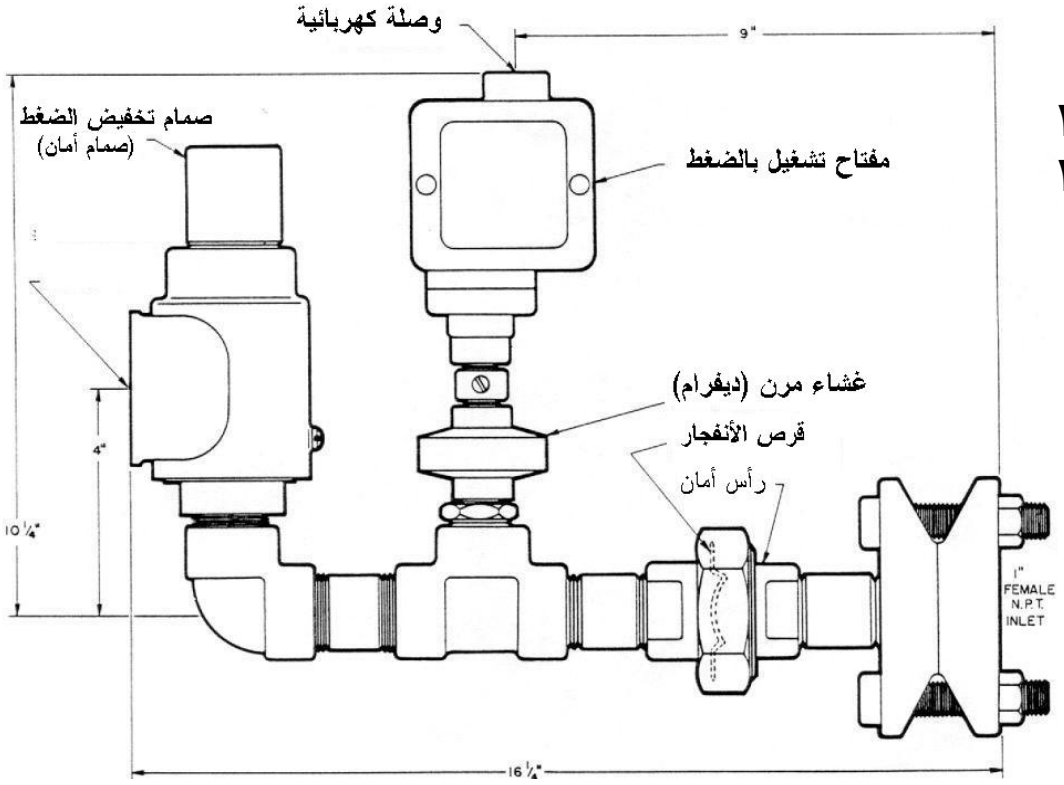
(١) جهاز تحكم لمراقبة الأمان وجهاز لتخفيض الضغط وإيقاف الكلـور فـي حالـة زيادته عن الحدود المقررة.

(٢) وأيضا يزود المبخر بأقراص أسطوانية تنفجر لتنفيس الضغط الزائد عند اللزوم.

١- صمام تخفيض الضغط وايقاف الكلور : يقوم بوظيفتين:

أولا : إيقاف تدفق الكلور آليا من المبخر فى حالة انخفاض درجة حرارة الماء الى اقل من الدرجة المسموح بها في التشغيل ، وبذلك يمنع دخول الكلور السائل الى جهاز الكلور.

ثانيا : تخفيض ضغط الغاز الخارج من المبخر والمتجه إلى جهاز الكلور ،وبذلك يقلـل من احتمال تكون الكلور السائل والذي قد يحدث فى أي جزء من خط الكلور بعد هـذا الصمام (ارتفاع ضغط الغاز قد يحوله إلى سائل).

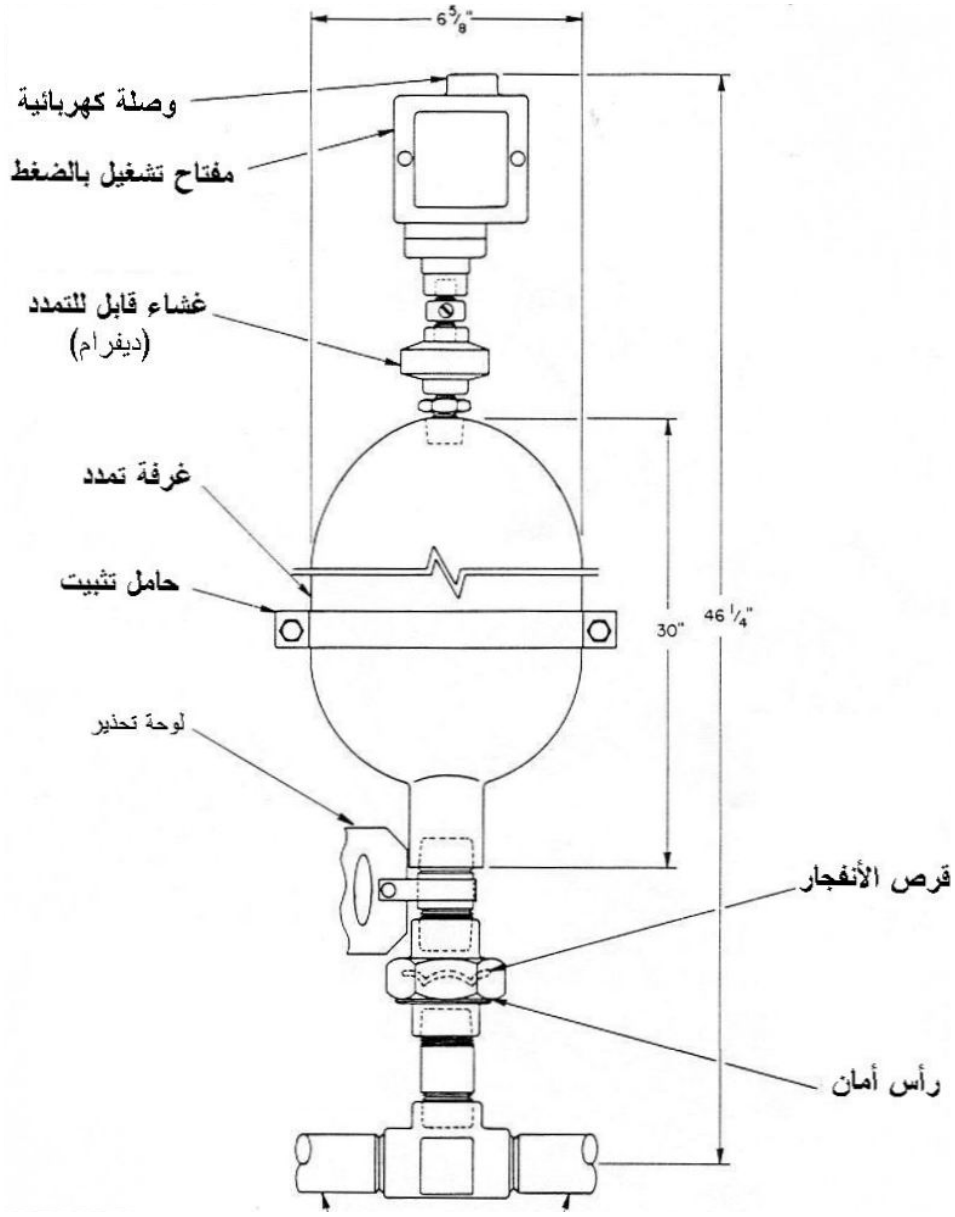


٢
٣

شكل رقم (٢-٢٣)

٢- قرص الانفجار وغرفة التمدد :

يوضع قرص الانفجار وغرفة التمدد على خط الكلور السائل بين الحاويـة والمبخـر ويعمل هذا القرص كآلية لتحرير الضغط حيث ينفجر فى حالة ازديـاد الضـغط بـين الحاوية والمبخر ، ويعمل على اندفاع الغاز إلى غرفة التمدد مما يؤدى إلـى خفـض الضغط فى النظام .وعندما تبدأ غرفة التمدد فى الامتلاء بالغاز يعمل جهاز إنذار لتنبيه المشغل بما حدث .ويجب فى هذه الحالة استبدال قرص الانفجار بآخر.



شكل رقم (٢-٢٤)

المناقشة

س١ : أشـ ـرح فكرة عمل المبخر؟

س٢: ماهي درجة الحرارة المطلوبة في حالة المبخر المائى والمبخر الزيتي؟

س٣: ماذا يجب عمله عند سماع سرينة الإنذار؟

أجهزة الكلور

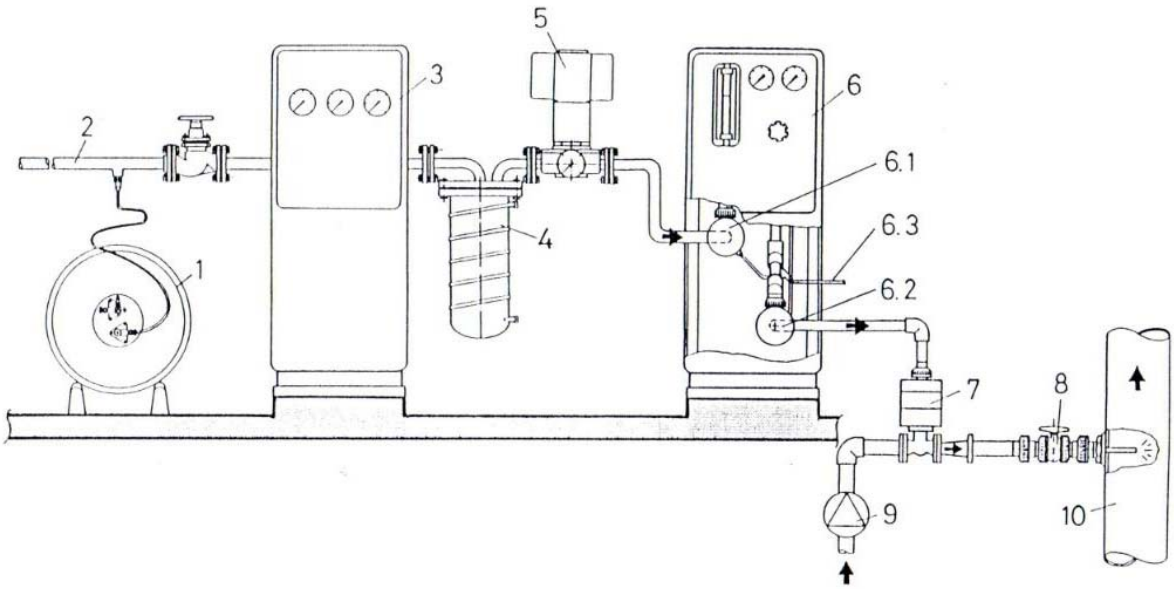
مقدمة :

تعتبر أجهزة الكلور *Chlorinators* هي الوسيلة الآمنة لسحب الكلور من الاسطوانة بطريقة منتظمة يمكن بواسطتها التحكم في كمية الكلور المطلوبة لنقط الحقن المختلفة.
وهناك أنواع عديدة من أجهزة الكلور، ويستخدم كل نوع منها أسلوبا مختلفا فى طريقة إضافة الكلور للماء المطلوب معالجته. ومن أكثرها شيوعا واستخداما في محطات المياه الأنواع التالية:-

١- أجهزة تعتمد علي ضغط الغاز الموجود في الاسطوانات (أدفانس).

٢- أجهزة تعتمد علي الضغط السالب (تفريغ) (والاس آند ترنان).

والشكل رقم (٢-٢٥) يوضح كيفية وضع جهاز الكلور ضمن نظام الكلور.



(١) أسطوانة الكلور ١ طن **(٢) خط التغذية الرئيسى** **(٣) المبخر** **(٤) الفلتر ومصيدة الرطوبة**
(٥) محبس تخفيض الضغط **(٦) جهاز الكلور** **(٦-١) وصلة دخول الغاز**
(٦-٢) وصلة التفريغ للجيفار **(٦-٣) وصلة أمان** **(٧) الحاقن (الجيفار)**
(٨) وصلة حقن محلول الكلور في الخط **(٩) طلمبة المياه** **(١٠) خط المياه الرئيسى**

شكل رقم (٢-٢٥)
شكل يوضح ترتيب جهاز الكلور ضمن النظام

أجهزة الكلور الحديثة ومراحل تطورها

١- أجهزة الكلور التى تعمل بالتغذية المباشرة:

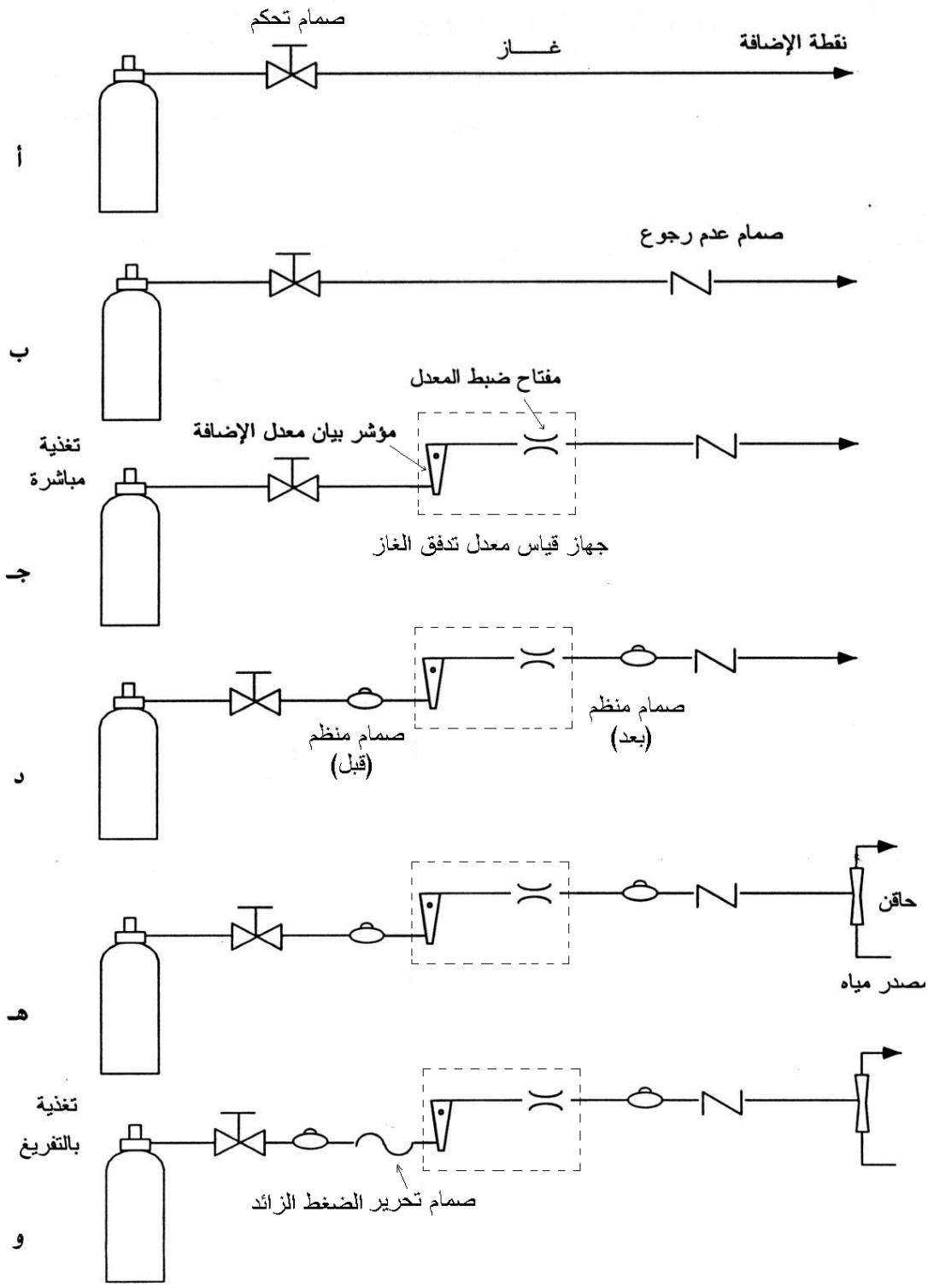
تبين المراحل من رقم (أ)، إلى رقم (و) فى الشكل رقم (٢-٢٦) مراحل تطـور أجهـزة الكلور الحديثة. فيوضح الشكل (أ) أبسط أنواع أجهزة الكلور وتتمثل فى أنبـوب طويـل متصل بأسطوانة كلور ومزود بصمام مركب على الأنبوب، يعمل كفوهة تحكـم (قابلـة للضغط والتعديل).

وتقوم الأسطوانة بالحفاظ على معدل الضغط قبل الصمام. ويتم تصريف الغاز عند نقطـة إضافة محددة تحت ضغط ثابت، لذلك فإن الضغط على كلا جانبي الصمام يكون ثابتا إلى حد كبير ،ويتم التحكم فى معدل إضافة غاز الكلور عن طريق تعديل حجم فتحة الفوهة.

يوضح الشكل رقم (ب) مرحلة تطور بإضافة صمام عدم الرجوع لمنـع ارتـداد المـاء ودخوله إلى الاسطوانة. والهدف من هذا التعديل هو حماية النظام وأفراد طاقم التشغيل.

ثم يوضح الشكل رقم (جـ) مرحلة تطور أخرى بإضافة جهاز قياس معدل تـدفق غـاز الكلور، وهو عبارة عن أنبوب قياس تصرف يعطى قراءة مباشرة عند تدفق الغـاز مـن خلاله، كما يشير بدقة إلى أي انحراف عن معدل الإضافة المحدد. وتجرى التغيرات فـى معدل التدفق عن طريق ضبط الفتحة المتغيرة الموجودة بعـد المؤشـر (مفتـاح ضـبط المعدل).

أما الشكل رقم (د) فيمثل الخطوة التالية فى التطور والتى استهدفت الحفاظ علـى معـدل تدفق منتظم. إذ أنه نظرا لأن ضغط اسطوانة الكلور ينخفض تدريجيا مع السـحب كمـا يتنوع تبعا لتغير درجة الحرارة، وبالتالي فإن ضغط التصريف يمكن أن يتغير أيضا، أما فى حال وجود صمام تحكم منظم قبل وبعد أنبوب قياس التصرف، فإن ضغط التصـريف يكون ثابت، وأي تغير فى الفتحة عن طريق مفتاح ضبط المعدل ينعكس فى صورة تغير ثابت فى معدل إضافة الكلور.



شكل رقم (٢-٢٦)

شكل يوضح تطور أجهزة إضافة الكلور

٢- أجهزة الكلور التى تعمل بطريقة التفريغ:

لتحقيق مزيد من التعديل بغرض التغلب على بعض العيوب أو القصور بأجهزة الكلور التـى تعمل بالتغذية المباشرة، تمت إضافة ما يسمى بالحاقن، حيث يعمل الحاقن على إحداث تفريـغ للهواء فى شبكة مواسير جهاز الكلور ويوفر للكلور تلامسا وثيقا مع مصـدر المـاء منتجـاً محلول الكلور الذى يسمح تركيزه ودرجة استقراره بإضافته بأمان إلى قناة مفتوحة، أو خـط مواسير مغلق أو فى اتجاه خط السحب لطلمبة المياه.

ويوضح الشكل رقم (هـ) إضافة الحاقن الذي يحول النظام من التغذية المباشرة إلى التغذيـة بالتفريغ. ويتغلب هذا النظام على أحد عيوب نظام التغذية المباشرة بأنـه لا يسـمح بالتـدفق العكسى للغاز أثناء التشغيل.

كما يوضح الشكل رقم (و) إضافة صمام لتنفيس الضغط والذي يبقى مغلقا بواسطة التفريـغ، فإذا زاد ضغط التفريغ يتسرب الغاز من خلاله إلى خارج المبنى.

جهاز الكلور ذو الضغط السالب

نتيجة للتطورات المتعاقبة التى أجريت على أجهزة إضافة الكلور والتى سبق ذكرها، تم إنتاج أجهزة حقن محلول كلور (كلور+ماء) تعمل تحت ضغط تفريغ كامل ، يتوفر بها نظام إضافة لغاز الكلور سليم وآمن، وتعرف بأجهزة الضغط السالب.

نظرية التشغيل :

يعتمد تشغيل هذه الأجهزة على الضغط السالب (التفريغ) الذى ينشأ عند امرار الميـاه تحـت ضغط في ماسورة ذات اختناق في مكان معين (الحاقن)، حيث تزيد طاقة الحركة وتقل طاقـة الضغط فيحدث تفريغا يعمل على سحب غاز الكلور من الفتحة الخاصة بدخوله إلى الاختنـاق ليمتزج بالماء مكونا محلول الكلور الذى يتم إضافته للمياه عند نقاط الإضافة أو الحقن.

مكونات الجهاز :

غالبا جهاز الكلور الذى يعمل بالضغط السالب يتكون من العناصر الأساسية التالية:

١. صمامين تنظيم ضغط أحدهم سالب والآخر موجب (*Regulating valve*)

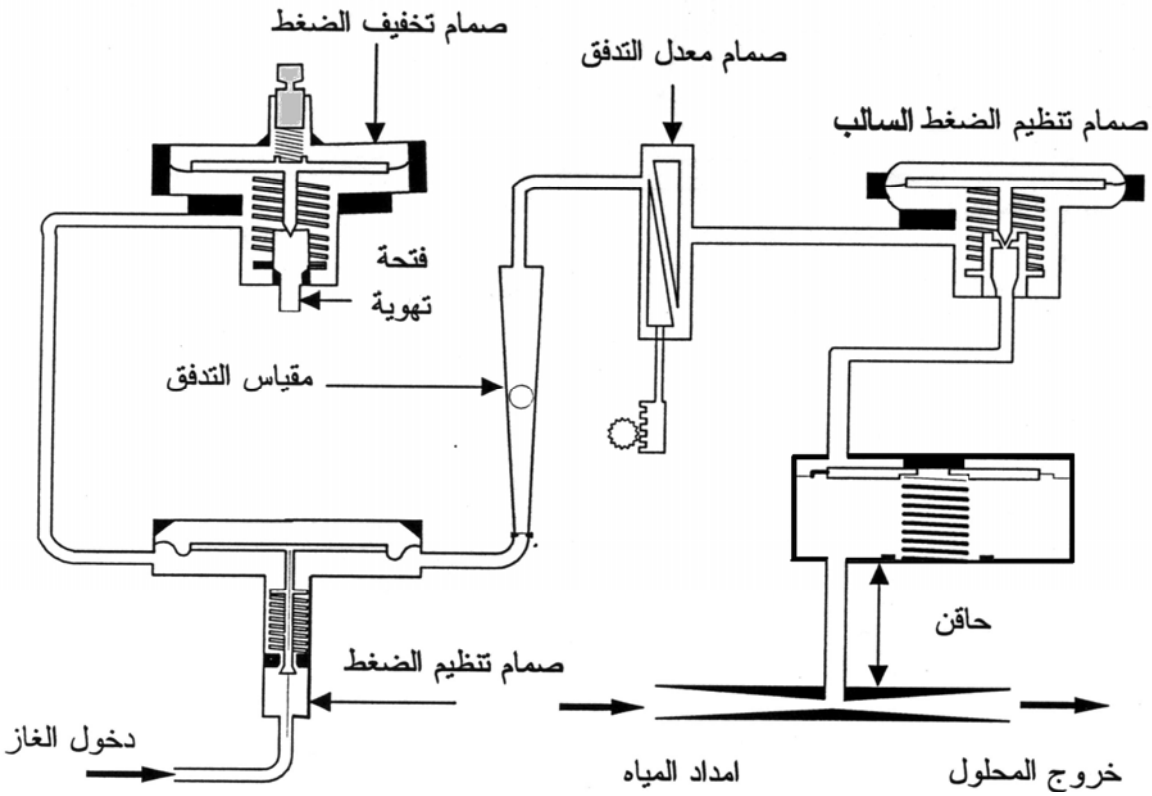
٢. صمامين تحرير ضغط أحدهم سالب والآخر موجب (*Relief valve*)

٣. وحدة قياس وضبط معدل تدفق ،وتشمل : (*Flow meter*)

- أنبوب بيان مدرج شفاف بداخله مؤشر عبارة عن قرص أو كره
- صمام تعديل تدفق ذو الفتحة المتغيرة على شكل شق حرف V

٤. الحاقن (*Injector*) ويشمل ماسورة فنشورى، وصمام عدم رجوع (*Check valve*)

ويوضح الشكل رقم (٢-٢٧) تلك المكونات

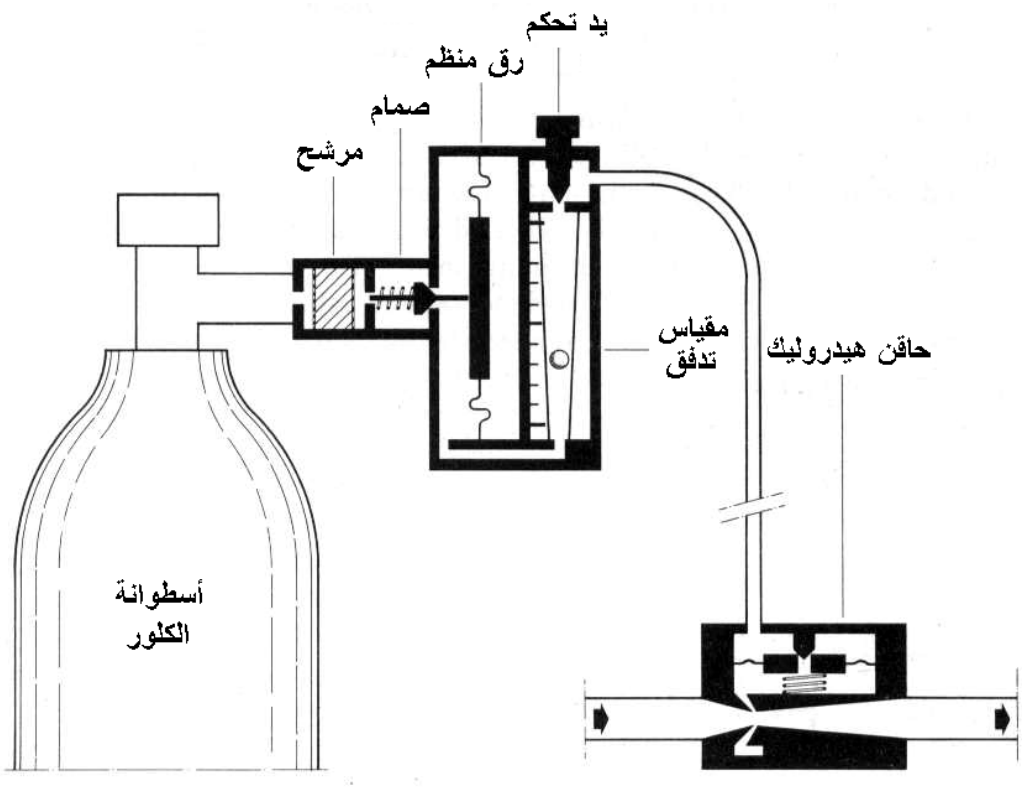


شكل رقم (٢-٢٧)

مكونات جهاز كلور يعمل بالضغط السالب

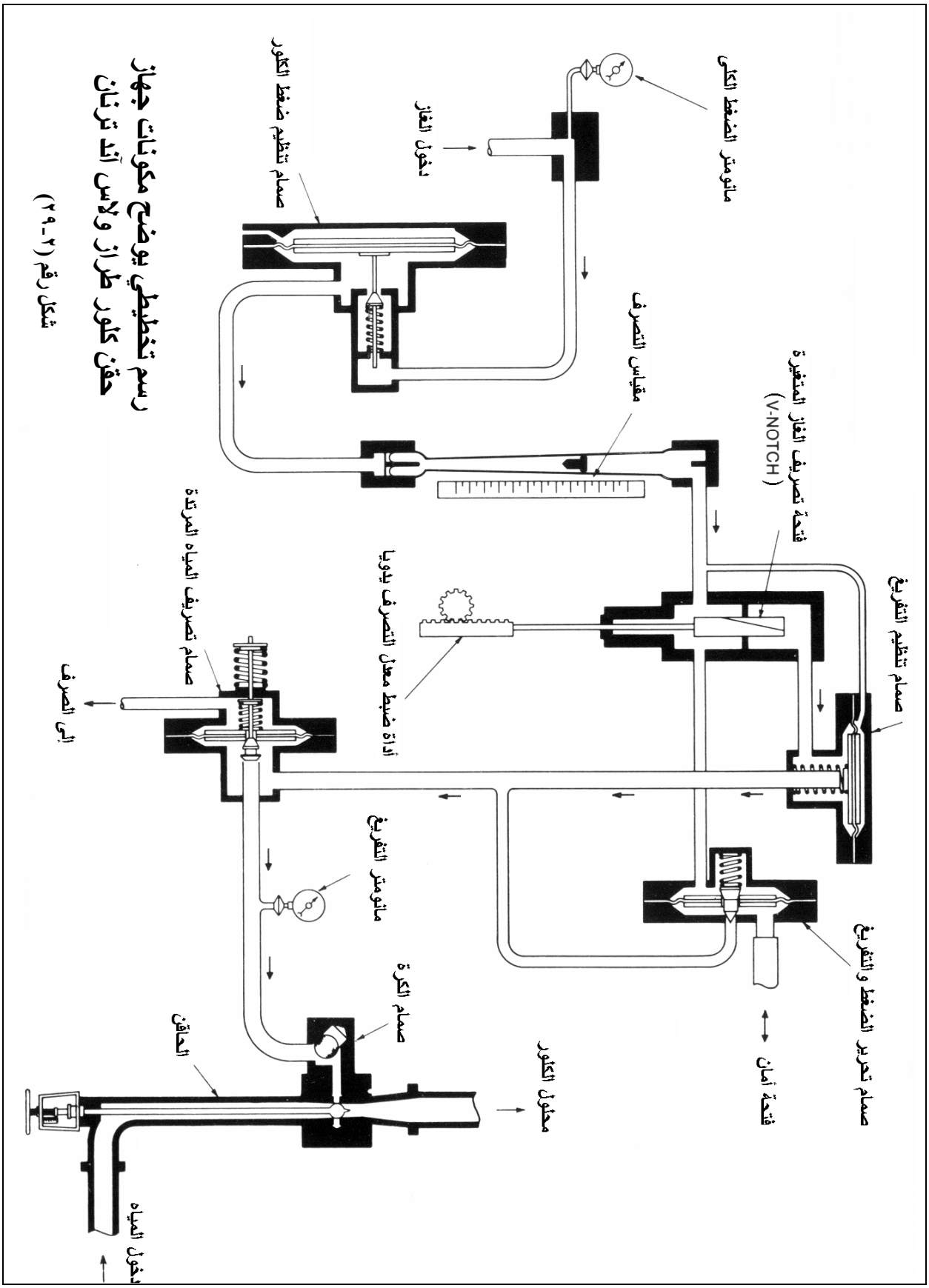
أنواع الأجهزة :

هناك أنواع عديدة من أجهزة الكلور ذات الضغط السالب، وان كانت تتشابه جميعها في نظرية تشغيلها إلا أنها قد تختلف في مكوناتها وفى شكلها، فمنها ما هو صغير الحجم يثبت بالتعليق على الحائط (*Wall-mounted Chlorinator*) أو بالتركيب المباشر على فوهة الأسطوانة(*Compact Chlorinator*) شكل رقم (٢-٢٨)، ومنها ما هو كبير الحجم يثبت على أرضية الغرفة شكل رقم (٢-٢٩).



شكل رقم (٢-٢٨)

رسم تخطيطى لجهاز حقن كلور مدمج (Compact)



رسم تخطيطي يوضح مكونات جهاز حقن كلور طراز ولاس آند ترنان

شكل رقم (٢-٢٩)

تشغيل وإيقاف أجهزة الكلور

قبل إجراء التشغيل يجب عمل مراجعة تشمل :

مراجعة نقطة الحقن : ١- افتح المحبس على خط محلول الكلور المغذي لخط المياه .
٢- تأكد ان ماسورة التغذية مغمورة بداخل المجرى أو الخط إلى حوالى ثلث العمق.

مراجعة الحاقن : ١- افتح محبس مصدر المياه إلى الحاقن (أو شغل طلمبة المياه).
٢- يستدل على التشغيل السليم للحاقن بوصول التفريغ إلى حوالى ١٧٠ مللى بار على مقياس التفريغ المثبت بالجهاز.
٣- إذا لزم الأمر اضبط درجة التفريغ بواسطة الطارة اليدوية الموجودة أسفل قاعدة الحاقن.

٤- أغلق محبس المياه (أو أوقف الطلمبة).

مراجعة جهاز الكلور : ١-أغلق مصدر المياه إلى الحاقن.
٢-أفتح صمام دخول غاز الكلور إلى جهاز الكلور واختبر وجود أي تسريب على أقصى معدل لتصريف الجهاز- فى حالة وجود تسرب:

- أفتح محبس مصدر المياه وشغل الحاقن للتخلص من الغاز الموجود بجهاز الكلور إلى ان يقرأ مقياس ضغط الجهاز صفراً.
- أنزع الطبة من صمام تنظيم الضغط وشغل الحاقن لمدة ٣ دقائق على الأقل.
- أعد وضع الطبة مكانها وعالج التسرب.
- بعد المعالجة كرر التجربة.

التشغيل :

١. أفتح محبس مصدر المياه إلى الحاقن أو شغل طلمبة المياه.
٢. أفتح صمام غاز الكلور.
٣. اضبط معدل تغذية غاز الكلور بواسطة يد التحكم.
٤. راقب ضغط غاز الكلور على مقياس الضغط، وراقب مقدار التفريغ على مقياس التفريغ.

الإيقاف :

لمدة قصيرة : اغلاق محبس المياه إلى الحاقن أو أوقف طلمبة المياه.

لمدة طويلة :
١. اغلاق صمام مصدر الغاز (دخول الغاز).
٢. شغل الحاقن إلى ان يقرأ مقياس الضغط صفراً.
٣. انزع الطبة من صمام تنظيم الضغط لمدة لا تقل عن ثلاث دقائق.
٤. اعد وضع الطبة.
٥. اغلاق محبس مصدر المياه أو أوقف الطلمبة.

الكشف عن تسرب غاز الكلور

لا ينبغى تجاهل أو إهمال أي تسرب كلور. إذ ان التسربات إذا أهملت تزداد سوءاً ،لذلك فإنه لا بد من معالجتها فور اكتشافها.
تتوفر مع أجهزة الكلورة زجاجة من سائل الأمونيا للكشف عن تسربات غـاز الكلـور عنـد الوصلات والصمامات ... الخ .قم بتقريب قطعة قماش مبللة بمحلول الأمونيا من الوصـلة أو المكان الذى يعتقد حدوث التسرب به ،في حالة وجود تسرب تتكون ابخرة بيضاء تدل علـى اكتشاف التسرب .يتم اغلاق مصدر الكلور في الحال وطرد الغاز المتسـرب عـن طريـق التهوية.
لا بد من تصريف غاز الكلور المتسرب الى الهواء الخـارجى . ولا بـد ان تكـون منطقـة التصرف هذه غير مأهولة وبعيدة عن مناطق العمل والممرات والنوافذ وأجهزة التهوية.

المناقشة

س١: أذكر أنواع أجهزة الكلور المستخدمة في محطات المياه؟

س٢: أشرح نظرية تشغيل جهاز الكلور الذى يعمل بالضغط السالب؟

س٣: أذكر الخطوات المتبعة عند إيقاف جهاز الكلور لفترة طويلة؟

نقاط الحقـ ـن والجرعـ ـات

نقطة الحقن هى آخر نقطة في النظام ، وتنتهى عند التقاء نهاية خط التغذية (محلول الكلور) بالمياه المراد تطهيرها .وهي طرف يختلف في شكله باختلاف مكان الإضافة ،فمثلاً إذا كانت وحدة مفتوحة (مثل بيارة المأخذ أو موزع المروقات أو قنوات نقل المياه من مرحلة لأخرى) يستخدم لذلك ماسورة توزيع تغمر في المياه لعمق يسمح بالخلط الجيد بين محلول الكلور والمياه ويبين الشكل رقم (٢-٣٠) طرق الحقن بالوحدات المفتوحة. أما إذا كانت وحدة مغلقة كخطوط المواسير فتحقن تحت ضغط ويستخدم لذلك حاقن يدفع المياه في قلب الماسورة بضغط اكبر من ضغط المياه داخلها. ويبين الشكل رقم (٢-٣١) طرق الحقن بالمواسير.

غالبا ما يتم حقن الكلور في ثلاثة أماكن داخل محطة التنقية هم :

نقطة حقن الكلور الابتدائي:- *Pre-chlorination*

وفيها يتم حقن الكلور في ماسورة دخول المياه العكرة للموزع ويفضل عدم الحقن في موزع المروق حتى نحافظ علي كمية الكلور من التسرب وإعطاء فترة المكث للكلور لقتل البكتريا ٠

نقطة حقن الكلور المتوسط :- *Medium- chlorination*

وفيها يتم حقن الكلور في مجرى دخول المياه المروقه إلى المرشحات للتخلص من اى كائنات حية متبقية وذلك بعد أخذ عينة وتحليلها بالمعمل لمعرفة كمية الكلور المطلوبة إذا لزم الامر٠

نقطة حقن الكلور النهائي :- *Post- chlorination*

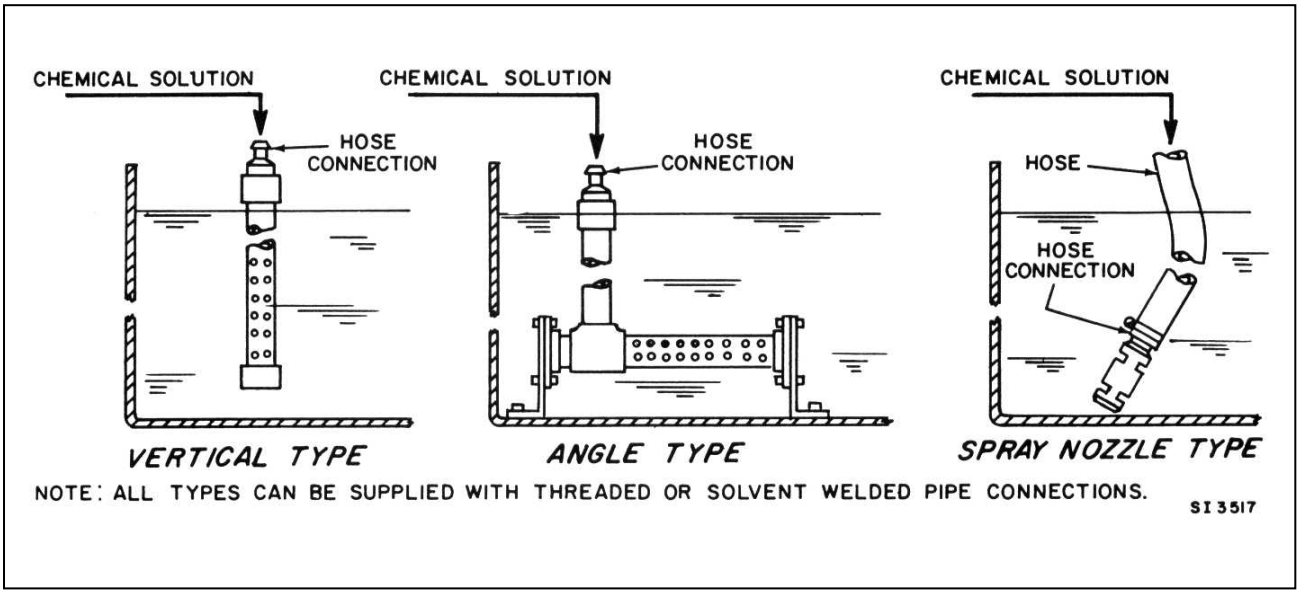
وفيها يتم حقن الكلور في نهاية الخزان الأرضي للمياه المرشحة وقبل ببارة سحب طلمبات المياه المرشحة لضمان وصول المياه الي مناطق الخدمة معقمة وآمنة٠

التحكم آلياً في جرعة الكلور النهائي :

يقاس تدفق المياه المعالجة إلى الخزان الأرضي بواسطة هدار أو جهاز قياس تصرف ويتم إرسال إشارة تحكم إلى لوحة جهاز الحقن لتشغيل موتور ضبط الجرعة عند صمام الفتحة(v) المتغيرة المساحة وبهذا يمكن التحكم في جرعة الكلور النهائي. كما يوجد جهاز آخر قبل ضخ المياه المرشحة للمدينة يسمي جهاز الكلور المتبقي ويقوم بتسجيل كمية الكلور الفعلية في الماء ويعتبر مرجعا أخر من أجل التحكم في جرعة الكلور النهائي .

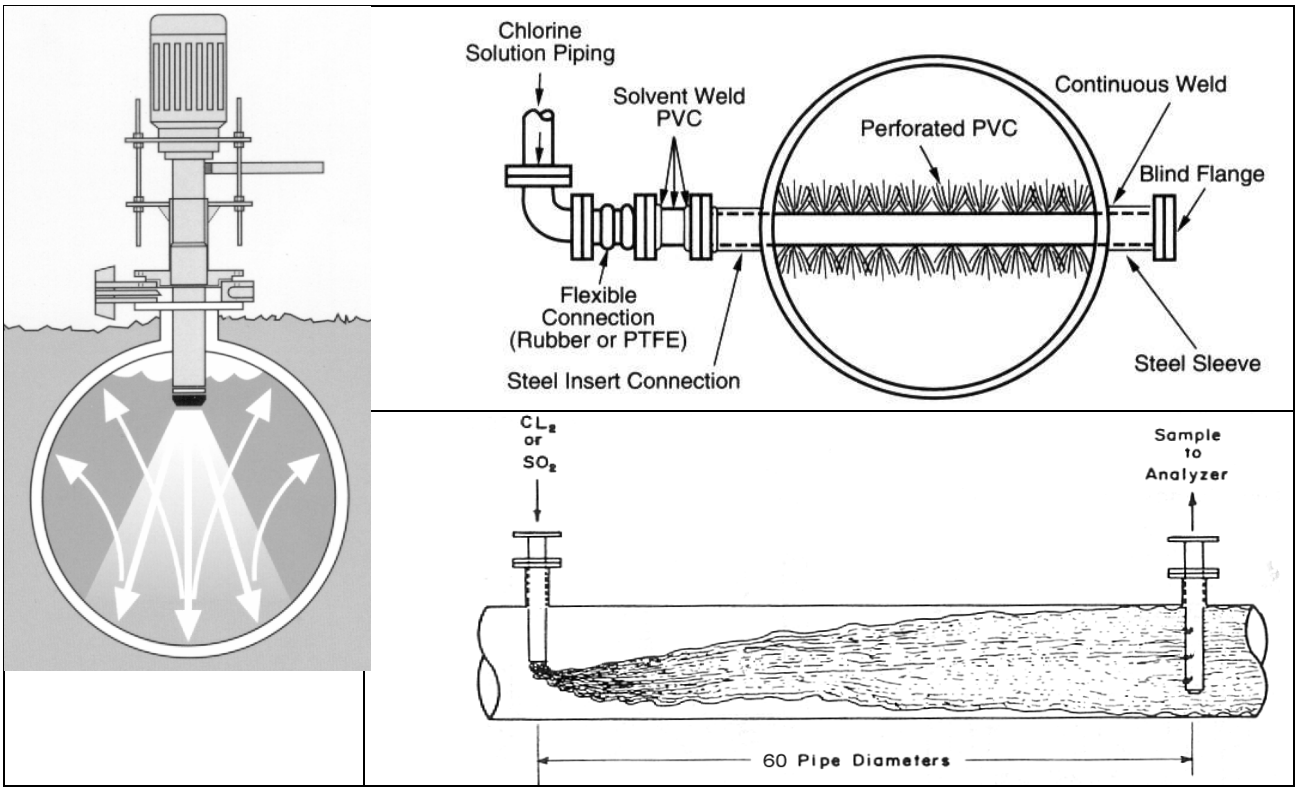
المناقشة

س١: أذكر نقاط الحقن وأماكنها؟



الشكل رقم (٢-٣٠)

طرق الحقن بالوحدات المفتوحة



الشكل رقم (٢-٣١)

طرق الحقن بالمواسير

الباب الثالث

نظم الحماية والأمان

نظم الحماية والأمان

مقدمة:

علمنا في الأبواب السابقة ان غاز الكلور يعتبر غاز خانق بل ومميت عند درجات تركيز تسرب عالية بالهواء. وبناء علي ذلك وحرصا علي سلامة من يتعامل مع غاز الكلور لابد وان يكون علي دراية كاملة بكيفية تداوله وبما يفعل في مواجهة المشاكل الطارئة ،ولذلك فإننا سنحاول في هذا الباب التركيز علي نظم الحماية والأمان. وهناك نوعين من أجهـزة الحماية والأمان :

أولاً- أجهزة حماية شخصية ثانياً- أجهزة حماية عامة

أولاً-أجهزة الحماية الشخصية

لابد ان يزود الأفراد الذين يعملون في حقل الكلور بنوع مناسب من أقنعة الوقاية والملابس الواقية وأجهزة التنفس الصناعى.

(أ) القناع الواقي :

تركيبة : - ١- قطعة الوجه

٢- الخرطوم

٣- المرشح (الفلتر)

٤- الشنطة

١- قطعة الوجه: قطعة من البلاستك المطاط المرن لكي تغطي راس الإنسان ووجهه كـاملا بحيث لا يظهر منه إلا الرقبة فقط. ووصفها كالتالي:

- أمام العينين يوجد فتحتين زجاجتين للرؤية وتدهنان بمادة لا تسمح بتكون شـبورة من بخار الماء أثناء التنفس.

- أمام الأنف يوجد صمام يسمح بخروج هواء الزفير ولا يسمح بدخول الهواء إلـى القناع من الخارج.
- أمام الفم يوجد فتحة مستديرة يركب بها خرطوم مرن ذو حلقـات دائريـة قابلـة للانثناء.

كيفية اخذ مقاس القناع الواقي:

قطعة الوجه لها مقاسات معينة يجب مراعاتها وتأخذ هذه المقاسـات حسـب محـيط رأس الإنسان (وهي المسافة الدائرية عند الجبهة تماما) وطول وجهه وهي المسافة من قمة رأسه حتي الذقن، ويحدد علي هذا الأساس مقاس القناع الواقي.

وهذا المقاس يجب ألا يكون أقل أو اكبر من المقاس الحقيقي لأنه في حالة إذا ما كان القناع ذو مقاس اقل يصعب ارتداءه بسهولة كما انه يمكن أن يسبب ضيق أو اختناق للفـرد مـن حول رقبته ووجهه، أما إذا كان مقاس القناع اكبر من وجه الفرد فيسهل للغاز الدخول إلـى الأنف من تحت الذقن أو من جوار الأذنين.

٢- الخرطوم:- مصنوع من البلاستيك المقوي القابل للثني وبه حلقات دائرية مرنة غير قابلة للثني وفي طرفيه لاكورين ليتصل طرف بقطعة الوجه والأخر بالفلتر (المرشح).

٣- الفلتر:- مصنوع من الصاج أو لدائن البلاستيك المدعم بالحلقات الدائرية لتقويته وبه مكان لتركيب الخرطوم من أعلي،أما من أسفل فيوجد فتحة لدخول الغاز والهواء . وبداخل الفلتر يوجد طبقات من الكربون النشط وبعض المواد الكيماوية التي لها القدرة علي امتصاص الغاز بسهولة وتتفاعل معه وهذه المواد ليست للكلور فقط ولكنها تستخدم لكثير من الغازات الأخرى مثل غازات الأعصاب وغيرها من غازات الحرب الكيماوية.

٤- الشنطة:- من القماش السميك ويوضع الفلتر والقناع داخلها عند عدم الاستخدام ومزودة بأحزمة للتعليق علي الكتف والربط حول وسط الإنسان ليتمكن من العمل دون إعاقة.

ملاحظة :

يوجد نوع آخر من الأقنعة الواقية مختصرة الأجزاء ليس لها خرطوم ولا حقيبة والفلتر يوضع في مقدمة الفم متصل بقطعة الوجه ذات الأربطة ويتميز هذا النوع بسهولة الارتداء. ولكن من عيوبه انه يمكن ان يتسلل الغاز إلى الوجه والأنف عندما لا يحسن البراد الربط الجيد للأربطة أو حل أحدها عفوا أثناء العمل ، كما انه مع وجود العرق حول العنق والجبهة فإن الغاز يتفاعل مع هذا الماء ويؤثر تأثيراً سيئا علي الجلد.

(ب) الملابس الواقية :

تشمل : ١- القفاز

٢- المريلة أو البالطو

١- القفاز (الجونتي):- قفاز من الجلد اللين ليحمي يد البراد من تأثير غاز الكلور عليها ولا تعطله عن أداء عملة.

٢- المريلة أو البالطو:- ملابس تصنع من البلاستيك المرن وتزود بغطاء للرأس بحيث تحمي البراد من تأثير محلول الكلور السائل إذا انسكب عليه أو تعرض لبعض الرذاذ الذي قد يقع علي أي جزء من جسمه.

(جـ) جهاز الأوكسجين:

يستخدم للتنفس بدلاً من القناع عند العمل لفترة زمنية طويلة أو في الحالات الحرجة والخطرة جدا والتي لا يستطيع أي إنسـان ان يغـامر بحياته في عمليات الإنقاذ مـن خطـر غـاز الكلور الداهم وهذا الجهاز هو شـبيه لجهـاز الغطس تماما حيث يمد الإنسان بالأكسـجين للتنفس طوال مدة عمله التـي تحـدد بسـعة اسطوانتي الأوكسجين(الهواء).

تنبيه: يجب باستمرار ان تكون اسطوانات الأكسجين مملوء بصفة دائمة وبعـد الاسـتخدام يعاد ملئها مرة أخرى لتكون جاهزة للاستعمال في أي وقت. وكل اسـطوانة يـدون عليهـا الزمن الذي تستغرقه قبل ان تفرغ وتعطي قبلها صفارة واضحة للبراد لكي ينهي عملة فورا ويهرب لخارج منطقة الخطر. وعادة تركب اسطوانتين معا علي قطعة مـن البلاسـتيك أو الصاج المقوي (الحمالة) وبها حزام للربط حول الوسط وآخر علي الكتف لإمكـان حمـل الاسطوانتين معا. وكل اسطوانة مزودة بمبين للضغط ومخفض للضغط.

طريقة ارتداء جهاز الأوكسجين:-

- ارتداء المريلة أو البالطو البلاستيك والقفاز أولا مـع تجهيز العدة التي سيعمل بها أمامه.
- ترفع الاسطوانتين وتحمل علي الكتفين وتربط حـزام الوسط
- تفتح صمام خروج الأوكسجين بالاسطوانتين ويرتدي القناع الواقي ويتنفس من خلاله ليطمئن علي إمكانية التنفس أثناء العمل.
- يقوم بعمله وينفذ الموقف.

تنبيه: هذه الأعمال من الأعمال الفدائية الخطرة ولا يقوي عليها إلا الأفراد الـذين لـديهم عزيمة قوية للإنقاذ والمدربون عليها جيدا . وأي إنسان لديه ذرة من الخوف لا يسـتطيع ان يؤدي عملية الإنقاذ بصورة صحيحة .
لذا يجب التدريب علي مختلف المواقف الصعبة فتزيد ثقة الفرد بنفسه وبعمله.

جرعات الكلور الضارة والمميتة :

إذا كانت جرعة الكلور التي يتعرض البراد أو الإنسان لها في حدود مـا يمكـن ان يتحملـه الإنسان لمدة قصيرة كان ذلك غير ضار، أما إذا كان التعرض لجرعات عالية حتي ولو لفترة قصيرة فهناك ضرراً أكيداً. والجدول التالي يوضح ذلك:

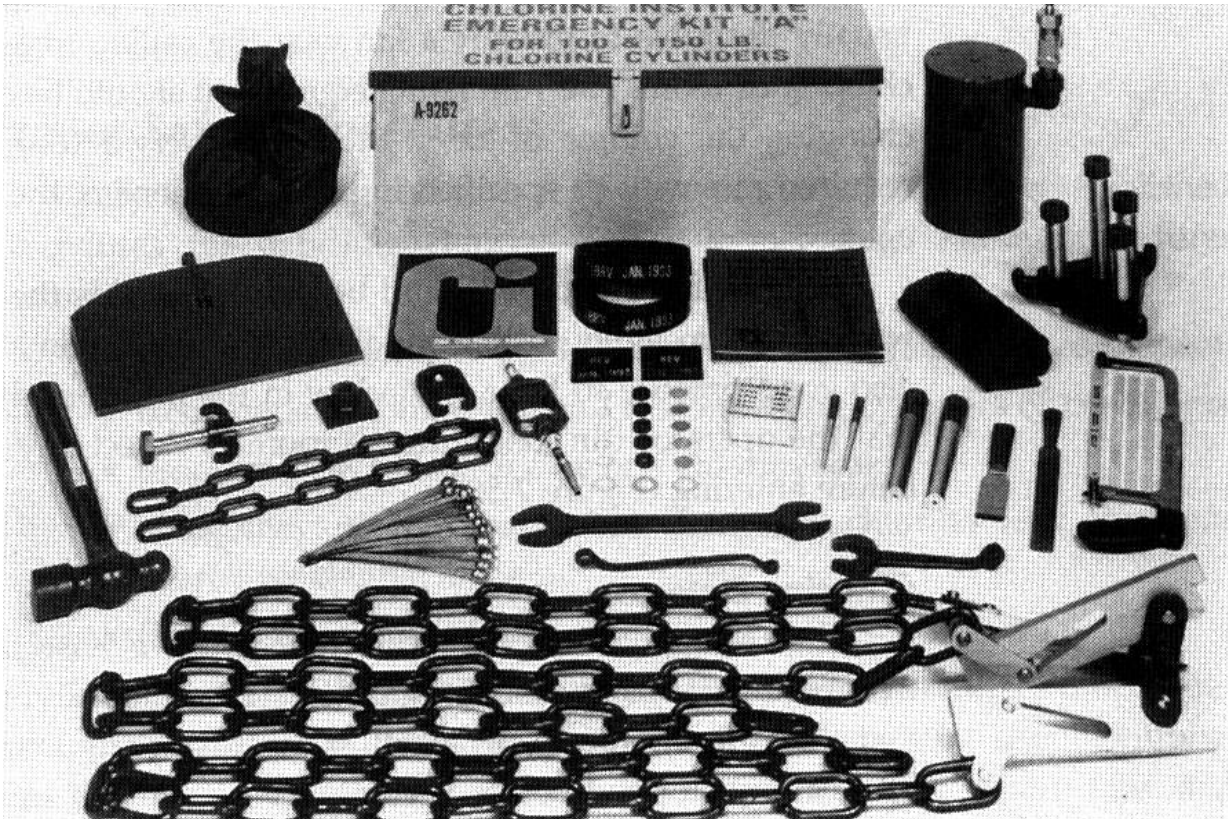
م	الحـــالة	التركيز في الهواء (جزء فى المليون)
١	المقبول والمسموح بة في الهواء للتنفس لمدة ٨ساعات عمل	١
٢	حس الرائحة بوضوح	٣.٥
٣	اختناق فى البلعوم	١٥
٤	كحة مستمرة	٣٠
٥	أقصى تركيز مسموح لفترة قصيرة	٤٠
٦	التركيز الخطر عند التعرض لفترة قصيرة	٦٠-٤٠
٧	موت سريع	١٠٠٠

ومعلوم أنة هناك خطر دائم من أي تسرب للكلور لذلك يجب سرعة تنفيذ احتياطات الأمان دون تباطؤ وإلا ستكون العواقب وخيمة. والجدول السابق يوضح ان الإنسان قد يحتمل الحالة رقم ١، ٢ أما الحالة ٣ وما يليها فهي ضارة بالإنسان والحالة رقم ٧ تؤدي إلي الوفاة السريعة. ويجب دوما وجود جهاز الأكسجين اللازم للتنفس جاهز وبحالة تسمح للعمل به، بحيث لنه عندما يتطلب الموقف من البراد ان يعمل في وجود تسرب شديد للكلور فعليه ان يرتديه بالطريقة السابق توضيحها ومعه الملابس الواقية ومعدات العمل اللازمة(زرجينه - طبه -خلبور خشب- شلكوش -جبس جاهز ...) أو أي عدة يتطلبها الموقف. شكل رقم (٣-١) يوضح بعض الأدوات والعدد الضرورية.

الإسعافات الأولية لمصاب غاز الكلور:

يهمنا هنا كيفية إنقاذ حياة زميل تعرض لجرعة من الكلور فأصابته بحالة من الحالات المدونة في الجدول التالي:

م	الحالة	العلاج
١	**اختناق في البلعوم أو الزور**	يبعد المصاب عن منطقة التلوث واستلقائه في وضع مريح وليكن على ظهره في مكان دافئ ، وجعله يتنفس من جهاز الأكسجين إذا كان هناك مشاكل في التنفس، ثم محاولة إعطائه مشروب ساخن (لبن)، ويتقيأه بعد ذلك لمحاولة ذوبان الكلور من منطقة الزور
٢	**الكحة الشديدة المستمرة والتنفس السريع** (الحالات ٤ ، ٥ بالجدول السابق)	ينقل الي المستشفي لأخذ حقن وتوضع له أجهزة تنفس حتي يمكن ان يتنفس بسهوله وتنقل الكحة
٣	**حالات الوفاة** (الحالات ٦ ، ٧ بالجدول السابق)	إذا أمكن نقل المصاب قبل وفاته كان ذلك أفضل لمحاولة أخيرة فقد يكتب له النجاة .



احتياطات هامة:

- جميع ملابس المصاب تكون مشبعة بالغاز المركز فيجب الاحتياط لذلك.
- بعد إنقاذ الزميل المصاب إذا كان مصدر الخطورة مازال مستمرا فيجب علي رجل الإنقاذ معرفة مكان الخطورة والعمل علي منعه بالطرق السليمة.
- عند تعرض العين لكمية كبيرة من الكلور تغسل بكميات كبيرة من الماء لمدة ١٥ ق.

شكل رقم (٣-١)

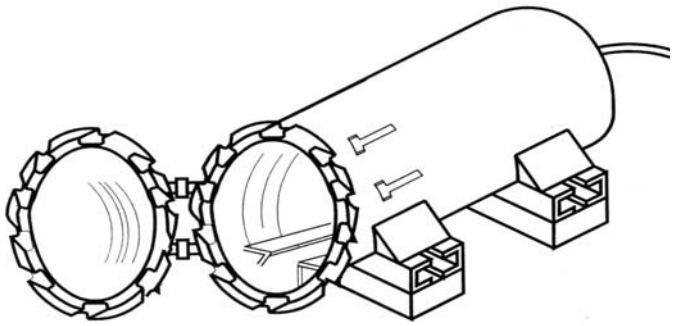
ثانياً- أجهزة حماية عامة

(أ) بيارات الأمان:

وهي بيارة بعمق نحو ٣ أمتار، وتبني علي شكل مربع أو دائرة من الخرسانة المسلحة ولها غطاء محكم يتسع لإنزال اسطوانة كلور بها ويوضع في هذه البيارة محلول صودا كاوية مركزة يصل تركيزه إلى ٤٠٪ (حسب سعة البيارة ويراعى ان يكون التركيز دائما يزيد عن الاحتياج بمقدار ٢٥٪). وتستخدم هذه البيارة عندما لا يوجد حل لمشكلة التسرب من اسطوانة الكلور إلا إعدامها بما تحوي من غاز إنقاذاً لما حولها من كارثة محققة، حيث يفتح غطاء البيارة ويتم إنزال الاسطوانة بها ويحكم غلق الغطاء مرة أخرى ويتفاعل الغاز المتسرب مع الصودا الكاوية حتي ينتهي بالكامل ويتم إخراج الاسطوانة وتكهن بعد ذلك.

(ب) الحاوية:

هي عبارة عن اسطوانة كبيرة مغلقة من جهة والأخرى بها غطاء ضخم يقفل بعدة مسامير قلاووظ كبيرة وفي الجهة المغلقة صمام كلور متصل بخط كلور يعمل علي سحب الكلور إلى أجهزة الحقن .



كيف تعمل الحاوية:

للاستفادة من وجود الحاوية كجهاز أمان يستخدم عند الضرورة لابد من توفر :

١. اسطوانة غاز ثاني اكسيد الكربون ممتلئة بضغط عالي*
٢. كلارك له شوكتين طويلتين لحمل الأسطوانة طولياً**

*فائدة اسطوانات غاز ثاني اكسيد الكربون:

عندما يحدث تسرب لغاز الكلور من جسم أو بلف الاسطوانة يجب ان تسرع بتوجيه غاز ثاني أكسيد الكربون إلى مكان التسريب لأنه عندما يقل الضغط علي غاز ثاني أكسيد الكربون يتحول الي ثلج فى الحال فيتجمد ويغلق مكان تسريب الكلور تماما.

** فائدة الكلارك ذو الشوكتين الطويلتين

فهو يعمل علي نقل الاسطوانة طولياً بعد إغلاق الثقب ورفعها إلى مستوي فتحة الحاوية وإدخالها بسرعة للداخل ثم يغلق غطاء الحاوية جيداً بالمسامير

وحتى يتم كل ذلك يكون الثلج الجاف لثاني أكسيد الكربون قد بدأ يذوب ويعود غازاً ويبدأ غاز الكلور في الخروج من مكان التسريب وعندئذ يتجه الي جهاز الحقن عن طريق بلف الحاوية ويتم التخلص من عبوة هذه الاسطوانة بالكامل بأمان تام.

(جـ) برج التعادل:

في النظم الحديثة لحقن الكلور أعدت الشركات المنتجة لمعدات الحقن نظم للتخلص من غـاز الكلور المتسرب، يشمل غرف أو أبراج بداخلها دش من مادة كيميائية تتفاعـل مـع الكلـور وتتعادل معه، ويشتمل النظام على المكونات التالية:

١-الخلية الكاشفة وخزان الالكتروليت.

٢-مراوح لسحب الغاز من أماكن التسريب.

٣-خزان محلول الصودا الكاوية وطلمبات لضخها إلى غرفة إعدام الغاز (البرج).

٤-غرف إعدام الغاز.

٥-لوحة تشغيل اوتوماتيكيه لنظام التعادل.

١- الخلية الكاشفة وخزان محلول الالكتروليت لكشف التسرب :

توجد زجاجة بها ملح الكتروليتي يذاب في ١٠ لتر من الماء المقطر أو حسب توصيات المنتج ويصب المحلول في حوض التخزين بحيث يسع كمية من المحلول تكفي لمدة شـهرين وهـو مصنوع من مادة بلاستكية شفافة، ويراجع مستوي المحلول في الحوض باستمرار حيث يوجد صمام كهربي لقياس منسوب هذا المحلول وتتساقط قطرات المحلول علي أقطاب القياس لكـي تكون مبللة بصفة مستمرة فعند وجود كلور متسرب يتفاعل مع المحلول ويعمل علي توصـيل أقطاب القياس فيعطي أمرا (اتصالا كهربيا) إلى لوحة التحكم للعمل.

تضبط القطرات بحيث تتساقط مرة كل ٢٠ - ٤٠ثانية ويملأ الحوض مرة كل شـهرين كمـا يمكن مراجعة استهلاك المحلول دورياً. واذا تغير لون المحلول إلى اللون الأصفر الفـاتح دل هذا علي عدم صلاحية المحلول ويجب تفريغه وشطف الخزان (الخالي) بالماء المقطر ويملا مرة أخرى .

تنظف الخلية الكاشفة ذاتها بغمسها لمدة ٢٠ ثانية في حامض نيتريك مخفف (تركيز ١٠٪) ثم تنظف بالماء المقطر وتركب في مكانها.

٢- مراوح سحب الغاز :

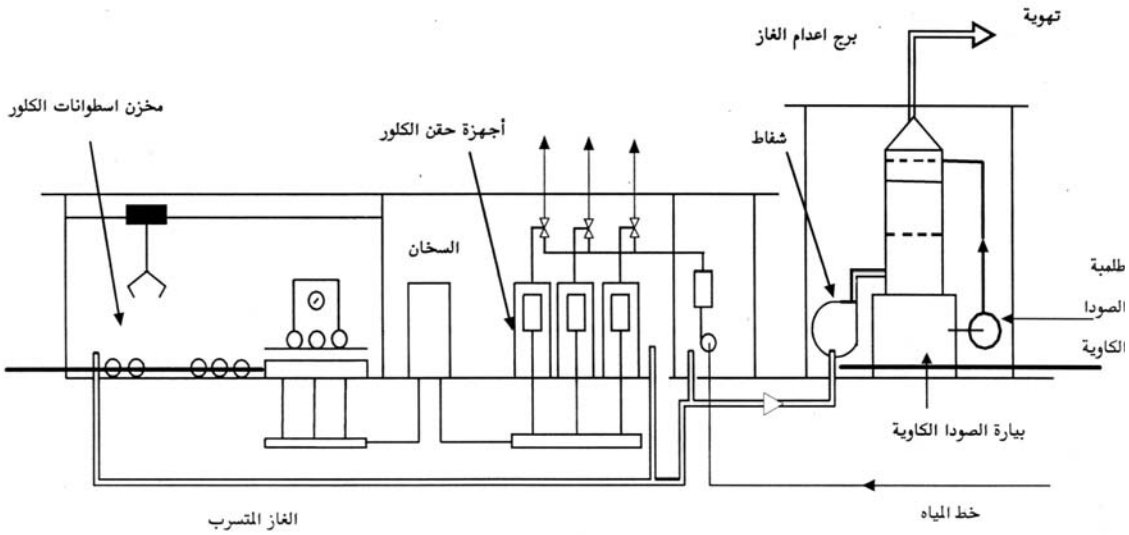
في عنبر اسطوانات الكلور وغرفة أجهزة حقن الكلور المبـدئي والنهـائي تركـب ممـرات بلاستكية تبدأ بالقرب من سطح الأرض وبجوار الحائط وترتفع إلى أعلي ومخترقة الجـدران الجانبية لتصل غرفة لوحة تشغيل أجهزة التعادل التي يوجد بها مراوح تسحب الغاز من هـذه الممرات لتدفعه إلى غرفة إعدام الغاز من اسفل وهذه المراوح تعمل تلقائيا عن طريق لوحـة التشغيل التي بها لوحة تشغيل متكاملة مع الكاشف عند وجود تسريب.

٣- خزان الصودا الكاوية:

بجوار غرفة تشغيل نظام التعادل خزان ارضي مصنوع من الخرسانة وله غطاء وبداخل هذا الخزان محلول من الصودا الكاوية المركز بنسبة ٤٠٪ ومتصل بالخزان طلمبات ضخ محلول الصودا الكاوية إلى غرفة إعدام الغاز حيث يرش المحلول من رشاشات (دش) معدة لذلك من اعلي الغرفة المغلقة.

٤- غرفة إعدام الغاز:

هي عبارة عن بناء من الخرسانة (برج) مرتفع عن باقي مباني الغرف ومخزن الاسـطوانات وتدخل مواسير الغاز الي هذه الغرفة وتهبط إلى الكلور وتتفاعل معه وينتج من التفاعل الملح ويوجد بهذه الغرفة أشكال من البلاستيك علي هيئة شرائح متقاطعة مع بعضها لتملأ الفراغ في الغرفة وفائدة هذه الشرائح المتقاطعة هي إعاقة خروج الكلور من الغرفة وتزيد مـن مسـاحة السطح التي يتقابل بها الكلور مع محلول الصودا الكاوية.



نظام حقن كلور متكامل متضمناً نظام امتصاص غاز الكلور المتسرب

٥- لوحة التشغيل الأتوماتيكية لنظام التعادل:

هي اللوحة التي تركب بجوار طلمبات ضخ محلول الصودا الكاوية ومراوح سحب الغاز وهي متصلة بكل من :

مخزن اسطوانات الكلور.

غرفة أجهزة حقن الكلور المبدئي والنهائي.

غرفة سخانات الكلور السائل(المبخرات)

وتعمل هذه اللوحة بفرق جهد ٣٨٠ فولت حيث تعمل علي توصيل مفاتيح تشغيل الطلمبات والمراوح وكذلك بها أجهزة تشغيل وإيقاف تصل إلى الخلايا الكاشفة وتعمل علي تشغيل المعدات المختلفة تلقائيا عند وجود تسرب محسوس كما يوجد جهاز إنذار سمعي (سرينة) للتنبيه.

إضافة الكلور بأمان عند تطهير المروقات أو المرشحات :

أ- محطات المياه هي اكثر الأماكن استخداماً للكلور سواء كان غاز أو بودرة فعندما يراد تطهير أحد المروقات أو المرشحات فتستخدم الاسطوانة سعة ٥٠كجم لخفة وزنها فيتم توصيل خرطوم طويل من البلاستيك بالاسطوانة ويلقي الطرف الآخر في المرشح أو المروق وتفتح الاسطوانة ويتم بذلك زيادة كمية الكلور في المروقات أو المرشح مع مرور الوقت حتي التركيز الكافي للتعقيم (١٥- ٢٠جزء في المليون).

ب- لاستخدام الكلور البودرة تحدد كمية المياه ونسبة التركيز المطلوبة وعلي أساس ذلك يحدد وزن أو عدد الكراتين المطلوب استخدامها مع العلم بان الواحدة منها تزن ٢٥كجم.

طريقة تحضير محلول الكلور:

تحضير برميل وعدة جرادل وخرطوم مياه جاريه وتوضع البودرة في البرميل وتذاب مع المياه بحيث لا تصيب البودرة الأفراد نتيجة اتجاه الهواء. وبواسطة الجرادل يبدأ في رش المحلول علي الجدران أو تسكب في المياه المراد تعقيمها في أماكن مختلفة.

بعد الانتهاء من العملية تغسل جميع الأدوات المستخدمة وتنظف من بقايا البودرة الباقية.

تشغيل نظام الكلور بأمان عند تشغيل سخانات الكلور:

عندما يكون نظام حقن الكلور في بعض المحطات يعتمد علي سحب الكلور في حالته السائلة من الاسطوانات فإن أجهزة الحقن لابد وان تمر بها الكلور في حالته الغازية لهذا تغلبت شركات الإنتاج علي هذه المشكلة بوضع سخانات كلور بين المصدر أجهزه الحقن وهذه السخانات تدفع بكميات كبيرة إلى أجهزة الحقن المعدة لذلك .ووصفها كالتالى:

١) السخان عبارة عن اسطوانة مغلقة من اسفل وبها عدة سخانات كهربية وبها حماية كاثوديه ومعامل أمان لما يحدث من السخانات الكهربية من أعطال وتملئ هذه الاسطوانة بالماء.

٢) داخل الاسطوانة توجد اسطوانة أخرى يدخل فيها ماسورة دخول الكلور إلى قرب القاع ويخرج منها ماسورة أخرى من قرب قمة الاسطوانة الداخلية.

٣) بين الاسطوانتين يوجد ماء لمنسوب معين وهذا الماء يأتي من مصدر مياه ويوجد محبس آخر لصرف المياه من السخان عندما يراد ذلك. وعلي السخان جهاز لقياس درجة حرارة المياه عند التسخين.

٤) ويتحكم في دخول الغاز إلى السخان صمام وفي الخروج صمام آخر خلفه مخفض ضغط ليحافظ علي ضغط الغاز في المواسير.

٥) يوجد مبين زجاجي لمنسوب المياه داخل السخان ،ودرجة الحرارة المثلي التي يعمل عندها السخان هى ٧٢°م .

وإذا لم تتم العمرات السنوية للسخان في مواعيدها فقد يحدث ثقوب في اسطوانة الكلور الداخلية نتيجة وجود رواسب علي القضيب الصاب الذي يعمل كأنود (القطب الموجب) للحماية الكاثودية داخل المياه الساخنة.

<u>أين يوجد قناعك الواقي :</u>

القناع الواقي هو لحمايتك الشخصية من خطر أكيد لا تعلم متي يداهمك الخطر أو متي يبدأ ؟

العدد اليدوية التي تستخدم في حالة الطوارئ كثيرة ونذكر منها:

الشاكوش، المفتاح البلدي و المشرشر، مفتاح الاسطوانة، الزراجين، السربنتينة، زجاجة الكشف عن الغاز، الطبب، الخوابير، الورد، مفتاح كونتاك الكلارك، مفتاح الدولاب والشنطة.

معدات الإنقاذ هامة في حالة الخطر وأهمها:

اسطوانات الأكسجين والكمامة الخاصة بها ،وهذه الاسطوانات يجب ان تكون معبأة والكمامة نظيفة والأربطة والحمالة سليمة وموضوعة علي الحائط بطريقة سهلة للاستخدام.

ويجب ان يكون براد الكلور مدرب، وعلى معرفة تامة بقيادة الكلارك وتشغيل الونش العلوي لمخزن الاسطوانات.

الكشف الدوري علي العاملين بمجال الكلور:

رغم ان الهيئة تقوم بصرف بدل تغذية للعاملين في مجال الكلور ليتغذى كل منهم بكوب من الحليب صباحا حفاظا علي صحتهم إلا أن ذلك لا يكفي لان مرض المهنة أمرا محتمل نتيجة التعرض لجرعات من الكلور المتكررة حتي ولو بقدر صغير لثواني معدودة . فالجهاز التنفسي سيعاني من الكلور إن عاجلا أو آجلا لذلك راعت الهيئة هذه النقطة وعالجتها بعرض العاملين على طبيب متخصص في أمراض الجهاز التنفسي للكشف عليهم كل ستة اشهر وكتابة تقرير بحالة كل فرد.

احتياطات مواجهة التسرب :

١. كن دائما خلف مكان التسرب وعكس اتجاه الريح.
٢. تذكر أن الكلور أثقل من الهواء
٣. لا تستخدم المياه إطلاقا في مواجهة أي تسرب
٤. إبعاد جميع الأفراد عن مكان التسرب فيما عدا المسئولين عن مواجهته
٥. يحدد مكان التسرب بواسطة قطعة قماش مبللة بالأمونيا
٦. أي تسرب حول عمود الباف يمكن إيقافه بإحكام ربط صامولة الزنق
٧. بالنسبة للأسطوانة يجب جعل مكان التسرب لأعلى حتى لا يتسرب الكلور السائل
٨. يجب التعامل مع الأسطوانة الحادث بها التسرب بإلقائها في بيارة الصودا الكاوية أو إدخالها في الحاوية أو بنقلها لمنطقة معزولة لتفريغ شحنتها.
٩. تجهيز الموقع بالأدوات والعدد الضرورية اللازمة للتعامل مع اسطوانة الكلور التى بها يحدث بها مشكلة تسرب فجائي لغاز الكلور، ووضعها في مكان متاح للأفراد وتدريبهم الأفراد علي كيفية استخدامها، مع وضع الإرشادات اللازمة لذلك.

المناقشة

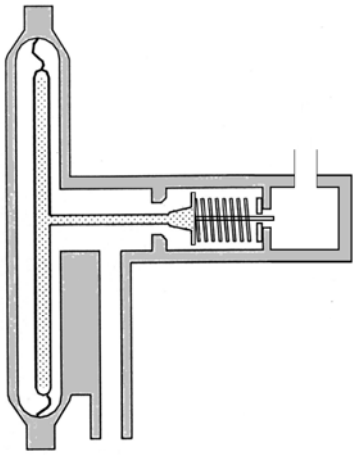
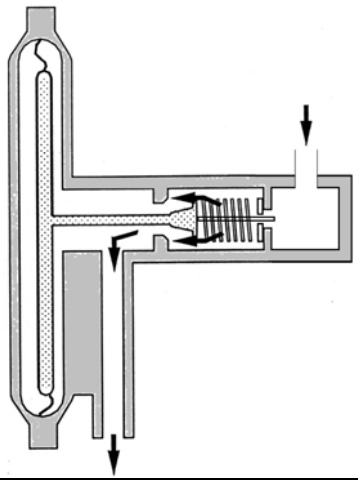
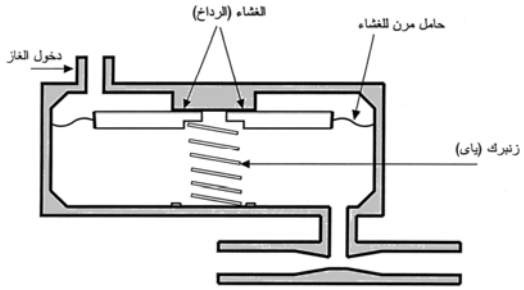
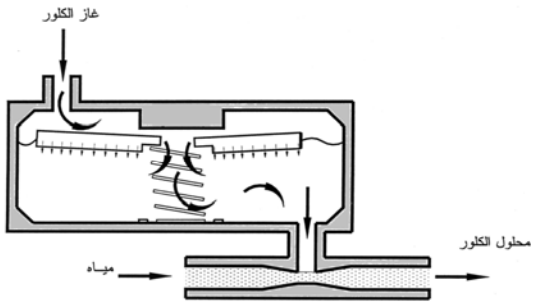
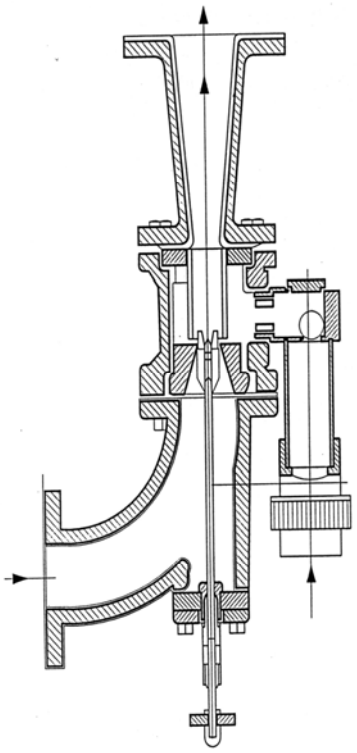
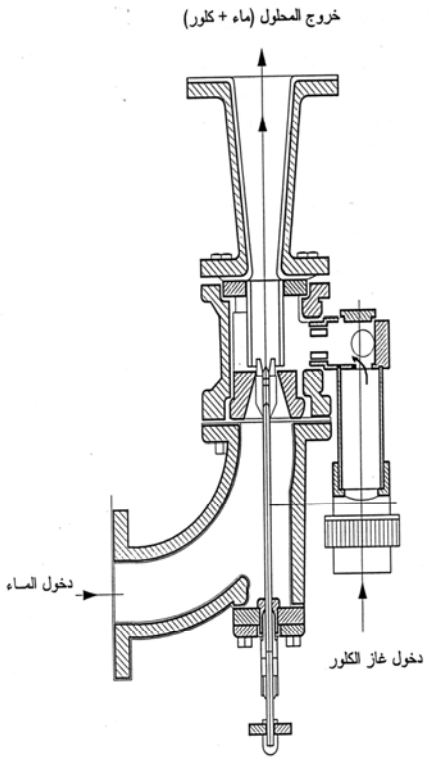
س١: أذكر ما هى أجهزة الحماية الشخصية ؟

س٢: أذكر ما هى أهم احتياطات مواجهة التسرب ؟

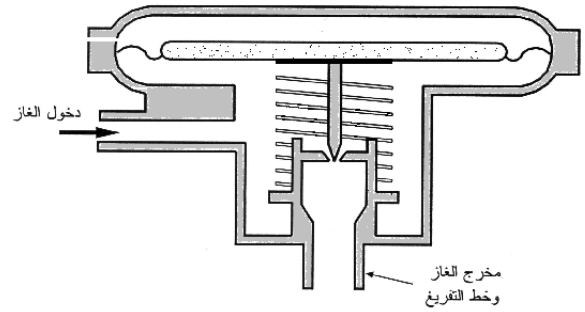
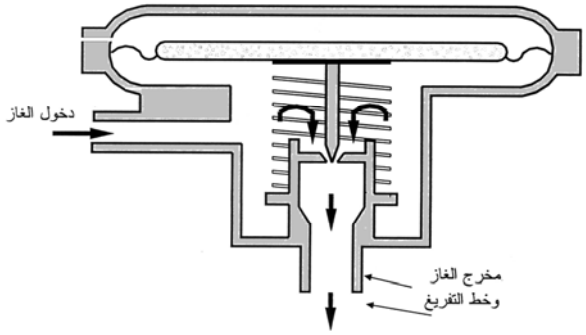
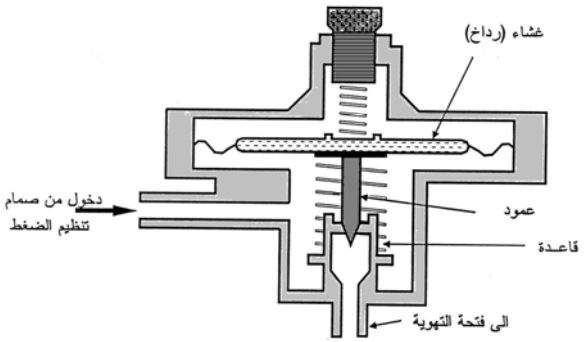
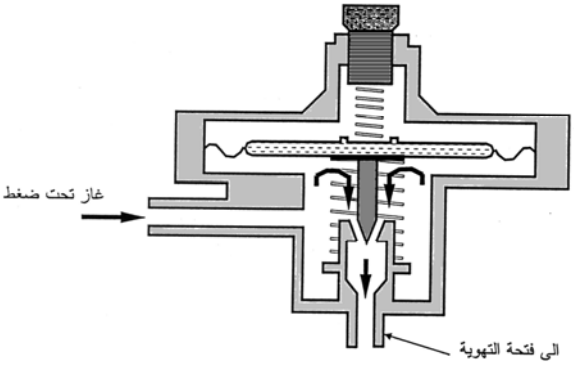
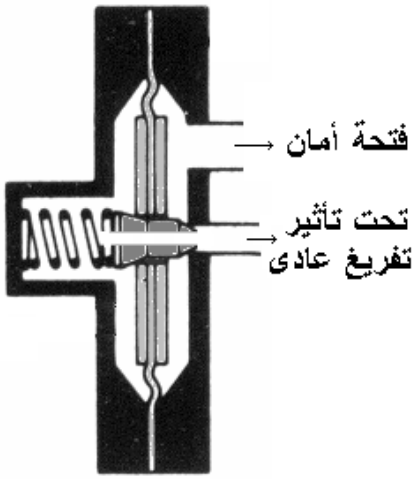
الملحق

مكونات جهاز الكلاور

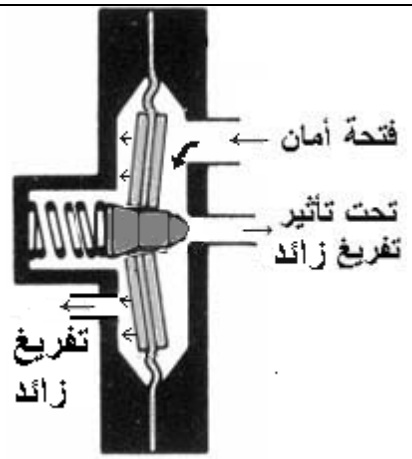
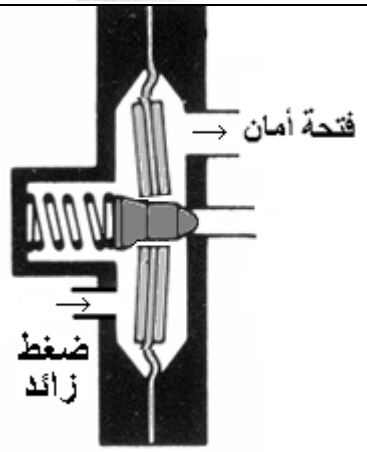
- مكونات جهاز الكلور -

العنصر	الوظيفة	وضع الإيقاف	وضع التشغيل
صمام تنظيم ضغط	الحفاظ على ضغط تشغيل ثابت		
حاقن (ماسورة فنشورى + صمام عدم رجوع ذو الغشاء)	عمل تفريغ + منع ارتداد الماء إلى خط دخول الغاز		
حاقن (ماسورة فنشورى + صمام عدم رجوع ذو الكره)	عمل تفريغ + منع ارتداد الماء إلى خط دخول الغاز		

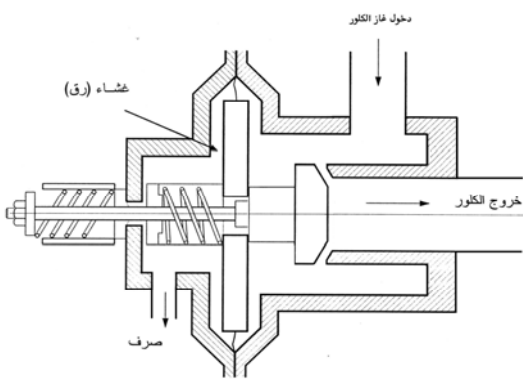
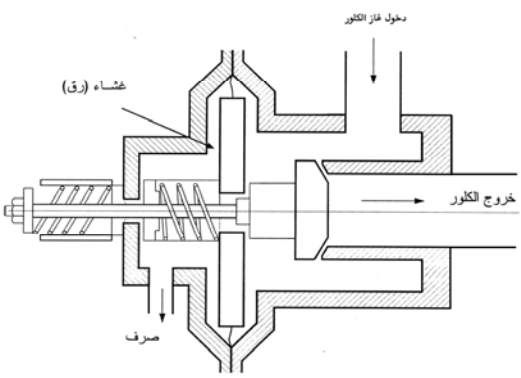
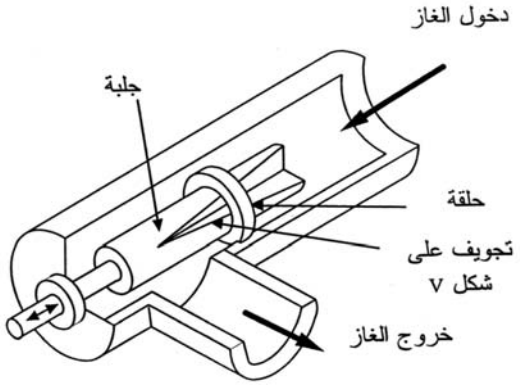
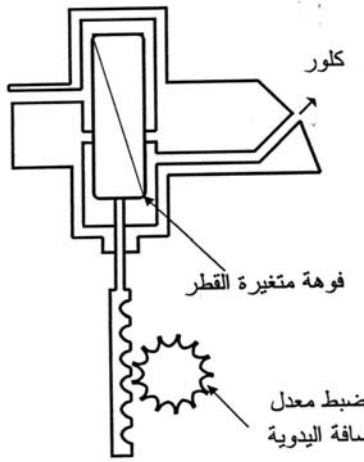
تابع- **مكونات جهاز الكلور -**

العنصر	الوظيفة	وضع الإيقاف	وضع التشغيل
صمام تنظيم تفريغ	الحفاظ على ضغط سالب ثابت		
صمام تحرير ضغط	صمام أمان يسمح بتحرير الضغط الزائد		
صمام تحرير تفريغ	صمام أمان يسمح بدخول الهواء للنظام لتحرير التفريغ الزائد		

تابع- **مكونات جهاز الكلور -**

العنصر	الوظيفة	وضع الإيقاف	وضع التشغيل
صمام تحرير ضغط وتفريغ			 

تابع- **مكونات جهاز الكلور** -

العنصر	الوظيفة	وضع الإيقاف	وضع التشغيل
صمام تصريف المياه المرتدة	يعمل في حالة تعطل صمام الكرة لمنع ارتداد المياه إلى اجزاء الجهاز		
صمام معدل التدفق ذو التجويف V	صمام للتحكم في معدل تدفق الغاز (الجرعة)		
أنبوبة قياس التدفق	أنبوبة مدرجة و مزودة بقرص أو كرة لبيان وضبط معدل التدفق المطلوب