جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

محطات تنقية مياه الشرب

٣/١٠١

٢٠١٥

المحتـــــــــــويات	رقم الصفحة
الفصل الأول:الدراسات الأولية	١/١
١-١ مقدمة	١/١
١-٢ تقدير عدد السكان	١/١
١-٣ معدلات استهلاك المياه	١/١
١-٤ الفترات التصميمية	٢/١
١-٥ التصرفات التصميمية	٣/١
١-٦ مصادر المياه	٤/١
١-٦-١ مياه الأمطار	٤/١
١-٦-٢ المياه السطحية	٤/١
١-٦-٣ المياه الجوفية	٥/١
١-٦-٤ المياه المالحة	٥/١
١-٧ خصائص مياه الشرب النقية	٦/١
١-٨ أعمال الموقع	٦/١
١-٨-١ الأعمال المساحية	٦/١
١-٨-٢ دراسات التربة	٧/١
١-٨-٣ مصدر المياه	٧/١
١-٨-٤ المساحة المطلوبة	٧/١
١-٨-٥ موقع المأخذ	٧/١
١-٨-٦ موقع المحطة	٧/١
١-٨-٧ اختيار أرض الموقع	٨/١
١-٨-٨ الطرق	٨/١
١-٨-٩ المرافق	٨/١
١-٨-١٠ المنشآت	٨/١

١-٩ المتطلبات البيئية والصحية	٩/١
١-١٠ المخطط العام للمحطة	٩/١
١-١١ وسائل المراقبة والتحكم والحماية	١١/١
١-١١-١ وسائل المراقبة والتحكم	١١/١
١-١١-١-١ المأخذ	١١/١
١-١١-١-٢ عنبر مضخات سحب المياه العكرة	١٢/١
١-١١-١-٣ المروقات	١٢/١
١-١١-١-٤ المرشحات	١٢/١
١-١١-١-٥ الخزانات الأرضية	١٣/١
١-١١-١-٦ مضخات المياه المرشحة	١٣/١
١-١١-٢ وسائل الحماية	١٣/١
١-١١-٢-١ المأخذ	١٣/١
١-١١-٢-٢ **المروقات والمرشحات والخزان الأرضى وبيارات السحب**	١٤/١
١-١١-٢-٣ الكيماويات والكلور	١٤/١
١-١١-٢-٤ المضخات ومواسير التوزيع	١٤/١
١-١١-٢-٥ المحركات والمعدات الكهربائية	١٥/١
١-١١-٢-٦ الأفراد	١٥/١
الفصل الثاني : اعمال التصميمات التقنية و الهيدروليكية	١/٢
٢-١ المأخذ	١/٢
٢-١-١ الغرض من الوحدة	١/٢
٢-١-٢ أنواع المأخذ	١/٢
٢-١-٣ أسس تصميم مواسير المأخذ	/٢
٢-٢ بيارة مضخات المياه العكرة	١٤/٢
٢-٢-١ الغرض من الوحدة	١٤/٢

٢-٢-٢ مكونات الوحدة	١٤/٢
٢-٢-٣ أسس التصميم	١٤/٢
٢-٣ بئر التوزيع Distribution chamber	١٥/٢
٢-٣-١ الغرض من الوحدة	١٥/٢
٢-٣-٢ مكونات الوحدة	١٥/٢
٢-٣-٣ اسس التصميم	١٥/٢
٢-٤ حوض الخلط السريع (Flash Mixing) للمروبات الكيميائية	١٦/٢
٢-٤-١ طرق الخلط السريع	١٧/٢
٢-٤-١-١ الخلط الميكانيكي	١٧/٢
٢-٤-١-٢ الخلط بإستخدام مضخة التغذية فى خط مواسير المياه	٢٠/٢
٢-٤-١-٣ الخلط الهيدروليكي	٢١/٢
٢-٥ أحواض الترويب (Flocculation)	٢١/٢
٢-٥-١ الغرض من الوحدة	٢١/٢
٢-٥-٢ مكونات الوحدة	٢٢/٢
٢-٥-٣ أسس التصميم	٢٤/٢
٢-٥-٤ حسابات التصميم	٢٥/٢
٢-٦ أحواض الترويق (الترسيب) (Clarifiers)	٢٦/٢
٢-٦-١ الغرض من العملية	٢٦/٢
٢-٦-٢ أحواض الترسيب المستطيلة	٢٦/٢
٢-٦-٣ أحواض الترسيب الدائرية	٢٨/٢
٢-٦-٤ مكونات وحدة الترسيب فى حالة الترسيب الطبيعي (بدون استخدام مواد مروبة)	٢٩/٢
٢-٦-٥ أحواض الترويب والترويق الدائرية العادية (Clariflocculators)	٣١/٢
٢-٦-٦ أحواض الترويب والترسيب بالتلامس (Solids Contact Clarification)	٣٣/٢
٢-٦-٧ إستخدام ألواح / أنابيب الترسيب المائلة	٣٦/٢

٢-٦-٨ أحواض الطفو Dissolved Air Flotation	٣٨/٢
٢-٧ المرشحات	٣٩/٢
٢-٧-١ الغرض من الوحدة	٣٩/٢
٢-٧-٢ أنواع المرشحات	٣٩/٢
٢-٧-٢-١ المرشح الرملي البطئ (Slow Sand Filter)	٣٩/٢
٢-٧-٢-٢ المرشح الرملي السريع (Rapid Sand Filter)	٤١/٢
٢-٧-٢-٣ مرشحات الضغط (Pressure Filters)	٤٣/٢
٢-٧-٣ أسس التصميم للمرشحات	٤٥/٢
٢-٧-٣-١ مرشحات الرمل البطيئة	٤٥/٢
٢-٧-٣-٢ مرشحات الرمل السريعة	٤٦/٢
٢-٧-٣-٣ مرشحات الضغط	٤٩/٢
٢-٧-٤ مضخات غسيل المرشحات	٤٩/٢
٢-٧-٥ منظومة الهواء المضغوط	٥٠/٢
٢-٧-٦ الكربون المنشط	٥١/٢
٢-٧-٦-١ الإستخدامات	٥١/٢
٢-٧-٦-٢ أسلوب الإضافة	٥١/٢
٢-٨ التطهير بالكلور	٥٢/٢
٢-٨-١ الغرض من عملية الكلورة	٥٢/٢
٢-٨-٢ أسس التصميم	٥٢/٢
٢-٨-٣ مفهوم مصطلح الـ (CT)	٥٣/٢
٢-٨-٤ أجهزة ومعدات إضافة الكلور	٥٤/٢
٢-٩ معالجة المياه الجوفية	٦٢/٢
٢-٩-١ أسلوب التنقية	٦٣/٢
٢-٩-٢ آبار المياه الجوفية	٦٣/٢

٢-٩-٣ طرق المعالجة لإزالة أملاح الحديد والمنجنيز	٦٦/٢
٢-٩-٤ أسس التصميم	٦٧/٢
٢-٩-٥ بدائل التنقية	٦٩/٢
٢-١٠ إزالة العسر من المياه	٧٢/٢
٢-١١ معالجة الروبة ومياه غسيل المرشحات	٧٤/٢
٢-١١-١ المصادر المختلفة للروبة	٧٥/٢
٢-١١-٢ بدائل التخلص من الروبة ومياه غسيل المرشح	٧٦/٢
٢-١١-٣ معالجة مياه غسيل المرشحات	٧٧/٢
٢-١١-٤ معالجة الروبة	٧٨/٢
الفصل الثالث : أعمال التصميمات الميكانيكية	١/٣
٣-١ المأخذ	١/٣
٣-١-١ مانعة الأعشاب الواسعة (Coarse Screen)	١/٣
٣-١-٢ مانعة الأعشاب الميكانيكية (Mechanical Weed Screen)	١/٣
٣-١-٣ الكتل الحاجزة (Isolating Bloks)	٢/٣
٣-١-٤ البوابات الحاجزة (Isolating Gates)	٢/٣
٣-٢ بيارة المياه العكرة	٣/٣
٣-٣-١ مضخات المياه	٣/٣
٣-٤ القلاب السريع	٤/٣
٣-٥ مضخات غسيل المرشحات	٤/٣
٣-٦ منظومة الهواء المضغوط (Compressed Air System)	٤/٣
٣-٦-١ مكونات منظومة الهواء	٤/٣
٣-٦-٢ التصرف المطلوب	٤/٣
٣-٦-٣ الضغط	٥/٣
٣-٦-٤ المواسير وملحقاتها	٥/٣

٣-٦-٥ خزان الهواء	٦/٣
٣-٧ مبني الكيماويات	٧/٣
٣-٧-١ أحواض الإذابة	٧/٣
٣-٧-٢ مضخات الحقن	٨/٣
٣-٧-٣ المضخات الترددية (للكيماويات) (Reciprocating Pumps)	٨/٣
٣-٧-٣-١ إختيار المضخات	٩/٣
٣-٨ أجهزة القياس	٩/٣
الفصل الرابع : أعمال التصميمات الكهربائية	١/٤
٤-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات التنقية	١/٤
٤-٢ معدات التشغيل الكهربائية (Switchgear)	١٩/٤
٤-٢-١ معدات تشغيل الضغط العالي (High Voltage Switchgear)	٢١/٤
٤-٢-١-١ الرباط والغلق (Interlocking & Padlocking)	٢٢/٤
٤-٢-١-٢ أنواع قواطع الدائرة (Types of Circuit breakers)	٢٢/٤
٤-٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي (Switchboard Construction) (H.V)	٢٨/٤
٤-٢-٣ معدات تشغيل الضغط المنخفض (Low voltage switchgear)	٢٨/٤
٤-٢-٤ المقنن الحراري والمقنن داخل المحتوي لقواطع التيار	٣١/٤
٤-٢-٥ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت	٣٢/٤
٤-٢-٦ التأريض (Earthing)	٣٣/٤
٤-٢-٧ بئر الأرض	٣٣/٤
٤-٣ المحولات الكهربائية	٣٤/٤
٤-٣-١ أنواع المحولات المستخدمة	٣٤/٤
٤-٣-٢ القدرات الشائعة للمحولات	٣٥/٤
٤-٣-٣ التقسيمة (Tappings)	٣٥/٤
٤-٣-٤ ملفات المحولات (Windings)	٣٦/٤

٤-٣-٥ أداء المحولات (Performance)	٣٦/٤
٤-٣-٦ الفواقد فى المحولات (Losses)	٣٦/٤
٤-٣-٧ الإرتفاع فى درجة الحرارة (Temperature Rise)	٣٩/٤
٤-٣-٨ دليل التحميل للمحولات (Loading Guide)	٤٢/٤
٤-٣-٩ مقاومة الحريق (Fire Resistance)	٤٥/٤
٤-٣-١٠ التوصيلات (Connections)	٤٦/٤
٤-٣-١١ نهايات التوصيل (Terminals)	٤٩/٤
٤-٣-١٢ تبريد المحولات (Cooling)	٥١/٤
٤-٣-١٣ تهوية مأوي المحولات (Ventilation of transformer enclosure)	٥١/٤
٤-٣-١٤ قوة (شدة) العزل للمحولات (Insulation Strength)	٥٢/٤
٤-٣-١٥ تشغيل المحولات علي التوازي (Parallel Operation)	٥٤/٤
٤-٣-١٦ حماية المحولات (Tranformers Protection)	٥٥/٤
٤-٤ الكابلات الكهربائية	٥٧/٤
٤-٤-١ التيار المقنن المسموح بمروره	٥٧/٤
٤-٤-٢ معاملات الخفض (Derting Factors)	٦١/٤
٤-٤-٣ الفقد فى الجهد (Voltage Drop)	٦٨/٤
٤-٤-٤ تيار القصر للكابلات	٧١/٤
٤-٥ محطة التوليد الكهربائي	٧٥/٤
٤-٥-١ مقدمة	٧٥/٤
٤-٥-٢ قدرة محطة التوليد الاحتياطية	٧٥/٤
٤-٥-٣ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية	٧٥/٤
٤-٥-٤ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد	٧٥/٤
٤-٥-٥ ملحقات محرك الديزل	٧٦/٤
٤-٥-٦ نظام الوقود	٧٨/٤

٤-٥-٧ نظم بدء الإدارة	٧٩/٤
٤-٦ نظام التحكم الأتوماتيكي (Automation system)	٨٠/٤
٤-٧ نظم التحكم والمراقبة (SCADA)	٨٦/٤
الفصل الخامس: شروط الطرح والعطاءات ومراحل المشروع التصميمية والتنفذية – التصميم المعماري والانشائي	١/٥
٥-١ مراحل المشروع التصميمية والتنفيذية	١/٥
٥-١-١ مقدمة	١/٥
٥-١-٢ مرحلة إعداد مستندات الطرح	٣/٥
٥-١-٢-١- مكونات مستندات الطرح	٣/٥
٥-١-٢-١-١ دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع	٣/٥
٥-١-٢-١-٢ البوم الأعمال	٤/٥
٥-١-٣ مرحلة طرح الاعمال	١٢/٥
٥-١-٤ مرحلة التنفيذ	١٢/٥
٥-٢ الأعمال المعمارية	١٥/٥
٥-٢-١ الموقع العام	١٥/٥
٥-٢-٢ وحدات المشروع	١٦/٥
٥-٢-٢-١ عنبر المضخات	١٦/٥
٥-٢-٢-٢ مبني المحولات والتوليد	١٧/٥
٥-٢-٢-٣ الورش والمخازن	١٧/٥
٥-٢-٢-٤ مبني الكيماويات والكلور	١٧/٥
٥-٢-٢-٥ مبني الإدارة والمعمل	١٩/٥
٥-٣ الأعمال الإنشائية	١٩/٥

الفصل الأول

"الدراسات الأولية"

الفصل الأول
"الدراسات الأولية"

١-١ مقدمة

عند البدء فى تصميم أعمال تنقية مياه الشرب لمدينة أو قرية أو تجمع سكنى أو صناعي فإن ذلك يقتضى عمل عدة دراسات من أهمها دراسة عدد السكان الحالي والمستقبلي، والأنشطة المختلفة بالمنطقة المطلوب خدمتها ، التخطيط العمراني واستخدامات الأراضي، معدلات استهلاك المياه، الفترات التصميمية، التصرفات التصميمية، مصدر/مصادر المياه المتاحة وخصائص المياه لها، المعايير المطلوبة للمياه المنقاة، التقنيات المتاحة للتطبيق، تكلفة إنتاج المياه، المراحل المطلوبة لمحطة التنقية، الموقع أو المواقع المتاحة لإنشاء المحطة وملائمته لظروف المشروع، الدراسات المناخية والبيئية، الأعمال المساحية، دراسات التربة، ومنها يمكن التوصل إلي التصميمات المطلوبة شاملة المخطط العام للمحطة ووسائل التحكم والحماية المطلوبة وخلافه.

١-٢ تقدير عدد السكان

تجدر الإشارة لمستخدمي هذا الكود أن الطرق المختلفة لتقدير عدد السكان المستقبلي لمدينة أو تجمع ما وكذلك تقدير احتياج الفرد والاحتياج الكلي من المياه للاغراض المختلفة يتم الرجوع في شأنها لأحدث إصدار للكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمة في شبكات مياه الشرب والصرف الصحي.

١-٣ معدلات إستهلاك المياه

يعتبر متوسط الاستهلاك اليومى على مدار العام (Average of Annual Consumption) مقياسا لباقي معدلات الاستهلاك ويتم الرجوع لأحدث إصدار للكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمة في شبكات مياه الشرب والصرف الصحي لتحديد القيم المختلفة للاستهلاكات وكذلك تحديد متطلبات مكافحة الحريق.

١-٤ الفترات التصميمية

- يجب أن يتم تصميم محطة تنقية مياه الشرب بحيث تكفي لتوفير احتياجات المنطقة المخدومة لفترة تصل إلي ٥٠ سنة تنفذ علي مراحل(أو طبقا لما تحدده جهة الطرح للمشروع) ويلزم مراعاة أختيار أسس التصميم المناسبة التى تسمح بالمحافظة على كفاءة المحطة حتى بعد خروج وحدة كامله للصيانة .
- يراعي عند التصميم ان يتم اختيار اسس التصميم و معدلات التحميل التصميميه بقيمها المتوسطه بحيث انه عند خروج احدي الوحدات من الخدمه الا تتجاوز معدلات التحميل علي الوحدات الاخري العاملة القيمه و الحد الاقصي المسموح به لهذه المعدلات .
- يجب أن تكفي أعمال كل مرحلة من مراحل المحطة فترة تصميمية تصل إلي حوالى ١٥-٢٠ سنة بحيث تتوافق مع العمر الإفتراضي للمهمات الكهروميكانيكية المختلفة وللجهه ذات المسئولية تحديد الفترة الزمنية المناسبة اذا دعت الحاجة.
- يلزم الا تقل عدد خطوط الانتاج العاملة بالمرحلة الاولي عن خطين انتاج – علي ان يراعي عند تحديد الطاقة التصميميه للخط الاحتياجات الفعلية المتوقعه لنطاق خدمه المحطه و ذلك عند بدء تشغيل المحطه

١-٥ التصرفات التصميمية

يتم تصميم محطات التنقية علي أساس تصرف تصميمي يكفي لتوفير احتياجات أقصي استهلاك شهري مع ضرورة مراعاة كمية الفاقد في وحدات التنقية المتتابعة ومتطلبات أقصي استهلاك يوم كما هو مبين بالجدول التالي:

الوحدة	التصرف التصميمى الهيدروليكي
١. المأخذ	أقصى تصرف شهرى + ٧% وتقل ال ٢% عند إعادة مياة غسيل المرشحات لمدخل المحطة
٢. عنبر مضخات المياه العكرة	أقصى تصرف شهرى + ٧ % وتقل ال ٢% عند إعادة مياة غسيل المرشحات لمدخل المحطة
٣. بئر التوزيع	أقصى تصرف شهرى + ٧ % وتقل ال ٢% عند إعادة مياة غسيل المرشحات لمدخل المحطة
٤. أحواض الترويب	أقصى تصرف شهرى + ٧ % وتقل ال ٢% عند إعادة مياة غسيل المرشحات لمدخل المحطة
٥. أحواض الترسيب	أقصى تصرف شهرى + ٧ % وتقل ال ٢% عند إعادة مياة غسيل المرشحات لمدخل المحطة
٦. المرشحات	أقصى تصرف شهرى + ٧ % وتقل ال ٢% عند إعادة مياة غسيل المرشحات لمدخل المحطة
٧. الخزانات الأرضية	حجم التخزين الأرضى يكون الأكبر من الآتى (يضاف إليه ٨٠% إلي ١٠٠% من حجم المياه المطلوب تخزينها لمكافحة الحريق): • حجم المياه اللازم الناتج من الفرق بين أقصى استهلاك يومى وأقصى استهلاك شهرى • ١٠% إلي ٢٥% من حجم إنتاج المحطة اليومى (أقصي استهلاك شهري) و تؤخذ النسبة الأكبر في حالة المحطات الصغيرة، • وفي جميع الأحوال يجب أن يكون حجم الخزانات الأرضية بما يضمن بقاء المياه بها مدة لا تقل عن ٣٠ دقيقة لضمان زمن التلامس الأدني مع الكلور.
٨. مضخات المياه المرشحة	اقصى تصرف يومى + تصرف الحريق يتم زيادتها الى أقصى تصرف ساعة فى حالة عدم وجود خزانات عالية.
• إختيار عدد المضخات العاملة والاحتياطية لمحطات المياه الخام والمياه المرشحة	يتم اختيار عدد من المضخات العاملة إضافة إلي عدد مناسب من المضخات الاحتياطية، ويرجع إلي الجزء الخاص بالتصميم الميكانيكي لاختيار العدد المناسب من المضخات العاملة والاحتياطية، وبصفة عامة يتم توفير مضخات إحتياطية بنسبة لا تقل عن ٥٠% من المضخات العاملة بما لا تقل عن مضخة واحدة، لكل مجموعة وفي حالة زيادة عدد المجموعات (لكل مجموعة ويقصد بها ذات التصرف والرافع الواحد) يجوز لجهة الطرح الاكتفاء بعدد ٢ مضخة احتياطية بحسب رؤية جهة الطرح لتحقيق الغرض من المشروع
• نسبة التغطية لمولدات الطاقة الاحتياطية	يتم في مشروعات المياه الاكتفاء بأن تكون نسبة التغطية للمولدات الاحتياطية ٥٠% من الطاقة الكهربية المطلوبة للمشروع وتنفذ بالتوازي مع مراحل طرح المشروع، وذلك علي

الوحدة	التصرف التصميمى الهيدروليكي
	أساس أن المحطة يتم تغطيتها بالطاقة الكهربية بواسطة مصدرين مختلفين من الشبكة العامة، وفي حالة الاختلاف عن ذلك يكون لجهة الطرح زيادة هذه النسبة واختيار أن تكون المولدات من نوع التشغيل الدائم (Prime) إذا تطلب الأمر.
٩. الخزانات العالية	• تصمم الخزانات العالية على اساس حجم تخزينى يقدر بالفرق ما بين اقصى تصرف ساعة واقصى تصرف يومى لفترة تتراوح ما بين ساعتين الى اربعة ساعات مضافا اليه ٢٠ % من حجم الحريق.

١-٦ مصادر المياه

يمكن تقسيم مصادر مياه الشرب المتاحة بجمهورية مصر العربية إلى ما يلى :

- مياه الامطار
- المياه السطحية
- المياه الجوفية
- المياه المالحة

١-٦-١ مياه الأمطار

معدلات سقوط الأمطار فى مصر محدودة لذا قد يكون غير اقتصادى الإستفادة من مياه الأمطار مباشرة لأغراض الشرب للمدن والتجمعات السكانية بمصر بسبب التكلفة العالية لأعمال تجميعها وتخزينها، ويكتفى بالاستفادة من مياه الأمطار فى أغراض الرى للزراعات الموسمية ببعض المناطق.

١-٦-٢ المياه السطحية

وتشمل مياه نهر النيل وفروعه والرياحات والترع الرئيسية والفرعية كما تشمل ايضاً بحيرة ناصر. وتتميز المياه السطحية بوفرة كمياتها فى بعض المناطق مما يجعلها المصدر الرئيسى للتغذية بالمياه للمدن والتجمعات السكانية إلا أنها تحتوي علي مواد عالقة وغروية مثل الطين والطحالب والبكتريا كما أن مصدر المياه السطحية يكون معرضاً لعوامل التلوث مما يتطلب ضرورة مراعاة ذلك عند اختيار موقع المأخذ وطريقة التنقية المناسبة.

لذلك فإنه يلزم قبل اختيار مصدر التغذية بالمياه السطحية الخام التأكد مما يلى:

- نوعية المياه السطحية الخام على مدار السنة ومصادر التلوث.
- توفر المياه طول العام من المصدر.
- يجب أن تتطابق خصائص المياه السطحية الخام مع المعايير الواردة فى القانون رقم (٤٨) لسنة ١٩٨٢ ولائحته التنفيذية و القرار رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ ولائحتة التنفيذية ويجب الالتزام بمتطلبات وزارة الموارد المائية والري واشتراطاتها وأحدث إصدرات وزارة الصحة في هذا الشأن.

١-٦-٣ المياه الجوفية

تتواجد المياه الجوفية تحت سطح الأرض داخل التكوينات الجيولوجية ذات الخواص التى تسمح بتخزين وحركة المياه والتى تعرف بالخزانات الجوفية. وبغرض الاعتماد على المياه الجوفية كمصدر للتغذية بمياه الشرب فإنه يلزم الرجوع إلي وزارة الري للترخيص بحفر البئر وتصرفه والرجوع كذلك إلي اشتراطات وزارة الصحة فيما يخص موقع وحرم البئر وعمقه ومواصفاته الفنية وصلاحية المياه الخام والمنتجة.

١-٦-٤ المياه المالحة

تعتمد معظم التجمعات السياحية و المدن الساحلية البعيدة عن مصادر المياه العذبة على تحلية مياه البحار والمحيطات والبحيرات المالحة بغرض الاستفادة منها لتوفير احتياجاتها من المياه العذبة ويرجع فيما يخص هذا الشأن الى كود تحلية المياة. ألأ ان تكاليف إنشاء وتشغيل وصيانة محطات التحلية المختلفة قد تكون مرتفعة مقارنة بتكاليف تنقية المياه السطحية ونقلها من أقرب مصدر لهذه المناطق ومع عدم كفاية مصادر المياه السطحية لتوفير كافة الاحتياجات حالياً ومستقبلاً فمن الضرورى دراسه أعتماد المناطق الساحلية فى توفير أحتياجاتها الكلية على مصادر المياة المالحة.

١-٧ خصائص مياه الشرب النقية

يجب أن تكون المياه صالحة للاستخدام الآدمي وتحقق الأمان والسلامة الصحية للمستهلكين وطبقا لما يحدده أحدث إصدار لوزارة الصحة بشأن المواصفات والمعايير الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب، مع الرجوع إلي توصيات منظمة الصحة العالمية بشأن أية مواصفات مطلوبة لعناصر أو ملوثات لم تذكر بالمواصفات القياسية المصرية صراحة.

١-٨ أعمال الموقع

فيما يلى بيان بالأعمال المطلوبة بمواقع أعمال التغذية لأخذها فى الأعتبار

١-٨-١ الأعمال المساحية

تعتبر الأعمال المساحية من أهم العناصر التى يبنى عليها تصميم وتوزيع وحدات المشروع – والتى على اساسها يتم توزيع وتحديد الأماكن المناسبة لهذه الوحدات مع الاستغلال الامثل لميول سطح الارض لتحقيق الاقتصاد فى الطاقة المستخدمة، سواء كان ذلك من ناحية مصادر المياه المطلوب تنقيتها أو صرف مخلفاتها أو الإنتقال المرحلى بين وحدات التنقية أو دفع المياه الى شبكة التوزيع الرئيسية للمستهلكين وتتلخص الأعمال المساحية المطلوبة فيما يلى:

- تحديد الجهات الاصلية للموقع
- أعمال الميزانية الشبكية للموقع على مسافات تتحدد طبقاً لطبيعة الأرض – ولايزيد عن ٢٥ متر على الأكثر فى الاتجاهين مع تنسيبها الى اقرب روبير او نقطة ثابتة سواء كان هويس او كوبرى يقطع الممر المائى او أى نقطة معلومة المنسوب.
- رفع المعالم الرئيسية المحيطة بالموقع من طرق، مصارف، ترع، خطوط كهرباء، خطوط ناقلة لمواد بترولية أو غاز وخلافه موضحا جميع العوائق بالموقع.
- تحديد نقاط ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع فى أماكن مناسبة مع توصيفها للرجوع إليها.

١-٨-٢ دراسات التربة

يتم الرجوع إلي أحدث إصدارات الكود المصري لميكانيكا التربة و الأساسات لتغطية جميع احتياجات دراسة التربة بالموقع (تحديد عدد الجسات وعمقها وطبيعة الاختبارات والقياسات والتقرير الفني وخلافه)

١-٨-٣ مصدر المياه

يعتبر نوع وموقع مصدر المياه الخام سواء من الآبار أو المياه السطحية أو المياه المالحة ذات علاقة وثيقة باختيار موقع المحطة .

١-٨-٤ المساحة المطلوبة

تقدر المساحة المطلوبة لأى محطة تبعاً للتصرف ونوعية المياه ومتطلبات الوحدات المطلوب إنشائها سواء كانت حقل آبار أو محطات تحلية أو تنقية سطحية و يراعى في تحديد المساحة المخصصة للمحطة إمكانية التوسع مستقبلاً بها لتوفير أحتياجات التشبع للمنطقة المخدومة أو التعداد السكانى لمدة لا تتجاوز ٥٠ عاما كحد أقصى – أيهما أقل.

١-٨-٥ موقع المأخذ

يتطلب أختيار موقع المأخذ عمل عدة دراسات للتأكد من أمكانية المصدر علي توفير كميات المياه المطلوبة. كما يلزم الحصول علي موافقة الجهات المعنية (وزارة الري و الموارد المائية – وزارة الصحة – وزارة البيئة)

١-٨-٦ موقع المحطة

يراعى عند اختيار موقع محطة تنقية المياه التخطيط الحالى والمستقبلى للمدينة موضع الدراسة على ان يتوافر فيه الآتى:

- أن يكون فى منطقة ذات منسوب عالى نسبيا بالمقارنة بمناسيب المنطقة المخدومة لتقليل قيمة الرافع اللازم من مضخات المياه المرشحة.
- أن يكون قريباً من المدينة او التجمع السكانى المطلوب تغذيته.

- ان يكون قريب من الخطوط الرئيسية للتغذية القائمة إن وجدت.
- مراعاة إتجاه النمو العمرانى للمدينة مستقبلاً

١-٨-٧ اختيار أرض الموقع

يلزم دراسة مجموعة من المواقع المتاحة بالاستعانة بالخرائط المساحية الكنتورية والصور الجوية ثم بالمعاينة على الطبيعة لكل موقع متاح وتقييمه فنياً واقتصادياً.

١-٨-٨ الطرق

يجب أن تتوافر الطرق المؤدية التى تربط المحطة بالتجمعات العمرانية لإمكانية الوصول الى المحطة بسهولة سواء للعاملين او الزائرين او لنقل المواد الخام او الكيماويات.

١-٨-٩ المرافق

يفضل عند اختيار موقع محطة التنقية توافر الآتى:

- سهولة نقل المياه الخام من مصدرها الى الموقع.
- سهولة التخلص من مياه غسيل المرشحات والفائض.
- قرب الموقع من مصادر الطاقة.
- سهولة ربط الموقع بالطرق والاتصالات السلكية واللاسكلية.

١-٨-١٠ المنشآت

يتم تنفيذ مجموعة من الجسات الاسترشادية بغرض تحديد نوعية التربة ويحدد عددها وعمقها بمعرفة المصمم بالرجوع الي كود التربه و الاساسات بغرض تحديد مدي ملائمة الموقع من خلال تحديد مدي ملائمة التربة بالموقع (الصخرية – غير الصخرية) وعمق المياه الجوفية كما قد يكون من المطلوب في محطات الآبار التعرف علي الخزانات الجوفية من خلال الجهات المختصة بوزارة الري أو عمل آبار استرشادية للوقوف على طبيعة المواقع الجيولوجية والهيدرولوجية كالآتى:

- التأكد من وجود خزان جوفى وصلاحيته للإستغلال استناداً الى الدراسات المتاحة.
- طريقة اختراق التربة للوصول الى الخزان الجوفى.

- تحديد كفاءات السحب من البئر.
- تحديد المعدلات الآمنه للسحب من هذه الآبار.
- تحديد دائرة التأثير عند معدلات السحب المختلفة.

١-٩ المتطلبات البيئية والصحية

عند اختيار موقع محطة التنقية يراعى الآتى:

- البعد الآمن عن مصادر التلوث بكافة أنواعه عن المناطق المأهولة بالسكان مع الأخذ فى الاعتبار التوسعات المستقبلية المتوقعة.
- دراسة تأثير الضوضاء المتوقعة خلال فترات الانشاء والضوضاء المتوقعة أثناء التشغيل على البيئة المحيطة والتجمعات السكنية.
- دراسة تأثير تلوث الهواء الناتج عن تأثير الكيماويات خلال تسليمها أو تداولها فى المحطة على البيئة المحيطة والتجمعات السكنية.
- دراسة تأثير الإضاءة المبهرة الليلية على التجمعات السكانية وما يسببه من إزعاج.

مع العلم ان هذه الدراسات جزء لا يتجزاء من دراسات تقييم الأثر البيئى للمشروع والتى يلزم أجراؤها ضمن عناصر دراسة المشروع وأعتمادة من جهاز شئون البيئة.

١-١٠ المخطط العام للمحطة

يراعى ان يشتمل المخطط العام للمحطة على المسطحات اللازمة للتشغيل والتحكم والصيانة والخدمات على اساس ما تحدده الجهة المختصة من احتياجات، ويجب الآخذ فى الاعتبار عند إعداد المخطط العام للمحطة ما يلى:

- طوبوغرافية الموقع وطبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية والطرق الموصلة للموقع.
- ربط المخطط العام بالطرق العامة.
- حماية الموقع من المؤثرات الخارجية.
- مراعاة الموقع المناسب لغرفة التحكم بالنسبة لوحدات عملية التنقية.
- إختيار طرق الإنشاء الأقل تكلفة.

- مراعاة تحديد الوحدات الاحتياطية اللازمة لبعض مراحل أعمال التنقية.
- الأستفادة قدر الأمكان من ميول سطح الأرض عند تحديد وأختيار أماكن وحدات التنقية المتتابعة.
- يجب ترك مسافات مناسبة بين وحدات التنقية وبينها وبين المنشآت الاخرى وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.
- فصل شبكة الصرف الصحى عن شبكة صرف مياه غسيل المرشحات والروبة.
- سهولة الصرف والتخلص من الفوائض الطارئة.
- يجب إتخاذ الاحتياطات المناسبة الناجمة عن استخدام المواد الكيميائية لتقليل الخطورة لأقل ما يمكن داخل المحطة.
- يجب توفير المخازن المناسبة وتجهيزها بالطريقة الملائمة لتخزين المواد المختلفة.
- يجب توفير وتجهيز المعمل بالمعدات والأجهزة اللازمة.
- يجب أن يؤخذ فى الاعتبار احتمالات التوسع المستقبلى وما يترتب على ذلك من احتياجات.
- يجب تقليل طول خطوط الكيماويات لأقل ما يمكن لتجنب مشاكل التشغيل وذلك بوضع أماكن التغذية بالكيماويات أقرب ما يمكن لأماكن الاستعمال.
- تخطيط شبكة الطرق الداخلية المناسبة لضمان المناورة وسهولة الوصول لكافة وحدات المحطة.
- يجب إبعاد المبانى الإدارية والخدمات عن عنابر الوحدات المسببة للضوضاء ومباني الكيماويات والكلور.
- يجب مراعاة قرب وحدات التغذية بالطاقة الكهربائية من وحدات المضخات الرئيسية الموجودة بالمحطة.
- مراعاة تخطيط شبكات المرافق اللازمة للمحطة مثل شبكات التغذية بالمياه وغسيل الوحدات ومكافحة الحريق وري المسطحات الخضراء والصرف وإنارة الموقع والاتصالات.
- يجب إقامة سور خارجى حول الموقع وتزويده بمهمات المراقبة اللازمة، على ان يكون السور من أعمال المبانى للباكيات وأعمدة خرسانية وأرتفاع لا يقل عن ٢,٥ م من منسوب الأرض الطبيعية.
- يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أعمال تجميل الموقع.

١-١١ وسائل المراقبة والتحكم والحماية

يقصد بوسائل التحكم والحماية تلك النظم التى يتم وضعها للسيطرة على أداء وكفاءة محطة تنقية المياه من حيث سلامة التشغيل وضمان درجة التنقية وتحقيق المعايير الصحية المطلوبة لمياه الشرب وحمايتها من التلوث وضمان إدارتها المثلي.

١-١١-١ وسائل المراقبة والتحكم

الغرض الرئيسى من استخدام نظام المراقبة والتحكم فى محطات تنقية مياه الشرب هو ضبط بعض العناصر الرئيسية بالمحطة لإمكان السيطرة على تشغيل الوحدات المختلفة لضمان الحصول على أدائها الامثل فى مختلف الظروف بأقل تكاليف ممكنة ويكون حساساً لأى إعاقة أو توقف أو اختلاف لمسار أى عملية من عمليات التشغيل الأساسية . كما أنه يساعد مسئول التشغيل على تحليل ودراسة البيانات المنتجة وتمكنه بالتالى من العمل على تحسين طرق التشغيل والأداء وتوفير التكاليف. يتحدد نظام المراقبة والتحكم فى محطات المياه بأن يكون يدوياً أو نصف اوتوماتيكياُ أو اوتوماتيكياً طبقاً لمتطلبات وحجم المشروع.

وتعتمد عناصر المراقبة والتحكم فى تشغيل وحدات المحطة على استعمال اجهزة ومعدات تكون إما ميكانيكية كالمبينات indicators أو المنظمات controllers أو المشغلات actuators والتى تعتمد فى تشغيلها على عوامات وبكرات وأذرع توصيل وهى قليلاً ما تستعمل حالياً. وإما هيدروليكية كمنظمات معدل تصرف المرشحات التى تعمل على فرق الضغط وفرق السرعات – وإما هوائية pneumatic التى تستعمل فى وحدات كبيرة خلال مسافات محدودة غير بعيدة والنوع الغالب فى الاستعمال حالياً هو الالكترونى والذى يستخدم فى غالبية الأجهزة ولمسافات لا حدود لها. ويتم التحكم فى تشغيل الواحدات كالآتى:

١-١١-١-١ المأخذ

- تستخدم بوابات بلوكات حاجزة و تكون غالبا من (خشب الغما) isolating blocks او من الصلب الذي لا يصدأ فى عزل المأخذ وكذلك للتحكم فى عمق منسوب سحب المياه بمأخذ الشاطئ.

- تستخدم البوابات الحاجزة isolating gates والصمامات للتحكم فى عزل أى ماسورة سحب.

١-١١-١-٢ عنبر مضخات سحب المياه العكرة

- تستخدم مبينات منسوب مياه بيارة السحب وأجهزة الفصل التلقائى لمجموعات المضخات عند انخفاض المنسوب عند حد الخطر.
- تستخدم صمامات السحب والطرد اليدوية أو الكهربائية لعزل المضخات فى حالات الطوارئ أو الصيانة.
- تستخدم عدادات قياس معدل تصرف المياه على خطوط الطرد الرئيسية لضبط معدلات تحميل المروقات كما تساعد على التحكم فى ضبط جرعات الكيماويات المضافة.

١-١١-١-٣ المروقات

- تستخدم بوابات الدخول اليدوية كهدارات متحركة للتحكم فى كميات دخول المياه العكرة للمروقات وكذا ضبط معدلات التحميل.
- تستخدم الهدارات الثابتة على مخارج المروقات للتحكم فى توزيع احمالها الهيدروليكية بإنتظام.

١-١١-١-٤ المرشحات

- تستخدم عوامات فوق سطح المرشحات للتحكم فى تثبيت منسوب المياه فوق الوسط الترشيحى.
- تستخدم عدادات ومنظمات معدل تصرف المياه علي ماسورة خروج المرشحات للتحكم فى سرعة ومعدلات الترشيح.
- تستخدم عدادات قياس فاقد الضغط خلال الوسط الترشيحى لتحديد والتحكم فى فترة عمل المرشح filter run وتحديد البدء في إعادة غسيله وبالتالى المحافظة على كفاءة المرشحات.

١-١١-١-٥ الخزانات الأرضية

- تسخدم عوامات ومبينات المنسوب للتحكم فى كميات المياه الداخلة للمحطة عن طريق التحكم فى عدد وحدات الطلمبات العاملة فى عنبر طلمبات المياه العكرة.
- تستخدم البوابات اليدوية لعزل مداخل ومخارج من الخزان عند الطوارئ ولأعمال الصيانة الدورية إذا لزم الأمر.

١-١١-١-٦ مضخات المياه المرشحة

- تسخدم مبينات منسوب المياه في بيارة سحب المضخات للتحكم فى الفصل التلقائى لمجموعات المضخات عند إنخفاض المنسوب عن حد الخطر.
- تستخدم صمامات السحب وصمامات الطرد اليدوية أو الكهربائية أو الهيدروليكية لعزل المضخة فى حالات الطوارئ أو الصيانة.
- تسخدم عدادات قياس معدل التصرف والضغط لضبط تصرف الطلمبات.

١-١١-٢ وسائل الحماية

الغرض الرئيسى من استخدام نظم ووسائل الحماية بمحطات تنقية مياه الشرب هو لحماية وسلامة جميع منشأت ومكونات ووحدات الانتاج والأفراد ومياه الشرب ذاتها معاً ضد جميع المؤثرات والعوامل الخارجية وظروف التشغيل المختلفة واستمرارها فى أداء العمل والإنتاج بأحسن كفاءة ممكنة وتتم على النحو التفصيلى الآتى:

١-١١-٢-١ المأخذ

- تحديد حرم المأخذ طبقا لقرار وزير الصحة الخاص بحماية مأخذ محطات تنقية مياه الشرب من التلوث.
- تحديد مستوى سحب المياه الخام من المصدر بحيث يكون على عمق لا يقل عن ٥٠سم من سطح المياه لتجنب الزيوت ولا يزيد عن ٢ متر لتجنب السحب من مناطق تكثر فيها البكتريا اللاهوائية لضمان جودة المياه

- تركيب عوامات أو براميل أو حواجز خاصة عند المدخل لمنع دخول الزيوت والمواد العائمة للمحطة.
- تثبيت مانعات أعشاب واسعة وأخرى دقيقة لمنع دخول أعشاب لوحدات التنقية.
- تستخدم الاسوار والدرابزينات المناسبة لحماية المأخذ والأفراد معاً.

١-١١-٢-٢ المروقات والمرشحات والخزان الأرضى وبيارات السحب

- تستخدم الاسوار أو الدرابزينات والأغطية لحماية الأفراد وحماية المياه من سقوط الملوثات بها.
- تسخدم طرق العزل والدهانات الداخلية (علي ان يتم التحقق من عدم سميتها) والخارجية المطابقة للمتطلبات الصحية والبيئية والمناسبة للأحواض لحماية المنشآت وحماية المياه من أخطار التلوث وليس لها أى أثار سلبية ضارة على الصحة العامة .
- تسخدم وصلات فائض ارتفاع منسوب المياه للمروقات والمرشحات والخزانات لحمايتها و يحدد المصمم نقطة ربطها تبعا لظروف التصميم.

١-١١-٢-٣ الكيماويات والكلور

- توفير استخدام وسائل التداول الميكانيكية.
- توفير وسائل التهوية والإضاءة والتعادل للغازات السامة.
- تستخدم وسائل التنبيه والانذار والأمان.
- توفير وسائل الخروج (الهروب) للأفراد عند الطوارئ.

١-١١-٢-٤ المضخات ومواسير التوزيع

- تستخدم صمامات عدم الرجوع لحماية المضخات وضمان عدم رجوع المياه فى حالة التوقف الفجائى لمحرك التشغيل (انقطاع التيار الكهربائى للمحركات الكهربائية).
- تستخدم أجهزة الحماية ضد الطرق المائى لحماية المضخات عند التوقف الفجائى للمضخات.
- تستخدم صمامات التخلص من الهواء عند المستويات العالية لمواسير التوزيع لحمايتها من الانفجار عند تكوين فقاعات هوائية كبيرة نتيجة زيادة السرعة.

١-١١-٢-٥ المحركات والمعدات الكهربائية

- استخدام أجهزة الحماية ضد القصر الكهربى أو زيادة التيار أو انخفاض الجهد او سقوط او عكس الفازات .
- تزود التركيبات الكهربائية والمعدات بقاطع تيار أوتوماتيكي لفصل وتوصيل التيار حسب الحاجة. ويحظر في جميع الأحوال تركيب مصاهر في خط التعادل في حالة التغذية بتيار ثلاثي الأطوار.
- إستخدام بادئات الحركة المستعملة في التحكم في بداية حركة المحركات ثلاثية الأطوار (Soft Starter).
- إستخدام وسائل التحكم في سرعات المحركات والمعدات (Variable Speed Drive) اذا دعت الحاجة تصميميا.
- إستخدام وسائل التحكم في الإضاءة.
- إستخدام وسائل التحكم في تشغيل مولدات الطوارئ عند حدوث إنقطاع لمصدر التيار الكهربي.
- استخدام وسائل الانذار والتنبيه عند سخونة المحركات أو المعدات أو نقص الزيوت بها لحمايتها من التلف.
- استخدام حماية لعدد مرات تشغيل المحركات طبقا لقدراتها .

١-١١-٢-٦ الأفراد

- توفير معدات وأجهزة ووسائل الحماية الشخصية للعاملين فى المجالات المختلفة واتباع تعليمات الصحة والسلامة المهنية فى جميع مجالات ومراحل العمل لمحطة التنقية. وتوفير وسائل الانقاذ والعلاج فى حالات الطوارئ.

الفصل الثانى

اعمال التصميمات التقنية و الهيدروليكية

الفصل الثانى
أعمـــال التصميمات التقنية والهيدروليكية

يهدف هذا الباب الى تحديد الأسس التصميمية وحساب حجم وأبعاد الوحدات المستخدمة فى مراحل التنقية طبقا للمتطلبات التقنية و الهيدروليكية

٢-١ المأخذ

٢-١-١- الغرض من الوحدة

توصيل المياه من مصدرها إلى محطة التنقية بالكميات المائية المطلوبة.

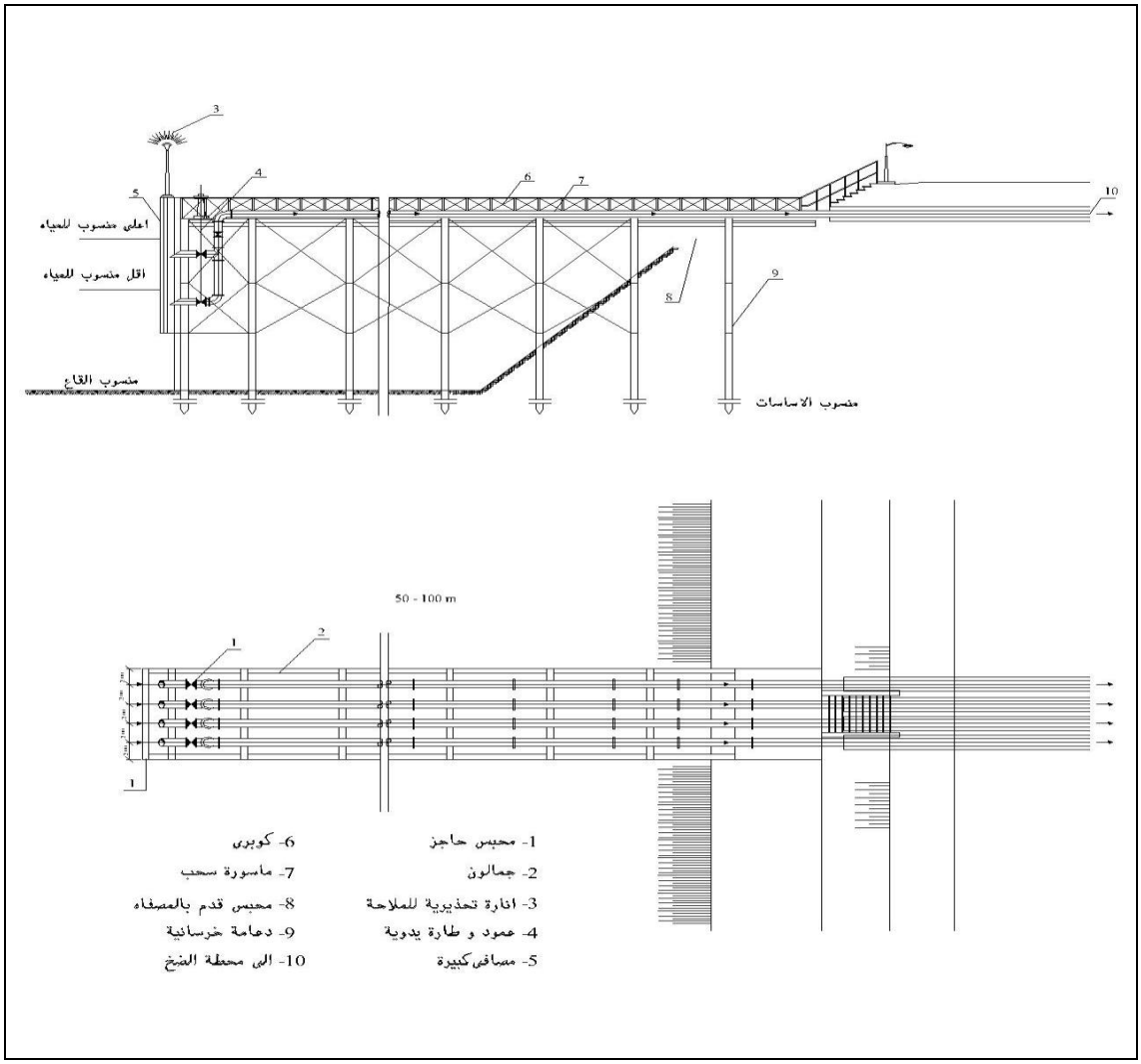
٢-١-٢- أنواع المآخذ

توجد عدة أنواع من المآخذ، ويستخدم كل منها حسب طبيعة مصدر المياة وفيما يلى الأنواع شائعة الأستخدام

أ- مأخذ ماسورة	**Pipe Intake**
ب-مأخذ شاطئ	**Shore Intake**
ت-مأخذ مغمور	**Submerged Intake**
ث-مأخذ مؤقت (متنقل)	**Movable Intake**
ج-مأخذ عائم (طاف)	**Floating Intake**
ح-مأخذ بنظام السيفون	**Syphon Intake**

أ - مأخذ الماسورة Pipe Intake

يتكون المأخذ من ماسورتين أو أكثر يمتدان من الشاطئ الى مسافة كافية فى النيل أو الترع العريضة بعيداً عن الشاطئ وتحدد بمعرفة الجهات المعنية وتكون هذه المواسير محمولة أعلى أو أسفل منسوب المياة على منشأت حديدية أو خرسانة مسلحة (الشكل رقم ٢-١) ويتم أنشاؤة بأشكال متباينة أحدها موضح (بالشكل رقم ٢-١).



شكل (٢-١) مأخذ الماسورة

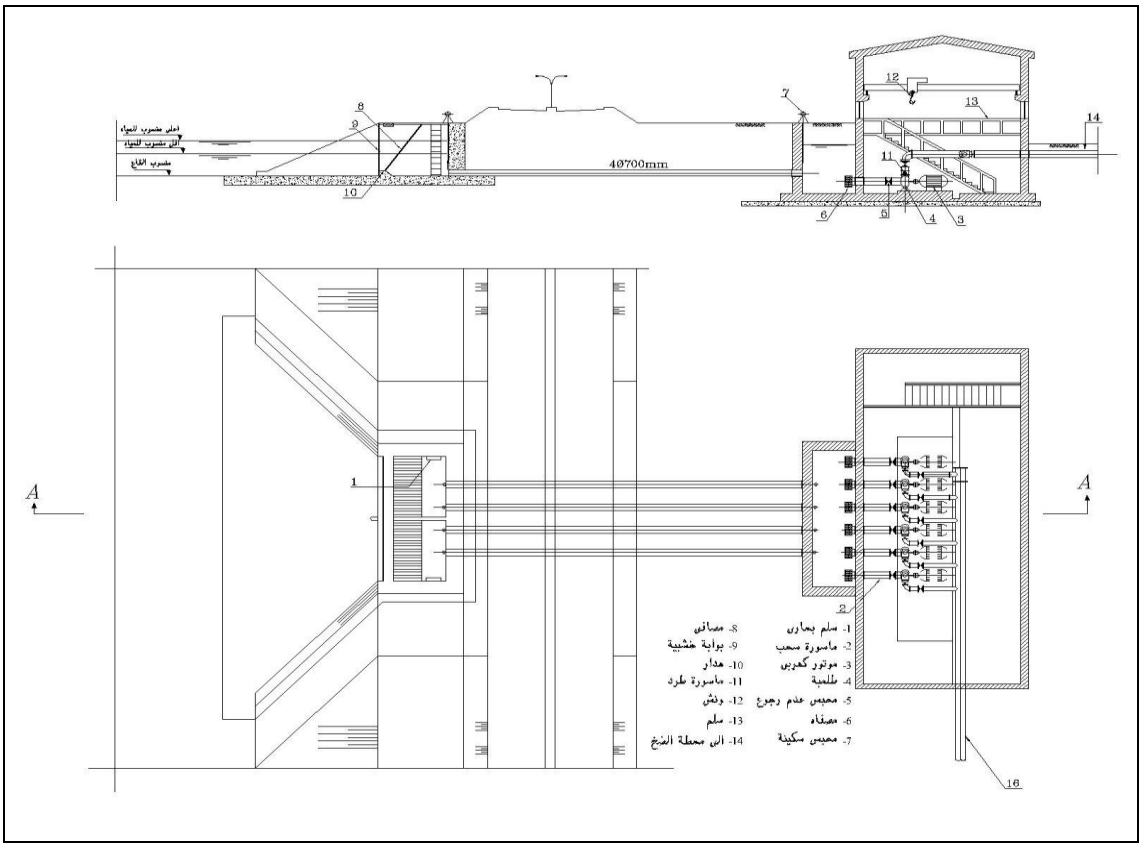
ويراعى الآتى:

- أن تكون الماسورة على عمق مناسب (استرشاديا حوالى ١,٠٠ م) من ادني منسوب لسطح المياه و يكون أعلي من القاع بما لا يقل عن ٥٠ سم (أسترشاديا) و في جميع الاحوال يتم الرجوع الي توصيات معهد بحوث النيل (في حالة المأخذ علي نهر النيل) في شأن أبعاد و مناسيب المأخذ و بما يضمن عدم سحب طمي من قاع النيل.
- فى حالة تغير المنسوب بالمجرى المائى تكون للمواسير أكثر من فتحة سحب يتم قفلها تبعاً للمنسوب بحيث تظل على عمق ثابت من سطح الماء، كما يزود بالصمامات اللازمة والمصافى حول الفتحات.

- وضع علامات استرشادية للملاحة على مسار خط المواسير.
- وضع مصدات مطاطية عند نقط إرتكاز المواسير فوق المنشآت الحديدية.
- أن يكن بعيدا عن أي مصادر تلوث (قد ينشأ من وجود جزر عائمه قريبه) أو أنشطه أخري .
- يمكن زيادة عمق المواسير في حاله احتمال وجود تلوث سطحي مثل الزيوت ويفضل تركيب عوامات او براميل او حواجز خاصة عند المدخل لمنع دخول المواد الطافية للمحطة .

- **مأخذ الشاطئ Shore Intake**

ويتكون المأخذ من حائط وأجنحة تبنى على شاطئ المجرى المائى مباشرة من الخرسانة المسلحة أو الطوب لوقاية مداخل مواسير المياه التى تتكون من ماسورتين أو أكثر، وتمتد المواسير تحت جسر المجرى المائى وتنتهى فى بيارة مضخات المياه العكرة (الشكل رقم ٢-٢).



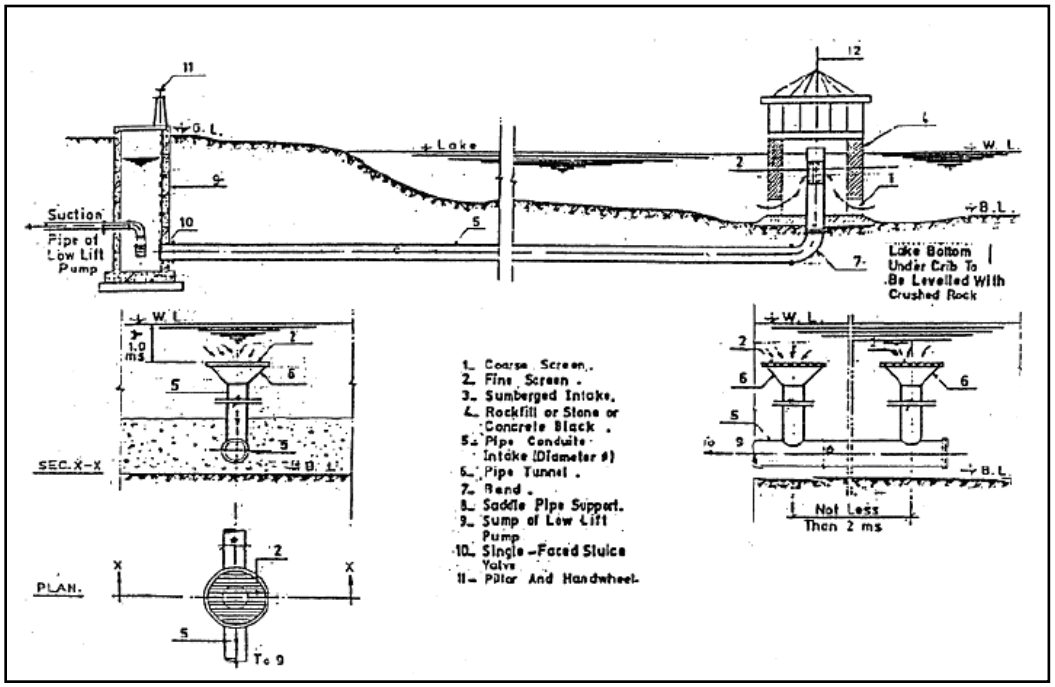
شكل (٢-٢) مأخذ الشاطئ

ويراعى الآتى :

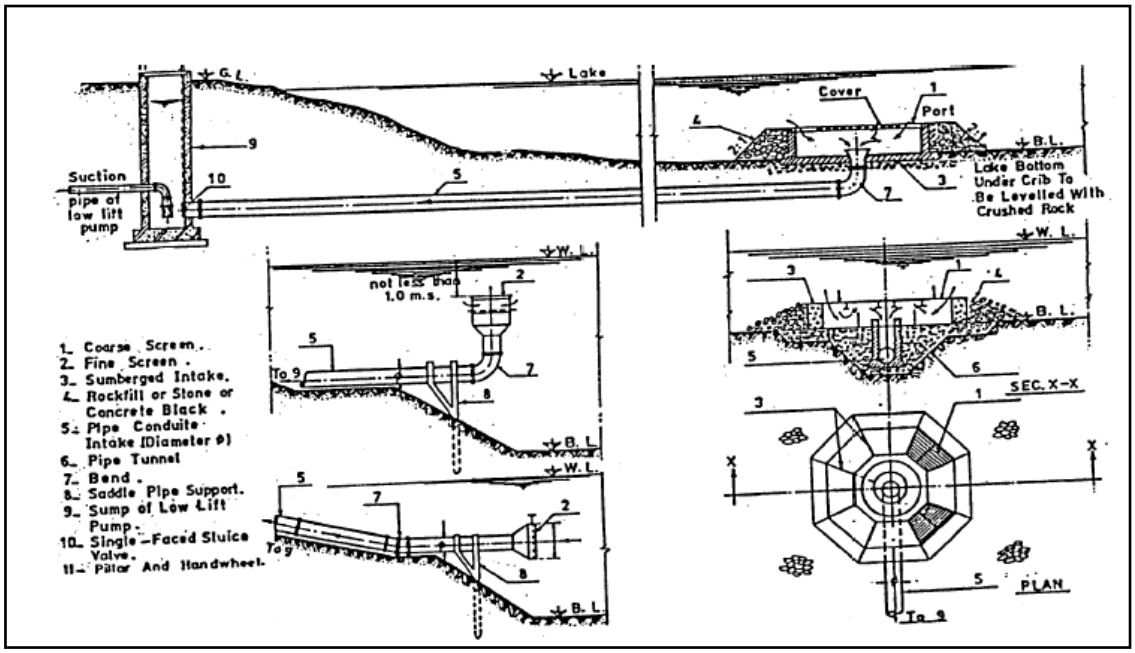
- ألا يقل ميل الماسورة عن ١% فى اتجاه عنبر المضخات.
- إستقامة خطوط مواسير السحب.
- تزويد المأخذ بالمصافي المانعة للأعشاب والأجسام الكبيرة فى الجزء الأمامى من مكان السحب.
- عمل الحماية اللازمة لمواسير المأخذ طبقاً للاشتراطات والمواصفات الفنية لخطوط المواسير المستخدمة لمياه الشرب والصرف الصحى طبقاً لأحدث إصدارات القرارات الوزارية في هذه الشأن.
- أن يكن بعيدا عن أي مصادر تلوث علي الشاطئ او (قد ينشأ من وجود جزر عائمه قريبه) أو أنشطه أخري .
- عمل تدبيش بقاع المأخذ لمنع سحب رمال او طمي للمحطة .
- عمل مشاية مزودة بسور حائل لأمكانية الوصول الي المصافي.
- يمكن زيادة عمق المواسير في حاله احتمال وجود تلوث سطحي مثل الزيوت ويفضل تركيب عوامات او براميل او حواجز خاصة عند المدخل لمنع دخول المواد الطافية للمحطة .

ت – المأخذ المغمور Submerged Intake

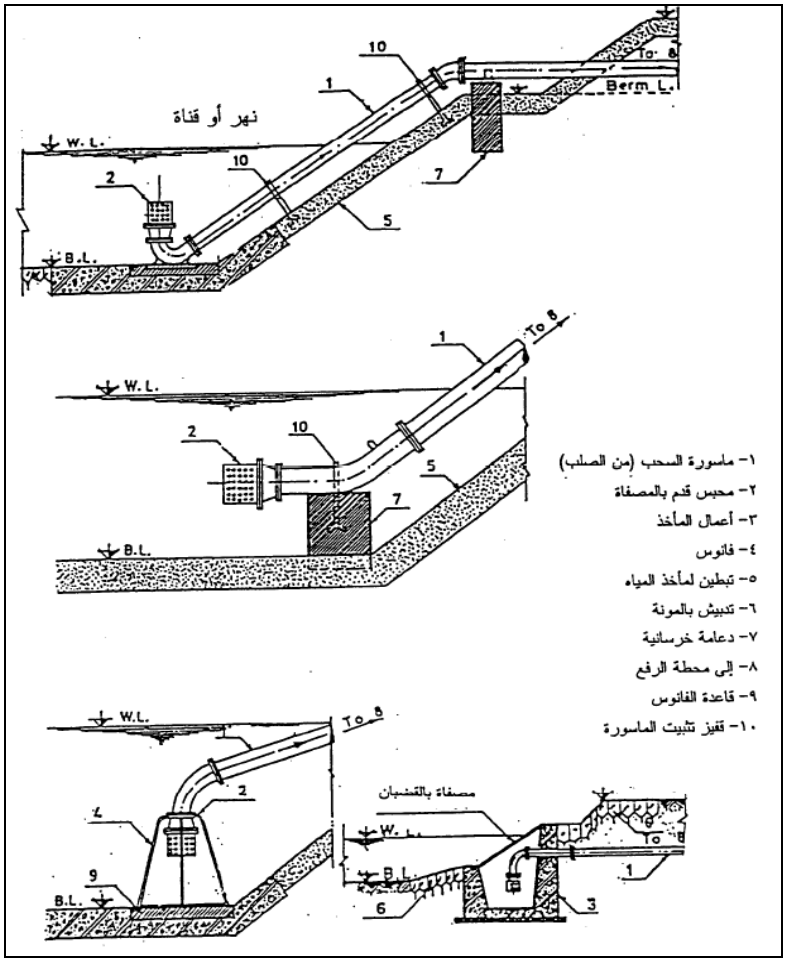
يتكون المأخذ من ماسورة أو أكثر مثبتة فى قاع المجرى المائى أومدفونة أسفلة بواسطة كمرات خرسانية أو فى برج صغير و يستخدم في حالة مصادر المياه غير العميقة. (الأشكال أرقام ٢–٣، ٢–٤، ٢–٥).



شكل (٢-٣) المأخذ المغمور (النموذج الأول)



شكل (٢-٤) المأخذ المغمور (النموذج الثانى)



شكل (٢-٥) المأخذ المغمور (النموذج الثالث)

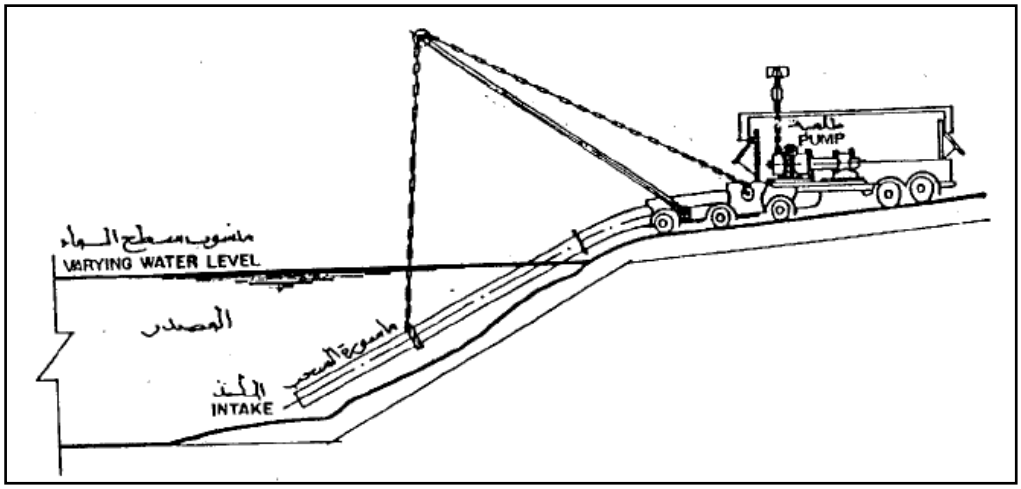
ويراعى الآتى :

- لا يفضل هذا النوع في حالة وجود رمال بقاع المجري أو وجود اجسام عالقة حتي لا تتأثر كفاءة انتقال المياه خلال المواسير .
- ضرورة تركيب مصفاه علي فوهه سحب الماسورة
- تزويد المواسير بخط هواء لامكانية تنظيف الخط و المصفاه في حالة الانسداد او وجود اجسام عالقة علي فوهه مواسير السحب .
- ألا يقل ميل الماسورة عن ١% فى اتجاه عنبر المضخات.
- أن تكون فوهه الماسورة أسفل منسوب المياه وأعلى من منسوب قاع المجرى المائى بارتفاع مناسب (استرشاديا حوالى ٠,٧٥ م) وبما لا يتعارض مع استخدامات المجري الملاحي كما تزود ماسورة المأخذ بالمصافى.

- إستقامة خطوط مواسير السحب.

ث- المأخذ المؤقت (المتنقل) Movable Intake

ويتكون المأخذ من ماسورة سحب عبارة عن خرطوم مرن (Flexible Hose) ممتد فى المجرى المائى و في نهايته مصفاه و يمتد تحت منسوب المياه الادني ومحمول على نظام تعليق مناسب على سطح الماء أو مواسير سريعة الفك والتركيب تعمل برافعة ميكانيكية (شكل رقم ٢-٦). و يراعي وجود وسيله امان لتثبيت الرافعه علي الشاطئ . و يفضل استخدامه في حالة عدم ثبات منطقة السحب و تعرضها لتيارات تؤدي الي نحر او ترسيب .



شكل (٢-٦) المأخذ المؤقت

ج - المأخذ العائم (الطاف) Floating Intake

يستخدم المأخذ العائم عندما يصعب تنفيذ أحد خيارات المآخذ التقليدية السابق ذكرها عاليه لوجود بعض العوائق مثل:-

- عدم توفر اراضي بجوار مصادر المياه قريب ما أمكن لمحطة التنقية واعتراض المساكن علي طول ضفاف النهر لمسافة طويلة لانشاء المأخذ.
- وجود صخور قد يستخدم فيها التفجير لتنفيذ وانشاء المأخذ مما يضر بالمنشأت والمرافق المحيطة.

- في حالة اختيار موقع أخر للمأخذ الذي به الصخر قد يؤدي ذلك الى زيادة المسافة بين محطة التنقية والمأخذ مما يزيد من اطوال المواسير وعمل رافع اضافى بعد موقع المأخذ لتوصيل المياه الخام إلي محطة التنقية.
- عندما يكون الفرق بين اقصي منسوب للمياه وادني منسوب للمياه كبير مع ارتفاع منسوب الارض علي ضفة الأنهار أو المجارى المائية.

و مماسبق وللحد من التكاليف فأنه يمكن إستخدام مأخذ طافي (عائم) داخل المجاري المائية القريبة من محطات تنقية مياه الشرب في الانهار.

الشروط اللازمة لمواقع المآخذ الطافية في الانهار والمجارى المائية:

- البعد عن الشاطئ بمسافة مناسبة تفادياً للمياه الضحلة والملوثات الشاطئية.
- أن يكون بعيداً عن الصخور.
- ان يكون في مكان ذو عمق مناسب بحيث يطفو المأخذ عند منسوب الحد الادني لمنسوب المياه دون ان يرسو علي قاع النهر او يتم عمل تعميق في هذا الجزء اسفل المأخذ الطافي اذا تطلب ذلك.
- في جميع الاحوال يجب أن يكون الموقع قريباً من مصادر التغذية الكهربائية.
- ان يكون له طريق بعرض لايقل عن ٦ متر لخدمة المأخذ.
- ان يتم تركيب وحدات توليد كهرباء احتياطية لتغذية المأخذ ويفضل أن يكون الموقع بالقرب من المأخذ.

مكونات المآخذ العائمة (الطافية) طبقا لطريقة التصميم

وهذا النوع يتكون من عدد من البراطيم (عوامات) مصنوعة من الصلب بسمك لايقل عن ٦ مم وهي مغطاه بطبقة حماية ضد تأثير الوسط الذى تطفو فيه ويتكون المأخذ من الأتي:

- **البراطيم (العوامات**

يتم تصنيع البراطيم من الصلب المعالج ضد تأثير المياه التي تطفو عليها وتكون الواح الصلب ذات سمك لا يقل عن ٦ مم وان تكون الحماية من قطران الفحم

الايبوكسي بسمك لايقل عن ٢٥٠ ميكرون، علي أن تزود البراطيم بفتحات للتفتيش وسلالم بغرض عمل الصيانة والدهانات الدورية.

ويجب تصميم أحبال الصلب وحساب أطوالها بحيث لا تتعرض لأية أحمال شد عند أعلى منسوب سائد للمياة. إلا أنه يلزم الأخذ فى الأعتبار أقصى منسوب للمياه يحتمل حدوثه على فترات متباعدة طبقا للبيانات المتوفرة لدى وزارة الموارد المائية والرى وذلك فى حساب قوى الشد وبالتالى قطاع الأحبال مع أخذ معامل أمان لايقل عن ٢٥% كما يجب الأخذ فى الأعتبار كافة القوى الجانبية المؤثرة الأخرى.

- **المصافي المانعة للأعشاب**

تصنع من قضبان من الصلب الذي لا يصدأ وتكون دائرية المقطع او مستطيلة وبمساحة مقطع مناسبة طبقاً للمصمم وتكون المسافة البينية بين القضبان كما هو موجود في التصميم الميكانيكي بالكود

- **الطلمبات**

يمكن استخدام جميع أنواع الطلمبات وتختار طبقاً للمصمم ويكون الاختيار كما هو موجود في التصميم الميكانيكي وعلي سبيل المثال نذكر التالي:

✓ طلمبات رأسية تربينية وتكون مروحة الطلمبة أسفل منسوب المياه (و طبقا لتوصيات الشركه المصنعه) بمسافة لا تقل عن ١ متر (كقيمه استرشاديه و تبعا للمصمم) و تزود الطلمبة بمصفاه Strainer ولا يقل عمق الغمر (**S**) عن:

$$S= D(1+2.3^{F}D)$$

حيث:

S ارتفاع المياه فوق أعلي فلانشة سحب الطلمبة (متر)

D القطر الخارجي لفتحة السحب او فلانشة فتحة السحب (متر).

F معامل فراود Froude number $F= V/(gD)^{0.5}$

V سرعة الدخول عند فلانشة السحب م/ث

G عجلة الجاذبية الارضية م/ث^2

✓ الطلمبات المشقوقة رأسية او أفقية

يراعي عند استخدام هذه الطلمبات ان يحسب الضاغط الصافي الموجب NPSH المتاح لها ويقارن بـ NPSH المطلوب والوارد بمنحنيات آداء الطلمبة بكتالوج الشركة الصانعة واستخدام طلمبات تحضير من نوع التفريغ (Vacuum Pump) مع مراعاة تحديد ارتفاع المياه المطلوب فوق القطر الخارجي لفلانشة ماسورة سحب المياه كما سيلي تفصيله بالاعمال الميكانيكية .

- **<u>المحابس والمواسير والقطع الخاصة والوصلات المرنة</u>**

✓ المحابس: تستخدم جميع أنواع المحابس التي تقاوم تأثير الوسط سواء بالبخر والرطوبة او وصول المياة اليها وتكون من نوع السكينة أو البوابة أو الفراشة وتكون مواصفات المواد المصنع منها كما هو موجود في الكود للمحابس.
✓ المواسير :كما هو مذكور في الكود للمواسير.
✓ الجسم: من الزهر الرمادي او الزهر المرن GGG 40.
✓ عامود الطلمبة: من الصلب الذي لا يصدأ.
✓ السكينة: من الصلب الذي لا يصدأ.
✓ الوصلات المرنة : تصنع من الزهر المرن GGG 40 او من الصلب المغطي بطبقة حماية داخلية وخارجية من قطران الفحم الايبوكسي الغير سام بطبقة لا تقل عن ٢٥٠ مم.

- **<u>الاعمال الكهربائية</u>**

سيتم ذكر الاعمال الكهربائية لمكونات لوحات الكهرباء وخلافه في تصميم الأعمال الكهربائية بالكود ، أما الكابلات الكهربائية المغمورة في المياه فأنها ستكون من نوع الكابلات البحرية Marine Cables، ويمكن تركيب اللوحات الكهربائية بدرجة حماية IP 67 فوق المأخذ العائم او علي شاطئ مجري المياه اذا وجد مكان مناسب لها بدرجة حماية IP 55.

- **<u>الونش العلوي لاعمال الصيانة والفك والتركيب</u>**

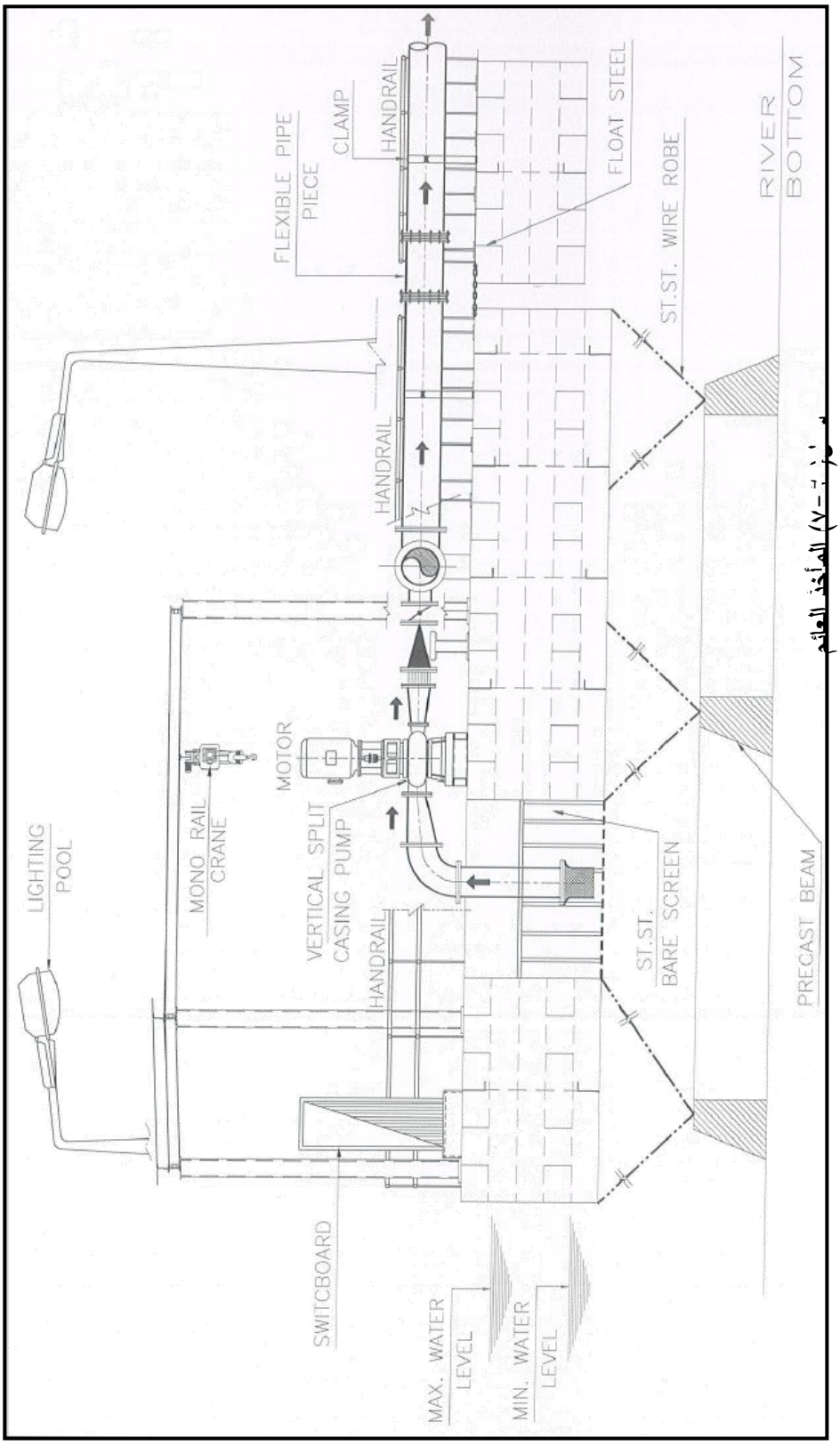
يجهز المأخذ العلوي بونش علوي ذو ثلاث حركات بسعة ١,٢٥ من أكبر وزن علي المأخذ الطافي ويعمل يدوياً أو كهربائياً ، ويوضح الشكل رقم (٢-٧) احد هذه المأخذ. مع عمل بروز لا يقل عن ١.٥ م بكمر الونش لأمكانية الصيانه و التركيب.

ج-١- المآخذ المنزلقة

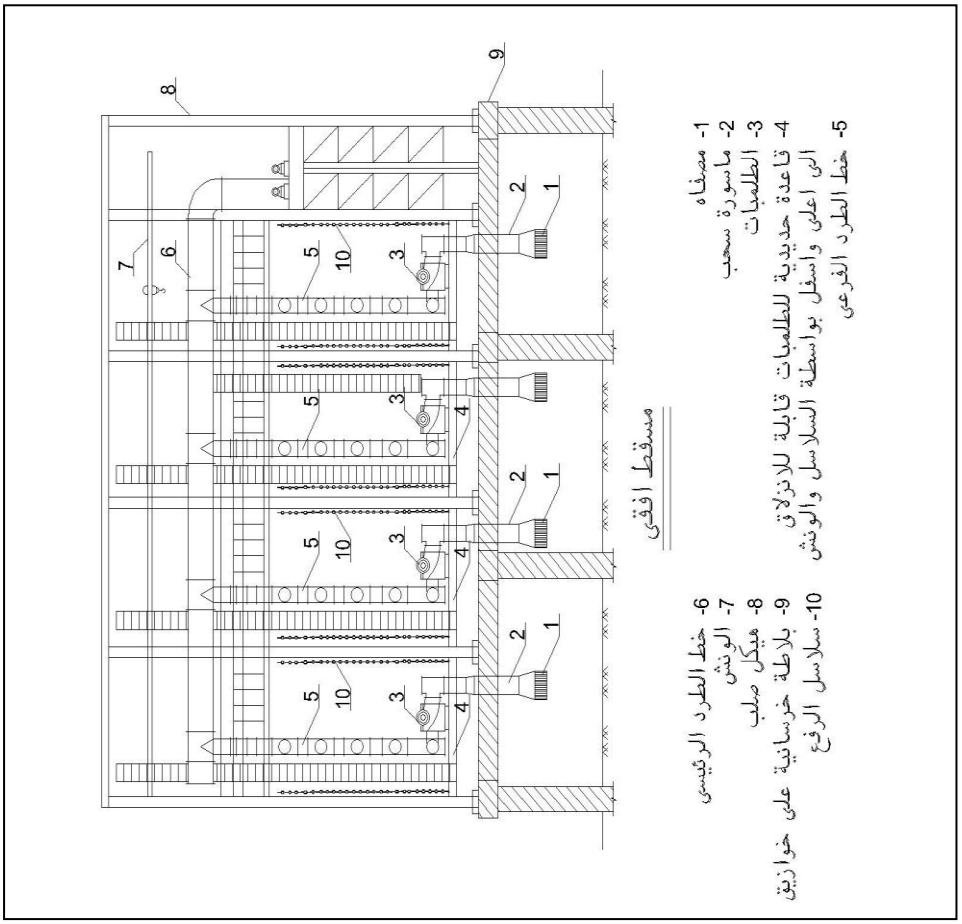
في هذه المآخذ يمكن التخلص من قوة دفع المياه علي المنصة الحاملة للمعدات الميكانيكية (الطلمبات والمواسير) وينطبق علي هذه المأخذ ماسبق ذكره إلا ان الونش العلوي يكون بسعة تعادل ١.٢٥ وزن المنصة وما عليها من الطلمبات والمحابس والمواسير وخلافه. وينطبق علي هذه المأخذ جميع الشروط الواجب توافرها في المأخذ السابق ذكرها. والشكل رقم (٢-٨) يوضح احد نماذج هذه المآخذ. وتبعا للظروف التصميمية لكل مشروع يحدد المصمم التصميم الملائم.

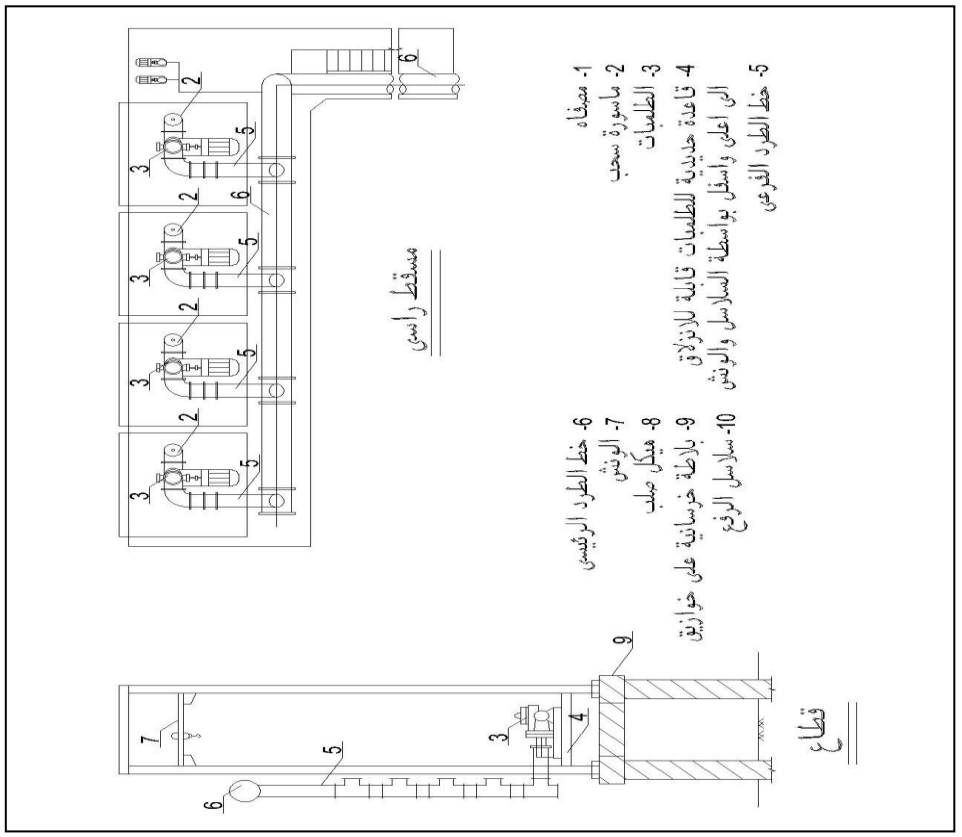
ج-٢ مآخذ محمولة علي روافع هيدروليكية

هذه المآخذ لا يفضل استخدامها لكثرة أعطال الروافع الهيدروليكية من تسرب الزيت الهيدروليكي نتيجة لتلف مانع تسرب الزيت الهيدروليكي والذي قد يؤدي إلي غرق أجزاء من المنصة الحاملة للطلمبات وكذلك صعوبة أعمال الصيانة.



المأخذ العائم (٧-٢-٢)





شكل (٢-٨) المأخذ المنزلق

٢-١-٣- أسس تصميم مواسير المأخذ

- عدد المواسير المنفذة لا يقل عن ٢ ماسورة وجميعها عاملة.
- سرعة المياه فى مواسير المأخذ تتراوح فى المتوسط ما بين ٠,٦ – ١,٥ م/ث ولا تزيد عن ٢,٥ م/ث فى حالة صيانة أو إصلاح أحد مواسير المأخذ.
- يتم حساب الفواقد الرئيسية طبقا لمعادلة دارسى، ويرجع الى أحدث إصدار للكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمة في شبكات مياه الشرب والصرف الصحي فى حساب الفواقد بإستخدام معادلة دارسى.
- بينما يتم حساب الفواقد الفرعية طبقا للمعادلة التالية، على ان تؤخذ قيمة المعامل K لكل قطعة خاصة من الجداول الخاصة بملحقات المواسير، ويمكن الرجوع الى أحدث إصدار للكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمة في شبكات مياه الشرب والصرف الصحي لتحديد قيمته.

$$\text{Minor Losses} = \sum K*(V^2/2g)$$

٢-٢- بيارة مضخات المياه العكرة

٢-٢-١- الغرض من الوحدة

إستقبال المياه القادمة من المأخذ ومنه تسحب المضخات المياه لرفعها الى وحدات التنقية (بئر التوزيع).

٢-٢-٢- مكونات الوحدة

تنشأ من الخرسانة المسلحة بحيث تكون مستطيلة أو دائرية الشكل وذلك حسب عدد مضخات المياه العكرة وطبيعة التربة.

٢-٢-٣- أسس التصميم

يرجع الى أسس التصميم الميكانيكى بهذا الكود ، و كود الروافع لتحديد الابعاد التصميمية مع مراعاة ضرورة تركيب طلمبات غاطسة بقاع البيارة بالجزء المبتل و ذلك بغرض تطهير البياره .

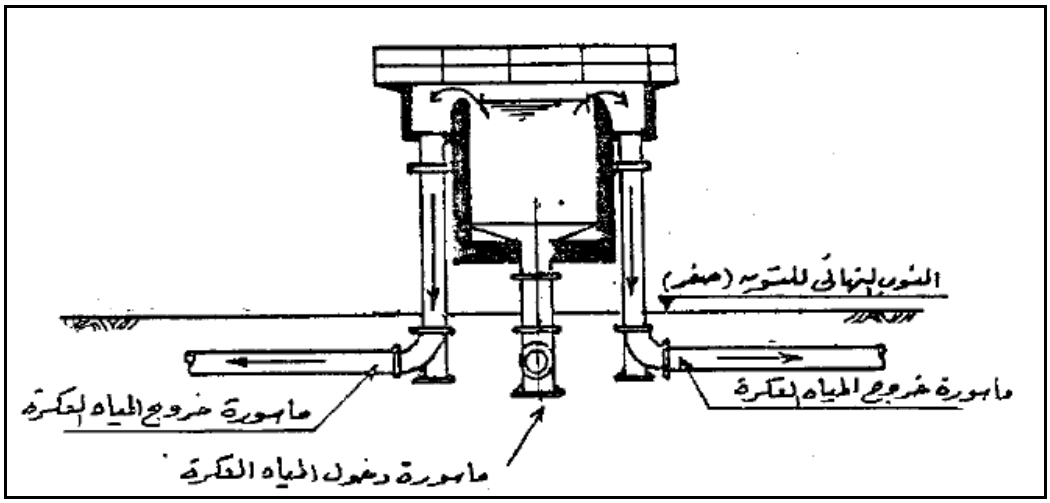
٢-٣- بئر التوزيع (Distribution Chamber)

٢-٣-١- الغرض من الوحدة

إستقبال المياه من محطة مضخات المياه العكرة ليتم توزيعها على المروقات أو على المروبات.

٢-٣-٢- مكونات الوحدة

عبارة عن غرفة من الخرسانة المسلحة تكون أسطوانية أو مربعة الشكل ومقسمة من الداخل بعدد فتحات مساو لعدد مواسير دخول المروقات أو المروبات وذلك عن طريق هدار ذو منسوب واحد مع الأخذ فى الاعتبار عدد الفتحات اللازمة للتوسعات المستقبلية (شكل ٢-9).



شكل (٢-9) بئر التوزيع

٢-٣-٣- اسس التصميم

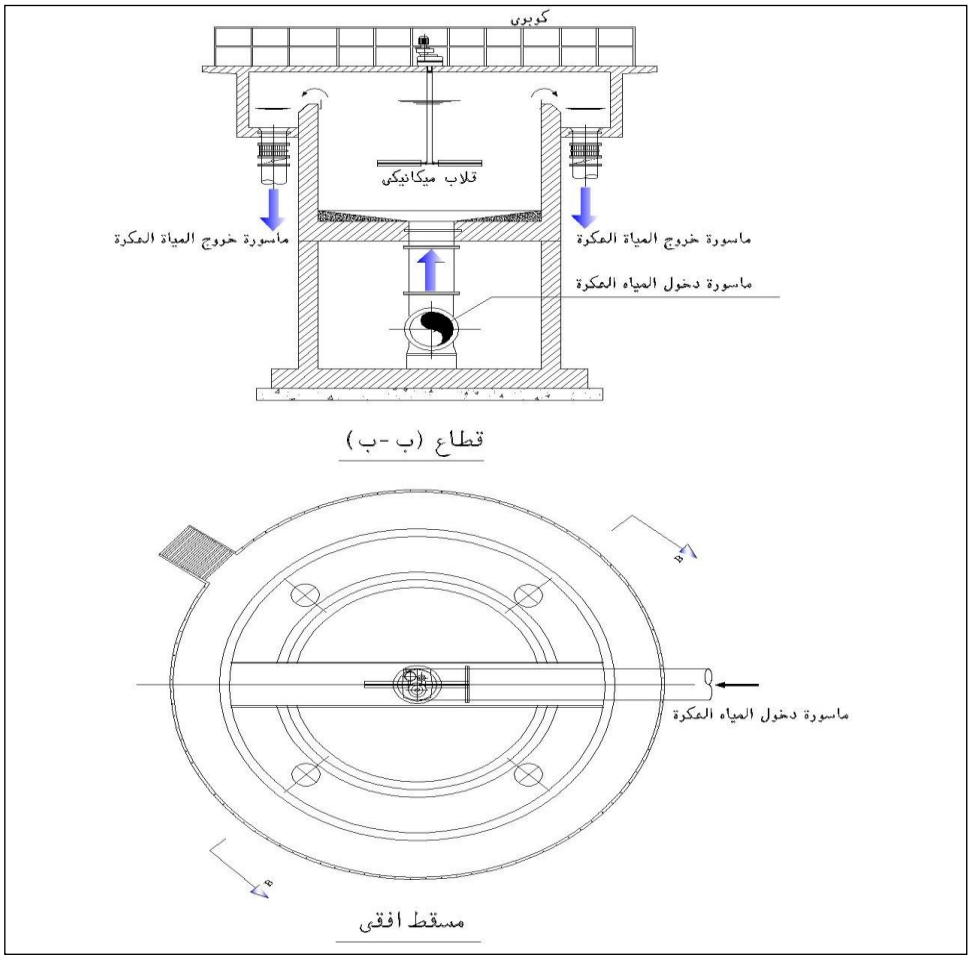
- قطره لا يزيد عن ٥ متر
- سرعة المياه فى مواسير تغذية المروقات تتراوح ما بين ٠,٦ – ١,٥ م/ث (فى حالة عدم إضافة أى مواد مروبة قبل او في بئر التوزيع).
- سرعة المياه فى مواسير تغذية المروقات تتراوح ما بين ٠,٥ – ٠,٩ م/ث (فى حالة إضافة المواد المروبة قبل بئر التوزيع).
- مدة المكث لا تقل عن ٣٠ ثانية.

- تحدد أبعاد الغرفة تبعا لعدد وأقطار المواسير الداخلة والخارجة ومنسوب المياة فوق سطح الهدار.

٢-٤- حوض الخلط السريع (Flash Mixing) للمروبات الكيميائية

يتم إضافة المادة المروبة إلي الماسورة الداخلة إلي بيارة التوزيع أو إضافتها إلي حوض الخلط السريع مباشرة ، وبغرض خلط المادة/المواد المضافة مع المياه العكره وانتشارها بشكل متجانس وتام يتم ذلك بإستخدام احدي الطرق المبينه فيما بعد.

واثناء عملية الخلط تتفاعل الماده المروبة بسرعة عالية مع قلوية الماء مكونة الجسيمات الغروية الصغيرة التي تعتبر نواه لعملية الترويب ويراعي ان تكون إضافة الكلور المبدئي قبل إضافة الشبه بحوالى ١ دقيقة على الأقل لتفادى تفاعل الكلور مع المروب.



شكل (٢-10) حوض الخلط السريع

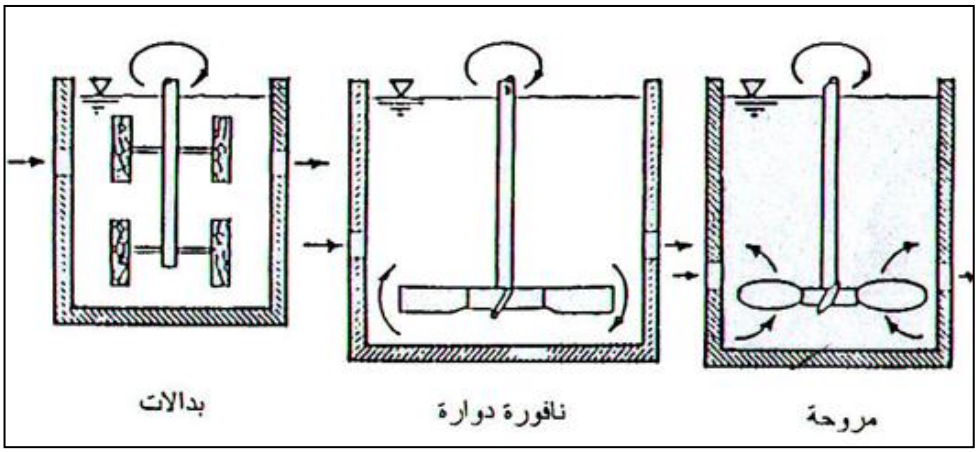
٢-٤-١- طرق الخلط السريع

وتستخدم لعملية الخلط السريع عدة أنواع من التجهيزات تشمل:

٢-٤-١-١- الخلط الميكانيكي

يتم تصميم وتجهيز غرفة التوزيع (بئر التوزيع) أو انشاء حوض خاص ليعمل كحوض خلط سريع وذلك بتركيب قلابات ميكانيكية داخل الغرفة تعمل بمحرك كهربائي لتقليب المروب بإنتظام واتمام عملية الاذابة والخلط مع المياه الخام (شكل ٢-10).

و يمكن ان يتم الخلط الميكانيكى بتحريك الماء وتقليبه باستخدام بدالات أو نافورة دوارة أو مروحة (شكل ٢-11).



شكل (٢-11) طرق الخلط الميكانيكى السريع

أسس التصميم:

مدة المكث = ٣٠ الى ٦٠ ثانية و التي تتوقف علي درجة حراره الماء و الجدول التالي يوضح قبم التصحيح

درجة الحرارة	معامل تصحيح مدة المكث
صفر	١.٣٥
٥	١.٢٥
١٠	١.١٥
١٥	١.٠٧
٢٠	١
٢٥	٠.٩

- قيمة تدرج السرعة (G-Factor) تتراوح ما بين ٦٠٠ الى ١٠٠٠ ث$^{-1}$ و تختلف طبقا لتوصيات الشركة المصنعة
- يتراوح سرعة دوران الرفاص ما بين ٦٠ الى ٢٠٠ لفة/دقيقة
- يتراوح قطر الرفاص ما بين ٣/١ إلى ٢/١ قطر الحوض
- يتراوح عمق الرفاص من ٢/١ الى ٣/٢ عمق المياه بالحوض
- سرعة المياه فى مواسير تغذية المروقات تتراوح ما بين ٠,٥ – ٠,٩ م/ث
- قدرة محرك الخلاط من ٢ – ٥ كيلووات (استرشاديا) و معامل امان لا يقل عن ١٥%. (القدرة النوعية ٢٥٠ – ٣٥٠ وات / م٣)
- ضرورة الاخذ في الاعتبار تأثير درجة الحرارة التي بزيادتها تقل اللزوجة.

حسابات التصميم:

- يتم حساب القدرة النظرية المطلوبة كما يلى:

$$\mathbf{P = (Safety\ Factor = 1.15)\ k\ \rho\ n^3\ d^5}$$

where

ρ: is the water density at 20 °C = 1000 Kg/m^3
d: is the propeller diameter in meters
n: is the number of revolution per second
P: is the theortical Power in J/sec (watt)
k : is impeller coefficient

- يتم حساب قيمة تدرج السرعة كما يلى:

$$\mathbf{G = (P / \mu V)^{½}}$$

where

G: is the velocity Gradient (s^{-1})
P: is the theoretical power input in (J/sec) (w)
V: is the tank volume (m^3)
μ : is water kinematic (dynamic) viscosity. (μ = 1.14 × 10^{-3} kg/m.s at 20 °C)

Kinematic (dynamic) viscosity = (Viscosity / Density)

- يتم حساب رقم رينولدز (R_n) للتحقق من أن الانسياب مضطرب (Turblent Flow) أى تزيد قيمة (R_n) عن ١٠٠٠٠ كما يلى:

$$Rn = \frac{d^2 n}{\mu}$$

where

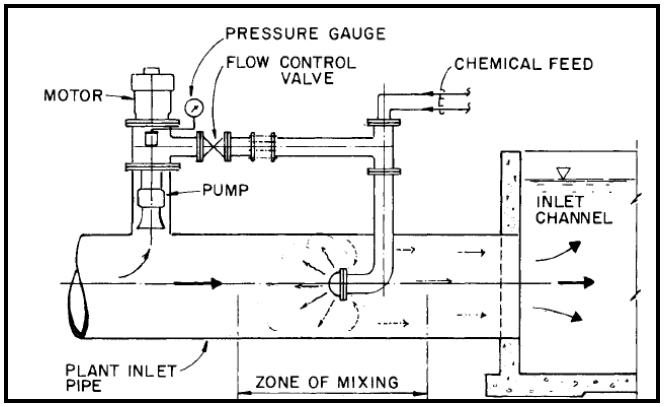
R_n = Reynolds number
d is the propeller diameter in meters
n is the number of revolution per second
μ = water kinematic (dynamic) viscosity. (μ = 1.14 × 10^{-3} kg/m.s at 20 °C)

والجدول التالى يبين قيمة كثافة المياه (ρ) واللزوجة الديناميكية للمياه (μ) فى مختلف درجات الحرارة.

درجة الحرارة t °C	الكثافة النوعية (p(t)/p(20 C))	اللزوجة النوعية (μ(t)/μ(20 C))
- ٨.٢٨٠	١.٠٠٠٢٧	٢.٤٥٠٨
- ٦.٦٤٧	١.٠٠٠٦٥	٢.٢٩٢٠
- ٤.٥٣٤	١.٠٠١١٠	٢.١١٠٣
- ١.١٠٨	١.٠٠١٥٢	١.٨٥٩٦
٠	١.٠٠١٦١	١.٧٨٨٦
٥	١.٠٠١٧٣	١.٥١٦١
١٠	١.٠٠١٥٠	١.٣٠٤٢
١٥	١.٠٠٠٩٠	١.١٣٥٩
٢٠	١.٠٠٠٠٠	١.٠٠٠٠
٢٥	٠.٩٩٨٨٤	٠.٨٨٨٤
٣٠	٠.٩٩٧٤٤	٠.٧٩٥٧
٣٥	٠.٩٩٥٨٢	٠.٧١٧٨
٤٠	٠.٩٩٤٠٠	٠.٦٥١٦

٢-٤-١-٢- الخلط بإستخدام مضخة التغذية فى خط مواسير المياه

تقوم مضخة التغذية بحقن محلول المروب إلى خط مواسير المياه الرئيسى عن طريق فواني من الصلب الذي لا يصدأ و درجة تتلائم مع خصائص الكيماويات المضافة، فينتشر محلول المروب من خلال فواني فى ماسورة التغذية (الاشكال ٢-12)



شكل (٢-12) مضخة تغذية فى خط مواسير المياه الرئيسى

أسس التصميم:

- مدة المكث = ١ :٥ ثانية
- سرعة الخلط عند الفوهة تتراوح ما بين ٦ الى ٧,٥ م/ث
- قيمة تدرج السرعة (G-Factor) حوالى ١٠٠٠ ث$^{-١}$

٢-٤-١-٣- الخلط الهيدروليكي

يتم الخلط الهيدروليكي بإستغلال اندفاع الماء، من خلال زيادة سرعة الماء لدرجة تحدث دوامات من شأنها اتمام عملية الخلط بحيث يتم إستغلال الإنسياب المضطرب الناشئ عند زيادة السرعة نتيجة لمرور التصرف خلال صمامات خنق (Throttled valves) أو قنوات بارشال (Parshall flumes)، و يمكن إستخدام الخلط الهيدروليكي – اذا تعذر الخلط الميكانيكي- في المحطات ذات التصرف أقل من ١٥٠ ألف متر مكعب في اليوم وتكون قيمة تدرج السرعة "G" نفس القيمة المعمول بها فى الأنواع الأخرى.

٢-٥- أحواض الترويب Flocculation Tanks

٢-٥-١ الغرض من الوحدة

الترويب هو العملية التالية لعملية المزج السريع والغرض منها تجميع الجزيئات الغروية الصغيرة لتكوين جزيئات ذات حجم أكبر ووزن أثقل يسهل التخلص منها بعد ذلك بالترسيب، وتتم هذه العملية بالتقليب البطئ حيث يسهل التلامس بين الجزيئات الصغيرة (الندف Flocs) حيث تتجمع وتلتصق بعضها ببعض، واثناء تكونها تتجذب علي سطحها الجزيئات المسببه للعكاره والتي يسهل التخلص منها بعد ذلك بالترسيب.

يتم التقليب داخل أحواض الترويب إما ميكانيكياً بواسطة قلابات أفقية أو رأسية أو يتم التقليب هيدروليكياً بالمرور فى قنوات متعارضة Baffeled Channel.

القلابات الميكانيكية إما أفقية المحور أو رأسية المحور وتستخدم القلابات الأفقية المحور فى أحواض مستطيلة الشكل فقط مما يعطى فرصة لزيادة حجم الندف المتكونة على طول مسار الحوض وذلك بتقليل معامل تدرج السرعة أو تقليل مساحتها تباعا وبالتالى يفضل عادة خروج

المياة من أحواض الترويب فى هذة الحالة الى أحواض ترسيب مستطيلة، بما يضمن تحقيق كفاءة مناسبة لأحواض الترويب والترسيب. بينما القلابات الرأسية المحور فتستخدم عادة فى أحواض الترويب والترويق الدائرية المشتركة – حيث ان من المعلوم أن كفاءة الترويق الدائرى أفضل من المستطيلة.

٢-٥-٢- مكونات الوحدة

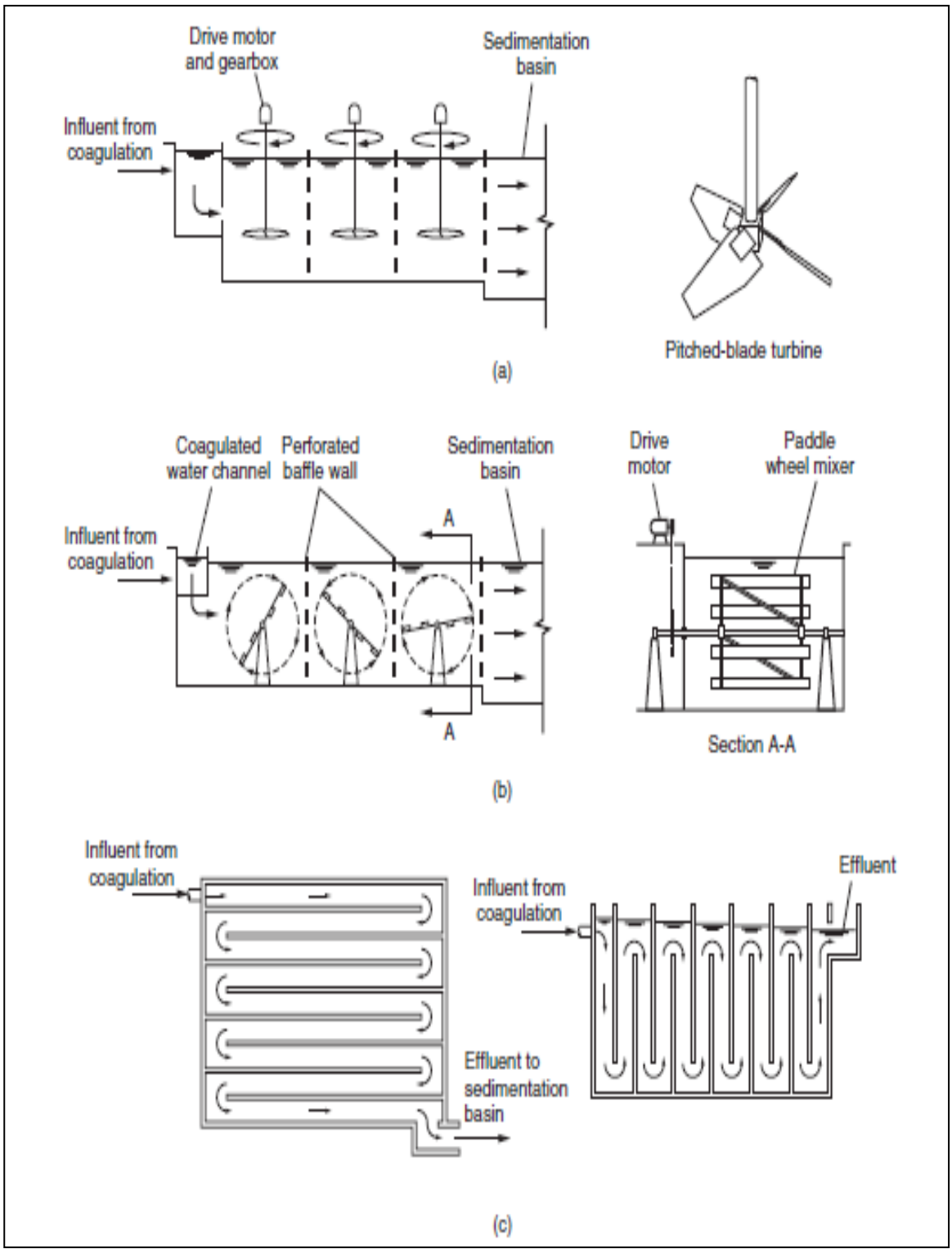
حوض من الخرسانة المسلحة يتم التقليب داخله بأحد الطرق التالية:

- هيدروليكياً داخل مسارات تنشأ بحوائل داخلية إما رأسية أو عرضية.
- ميكانيكياً بإستخدام قلابات، وتشتمل قلابات التخثير الميكانيكية على عدة أنواع منها، ويوضح الشكل التالى أنواع القلابات (٢-13).

١. القلابات ذات العجلات البدالة الأفقية أو الرأسية.
٢. قلابات مروحية.
٣. قلابات توربينية.

$$P= C_D A \varrho (V_P)^3/2$$

P : power imparted, KW
C_D : paddles drag coefficient
ϱ : denisty of floid kg/m^3
A : cross sectional area of paddles, m^2
V_p :relative velocity of paddles with respect to fluid, m/s



شكل (٢-13) أنواع القلابات الميكانيكية المستخدمة فى الخلط البطئ

٢-٥-٣- أسس التصميم

- **<u>فى حالة إستخدام القلابات التوربينية الرأسية</u>**

- تدرج السرعة G factor يتراوح ما بين 20 – 80 ث$^{-١}$
- زمن المكث ٢٠- ٤٠ دقيقة
- السرعة الدورانية بين ٨ – ٢٥ لفة/دقيقة
- السرعة المحيطية القصوى ٢ م/ث
- القدرة النوعية ٥ – ١٠ وات/م٣ مع الاخذ في الاعتبار معامل امان ١٥% .
- عمق المياه بالحوض من ٢ -٣ متر

- **<u>فى حالة البدالات الأفقية</u>**

- تدرج السرعة G factor يتراوح ما بين ١٠ – ٥٠ ث$^{-١}$
- زمن المكث ٣٠- ٤٠ دقيقة
- السرعة الدورانية بين ١ إلى ٥ لفة/دقيقة.
- السرعة المحيطية القصوى ١ م/ث
- عمق المياه بالحوض من ٢ -٣ متر

يحتوى الحوض ذو التقليب الميكانيكى على ثلاثة صفوف من القلابات حيث تكون المساحة الصافية للصف الأول ٣٥% من المساحة المائية و٢٥% للصف الثانى من المساحة المائية و١٥% للصف الثالث من المساحة المائية

أو قد تزود القلابات الميكانيكية بمحركات كهربائية ذات سرعات متغيرة، للتحكم فى سرعة التقليب المطلوبة لتكوين الندف وذلك فى حالة ثبات مساحة الصفوف.

Hydrulic mixer: $P= Q. \gamma .H$

P : power imparted
Q : fluid rate m3/sec
γ : specific weight kg/m3
H : head loss in mixer, m

➢ **هيدروليكياً داخل مسارات تنشأ بحوائل داخلية إما رأسية أو عرضية**

- تدرج السرعة G factor يتراوح ما بين ٢٠ – ٣٥ ث$^{-1}$
- مدة المكث ٢٠– ٤٥ دقيقة
- المسافة بين الحوائط ٠,٧٥ م على الاقل.
- عمق المياه بالحوض من ١ متر.
- السرعة بين الحوائط الحائلة فى حدود ٠,١٥ : ٠,٤٥ م/ث.

٢–٥–٤– حسابات التصميم

القلابات الميكانيكية

$$G = (P / \mu V)^{1/2}$$

G: is the velocity Gradient (s^{-1})
P: is the theoretical power input in (J/sec) (w)
= Cd A (Vr)3 / 2 = Fd Vr where Fd is Drag Force
V: is the tank volume (m^3)
μ : is water kinematic (dynamic) viscosity. (μ = 1.14 × 10^{-3} kg/m.s at 20 °C)
Cd : Drag Coefficient of Paddle = 1.00 for flat up to 1.80 for angle
A: Area of Paddle
Vm: Mean Velocity of flow of water = 0.45 – 0.7 m/s
Vr: Relative Velocity of Paddle to water = Vm Vp
Vp = 2 (22/7) r n/60 where n is RPM and r is disctance from shaft to center of paddle.

تصميم القنوات المتعارضة

$$G = \sqrt{g\rho H / \mu\tau}$$

g gravity constant (m/sec^2)
ρ density of water (kg/m^3)
H head loss through basin (m)

μ is water kinematic (dynamic) viscosity. ($\mu = 1.14 \times 10^{-3}$ kg/m.s at 20 °C)

$\mathcal{T}$ retention time (sec)

$$\mathbf{H = h_1 + h_2}$$

$$\mathbf{h_1 = L\ V^2 / C^2\ R}$$

L length of mixing channel (m)
C (chezy coefficient) =70
R Hydraulic radius (m) = wet Area of channel/ wet perimeter
V mean flow velocity (m/sec)

وبفرض دوران المياه ١٨٠° فى داخل ماسورة مربعة المقطع يمكن استعمال المعادلة :

$$\mathbf{h_2 = 3.2\ *n*\ (v^2 / 2g)}$$

*** n:** No. of 180° turns.

٢-٦- أحواض الترويق (الترسيب) (Clarifiers)

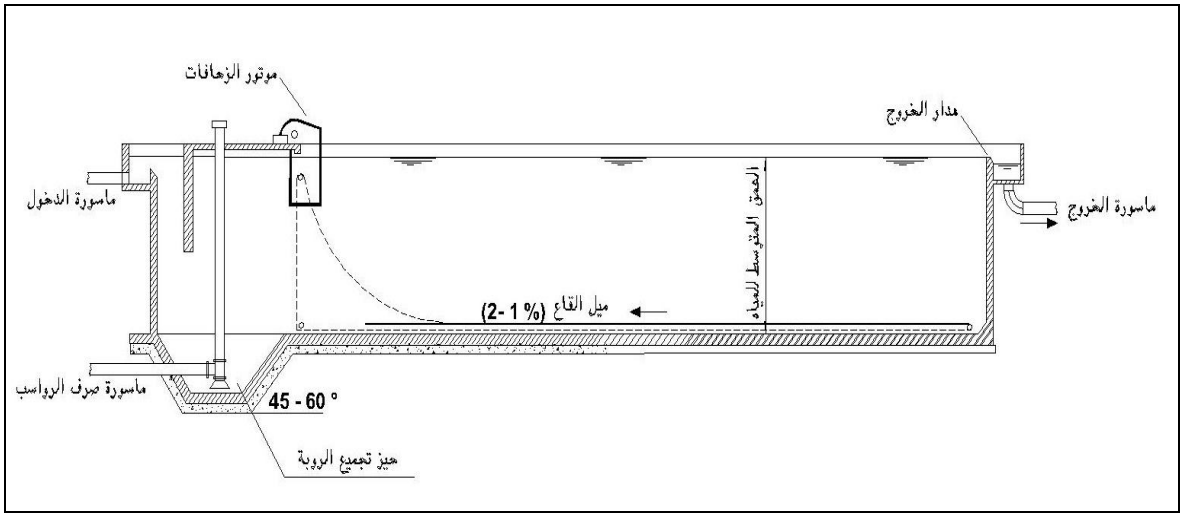
٢-٦-١- الغرض من العملية

الترويق(الترسيب) هو العملية التالية لعملية الترويب والغرض منها هو إزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب والموجودة فى المياه بواسطة الجاذبية والتى تشمل الرمل والطمى والرواسب الكيميائية والندف، وتجرى هذه العملية فى حوض ترسيب (أو ترويق).

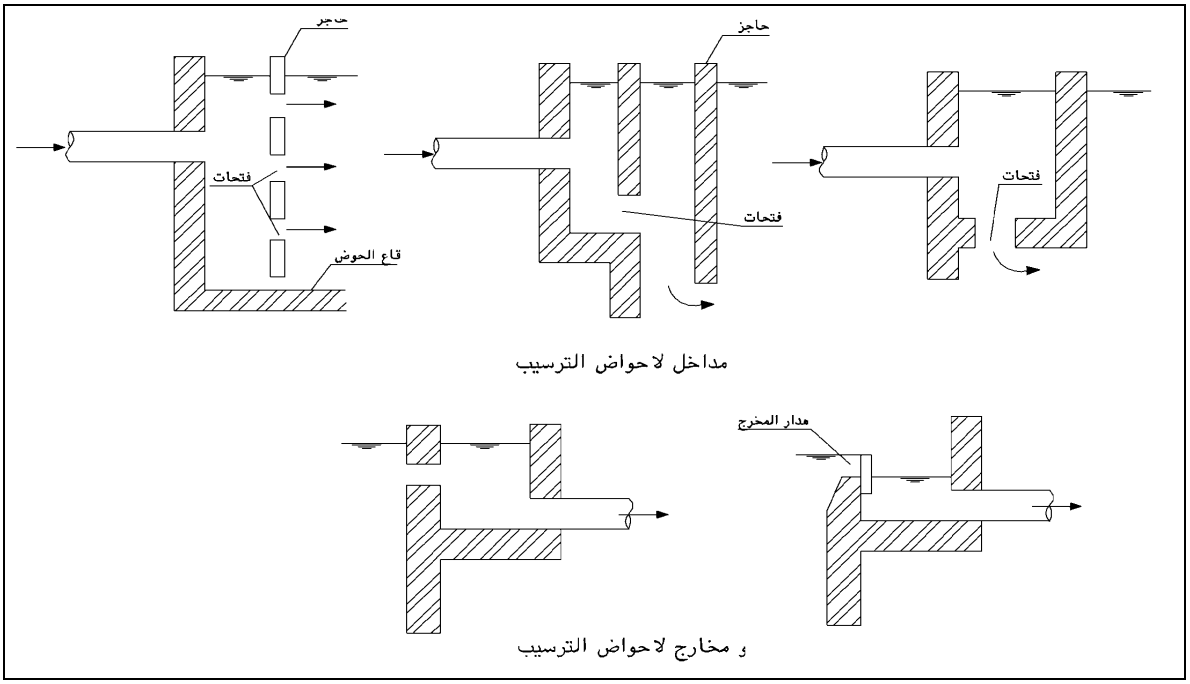
تصمم أحواض خصيصاً لهذه العملية تسمى أحواض الترسيب أو المروقات وأشكالها مستطيلة أو مربعة أو دائرية والأنواع الأكثر شيوعاً هى المستطيلة حيث يكون سريان المياه فى اتجاه واحد موازى لطول الحوض ويسمى تصرف ذو خطوط مستقيمة وكذلك الأحواض الدائرية حيث يكون سريان المياه قطرياً أى من المركز إلى المحيط الخارجى.

٢-٦-٢- أحواض الترسيب المستطيلة

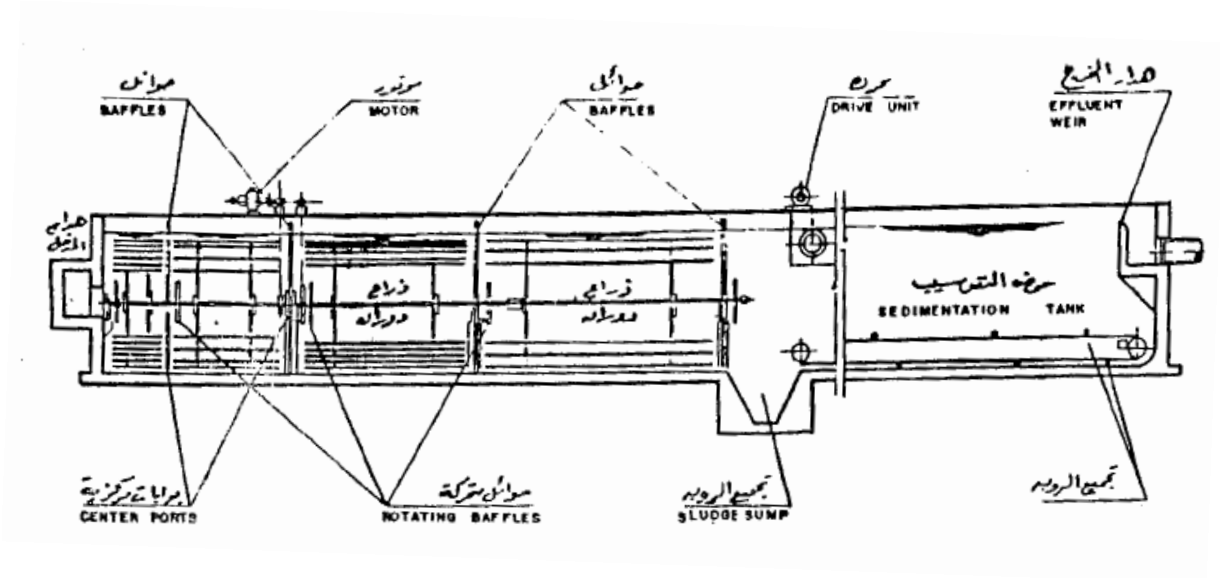
الشكل رقم (٢-14) يوضح نماذج من قطاعات أحواض الترسيب المستطيلة.



شكل (٢-14) حوض الترسيب المستطيل



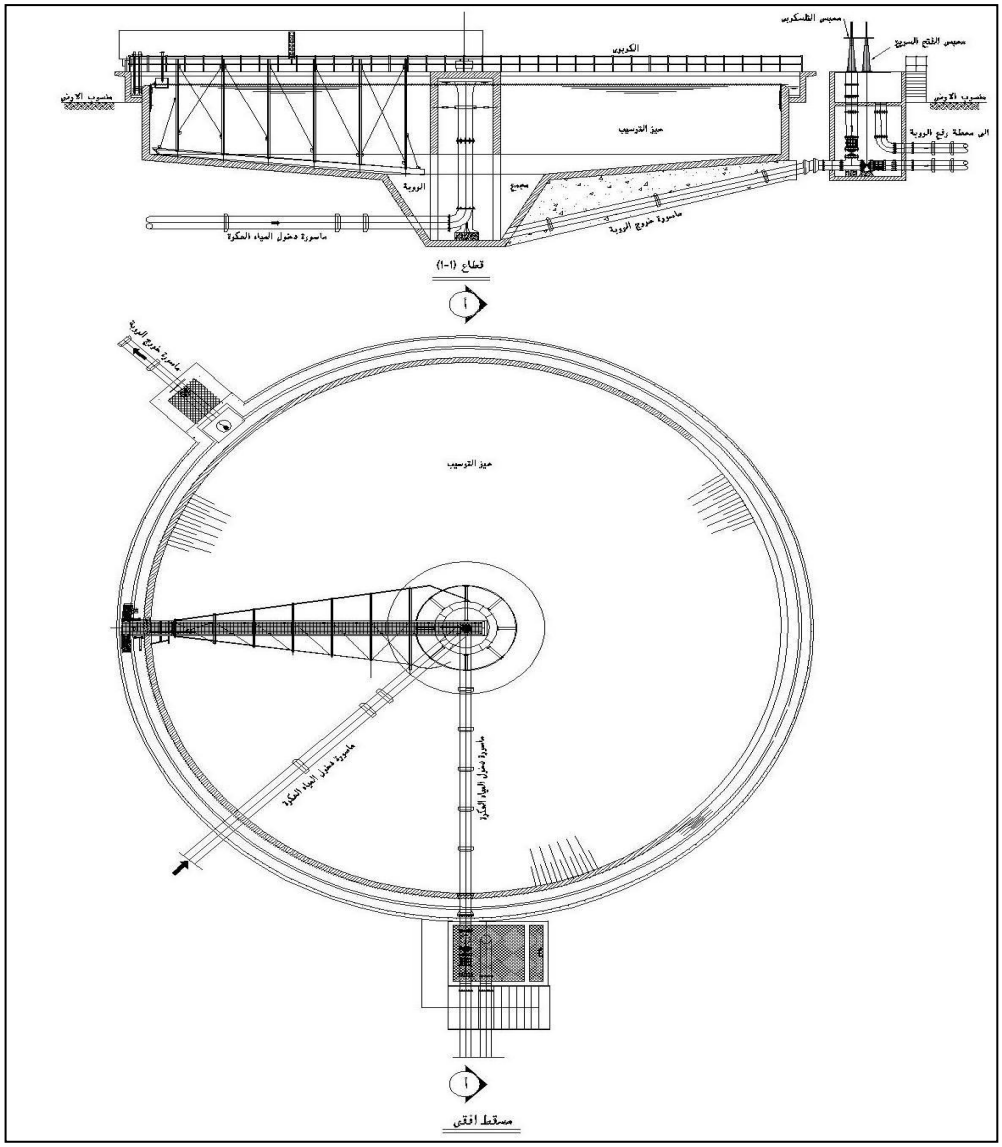
شكل (٢-15) مداخل ومخارج لأحواض الترسيب



شكل (٢-16) حوض الترويب المتبع بحوض الترسيب المستطيل

٢-٦-٣- أحواض الترسيب الدائرية

شكل (٢-17) يوضح حوض الترسيب الدائرى.



شكل (٢-17) حوض الترسيب الدائرية

٢-٦-٤- مكونات وحدة الترسيب فى حالة الترسيب الطبيعى (بدون إستخدام مواد مروبة)

الحوض يكون إما مستطيل أو مربع أو دائرى ويحتوى على الآتى:

- زحافة لكسح الروبة.
- كوبرى لتشغيل الزحافة.
- ماسورة دخول المياه.
- ماسورة خروج المياه.

- ماسورة خروج الروبة المجمعة فى القاع.

ويراعى تركيب صمامات قفل على مواسير دخول المياه وصمامات سكينة بمشغل كهربي ومؤقت على مواسير صرف الروبة.

أسس التصميم

- عدد الأحواض ≤ ٣ مع اعتبار وحدة كاملة في الصيانة
- عمق المياه من ٣ – ٥ متر
- مدة المكث من ١,٥ – ٤ ساعة
- معدل التحميل السطحى يتراوح ما بين ٢٥ الى ٤٠ م^{٣}/م^{٢}/يوم
- معدل التحميل على هدار الخروج يبدأ من ١٥٠ م^{٣}/م/يوم ولا يزيد عن ٣٠٠ م^{٣}/م/يوم
- لا يزيد قطر الحوض عن ٤٠ متر
- ميل القاع يكون فى حدود ١ – ٢ % ويكون إتجاه الميل ناحية حيز تجميع الرواسب فى إتجاه المدخل لسريان المياه
- سرعة المياه فى المواسير الخارجة تتراوح بين ٠,٥ – ٠,٧ م/ث
- لا يقل قطر ماسورة خروج الروبة عن ١٥٠ مم ويجب خروج الرواسب بمعدل منتظم

كما يراعى فى حالة الاحواض المستطيلة مايلى:

- طول الحوض = ٣ – ٥ العرض
- العرض = ٢ – ٤ العمق علي ان يحقق المتطلبات الميكانيكية لمهمات كسح الروبة
- لا تزيد السرعة الأفقية فى حالة الأحواض المستطيلة عن ٣٠ سم/دقيقة
- لا يزيد طول الحوض عن ٥٠ متر

منطقة الدخول (Inlet zone)

يجب ان يراعى في تصميم مناطق الدخول للمروقات انسياب المياه خلال عرض الخزان و يكون ذلك خلال هدارات دخول أو باستخدام الحوائط المثقبة (perforated baffles).

مناطق الخروج (Outlet zones)

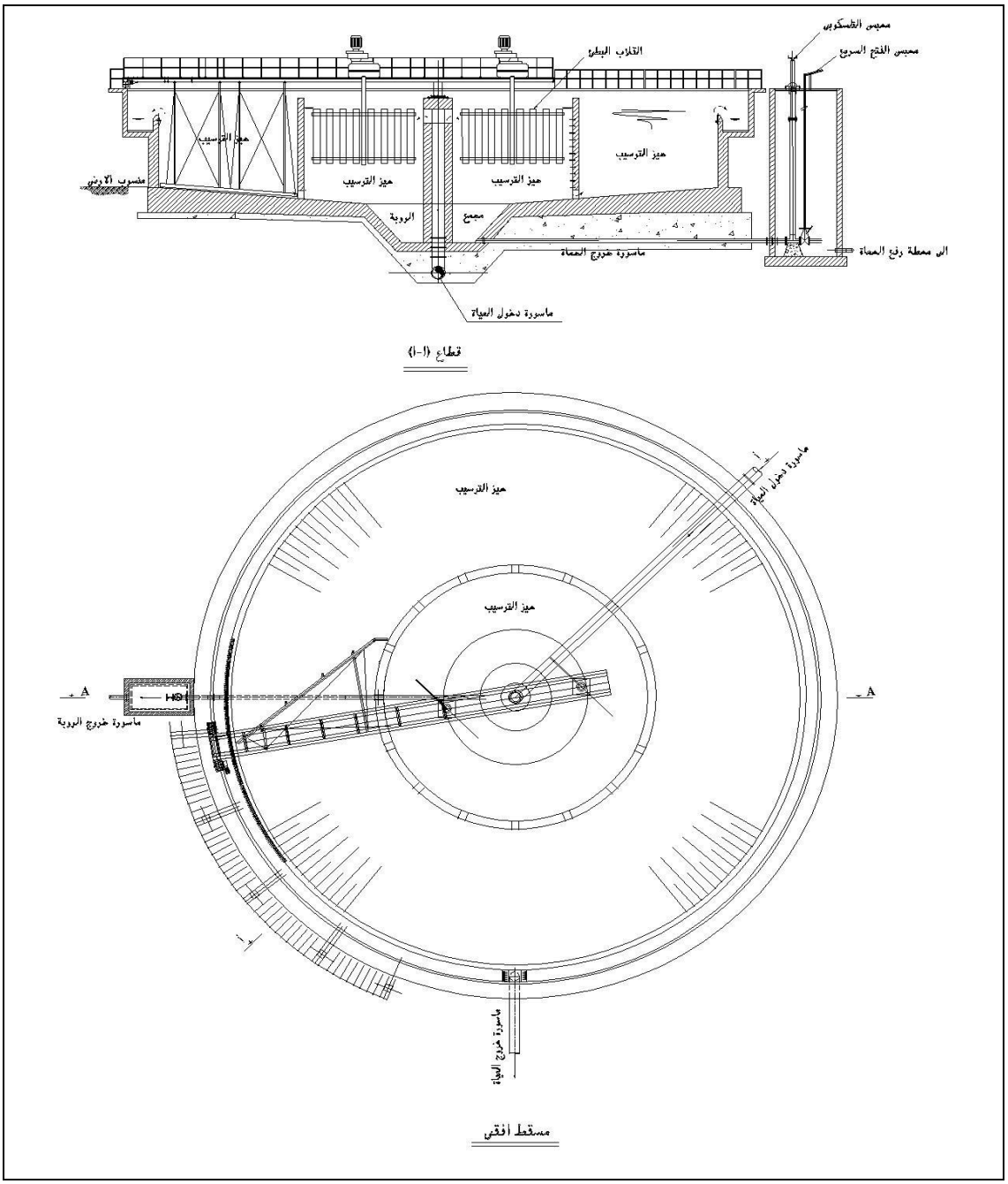
يجب ان يتم تجنب وجود تيارات القصر (short-circuiting) عند تصميم مناطق خروج المروقات ويمكن ان يتم هذا عن طريق استخدام الحوائط المثقبة شبيهة بتلك المستخدمة في مناطق الدخول أو استخدام الهدارات.

إزالة الروبة

تزال طبقة الروبة المترسبة بصفة منتظمة من المروقات تفادياً لإعادة تعلقها مرة ثانية مع خلق طعم وروائح لا داعى لها، ويتم ذلك اما بطريقة يدوية و حينها يلزم مراعاة ميول الارضية و محابس تصريف الروبة أو بمعدات إلازالة الميكانيكية كالزحافات المثبتة على الكبارى أو الزحافات ذات الجنزير و تكون سرعتها ٠.٦ م/ث والتى تقدم بدفع الروبة الى حيز تجميع الروبة يقاع الحوض كما يكون الجنزير من الصلب والزحافة من المطاط أو الحديد المجلفن أو البلاستيك. و يوصى بتركيب محبس تلسكوبى أو مشغل كهربائي ومؤقت (actuator + timer) إلى جانب إستخدام صمام سكينة (Gate valve) لضبط معدلات إزالة الروبة.

٢-٦-٥- أحواض الترويب والترويق الدائرية العادية (Clariflocculators)

يتم فى هذه الحالة عمليات الترويب التنديف والترسيب داخل حوض دائرى واحد يجمع بين حيز الترويب الداخلى وحيز الترويق الخارجى كما هو موضح بالإشكال (٢-18).



شكل (٢-18) أحواض الترويب والترسيب العادية

أسس التصميم لمنطقة الترويب

- عدد الأحواض ≤ ٢
- مدة المكث من ٢٠ – ٤٠ دقيقة

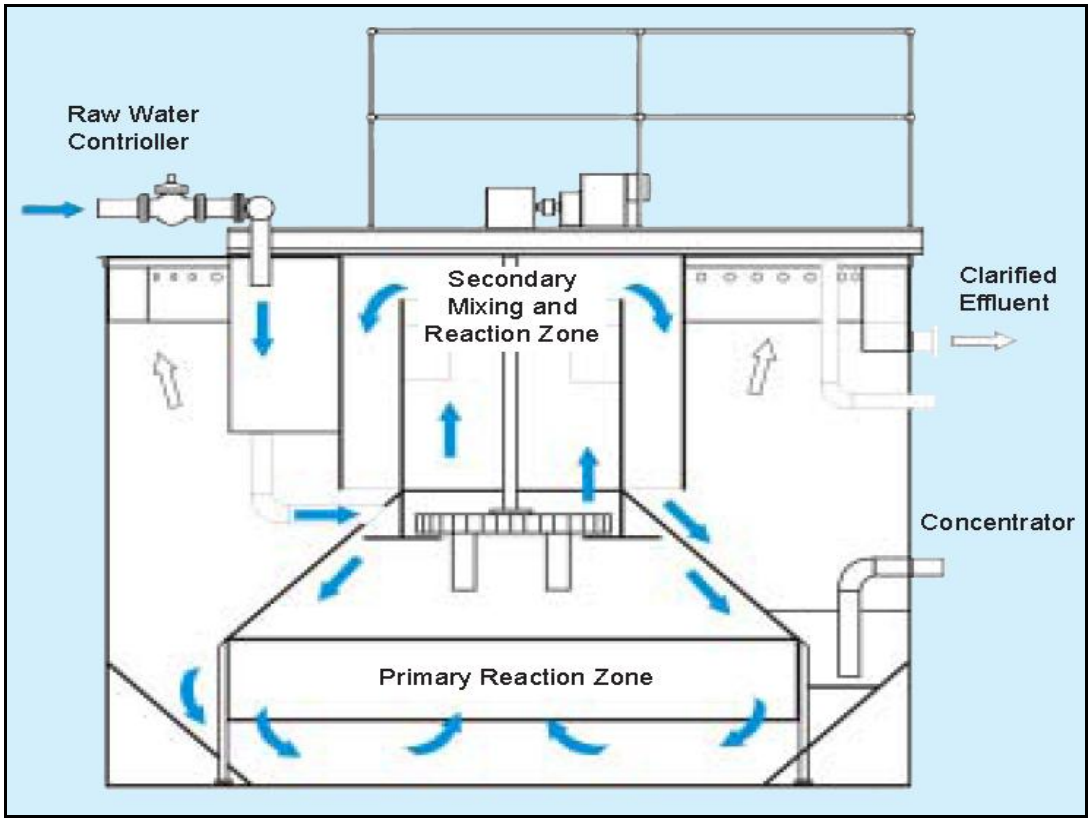
- عمق المياه من ٢ – ٣ متر
- سعة حيز الترويب من ١٥ – ٢٥ % من السعة الكلية

أسس التصميم لمنطقة الترسيب

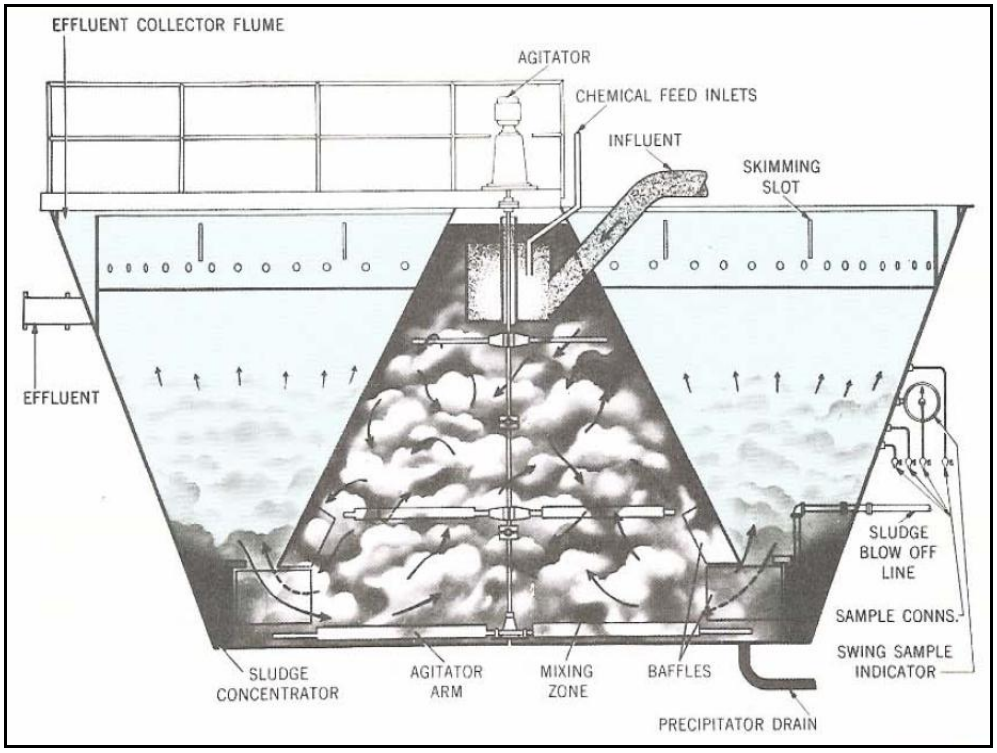
- عدد الأحواض ≤ ٢
- لا يزيد قطر الحوض عن ٤٠ متر
- مدة المكث من ١,٥ – ٢,٥ ساعة
- معدل التحميل السطحى ٢٥ – ٤٠ م^{٣}/م^{٢}/اليوم
- معدل التحميل على الهدار من ١٥٠ – ٣٠٠ م^{٣}/م^{٢}/اليوم
- لا تزيد السرعة القطرية عن ٣٠ سم/دقيقة
- ميل القاع من ٢ – ٤ % ويكون إتجاه الميل ناحية حيز تجميع الرواسب فى إتجاه المدخل لسريان المياه .
- لا يقل قطر ماسورة خروج الرواسب عن ١٥٠ مم ويجب خروج الرواسب بمعدل منتظم
- سرعة المياه فى المواسير الخارجة يتراوح بين ٠,٥ – ٠,٧ م/ث

٢-٦-٦- أحواض الترويب والترسيب بالتلامس Solids Contact Clarification

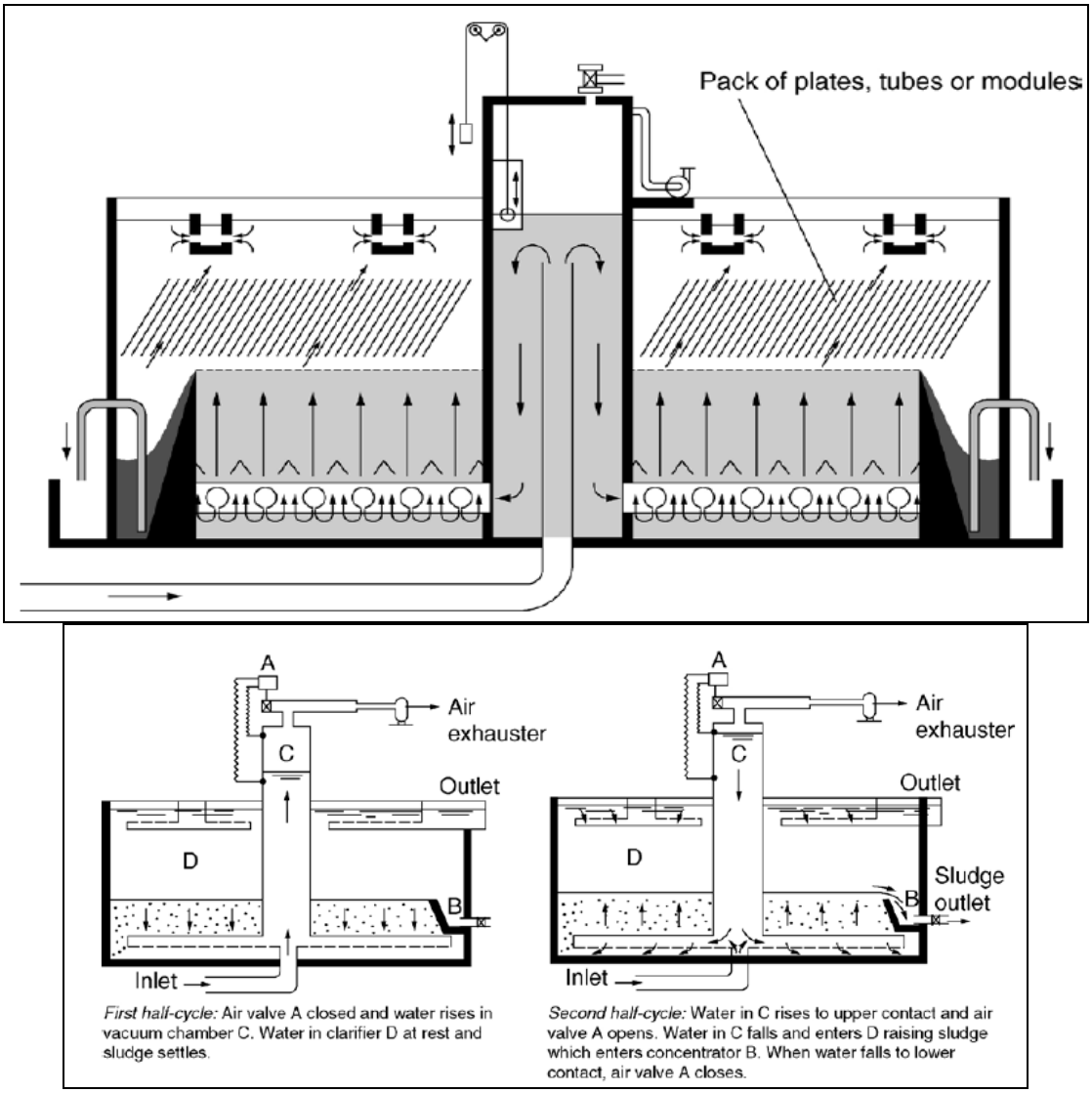
يتم تحسين الترويب بزيادة تركيز الندف وذلك بإعادة الروبة ويمكن تحقيق ذلك بجمع الترويب والتنديف والترسيب فى حيز واحد ويطلق عليه الحوض الدوار(المعجل) (Accelator) أو النابض (Pulsator) حيث يتحقق ذلك بوساده من الروبة عالية التركيز من الندف المحتوية على المواد العالقة، (Sludge Blanket) ويتم فيه رفع السرعة الرأسية الى ٦ متر/الساعة طبقاً لنوع حوض الترويق حيث يمكن الحصول على مياه منقاه عالية الجودة بالرغم من عكارة المياه الخام. وهذه الأحواض يتم تزويدها بحيز لتجميع الروبة الزائدة يتم إزاحتها أوتوماتيكياً، وينتج عن نظام الترسيب باستعمال وسادة الروبة تحسن الترويق حيث يؤدى الى كفاءة أعلى مع نفس كمية المادة الكيماوية المضافة (الأشكال ٢-19 و ٢-20 و ٢-21)



شكل (٢-19) أحواض الترويب والترسيب السريعة (Accelator)



شكل (٢-20) أحواض الترويق والترسيب السريعة (Precepitator)



شكل (٢-21) أحواض الترويق والترسيب السريعة او ذات المعدل الفائق (/ Pulsator (Super Pulsator)

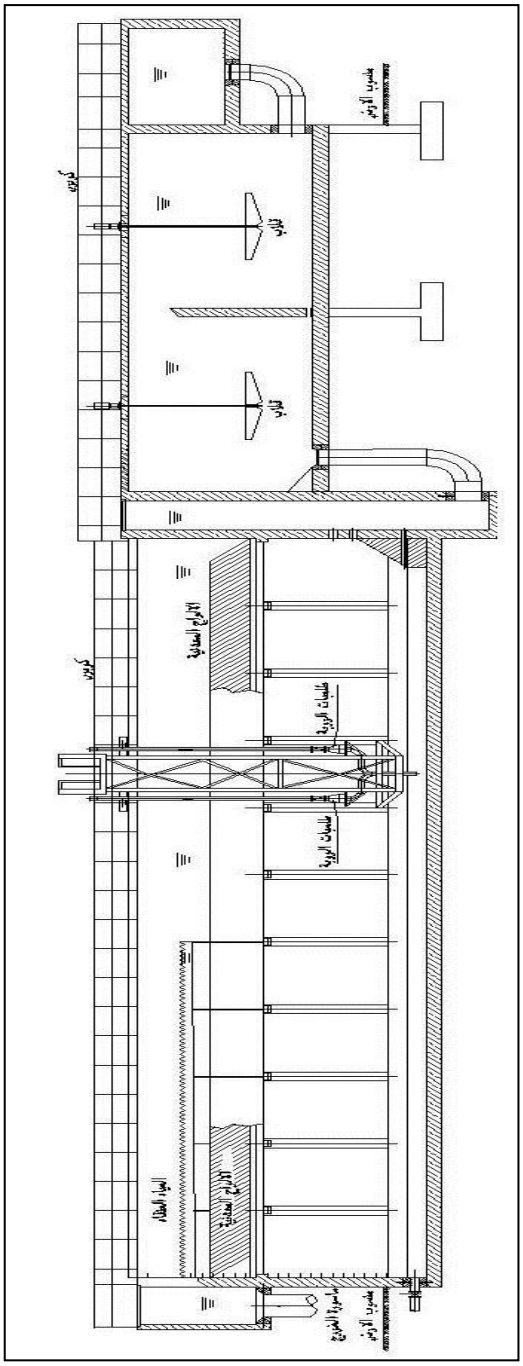
أسس التصميم

- عدد الأحواض ≤ ٢
- مدة المكث في التروب من ٢٠ – ٣٠ دقيقة
- مدة المكث في الترسيب من ١ – ٢ ساعة

- معدل التحميل السطحى ٥٠ – ٧٥ م^{٣}/م^{٢}/اليوم
- معدل التحميل على الهدار ١٥٠ – ٣٠٠ م^{٣}/م/اليوم

٢-٦-٧- إستخدام ألواح/أنابيب الترسيب المائلة

يتم إستخدام عدد من ألواح/انابيب الترسيب Tube or plate Settler التى يتم تثبيتها في ترتيب متوازى ومتعدد وبزاوية محددة ٤٥ – ٦٠ درجة لرفع كفاءة مرحلة الترسيب (شكل ٢-22).



شكل (٢-22) أحواض الترسيب بإستخدام الألواح/الانابيب المائلة

أسس التصميم

- عدد الأحواض ≤ ٢
- عمق المياه من ٣ – ٥ م
- معدل التحميل السطحى للحوض كله باستخدام انابيب الترسيب ٣ – ٦ م/ساعة
  اما الالواح فيكون معدل التحميل السطحي من ٥ – ١٠ م/س
- اقل عمق تحت الانابيب يكون ٣ م و تتراوح المسافة فوق الانابيب بين ٠.٦ الي ١ م .

$$SLR = \frac{SLR_o \times K}{Sin\theta + L_u Cos\theta}$$

- K = 1 for plate settler
- K = 1.33 to 1.38 for tube settler
- L_u = $L_R - 0.013R_e$
- Re = 280 (Laminar Flow)
- L_R = L(m)/e(m)
- L(m) = Length of inclined plate/tube

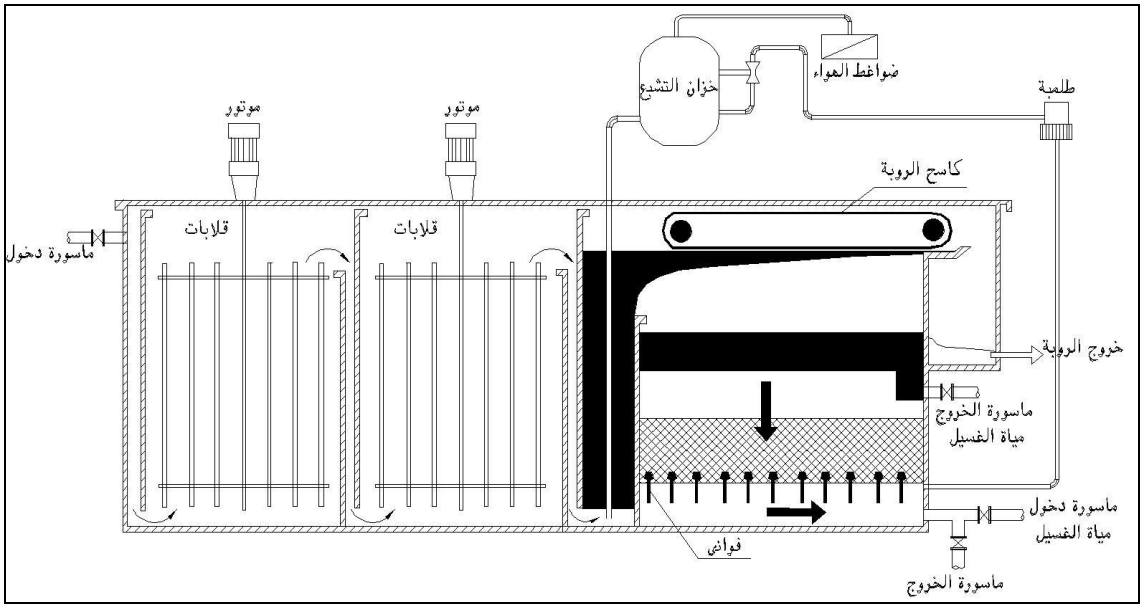
$$SLR_o = \frac{Q_d}{SA_o}$$

- SLR_o = 160 to 200 $m^3/m^2/d$
- SA_o Surface area of Plate or Tube Settler

- سرعة السريان في منطقة Tube or plate Settler لا تزيد عن ٠,٢ متر/دقيقة
- مدة المكث في ألواح الترسيب من ١٥ الى ٢٥ دقيقة
- مدة المكث في أانابيب الترسيب من ٦ الى ١٠ دقيقة
- معدل التحميل على الهدار ١٥٠ – ٣٠٠ م^٣/م/اليوم
- زاوية ميل الالواح ٥٥ – ٦٠ درجة على الافقي
- المسافة بين ألواح/أنابيب الترسيب تكون من ٤ الى ١٠ سم = e
- المسافة بين سطح المياه وأعلي ألواح/أنابيب الترسيب تكون من ٠,٥: ٠,٧٥ م

٢-٦-٨- أحواض الطفو Dissolved Air Flotation

يتم إستخدام الهواء المضغوط لفصل المواد العالقة عن المياه عن طريق الطفو. و هي عبارة عم منظومة لضخ الهواء بالقرب من قاع حوض الطفو و تكوين فقاعات هواء و التي أثناء حركتها الي اعلي تقوم بالالتصاق بالندف و رفعها الي سطح الحوض و تجعلها تطفو و من ثم يسهل ازالتها .



شكل (٢-23) أحواض الطفو

أسس التصميم:

- عدد الأحواض ≤ ٢
- معدل التحميل الهيدروليكي (١٠-١٤ م/ س) فى النوع التقليدى
- معدل التحميل الهيدروليكي (٢٨-٤٥ م/ س) فى النوع ذو المعدل العالى.
- اقصى سعة هيدروليكية للوحدة (٠,٢٥ – ٠,٥ م^{٣}/ث).
- طول الوحدة أقل من (١١م).
- عمق الوحدة من ٢,٥ – ٣ م
- علاقة الطول/العرض: ١-١,٢٥
- سرعة السريان الافقية في الحوض ٤٢ – ٦٠ م/ساعة
- المساحة السطحية ٩٠-١١٠ م^{٢}
- مدة المكث في منطقة التلامس من ٦٠ – ٢٤٠ ثانية

- معدل التحميل الهيدروليكي في منطقة التلامس من (٤٥ – ٩٠ م/ساعة)
- نسبة التصرف المعاد من ٦ – ١٠% من التصرف الوارد
- ضغط منظومة الاعادة ٤٥٠ – ٧٠٠ kPa
- معدل الهواء من ٦–١٠ (جم هواء / متر مكعب مياه)
- مقاس فقاعة الهواء من ٢٠ – ١٠٠ ميكرومتر
- تركيز الفقاعات ٣٥٠٠ – ٨٠٠٠ مجم/لتر
- المسافة بين الفوانى: ٠,٢ – ٠,٣ م
- سرعة الخروج فوق الحاجز ٥٥ م/س
- زاوية ميل حاجز التلامس ٦٠–٩٠°

٢–٧– المرشحات

٢–٧–١– الغرض من الوحدة:

الترشيح هو عملية طبيعية وكيميائية وبيولوجية الغرض منها إزالة المواد العالقة والغروية سواء كانت عضوية أو غير عضوية، ويستعمل فيها عادة حبيبات رمل ذو حجم مناسب تمرر خلاله المياه المروقة أو المياة الخام فى حالة الترشيح المباشر بسرعة مناسبة لإتمام هذه العملية ويكون ذلك عن طريق التصاق المواد العالقة الموجودة فى المياه على سطح حبيبات الرمل الموجودة فى المرشح – بسبب المواد المروبة فى حالة استخدامها، وبالتالى ترسيبها حيث تتكون طبقة هلامية على سطح الرمال من المواد العالقة الدقيقة، وما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة.

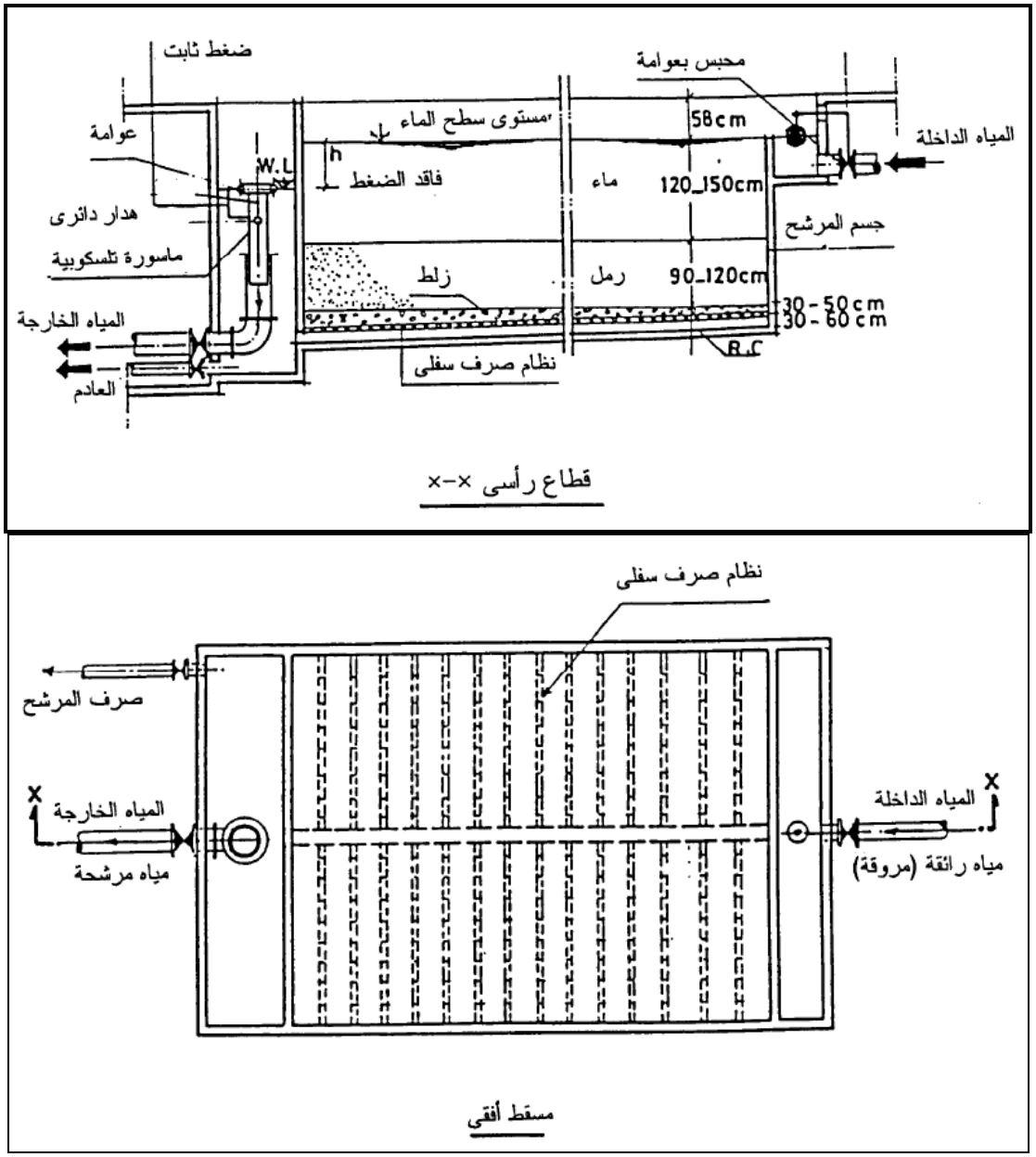
٢–٧–٢– أنواع المرشحات

٢–٧–٢–١– المرشح الرملى البطئ (Slow Sand Filter)

مكونات الوحدة:

حوض من الخرسانة يحتوى على طبقة من حبيبات الرمل بسمك من ٩٠ – ١٢٠ سم بقطر فعال من ٠,٢٥ – ٠,٣٥ مم ومعامل انتظام ١,٧ – ٢,٠٠ وأسفلها طبقة من الزلط بسمك ٣٠ – ٥٠ سم وارتفاع المياه فوق سطح الرمل يتراوح ما بين ١٢٠ الى ١٥٠ سم، ويوجد تحت الزلط نظام

لصرف المياه المرشحة وتكون إما بلوكات فخارية ذات فراغات أو مواسير أسمنتية أو بلاستيكية مثقبة وبأرتفاع حوالى ٣٠-٦٠ سم. شكل (٢-24). وتستخدم المرشحات الرملية البطيئة لترشيح المياه ذات التصرفات القليلة. ويوصى فى حالة الترشيح المباشر الا تزيد تركيز المواد العالقة بالمياة الخام عن ٢٠ جزء فى المليون وتحتاج هذا النوع من المرشحات الى توفر مساحات كبيرة.

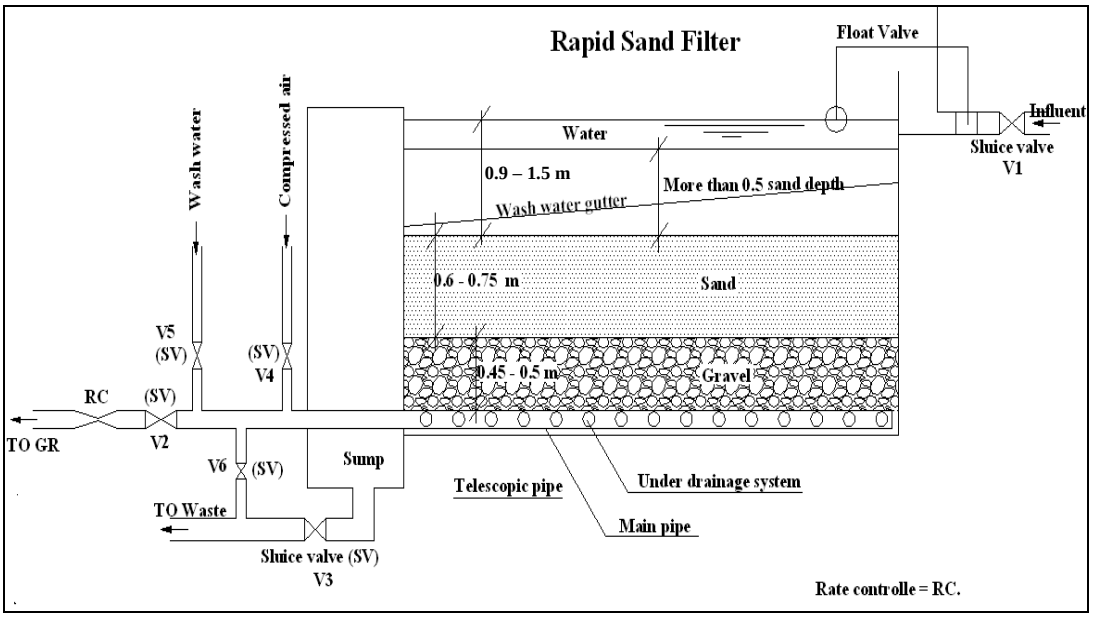


شكل (٢-24) المرشحات الرملية البطيئة

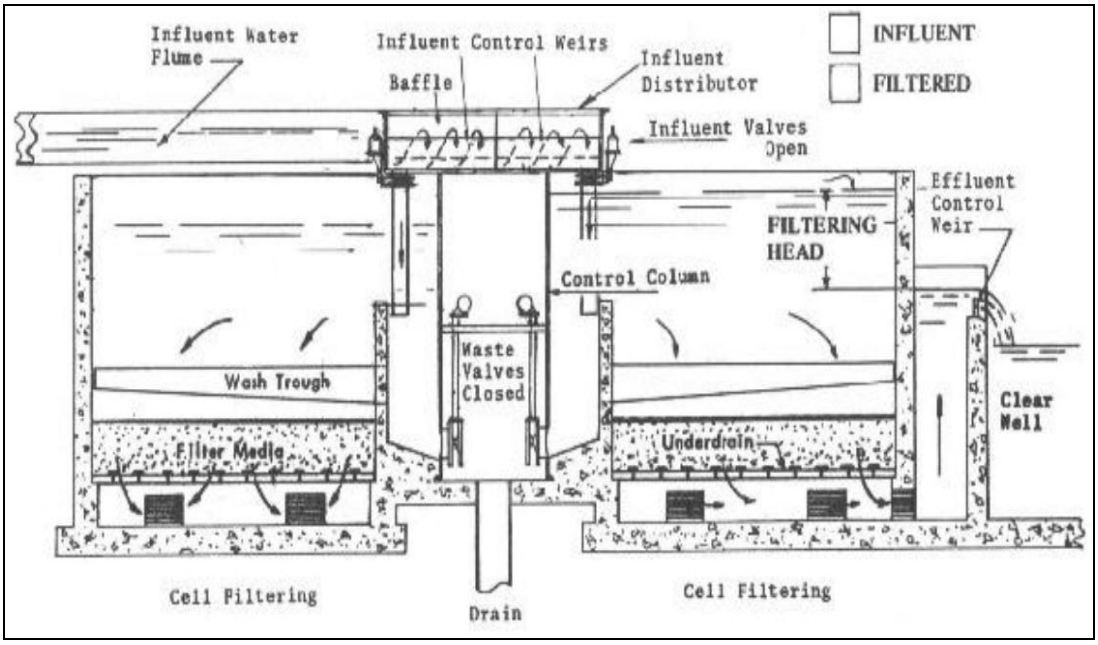
٢-٧-٢-٢- المرشح الرملى السريع (Rapid Sand Filter)

مكونات الوحدة:

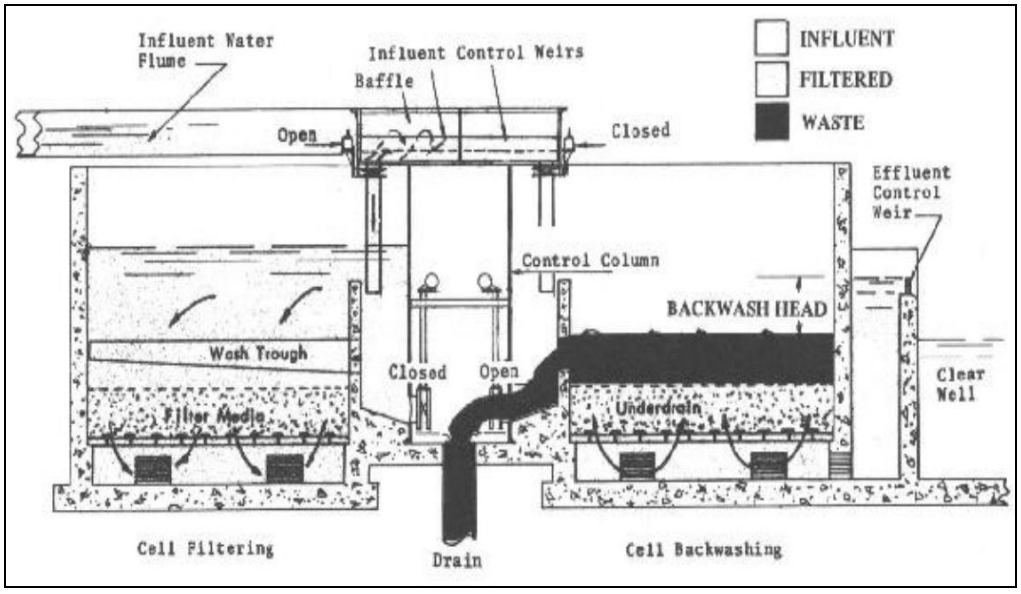
حوض من الخرسانة يحتوى على طبقة من الرمل بسمك من ٦٠ إلى ٧٥ سم و تحتها طبقة حامله من الزلط بمقاس فعال ٥-٦ مم بسمك ٤٥ - ٥٠ سم ويكون أرتفاع المياه فوق سطح الوسط الترشيحي للمرشح حوالى ٩٠ الى ١٥٠ سم على الأقل ويوجد تحت الزلط شبكة من المواسيرالمثقبة الموزعة توزيعاً منتظماً فى جميع مسطح المرشح أو بلاطات خرسانية مثقبة يثبت عليها فوانى من البلاستيك موزعة توزيعاً منتظماً (ويلزم إستخدام مادة مروبة قبل دخول المياه للمرشحات) شكل (٢-25). ويستخدم هذا النوع من المرشحات لترشيح المياه بعد المروقات حيث تتراوح درجة العكارة من ١ الى ٥ وحدة عكارة نفلومترية NTU .



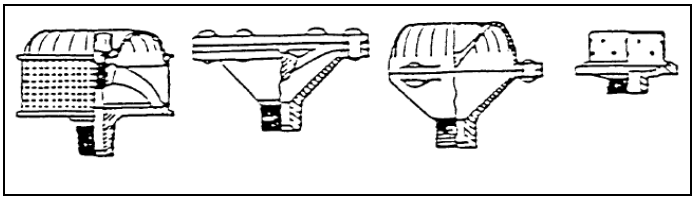
شكل (٢-25) المرشحات الرملية السريعة (مواسير تصريف لتجميع المياه المرشحة)



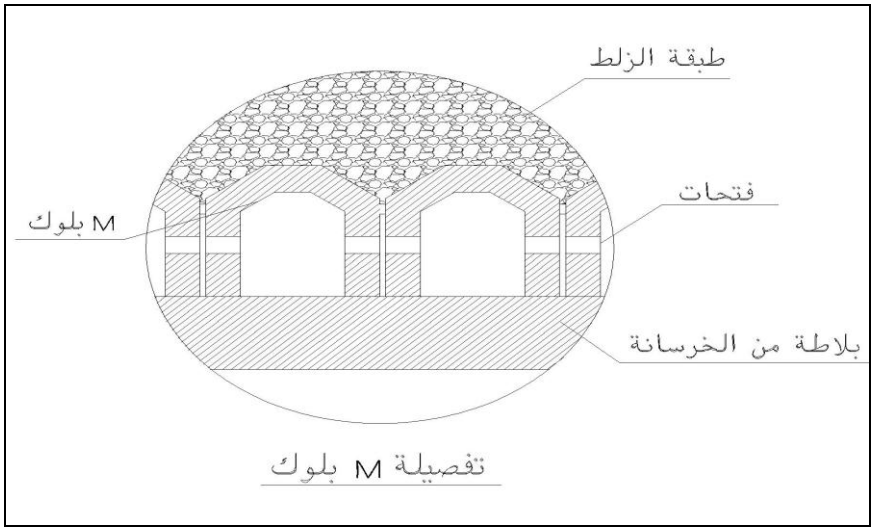
شكل (٢-26) المرشحات الرملية السريعة (فوانى مركبة على بلاطة خرسانية لتجميع المياه المرشحة)



شكل (٢-27) المرشحات الرملية السريعة (مرشح اثناء الغسيل)



شكل (٢-28) بعض أشكال الفوانى التى تركب بالمرشحات الرملية السريعة

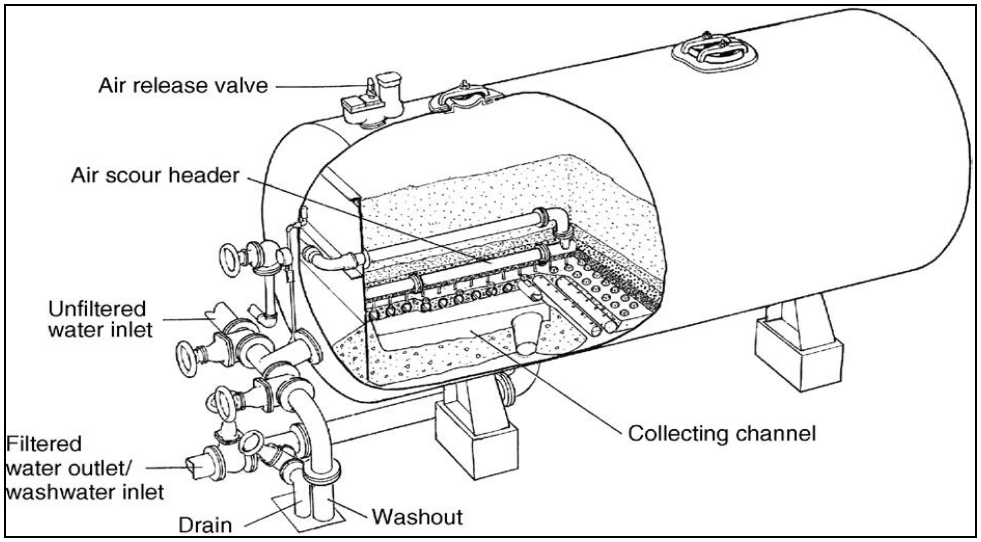


شكل (٢-29) شكل ال (m بلوك) التى تركب بالمرشحات الرملية السريعة

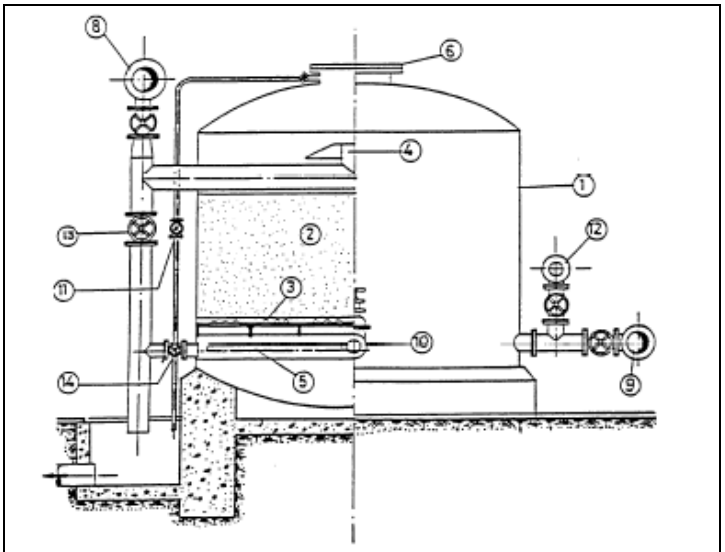
٢-٧-٢-٣- مرشحات الضغط (Pressure Filters)

مكونات الوحدة:

يتكون هذا المرشح مثل المرشح السريع من الرمل والزلط وشبكة المواسير السفلى ويختلف فى إنه يوجد بداخل اسطوانة مقفلة من ماده غير قابلة للصدا (مثل الحديد المجلفن أو الفايبر جلاس)، وان المياه ترشح تحت ضغط يتجاوز ٢جوى، ويمتاز بصغر حجمه واحتياجاته لمساحة أقل من المرشح السريع ويستخدم فى المحطات النقالى compact units وحمامات السباحة. الأشكال (٢-30، 31، 32). وتكون المرشحات إما رأسية أو أفقية من حيث محور الهيكل الإسطوانى للمرشح، إلا أن سريان المياه فى كلا الحالتين يكون رأسياً من أعلى إلى أسفل، ويتم غسيله فى إتجاه عكس إتجاه الترشيح.

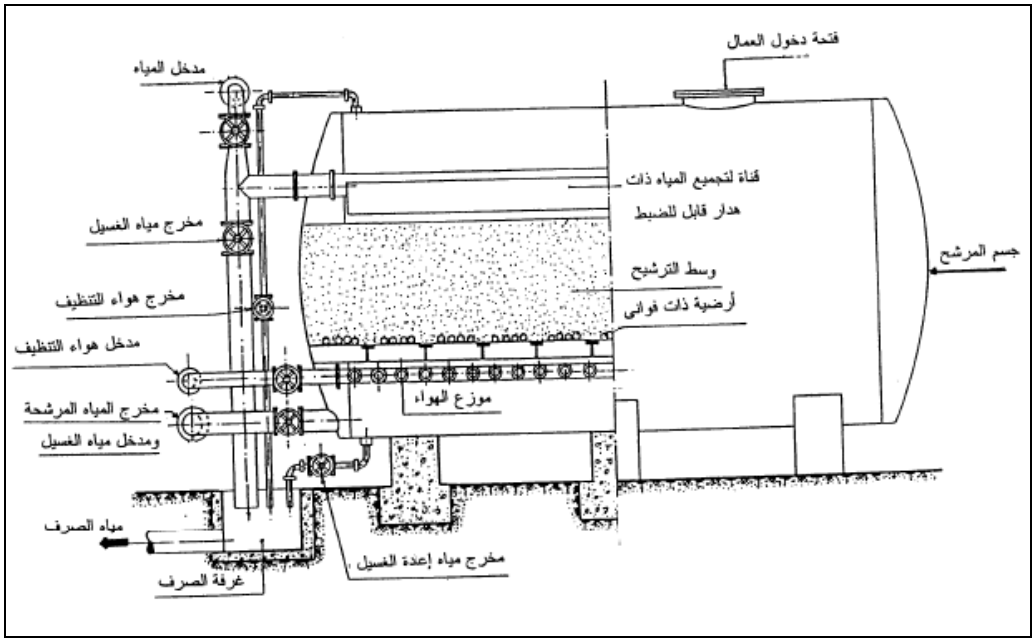


شكل (٢-30) تفاصيل مرشح ضغط افقى



١	جسم المرشح	٨	مدخل المياه
٢	وسط الترشيح	٩	مخرج المياه المرشحة
٣	أرضية ذات فواتى	١٠	مدخل هواء التنظيف
٤	غرفة التغذية	١١	مخرج هواء التنظيف
٥	موزع الهواء	١٢	مدخل مياه الغسيل
٦	فتحة دخول العمال	١٣	مخرج مياه الغسيل
٧	غرفة الصرف	١٤	مياه إعادة الغسيل

شكل (٢-31) تفاصيل مرشح ضغط رأسى



شكل (٢-32) تفاصيل مرشح ضغط أفقى

٢-٧-٣- أسس التصميم للمرشحات

٢-٧-٣-١- مرشحات الرمل البطيئة

يتكون المرشح من حوض كبير من الطوب أو الخرسانة ويحتوى على طبقة من الرمل تحتها طبقة من الزلط المتدرج الأحجام ويوجد تحت الزلط شبكة من المواسير المثقبة ممتدة على أرضية المرشح، يستخدم لترشيح المياه ذات العكارة البسيطة التى لا تزيد عن ٢٠وحدة عكارة نفلومترية NTU ويزيل ٩٠% منها، يفضل استعماله فى المدن الصغيرة لاحتياجه الى مساحات كبيرة نسبياً.

- معدل الترشيح : ٥ – ٨ م^3/م^2/يوم
- مساحة الترشيح : ١٠٠٠ – ٢٥٠٠ متر مربع

- أسفل المرشح : البلوكات الفخارية ذات الفراغات أو المواسير الاسمنتية المثقبة أو البلاستيك المثقبة (مع مراعاة ألا تزيد سرعة المياه داخلها عن ٠.٦ م/ث).
- فترة الترشيح : شهر الى شهرين.
- منظم الترشيح : غير ضرورى ويكتفى بضبط هدار الخروج يدوياً للتحكم فى الترشيح.
- مواصفات الرمل : حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفلة وغير هش.

- المقاس الفعال ٠.٢٥ إلى ٠.٣٥ مم.
- معامل الانتظام ١.٧ إلى ٢.٠٠ .
- الثقل النوعى ٢.٥٥ إلى ٢.٦٥ .
- الإذابة فى حامض ايدروكلوريك لا يتعدى ٣%.
- قطر حبيبة الرمل لا يتعدى ٢مم.

- مواصفات الزلط :

- يكون كروى الشكل قوى منتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة.
- قطر الحبيبات يتراوح بين ٣مم ، ٦٠مم يفرد على أربعة طبقات بطريقة الأكبر أسفل والأصغر يكون أعلى.

- تنظيف المرشح :

يتم تنظيف المرشح يدوياً أو ميكانيكيا من خلال كشط ٥ سم من الطبقة العليا للرمل كل مرة في فتره من ٦-٨ شهور حتى يصل سمك طبقة الرمل الى ٤٠ سم، على ان يتم تغيير طبقة الرمل بالكامل عند نقص سمكها عن الحد الأدنى للسمك المطلوب

يتم غسيل طبقة الرمل التى ازيلت فى ماكينات خاصة ويمكن إعادة استعماله بفرده أعلى سطح المرشح.

يلزم تنظيف المرشح بأزالة الطبقة السطحية من الرمال إذا وصل الفاقد الى قيمة ٩٠ % من عمق طبقة المياة فوق الرمل.

يتم تنظيف المرشحات على التوالى مع مراعاة أن يكون عدد المرشحات العاملة تحقق أسس التصميم المطلوبة بأعتبار مرشح واحد خارج الخدمة – لا يقل عدد المرشحات عن ٢ .

٢-٧-٣-٢- مرشحات الرمل السريعة

يتكون المرشح من حوض خرسانى يحتوى على طبقة من الرمل ذا حجم خاص وتحته طبقة من الزلط المتدرج الأحجام ويوجد تحت الزلط شبكة من المواسير المثقبة الموزعة توزيعاً منتظماً فى جميع نقط المرشح، أو بلاطات خرسانية مثقبة مثبت عليها مصافى (فوانى) من البلاستيك موزعة

توزيعاً منتظماً فى جميع نقط المرشح لكى تجمع المياه المرشحة فى حوض لتخزين المياه ، يستخدم فى ترشيح المياه السابق معالجتها بالمواد المجلطة (الشبة).

- معدل الترشيح : ١٤٠ – ٢٢٠ م٣ /م٢/يوم
- مساحة المرشح : ٤٠– ١٠٠ م٢
- أحياناً تستخدم طبقة واحدة من الرمل بسمك ١.٠٠ – ١.٢ متر فى حالة استعمال المصافى (الفوانى).
- أسفل المرشح: البلوكات الفخارية ذات الفراغات أو المواسير الأسمنتية المثقبة أو البلاستيك المثقبة (مع مراعاة ألا تزيد سرعة المياه داخلها عن ٠,٦ م/ث)
- منظم الترشيح : ضرورى
- فترة الترشيح : ١٢ – ٣٦ ساعة مع مراعاه اقصي فاقد ضغط خلال المرشح المسموح به طبقا لاجهزه تنظيم التصرف

- يتم غسيل الرمل بتمرير ودفع مياه مرشحة فى اتجاه عكسى لاتجاه الترشيح بعد تفكيك طبقة الرمل إما بالهواء المضغوط او بخلط الهواء مع الماء .

  - معدل مياه الغسيل = ٢٠ – ٣٠ م٣/م٢/س
  - معدل هواء الغسيل = ٥٥ – ٧٥ م٣/م٢/س
  - سرعة المياه بمواسير الدخول = ٠,٥ – ٠,٧٥ م/ث بمتوسط ٠,٦ م/ث
  - سرعة المياه بمواسير المياه المرشحة = ٠,٦ – ١,٥ م/ث بمتوسط ١ م/ث
  - سرعة المياه بمواسير الغسيل = ١,٥ – ٣ م/ث (للعمومى) بمتوسط ٢ م/ث
  - سرعة المياه بمواسير الغسيل = ٢,٠٠ – ٣,٥ م/ث (للفرعى) بمتوسط ٢,٥ م/ث

- نظام التصريف التحتى يتكون من البلوكات الخرسانية حرف M أو N ذات الفراغات الجانبية او المواسير المثقبة الأسمنتية او البلاستيك أو البلاطات الخرسانية المثقبة عليها المصافى.

- يجب عمل غسيل عكسي للمرشحات كلما زاد فاقد الضغط بداخل المرشح عن قيمة ٩٠ % من طبقة الرمل.

- قد يضاف أحياناً طبقة عليا من فحم الانثراسيت فوق الرمل لتحسين نوعية المياة الخارجة

- مواصفات الرمل : حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفة وغير هش.
  - المقاس الفعال ٠.٦ إلى ١.٥ مم.
  - معامل الانتظام : ١.٣٥ – ١.٥٠
  - الثقل النوعى : ٢.٥٥ – ٢.٦٥
  - الإذابة فى حامض ايدروكلوريك لا يتعدى ٣.٥ %
  - نسبة التآكل بالاحتكاك لا تتعدى ٣ %
  - قطر حبيبة الرمل لا يتعدى ٢ مم

-مواصفات الزلط : يكون كروى الشكل قوى منتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة.
- حجم الحبيبات يتراوح بين ٥- ٦ مم علي طبقة واحده من ٣٠ الي ٥٠ سم .

-مواصفات نظام التصريف التحتى :

يتكون من :

أ – المواسير المثقبة

و تكون

- مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.
- الثقوب منتظمة فى القطر والزاوية.
- قطر الثقب يتراوح بين ٧.٥ – ٢٠ مم فى شكل متعرج لأسفل على زاوية ٣٠° مع الراسم السفلى لها.
- أطوال المواسير ٦٠ ضعف القطر.
- المسافات بين المواسير لا تقل عن ٣٠ سم.

ب – المصافى (الفوانى)

و تكون

- مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.
- نسبة فتحات المثقبة المصافى : مساحة المرشح الفعال تساوي ٠.٢ – ١.٥ %

٢-٧-٣-٣- مرشحات الضغط

- يستخدم فى ترشيح المياه السابق معالجتها بالمواد المجلطة.
- معدل الترشيح = ١٨٠ – ٤٠٠ م^{٣}/م^{٢}/يوم
- قطر المرشح = ٠,٥ – ٣,٦ م
- طول المرشح = ١ – ٧,٥ م
- قد يضاف أحياناً طبقة عليا من فحم الانثراسيت فوق الرمل لتحسين نوعية المياة الخارجة.
- نظام التصريف أسفل المرشحات يكون من المواسير المثقبة أو المثبت عليها مصافى (فوانى) أو من البلاطات المثبت عليها مصافى
- فترة الترشيح من ١٢ – ٣٦ ساعة
- المقاس الفعال للرمل ٠,٧ إلى ١,٣٥ مم
- مواصفات الرمل حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفلة وغير هش
- مواصفات الزلط مماثلة لزلط المرشحات السريعة
- معدل مياه الغسيل ٢٠ – ٣٠ م^{٣}/م^{٢}/س
- معدل هواء الغسيل = ٥٥ – ٧٥ م^{٣}/م^{٢}/س

٢-٧-٤- مضخات غسيل المرشحات

- يحدد تصرف المضخة طبقاً لمعدل الغسيل الذى يتم اختياره والذى يتراوح بين ٢٠– ٣٠ م^{٣}/م^{٢}/س لمرشحات الرمل السريع ولمرشحات الضغط وطبقاً لنوعية ونظام تشغيل أى منها مضروباً فى مسطح الرمل داخل المرشح.
- يحدد الرفع الديناميكى للمضخة بحساب الرفع الاستاتيكى الكلى بين أدنى منسوب للمياه فى الخزان الأرضى أسفل المرشحات ومنسوب المياه فوق الهدار فى قناة الغسيل (أو ماسورة الفائض فى مرشحات الضغط) مضافاً إليه فواقد السحب والطرد والسرعة خلال

مواسير التوزيع وكذلك داخل المواسير المستعرضة (Laterals) أو الفوانى (Nozzles)وفواقد المرور داخل الوسط الترشيحى.

- يراعى عن حساب عدد المرشحات العاملة المطلوبة للمحطة زيادتها بمقدار مرشح فى الغسيل وآخر فى الصيانة للمحطات الصغيرة وهى التى لا يتجاوز عدد المرشحات العاملة بها عن ١٠. أما فى المحطات الكبيرة فيتم حساب عدد المرشحات العاملة المطلوبة للمحطة بزيادتها بمقدار ٢ مرشح فى الغسيل و ٢ مرشح فى الصيانة.

حساب فاقد الضاغط للمرشحات

يتم حساب فرق الضغط في المرشحات النظيفة (قبل الاستعمال او بعد الغسيل العكسي) بمعادلة كوزني في حالة المرشح ذو الطبقة الواحدة ومعادلة فير وهانتش في حالة المرشحات متعددة الطبقات.

٢-٧-٥- منظومة الهواء المضغوط

يستعمل الهواء المضغوط فى محطات تنقية مياه الشرب فى احد مراحل غسيل المرشحات والتى تتطلب ان يكون معدل استخدام الهواء المضغوط من ٥٥ إلى ٧٥ م^{٣}/م^{٢}/ ساعة وبضغط يتراوح بين ٠,٣ كجم/سم٢ إلى ٠,٥ كجم/سم^{٢} وبسرعة من ١٠ – ٢٥ م/ث فى مواسير دخول هواء الغسيل للمرشح.

مكونات منظومة الهواء

تتكون منظومة الهواء فى محطات تنقية مياه الشرب من ضواغط الهواء Compressors ومعها خزانات تجميع هواء، وفى الأنظمة الحديثة تستخدم نافخات (Blowers) بدون خزانات ومواسير الهواء.

التصرف و الضاغط المطلوب

يرجع الي اعمال التصميم الميكانيكي بهذا الكود

٢-٧-٦- الكربون المنشط

يضاف أحياناً إلي المياه العكرة المطلوب تنقيتها – خصوصاً فى حالات ظهور الطعم والرائحة نتيجة لوجود كثافة عالية من الطحالب أو المواد الطافية على سطح المصدر المائى – وهو إسلوب فعال الى درجة كبيرة للتخلص من الطعم والرائحة.

٢-٧-٦-١- الإستخدامات

يستخدم للحصول على مياه عالية الجودة خصوصاً فى حالات وجود مواد عضوية بالمياه الخام او فى حالات الطوارئ نتيجة لإلقاء مخلفات صناعية أو مواد بترولية فى المصدر المائى تسبب تغيير ظاهر فى الطعم والرائحة.

٢-٧-٦-٢- أسلوب الإضافة

يضاف الكربون المنشط لإزالة الطعم والرائحة إما على هيئة بودرة وذلك فى المحطات حتى سعة ٢٥٠٠م^3/يوم قبل عمليات الترويب أو فى القلاب السريع الخاص بالمروق أو فى الموزع وذلك بجرعات حسب كثافة ونوع الملوثات وتتراوح بين ٨ – ٢٥ جزء فى المليون (جم/م^3)، ومقاس الحبيبات تكون من ٠,٣ – ٠,٧ مم ويضاف عن طريق أجهزة مماثلة لإضافة الجير إما بالوزن أو بالحجم.

كما أنه توجد وسيلة أخرى لإضافة الكربون المنشط وذلك بإنشاء مرشحات كربونية تعمل بالجاذبية أو الضغط يكون الوسط الترشيحى بالكامل من حبيبات الكربون المنشط أو يكون الوسط الترشيحى رمل + طبقة من الكربون بسمك ١٠ – ٢٥ سم فوق طبقة الرمل، ويكون حجم الحبيبات ٠,٨ – ٢,٢ مم وعمره الافتراضى من ٢ – ٣ سنوات، ويراعى فى التصميم ألا يفقد أثناء عمليات غسيل المرشحات بالماء أو بالهواء أو بهما معاً و يعاد تنشيطه بعد العمر الافتراضي له .

٢-٨- التطهير بالكلور

٢-٨-١- الغرض من عملية الكلورة

القضاء على الطحالب و الكائنات الحية الدقيقة الضارة المسببة للأمراض مثل البكتريا والميكروبات العادية وذات الحويصلات (Shells) بجرعات محدده فى مراحل معينة من عملية التنقية بحيث لا تسبب أى أضرار بصحة الانسان أو الحيوان وبدون إحداث تغييراً فى طعم ولون ورائحة المياه، ويعتبر الكلور أسهل وأرخص وأعم المواد المستخدمة فى التطهير فى جميع محطات تنقية مياه الشرب.

٢-٨-٢- أسس التصميم

يتم حساب جرعة الكلور المطلوب إضافتها للمياه فى مراحله الثلاثة كالآتى:

أ- الكلور المبدئى

يحدد احتياج المياه العكرة من الكلور Chlorine Demand حسب كميات الطحالب والبكتريا والمواد العالقة الموجودة بالمياه ويضاف غالبا فى خط الطرد الرئيسى من محطة طلمبات المياه العكرة وقبل عملية الترويق بوقت كاف لا يقل عن ٣٠ ثانية – ٦٠ ثانية . وتقدر كمية الكلور المضافة بما يضمن وجود كلور متبقى وبحيث لايزيد تركيزة عن ٠,١ جزء فى المليون.

ب- الكلور المتوسط

ويضاف الى المياه المروقة بعد خروجها من المروق إذا ثبت بالتحليل الكيميائى أن الكلور المتبقى بها معدوم وبحيث لا تحتوى المياه الداخلة الى المرشحات على أكثر من ٠,١ جزء فى المليون.

ت- الكلور النهائى

يضاف إلى المياه الخارجة من المرشحات الى الخزانات الارضية (خزانات التلامس) و يجب تزويد المحطة بمهمات تكفى لأضافة جرعة للمياة تصل الى ١٠مجم/لتر بخلاف الأحتياطى وان يكون

حجم خزانات التلامس (الخزانات الأرضية) بحيث تكفى لتوفر مدة مكث لاتقل عن ٣٠ دقيقة، وتحدد الجرعة الفعليه المناسبة لكمية الكلور المطلوب اضافتها أثناء تشغيل المحطة بعد إجراء تجربة احتياجات الكلور لمدة نصف ساعة Chlorine Demand بحيث لا يقل الكلور المتبقى عن ٠,٢٠ جزء فى المليون بعد مدة تلامس لاتقل عن ٢٠ – ٣٠ دقيقة على أن تضاف نسبة إضافيه كتأمين لمجابهة التلوث – طبقا لمتطلبات وزارة الصحة – الذى قد يوجد فى شبكة المياه ويمكن إضافة نسبة أخرى فى الشبكة لتعويض النقص فى الكلور المتبقى وفى جميع الأحوال يجب مراعاة تشغيليا الا يزيد الكلور المتبقى فى المياة المنتجة والخارجة للأستهلاك عن ٥ مجم/لتر أو متطلبات وزارة الصحة – اذا وجدت.

٢-٨-٣- مفهوم مصطلح الـ (CT)

الـ CT هو عبارة عن حاصل ضرب كل من تركيز الكلور المتبقى فى المياه مع وقت التلامس للكلور مع المياه فى الخزانات الأرضية، وهذا المفهوم يستخدم كمؤشر لتحديد مستوى القضاء على كائنات ضارة بعينها (مثلا الجيارديا) وهذا المفهوم يتيح وضع أسس ثابتة لتقييم عمليات التطهير بإستخدام أنواع مختلفة من المواد المطهرة وتحت ظروف هيدروليكية مختلفة وعلى المشغل تحديد التركيزات ومدد المكث التشغيلية الملائمة والمطلوبة للمتطلبات الصحية.

ويتوقف هذا المعامل (CT) على درجة حرارة الماء والأس الهيدروجيني pH وكمية الكلور المتبقى ودرجة الأزالة المرجوه للكائنات الدقيقة وفى معظم الاوقات يمكن اعتبار أن درجة حرارة الماء تتراوح ما بين ١٥– ٢٠ درجة مئوية وبأن تركيز الكلور المتبقى بالماء لايقل عن ١,٥ مجم /لتر.

$$CT = \text{Concentration of Chlorine} \times \text{Time of Contact}$$

ويلزم ان يقوم القائمون على تشغيل المحطات بحساب قيمة ال CT المناسب على ضوء الملوثات البيولوجية المطلوب التخلص منها ويتبع فى ذلك مايلى:

١– تحديد قيمة ال CT المطلوب للقضاء على الملوثات المستهدفة.
٢– بناء على ال CT المحددة يتم تحديد جرعة المادة المطهرة المطلوبة مع ثبات مدة المكث.

٢-٨-٤- أجهزة ومعدات إضافة الكلور

تتكون وحدة الكلور من الأجهزة والمعدات الأتية:

- أجهزة ومعدات حقن محلول الكلور
- أجهزة حقن الكلور الغاز
- اسطوانات الكلور.
- الحاقن (Ejectors).
- مضخات الحقن.
- أجهزة الحقن فى المواسير أوالخزانات.

أ- أجهزة ومعدات حقن محلول الكلور

ويستخدم هذا النظام فى محطات المياه المدمجة الصغيرة ذات السعة التى لا تتجاوز ١٠٠م^3/ساعة وتتكون من:

- أحواض تحضير المحلول.
- مضخات الحقن من النوع المعيارى Metering Pumps.
- مواسير التوصيل من أحواض المحلول حتى أماكن الحقن.

أحواض تحضير المحلول

هى عبارة عن عدد من أحواض تحضير محلول الكلور سواء هيبوكلوريت الكالسيوم أو هيبو كلوريت الصوديوم. ويتم تحضير المحلول بخلط البودره بدرجة تركيز ٣٠ – ٦٠ % فى حالة هيبوكلوريت الكالسيوم او الصوديوم أو بخلط محلول الكلور بدرجة تركيز من ٠,١ – ١ % فى حالة هيبوكلوريت الصوديوم ويتم خلطها بالمياه للحصول على المحلول المخفف المناسب لحقنه فى الوحدة.

وتكون سعة الأحواض بحيث تكفى تشغيل محطة تنقية المياه فترة لا تقل عن ٢٤ ساعة مع مراعاة ظروف الصيانة والأعطال المفاجئة وتكون هذه الأحواض مصنوعة من مادة الالياف الزجاجية GRP أو الكاوتش أو البروبالين أو أى مادة أخرى لا تتأثر أو تتأكسد بالكلور.

مضخات الحقن

وهى نوعان، أما مضخات ذات كباس (Plunger) بورسلين أو بولى إيثيلين، أو مضخات تعمل بواسطة الغشاء الكاوتش (Diaphragm) وكلاهما له عداد قياس على مواسير الطرد بحيث يحدد كمية المحلول المنصرفه من المضخة فى زمن محدد (عادة لتر/ساعة).

مواسير التوصيل

تكون من البلاستيك uPVC أو بولى إيثيلين HDPE أو مايماثلها وتكون كاملة بالصمامات والقطع الخاصة من نفس نوعية المواسير، ويراعى أن تتحمل ضغوط لا تقل عن ٦ بار، وأن يكون أسلوب الحقن سواء فى المواسير أو فى الخزانات مطابقاً لما سيرد وصفه فيما بعد.

ب- أجهزة إضافة الكلور الغاز

وهى نوعان، نوع بالضغط Pressure Type، ونوع بالتفريغ Vaccum Type، ويستخدم حالياً النوع الثانى نظراً للأمان الكامل فى استخداماته حيث أنه يقوم بسحب هواء من الجو فى حالة وجود أى شرخ أو عيوب فى الجهاز، وبالتالى لا يسبب حدوث أى تسرب داخل حجرات الأجهزة، ويحدد تصرف الجهاز بالجرام أو بالكيلو جرام فى الساعة. ويراعى فى اختيار تصرف الجهاز أن يكفى لأقصى جرعة مطلوبه سواء للنهائى أو المبدئى +٢٥% احتياطى. كما يراعى توصيل مواسير فائض الجهاز خارج حجرة الكلور وفى منسوب لا يؤثر على العاملين بالمحطة.

ج- إسطوانات الكلور

وهى أوعية من الصلب عالى الجودة ذات سعات مختلفة ٥٠ – ٢٠٠ – ٥٠٠ –١٠٠٠ كيلو جرام، وتتحمل الأسطوانة ضغط اختبار بالهواء لا يقل عن ٢٥ بار وضغط اختبار بالماء لا يقل عن ٤٥ بار مع مراعاة عدم وجود لحامات فى مناطق اتصال جدران الأسطوانة سعة ٥٠ كجم بقاعها وتحدد كمية غاز الكلور التى يمكن سحبها من الأسطوانة حسب سعة الأسطوانة ودرجة حرارة الجو، وفى حالة عدم كفاية إسطوانة واحدة لكمية الكلور المطلوبة يمكن توصيل أكثر من أسطوانة على التوازى، أو أستخدام المبخر حسب الجدول التالى:

سعة الأسطوانة (بالكيلوجرام)	٥٠	٥٠٠	١٠٠٠
أقصى كمية سحب آمنة (كجم/ساعة)	١	٨	١٠

وفى حالة إنخفاض درجات حرارة الجو عن ١٠ درجات مئوية يفضل تشغيل إسطوانة مناولة للتأكد من عدم تثليج الإسطوانات ويمنع بتاتاً تعرض الإسطوانات للهب مباشر أو تسخين للجدران ويمكن إستخدام حمامات الماء لإسطوانات المناولة فى حالة إنخفاض درجات حرارة الجو.

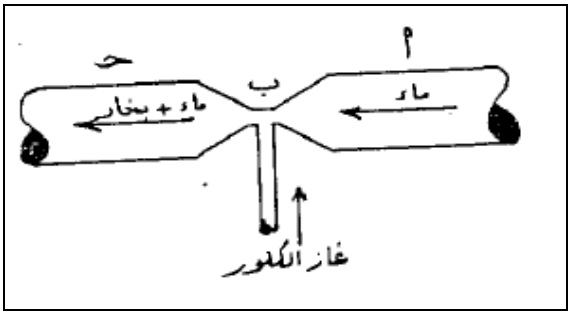
وتزود جميع الإسطوانات بمصهرات أمان سواء فى الصمامات أو فى قاع الإسطوانات، وهذه المصهرات تفتح تلقائياً عند أزدياد درجة الحرارة عن حد معين ويراعى اختبار الإسطوانات بمعرفة أحد مكاتب التفتيش المعتمدة دولياً مثل اللويدز بمعدل مرة كل سنتين على الأقل ولا يسمح بملئها بالغاز قبل الحصول على الشهادة الدالة على التفتيش والاختبارات التى يجب ان تجرى وهى:

- اختبار الضغط بالسائل
- اختبار الضغط بالهواء
- اختبار الانبعاج
- اختبار سمك الصاج للجدران أوالقاع
- اختبار سلامة الصمامات المركبة

وتستخدم المبخرات عندما تصل كمية الكلور المطلوب سحبها من الإسطوانة إلي ٧٥ كجم/ساعة وهو لتحويل الكلور من سائل الى غاز بواسطة غرفة تبخير داخل حمام مائى أو زيتى يسخن عن طريق سخان كهربائى مغمور، ويخرج الكلور الغاز إلي أجهزة الإضافة. وتزود المبخرات بمجموعة أجهزة تحكم ومبينات لمنسوب المياه ودرجة حرارتة أو درجة حرارة الغاز والضغوط وأجهزة قياس لتأمين التشغيل والملاحظة وكذا أجهزة إنذار لإنخفاض منسوب المياه وانخفاض درجة الحرارة وترموستات للتحكم فى درجة الحرارة وجهاز للحماية الكاثودية بالإضافة الى وصلات تغذية وتصافى المياه. والسعات المتاحة للمبخرات هى ٧٥، ١٢٠، ١٥٠ كجم/ساعة.

د- الحاقن

وهى عبارة عن جهاز مكون من اختناق مخروطى يسمح بسحب الغاز من المنطقة الضيقة كلما زادت سرعة المياه كما هو موضح بشكل (٢-33) وعند مرور المياه من أ إلي جـ يحدث تفريغ فى النقطة ب حيث يتم سحب الغاز. ولكل جهاز ذو سعة معينة تصميم خاص بالحاقن الخاص به حسب الشركات المختلفة المنتجة للأجهزة.



شكل (٢-33) الحاقن

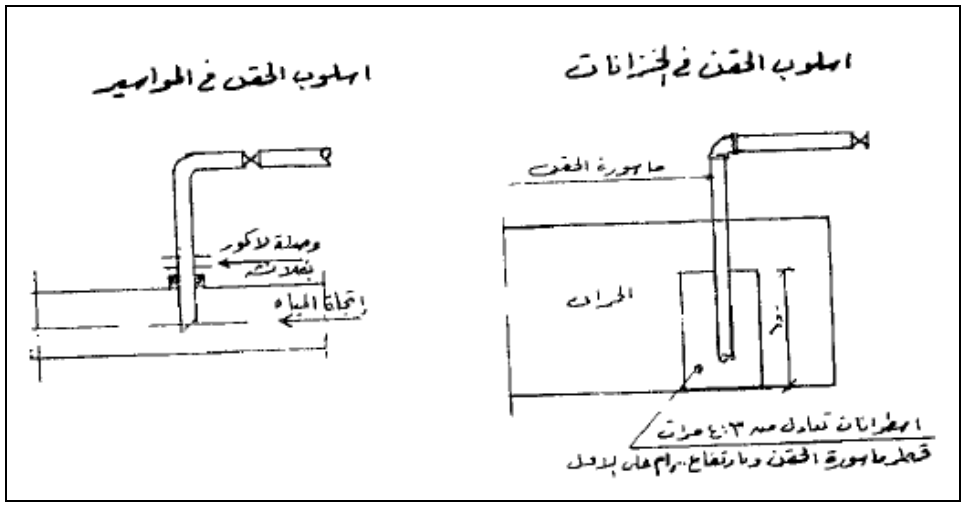
هـ- مضخات الحقن

وتستخدم عند إضافة (حقن) الكلور فى خطوط المواسير ويجب أن يكون ضغط المضخة = ضغط الخط +٢,٥ بار على الأقل حتى يسمح بحقن المحلول بسهولة داخل نقط الحقن. وتختلف المضخات حسب حجم الأجهزة المركبة عليها حسب الجدول الآتى:

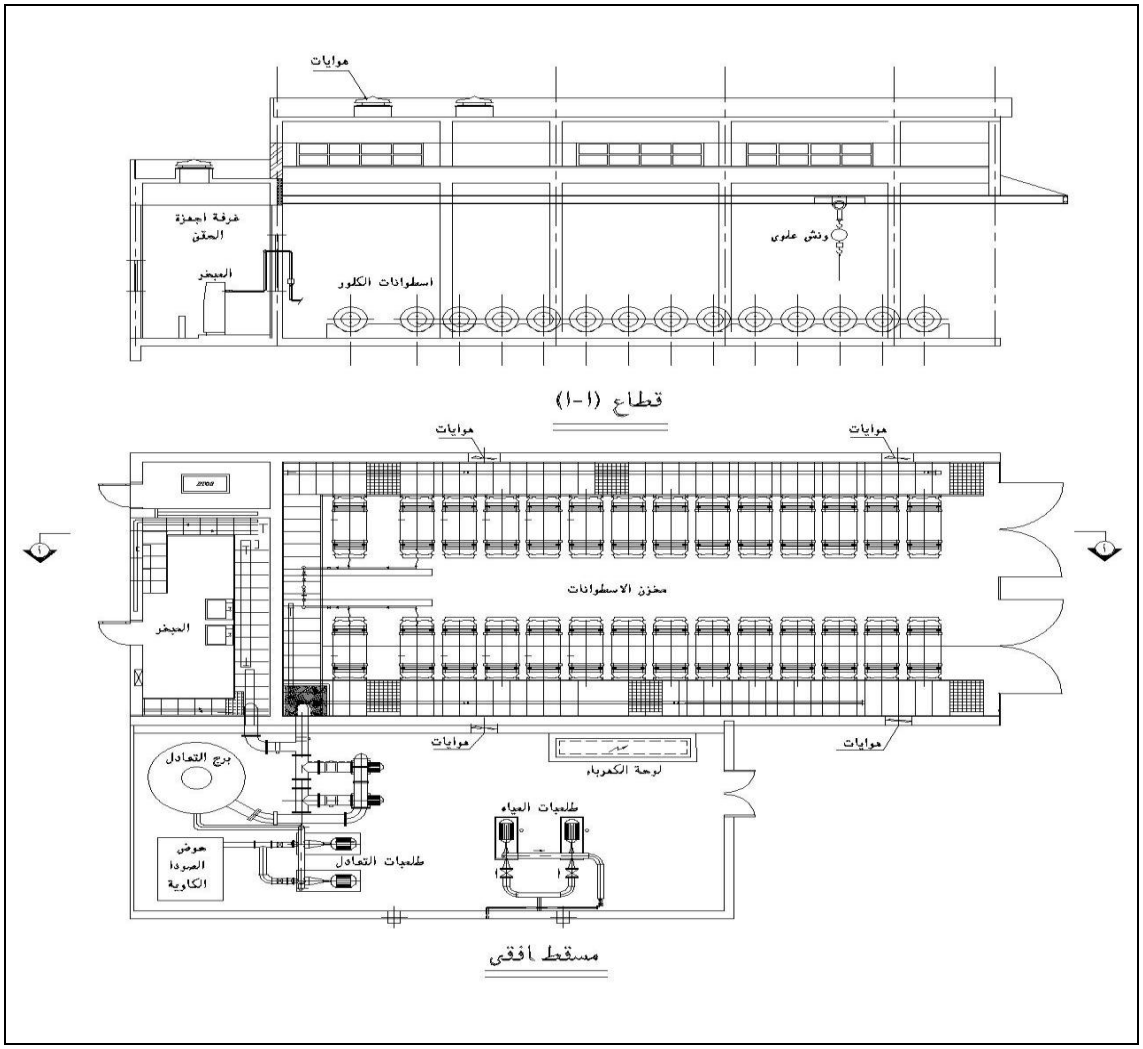
سعة جهاز الكلور	أدنى تصرف المضخة
١ كجم/ساعة	٠.٣ -٠.٥ م٣/ساعة
٢ كجم/ساعة	٠.٦ -٠.٨ م٣/ساعة
٥/٤ كجم/ساعة	١.٢ -١.٥ م٣/ساعة
١٠ كجم/ساعة	٣.٠٠ م٣/ساعة
٢٠ كجم/ساعة	٦.٠٠ م٣/ساعة
٥٠ كجم/ساعة	١٥.٠٠ م٣/ساعة
٧٥ كجم/ساعة	٢٢.٠٠ م٣/ساعة
١٠٠ كجم/ساعة	٣٠.٠٠ م٣/ساعة
١٢٠ كجم/ساعة	٣٥.٠٠ م٣/ساعة

و- أسلوب الحقن فى المواسير أو الخزانات

والشكل رقم (٢-34) يوضح هذا الأسلوب



شكل (٢-34) الحقن فى المواسير أوالخزانات



شكل (٢-35) عنبر إضافة الكلور

ي- مخازن الكلور

مخازن الكلور هى الأماكن التى يتم فيها حفظ أسطوانات الكلور بأمان كامل، ويكون التخزين بأسلوب سليم بحيث لا يؤثر ذلك على سلامة الأسطوانات ومنشآت المحطة والمواطنين.

إختيار موقع المخزن

هناك عدة شروط لاختيار موقع مخازن أسطوانات الكلور وهى:

- يجب أن يكون ملاصقاً لمبنى تشغيل الاسطوانات وأجهزة الإضافة.

- يجب أن يكون قريباً من أو على شارع رئيسى داخل المحطة لسهولة النقل والتداول.
- يجب أن يكون بعيداً عن مخازن الوقود والورش وأى مصدر مسبب للحرارة أو أنابيب قابلة للإشتعال كالاستيلين والأكسجين.
- يجب أن يكون بعيداُ عن المستعمرات السكنية والمبانى الإدارية وتجمعات العاملين.

مواصفات المخزن

- أن تكون مساحة وحجم المخزن مناسب لإستيعاب أسطوانات تكفى لتشغيل المحطة ١٢ يوم مستمرة.
- يجب تخزين الإسطوانات فى وضع يسهل الوصول إليها ويسهل تداولها وسرعة نقلها.
- يجب تخزين الحاويات فى وضع أفقى مع تجهيز مرتكزات دورانTurnnions لكل حاوية تمنع دحرجتها ويسهل دورانها حول محورها.
- يجب أن تخزن الحاويات على صفين أو أربعة صفوف متوازية تبعاً لحجم المحطة وعدد الحاويات المتداولة.
- يجب أن تكون المسافة بين محاور الحاويات ١٢٠سم والفراغ أمام وخلف الحاويات لا يقل عن ١,٥متر.
- المخزن له أرضية خرسانية وهيكل خرسانى قوى وسقف خرسانى جيد التهوية وله فاعلية لعزل أشعة الشمس المباشرة على الاسطوانات والحاويات بحيث لا ترتفع درجة حرارة الجو بداخله عن ٤٥° م.
- يكون ارتفاع سقف المخزن عن أرضية مخزن الحاويات لا يقل عن ٥,٥٠ متر.
- يجهز مخزن حاويات الكلور بونش كهربائى حمولته لا تقل عن ٢,٥ طن معلق على عارضة صلب حرف I مقاس ٣٠سم بإرتفاع عن أرضية المخزن لا يقل عن ٥,٠٠ متر وببروز ٢ متر خارج مدخل المخزن يسمح بتداول الحاويات من وإلى ظهر السيارات.
- إستخدام ونش لكل صف حاويات أو يستخدم ونش مع عارضة دائرية فوق صفين.
- فى حالة المخازن الصغيرة الغير مكشوفة يجب تزويدها بأجهزة تهوية ميكانيكية (شفاطات) بقدره كافية لتغيير هواء المخزن مرة كل ٤ دقائق على الأكثر ويكون طرد هذه الشفاطات موجه الى غرفة تعادل خلال علب توصيل (فتحات) سحبها قرب مستوى أرض المخزن.
- يجب تجهيز جميع مخازن الكلور بوسائل إنذار عند تسريب الكلور ووسائل لمكافحة الحريق (حنفيات مياه).

نظام الحماية ضد تسرب غاز الكلور

يتم تزويد مخازن إسطوانات الكلور بنظام الحماية ضد تسرب الغاز مع معالجة التسرب لضمان الأمن والأمان للعاملين بالموقع. ويتكون النظام من العناصر الآتية:

- نظام قياس تركيز الكلور فى المخزن على أساس إعطاء إنذار عندما يصل تركيز الكلور إلى ٠,٣ جزء فى المليون فى هواء المخزن، وتشغيل نظام الحماية كاملاً عندما يصل التركيز الى أكبر من ٠,٥ جزء فى المليون ويتم ذلك عن طريق حساسات (Sensors) توضع بالمخزن كما توضع أيضاً فى حجرة أجهزة الكلور الملحقة بالمخزن.
- نظام الحماية (برج التعادل) ويشمل:

  – ضخ محلول صودا كاوية تركيز لا يقل عن ١٠% بواسطة مضخات خاصة تتحمل درجة تركيز الصودا الكاوية حتى ٢٥% ويتساقط المحلول من أعلى برج التعادل عن طريق مواسيربلاستيك uPVC أو ما يماثلها بها ثقوب جانبية على هيئة دش.
  – شفاطات هواء تركب داخل المخزن تسحب الهواء الملوث وتوجهه إلى برج التعادل ليقابل دش الصودا الكاوية ويتفاعل معه.

- مراوح التهوية

  – وتركب مجموعتان أحدهما شفط فى منسوب (٠,٥ – ٠,٧ متر) من سطح الأرض وأخرى طاردة على منسوب ١,٠٠متر) من السقف للتعامل مع التسربات الخفيفة للغاز سواء داخل المخزن أو داخل حجرات الأجهزة.

- أجهزة حماية خاصة (أقنعة) مزودة بمرشحات الكربون، وكذا أقنعة لتغطى الوجه بالكامل للعاملين مزودة بأسطوانات الهواء المضغوط للتعامل مع أجهزة الكلور أو الأسطوانات الموجود بالمخزن فى حالات الطوارئ.

ملحوظة

يراعى أن تكون جميع منشآت الكلور سواء داخل المخزن أو حجرة الأجهزة مدهونة بدهانات مضادة للأحماض وأن تكون براويز الشبابيك العلوية من الخشب أو الألومنيوم يسهل فتحها من أسفل فى حالات الطوارئ.

٢-٨-٥- التطهير بإستخدام الاوزون

يمكن إجراء عمليات الأكسدة للمواد العضوية والمحتوى الكيميائى للمياه، وكذا تطهير المياه من البكتريا والفيروسات بإستخدام الأوزون (O_3) بدلاً من الكلور.

وهو غاز أقوى من الكلور له قدرة كبيرة على عمليات الأكسدة والتطهير والتخلص من البكتريا والطحالب والحديد والمنجنيز فى حدود النسب الصغيرة (حتى ٠,٧ جزء فى المليون)، وله قدرة فعالة فى التخلص من الفيروسات التى لا يؤثر فيها الكلور.

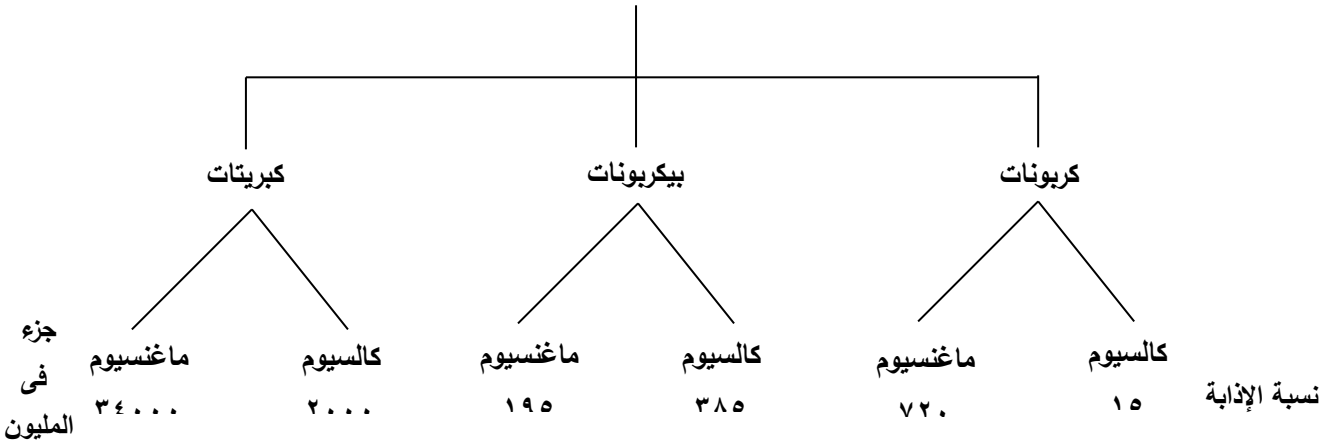
وأحد مزاياه العديدة كذلك أنه يستخرج من الهواء الجوى بعد تجفيفه من الرطوبة، كما يمكن إنتاجه من الأكسجين مباشرة وأحد الأسباب الرئيسية لعدم إنتشار تشغيله فى محطات المياه أنه لا يعطى متبقى ثابت فى المياه، إذ يتحول مباشرة إلى أكسجين ذائب فى المياه، لذلك لا بد من إضافة الكلور بعده للتأكد من وجود متبقى فى المياه ليعمل كحماية لأى تلوث محتمل فى الشبكات وفى حالات الطوارئ بالخزانات.

٢-٩- معالجة المياه الجوفية

يتم معالجة المياه الجوفية إذا كانت بها مكونات تحول دون استخدامها مباشرة وفى هذه الحالة يعتمد اسلوب المعالجة على نوعية وكميات الأملاح الموجودة بها ، وذلك حسب البيان الآتى :

تحليل المياه الجوفية

فى حدود المواصفات القياسية لمياه الشرب	**بها أملاح تسبب عسر**	**فى حدود المواصفات القياسية لمياه الشرب**



ملحوظة :

- العسر الناتج من الكربونات او البيكربونات يسمى عسر مؤقت ويمكن إزالته بالتسخين.
- العسر الناتج من الكبريتات يسمى عسر دائم

٢-٩-١- أسلوب التنقية

تحويل جميع الأملاح كيميائياً الى كربونات الكالسيوم المحدودة الذوبان فى الماء وبالتالى يمكن ترسيبها وترشيحها للتخلص من الرواسب وتتم عملية الترسيب بإحدى الطرق الآتية :

أ - بإستخدام الجير فقط فى حالة تواجد أملاح البيكربونات.

ب - بإستخدام كربونات الصوديوم فى حالة تواجد أملاح كبريتات الكالسيوم.

٢-٩-٢- آبار المياه الجوفية

يتم تحديد الانتاج الأمن للبئر دون التأثير على منسوب المياه الجوفية أو على نوعية وخواص المياه المنتجة عن طريق دق عدد من الآبار الاختبارية باعماق وأقطار مناسبة سوف يأتى ذكرها فيما بعد عند التعرض الى عناصر واسس تصميم الآبار وتحديد تصرفها الآمن.

أ – مكونات البئر

يتكون البئر من العناصر الرئيسية

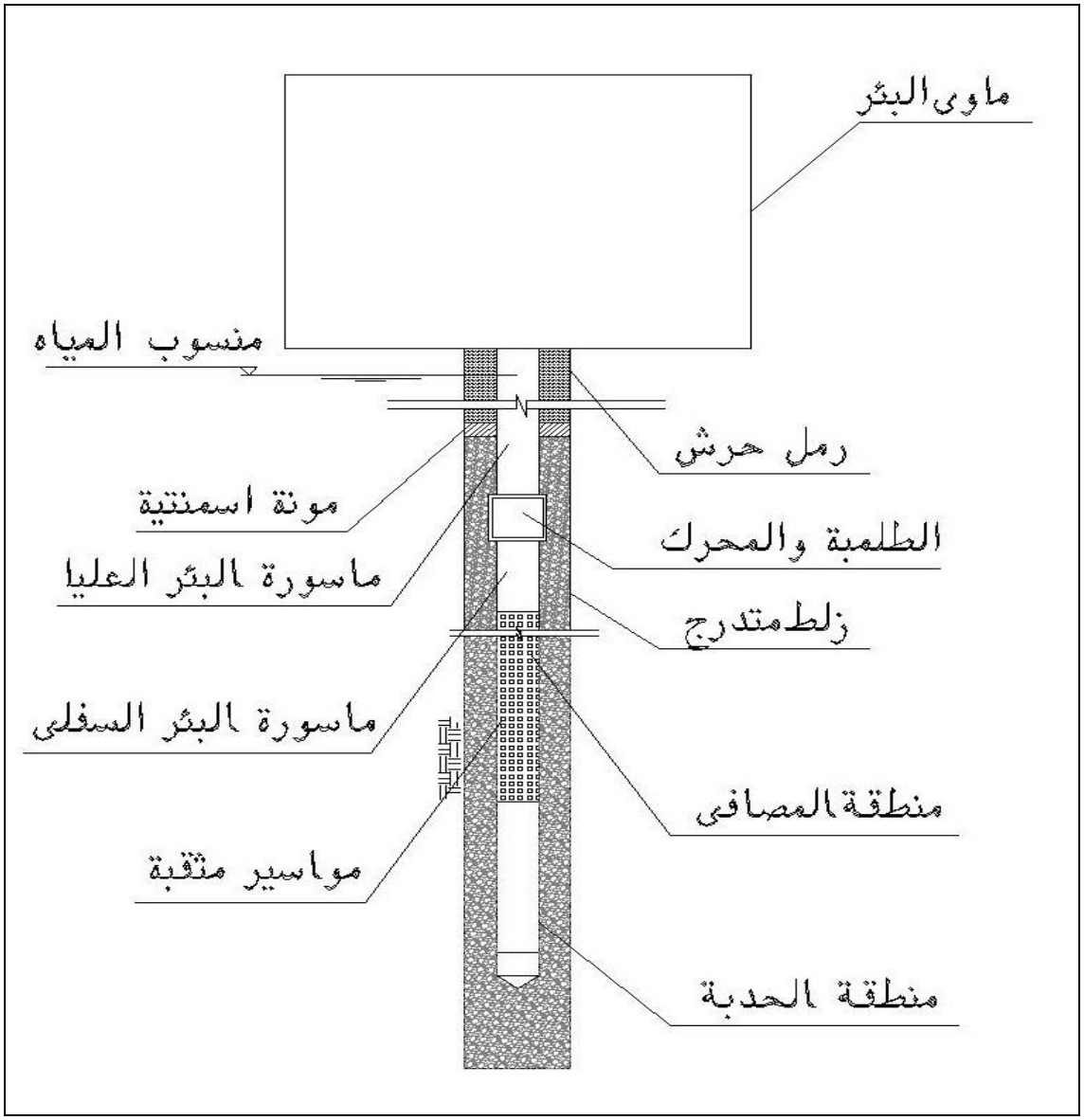
١ – مأوى البئر وهو الموقع المخصص فوق فتحة البئر وينشأ حوله حجرة بمقاسات مناسبة لوضع معدات البئر الانتاجى بداخله وتشمل اللوحة الكهربائية الخاصة بتشغيل الطلمبة شالمة الكابلات ومفاتيح التشغيل ووسائل الأمان الكهربائية وكذلك المحابس وأجهزة قياس التصرف والضغط وخلافه.

٢ – ماسورة البئر العليا وداخلها يتم تركيب طلمبة البئر – وهى عبارة عن ماسورة من الصلب بقطر يتناسب مع مقاس الطلمبة المطلوب تركيبها وتكون مصمتة ويحدد طولها طبقاً للعمق المتوقع لإنخفاض المياه بالبئر عند السحب وتغلف هذه الماسورة من الخارج من سطح الأرض حتى عمق لا يقل عن ٢.٥ متر وبسمك يتراوح من ٥ سم الى ٣٠سم بالمونة فوق مخدة من الرمل الحرش مقاس من ١ إلى ٣ مم وبإرتفاع لا يقل عن ٢٠سم وباقى طول الماسورة يوضع حولها زلط متدرج مقاس من ٣ إلى ١٦ مم.

٣ – ماسورة البئر السفلى وتكون من الصلب بدون مشقبيات او مصافى وبقطر أقل من الماسورة العليا بحوالى ٨–١٢ سم – ويوضع حولها الزلط المتدرج كالسابق ذكره – ويحدد طولها حسب تصميم البئر ومنسوب المياه الجوفية.

٤ – منطقة المصافى وهى الجزء من ماسورة البئر وبنفس قطر ماسورة البئر السفلى وبكون بها ثقوب تسمح بالسحب من المباه من التربة المحيطة عند البئر وقد يركب عليها شبك إضافى ويتم تحديد طولها وعدد الثقوب وابعادها حسب التصميم والدراسات الهيدرولوجية للمنطقة.

٥ – منطقة الحربة وهى عبارة عن ماسورة مدببة على شكل حربة يتم ترسيب الرمال المتسربة مع المياه الى البئر فى نهايتها وتكون بطول لا يقل عن ٣ أمتار.



شكل (٢-36) مكونات البئر الجوفى

ب – طرق حفر الآبار

يتم إنشاء الآبار الانتاجية فى مصر بإحدى الطرق الآتية :

١ – طريقة الحفر اليدوية

– وتتلخص فى استخدام بريمة من الصلب يتم دفعها داخل طبقات الأرض يدوياً دون أستخدام أية معدات أو آلات ميكانيكة وتصلح لأنواع التربة الرملية أو الطينية– وتستخدم فى حالات الاقطار الصغيرة والمتوسطة حتى عمق ٦٠ متر وبأقطار لا تزيد عن ٢٥٠

مم – وقد يستخدم القيسون أو سائل الحفر أو البنتونيت للمساعدة فى تسهيل عمليات الحفر ومنع التربة حول البئر من الإنهيار.

- وبعد إنتهاء الحفر يتم وضع المواسير وطبقات الغلاف والحماية حسب البيانات التصميمية – بعد ذلك يتم غسيل البئر وتطهيره لإزالة ما ترسب على الجدران من سوائل الحفر أو خلافه أثناء عمليات الإنشاء.

٢ – طريقة الحفر الميكانيكية

- ويتم ذلك عن طريق استخدام المعدات الميكانيكية فى عمليات الحفر حيث يتم تركيب مواسير خاصة بالحفر يركب فى نهايتها حفار خاص مكون من مجموعة من التروس المائلة bevel gear تحدد نوعية خاماتها ودرجة صلابتها حسب نوع التربة المراد اختراقها – ويتم سحب نواتج الحفر عن طريق مضخات خاصة من الداخل مواسير الحفر ويستخدم البنتونيت او بعض المواد الكيماوية الأخرى اللازمة – وتستخدم هذه الطريقة لجميع أنواع التربة ولأية أقطار أو أعماق – وبعد الحفر تتم عمليات إنزال المواسير والغسيل والتطهير ووضع طبقات الغلاف والحماية اللازمة حسب تصميم البئر.

٢-٩-٣- طرق المعالجة لإزالة أملاح الحديد والمنجنيز

يعتمد اسلوب إزالة الحديد و المنجنيز من المياه الجوفية على خصائص المياه المراد تنقيتها ويستوجب على المصمم عمل تحليلات لعينات حديثه يتم أخذها من مصدر المياه و يتم فيها تحديد العناصر التالية كحد أدنى:

- الحديد الكلى Total Iron
- الحديد الذائب Dissolved Iron
- المنجنيز الكلى Total Manganese
- المنجنيز الذائب Dissolved Manganese
- الكربون الكلى العضوى Total Organic Carbon
- العسر Hardness
- بكتريا الحديد Iron Bacteria

- الأس الهيدروجينى pH
- المواد العالقة الكلية Total Suspended Solids
- العكارة Turbidity
- المواد الذائبة الكلية Total Dissolved Solids

يمكن إختيار عملية تنقية واحدة أو أكثر من المبينة فيما يلي لتلبية الظروف الخاصة بنوعية المياه التى توضحها التحاليل الكيميائية للمياه المطلوب تنقيتها:

- الأكسدة ثم الترسيب أو الترشيح
- تقنيات ازالة عسر المياة بالصودا او الجير Lime-Soda Softening Process
- الإدمصاص على سطح الرمل الأخضر أو المغطى بالمنجنيز
  Manganese Coated Media And Green Sand Filtration
- التبادل الأيونى
- الإزالة تحت السطحية Subsurface Removal

٢-٩-٤- أسس التصميم

أ- الأكسدة ثم الترسيب أو الترشيح

الأكسدة قد تكون بواسطة الهواء أو المواد الكيميائية و يتبعها عملية الترسيب أو الترشيح بإستخدام أحد أنواع المرشحات المذكورة سالفا.

١. الأكسدة بإستخدام الهواء

يجب أن يتم توفير زمن بقاء لا يقل عن ٣٠ دقيقة فى جميع الطرق التالية للتأكد من إتمام عملية الأكسدة حيث تتم التهوية بإستخدام إحدى الطرق التالية:

التهوية الطبيعية

بإستخدام التساقط بالجاذبية للمياه و يراعى أن يشتمل التصميم على ما يلى:

- إستخدام مجموعة من الأحواض (Tray) توضع فوق بعضها بعدد ثلاثة أحواض أو أكثر. ويمكن ان يتم ملو الأحواض بمواد مثل فحم الكوك أو مواد بلاستيكية أو حجر جيرى تساعد على زيادة طول مسار المياة وبالتالى تحسين زمن التلامس مع الهواء.
- توزيع المياه فوق أعلى حوض من خلال موزع يحتوى على ثقوب بقطر يتراوح بين ٠,٥ سم إلى ١,٢٥ سم و على مسافات بين ٢,٥ سم الى ٧,٥ سم
- المسافة بين الأحواض لا تقل عن ٣٠ سم
- تتساقط المياه من الأحواض من خلال ثقوب قطر ١,٢٥ سم في قاع الأحواض (Trays).
- عدد الثقوب يتم حسابه بحيث يحافظ علي عمق ١٥ سم بالأحواض.
- يكون أنشاء الأحواض وتبطينها بإستخدام مواد مقاومة للأكسدة مثل الخرسانة أو الحديد المقاوم للصدأ أو الألومنيوم أو الألياف الزجاجية أو الحديد المعزول
- يتم أنشاء مظلات مائلة لحماية عملية التهوية من تطاير رزاز الماء بواسطة الرياح.

التهوية بكباسات هواء

تتم التهويه داخل أحواض تنشأ لهذا الغرض ويركب بقاع الحوض شبكة مواسير مثقبة أو يركب عليها ناشرات هواء مسامية و يجب أن يشتمل التصميم على ما يلى:

- يكون أنشاء الأحواض وتبطينها بإستخدام مواد مقاومة للأكسدة مثل الخرسانة أو الحديد المقاوم للصدأ أو الألياف الزجاجية أو الحديد المعزول
- يتم حساب كمية الهواء المطلوبة تبعا لكمية الحديد أو المنحنيز المطلوب أكسدتها وبحيث لايقل معدل التهوية عن ٢,٥ م^{٣}/م^{٢}/ساعة.
- يتراوح عمق الحوض بين ٣-٥م.
- كما توجد طرق أخرى بأستخدام التهوية بالرزاز المضعوط.

٢. الأكسدة باستخدام الكيماويات

يمكن إستخدام أحد الكيماويات التالية فى أكسدة الحديد و/أو المنجنيز:

- الكلور.
- برمنجنات البوتاسيوم.
- برمنجنات الصوديوم.
- الأوزون.

ويقوم المصمم بتحديد جرعة الكيماويات و زمن التفاعل اللازم والمهمات المطلوب توريدها مع مراعاة أن يتم أستهلاك الكيماويات المستخدمة بدون وجود متبقى.

ب- إزالة العسر بأستخدام الصودا أو الجيرLime-Soda Softening Process

يتم إتباع ما هو واردلاحقا بهذا الكود .

ج- الإدمصاص على سطح الرمل الأخضر أو المغطى بالمنجنيز Manganese Coated Media And Green Sand Filtration

- وهى عبارة عن مرشحات بها وسط من الرمال الخضراء أو الرمال المغطاة بالمنجنيز حيث يتم ادمصاص الحديد والمنجنيز على سطحها.
- يمكن إضافة برمنجانات البوتاسيم للمياه الداخلة للمرشح مباشرة وذلك فى حالة التشغيل المستمر للمرشح Continuous Regeneration أو يتم الإضافة عند غسيل المرشح فقط Intermittent Regeneration.
- يمكن إستخدام مؤكسدات مثل الكلور أو التهوية قبل إضافة البرمنجنات.
- يجب إستخدام وسط ترشيحى مثل الأنثراسيت بسمك ١٥ سم كغطاء فوق الرمل الأخضر أو المغطى بالمنجنيز.
- معدل الترشيح يتراوح بين ٤ – ١٣ م/ساعة.
- معدل الغسيل للرمل الأخضر ٢٠ – ٢٤ م/ساعة.
- معدل الغسيل للرمل المغطى بالمنجنيز ٣٧ – ٤٩ م/ساعة.
- يتم استخدام الهواء المضغوط فى الغسيل.

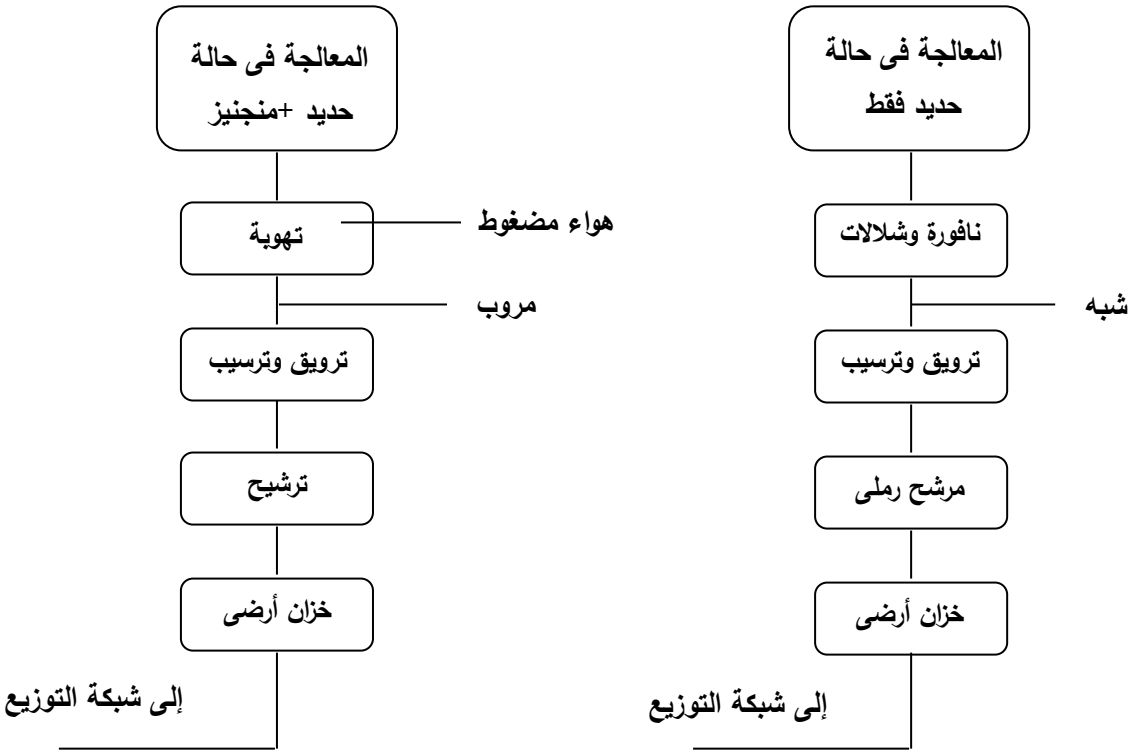
٢-٩-٥- بدائل التنقية

أ- بدائل التنقية فى حالة الحديد فقط

- تتم التهوية باستعمال نافورة أو شلال من ٣ إلى ٤ مراحل بحيث لا تقل مدة المكث عن ١٠ دقائق – حيث تتم الأكسدة الطبيعية عن طريق تلامس الماء مع الهواء الجوى – وبذلك تتأكسد أملاح الحديد وتترسب.
- هذا وإذا لم تزد نسبة الحديد عن ١.٥ جزء فى المليون فيكتفى بالترشيح الرملى السريع فقط بعد التهوية.
- أما إذا زادت النسبة عن ١.٥ جزء فى المليون فيلزم إجراء عمليتى الترويق ثم الترشيح وإضافة الشبه إذا لزم الأمر.

ب- بدائل التنقية فى حالة وجود الحديد والمنجنيز معاً

- تتم التهوية عن طريق استخدام كباسات هواء خاصة – تدفع الهواء من قاع أحواض خاصة تنشأ لهذا الغرض وتركب بالقاع شبكة مواسير مخرمة أو تركب أقراص مسامية.
- وإذا كانت اجمالى النسبة فى حدود ١.٥ جزء من المليون فيكتفى بالترشيح فقط بعد التهوية – أما إذا زادت عن ذلك فيلزم إجراء عملية الترويق يليها عملية الترشيح.
- ويكون عمق حوض التهوية ٣ – ٥ متر ومدة المكث به من ١٠ إلى ٣٠ دقيقة.



جـ – باستخدام الجير + كربونات الصوديوم فى حالة وجود أملاح كبريتات الماغنسيوم.

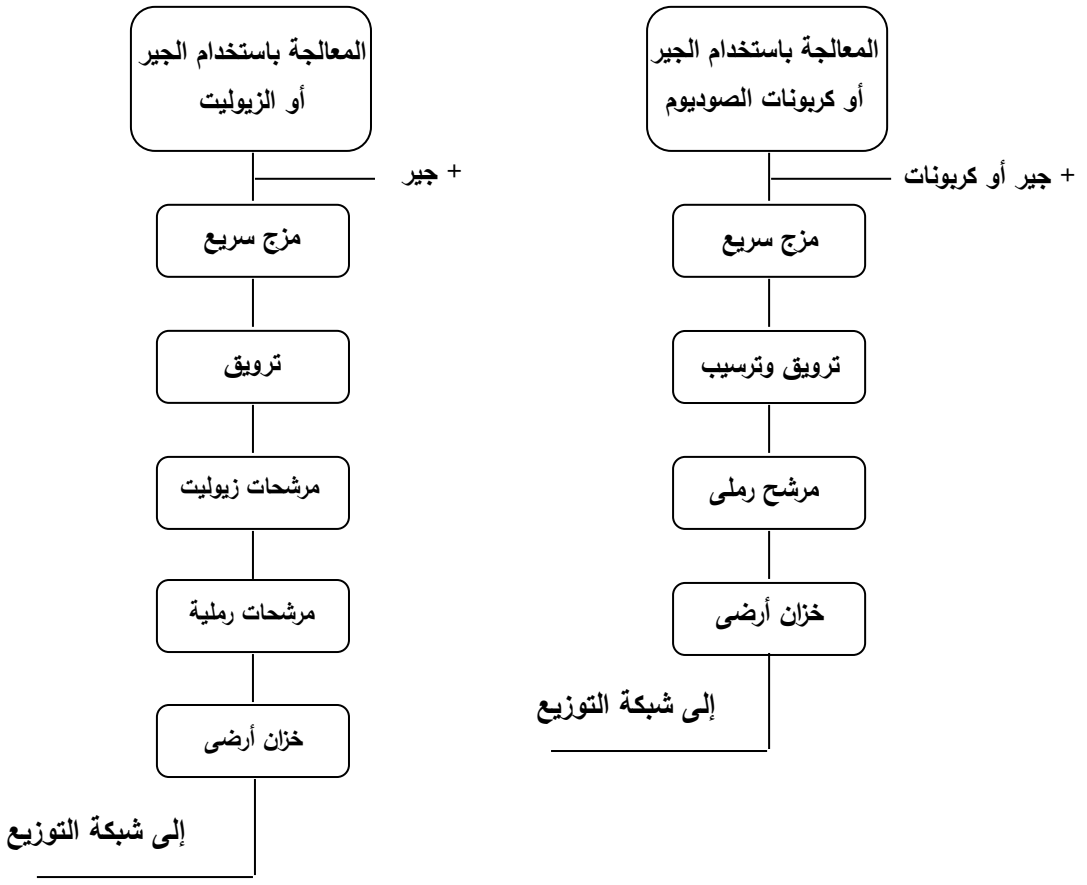
د – بواسطة طريقة تبادل الأيونات.

هـ– بواسطة نظام التناضح العكسى {R.O} أو التبخير {EVAPORATION}.

– ويتم إتباع الطريقة (أ) أو (ب) أو (جـ) فى حالات الماء شديد العسر وتحدد نوعيات المياه من حيث درجات العسر كالآتى :

نوع الماء	درجة العسر
الأملاح أقل من ٥٠ جزء من المليون	ماء يسر
الأملاح ٥٠– ١٥٠	ماء متوسط العسر
الأملاح ١٥٠– ٣٠٠	ماء عسر
الأملاح أعلى من ٣٠٠	ماء شديد العسر

وفيما يلى خطوات عمليات المعالجة



٢-١٠ إزالة العسر من المياه

يحدث عسر المياه الجوفية بسبب وجود أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم بها. والتى توجد فى أكثر من صورة كما يلى:

- العسر الناتج من وجود أملاح الكالسيوم و الماغنيسيوم فى صورة الكربونات أو البيكربونات وهو عسر مؤقت ويمكن إزالته بالتسخين.
- العسر الناتج من وجود أملاح الكالسيوم و الماغنيسيوم فى صورة الكبريتات أو الكلوريدات أو النترات يسمى عسر دائم.

يتم تقسيم درجة عسر المياه كما يلى:

العسر الكلى mg/L as $CaCO_3$	**درجة العسر**
أقل من ٥٠ جزء من المليون	ماء يسر
الأملاح ٥٠- ١٥٠	ماء متوسط العسر
الأملاح ١٥٠- ٣٠٠	ماء عسر
الأملاح أعلى من ٣٠٠	ماء شديد العسر

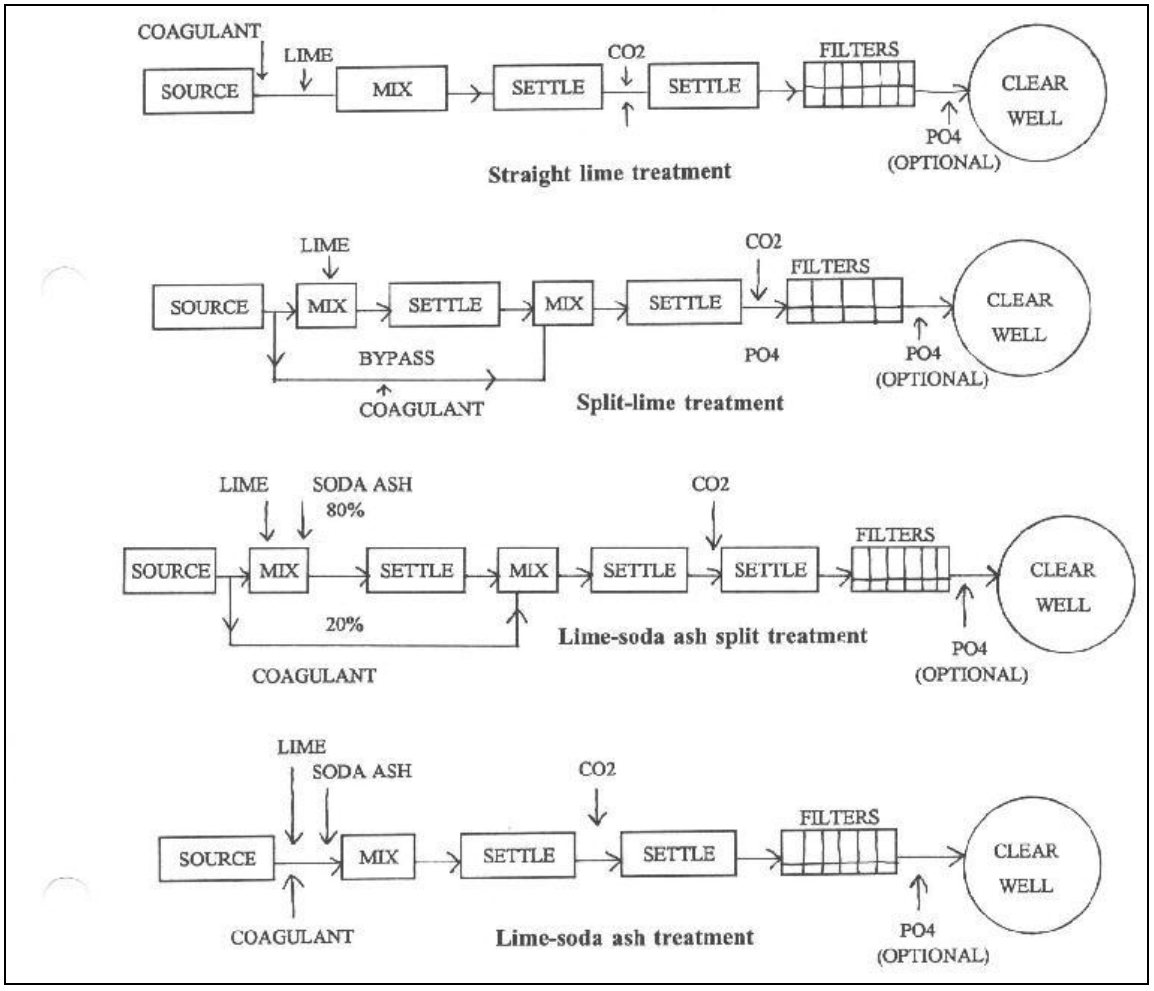
طرق إزالة العسر من المياه

إزالة العسر بإستخدام الجير (Lime) و كربونات الصوديم (Soda ash)

- يتم فى هذه الطريقة تحويل جميع الأملاح كيميائياً الى كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم المحدودة الذوبان فى الماء وبالتالى يمكن ترسيبها أو ترشيحها للتخلص من الرواسب وتتم عملية الترسيب بإحدى الطرق الآتية:

  - بإستخدام الجير (Lime, $Ca(OH)_2$) فقط فى حالة تواجد أملاح البيكربونات $Ca(HCO_3)_2$
  - بإستخدام كربونات الصوديوم (Soda Ash, Na_2CO_3) بالإضافة للجير فى حالة تواجد أملاح الكبريتات.

- فى حالة وجود ثانى أكسيد الكربون بنسب اكبر من ١٠مجم/ لتر فى المياه الخام فيجب تهوية المياه لتقليل تركيز ثانى أكسيد الكربون و الذى يقوم بإستهلاك الجير المضاف و تحويله الى لكربونات كالسيوم.
- يجب إعادة الأس الهيدروجينى الى المدى المسموح به بعد عملية المعالجة حيث أن اضافة الجير و كربونات الصوديوم ترفع الأس الهيدروجينى. حيث أن خفض الأس الهيدروجينى سيؤدى الى ترسيب كربونات وهيدروكسيد الكالسيوم مما يحتاج الى إزالتها.
- يمكن إستخدام نظام المعالجة المجزئة (Split Treatment) للمياه الخام التى تحتوى على نسب عالية من الماغنسيوم وذلك عن طريق إزالة العسر من ٨٠% من المياه الخام فقط ثم خلطها مرة أخرى مع المياه التى لم يتم معالجته والتى تحتوى على ثانى أكسيد الكربون والتى تعمل على موازنة الأس الهيدروجين. إستخدام هذه الطريقة يؤدى الى خفض كمية الكيماويات المستخدمة.
- يمكن التحكم فى الأس الهيدروجينى بإستخدام ثانى اكسيد الكربون أو الأحماض و زمن البقاء بعد الإضافة لايقل عن ٢٠ دقيقة.
- المياه الناتجة يجب أن تكون ثابتة كيميائيا ولا ينتج عنها أى رواسب فى شبكات التوزيع.
- يتم إستخدام نفس الأسس التصميمية الموضحة في أعمال الترويب والترسيب والترشيح.
- شكل (٢-٣٧) يوضح بعض أساليب إزالة العسر من المياه للإسترشاد.



شكل (٢-٣٧) أساليب إزالة العسر من المياه

٢-١١ معالجة الروبة ومياه غسيل المرشحات

الروبة الناتجة من عملية تنقية المياه يتم فصلها أو تصفيتها وذلك من أحواض الترويق وكذلك مياه غسيل المرشحات التى تنتج من عملية غسيل المرشحات، ومصدر المواد العالقة بالروبة هى المياه الخام الداخلة قبل تنقيتها بالإضافة الى إيدروكسيد المعادن (الألومنيوم – الحديد – المنجنيز) والمواد المضافة الأخرى خلال التنقية (عملية الترويب) أو مسحوق الكربون المنشط فى حالة إستعماله.

بالنسبة لمحطات التنقية التقليدية (ترسيب وترشيح) فيلزم معالجة الروبة الناتجة من أحواض الترسيب بأحد الطرق المبينة فيما بعد أو يتم خلطها بنسبة ملائمة بمياة غسيل المرشحات قبل

معالجتها. كما يمكن لمياة غسيل المرشحات لتلك المحطات أعادتها لمدخل المحطة أما مياة غسيل المرشحات فى محطات الترشيح المباشر فيلزم معالجتها.

مياه غسيل المرشحات

مياه الغسيل العكسي للمرشحات لديها محتوى منخفض من المواد الصلبة العالقة ومن الصعب فصلها بالجاذبية بدون إستخدام المواد المجلطة. وتمثل عادة مياه الغسيل العكسي للمرشحات ٢٪ الى ٥٪ من إجمالي المياه المنقاة بتركيز مواد عالقة يتراوح ما بين ٥٠ الى ٤٠٠ ملجم/لتر. مما قد يتطلب معالجتها أو تدويرها تبعا لمرئيات المصمم.

٢-١١-١ المصادر المختلفة للروبة

- الرواسب من أحواض الترسيب.
- رواسب الحديد والمنجنيز الناتجة من معالجة المياه الجوفية.
- الرواسب الناتجة من عملية إزالة عسر المياه.

أ) الرواسب الناتجة من أحواض الترسيب

- طبيعة الروبة المنتجة متغير بدرجة كبيرة، وهذا يتوقف على نوعية مصدر المياه حيث أن المياه عالية العكارة تؤدي عادة إلي روبة أكثر تركيزا وأقل صعوبة لفصل المياه، أما المياه منخفضة العكارة تؤدي إلي روبة ذات صعوبة في المعالجة.
- وبالنسبة للروبة الناتجة من أستخدام الشبة كمادة مروبة تكون ذات طبيعة جيلاتينية وبتركيز من ٠,٥ ٪ إلي ٢ ٪ (٥٠٠٠ إلي ٢٠٠٠٠ ملجم / لتر).

ب) رواسب الحديد والمنجنيز

- معالجة المياه الجوفية لإزالة الحديد والمنجنيز ينتج عنها أكسدة الحديد والمنجنيز الذائب عن طريق التهوية أو عن طريق إضافة مادة كيميائية مثل برمنجنات البوتاسيوم،الكلور، الأوزون، حيث يترسب هيدروكسيد الحديديك، كربونات الحديد، أو ثاني أكسيد المنجنيز.

- كل ملجم من الحديد أو المنجنيز للتر الواحد، يمكن توقع ١,٥ – ٢ ملجم / لتر من إنتاج الروبة. رواسب الحديد والمنجنيز بعد إزالتها من المرشحات بواسطة الغسيل العكسي للمرشحات يمكن أن تترسب في حوالي ٢ ساعة وبالتالي يمكن اعادة المياه (supernantent) بعد الترسيب الي بداية عملية التنقية مرة أخري ويكون تركيز المادة الصلبة في الرواسب في حدود ١٠ ٪ إلي ٣٠ ٪.

ج) الرواسب من عملية إزالة عسر المياه

- إزالة عسر المياه بإستخدام الجير ينتج الروبة التى تحتوي على رواسب مثل كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وهيدروكسيد المغنسيوم، والسليكا، وأكاسيد الحديد، وأكاسيد الألومنيوم، والجير غير المتفاعل.
- الروبة الناتجة من إزالة عسر المياه عادة ما يسهل تركيزها.
- محتوى المواد الصلبة يتراوح عادة ما بين ٢ ٪ و ١٥ ٪.

٢-١١-٢- بدائل التخلص من الروبة ومياة غسيل المرشح

يمكن تصنيف الرواسب طبقا لمحتوي المادة الصلبة كالآتي:

- ٠ ٪ الى ٥ ٪ السائل.
- ٨ ٪ إلى ١٢ ٪ الاسفنجى، نصف صلب.
- ١٨ ٪ إلى ٢٥ ٪ الطين الطري.
- ٤٠ ٪ إلى ٥٠ ٪ طين قوي.

وهناك عدة طرق للتخلص من الروبة منها ما يلي:

أ) الصرف علي المجارى والمسطحات المائية

يجب أن يقل تركيز المادة الصلبة في المياه التي يتم صرفها علي المجاري المائية عن المعايير المسموح بها في قانون الصرف علي المسطحات المائية.

ب) الصرف علي المجاري العمومية (شبكة صرف صحي)

يمكن أن يتم التخلص من الروبة الناتجة من محطات تنقية المياه بالصرف علي المجاري العمومية علي أن يتم مراعاة مدي إستيعاب شبكة الصرف التي سيتم الصرف عليها ، ولا يتم الصرف إلا بعد الحصول علي التصاريح اللازمة من الجهات المسؤلة عن شبكات ومحطة معالجة الصرف الصحى.

ج) الدفن في المدافن الصحية

يتم التخلص من الروبة الناتجة من محطات تنقية المياه بعد التجفيف في المدافن الصحية ولكن يجب أن تحتوي علي تركيز مادة صلبة عالي عندما يكون التجفيف جيدا.

د) إعادة استخدام كل أو جزء من النفايات

يتم إعادة إستخدام الروبة الناتجة من تنقية المياه وبعض الأمثلة لإعادة الاستخدام تشمل ما يلي:

- تصنيع الاسمنت.
- صناعة الطوب.
- استرداد المادة المروبة.
- طبقة الغطاء للمدافن الصحية.

ويلزم اتباع توصيات الكود الخاص بذلك.

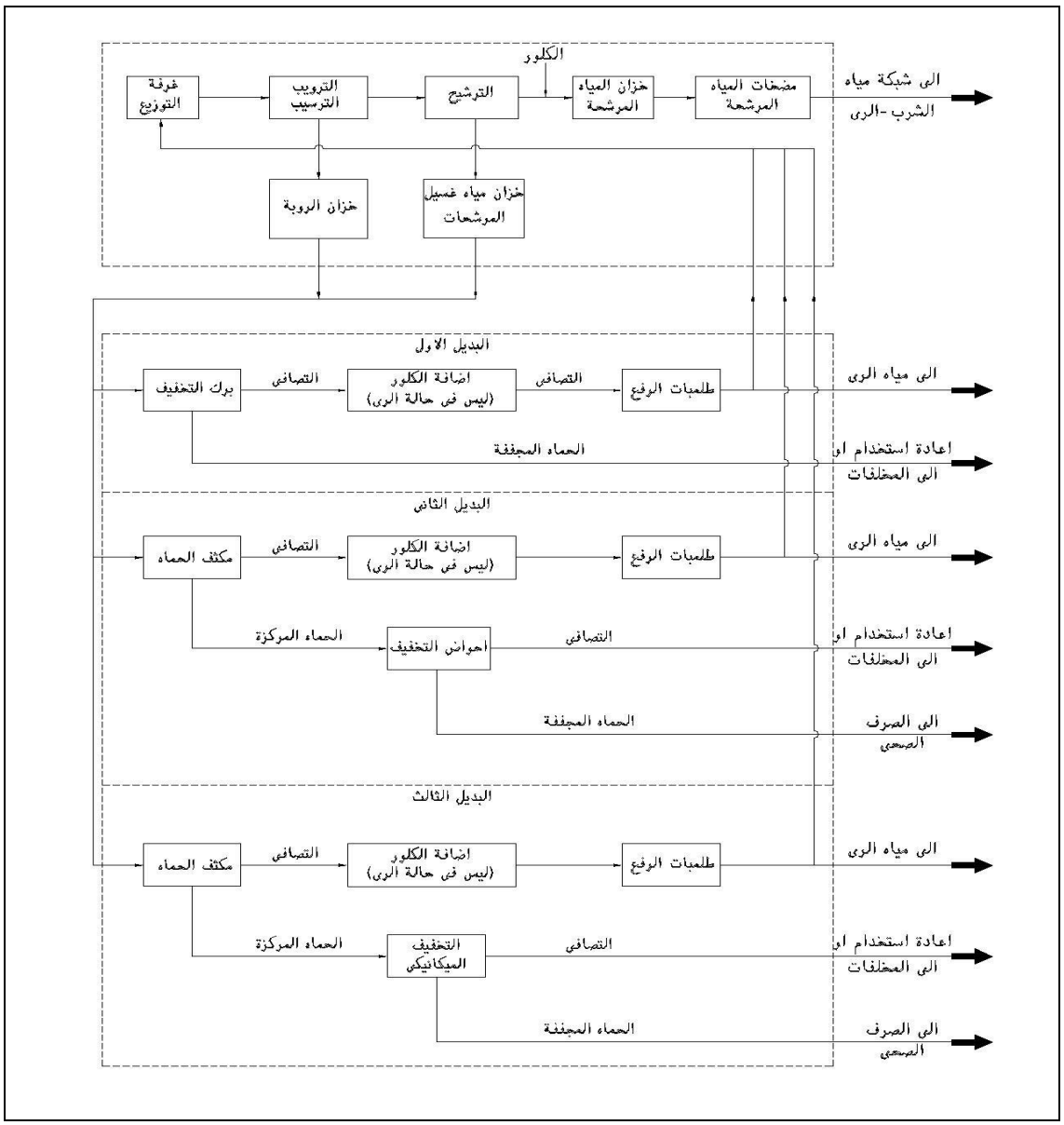
٢-١١-٣- معالجة مياه غسيل المرشحات

التعامل مع مياه الغسيل العكسي للمرشح يتطلب إتباع نهج معين بسبب الخصائص التالية:

- معدل التدفق العالي
- تردد التدفق مرتبط بإجراء الغسيل العكسي
- معدل تحميل أقل للمواد الصلبة (مقارنة بالروبة الناتجة من عمليات الترسيب)

٢-١١-٤- معالجة الروبة

غالبا ما تشتمل معالجة الروبة على مرحلتين رئيسيتين وهما التركيز ثم التجفيف (شكل ٢-٣٨).



شكل (٢-٣٨) مراحل معالجة الروبة

أ) عملية التركيز بالجاذبية

تستخدم عملية التركيز لتقليل حجم الروبة وتحسين خصائص فصل المياه من الروبة المترسبة في قاع خزان التركيز أو برك تركيز الروبة.

يمكن تركيز الروبة المتكونة في عمليات الترسيب بخزانات التركيز بالجاذبية لتصل إلي تركيز من ١ % إلي ٣ % ويمكن أن يصل التركيز الى ٥ % إذا أستخدمت المجلطات.ويتم إعادة المياة الرائقة من أعلى خزان التركيز الى مدخل محطة التنقية أما الرواسب فيتم تجفيفها.

أسس التصميم:

- معدل التحميل للمواد الصلبة ٢٠-٨٠ كجم/م^{٢}/يوم.
- معدل التحميل الهيدروليكي : ٣٦ م^{٣}/م^{٢}/يوم.

ب) عمليات التجفيف

- تنقسم عمليات تجفيف الروبة إلي نوعين (تجفيف طبيعي – تجفيف ميكانيكي).
- ينقسم التجفيف الطبيعي إلي نوعين (أحواض التجفيف وبرك التجفيف) وعادة يتم التفريق بين النوعين بواسطة العمق في الأحواض وعادة يكون العمق في أحواض التجفيف ما بين (٠,٥ – ١ متر) وفي برك التجفيف (١,٥ – ٦ متر).

أسس تصميم أحواض التجفيف

- زمن المكث ٣ – ٥ أيام.
- معدل تحميل المواد الصلبة ٣ – ٥ كجم/م^{٢}/يوم.
- سمك طبقة الروبة ٢٠ – ٣٠ سم.
- سمك طبقة الرمل ١٥ – ٢٥ سم.
- سمك طبقة الزلط حوالى ٣٠ سم.
- أقصى طول ٢٠ م.
- نسبة الطول الى العرض من ١ الى ٢
- أقل قطر لمواسير الصرف التحتي ٤ بوصة.
- المسافة بين مواسير التصريف التحتي في حدود (٢,٤ – ٦ متر) بميل لا يقل عن ١%.
- الرمل المستخدم يكون بمقاس فعال من ٠,٣ الي ٠,٧٥ مم بمعامل أنتظام لا يزيد عن ٣,٥.

أسس تصميم برك التجفيف

برك التجفيف هي واحدة من أقدم العمليات المستخدمة لتجفيف الروبة. ويمكن استخدام برك التجفيف للتركيز، والتخزين، وفي بعض الحالات، استخدمت برك التجفيف للتخلص النهائي من المخلفات.

برك التجفيف تكون محفورة داخل الأرض وعمق البركة يتراوح عادة بين ١,٥ إلى ٦ متر، والمساحة السطحية الكلية للبرك يتراوح ما بين ٥ حتي ١٥ فدانا.

معدل تحميل المواد الصلبة ٤٠ – ٨٠ كجم/م^{٢}/يوم.

يتم عزل قاع البرك باستخدام مواد مثل البولي إيثلين عالي الكثافة(HDPE) طبقا للمتطلبات والأشتراطات المنظمة لذلك.

تحتاج البرك إلي عدة نقاط للدخول نظرا لكبر المساحة السطحية بالإضافة إلي عدة نقاط لتفريغ المياه علي مناسيب مختلفة.

تمر عملية التجفيف الطبيعي بإستخدام البرك بالتالى:

- الملء: يتم ضخ الروبة الي البرك.
- الترسيب : يتم إيقاف عملية ضخ الروبة فترة من الوقت للسماح للمواد الصلبة بالترسيب.
- تفريغ المياه: منسوب التشغيل داخل البرك ينخفض اثناء عملية تفريغ المياه السطحية بعد عملية الترسيب.
- مرحلة التوقف: في هذه المرحلة يتم التوقف للسماح بعملية البخر لزيادة التركيز.

كل بركة لديها سلسلة من الطبقات المختلفة تختلف بإختلاف العمق، والطبقة الأولية هي للمواد الصلبة. عمق الروبة التي يتم تجفيفها يتراوح بين ٢٠ إلى ٧٥ سم والعوامل الأتية يجب أن تؤخذ في الإعتبار عند حساب عدد وحجم برك تجفيف الروبة:

- تصرف الروبة الذى يتم صرفة علي البرك
- كمية المادة الصلبة الموجودة فى الروبة التي يتم صرفها على البرك

الفصل الثالث

اعمال التصميمات الميكانيكية

الفصل الثـــالث
أعمال التصميمات الميكانيكية

٣-١ المأخذ

٣-١-١- مانعة الأعشاب الواسعة Coarse Screen

- تستعمل فى مأخذ المياه لحجز المواد والأجسام الكبيرة الطافية فى مجرى المياه وتمنعها من الدخول الى مواسير التوصيل الرئيسية لبيارة أو لمضخات رفع المياه الخام الى عملية التنقية.
- تتكون من مجموعة من القضبان من الاستانلس ستيل Stainless Steel او الحديد المغطى بطبقات واقية للحماية سواء مجلفنة أو مدهونة بإيبوكسات ذات قطاعات دائرية قطر ١ إلى ١,٥ بوصة (٢٥ إلى ٤٠ م) أو قطاعات مستطيلة مقاس ١/٢×٢ بوصة (١٥×٥٠ مم) والمسافات البينية تكون (١٠٠مم) فى مأخذ الماسورة وتصل إلى (٢٥مم) فى مأخذ الشاطئ.
- تثبت على بداية الهيكل الخرسانى أو الصلب الحامل لمواسير مأخذ الماسورة Pipe Intake أو داخل برواز صلب مائل على الأكتاف الخرسانية لمأخذ الشاطئ Shore Intake .
- يتم تنظيفها يدوياً وعلى فترات يومية باستعمال كباشات تجنباً لتراكم الاجسام الطافية مثل ورد النيل وخلافه ومنعها من سد منافذ دخول المياه الى المحطة.

٣-١-٢- مانعة الأعشاب الميكانيكية Mechanical Weed Screen

- تستخدم مانعة الأعشاب لحجز وإزالة الأعشاب والأجسام الصلبة الدقيقة والتى مرت من مانعه الأعشاب الثابتة الواسعة وتجميعها للتخلص منها بعيداً عن مسار خط انتاج وتنقية مياه الشرب.
- تتكون من مجموعة من الألواح Panels أو السلال Baskets المصنعة من الشبك الاستانلس ستيل Stainless Steel أو الشبك (البولى استر) داخل إطار من الاستانلس ستيل Stainless Steel مثبتة بالتالى على سير مفصلى من الاستانلس ستيل Stainless Steel أو من مواد بلاستيكية معتمدة.

- تكون ذات حركة رأسية Vertical Band أو دائرية Rotary.
- الفتحات الصافية Clear Opening للشبك تتراوح بين ٣×٣ مم إلى ١٠×١٠مم وقطر أسلاك الشبك تتراوح بين ٢ إلى ٢,٥مم.
- الخلوص بين مجاري السلاسل أو الألواح وبعضها لا يتجاوز ٣ مم.
- كفاءة مانعة الأعشاب فى مرور المياه ٥٠ %.
- مساحة الشبك (المصفاه) المغمورة =

$$\frac{\text{معدل الانسياب (م}^3\text{/ث)}}{\text{سرعة المياه (م/ث)} \times \text{الكفاءة}}$$

- مع احتساب سرعة مرور المياه داخل فتحات المصافي لا تقل عن ٠,٦ م/ث و بحيث تضمن سرعة لا تقل عن ٠.٤ م/ث في قناه التوصيل للمصافي .
- يتم تنظيف المصافي الدقيقة ميكانيكيا وتكون مزودة بشوك آلية

٣-١-٣- الكتل الحاجزة Isolating Bloks

- تستخدم فى حالة مأخذ الشاطئ عند الطوارئ أو عند الحاجة إلى عزل المياه تماماً من دخول المحطة أثناء العمرات أو عند طلب التحكم فى الحصول على كميات المياه الخام اللازمة من خلال طبقة محددة بعيدة عن القاع وبعيدة عن السطح.
- تتكون من ألواح الخشب الساج السميك Teak Wood أو من ألواح الصلب المصنع (Fabricated Steel) .
- تنزلق داخل مجارى صلب تثبت طولياُ على جانبى فتحات المأخذ الخرسانى.

٣-١-٤- البوابات الحاجزة Isolating Gates

- تستخدم مع الكتل الحاجزة فى حالة القفل السريع عند دخول المياه الى داخل المحطة بمأخذ الشاطئ كما تستخدم عند عزل بيارات (غرف) مانعات الأعشاب الميكانيكية.
- يتكون جسم البوابة الرئيسى من الحديد الزهر المرن D.C.I. أو الصلب المجلفن (Galvanized Fabricated Steel) مقواه جميعها بدعامات Webs لتقويتها ومنعها من الانبعاج أو الكسر عند زيادة الضغط عليها. كما تزود بخوابير لإحكام الضبط ولمنع تسرب المياه بالإضافة الى تركيب خوص من البرونز على الإطار لمنع التأكل.

- تنزلق داخل مجارى من الصلب المجلفن يتم تثبيتها طولياً

٣-٢ بيارة المياه العكرة

- تكون مده المكث من ٥ الي ١٥ دقيقه
- يرجع الي كود الروافع لتحديد الابعاد و العناصر التصميمية

٣-٣ مضخات المياه

- تستخدم المضخات الطاردة المركزية بأنواعها المختلفة فى أعمال رفع المياه بمحطات تنقية المياه.

٣-٣-١- إختيار المضخات

- هناك عدة عوامل عامة يتم بناءً عليها اختيار المضخات المناسبة لجميع المواقع داخل محطات التنقية وهى كالآتى:

- نوعية المياه المتداولة : عكرة – مرشحة – روبة – جوفية
- طراز المضخة : أفقية – رأسية
- طبيعة التركيب : جافة Dry Pit وتكون أفقية أو رأسية
  : مبلله wet well وتكون رأسية أو معلقة أو مغمورة
- التصرف : حجم المياه المزاحة بواسطة المضخةعبر مساحة مقطع ماسورة طرد المضخة فى وحدة الزمن وتقاس بالمتر المكعب/ساعة أو باللتر/ ثانية.
- الرفع Head : طاقة الوضع المستفادة والمنقولة من المضخة إلى المياه المطلوب ضخها وتقاس بالضغط الجوى (atm) أو بالكيلو باسكال (kP_a) أو بقياس عامود الماء بالمتر (M.W.C).

و يرجع في اعمال التصميم الي كود الروافع

٣-٤ القلاب السريع

يستعمل القلاب السريع Rapid (Flash) Mixer فى الخلط السريع والتوزيع المتساوى للكيماويات المجلطة Flocculants فى المياه العكرة .

- وهو يتكون من مجموعة محرك كهربائى بدرجة حماية لا تقل عن IP54 وصندوق تروس وعامود من الاستانلس ستيل ورفاص ذو ريش مسطحة مصنع الاستانلس ستيل.

٣-٥ مضخات غسيل المرشحات

تستخدم المضخات الطاردة المركزية الرأسية أو الأفقية فى نظام الغسيل العكسى (Filter Backwash) لمرشحات الرمل السريعة ومرشحات الضغط وهى مماثلة فى النوعيات والمواصفات والأداء لمضخات المياه العكرة. **و يرجع في ذلك الي كود الروافع .**

٣-٦ منظومة الهواء المضغوط Compressed Air System

مقدمة :

يستعمل الهواء المضغوط فى محطات تنقية مياه الشرب فى احد مراحل غسيل المرشحات والتى تتطلب ان يكون معدل استخدام الهواء المضغوط من ٥٥ إلى ٧٥ م^{٣}/م^{٢}/ ساعة وبضغط يتراوح بين ٠.٣ كجم/سم^{٢} إلى ٠.٥ كجم/سم^{٢} وبسرعة من ١٠ – ٢٥ م/ث فى مواسير دخول هواء الغسيل للمرشح.

٣-٦-١ مكونات منظومة الهواء

تتكون منظومة الهواء فى محطات تنقية مياه الشرب من ضواغط الهواء Compressors ومعها خزانات تجميع هواء، وفى الأنظمة الحديثة تستخدم نافخات (Blowers) بدون خزانات ومواسير الهواء.

٣-٦-٢ التصرف المطلوب

يتم حساب تصرف الهواء المطلوب فى الساعة بحساب المساحة السطحية للمرشحات المطلوب غسيلها وبإستخدام معدل إستخدام الهواء المضغوط حسب تصميم المرشحات.

٣-٦-٣ الضغط

يتراوح ضغط الهواء المطلوب فى أعمال الغسيل من ٠.٣ إلى ٠.٥ كجم/سم^{٢}، ويجب أن يكون الضغط مستمراً ومنتظماً كما يجب أن يكون ضغط الهواء فى خزانات الهواء المجاورة للضواغط أزيد من الضغط المطلوب لأعمال الغسيل بمقدار ٠.٢كجم/سم^{٢} و يجب عند حساب الضغط المطلوب الاخذ في الاعتبار الفاقد في خطوط التوصيل و شبكات التوزيع و القطع الخاصة من كيعان و خلافه .

٣-٦-٤ المواسير وملحقاتها

تبدأ المواسير وملحقاتها من مصدر الهواء المضغوط إلى المرشحات مارة فى خنادق أسفل الطرق (مثبته على أرضية الخندق أو على أحد جداريه) أو مثبته على أحد الجدران حتى مواقع الإستعمال.

تصنع المواسير من صلب لا يصدأ أو من المواسير البلاستيكية الغير ملدنه او متعدده البوليمرات لتلافى تآكلها كيميائياً.

شروط تصميم المواسير

يراعى فى تصميم المواسير الآتى:

١ - إستخدام Loop من المواسير لضمان الإستعمال المستمر دون إنقطاع نتيجة أى أعمال صيانة.

٢ - تؤخذ مخارج الهواء من أعلا المواسير وتكون قريبة من مواقع الإستعمال.

٣ - عدم إنخفاض الضغط ما بين الضاغط ومواقع الإستعمال بأكثر من ١٠% من الضغط الأصلى، لذا يجب إختيار المواسير بقطر أكبر من القطر التصميمى.

٤ يراعي عند اختيار سمك المواسير الصلب التحقق من ملائمته للضاغط و التصرف التصميمي كما يلزم زياده السمك المحسوب بنسبة لا تقل عن ٢٥% لعوامل التركيب و التشغيل

٥- يجب تركيب وصله مرنة لمنع تأثير الإهتزازات الصادرة من الضاغط أو النافخ علي المواسير.

٦- يجب تركيب وصله تمدد في المواسير لتلاشى تأثير التمدد نتيجة إرتفاع درجات الحرارة .

٧- يجب تعليق المواسير بمثبتات ذات أقطار محددة وعلى مسافات بينية كالآتى :

قطر الماسورة	أقل مسافة بين مثبتين لا تقل عن	أقل قطر للمثبت
أقل من ٤٠مم	٢ متر	١٠ مم
٥٠-١٥٠مم	٢.٥ متر	١٢ مم
٢٠٠ – ٣٠٠مم	٣ متر	١٤ مم

يجب مراعاة الآتى عند أعمال التثبيت:

- وجود مثبتات علي طرفي الصمامات او الملحقات او المهمات.
- أن يكون التثبيت عند كل تغيير فى الإتجاه أو المنسوب أو مجاور لوصله مرنه.
- عدم وضع المثبتات فى المساحات المخصصة للآلات أو فى مسار كمرة ونش.

٨- يتم توصيل المواسير إما بالقلوظة أو اللحام أو الوصلات الميكانيكية.

٩- يجب اختبار المواسير بالهواء وتجنب استخدام المياه فى التجارب الهيدروستاتيكية لتجنب المشاكل الناجمة عن الرطوبة المتبقية.

٣-٦-٥ خزان الهواء

نظراً للتشغيل المتقطع للضاغط أو النافخ ، فان الهواء المنتج يكون متذبذباً فى الضغط والتصرف، ولحاجه غسيل المرشحات لهواء ثابت الضغط والتصرف وبكميات تفوق أحياناً معدل تصرف الضاغط أو النافخ فإنه يتم تركيب خزان هواء للوفاء بجميع هذه المتطلبات الفنية فى أقصر وقت بالإضافة إلى أن الخزان يوفر تشغيل الضاغط المستمر عند الحمل وإيقافه عند اللاحمل، كما أنه يخلص الهواء من الرطوبة العالقة به بتكثيف بخار الماء منه.

ويجب أن يتضمن خزان الهواء بالإضافة إلى مواسير الدخول والخروج مبينات الضغط ودرجة حرارة الهواء وصمام لتصافى البخار المتكثف وصمام لطرد الضغط الزائد، صمامات الأمان المضبوطة على ضغط تشغيل الخزان – فتحات التفتيش.

و يراعي عند حساب الحجم المطلوب للخزان الاخذ في الاعتبار معدل الهواء المطلوب و الضاغط المبدئي و النهائي و فترات التشغيل .

٣-٧ مبنى الكيماويات

يتم تصميم مبنى الكيماويات ليحتوى على:

معدات التداول وأحواض الإذابة ومضخات الحقن المناسبة ومواسير التوصيل لجميع المواد الكيماوية المستخدمة فى أعمال التنقية وهى المجلطات Coagulant من الشبه أو كلوريد الحديديك ومساعدات المجلطات Coagulant aid من البوليمرات ومصححات درجة التأين الأيدروجيني pH كالجير ومزيل الرائحة مثل الكربون المنشط وذلك طبقاً لنوع وحالة المياه العكرة المطلوب تنقيتها ومدى حاجتها لهذه المواد.

٣-٧-١ أحواض الإذابة

يتم تصميم ثلاثة أحواض إذابة لكل مادة من المواد الكيماوية المستخدمة حجم كل منها يكفى لاستهلاك وردية او يوم كامل كاملة (٨ساعات على الأقل)، أحدهم يكون فى التشغيل والأخر للتحضير والثالث احتياطى للصيانة وتكون هذه الأحواض من الخرسانة المسلحة مبطنة من الداخل ببلاطات من السيراميك او البولي ايثلين او ما يماثلها ويحدد حجم الحوض تبعاً للاستهلاك المتوقع / فى الورديه كالآتى :

$$= \frac{\text{معدل تصريف المياه فى اليوم او الوردية م}^3 \times \text{متوسط الجرعة المستخدمة (جم/م}^3)}{\text{عدد الورديات في اليوم x نسبة تركيز المحلول(تؤخذ ٠.١٠ للشبه)} \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠}$$

يجهز كل حوض إذابة بقلاب يعمل بمحرك كهربائى يساعد فى إذابة الشبه الصلبة ومنع ترسيبها فى حالة ترك الحوض لفترة دون استخدام مباشر وعادة يكون التركيز الأمثل للمواد الكيماوية فى أحواض الإذابة ١٠% - ١٥% بالنسبة للشبه و٥% لكلوريد الحديديك و١% لبقية المواد.

٣-٧-٢ مضخات الحقن

يتم اختيار مضخات لحقن محلول المواد الكيماوية المذابة من المجلطات ومساعدات المجلطات الى نقط الحقن المختارة من النوع ذات المكبس أو ذات الرق ويكون ذات رأس واحدة Single Head أو متعددة الرؤوس Multiple Head تبعاً لعدد نقط الحقن.

كما تستعمل مضخات طارده مركزية خاصة لضخ محلول الجير والفحم المنشط نظراً لسرعة ترسيبهم فى الماء ويتم التحكم فى الجرعة بتغيير درجة تركيز المحلول أو استخدام صمامات تحكم.

يكون سعة تصريف المضخة يسمح بضخ وحقن أقصى جرعة متوقعة (من المادة الكيماوية المستخدمة) يقسم على عدد رؤوس المضخة فى حالة تعدد نقط الحقن (المروقات).

يجهز المبنى بثلاث مجموعات من المضخات لكل مادة كيماوية مستخدمة أحدهما فى التشغيل والباقية احتياطية للصيانة.

يتم اختيار سعة المضخة طبقاً للمعادلة الآتية (باللتر/دقيقة)

$$= \frac{\text{معدل تصريف المياه العكرة (م}^3\text{/س)} \times \text{أقصى جرعة متوقعة (جم/م}^3\text{)}}{\text{نسبة تركيز المحلول(تؤخذ ٠.١٠ للشبه)} \times ١٠٠٠ \times ٦٠\text{(دقيقة/ساعة)}} \times \text{١.٢٥ (معامل أمان للمضخة)}$$

٣-٧-٣ المضخات الترددية (للكيماويات) Reciprocating Pumps

تستخدم المضخات الترددية فى نقل محاليل الكيماويات المذابة (شبه – بوليمرات – هيبوكلورايت) وهذه المضخات ذات سرعة ثابتة وعزم ثابت، وهى إما أفقية أو رأسية وتحتوى هذه المضخات إما على مكبس واحد أو عدة مكابس أو ذات رق (ديفرام) Diaphragm وقد تحتوى على رأس واحدة simplex أو متعددة الرؤوس (multiplex) والمكبس إما ذو تأثير مفرد أو مزدوج.

٣-٧-٣-١ إختيار المضخات

يتم إختيار المضخات طبقاً للتصرف والضغط المطلوبين كالتالى:

التصرف الكلى المطلوب

هو التصرف المطلوب ضخه من المحلول اللازم لتحقيق الجرعة المحددة لأعمال التنقية أو التطهير وتحسب باللتر/ دقيقة كالآتى :

$$\text{(لتر/دقيقة)} = \frac{\text{أقصى جرعة محتملة للمادة الكيميائية المطلوب أضافتها (جم/م}^3\text{)} \times \text{تصرف المياه عند نقطة الحقن (م}^3\text{/دقيقة)}}{\text{كمية المادة الكيميائية المذابة فى اللترمن محلول الشبة المورد (جم/لتر)} \times \text{الكفاءة الحجمية للمضخة}}$$

٣-٨ أجهزة القياس

تزود المحطة بأجهزة القياس المختلفه وذلك لرصد القياسات الميكانيكية والضغوط والتصرفات ودرجات الحرارة والكهربية مثل الفولت والأمبير ومعامل القدره الكهربية..... إلخ. وتكون هذه الأجهزه وحساستها من نوعيات جيده ومعتمده ومعايير بحيث تكون دقة قراءتها هو المدى المسموح.

هذا ويوجد طرق قياس ميكانيكية إعتماداً على الخواص الميكانيكية للحساس وطرق كهربية وتعتمد على تغير شده المجال الكهربى أو المغناطيسى أو تغير التيار أو الجهد المتولد ومن الكميات التى عادة ما يتم قياسها التصرف ويتم قياسه بواسطة العديد من أجهزة القياس أكثرها أنتشاراً هى أجهزة إعاقة السريان مثل الثقب Orifice والبوق Nozzle والبوق ذو المقدمة المنفرجة Venturi وجميعها على مجرى المياه لقياس الهبوط فى الضغط أيضاً عادة بحساسات كهربيه (Transducers for pressure differential) ،وكذلك يتم قياس الضغوط بواسطة عدادات ماسوره بوردورن أو حساسات كهربية تعتمد على تغيير الخواص البيزوكهربية أو السعات الكهربيه (Capacitive) أو السعات الحثية (Inductive)..... إلخ ومن أجهزة القياس التى تستخدم أيضاً فى المحطات عدادات سرعة الدوران أيضاً بأنواعها المختلفه و مركب حساساتها على الأجزاء الدواره وكذلك أجهزة قياس عمق البيارات (Low level& high level) وأجهزة قياس شدة التيار والجهد وكذلك القدره الكهربيه للمحركات الكهربيه كما أن درجات الحراره من الكميات التى يتم قياسها فى مثل هذه التطبيقات لما لها من دلالات كبيره لعمليات التحكم والمراقبه مثل الضغوط وكذلك التصرفات وقد تكون المراقبه يدويه أو أليه بالربط بنظم الأسكادا وقياس درجات

الحراره بطرق عديده أبسطها الثرموستات المعتمده على تغيير درجة الحراره Resistance Thermometer أو ما يسمى بالثيرموثتر Thermistor أو الثرمومترات ثنائية المعدن (bimetallic thermometes) أو الإزدواجات الحرارية Thermocouple وحساسات هذه الأجهزه يمكن أن تكون ضمن توريدات المعدات أو المعدات مجهزه بذلك مثل بعض المحركات والمولدات الكهربيه بغرض الحمايه ضد أرتفاع درجة الحراره أو يتم تركيبها منفصله فى أماكن تحدد بمعرفة المصمم ومعها مايلزم من تجهيزات لتركيبها وتوصيلها.

أنواع أجهزه القياس التى تلائم خطوط المواسير

- عدادات التباين الضغطى – الفنشورى(Deferential pressure type).
- عدادات السرعة المروحية (Propeller Type).
- عدادات التصرف المغناطيسية (Magnetic Type) .
- عدادات القياس بالموجات الفوق صوتية (Ultra sonic type).
- أجهزة بارشال فلوم وتستخدم فى قياس معدلات السريان فى المجارى المكشوفة مثل مدخل المياه العكرة بالمحطة.

قياس الضغط

وتستخدم عداد الضغط (Bourdan Tube) والأكثر شيوعاً وهى تعمل ميكانيكيا أو يتم تحويل إشارتها إلى إشارة كهربية لتعمل كهربيا عن طريق تغيير قيمة مقاومة أو سعة مكثف أو حث ملف.

قياس درجة الحرارة

ومنها الأزدواج الحرارى أو الثرموستر أو المعادن المزدوجة Bimetallic وكذلك يوجد أجهزة قياس درجات الحرارة تعتمد على الأطوال الموجية بإستخدام الأشعة فوق الحمراء (Infrared).

قياس التصرف

ويوجد العديد من أجهزة قياس التصرف منها أنواع ميكانيكية مثل المعارض (Obstruction Type) مثل Nozzle, Orifice, Venture ومنها أجهزة تعمل عن طريق تغيير الأشارات الميكانيكية

إلى كهربية مثل السلك الساخن أو عن طريق تغيير المجال الكهرومغناطيسى (Turbine type) أو تغيير الموجات الفوق صوتية Ultra sonic .

قياس مستوى المياه بالبيارات

ويتم عن طريق وجود عمود مدرج بالبيارة وتؤخذ قرأته أو عن طريق وجود حساسات مغموسة فى البيارة عن أقل مستوى (Low Level) وأخرين أعلى مستوى (High level) وهذه الحساسات تعمل عن طريق تغيير بعض الخواص الكهربية (مقاومة ،سعة تكثيف،تغيير الحث..... إلخ) ويوجد طرق ضوئية عن طريق أرسال أشعة وأستقبالها وجميع هذه الحساسات تترجم تغيير مستوى المياه على درجة غمس الحساس إلى إشارة كهربية تحدد مستوى المياه بالبيارة.

الفصل الرابع

اعمال التصميمات الكهربية

الفصل الرابع
أعمال التصميمات الكهربية

٤-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات التنقية

تستخدم فى محطات تنقية المياه محركات كهربائية من أحد النوعين الآتيين:

أ – درجات العزل لملفات المحركات Winding Insulation

محركات كهربائية إستنتاجيه ذات قفص سنجابى وذلك للمحركات ذات القدرات حتى ٢٠٠كيلووات ويجوز تجاوز هذه القيمة فى حالة إستخدام نظم التحكم الذكية فى بدء التشغيل (Smart Motor Control Systems).

ب – محركات كهربائية استنتاجية ذات حلقات إنزلاق وذلك للمحركات ذات القدرات التى تزيد عن ٢٠٠كيلووات.

ويجب مراعاة الشروط والمواصفات الآتية بالنسبة للمحركات الكهربائية المستخدمة:

أ – تكون ملفات المحركات ذات درجة عزل (class F) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لهذه الملفات بما لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class B) كما يمكن إستخدام محركات بملفات ذات درجة عزل (class H) على أن يكون الارتفاع فى درجة الحرارة لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class F).

ب – درجة تقفيل المحركات (Enclosure Protection)

- بالنسبة للمحركات التى تركب فى عنابر فوق مستوى سطح الأرض بالمحطة فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقفل T.E.F.C ذات درجة تقفيل IP54 أو IP44.

- بالنسبة للمحركات التى تركب مباشرة فوق المضخة أى بإتصال مباشر (close coupled) وتركب بعنبر المضخات تحت مستوى سطح الأرض فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المحكم ضد الغرق (Flood Proof) ذات درجة تقفيل IP56.

- بالنسبة للمحركات التى تركب خارج المبانى (out door) ومعرضة للعوامل الجوية فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية weather proof ذات درجة تقفيل IP55.

- بالنسبة للمحركات التى تعمل تحت منسوب سطح الماء فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع الغاطس ذات درجة تقفيل IP68.

ويجب فى هذه الحالة تحديد المنسوب الذى يعمل به المحرك تحت منسوب سطح الماء.

جـ- يجب تزويد المحركات بشمعات تسخين داخل الملفات لمنع تكثيف بخار الماء على ملفات المحرك فى فصل الشتاء (Anti Condensation Heaters) وتعمل هذه الشمعات على ضغط تشغيل ٢٢٠ فولت.

د - عند استخدام المحركات التى تركب رأسياً فإنها يجب أن تزود بكراسى ذات رولمان بلى أو بلح من النوع (Thrust).

هـ- جميع رولمانات البلى المستخدمة تكون ذات عمر إفتراضى ١٠٠٠٠٠ساعة تشغيل.

و - فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية ذات حلقات الإنزلاق فإنه يجب أن تكون مزودة بنظام لرفع الفرش الكربونية (Brush Lifting Device) مع وجود حلقات قصر.

ز - فى حالة استخدام المحركات ذات القفص السنجابى فإن قضبان التوصيل للجزء الدوار والمكونة للقفص يجب أن تكون من النحاس عالى الجودة.

ح - يتم حساب قدرة المحرك اللازمة لإدارة المضخة عند نقطة التشغيل من العلاقة.

$$P = \frac{\omega \, QH}{102 \, \eta_p}$$

حيث:

ω : كثافة المياه المتداولة (كجم /لتر)

P : القدرة المستهلكة على عامود إدارة المضخة (كيلووات)

Q : معدل التصرف للمضخة (لتر /ثانية)

H : الرفع المانومترى الكلى للمضخة (متر)

η_p : الكفاءة الكلية المضخة عند نقطة التشغيل

ولحساب قدرة المحرك المقننة (Rated Power) فإنه يجب الآخذ فى الاعتبار وجود معامل خدمة (Service Factor) قيمته من ١٥ – ٣٠ % من أقصى قدرة مستهلكة (Max Power) على مدى التشغيل للمضخة.

بدء الدوران للمحركات Motor Starting

عند بدء دروان المحرك التأثيرى فإن تيار البدء يكون أضعاف تيار الحمل الكامل الذى يتحمله المحرك وتم تصميمه على تحمله لأى فترة دوران ويصل تيار البدء I_{st} إلى حوالى ٦ أضعاف أو أكثر من قيمة تيار الحمل الكامل I_{In} ولهذا يجب إنقاص تيار البدء خصوصاً إذا كان المحرك سوف يأخذ فترة طويلة فى بدء الدوران.

المحركات التأثيرية صغيرة القدرة حتى حوالى ١٥ حصان – يمكن بدؤها مباشرة بدون أى وسيلة بدء وتسمى Direct on Line Starting خصوصاً إذا كان المحرك يبدأ دورانه بدون حمل ثم يتم تحميله بعد الدوران – وكذلك عندما لا يكون المحرك متكرر البدء Multi Starting والمحرك الأكبر من ذلك أو المتكرر البدء أو التى تبدأ دورانها بحمل كبير العزم عند البدء – يجب أن تستخدم وسيلة لبدء الدوران بهدف إنقاص تيار بدء المحرك وهذا يعنى أيضا إنقاص التيار على الشبكة الكهربية بما تحتوية من محولات توزيع وكابلات وخطوط نقل ولوحات توزيع وخلافه.

وطريق بدء الدوران للمحركات التأثيرية يمكن إستنتاجها من المعادلات التالية :

حيث أن تيار دخل المحرك عند البدء I_{1st} يمكن حسابه من المعادلة :

$$I_{1st} = I_o + I'_{2st}$$

والجمع السابق للتيارات يكون اتجاهيا .

ويتم حساب I'_{2st} طبقا للدائرة المكافئة المقربة من العلاقة :

$$I'_{2st} = v_1 / [(r_1 + r_2 /) + J (X_1 + X_{20}')]$$

وعلي ذلك فإن إنقاص I'_{2st} ينقص بالتالي I_{1st} لأن I_o ثابت تقريبا – ويتم الإنقاص بخفض V_1 بأي طريقة أو زيادة أي من مقاومات أو ممانعات المعادلة السابقة الخاصة بحساب I'_{2st} .

إلا أنة من الخطأ جدا زيادة X'_{20} –لأنة برغم أن التيار سوف ينخفض إلا أن العزم سوف ينخفض هو الأخر .

وأهم طرق بدء الدوران الشائعة الأستخدام مايالي :

أ) طريقة بدء المحرك ذو حلقات الأنزلاق

مقاومة في العضو الدائر Rotor Resistance

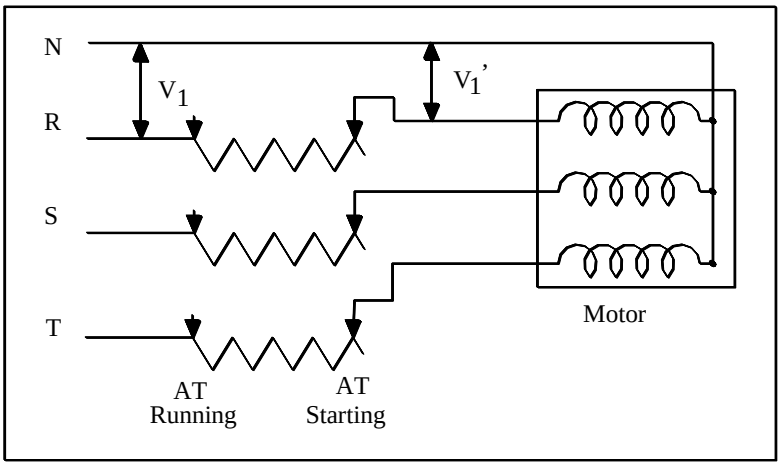
هذه الطريقة لبدء الدوران لا تستعمل إلا مع المحركات ذات حلقات الانزلاق ذو العضو الدائر الملفوف Wound Rotor ولا يجب أن تستعمل أي طريقة اخري مهما كانت مع هذا المحرك – لان هذا المحرك تم تصنيعة بنظام العضو الدائر الملفوف (وهو غالي الثمن عن النوع ذو القفص السنجاب) خصيصاً لكي يعطي عزم بدء دوران عالي طوال فترة تغيير السرعة عند البدء ولكي يستطيع تشغيل الاحمال ذات عزم بدء الدوران العالي مثل الطلمبات وبالتالي لا يجب استخدام أي طريقة اخري لان كل الطرق الأخري سوف تسبب خفض عزم المحرك خلال فترة البدء وهذا لا يجب عمله للمحرك ذو العضو الدائر الملفوف.

ب) طرق بدء محرك قفص السنجاب

في هذا المحرك يجوز استخدام أي من الطرق التالية وجميعها تؤدي الي نقص عزم المحرك خلال فترة البدء وللأسف لا مهرب من هذا العيب.

ب–١ مقاومة فى العضو الثابت Stator Resisantce

فى هذه الطريقة يتم توصيل مقاومة مادية متغيرة فى كل خط من خطوط تغذية المحرك كما بالشكل.



شكل (٤-١) البدء باستخدام مقاومات فى العضو الثابت

ويعيب هذه الطريقة :

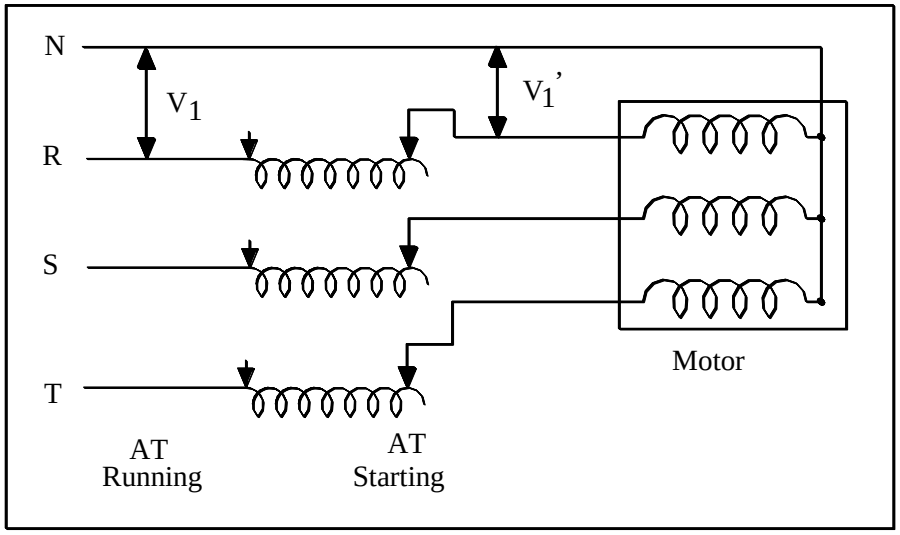
أ- القدرة العالية المفقودة فى مقاومات البدء.

ب- نقص عزم البدء الذي يتناسب مع مربع الجهد

وتتميز هذه الطريقة برخص ثمنها.

ب-٢ ممانعة فى العضو الثابت Stator Reactance

فى هذه الطريقة تستبدل المقاومات المستخدمة فى الطريقة السابقة بممانعات توصل بالتوالي مع المنبع كما فى شكل(٤-٢) – ولكي يكون حجم هذه الممانعات صغيرا يجب أن تلف ملفاتها علي قلب حديدي من رقائق الصلب السليكوني – حيث تصبح بشكل محول الثلاثة أوجه – بملف لكل وجه تخرج منه عدة نقاط لإمكانية تغيير عدد لفات كل ممانعة وبالتالي تغيير قيمة الممانعة بإنقاصها مع زيادة السرعة وتخرج من دائرة المحرك عندما يصل الي أعلي سرعة.



شكل (٤-٢) البدء باستخدام ممانعات فى العضو الثابت

فى هذه الطريقة أيضا يكون العيب هو خفض عزم البدء.

أما مزايا هذه الطريقة فتتركز فى الخفض الكبير فى القدرة المفقودة فى وسيلة البدء مقارنة بطريقة مقاومات العضو الثابت السابقة علي الرغم من أن سعرها أعلي من المقاومات وهي من الطرق الشائعة الاستخدام مع المحركات متوسطة القدرة.

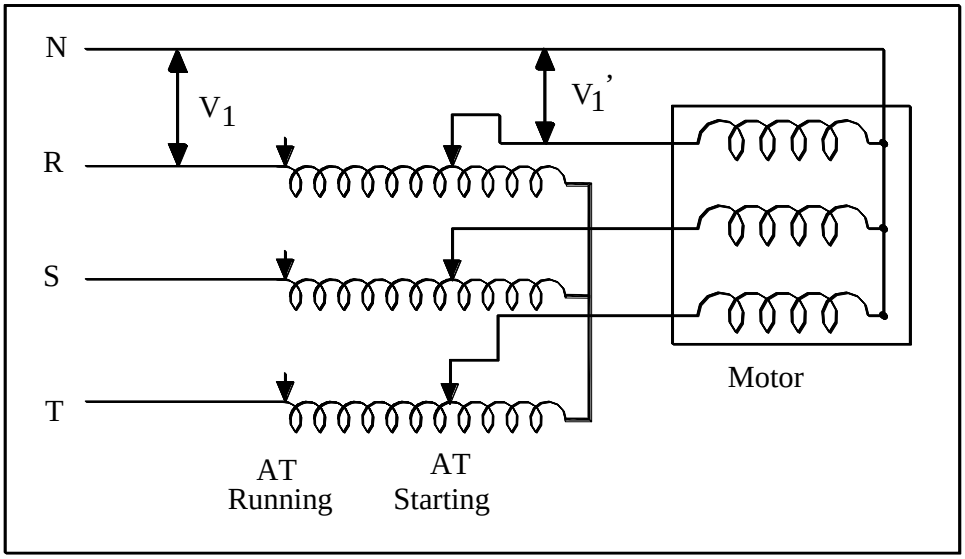
ب-٣ باستخدام محول أوتو Auto Transformer

فى هذه الطريقة يستخدم محول اوتو لخفض الجهد المسلط علي المحرك عند البدء ومع زيادة السرعة يتم زيادة الجهد بالتدريج الناعم أو علي عدة نقاط Tapping – وعندما يصل المحرك الي أقصي سرعة له يكون الجهد قد وصل الي القيمة المقننة وعندها يمكن فصل المحول عن المنبع لتوفير القدرة التي يستهلكها المحول وإن كانت عبارة عن قدرة اللاحمل له إلا أن تيارها يكون بمعامل قدرة صغير مما يخفض من معامل القدرة الإجمالي من الشبكة.

ويلاحظ إن هذا المحول يشبه فى التكوين ممانعات الطريقة السابقة إلا أنه يكون أكبر منها حجما وتكلفة لنفس المحرك لأن ملف المحول ومجاله المغناطيسي يصمم علي جهد وجه من المنبع بالكامل – أما ملف الممانعة فيصمم لجزء من جهد الوجه وبالتالي تكون عدد لفات ملف الممانعة

أقل من عدد لفات ملف محول أوتو مما ينقص من كمية النحاس المستخدمة فى الملفات مع الممانعة – كما أن المجال المغناطيسي الناتج من ملف الممانعة يكون أقل من المحول لنقص عدد اللفات مما يجعل كمية الحديد السليكوني فى حالة الممانعة أقل منه فى حالة المحول.

ويتميز محول أوتو بأن جهد الخرج منه يبقي ثابتاً مع تغير تيار المحرك وخلال فترة البدء مما يمكننا بسهولة من الحصول علي أي جهد مطلوب بثباب – ولهذا تستخدم هذه الطريقة مع المحركات كبيرة القدرة – ويتم توصيلها كما بالشكل (٤-٣).



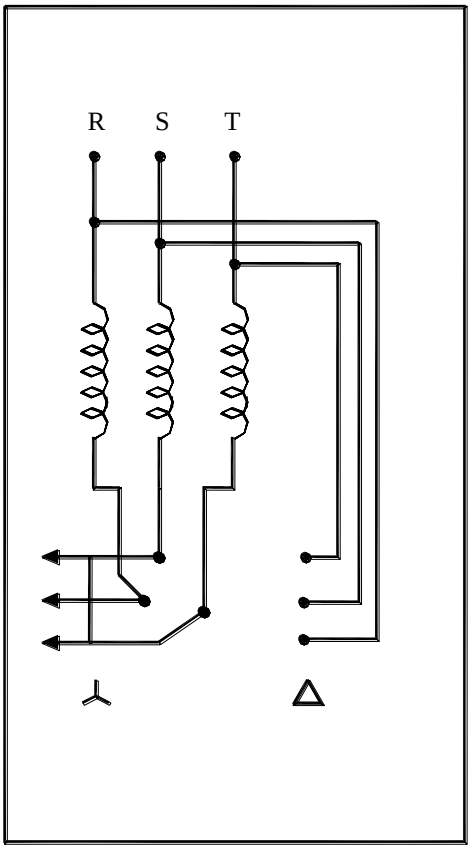
شكل (٤-٣) البدء باستخدام محول أوتو

ب-٤ باستخدام مفتاح نجمة / دلتا Star / Delta Switch

هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة لبساطة تكوينها وقلة تكاليفها وعدم وجود أي قدرة مفقودة فيها لانها مجرد مفتاح توصيل. إلا أنه يجب التأكد عند اختيارها أن المحرك يعمل علي المنبع المتاح والمحرك موصل دلتا – فمثلا إذا كان المحرك مدون عليه جهد التشغيل ٢٢٠/٣٨٠ فولت – يجب أن يكون جهد المنبع ٢٢٠ فولت ثلاثي الأوجه – أما إذا كان المنبع ٣٨٠ فولت ثلاثي الأوجه فإن المحرك يجب أن يكون مدون عليه جهد التشغيل ٦٦٠ / ٣٨٠ فولت – او ٣٨٠ فولت دلتا – لأنها تعني نفس الجهود.

وفي هذه الطريقة تخرج الأطراف الستة لملفات المحرك الثلاثي الأوجه ويتم توصيلها بالمفتاح – ويمكن استخدام مفتاح بسيط مع المحركات الصغيرة عبارة عن مفتاح سكينة قلاب

ثلاثي الأوجه يتم توصيله كما بالشكل (٤-٤) – عند البدء توصل السكينة جهة اليسار فتصبح ملفات المحرك متصلة نجمة – وبعد زيادة سرعة المحرك يتم تعديل التوصيل يدويا جهة اليمين وتصبح ملفات المحرك فى وضعها الطبيعي موصلة دلتا الي المنبع.

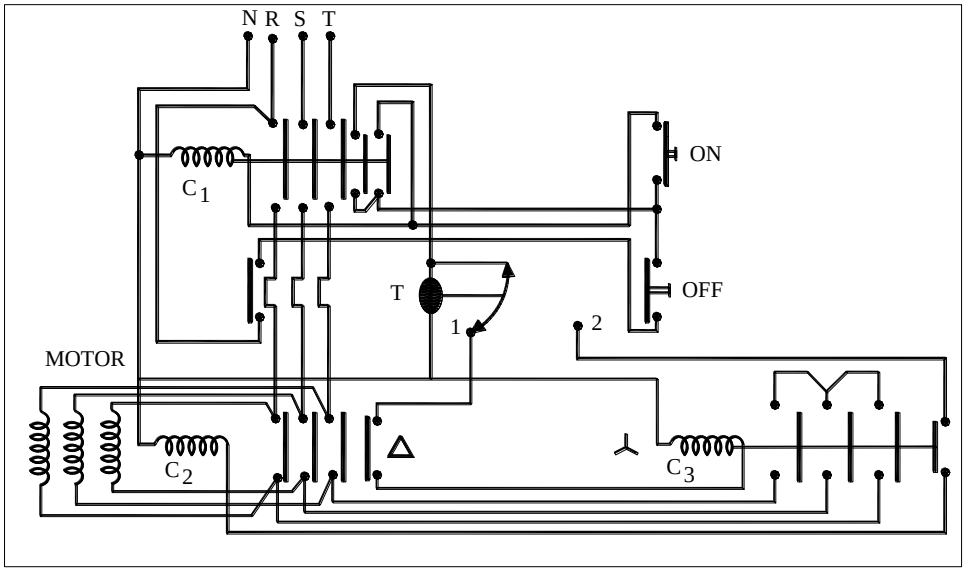


شكل (٤-٤) البدء باستخدام سكينة نجمة / دلتا

إلا أنه مع المحركات الأكبر قدرة يجب أن تتم عملية نقل التوصيل من نجمة إلي دلتا أوتوماتيكيا فى زمن محدد وثابت ومناسب لكل محرك يتم ضبطه عن طريق مؤقت زمني Timer – لأنه إذا بقي المحرك زمنا طويلا وهو موصل نجمة فإن تياره يكون أكبر من التيار المقنن وذلك عندما يكون حمله كبيرا قرب الحمل الكامل – وينقص التيار إلي القيمة الطبيعية المناسبة عند التعديل إلي دلتا.

وفي الطريقة الأوتوماتيكية هذه الموضحة فى الشكل (٤-٥) يستخدم عدد ثلاثة كنتاكتور مع أحدهم جهاز حماية Over Load وجهاز مؤقت زمني – ومفتاح Push Button ON – OFF

ويكون الكونتاكتور C1 هو الرئيسى والذى يوصل المنبع الى المحرك عند الضغط على المفتاح ON وفى نفس الوقت يوصل الكونتاكتور C_3 الذي يقوم بتوصيل المحرك نجمة – وبعد الزمن المحدد يقوم التايمر بفصل الطرف (1) فاصلا كنتاكتور النجمة – وموصلا الطرف (2) ليوصل كنتاكتور الدلتا C2 – الذي يبقى موصلا مع الكنتاكتور الرئيسى طوال فترة تشغيل المحرك.



شكل (٤–٥) نظام اتوماتيكى نجمة دلتا باستخدام الكنتاكتور

ب–٥ بادئات الحركة الناعمة soft starting

يعد بادىء الحركة الناعم من البادئات الممتازة فى جميع الحالات التي تحتاج الى عزم كبير نسبيا لبدء الحركة حيث إن العزم يتناسب مع مربع الجهد ($T=KU^2$) و بادىء الحركة الناعم يقوم بضبط جهد البدء . فمثلا فى حالة ستار / دلتا يكون جهد البدء فى حالة الستار= $U/\sqrt{3}$() مما يودى الى إن العزم المتاح = (T/3) اى ثلث العزم المقنن للمحرك عند بدء الحركة اما فى حالة بادىء الحركة الناعم يمكن ضبط عزم البدء المناسب للتغلب على العزم الميكانيكى فى بداية حركة المحرك.

ويصمم بادىء الحركة الناعم لايصال المحرك التاثيرى ذو القفص السنجابى الى السرعة الاعتبارية (Nominal speed) اثناء البدء و كذلك تخفيض سرعته تدريجيا للوقوف دون تحركات مفاجئة

وبدون التسبب فى هبوط كبير فى الجهد او زيادة التيارات القصوى . حتى مع الاحمال ذات القصور الذاتى العالى.

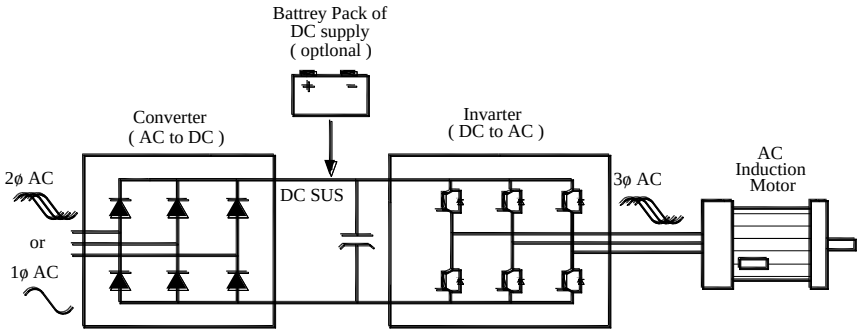
طريقة العمل: يتكون الجهاز من مجموعة من الكروت الالكترونية و ذلك للتحكم و توصيل القوى للمحرك. تتكون دوائر القوى من اثنين من الثيريثتوراث فى وضع متعاكس (BACK TO BACK) وهو يعرف ايضا باسم التراياك و ذلك لكل فازه ويتم تغيير قيمة الجهد عن طريق تغيير زمن توصيل هذه الثيريثتوراث خلال كل نصف دورة للجهد ويقل جهد الخرج كلما زاد زمن الاشتعال ويتم التحكم فى هذه المنظومة عن طريق معالج دقيق (microprocessor) بالاضافة الى بعض الخصائص الاخرى كالمراقبة والحماية للمحرك.

**فوائد استخدام بادئات الحركة الناعمة:

- تقليل تيار البدئ الذي يصل الى ٨٠٠% من التيار المقنن الى ٣٠٠%.
- تقليل عزم البدء الى الحد المناسب للحمل.
- تقليل الاجهادات على المنظومة اليمكانيكية (صندوق التروس. السيور. الخ...).
- امكانية زيادة عدد مرات بدء التشغيل فى الساعة.
- تقليل تكاليف التوصيل (٦ كابلات فى حالة توصيل ستار / دلتا + ٣ كونتاكتور) علاوة على استخدام مقطع اقل للكابلات.
- الايقاف التدريجى الذي يمنع حدوث انزلاقات السيور فى الطلمبات الحلزونية و الدوران العكسى للطلمبات والغلق العنيف لمحابس عدم الرجوع وظاهرة المطرقة المائية Water hammer في حالة استخدامه مع طلمبات المياه أو الصرف الصحي.
- ضمان إعتمادية المنظومة الكهربية فى حالة التغذية بالمولدات الكهربية نتيجة عدم سحب تيار بدء تشغيل عالي.

التحكم فى سرعة المحرك التأثيري AC Motor Drive

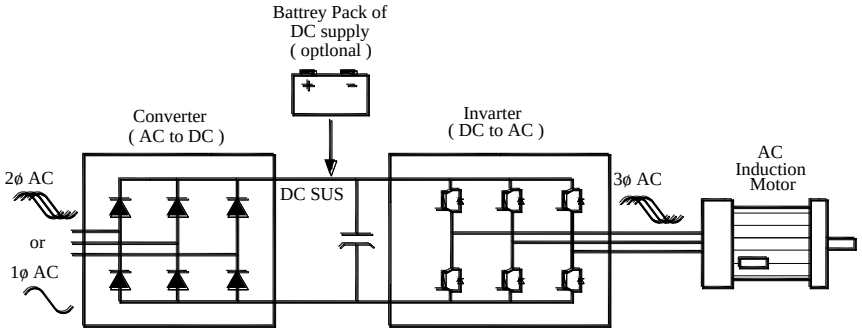
بما أن جهد وتردد الشبكة ثابتين ، لذلك فإن التحكم فى المحرك التأثيري تعتمد عني توليد موجات ذات تردد متغير وجهد متغير. علي الرغم من وجود أنواع مختلفة من أنظمة قيادة المحرك التأثيري إلا أن الطريقة الأكثر شيوعاً هي الطريقة التي تستخدم فى تركيبها مبدلة وقالبة (converter– inverter) كما فى الشكل (٤–٦).



شكل (٢-٤٢) نظام قيادة لمحرك تأثيرى ثلاثى الطور

شكل رقم (٤-٦)

تحتوى المبدلة converterعلى مقوم ثلاثى الطور يقوم بتحويل جهد الشبكة المتردد الثلاثى الطور الى جهد مستمر (DC voltage) وتقوم القالبة (inverter) بتشكيل جهد متردد ثلاثى الطور بتردد و جهد متغيرين من الجهد المستمر . ويسبب طبيعة بنية القالبة . فان المحرك التاثيرى الثلاثى الطور يمكن إن يتلائم بسهولة للعمل من منبع جهد متردد احادى الطور، او ثلاثى الطور، او منبع جهد مستمر ويطلق اسم القالبة inverter على انظمة التحكم فى المحرك التاثيرى لان القالبة تشكل العنصر الاساس فى قيادة المحرك وبين الشكل (٤-٧) قالية الجهد النموذجية المشكلة من مرحلة قدره(power stage) ووحدة التحكم (control unit) ومكثف كبير او علبة مكثفات تتراوح قيمتها من $2x10^3\ \mu f$ حتى $2x10^4\ \mu f$



شكل (٢-٤٢) نظام قيادة لمحرك تأثيرى ثلاثى الطور

شكل رقم ٤-٧

أ) مرحلة القدرة (power stage)

تتالف مرحلة القدرة من ثلاثة موحدات زوجية أو نصف جسرية (half ، Hbridge) ، تستطيع تمرير تيار القدرة اللازم لكل طور من أطوار المحرك. ويتم التحكم بهذه الموحدات عن طريق منظومة ، داخلة فى الدائرة التحكمية ، لتشكيل موجة جيبية ثلاثية الأطوار. ولأن مرحلة القدرة هي التي تمرر التيار الذي يسحبه المحرك ، لذلك تصمم حسب قدرة المحرك المراد قيادته.

ب) وحدة التحكم Control Unit

وحدة التحكم وأنظمتها عوامل مهمة فى تحديد استجابة السرعة أو العزم وفي بعض الوظائف الأخري المتعلقة بالتحكم فى المحرك. تقوم وحدة التحكم بتنفيذ منظومة التحكم ، وبتطبيق الخيارات المطلوبة ، وإصدار إشارات التبديل الي مرحلة القدرة.

ويمكن القول أن التقدم الكبير الذي دخل علي طرق التحكم بالمحرك الاستنتاجي يرجع الي تطور الكترونيات التحكم. ولقد سهلت تقنيات التحكم الرقمي تنفيذ منظومات التحكم وصنع منظومات اكثر تعقيداً. بالإضافة الي أنها مهدت الطريق لتعديل منظومة التحكم برمجياً دون اللجوء الي إعادة تصميم الدوائر من جديد.

ج) القالبات الترددية Inverters

هو جهاز متكامل متخصص للتحكم بالمحركات التى تعمل على التيار المتردد مهما كانت قدرة المحرك وذلك كوسيلة للتحكم فى سرعة المحرك المتصل بالطلمبة وبالتالى تغيير التصرف للطلمبات، وأدى ظهوره إلى إلغاء جميع الطرق السابقة فى التحكم فى المحركات مثل بدء التشغيل عن طريق المقاومة(starting resistance) أوعن طريق المحولات الأولية auto) (transformers لأنه عن طريق الأنفرتر أستطعنا التحكم بالتردد والجهد.

مميزات الجهاز

١. وجود برامج ضمن هذا الجهاز للتحكم بسرعة المحرك من ١ دوره بالدقيقة إلى أعلى من طاقة المحرك أحياناً تصل إلى ١٠ أو ٢٠ ضعف من سرعة المحرك الأسمية.
٢. وجود برامج ضمن الجهاز تقوم بحماية المحرك من الكثير من الأخطار أشهرها.
   - أنقطاع أحد الاطوار (الفازات).
   - إنقلاب احد الاطوار.
   - الحمل الزائد على إستطاعة المحرك.
   - إرتفاع درجة حرارة المحرك فوق الحد المسموح المعير من الجهاز.
٣. وجود شاشة إما متحركة أوثابتة على الجهاز تقوم بإظهار الكثير من البارامترات أشهرها
   - سرعة الدوران الحاليه.
   - الامبير المسحوب من المحرك أثناء العمل.
   - الاخطاء التى حدثت أثناء العمل والتى تسببت بإيقاف المحرك الفجائى.
   - اتجاه دوران المحرك لليمين واليسار.
٤. وجود جهاز مدخل احادى ٢٢٠ ف ومخرجه ثلاثى ٣٨٠ ف
٥. تفعيل الكثير من البارامترات المتحكمة بالمحركات والتى تقوم بإنجاز العمل المطلوب منها حسب الحاجة والمكان الذى يعمل المحرك ببيئتة
٦. يعمل الجهاز بجهد من ٢٢٠ إلى ٤٦٠ ف
٧. قفل قسم البارامترات بكلمة سر.
٨. إذا أخطئ المبرمج للجهاز يستطيع إرجاع القيم إلى ضبط المصنع بسهولة.

بعض الأستخدامات الإضافية للجهاز

بالإضافة إلى ما جاء عاليه ينبغى الإشارة إلى العديد من أستخدامات الأنفرتر على النحو التالى:

١. التحكم فى سرعات المحركات فى وسائل الرفع وتغيير السرعات لمحركات الطلمبات بغرض تغيير التصرف.
٢. تستخدم الانفرتر بشكل عام للحصول على خرج ثلاثى الطور من تغذية احادية الطور

- تغذية الأنفرتر

تستخدم تقنية التغذية التقطيعية فى تأمين التغذية المناسبة للأنفرتر وبحجم مناسب وسوف نشرح فيما يلى تقنية التغذية التقطيعية:

- وحدة التغذية التقطيعية(Switching Power Supply)

تعتبر وحدة التغذية التقطيعية من أهم المكونات الرئيسية لأغلب الأجهزة الحديثة (PC, PLC Inverter) وذلك بتقديم الجهود المناسبة لكل جزء منها وتتم صناعة وحدة التغذية عن طريق مجموعة من وحدات التغذية التقطيعية.

- أهم مميزات وحدة التغذية التقطيعية

١. تعمل فى مجال واسع من جهود الدخل من ٨٠ فولت AC إلى ٢٥٦ فولت AC.
٢. تحتل حجم أصغر من مثيلاتها من وحدات التغذية التقليدية بنسبة ٦٠%.
٣. مردودها أكبر مقارنه مع مثيلاتها من وحدات التغذية التقليدية حيث تبلغ من ٨٥ إلى ٩٨ بينما فى وحدات التغذية التقليدية لا تتجاوز الـ٤٥ % بسبب حدوث فواقد فى المحول.
٤. وزنها أخف من وحدات التغذية التقليدية.
٥. لها مناعة قوية ضد الضجيج (التدخل الراديوى Radio frequency Interference)
٦. استخدام الترانزيزتور ثنائى القطبية ذو البوابه المعزولة (IGBT)

حيث : IGBT(Insulator Gate Bipolar Transistor) ويقوم هذا الترنزيستور بتقطيع التيار المستمر إعتماداً على فكرة التعديل لعرض النبضه ويستخدم لذلك وحدة التحكم والمراقبة التى تتلقى

التغذية العكسية من خرج المنظم وتقوم بملاحظة تغيير الجهد بواسطةVco على خرج الترانزيستور IGBT

مهمات التحكم و الحماية للمحركات

يعتبر المحرك التاثيرى ذو القفص السنجابى من اكثر المعدات القوى الكهربية احتياجا الى تنظيم ادائها. عادة ما يتم التحكم فى هذه المحركات ، عن طريق بادئات الحركة (المقومات) و على المختص إن ياخذ فى الاعتبار نقاط اساسية تفى بالتحكم والحماية التامة للموتور و للعاملين على تشغيله وصيانته. وقد عرفت المواصفات القياسية العالمية IEC60-947 الوظائف التي يجب إن تحققها بادئات الحركة (motor starters) كالتالى :

- العزل عن مصدر التغذية
- وقاية المحرك.
- توصيل وفصل التيار .
- ضمان التوافق بين خواص الوظائف الثلاثة السابقة .

- **العزل عن مصدر التغذية isolation**

تضمن وظيفة العزل إن لا يحدث اى تسريب للجهد على الشبكة فى حالة إن يكون الجهاز يؤدى وظيفة العزل فى الوضع off وبهذا يتم حماية العاملين بالصيانة ولاجهزة من المخاطر الناتجه عن الجهد المتسرب كما انه فى حالات كثيرة من الممكن – كعامل امان اضافى – يتم غلق الجهاز فى الوضع off عن طريق وضع قفل او مفاتيح لضمان عدم التعشيق بواسطة شخص غير مسئول بينما لايزال عامل الصيانة يؤدى وظيفته . ويمكن تحقيق وظيفة العزل، حسب المواصفات القياسية IEC 60-947-3 باستخدام:

- سكاكين تعمل بدون حمل off load swtich
- سكاكين تعمل على الحمل on load swtich

- **وقاية المحرك motor protection**

دائما ما تشتمل وقاية المحرك طبقا الـــ IEC 60-947 علي الآتي :

- جهاز الوقاية من تيارات قصر الدائرة الذي يمكنه إكتشاف وقطع أي تيار غير إعتيادي يزيد عن عشرة أمثال قيمة تيار الحمل الكامل للمحرك.

- جهاز الوقاية من زيادة تيار الحمل الذي يمكنه إكتشاف وقطع أي تيار غير إعتيادي بقيمة حتي عشرة أمثال قيمة تيار الحمل الكامل للمحرك وذلك في الوقت المناسب لضمان عدم إرتفاع فى درجة حرارة ملفات المحرك الأمر الذي قد يؤدي إلي إنهيار عزل الملفات.

ويمكن إذا ما دعت الحاجة ، تزويد بادئ الحركة بأجهزة أخري لإكتشاف وتحقيق الوقاية فى حالات خاصة مثل إنهيار عزل الملفات وإنعكاس إتجاه دوران المحرك وإرتفاع درجة حرارة ملفات المحرك ....وهكذا.

- أجهزة محددة الوظيفة : مثل القواطع ، ريليهات الوقاية وريليهات المراقبة.
- أجهزة ذات وظائف متعددة والمزودة بخواص الوقاية.

أ) الوقاية من زيادة الحمل

هذا النوع من ريليهات زيادة الحمل هي الأكثر إنتشاراً بين الريليهات المستخدمة فى الصناعة وتوفر مستوي عال من الوقاية ضد حالات زيادة الحمل قصيرة أو طويلة الوقت. يمكن إستخدام هذه الريليهات بنظم التيار المتردد والتيار المستمر وغالباً ما تكون لها المواصفات الفنية التالية:

- تشغيل وضبط ووقاية ثلاثية الأقطاب.
- تعويض درجة حرارة الجو المحيط بحيث لا يؤثر تذبذب الحرارة علي الأداء العام للريلاي.
- الوقاية ضد التشغيل علي فازة واحدة ، الأمر الذي يمنع المحرك الخاضع للوقاية بهذا الريلاي من الدوران بتغذية من فازة واحدة فقط من أوجه مصدر التغذية.
- زمن بدء المحرك.
- إعادة تشغيل الريلاي بعد الفصل يدوياً أو آلياً.
- وجود تدرج مناسب لتيار الحمل الكامل (FLC) للمحرك ، الأمر الذي يسمح بضبط الريلاي كنسبة من تيار الحمل الكامل كما هو معطي بلوحة بيانات المحرك.
- الضبط

يحتاج ريلاي زيادة الحمل للضبط ليتواءم مع التطبيقات المختلفة وذلك لتحقيق وقاية صحيحة للمحرك ويتم تحقيق عملية الضبط بتحريك مؤشر الضبط علي واجهة الريلاي ويضبط هذه المؤشر مقدار ميل العنصر ثنائي المعدن الذي يسبب فصل الريلاي. يحتوي الريلاي علي تدريج مدرج بنسب من تيار الحمل الكامل للمحرك ويضبط المؤشر تيار الحمل الكامل للمحرك المنصوص عليه فى لوحة بيانات المحرك.

- تعويض درجة حرارة الجو المحيط

يتم تجهيز الريلاي بعنصر ثنائي (بأي ميتال Bi – metal) المعدن إضافي يعمل معاكساً للعنصر ثنائي المعدن الأساسي وذلك للتخلص من تأثير درجة حرارة الجو. عند درجة حرارة عالية للجو المحيط وبدون مرور تيار بالمحرك يميل العنصر الأساسي ثنائي المعدن بمقدار معين ويعمل العنصر الإضافي ثنائي المعدن (المعوض) بحيث يزيح نقط الفصل بنفس مقدار ميل العنصر الأساسي. وهذا يعني أن تيار المحرك الذي يتسبب فى فصل عنصر زيادة الحمل له نفس القيمة بصرف النظر عن درجة حرارة الجو المحيط.

- الكشف عن سقوط إحدي فازات مصدر التغذية

يحتوي ريلاي زيادة الحمل علي تقنية تسبب فصله فى حال حدوث سقوط لإحدي فازات مصدر التغذية (وقاية ضد التشغيل بفازتين). فى إستخدامات التيار المتردد أحادي الوجه أو فى إستخدامات التيار المستمر لابد من توصيل الثلاثة دوائر بريلاي زيادة الحمل علي التوالي ليمر نفس التيار فى كل عنصر من العناصر الثلاثة . وكحل بديل يمكن فى هذه الحالات إستخدام ريلاي زيادة الحمل بدون تقنية الكشف عن سقوط إحدي فازات مصدر التغذية.

- زمن بدء المحرك

لابد أثناء مرحلة بدء حركة المحرك أن يسمح ريلاي زيادة الحمل بمرور تيارات بدء الحركة اللحظية عالية القيمة دون فصل ولكنها لابد أن تفصل الدائرة بسرعة إذا ما إستمرت هذه التيارات العالية لفترة زمنية طويلة. ولضمان الإختيار الصحيح لريليهات زيادة الحمل ، عرفت المواصفات القياسية IEC 60-947 ثلاثة تقسيمات لأنواع الفصل لريليهات زيادة الحمل الحرارية كالآتي:

- الريليهات Class 10

هذا النوع من الريليهات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ١٠ ثوان.

- الريليهات Class 20

هذا النوع من الريليهات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ٢٠ ثانية.

- الريليهات Class 30

هذا النوع من الريليهات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ٣٠ ثانية.

علماً بأن كل محرك تحتوي بياناته إما علي زمن بدء التشغيل أو الـــ Class المناسب للتشغيل.

ب) الوقاية من تيارات قصر الدائرة

لتفادي تلف المعدات لابد لأي جهاز وقاية من تيارات قصر الدائرة أن يكون قادراً علي إكتشاف وكذلك الفصل السريع لأي تيارات عطل ذات قيم عالية قبل أن تصل الي قيمتها القصوي. من أمثلة أجهزة الوقاية :

- الفيوزات
- القواطع الكهربية

كما يمكن أن تزود الأجهزة متعددة الوظائف مثل القواطع الكهربية للمحركات والكونتاكتورات بخواص وقاية من تيارات قصر الدائرة.

- الفيوزات Fuses

لا يوصي باستخدام الفيوزات فى وقاية المحرك حيث أثبتت التجربة أن الفيوز ، إن عاجلاً أو آجلاً ، سوف يحترق ويكون من اللازم إحلاله (وفي هذه الحالة يجب إستبدال الثلاث فيوزات وليس فيوز واحد). ولا يمكن ، فى الواقع ، ضمان أن الإحلال سوف يتم بفيوز له نفس خواص الفيوز الأصلي والذي يحقق توافق أجهزة الوقاية ومن ثم فإنه يفضل إستبعاد إستخدام الفيوزات فى وقاية المحركات خاصة وانها علي المدي الطويل تكون تكلفتها أعلي من القواطع نتيجة تغييرها المستمر.

- القواطع الكهرومغناطيسية Magnetic circuit breakers

تحتوي هذه القواطع علي جهاز فصل مغناطيسي علي كل من الفازات يكتشف ويفصل تيارات قصر الدائرة العالية بقيم فى حدود سعة قطع القاطع وبذلك يتم حماية نظم القوي الكهربية من تأثير تيارات الأعطال.

وعادة ما تحتوي القواطع الكهربية علي مجسات منفصلة علي كل فازة بحيث ينتج عن عمل أي من الفواصل المغناطيسية أحادية الفازة فصلاً آلياً متزامناً للأقطاب الثلاثة . كما إن بعض القواطع المخصصة لحماية المحركات تحتوي علي حماية ضد تيار القصر.

٤-٢ معدات التشغيل الكهربائية (Switchgear)

وتشمل أجهزة الفتح والغلق (المفاتيح) وملحقاتها ومهمات التحكم والقياس والحماية والضبط وكذلك تجميع هذه الأجهزة والمهمات مع توصيلاتها والمستلزمات والمنشآت الحاوية والمثبتة لها.

فيما يلي تعريف لهذه المعدات:

أ – أجهزة التشغيل ذات السياج المعدني (Metal enclosed)

وهي أجهزة التشغيل المجمعة داخل غلاف معدني خارجي موصل بالأرض. وتكون كاملة التوصيلات عدا التوصيلات الخارجية لها.

ب- أجهزة التشغيل داخل المحتوي المعدني (Metal clad)

وهي أجهزة التشغيل التى يتم فيها تركيب المكونات داخل مقصورات Cubicles منفصلة يحويها سياج معدني موصل بالأرض، ويراعي وجود مقصورات منفصلة لكل من المكونات التالية باللوحة:

- كل مفتاح رئيسي

- المكونات الموصلة على أحد جوانب المفتاح الرئيسي كدائرة التغذية.

- المكونات الموصلة على الجانب الأخر الخارج من المفتاح الرئيسي.

جـ- قواطع التيار للدائرة (Circuit breakers)

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربي المار بها تحت الظروف المعتاده للدائرة الكهربية كما أنها قادرة أيضاً" على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربي لفترة محدودة تحت ظروف غير عادية للدائرة الكهربية (قصر الدائرة).

د- قواطع التيار المركبة داخلياً (Indoor circuit breakers)

وهي القواطع التى تصمم للتركيب داخل المباني أوداخل حيز مغلق حيث تكون محمية ضد الرياح والأمطار والأتربة وتكاثف البخار وغيرها من العوامل الجوية المختلفة.

هـ- قواطع التيار المركبة خارجياً (Outdoor circuit breakers)

وهي القواطع التى تصمم للتركيب فى الأجواء المفتوحة وتكون قادرة على تحمل العوامل الجوية المختلفة.

و- المفاتيح (Switches)

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وتحمل وفصل التيار الكهربي تحت الظروف المعتادة للدائرة الكهربية وقادرة أيضاً على تحمل تيارات القصر لفترة زمنية محددة.

ز- فواصل الدائرة (Disconnector or Isolators)

وهي أجهزة تشغيل تعمل ميكانيكيا" تعطي فى وضع الفتح Open Position مسافة فاصلة تمنع مرور التيار الكهربي عند الجهد المقنن ويكون فاصل الدائرة قادر على فتح وغلق الدائرة الكهربية فى حالة اللاحمل No load أو عندما يكون التيار المار بها مهما (أقل من ½ أمبير) حيث يكون فرق الجهد عبر طرفي كل قطب غير ذا قيمة.

ح – قطع الدائرة (Circuit breaking)

تعرف قواطع التيار (cbs) طبقا" لتصميمها وطريقة تشغيلها لفصل تيارات القصر للدائرة الكهربية وتصنف القواطع عادة حسب الوسط المستخدم فى إطفاء الشرارة المتولدة عند الفصل، ويعتبر القوس الكهربي (الشرارة) المتولدة عند فصل الدائرة وطريقة إخمادها هو العنصر الرئيسي فى عمل قاطع الدائرة حيث يسمح للتيار فى الدائرة الكهربية بإستمرار المرور بعد فصل التلامسات وحتي الوصول بهذا التيار إلى الصفر.

وقاطع التيار المثالي هو الذي يعمل كموصل تام حتي الوصول إلى التيار صفر عند هذه النقطة يتحول إلى عازل تام ، وحيث إنه لا يمكن عملياً الوصول إلى القاطع الذي يحقق هذا الشرط فانة يراعي أن يكون القاطع أقرب ما يمكن لهذه الحالة مع ضرورة إيجاد الظروف اللازمة للتخلص من نواتج التأين فى فجوة التلامس وإستخدام وسط يتحمل جهد الإسترجاع العارض.(Transient recovery voltage).

٤-٢-١- معدات تشغيل الضغط العالي (High Voltage Switchgear)

يراعي فى تصنيع لوحات أجهزة التشغيل للضغط العالي أن تحتوي على مجموعه من المقصورات أوالحجرات Cubicles تسمح بإحتواء قواطع التيار ومحولات الجهد (الموجودة فى جانب التوصيل) بالإضافة إلى تزويدها بالتجهيزات اللازمة لتحميل أجهزة القياس والمرحلات مع عمل الاستعدادات اللازمة لتوصيل أطراف الكابلات المغذية والخارجية من اللوحة.

تكون اللوحات ذات سياج معدني metal enelosed أومحتوي معدني metal clad وعمليا" فأن الفرق المعتاد أن محولات التيار وأطراف توصيل الكابلات تبيت في مقصورة (أو حجرة) واحدة في حالة اللوحات ذات المحتوي المعدني. وفى جميع أنواع قواطع الدائرة يجب توافر إمكانية فصل هذا القاطع عن قضبان التوصيل بأحد الأشكال الآتية :

- سحب رأسي
- سحب أفقي.
- إستخدام فاصل دائرة أومفتاح بين قاطع الدئرة من النوع الثابت وقضبان التوصيل.
- في حالة قواطع الدائرة ذات المحتوي الزيتي .BULK oil c.b تستخدم طبقة السحب الرأسي.
- فى حالة القواطع المغناطيسية الهوائية Magnetic air cb وقليلة الزيت Min. or low oil c.b. تستخدم طريقة السحب الأفقي.
- في حالة القواطع الغازية فإنه يمكن استخدام إما السحب الرأسي أوالسحب الأفقي.
- فى حالة إستعمال قواطع الدوائر من النوع المفرغ Vacuum cb لاتستخدم عادة القواطع من النوع الثابت مع وجود فاصل دائرة بين القاطع وقضبان التوصيل للإستفادة من ميزة قلة إحتياج هذا النوع إلى الصيانة.
- يراعي توافر تجهيزات أمنة للوصول إلى قضبان التوصيل الرئيسية للوحات التوزيع وذلك لأجراء القياسات والأختبارات المطلوبة وفى حالة قواطع الدائرة القابلة للسحب فأن الوصول إلى هذه القضبان يكون من خلال الثغرات التى يتم من خلالها تعشيق القاطع.

٤-٢-١-١- الرباط والغلق (Interlocking & Padlocking)

للتأكد من التشغيل الآمن للوحات الكهربية وخاصة عندما يراد الوصول إلى قضبان التوصيل لتحديد الأعطال أو لتوصيل وجه من أوجه الدائرة أوإختيار الكابلات فإنه يلزم تزويد اللوحات برباط ميكانيكي أوقفل للتحكم فى دخول التغذية العمومية لهذه اللوحات.

المطلب الأول للرباط فى جميع أنواع اللوحات ذات القواطع القابلة للسحب هو التأكد من أن القواطع لا يمكن سحبها أوتعشيقها بينما تكون موصلة للتيار (مغلقة) ويجب تزويد اللوحات بحوائل حماية Shutters معدنية يتم عن طريقها تغطية ثغرات التوصيل إلى البارات تلقائيا" عندما يتم سحب قواطع التيار من حجرة التشغيل الخاصة بها وبالمثل فإنه يتم عمل التجهيزات اللازمة بحيث تغلق هذه الحوائل فى وضع عدم التوصيل لضمان الأمان التام للمهمات المحتواه بالحجرة.

٤-٢-١-٢- أنواع قواطع الدائرة (Types of circuit breakers)

الأنواع الشائعة الإستخدام فى الوقت الحالي هي:

أ- قاطع التيار الزيتي Oil circuit breaker

وينقسم إلى :

- قاطع تيار مغمور كليا فى الزيت Bulk oil c.b.
- قاطع تيار قليل الزيت Minimum oil c.b.

وتستخدم فى هذه القواطع زيت هيدروكربوني له لزوجة منخفضة نسبياً وخواص عزل جيده.

ويعيب هذا النوع أنه عند إرتفاع درجة حرارة الملامسات فأنه يترتب علي ذلك تبخر الزيت وتحلله إلى مكوناته من الايدروجين والكربون حيث يتاين الأيدروجين حرارياً لينتج الإلكترونات والأيونات الموجبة التى لها القدرة على حمل التيار الكهربي خلال المسافة بين الملامسات محدثة قوساً كهربياً وللتحكم فى إنسياب الغازات فى منطقة الشرارة فأنه يجب أن تغلف الملامسات داخل نطاق للتحكم فى القوس الكهربي arc control device لزيادة كفاءة التشغيل لقاطع التيار.

ب- قاطع التيار الهوائي المغناطيسي (Magnetic air circuit breaker)

ويعتمد فى نظرية عمله على خلق جهد عالي جدا" للقوس الكهربي يصعب الحفاظ عليه بجهد التشغيل المستخدم ومن ثم لا يمكن للقوس الكهربي الأستمرار ويمكن الوصول إلى ذلك إما بإجبار القوس الكهربي بالامتداد للإقتراب من مواد صلبه تستخلص الحرارة من القوس أو بتكسير القوس الكهربي إلى سلسلة من الأقواس ويمكن الجمع بين الطريقتين فى بعض التصميمات وتعمل الدوائر المغناطيسية على خلق مجال داخل مدي القوس لتوجيه القوس الكهربي داخل نطاق هذا المدي وفى حالة التيارات الكهربية المنخفضة (فى حدود ١٠٠ أمبير) فأنه يلزم إضافة نفاخ هوائي متصل بفواني أسفل الملامسات لتوجية القوس الكهربي.

جـ - قاطع التيار التفريغي (Vacuum circuit breaker)

وتكون الملامسات فى هذا النوع داخل وعاء محكم ذو جدران عازلة مفرغ منها الهواء وتكون إحدي الملامسات مثبته بنهاية التوصيل للقاطع والأخري حرة الحركة فى إتجاه محوري ويتم الحفاظ على التفريغ عن طريق حاشيات معدنية موصلة بين الملامس المتحرك والنهاية الأخري للتوصيل، ويعتمد أداء القاطع التفريغي على ثلاث عوامل:

- وجود تفريغ كافي داخل الجهاز.
- إختيار خامة الملامس المناسبة.
- توفير تحكم مغناطيس فى القوس الكهربي.

وتكون فجوة التلامس فى حدود ١٠ مم للجهود حتي ١١ ك.ف وعلى ذلك تقل القدرة اللازمة للتشغيل على مثيلتها فى الأنواع الأخري من القواطع ويحقق هذا النوع أعلي كفاءة تشغيل كجهاز فصل للتيار حيث يتم إستعادة القوة العازلة للفجوة التلامسية فى خلال (١) ميكروثانية عندما يعمل فى حدودة تيار القطع المقنن وللقدرة العالية على الإحتمال لهذا القواطع أنها لا تحتاج إلى أي صيانة خلال عمر التشغيل لها ولا يوجد إحتمال لحدوث حريق بسبب عدم وجود مواد قابلة للإشتعال.

د- قاطع التيار الغازي (Sulphur hexa fluoride . SF6 – cb)

ويحتوي على غاز سادس فلوريد الكبريت الخامل والغير قابل للأشتعال عديم اللون والرائحة ويستخدم الغاز تحت ضغط حوالي ٣ بار للوصول إلى نفس قوة العزل للزيت المعدني ولهذا الغاز خاصية إمتصاص الإلكترونات الحرة المتولدة فى مسار القوس الكهربي مكونا أيونات سالبة الشحنة وهذا يؤدي إلى سرعة إستعادة قوة العزل بعد حدوث القوس الكهربي وتستعمل الأمونيا المنشطة لإمتصاص الغازات الفلوريدية الأقل درجة (SF_2 & SF_4) التى قد تحدث نتيجة تحلل الغاز الأصلي SF_6 وعلى ذلك فيمكن لهذا النوع من القواطع أن يتحمل عدد لا بأس به من مرات القطع فى حالات قصر الدائرة دون الحاجة إلى تغيير الأجزاء الفعالة به.

يبين الجدول (٤-١) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار.

جدول رقم (٤-١) مقارنة بين أنواع قواطع التيار المستخدمة في الضغط العالي

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التغريفي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
١	توصيل وفصل تيار حثي Inductive Current	عند التيارات الصغيرة تكون له خاصة إطفاء هادئة وتحدث الشرارة لعدة أنصاف دورة وهذا ينتج عنه تقطيع مهمل للتيار Current Chopping ومن ثم موجه جهد مهمله. Voltage surge	حيث ان الزيت عازل جيد فإن إطفاء الشرارة (القوس الكهربي) يكون أكثر فعالية عن القاطع الهوائي وهذا يعطي فترة شرارة أقصر ودرجة أعلى لتقطيع التيار ويكون الارتفاع في الجهد محسوسا لكن قيمته غير كافية لاحداث تدمير للعزل.	يسمح القاطع بالفصل دون إعتبار قيمة التيار المار ويتوقف استقرار القوس الكهربي (الشرارة) عند القيم الصغيرة للتيار على حافة الملامسات المستخدمة فى القاطع.	يعتمد مسلك القاطع فى تقطيع التيار على طريقة إطفاء الشرارة ويكون لها بصفة عامة نفس القدر كما فى القاطع الزيتي أو التفريقي.
٢	توصيل وفصل التيارات السعرية Capacitance	يحبل إلى إعادة الشرارة بعد الأطفاء وعلى ذلك فله سعة محدودة جداً فى أداء هذه الوظيفة	يكون له قوة عزل عبر كل قطب كافية للتأكيد من قطع التيار المستوي بلا عودة للشرارة وذلك عند إستخدام القواطع ذات الملامسات المزدوجة لكل وجه.	إستعادة قدرة العزل للفجوة التفريقية سريعة جداً وهذا يعطي قطع بلا عودة للشرارة للتيارات السوية حتي الحمل الكامل للتيار المقنن للقاطع.	نظراً للخواص سالبة الكهرباء فإن الفجوة التوصيلية يعاد تابينها بسرعة وهذا يحقق قطع بلا عودة للشرارة.
٣	المسلك الميكانيكي	المواصفات القياسية تتطلب تحقيق		الشوار العصير للفصل	متطلبات الطاقة تكون بين

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التغريفي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
		١٠٠٠عملية فصل وتوصيل بلا حمل دون تأثير على القاطع وبدرجة يري للملامسات مهملة الترتيب الدوري لهذا النوع من القواطع يجب مراعاته فى التصميم. اللوحة فى حالة الحريق. يعتمد طول المبني على عرض كل وحدة (خلية) فى مجموعه التشغيل بالاضافة الى الفراغ اللازم لحوائط الحريق (إن وجدت) ومسارت قضبان التوصيل ويلاحظ أن عرض الخلايا يكون أقل فى حالة القواطع المغمورة فى الزيت عنها فى القواطع الهواذية أو قليلة محتوي الزيت.		والتوصيل والطاقة المنخفضة تساعد المصمم على بناء مبكانيزم (منظومة) قوي قادر على سوائ مد عمر إفتراضي بلا صيانة لهذه القواطع ويتم فى المعتاد ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل دون الحاجة إلى الصيانة. الخلايا صغير فإن طول المبني أصغر وأخف إنشائياً عنها فى حالة مجموعات التشغيل التقليدية وتقلل بدرجة ملموسة تكلفة المبني. فى حالة القواطع القابلة للسحب فإن المباني تكون أكثر عرضاً ولكن التوفير فى حوائط الحريق ومهمات مكافحة الحريق تظل قائمة وبالتالي مباني أكثر إقتصاداً.	تلك الخاصة بالقاطع الزيتي والخاصة بالقاطع التفريغي وتزيد الطاقة المطلوبة بزيادة مقنن القاطع وتتطلب هذه القواطع الصيانة على فترات تصل إلى ١٠٠٠عملية فصل وتوصيل فى المعتاد.
٤	الاختلاف في القاطع خلال العطل (Fault) (أ) قيمة الضغط المنتج	التواجد السريع القوس كهربي ذو تيار كبير في منطقة الشرارة arc-chute ينتج عنه ضغط عالي وموجات تصادمية يجب أخذها في الإعتبار في البناء الميكانيكي للقاطع مما يزيد في التكلفة.	تفكك الزيت إلى هيدروجين وهيدروكربونات عن طريق تيار القوس الكهربي ينتج ضغط عالي جدا" داخل جهاز التحكم في الشرارة وهذا يؤثر على قدرة الإطفاء وينتقل جزء من هذا الضغط إلى الخزان المعدني ولكن وجود وسادة مناسبة من الهواء قرب غطاء الخزان تساعد على الحفاظ على الضغط داخل الخزان وإستخدام خزان إسطواني تجعل إحتواء هذه الزيادة في الضغط أمر بسيط.	تكون الزيادة في كثافة البخار الفلزي المنتج خلال حدوث القوس الكهربي في منطقة التلامس متزامنة مع التيار ولا يوجد تزايد عام في الضغط داخل القاطع.	الضغط الداخلى المتكون خلال فترة العطل يبلغ مرتين أو ثلاثة مرات الضغط الأستاتيكى المعتاد وتكون غرفة العازل مصممة للسماح بذلك.
	(ب) إنبعاث غازات العادم	الكمية الكبيرة من الهواء المتأين المتدفقة من منطقة الشرارة تخلق ضرورة الحاجة إلى تبريد للعزل	تندفع كميات متوسطة من غازات العادم حيث يتم مرورها على حجرة معرجة ثم	القاطع تام الإحكام وجميع الأبخرة الفلزية المنتجة خلال القوس الكهربي (الشرارة) تتلف فوريا ولا يوجد	القاطع مغلق كاية ومن ثم لايوجد إنبعثات للغاز وقد يتفكك بعضع الى مكونات الكبريت والكبريت الحر وهذة يتم أمتصاصها

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التغريفي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
		ووجود خنادق تسمح بالإندفاع الآمن لهذا الهواء.	السطح العلوي للقاطع وهذا يعمل على تبريد الغازات وفصلها عن الزيت.	إنبعاث من أي نوع لهذا الأبخرة.	بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.
	(ج) التأثير على قواعد تثبيت القواطع	وبيل جدا"	وبيل	مهمل	خفيف
	(د) توليد الضوضاء	وبيل	معتدل	مهمل	خفيف
٥	إحتمال الحريق	حيث لا يستعمل زيت ولا يوجد غازات قابلة للإشتعال فإن غازات الإحتراق الساخنة المنتجة خلال العطل تحتوي على درجة قليلة من إحتمال الحريق	إستعمال الزيت كوسط قطع وبالتالي إنبعاث غازات قابلة للإشتعال هيدروجين – أستيلين – ميثان ... إلخ) خلال هذه العملية تحوي مخاطرة حدوث الحريق. والتصميمات الجيدة للقواطع نادرا" ما تعطي زيادة في الغازات تسمح بالحريق إلا إذا حدثت أخطاء جسيمة. ويجب مراعاة وجود ضوابط وإحتياطات ضد الحريق إذا استخدمت هذه القواطع في بيئات يكون تأثير الحريق فيها وخيما	مخاطر حدوث الحريق مهملة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أي مصدر يحتمل وجودها.	كالسابق في القواطع التفريقية III
	متطلبات الصيانة (أ) الصيانة الروتينية	تشمل الصيانة الروتينية في القواطع التقليدية على النظافة والتزييت للأجزاء الميكانيكية مع فحص الملامسات وجهاز التحكم في الشرارة والوسط العازل والإحلال إذا لزم الأمر. ويعتمد معدل هذا الإجراء على الأداء المطلوب ويتراوح بين خدمة شهرية في حالة الخدمة الشاقة (عمليات تحميل وفصل عديدة كل يوم) إلى فترات ما بين ٣-٥ سنوات في التغذية العمومية. ويلزم تغيير الزيت دوريا" في حالة قواطع التيار الزيتية في الإستخدام المتكرر أكثر من أي إعتبار آخر والأنواع قليلة الزيت تحتاج إلى الأخذ في الإعتبار أكثر منها في الانواع المغمورة كليا".		تحتاج إلى الفصل غير الدوري للوقوف على حالة المادة العازلة والعوازل الكهربية وربما ملامسات القاكع لملاحظة حدوث البري. ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات إجراء الفحص وفي حالة اللوحات العمومية للتغذية فإنه لا يتم إجراء إحلال خلال العمر الإفتراضي للقاطع بينما في حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يوميا") فإنه قد يلزم إجراء الإحلال كل عدة سنوات.	هذه القواطع تكون مصممة لعمر إفتراضي طويل مع صيانة غير متكررة وفي الغالب فإن دورة صيانة كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا انه يلزم إجراء فحص مصري بصورة منتظمة. ويجب مراعاة ضوابط أمنية في حالة وجود مدخل لتزويد الغاز ويستخدم لذلك مهمات تخصيصية.
6	متطلبات الصيانة (أ) الصيانة	تشمل الصيانة الروتينية في القواطع التقليدية على النظافة والتزييت للأجزاء الميكانيكية مع		تحتاج إلى الفصل غير الدوري للوقوف على	هذه القواطع تكون مصممة لعمر إفتراضي

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التغريفي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
	الروتينية	فحص الملامسات وجهاز التحكم في الشرارة والوسط العازل والإحلال إذا لزم الأمر. ويعتمد معدل هذا الإجراء على الأداء المطلوب ويتراوح بين خدمة شهرية في حالة الخدمة الشاقة (عمليات تحميل وفصل عديدة كل يوم) إلى فترات ما بين ٣-٥ سنوات في التغذية العمومية. ويلزم تغيير الزيت دوريا" في حالة قواطع التيار الزيتية في الإستخدام المتكرر أكثر من أي إعتبار آخر والأنواع قليلة الزيت تحتاج إلى الأخذ في الاإعتبار أكثر منها في الانواع المغمورة كلياً.		حالة المادة العازلة والعوازل الكهربية وربما ملامسات القاطع لملاحظة حدوث البري. ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات إجراء الفحص وفي حالة اللوحات العمومية للتغذية فإنه لا يتم إجراء إحلال خلال العمر الإفتراضي للقاطع بينما في حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يوميا") فإنه قد يلزم إجراء الإحلال كل عدة سنوات.	طويل مع صيانة غير متكررة وفي الغالب فإن دورة صيانة كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا انه يلزم إجراء فحص بصرى بصورة منتظمة. ويجب مراعاة ضوابط أمنية في حالة وجود مدخل لتزويد الغاز ويستخدم لذلك مهمات تخصيصية.
	(ب) صيانة بعد العطل Post-fault		يقترح عادة أن تجرى الصيانة بعد عملية الفصل للعطل في أقرب فرصة لذلك لإمكان إستعادة حالة القاطع للمستوى المعتاد والآمن.	ليس من الضروري إجراء هذه الصيانة ومن المستحسن أن يجرى التفتيش على القواطع التي جرى تشغيلها على العطل حين تكون الفرصة مواتية في فترة التشغيل العادية.	مماثلة للقواطع التفريقية.
٧	المناسبة لظروف البيئة الخطرة والتشغيل المتكرر	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	مناسب جدا" إلا أنه يحتاج إلى تزويد الزيت وضبط منسوبه دائما" وتغيير الملامسات خاصة في ظروف الخدمة الشاقة وتكون الصيانة أكثر تكرارية في حالة القواطع قليلة الزيت.	مميزات القاطع أكثر وضوحا" في هذه الظروف وتكلفة التشغيل السنوية بالتالي أقل منها في الأنواع الاخرى.	لا يحتاج إلى صيانة متكررة إلا أنه يجب إعطاء عناية للأجزاء الميكانيكية في حالة التشغيل المتكرر خاصة إذا كانت طاقة الغلق عالية.
٨	إمكانيات التشغيل (أ) التوصيلية الأرضية المتكاملة Integral fault-making earthing facilities	نادرا" ما تكون لها هذه الخاصية وعند اللزوم تستخدم وحدات تأريض منفصلة.	يسهل إمداد القاطع بتأريض تكاملي في حالة القواطع ذات السحب الرأسي.	تزود بهذه الخاصية في حالة القواطع الثابتة. أما في حالة القواطع القابلة للسحب فتكون كالحالة المبينة في II,I طبقا" لطريقة الفصل (رأسي أو أفقي).	كالسابق في II.I حسب نظام السحب أفقي أو رأسي.
	(ب) أمكانية إجراء إختبار الحقن Injection-test	تحتاج إلى نزع قاطع التيار عن اللوحة ثم إدخال عصا الإختبار إلى مقبس الفصل.		في حالة القواطع الثابتة تتم تزويدها بفتحات إختبار تمكن من إدخال عصا الإختبار بينما تكون الدائرة أرضية وفي الأنواع القابلة	كالسابق في I, II

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التغريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
				للسحب تكون كما في I, II	
٩	تصميم مبنى اللوحات	يتوقف عرض المبنى على حسب عمق مجموعة التشغيل Switch-gear مع وجود مسار دخول لنهايات الكابلات في خلفية اللوحة وممر عريض أمام اللوحة لاعطاء فسحة لامكان سحب قاطع التيار وصيانته. ويترتب على الأحمال الديناميكية لمجموعة التشغيل على الأرضية خلال التشغيل إنشاء قواعد مكلفة وقوية. كما يتم تركيب مهمات مكافحة حريق مثل طفايات ثاني أكسيد الكربون أو باستخدام نظم أخرى كالرشاشات أو الغاز في حالة وجود إحتمال للحريق وإذا لم يكن خطر حدوث الحريق كبير فانه يتم تقسيم لوحات التشغيل الكبيرة بواسطة جدران مانعة للحريق تبنى عبر المبنى لتخفيض مخاطر التدمير		في حالة القواطع الثابتة لا تحتاج في التصميم إلى وجود فسحة للسحب أو الصيانة ومن ثم يكون عرض المبنى أقل منها في حالة القواطع القابلة للسحب. ويكون التحميل على الأرض خفيفا" ولا يتطلب الأمر وجود حوائط للحريق أو مهمات لمكافحة الحريق.	مجموعة التشغيل باستخدام القواطع الغازية تكون ذات قواطع قابلة للسحب ويحتاج في إنشاء المبنى إلى ترك فراغ لهذا الغرض ولكن إحتمال الحريق يكون مهملا" ولا يكون هناك حاجة إلى حوائط الحريق أو مهمات مكافحة الحريق وتكون المباني بالتالي اكثر إندماجا" وبساطة.

٤-٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي (H.V) (Switchboard Construction)

تتكون كل لوحة من عدد من الخلايا تشكل كل منها من هيكل معدني مبطن بألواح من الصلب المسحوب على البارد ذات سمك لا يقل عن ٢مم وتزود اللوحة بأبواب من الأمام والخلف لتسهيل الصيانة كما أنها تكون مزوده بالإحتياطات اللازمة لسلامة التشغيل والصيانة وتركب مهمات كل خليه بحيث تكون منفصلة ومعزولة تماماً عن الخليه المجاوره ويراعي أن تظل الاجزاء الحاملة للجهد بعيده عن متناول الأيدي بعد سحب المفتاح من داخل الخليه.

وتشكل قضبان التوزيع من النحاس جيد التوصيل للكهرباء وتكون مغلفة بكامل طولها بمادة عازلة مناسبة ويجب أن تكون نقط التماس من النوع ذاتي الضبط (Self Aligning) محملة بسوستة ضاغطة قوية ومطلي بطبقة سميكة من الفضة المرسبة وتزود اللوحات بوسائل الربط الميكانيكية والكهربائية لضمان الأمن عن التشغيل.

٤-٢-٣ معدات تشغيل الضغط المنخفض (Low voltage switchgear)

تخضع مواصفات معدات تشغيل الضغط المنخفض لمتطلبات الهيئة الدولية للكهرباء IEC ويتم تصميم قواطع التيار للضغط المنخفض وتصنيعها وإختبارها طبقاً للمواصفات السارية والتى يجب الأخذ بها وهي:

(أ) فئات (طبقات) قصر الدائرة **Short circuit categories**

(ب) طريقة إختبارات قصر الدائرة **Method of short circuite tests**

(ج) محددات الإرتفاع فى درجة الحرارة والمقننات الحرارية

Temperature – rise limitations / Thermal ratings

- يوضح الجدول (٤-٢) نوعان من فئات أداء قصر الدائرة ويتبين منه أن قاطع التيار فئة الأداء P_1 له القدرة على إختبار نوعى O- CO عند أقصي مقنن لقصر الدائرة له بينما أن قاطع التيار فئة الأداء P_2 له القدرة علي إختيار نوعي O- CO – CO والفارق الجوهرى بين القنتين P_1, P_2 أنه في حالة قاطع الدائرة فئة P_1 يكون له القدرة على العمل بعد الإختبار النوعي مع تقليل ظروف الخدمة بينما في الفئة P2 فأنه يكون قادر علي إستمرار الخدمة في الظروف المعتادة وعلي ذلك يجب الأخذ في الأعتبار هذا الفارق وتحديد الفئة المطلوبة بوضوح عند وضع المواصفات الخاصة بهذه القواطع.

Short-circuit categories

IEC 157-1 has two categories of short-circuit performance outlined in table 12.2.

Short-circuit performance category	Rated operating sequence for short-circuit making and breaking capacity tests	Condition after short-circuit tests
P1	O - t- CO	Required to be capable of performing reduced service
P2	O - t - CO - t - CO	Required to be capable of performing normal service

O represents a breaking operation.

CO represents a making operation followed, after the appropriate opening time (or immediately, that is without any intentional time delay, in the case of a circuit-breaker not fitted with integral overcurrent releases) by a breaking operation.

t represents a specified time interval.

جدول (٤-٢) فئات أداء قصر الدائرة

- يحدد الجدول (٤-٣) حدود الإرتفاع في درجة الحرارة طبقا لمواصفات IEC ويراعي دائما أن الإرتفاع في درجة الحرارة للملامسات لاتؤدي إلي إعطاب العزل أوالأجزاء المجاوره للملامس.

Type of material, description of part	Temperature-rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts):	
copper	45°C
silver or silver-faced*	(1)
all other metals or sintered metals	(2)
Contact parts in oil	65°C
Bare conductors including non-insulated coils	(1)
Metallic parts acting as springs	(3)
Metallic parts in contacts with insulating materials	(4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil	65°C
Terminals for external insulated connections	70°C(5)
Manual operating means:	
parts of metal	15°C
parts of insulating material	25°C
Oil in oil-immersed apparatus (measured at the upper part of the oil)	60°C(6)

جدول (٤-٣) حدود الإرتفاع في درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC.

٤-٢-٤- المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار

(Thermal rating & enchosed rating)

- وهو سعة القاطع بالأمبير التى يتم تدوينها على لوحة البيانات الخاصة بالقاطع وهى التيار الحرارى المقنن للأجهزة الغير مغلقة والمزودة بفاصل زيادة تيار مناسب إذا لزم الأمر وهو أقصى تيار يمكن مروره بالقاطع لمدة ٨ ساعات عندما يختبر فى الهواء الطلق دون أن تجاوز الزيادة فى درجة الحرارة لجميع الاجزاء الحدود المقررة فى الجدول السابق (٢-٥) وعلى ذلك يجب مراعاة أن هذا المقنن لا يعبر عن سعة القاطع عند تركيبه داخل لوحات التشغيل ويعرف المقنن داخل المحتوى enclosed rating لقاطع التيار على أنه التيار

الحرارى المقنن داخل القواطع المغلفة، وهو أقصى تيار يمكن للقاطع إمراره لمدة ٨ ساعات تشغيل يتم تركيبه داخل محتوى ذو مواصفات محدده دون أن ترتفع درجة الحرارة لأجزائه المختلفة عن الحدود المقررة المبينة بالجدول (٢-٥) وعلى ذلك فيجب ألا يزيد تيار الحمل الكامل المعتاد لقاطع التيار عن المقنن داخل المحتوى والذى يقل بدرجة كبيرة عن المقنن الحرارى للقاطع وللحصول على تشغيل مرضى تماما" لقواطع التيار فإن سعة القاطع بالأمبير يجب أن تؤخذ داخل لوحة التشغيل حيث أن المقنن الخاص به يتأثر بدرجة التهوية وحجم التوصيلات لهذا القاطع ومقاس الكابل المستخدم فى التوصيل يعتمد على عدد القواطع المركبه فى نفس الصف وللوصول إلى أداء جيد ومرضى لمعدات التشغيل الكهربائية فإنه يجب ضمان قاطع التيار فى جميع ظروف التشغيل المحيطة به وإجراء الإختبارات عليه داخل نفس اللوحة التى يتم تركيبه بها.

وعلى ذلك يجب أن يعطى صانع لوحات التشغيل سواء كان هو المصنع لقاطع التيار أويقوم بالتجميع فى لوحات من تصميمه – شهادة إختبار مرتبطة مباشرة بالمتغيرات الخاصة بالبيئة (الظروف) المحيطة بقاطع التيار عند تشغيله فعليا" وأن يضمن الأداء المرضى فى ظروف العمل الفعلية.

٤-٢-٥- بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت

تكون جدران وسقف لوحات التوزيع من الصاج الصلب بسمك لا يقل عن ١,٥مم ومدهون من الخارج والداخل بطبقتين من مادة طلاء معتمدة ويكون هيكلها من زوايا صلب قوية تلحم أو تربط مع الجدران علي أن تكون كل خلية قائمة بذاتها مع تثبيتها مع الخلايا الأخري المجاورة بطريقة مناسبة وتحتوي جميع الأجهزة اللازمة لها بحيث تسمح بسهولة تشغيل وصيانة أجهزة اللوحة جميعها بمعرفة القائم بمراقبتها وتشغيلها ويراعي تزويد كل خلية بباب خلفي من الصاج ذو مفاتيح وعلي أن تركب وتثبت فى اللوحة المفاتيح والأجهزة المطلوبة وما يلزمها من توصيلات ومحولات وعوازل وقواطع ومصهرات وصناديق نهاية الكابلات لخلية الدخول وما يلزم لتشغيلها وجميع الأجهزة تثبت داخل كل خلية خلف السطح الأمامي للوحة ولا يظهر منها على السطح الا أجهزة القياس ذات الطراز الغاطس وأكر مفاتيح التشغيل ولمبات البيان وتكون قضبان التوزيع وتوصيلاتها من النحاس الجيد التوصيل ومثبتة على عوازل من الصيني أو البكاليت المناسب لجهد التشغيل ولا يسمح بارتفاع درجة الحرارة عن ٤٠ درجة مئوية زيادة عن حرارة الجو المحيط المأخوذه ٤٥ درجة

مئوية كما أنه غير مسموح بعمل لحامات في قضبان التوزيع ويكون مقطع النحاس حسب التصميم علي الا يتجاوز كثافة التيار ٢ أمبير لكل ١ مم ٢ كما يجب أن يكون نظام التوصيلات يسمح بتتبعها بسهولة ويكون لون كل وجه علي حده هو الأحمر والأزرق والأصفر بالتوالي وقضيب التعادل باللون الأسود علي ألا يتغير مقطع النحاس الأساسي في جميع أجزاء اللوحة.

٤-٢-٦ التأريض (Earthing)

يجب توصيل جميع أجزاء اللوحات الكهربائية غير الحاملة للتيار وكذا أحد أطراف الملفات الثانوية للتيار والجهد وأجهزة القياس إلى الأرض ويجب تنفيذ هذة التوصيلات بحيث تكون متصلة بطريقة مضمونة.

يتم عمل سلك أرضي نحاس عادي أو ضفيرة بقطاع مناسب يوصل لجميع أبواب لوحة التوزيع والأجهزة المعرضة للمس وجانب واحد من الملف الثانوي لمحولات الجهد والتيار وأجهزة التسجيل والقياس ..... إلخ.

٤-٢-٧- بئر الأرض

توصل أسلاك الأرض إلي بئر خاص ينشأ بجوار المحطة بالمواصفات التالية:

يتكون بئر الأرض من ماسورة حديد مجلفن بقطر لا يقل عن ٢بوصة تدفن داخل الأرض بطول ٤م أوحتي تصل إلي أسفل منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن ٨٠سم ويكون الطول المغمور بالمياه الجوفية مثقبا" بما لا يقل عن خمس ثقوب علي المحيط بكل ٢سم من الطول المحوري للماسورة.

تحاط الماسورة من الخارج بمخلوط من ملح الطعام والفحم المجروش الناعم في حالة التربة الجافة الخالية تماما" من الرطوبة.

ويمتد بداخل ماسورة الأرض قضيب نحاس عادي ويربط بأعلي الماسورة حيث تركب جلبة من الحديد المجلفن وغير مسموح بإستخدام اللحام.

الجزء الأعلي من الماسورة بطول ٢٠سم يبرز بداخل صندوق من الزهر ذو غطاء مفصلي وأبعاد الصندوق لا تقل عن ٣٥ × ٢٢سم ويركب هذا الصندوق بحيث يكون الغطاء بمستوي سطح الأرض.

يتم توصيل سلك الأرض المذكورة ويكون الرباط بواسطة اللحام بالكهرباء أوبمسامير الرباط ولا يسمح بإستخدام لحام القصدير.

٤-٣ المحولات الكهربائية

محولات التوزيع (Distribution Transformers)

تستعمل محولات التوزيع للإستخدامات العامة والصناعية وعادة ما يكون قدرتها ١٦٠٠ ك.ف.أ أوأقل. ويمكن أيضا لأسباب إقتصادية أن تستخدم المحولات ذات القدرات حتي ٢٥٠٠ ك.ف.أ.

تعريف المحولات

تعرف المحولات بأنها الجزء الإستاتيكي من الأجهزة التي يمكنها بواسطة الحث الكهرومغناطيسي تحويل الجهد المتغير والتيار بين إثنين أو اكثر من الملفات عند نفس التردد وعادة عند قيم مختلفة من الجهد والتيار.

٤-٣-١ أنواع المحولات المستخدمة

هناك نوعان أساسيان من محولات التوزيع وهي:

- النوع الأول Liquid Filled وفية يكون القلب والملفات مغمورة داخل محتوي مملوء بالسائل والذى يمنحها التبريد والعزل فى نفس الوقت.
- النوع الثنائى Dry Type وفيه يكون القلب والملفات تبرد مباشرة بالهواء (محولات جافة).

وينقسم النوع الأول إلي وحدات تستخدم زيوت معدنية قابلة للإشتعال وأخرى تستخدم أنواع مختلفة من السوائل المقاومة للحريق مثل السوائل السيليكونية أوالمركبات الهيدروكربونية. كما ينقسم النوع الثاني إلي قسمين الأول تكون فية الملفات المعزولة معرضة مباشرة للتلامس مع

هواء التبريد والثانى يكون فيه الملفات الكاملة مغلقة داخل كبسولة من مادة مقاومة للرطوبة مصنوعة من راتنج الأيبوكسي Cast- resin.

٤-٣-٢ القدرات الشائعة للمحولات

يبين الجدول التالي رقم (٤-٤) القدرات المقننة شائعة الإستخدام للمحولات الكهربائية المنتجة تجاريا".

KVA	KVA	KVA
5.0	31.5	200
6.8	40	250
8	50	315
10	63	400
12.5	80	500
16	100	630
20	125	800
25	160	1000 etc.

جدوا (٤-٤) القدرات المقننة شائعة الأستخدام لمحولات التوزيع

٤-٣-٣ التقسيمة (Tappings)

تشتمل ملفات الضغط العالي للمحولات علي تقسيمة لتغيير نسبة اللفات بين ملفات الضغط العالي والضغط المنخفض ومن ثم لمعادلة التغييرات فى الجهد الأولي للمنبع للحفاظ على الجهد الثانوي للمستهلك في الحدود المقننة. ويتم إختيار الأقسام عن طريق جهاز دائرة خارجية ويجب مراعاة فصل المحول عن النبع قبل تغيير الأقسام.

٤-٣-٤- ملفات المحولات (Windings)

- يتكون المحول من قلب ذو ثلاثة شعب مصنوعة من رقائق الصلب المعزولة كهربيا" ويحمل كل شعب ملفين ملفوفيين محوريا، ويكون الملف الثانوى (الضغط المنخفض) من الداخل قريبا" من القلب الحديدي ويكون الملف الإبتدائى (الضغط العالي) من الخارج وتوضع هذه التركيبة داخل غلاف من الصلب.
- في حالة المحولات من النوع المغمور يتكون هذا الغلاف من خزان مانع للتسرب مملوء بالسائل وفي حالة المحولات الجافة فإن الغلاف يتكون من غطاء مهوي لاحتواء الأجزاء الحية.
- تصنع موصلات الملفات من النحاس إلا في حالات خاصة فإنة يمكن إستخدام شرائط الألومنيوم الرقيقة.

٤-٣-٥ أداء المحولات (Performance)

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الأولية هي الإعتبار الوحيد وفى كثبر من الحالات فإنها تكلف جزء صغير من التكلفة الكلية.

العوامل التي تحكم إختيار محول معين يجب أن تتضمن معامل الحمل وتكلفة الفواقد والكفاءة وتكلفة الصيانة وجودة مقاومة الحريق وما يتطلبة من تكلفة مباني والمساحة المتاحة للإنشاء ودرجة حرارة الجو وذلك بالإضافة إلي التكلفة الأولية.

٤-٣-٦ الفواقد في المحولات (Losses)

- تمثل فواقد اللاحمل وفواقد الحمل في المحول فقد في الكفاءة وهى السبب في الجزء الأكبر من تكلفة التشغيل للمحول. وتتحول هذه الفواقد الي حرارة يتم التخلص منها عادة عن طريق الإشعاع في الجو المحيط بالمحول.
- تتم المقارنة بين المنتجين المختلفين للمحولات المغمورة عن طريق تقييم إستهلاك الكهرباء والناتج عن فواقد اللاحمل في حالة التنشيط المستمر لهذه المحولات.

- تعتمد تكلفة فواقد الحمل علي معامل الحمل (L.F.) وهي لاتختلف بصورة كبيرة بين منتج وآخر لنفس القدرة في حالة المحولات المغمورة في الزيت أما في حالة المحولات المغمورة في مواد مقاومة للحريق فإن هذه الفواقد تتفاوت بدرجة كبيرة نسبيا".
- تقل الفواقد في المحولات الجافة عنها فى حالة المحولات المغمورة.
- ويبين الجدول التالي رقم (٤-٥) مقارنة بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ويراعي إجراء نفس المقارنة بين أنواع المحولات لجميع القدرات الأخري قبل إتخاذ قرار تفضيل نوع على آخر كأحد العوامل المرجحة.

	Losses in kilowatts at operating temperature							
	No load	1/4 Load		1/2 Load		3/4 Load		Full Load
Oil		No load	2.8	No load	2.8	No load	2.9	No load 2.5
Askarel	2.6	Load	0.6	Load	2.3	Load	5.2	Load 9.4
Silicone		Total	3.4	Total	5.1	Total	8.0	Total 11.9
Dry-type, 150°C	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load 3.2
		Load	0.8	Load	3.3	Load	7.4	Load 13.2
		Total	4.0	Total	6.5	Total	10.6	Total 16.4
Epoxy dry-type	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load 3.2
		Load	0.7	Load	3.0	Load	6.7	Load 11.8
		Total	3.9	Total	6.2	Total	9.9	Total 15.0

جدول رقم (٤-٥) مقارنة بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ

٤-٣-٧ الإرتفاع في درجة الحرارة (Temperature Rise)

- في الأجواء المعتدلة يكون الفرق في الإرتفاع في درجة الحرارة المسموح بها بين المحولات المغمورة والمحولات الجافة غير ذو أهمية في التركيبات.
- تؤدي الزيادة فى درجة الحرارة في الجو المحيط بالمحولات إلى الحد من القدرات المقننة لها حيث تقل عن القيمة الموضحة علي لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد علي لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد علي الأجهزة الكهربائية لهذه المحولات.
- بين الجدوليين رقم (٤-٦) ورقم (٤-٧) الحدود المسموح بها للإرتفاع في درجة الحرارة بالنسبة لنوعي المحولات.
- في حالة المحولات التى تركب داخل المباني وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فإنه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الأعتبار النزول بقدرتها إلي القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانة الدورية نظرا لحساسية هذا النوع ولمنع الحشرات عنها.
- بالنسبة للمحولات التي تركب في مناطق عالية الحرارة بإستمرار أو في أماكن صغيرة جدا" فانه من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصصيا" لدرجات الحرارة العالية والمغمورة في السوائل السيليكونية.

1	2	3	4
Part	Cooling method	Temperature class of insulation	Maximum temperature rise (°C)
Windings (temperature rise measured by the resistance method)	Air, natural or forced	A	60
		E	75
		B	80
		F	100
		H	125
			150+
Cores and other parts			
(a) Adjacent to windings	All		(a) Same values as for windings
(b) Not adjacent to windings			(b) The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself, other parts or adjacent materials

جدول (٤-٦) جدول الارتفاع في درجة الحرارة للمحولات الجافة.

1	2
Part	Maximum temperature rise (°C)
Windings: temperature class of insulation A (temperature rise measured by the resistance method)	55, when the oil circulation is natural or forced non-directed 70, when the oil circulation is forced and directed
Top oil (temperature rise measured by thermometer)	60, when the transformer is equipped with a conservator or sealed 55, when the transformer is neither equipped with a conservator nor sealed
Cores, metallic parts and adjacent materials	The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself, other parts or adjacent materials

Note The temperature rise limits of the windings (measured by the resistance method) are chosen to give the same hot-spot temperature rise with different types of oil circulation. The hot-spot temperature rise cannot normally be measured directly. Transformers with forced-directed oil flow have a difference between the hot-spot and the average temperature rise in the windings which is smaller than that in transformers with natural or forced but not directed oil flow. For this reason, the windings of transformers with forced-directed oil flow can have temperature rise limits (measured by the resistance method) which are 5°C higher than in other transformers.

جدول (٤-٧) حدود الإرتفاع في درجة الحرارة للمحولات المغمورة في الزيت.

٤-٣-٨ دليل التحميل للمحولات (Loading Guide)

- يجب تحديد الظروف المختلفة لدرجة حرارة الجو المحيط وظروف الخدمة التي يمكن للمحولات المغمورة في الزيت أن تعمل فيها دون حدوث إتلاف لعزل الملفات الخاصة بها بسبب التأثيرات الحرارية في حالة تعدي الحدود المسموح بها. ويمكن تطبيق نفس الوحدات في حالة إستخدام أنواع أخري من سوائل التبريد.
- الهدف من دليل التحميل هو إعطاء التحميل المسموح به تحت ظروف معينة من درجة حرارة وسط التبريد ونسبة التحميل الأولية من القدرة المقننة للمحول (التي يعمل عليها في الوضع العادي للتشغيل) بحيث يمكن للمصمم أن يختار القدرة المقننة لأي إنشاءات جديدة.
- تحدد درجة حرارة وسط التبريد المعتادة (وهي ٢٠°م مثلا) والحيود عن هذه القيمة يتم بحيث يحدث توازن بين إطالة العمر الإفتراضي في حالة العمل تحت درجة حرارة أقل وتقصير هذا العمر في حالة العمل في درجة حرارة أعلي.
- لايتم في التطبيقات العملية تشغيل المحولات بصفة مستمرة تحت ظروف الحمل الكامل. ويعطي الدليل مقترحات الدورة والتحميل اليومية أخذا في الاعتبار التغير في درجة حرارة الجو المحيط خلال فصول السنة.
- يبين الجدول رقم (٤-٨) دليل التحميل للمحولات المغمورة في الزيت عند درجة حرارة لوسط التبريد مقدارها ٢٠°م.

K_1 = initial load power as a fraction of rated power

K_2 = permissible load power as a fraction of rated power (greater than unity)

t = duration of K_2 in hours

θ_a = temperature of cooling medium (air or water).

Note $K_1 = S_1/S_r$ and $K_2 = S_2/S_r$ where S_1 is the initial load power, S_2 is the permissible load power and S_r is the rated power.

Values of K_2 for given values of K_1 and t

	K_1 = 0.25	K_1 = 0.50	K_1 = 0.70	K_1 = 0.80	K_1 = 0.90	K_1 = 1.00
t = 0.5	+	+	1.93	1.83	1.69	1.00
t = 1	1.89	1.80	1.70	1.62	1.50	1.00
t = 2	1.59	1.53	1.46	1.41	1.32	1.00
t = 4	1.34	1.31	1.27	1.24	1.18	1.00
t = 6	1.23	1.21	1.18	1.16	1.12	1.00
t = 8	1.16	1.15	1.13	1.12	1.09	1.00
t = 12	1.10	1.09	1.08	1.07	1.05	1.00
t = 24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ONAN and ONAF transformers: θ_a = 20°C.

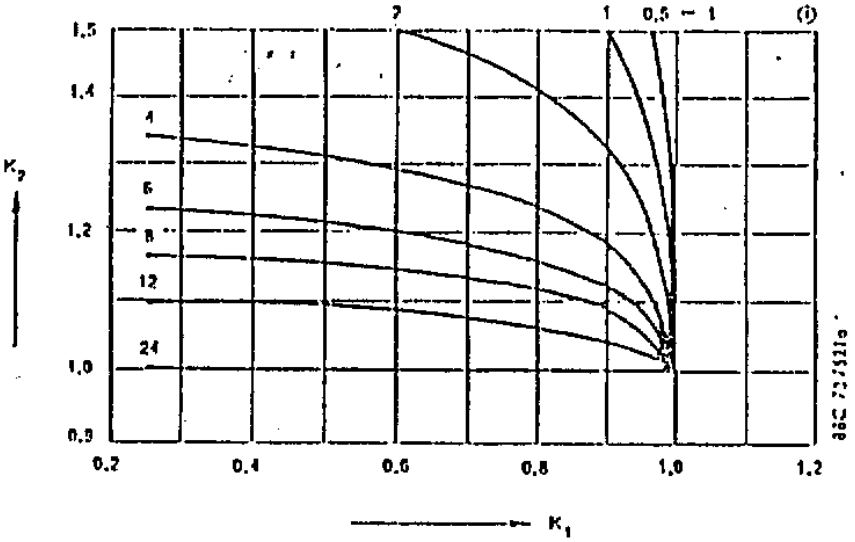
Note In normal cyclic duty the value of K_2 should not be greater than 1.5. The values of K_2 greater than 1.5, underlined, apply to emergency duties.

The + sign indicates that K_2 is higher than 2.0.

جدول (٤-٨) دليل التحميل للمحولات المغمورة في الزيت.

- عن طريق الجدول السابق يمكن تحديد إما نسبة التحميل الزائد لمحول ذو قدرة مقننة محددة خلال فترة زمنية معينة أو تحديد القدرة المقننة المطلوبة لمحول يعمل وفق دورة تحميل يومية معينة وذلك عن طريق رسم منحني للعلاقة بين k1، k2 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t (شكل رقم ٤-٨).

Assuming the same service life as for continuous operation at rated power and at an ambient air temperature of 20° C, the transformers may be subjected to a load cycle as shown by the curves below.



The curves are in accordance with the IEC recommendation of 1972 which permits a hot-spot temperature in the windings of 140° C.

in which:

K_1 = initial load referred to rating

K_2 = max. permissible load referred to rating

t = duration of K_2 in h

Note:

In certain cases the permissible overload obtained from the above curves may be limited by the tap changer and bushings. Therefore, if it is intended to operate the transformer with a load cycle involving overloads, the height of the latter and the nature of the load cycle should be stated.

شكل (٤-٨) منحني العلاقة بين k2، k1 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t.

٤-٣-٩ مقاومة الحريق (Fire Resistance)

تعتبر المحولات الجافة والمغمورة (عدا الزيوت المعدنية) مقاومة للحريق ولكن ذلك لا يعني أن تلك المواد غير قابلة للإحتراق رغما عن أن لهذه المواد نقطة إشتعال (وهي درجة الحرارة التي يتم عندها الإحتراق المستمر للمادة عندما تتعرض للهب عند سطحها) ويعتبر العامل المهم عند الأخذ في الاعتبار مقاومة المادة للحريق وأن تكون نقطة الاشتعال للمادة أعلي بكثير من أقصي درجة حرارة يمكن الوصول إليها لمحول يعمل عند أقصي تحميل له في ظروف جوية محيطة.

- يبين الجدول رقم (٤-٩) نقطة الاشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق (بعد إستبعاد المركبات الكربونية لخطورتها علي البيئة) ويتضح منه عدم وجود فرق كبير بينها عدا العزل H الذي يمكن اعتباره عمليا مضاد للحريق. وعلي ذلك فيجب الأخذ في الاعتبار التأثير السام للأدخنة المنبعثة نتيجة لإحتراق هذه المواد والخطر الناجم عن ذلك بالإضافة للمميزات الأخري عند مقارنة الأفضلية.

- يعتبر معدل التخلص من الحرارة للمادة المحترقة عاملا" هاما" حيث أنه يتوقف عليه حجم وطبيعة مأوي المحولات ويتكون هذا المعدل من مكونين أحدهما توصيلي والآخر إشعاعي والمكون الأول أكبر في القيمة ويعتبر مقياسا" لمدي التدمير الذي يلحق بأسقف مباني الإيواء لهذه المحولات بينما يبين المكون الثاني التاثير التدميري للحريق علي الحوائط والمهمات المحيطة بالمحول.

- ويوضح الجدول رقم (٤-١٠) قيم هذه المكونات لبعض المواد المقاومة للحريق.

Material*	Fire point (°C)
Silicone liquid	360
Nidel 7131	310
Cast resin	350
Class II	†

*For comparison purposes mineral oil is 170°C. Askarel is non-flammable.

†These designs are virtually fire proof.

جدول (٤-٩) نقطة الأشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق.

Material	RHR	
	convective (kW/m)	radiativ (kW/m)
Silicone 561	53	25
High fire point hydrocarbon	546	361
Epoxy resin	-	-

جدول رقم (٤-١٠) قيم معدلات التخلص من الحرارة لبعض المواد المقاومة للحريق.

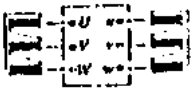
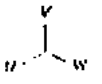
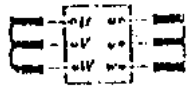
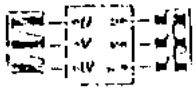
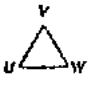
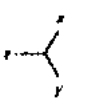
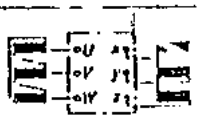
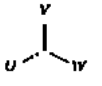
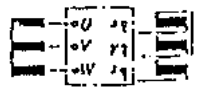
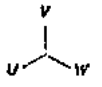
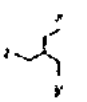
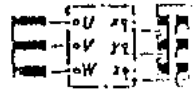
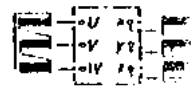
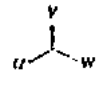
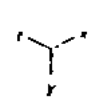
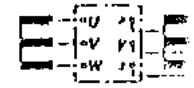
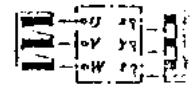
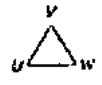
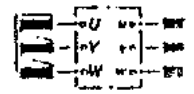
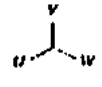
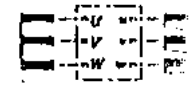
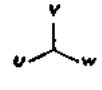
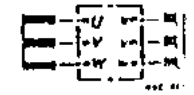
٤-٣-١٠ التوصيلات (Connections)

- يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولات التوزيع وهي جانب الضغط المنخفض بتوصيلة ستار (Y) ومن ثم يتم تأريض النظام عن طريق نقطة التعادل وذلك حتي يمكن الحصول على الجهد الأحادي.
- ويتم توصيل الملفات الإبتدائية وهي جانب الضغط العالي يتوصيلة دلتا (Δ) حتي يمكن تلاش التوافقيات الثلاثية.
- التوصيلات الشائعة الإستخدام هي كالآتي طبقا" للإزاحة بين نفس الوجه فى الملفات الإبتدائية والثانوية Dy 11 , Dy5 Or Dy7 وتعتبر التوصيلة Dy11 أو ما يماثلها هي الأكثر شيوعا" فى العالم.

- ويبين الشكل (٤-٩) هذه التوصيلات بالإضافة إلى التوصيلات الأخري الممكن الحصول عليها.

في هذا الشكل يؤخذ المتجه الخاص بملفات الضغط العالي كمتجه الأصل وينسب الوجه المماثل فى ملفات الضغط المنخفض إليه طبقا" لوضع عقارب الساعة.

- إختيار الإزاحة بين الوجه للملفات الإبتدائية (الضغط العالي) والثانوية (الضغط المنخفض) غير ذي أهمية فى حالة إستخدام محول واحد لشبكة المنطقة. ولكن إذا أشتملت الشبكة على أكثر من محول واحد فانه يجب أن تكون جميع المحولات لها نفس علاقة الوجه والا فانه لا يمكن أن تعمل هذه المحولات على التوازي أو تحويل التغذية للشبكة من محول إلى آخر.

Designation Clock hour figure	Vector group ①	Vector diagram HV	Vector diagram LV	Winding diagram ① HV	Winding diagram ① LV
0	Dd0				
	Yy0				
	Dz0				
5	Dy5				
	Yd5				
	Yz5				
6	Dd6				
	Yy6				
	Dz6				
11	Dy11				
	Yd11				
	Yz11				

① If the neutral is brought out, the letter "N" must be added following the symbol for the h winding, or "n" following that of the l.v. winding; e.g. l.v. neutral brought out = Yyn0.

② It is assumed that windings are wound in the same sense.

شكل رقم (٤-٩) مجموعات المتجهه الشائعة الإستخدام في محولات التوزيع.

٤-٣-١١ نهايات التوصيل (Terminals)

- تكون نهايات التوصيل للضغط المنخفض فى المحولات على هيئة جراب من راتنج الإيبوكسي يحوي مجموعة لقم توصيل تربط بها أطراف موصلات الكابلات بالمسامير.
- بالنسبة لنهايات التوصيل للضغط العالي فانها إما ان تكون عن طريق صندوق كابلات مملوء بالكومباوند فى حالة كابلات الضغط العالي المعزولة بالورق ، أو صندوق كابلات هوائي فى حالة كابلات XLPE أو P.V.C تكون ذات جلب أو أكمام قابلة للإنكماش بالحرارة.

٤-٣-١٢ تبريد المحولات (Cooling)

تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة ويبين الجدول رقم (٤-١١) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد.

- أبسط طرق التبريد تكون عن طريق تبريد الملفات بالهواء الطبيعي الذي يمر فوق الأسطح الساخنة لملفات وقلب المحول حيث تنتقل الحرارة الى الهواء المحيط بالمحول عن طريق التوصيلة والإشعاع وتوصف هذه الطريقة بأنها طبيعية بالهواء (.A.N).
- للتغلب على العوائق التي تؤدي إلى تقليل إنتقال الحرارة من الملفات الى الهواء فإنه يتم إستخدام هواء مدفوع فوق هذه الملفات وذلك لتحسين إنسياب الحرارة وزيادة معدلات التبريد بدرجة محسوسة وتعرف هذه الطريقة بالهواء المدفوع (.A.F).

- يمكن الخلط بين هاتين الطريقتين فى حالة المحولات الجافة وذلك باستخدام التبريد الطبيعي بالهواء مع تشغيل مروحة أتوماتيكية فى حالة إرتفاع درجة حرارة المحولات عن حدودها المعتادة وتسمي هذه الطريقة (AN/AF).
- فى حالة المحولات المغمورة فى السائل فانه يجب إستخدام مجموعتين من الأحرف الأولي تصف طريقة تبريد الملفات والثانية لوصف طريقة تبريد سطح السائل. وعلى ذلك فانه فى حالة الملفات المغمورة فى الزيت لتبريدها طبيعيا وفى نفس الوقت فان هذا الزيت يبرد طبيعيا أيضا عن طريق الهواء فان الأحرف الدالة على ذلك هي ONAN وإذا كان الزيت يبرد عن طريق الهواء المدفوع فإن طريقة التبريد تكون ONAF ويمكن الخلط بين الطريقتين عن طريق تشغيل مروحة أوتوماتيكية لدفع الهواء فوق سطح السائل فى حالة

زيادة درجة حرارة السائل عن حد معين وتعرف الطريقة بأنها ONAN / ONAF وبذلك يمكن زيادة قدرة نفس المحول بقيمة محسوسة.

- عند إستخدام مضخة للمساعدة على سريان الزيت داخل المحول بالإضافة إلى مروحة لدفع الهواء فان الطريقة تصبح OFAF.
- فى حالة المحولات ذات القدرات ك.ف.أ. وأكثر فان الطريقة الطبيعية فى التبريد ONAN تحتاج إلى سطح تبريد أكبر بالنسبة لخزان الزيت من السطح العادي لهذا الخزان ، ويمكن الحصول على هذا السطح الإضافي إما بإستخدام أنابيب ملحومة بجدران الخزان تحمل الزيت الساخن من أعلي الخزان إلى أسفله كما كان يستخدم فى الماضي أو بإستخدام ألواح التبريد المماثلة لتلك المستخدمة للمياه الساخنة التى توضع عليه هيئة مجموعات(Banks) على جانبي الخزان لرفع كفاءة التبريد وتقليل التكلفة عنها فى حالة إستخدام الأنابيب. وتستخدم فى الوقت الحالي خزانات زيت مصنوعة من ألواح الصاج الرفيعة (١,٢مم) عميقة التعريج للحصول على أعلي كفاءة تبريد طبيعية لزيت التبريد الخاص بالمحولات.

Kind of cooling medium	Symbol
Mineral oil or equivalent flammable synthetic insulating liquid	O
Non-flammable synthetic insulating liquid	L
Gas	G
Water	W
Air	A
Kind of circulation	
Natural	N
Forced (oil not directed)	F
Forced-directed oil	D

جدول رقم (٤-١١) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد لمحولات التوزيع

٤-٣-١٣ تهوية مأوي المحولات (Ventilation of transformer enclosure)

- المحولات التي تعمل داخل مكان مغلق من المحتم أن تصل إلى درجة حرارة أعلي عند نفس الحمل من تلك التى تعمل فى الهواء الطلق. وعلى ذلك فمن الضروري لإطالة عمر المحولات أن تؤخذ هذه الحقيقة فى الإعتبار ويتم عمل الترتيبات اللازمة عند تصميم غرف المحولات لان تكون هذه الزيادة فى درجة الحرارة محدودة.

- يجب عمل الموازنة بين مميزات إستخدام مراوح تهوية لهذه الغرف فى الحد من مشكلة إرتفاع درجة الحرارة وبين مميزات التهوية الطبيعية التى لا تعتمد على كفاءة أداء وصيانة هذه المراوح وما ينتج عن توقفها المفاجئ من أخطار.

- الزيادة فى درجة الحرارة لغرف المحولات تتوقف على الآتي:

أ- الفواقد الكلية للمحول.

ب- المساحة الصافية لفتحات التهوية (دخول وخروج)

جـ- المسافة الرأسية الفعالة بين فتحات الدخول والخروج للتهوية.

- الوضع المثالي لفتحة دخول التهوية يكون منخفضا وأسفل خط التماثل C.L لرديياتير المحول مع وضع المحول أقرب ما يمكن منها.
- فتحة خروج التهوية تكون عالية ويراعي ألا تكون فوق المحول مباشرة بل توضع في الحائط البعيد عن فتحة الدخول بحيث يمر الهواء البارد فوق المحول أثناء مروره من فتحة الدخول إلى فتحة الخروج.
- أقل ارتفاع لفتحة الخروج عن فتحة الدخول يكون في الحالة المثالية مساويا" مرة ونصف إرتفاع المحول.
- تحسب المساحة الصافية لفتحة الدخول أو فتحة الخروج من العلاقة التجريبية الأتية:

$$\mathbf{A = 0.06P}$$

حيث:

P = الفقد الكلي المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات.

A = المساحة مقدرة بالمتر المربع.

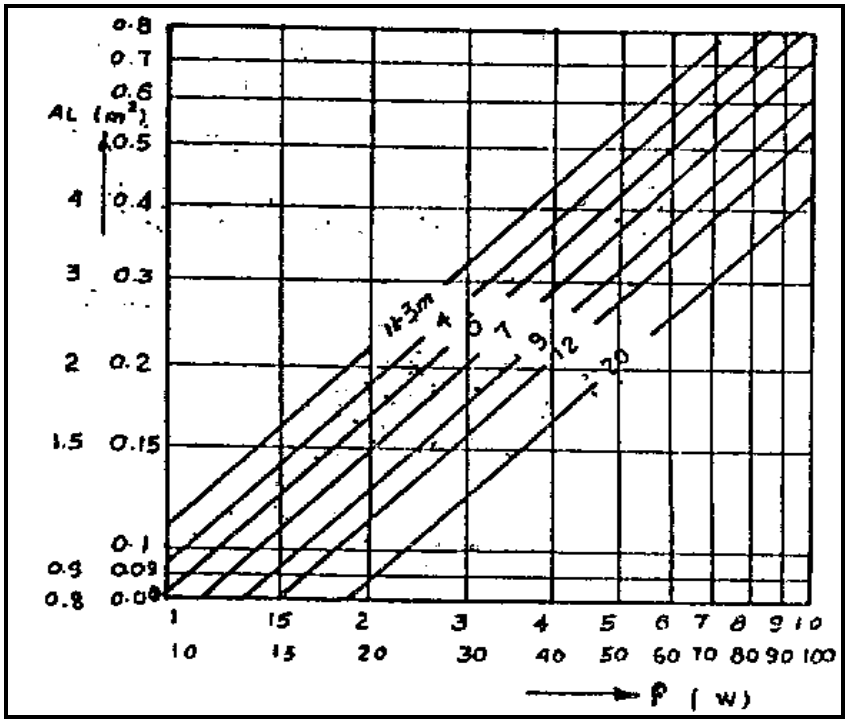
- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لا تزيد عن درجة حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧-٨ درجات مئوية.

والشكل رقم (٤-١٠) يوضح نوموجرام تحديد مساحتي دخول وخروج الهواء.

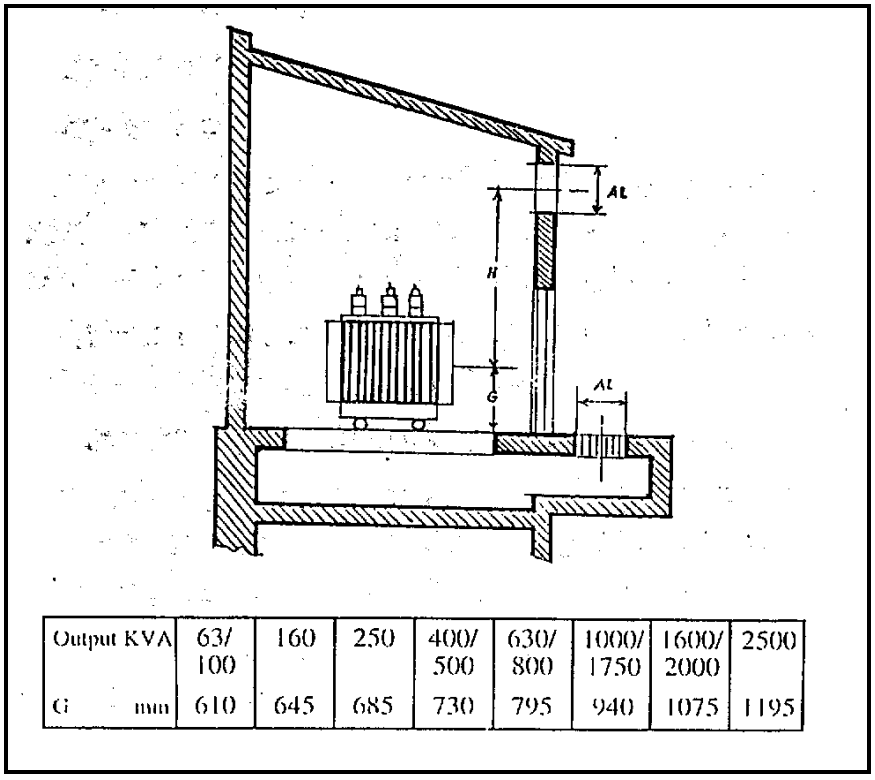
والشكل رقم (٤-١١) يوضح تركيب المحولات فى مأوي مغلق.

٤-٣-١٤ قوة (شدة) العزل للمحولات (Insulation Strength)

يتم إختبار مستوي قوة العزل للمحولات والتى يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند التصميم عند مستوي ٧٥ كيلو فولت للمحولات التي تركب داخل الغرف ويتم توصيل التيار الكهربي لها عن طريق كابلات . وعند مستوي ٩٥ كيلو فولت للمحولات التى تركب على الأعمدة أو خارج المباني ويتم توصيل التيار الكهربي لها عن طريق الخطوط الهوائية.



شكل رقم (٤-١٠) نونوجرام تحديد مساحة فتحتي دخول وخروج الهواء.



Output KVA	63/ 100	160	250	400/ 500	630/ 800	1000/ 1750	1600/ 2000	2500
G mm	610	645	685	730	795	940	1075	1195

شكل رقم (٤-١١) تركيب المحولات في مأوى مغلق.

٤-٣-١٥ تشغيل المحولات علي التوازى (Parallel Operation)

يعني التشغيل المرضي للمحولات على التوازي أن يحمل كل محول نصيبه من الحمل حسب القدرة المقننة له ولتحقق هذا الشرط فانة يلزم أن تكون المحولات الموصلة على التوزاي متساوية في الآتي:

- ✓ نفس النسبة التحويلية للجهد.
- ✓ نفس إزاحة الوجه.
- ✓ نفس قيمة الممانعة.

وعلي ذلك فأن أي محولين من المحولات ثلاثية الأوجة والتي لها خواص متماثلة ولها أيضا نفس رموز التوصيل يمكن أن تعملا معا على التوازى (مثال ذلك فأن التوصيلتين Dy11 و Yd11 يمكن أن تعملا معا علي التوازى بأمان).

تحكم قيمة الممانعة نسبة المشاركة في الحمل الكلي التي يتحملها كل محول ويجب في هذه الحالة أن تكون مقاومة كل وحدة متماثلة.

- هناك نقاط أخري يجب أخذها في الاعتبار عند التشغيل علي التوازى وهي:

أ- يمكن أن تتغير الممانعة للمحولات بين $\pm$ ١٠ % من القيمة المضمونة طبقا" لاختبار الممانعة. وعلي ذلك فانة يمكن وجود محوليين بهما نفس قيمة الممانعة طبقا" للإختبار رغم اختلافهما في الممانعة بما يقرب من ٢٠ %.

ب- طول ونوع الكابل المستخدم في توصيل المحول يجب أخذه في الاعتبار عند حساب الممانعة في حالة ادخال محول جديد علي التوازى إذا ما كان هذا المحول في موقع بعيد عن المحولات العاملة.

ت- بالنسبة للمحولات التي لها نظام تقسيم لمدي يزيد عن ١٠ % فأنها تحتاج الي أخذ التغيير فى الممانعة خلال هذا المدي.

ث- علاوة على ماسبق فانه يوجد تفاوت كبير بين منتجي المحولات من حيث ترتيب الملفات الخاصة بها مما يترتب علية تغيير ملحوظ في خواص المحول.

٤-٣-١٦ حماية المحولات (Tranformers Protection)

تزود المحولات بالحمايات الآتية:

أ- الحماية ضد التفاوت (Differential Protection)

الحماية ضد التفاوت تستند على قاعدة المقارنة بين التيارات الابتدائية والثانوية للمحول وفى حالة حدوث خلل فى التوازن فإن ذلك يعني حدوث عطل خارجي عن المحول. وحيث أن توصيل ملفات المحول الإبتدائية والثانوية تختلف عادة فيجب ان يتم معادلتها عن طريق توصيل محولات تيار (CTS) مناسبة.

ب- الحماية عند عطل الأرضي المقيد (Restricted Earth Fault Protection)

يتم تحميع الملفات الثانوية لمحولات التيار (CTS) الثلاثية علي كل جانب من ملفات المحول مع مرحل (Relay) يوصل عبرها ويوصل محول تيار (CT) رابع علي نقطة التعادل neutral للملفات الموصلة علي هيئة T وتعمل المرحلات فقط في حالة وجود عطل أرضي داخلي حيث أنه في هذه الظروف فقط فان خرج محولات التيار لا تعطي مجموع صفر مما يتسبب في سريان تيار في دائرة المرحلة.

ج- الحماية ضد عطل الأرضي غير المقيد (Unrestricted Earth Fault Protection)

يعطي محول تيار CT واحد مركب علي نقطة التعادل للملفات الموصلة علي هيئة مقياسا للحماية ضد عطل الأرضي ولكن المرحل في هذه الحالة يعمل أيضا في حالة حدوث اعطال خارج المحول.

د- الحماية ضد زيادة الحمل (التيار) (Over Current Prtection)

يجب ضبط أوضاع مرحل زيادة الحمل بحيث يمكن تمييز الحماية في جانب الحمل للمحول (وليس لحماية الشبكة وراء المحول).

ذ- مرحل الغاز والزيت (بوخلز) Gas and Oil Relay

يتم تركيب مرحل موخلز في الأنبوبة الموصلة بين خزان الزيت الرئيسي للمحول وخزان الاستعواض ويوجد عادة في المحولات المغمورة في الزيت ذات القدرة من ١٥٠٠ ك.ف.أ فأكثر ويزود المرحل بعوامتين تحملان مفاتيح Switches إما أن تكون مفتوحة في الوضع العادي أو مغلقة في الوضع العادي تعمل احدي العوامتين عندما يصل منسوب الزيت في خزان الاستعواض وبالتالي المرحل الي منسوب منخفض غير مرغوب ويتم توصيل المفتاح عند المنسوب المنخفض عادة بدائرة إنذار تعطي تحذيرا عند إنخفاض منسوب الزيت في المحول وتعمل العوامة الأخري عندما يكون هناك إنبعاث مفاجيء للغاز داخل المحول وذلك في حالة وجود عطل خطير أو احتراق في ملفات المحول وتوصل ملامسات المفتاح في هذه العوامة عادة الي دائرة لقط Trip Circuit في لوحة التشغيل الخاصة بالمحول والتي تقوم بفصل المحول عن منبع التيار ويجب الأخذ في الاعتبار انه عند بدء تشغيل المحول فانه ينبعث عادة بعض الغاز الناتج عن فقاقيع الهواء الموجودة بالزيت والتي قد تعمل علي تشغيل مرحل بوخلز وإعطاء إنذار زائف.

ر- أجهزة تنفيث الضغط (Pressure – Relief Devices)

يركب الجهاز علي غطاء أوجدران الخزان الرئيسي للمحول ويعمل عندما يزيد الضغط داخل الخزان حيث تفتح اللقم الحاكمة Seal Snaps مما يتيح تفريغ الغاز المستجمع من خلال فوهة متسعة بمعدل يصل الي ٢٨٣ م٣ / دقيقة.

ز- مبينات درجة حرارة الملفات Winding Temperature Indicators

حيث أنه يتعذر قياس درجة حرارة الملفات بالتلامس المباشر لموصلات هذه الملفات فان مبين درجة حرارة الملفات يمكن إعتباره مؤشرا أقرب إلي الدقة وذلك خلال شريحة ضيقة لتحميل المحول.

هناك نوعان رئيسيان لبيان درجة حرارة الملفات :

أ- الطريقة المباشرة حيث توضع مجسات الجهاز أقرب ما يمكن من ملفات الضغط المنخفض

ب- الطريقة غير المباشرة حيث يقوم جهاز للصورة الحرارية بتمثيل أو تقليد الفارق في درجة الحرارة بين الملفات واعلي منسوب الزيت .

وتستخدم الطريقة (أ) في أغلب الأحيان مع المحولات الجافة حيث تسمح ممرات التبريد الواسعة بوضع مجسات الجهاز الحرارية بحيث لا تتلف عوازل مجموعة ملفات المحول.

- تستخدم الطريقة غير المباشرة تركيبة قياسية مكونة من مبين لدرجة الحرارة ذو قرص بمؤشر ومحول تيار (CT) مركب علي التوصيلة الحية لاحد ملفات المحول حيث يمر التيار المقابل من ملفة الثانوي الي ملف حراري ملفوف علي المخدات الخاصة بجهاز القياس . وتقوم بمقاومة معايرة بضط التيار في الملف الحراري الي قيمة تنتج الفارق الصحيح بين الملفات والزيت.
- هناك طرق أخري مناسبة للمحولات الكبيرة حيث يتم استخدام مقاومة بلاتينية قياسية مقدراها ١٠٠ أوم كمجس تثبت اقرب ما يمكن لمفات المحول حيث يقيس الجهاز مقاومة هذا المجس التي تتغير بتغيير درجة حرارة الملفت.
- يتم توصيل مبينات درجة الحرارة الي دوائر إنذار أو فصل ويمكن أيضا توصيلها إلي ثلاثة أو أربع مفاتيح لتشغيل مراوح أو مضخات للهواء المدفوع لدورة تبريد خارجية للمحولات.

٤-٤ الكابلات الكهربائية

٤-٤-١ التيار المقنن المسموح بمروره

عند مرور تيار كهربي خلال موصل الكابل تتولد حرارة في هذا الموصل وتتناسب كمية الحرارة المتولدة في وحدة الزمن مع حاصل ضرب مربع شدة التيار المار في الموصل مضروبا" في مقاومة الموصل.

وعلي ذلك فإن:

$$\frac{W}{t} = I^2 R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث :

$\frac{W}{t}$ = كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن (وات / ثانية).

I = التيار المار فى الموصل (أمبير).

R = مقاومة الموصل (أوم).

- الحرارة المتولدة ترفع درجة حرارة الموصل وينتج عن ذلك فرق فى درجة الحرارة بالمقارنة مع درجة حرارة الوسط المحيط بالموصل (هواء أوأرض) حيث تنساب الحرارة المتولدة خلال المواد المغلقة لموصل الكابل.
- تتناسب كمية الحرارة المنسابة فى الثانية مع الفرق فى درجة الحرارة الناتج عن مرور التيار ويتبع ذلك أن الفرق فى درجة الحرارة ΔT عند شدة تيار معينة تتزايد حتى يمكن الوصول إلى توازن فى درجة الحرارة عند نقطة تكون فيها الحرارة المنسابة إلى الوسط المحيط فى وحدة الزمن مساوية لكمية الحرارة المتولدة فى الموصل.

أى أن :

$$\theta = \frac{w}{t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث :

θ = الانسياب الحرارى فى الثانية

- بتطبيق قانون أوم فان الانسياب الحرارى يمكن أخذه كالآتى :

$$\theta = \frac{\Delta T}{Rth} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث Rth هى المقاومة الحرارية للموصل (الأوم الحرارى) وتحسب بالدرجة المئوية/الوات.
وتتكون المقاومة الحرارية من مقاومة حرارية داخلية (Rthi) من الموصل الى السطح الخارجى للكابل ومقاومة حرارية خارجية (Rthe) من السطح الخارجى للكابل الى الوسط المحيط.

- عند الوصول الى التوازن فى درجة الحرارة وبتطبيق العلاقات (3) , (2) , (1) فإن:

$$I^2 R = \frac{\Delta T}{Rthi + Rthe}$$

أو:

$$\Delta T = I^2 R (Rthi + the)$$

ملاحظة:

فـي حالـة التيـار المتـردد فإنـة يجـب حسـاب الممانعـة Impedance الخاصـة بالموصـل وكـذلك التيارات التأثيرية في الأغلفة المعدنية إلا أنه لتسهيل الحسابات فانة يمكن استخدام العلاقة (4) لإعطاء نتائج مقبولة وكافية من الناحية العملية.

تحـدد خـواص مـواد العـزل المسـتخدمة فـي الكـابلات أقصـي درجـة للحـرارة يسـمح أن يصـل اليهـا الموصل ومن ثم فان الفرق في درجة الحرارة بين الوسط المحيط بالكامل والموصل تكون مقيدة وهذا يمكن تحقيقه فقط بتقييد توليد الحرارة داخل الموصل وبمراعاة العلاقة (4) فان القيمة I^2R.

يجب أن تخفض وهذا يمكن تحقيقة بواسطة الآتى:

أ- تقييد قيمة المقاومة R للموصل باختيار موصل ذو مساحة مقطع كبيرة بدرجة كافية.
ب-تقييد أقصي شدة تيار مسموح بها I_{max} عند مساحة مقطع محددة للموصل.

- المقاومـة الحراريـة الداخليـة R_{the} تعتمـد علـى بنيـة الكابـل ويمكـن حسـابها مـن أبعـاد الكابـل والمقاومة النوعية للمواد المستخدمة فى العزل والتغليف ، والمقاومة الحرارية الخارجية R_{the} للكابـل تعتمـد علـى عـدد كبيـر مـن العوامـل الخارجيـة ذات التـأثير علـى عمليـة الانتقـال الحراري.
- تحديد التيار المسموح بمروره فى الكابل يعتريه صعوبات لا ترتبط فقط بالكابل نفسه ولكن أيضا بمعدل إنسياب الحرارة θ وهي مشاكل تبريد أساسا" ويمكن تجنب هذه الصعوبات فى الكابلات العاديـة المسـتخدمة علـى نطـاق إقتصـادي بواسـطة إيجـاد التيـار المسـموح بمـروره باستخدام قواعد تسري فى الظروف المعتادة وقد تم وضع جداول لمقننات التيار المسموح بمرورها باستخدام قواعد تسري فى الظروف المعتادة وقد تم وضع جداول لمقننات التيار المسموح بمرورها فى المقاطع القياسية للكابلات تم إيجادها بهذه الطريقة.

وتطبق نفس هذه الجداول على كابلات الضغط المنخفض دون اعتبار لمادة العزل المستخدمة.

- يجب التمييز بين نوعين من نظم التركيب للكابلات:-

- كابلات ممدة فى الهواء.
- كابلات ممدة فى الأرض.

وقد تم أخذ المبدأ فى جداول التيار المقنن المسموح بمروره فى الكابلات.

- اقصي تيار مسموح بمروره لكل مساحة مقطع للموصلات النحاسية قد تم وضعه بحيث أن الفرق فى درجة الحرارة بين الموصل والوسط المحيط ΔT فى حالة التشغيل العادي لا تتجاوز ٣٥م ومن ثم فانه فى درجة حرارة للجو ٢٥° بالنسبة للكابلات الممدة فى الهواء فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر ٦٠° م ذلك بالنسبة للكابلات المعزولة بالـ .P.V.C
- يجب ملاحظة أن مادة العزل يمكن أن تؤثر على درجة الحرارة للكابل حيث تزيد درجة الحرارة بزيادة المقاومة الحرارية لهذه المادة.

وقد تم وضع جداول خاصة للتيار المقنن لكابلات الضغط المنخفض بعزل من نوع XLPE على أساس أقصي درجة حرارة للموصل النحاسي ٨٥°م.

- يوضح الجدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة .P.V.C والممدة فى الهواء.
- يوضح الجدول (٢-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة .P.V.C والممدة فى الارض.
- يوضح الجدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممدة فى الهواء.
- يوضح الجدول (٢-١٧) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممدة فى الارض .
- يوضح الجدول (٢-١٨) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC أو XPLE فى درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥°م.

٤-٤-٢ معاملات الخفض (Derating Factors)

عندما يكون تبريد الكابل معاقا" بدرجة ما فان التيار المسموح بمروره بهذا الكابل يجب أن يخفض وذلك لمنع الموصل من الوصول الي درجة حرارة عالية أكثر من الحدود المقررة لنوع العزل المستخدم.

والعوامل التى تعوق التبريد بالمعدل المعتاد هى:

- الارتفاع فى درجة حرارة الوسط المحيط
- تأثير الكابلات المجاورة والتى يمر بها تيار كهربي سواء كان تمديد الكابلات على حوائط أو سراير أو فى الأرض.
- قلة الرطوبة بالأرض الممد بها الكابلات.
- محيط الكابل موضوع كليا أو جزئيا على بكرة أو اسطوانة.

وفى جميع هذه الحالات فان أقصي حد لمقننات التيار المسموح بها فى الجداول يجب ان تخفض بنسبة معينة.

- يستخدم الجدول (٢-١٩) كدليل عملي لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط أو تأثير مجموعات الكابلات وكذلك الاختلاف فى المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة بها وتأثير لف الكابلات على البكرات.
- وفي حالة وجود أكثر من عامل مؤثر فى آن واحد فانه يتم الآخذ فى الاعتبار عوامل الخفض المقابلة لها لجميع هذه المؤثرات فى الحساب.
- يجب الاحتياط فى حالة تركيب أكثر من كابل في خندق أو فاروغة واحدة حيث يكون من الصعب توقع درجة التهوية ومن ثم تحديد معامل الخفض بدقة.

Current rating and protection for cables laid in air with rubber, PVC or paper-insulated conductors, in accordance with NEN 1010 (2nd edition), Art. 152[1])

Nominal cross sectional area of copper conductor	Single-core cables[2])		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm²	A	A	A	A	A	A
1.5	27	25	24	20	20	16
2.5	40	35	31	25	27	25
4	52	50	40	35	36	35
6	65	63	52	50	46	35
10	88	80	72	63	62	50
16	115	100	96	80	80	63
25	150	125	—	—	105	100
35	185	160	—	—	125	100
50	230	200	—	—	155	125
70	280	250	—	—	195	160
95	335	315	—	—	235	225
120	385	355	—	—	270	250
150	440	400	—	—	310	250
185	500	450	—	—	345	315
240	585	500	—	—	385	355
300	670	630	—	—	425	400
400	790	710	—	—	490	450
500	900	800	—	—	—	—
625	1040	1000	—	—	—	—
800	1200	—	—	—	—	—
1000	1360	—	—	—	—	—

جدول رقم (٤-١٢) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة PVC والممدة في الهواء.

Current ratings and protection for cables, laid in the ground with rubber, PVC or paper-insulated conductors, in accordance with NEN 1010 (2nd edition), Art. 153[1]).

Nominal cross sectional area of copper conductor	Single-core cables[2])		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm²	A	A	A	A	A	A
1.5	34	35	30	25	25	20
2.5	50	50	38	35	35	35
4	65	63	50	50	45	35
6	82	80	65	63	57	50
10	110	100	90	80	76	63
16	145	125	120	100	100	80
25	190	160	—	—	130	125
35	230	225	—	—	155	125
50	285	250	—	—	195	160
70	350	315	—	—	245	225
95	420	400	—	—	295	280
120	480	450	—	—	340	315
150	550	500	—	—	385	355
185	625	500	—	—	430	400
240	730	710	—	—	480	400
300	835	710	—	—	530	500
400	985	900	—	—	615	500
500	1130	1000	—	—	—	—
625	1300	—	—	—	—	—
800	1500	—	—	—	—	—
1000	1700	—	—	—	—	—

جدول رقم (٤-١٣) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة PVC والممدة في الأرض.

Current ratings and protection for cables laid in air with (cross-linked polyethylene) insulated conductors.

Nominal cross sectional area of copper conductor mm²	Single-core cables*		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A
1.5	30	25	30	25	25	20
2.5	45	35	40	35	35	25
4	55	50	52	50	45	35
10	75	63	70	63	60	50
6	100	80	95	80	80	63
16	135	100	125	100	105	80
25	185	160	—	—	135	100
35	225	200	—	—	165	125
50	270	250	—	—	205	160
70	340	315	—	—	255	200
95	400	355	—	—	310	250
120	480	400	—	—	355	315
150	550	450	—	—	405	355
185	615	500	—	—	450	400
240	745	630	—	—	505	450
300	850	710	—	—	—	—
400	1000	800	—	—	—	—

جدول رقم (٤-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممدة في الهواء.

Current ratings and protection for cables, laid in the ground with cross-linked polyethylene) insulated conductors[1]).

Nominal cross sectional area of copper conductor mm²	Single-core cables[2])		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A
1.5	43	35	38	25	31	25
2.5	63	50	48	35	44	35
4	82	63	63	50	57	50
6	103	80	82	63	72	63
10	138	125	113	100	96	80
16	182	160	151	125	126	100
25	240	200	—	—	163	125
35	290	250	—	—	195	160
50	360	315	—	—	245	200
70	440	355	—	—	310	250
95	530	450	—	—	370	315
120	600	500	—	—	430	355
150	690	630	—	—	485	400
185	790	710	—	—	540	450
240	920	800	—	—	600	500
300	1050	900	—	—	670	630
400	1240	1000	—	—	775	710
500	1420	—	—	—	—	—

جدول رقم (٤-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممدة في الأرض.

Current rating in multicore cables laid in air at an ambient temperature of 25 °C.

Number of cores	Current per core in A			
	Rubber or PVC-Insulated cables		(XLPE)-Insulated cables	
	1.5 mm²	2.5 mm²	1.5 mm²	2.5 mm²
6	15	21	18	25
7	14	19	17	24
8	13	18	16	23
10	12	16	14	20
12	11	15	13	19
14	10	14	12	18
16	10	13	12	17
19	9	12	11	16
24	8	11	10	14
30	7	10	9	13
37	7	9	8	11

جدول رقم (٤-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE أو PVC في درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥°م.

Derating factors for the variation in ambient temperature exceeding 25 °C.

temperature			25° C	30° C	35° C	40° C	45° C	50° C	55° C	70° C
derating factor	XLPE	I1	1.00	0.95	0.91	0.87	0.82	0.76	0.65	0.50
derating factor	PVC	I2	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65	0.50		

Derating factors for grouping of cables laid in air

number of cables			2	3	4	5	6
clearance equal to cable diameter	XLPE and PVC	I3	0.94	0.90	0.87	0.85	0.83
cables laid side by side without interspace	XLPE and PVC	I4	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73

Derating factors for grouping of cables laid direct in the ground (depth appr. 70 cm, distance between the cables appr. 10 cm)

number of cores and cross-sectional area of the conductor				number of cables							
single core	three and four cores			2	3	4	5	6	7	8	9
95 mm² and less	35 mm² and less	I5	XLPE	0.90	0.82	0.78	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66
120/300 mm² incl	50 and 70 mm²	I6	and	0.85	0.80	0.75	0.71	0.68	0.66	0.64	0.62
400 mm² and more	95 mm² and more	I7	PVC	0.87	0.78	0.77	0.68	0.64	0.62	0.60	0.58

Derating factors for variations in thermal resistivity of the soil

specific heat resistance of the soil in °C.cm/W			50 (damp)	100	150	200 (very dry)
derating factor	XLPE and PVC	I8	1.0	0.8	0.7	0.6

Derating factors for cables on reels

number of layers on reels			1	2	3	4	5
derating factor	XLPE and PVC	I9	0.85	0.80	0.32	0.27	0.24

جدول رقم (٤-١٧) دليل عملي لمعاملات الخفض في حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط

٤-٤-٣ الفقد فى الجهد (Voltage Drop)

يقصد بالفقد فى الجهد فى الكابل الفرق فى قيمة الجهد المقاس عند بداية ونهاية الكابل.
وينص على الفقد المسموح به بنسبة مئوية من جهد الدائرة المقنن وتؤخذ كالتالي:
بحد أقصي ٥٪ لنظم الانارة.
وبحد أقصي ٢٪ لنظم القوي.

– تأثير مجموعة الكابلات – المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة – تأثير لف الكابلات على البكرات.

- ويمكن حساب الفقد في الجهد بصورة دقيقة من المخطط المتجهي للدائرة وفى معظم الحالات فإن الحساب الدقيق ليس ضروريا ويكتفي بالتحديد التقريبي على الوجه الآتي:

أ – بالنسبة للتيار المستمر

$$\Delta \upsilon = 2.I.l. \frac{r}{1000}$$

حيث :

$\Delta \upsilon$: الفقد فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الأقطاب).
I : التيار المقنن بالآمبير.
l : طول الكابل بالمتر.
r : مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر.

ب – بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta \upsilon = 2.I.l. \frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث :

$\Delta \upsilon$: الفقد فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت.

(مقاس بين الوجه ونقطة التعادل).

I : التيار المقنن بالآمبير.

l : طول الكابل بالمتر.

r : مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر.

cosϕ : معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

جـ- بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه.

$$\Delta\upsilon = I.l\sqrt{3}\,\frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث :

Δυ : الفقد فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين موصلات نفس الوجه).

I : التيار المقنن بالأمبير

l : طول الكابل بالمتر

r : مقاومة الكابل بالأوم /الكيلومتر

cosϕ : معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل

ملاحظة : القيم المبينة أعلاه دقيقة بدرجة كافية تكون الممانعة (χ) للكابل يمكن إهمالها بالنسبة الى مقاومة الكابل (r) وهى الحالة المعتادة مع الكابلات ذات مساحة المقطع التى لا تزيد عن ٧٠ مم٢، أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فأنه يتم حساب النزول فى الجهد كالآتى:

١ - بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta\upsilon = 2.I.l.\frac{r\cos\phi + \chi\sin\phi}{1000}$$

٢ - بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه

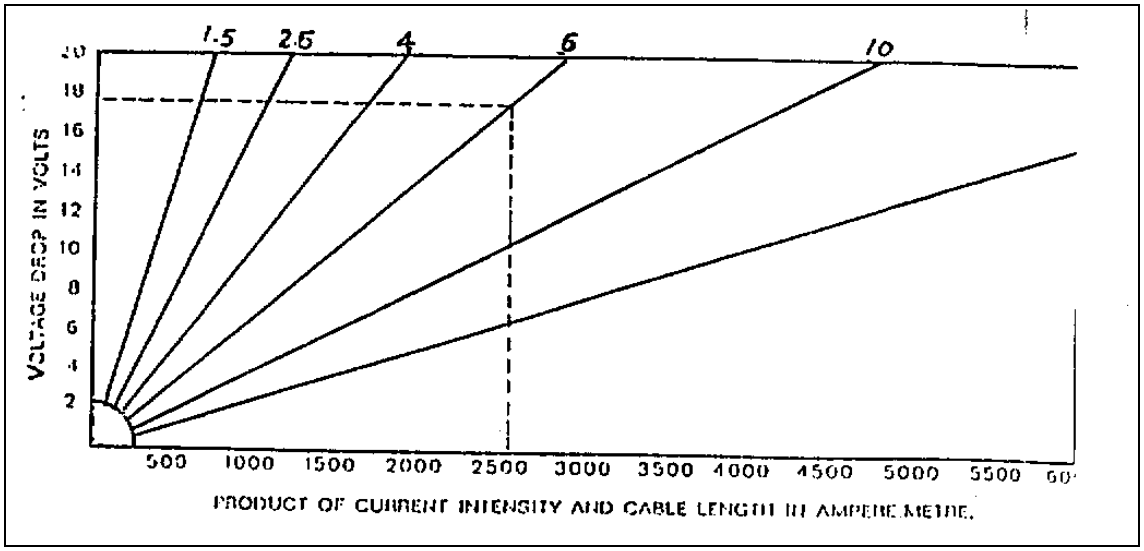
$$\Delta\upsilon = \sqrt{3}.I.l.\frac{r\cos\phi + \chi\sin\phi}{1000}$$

حيث :

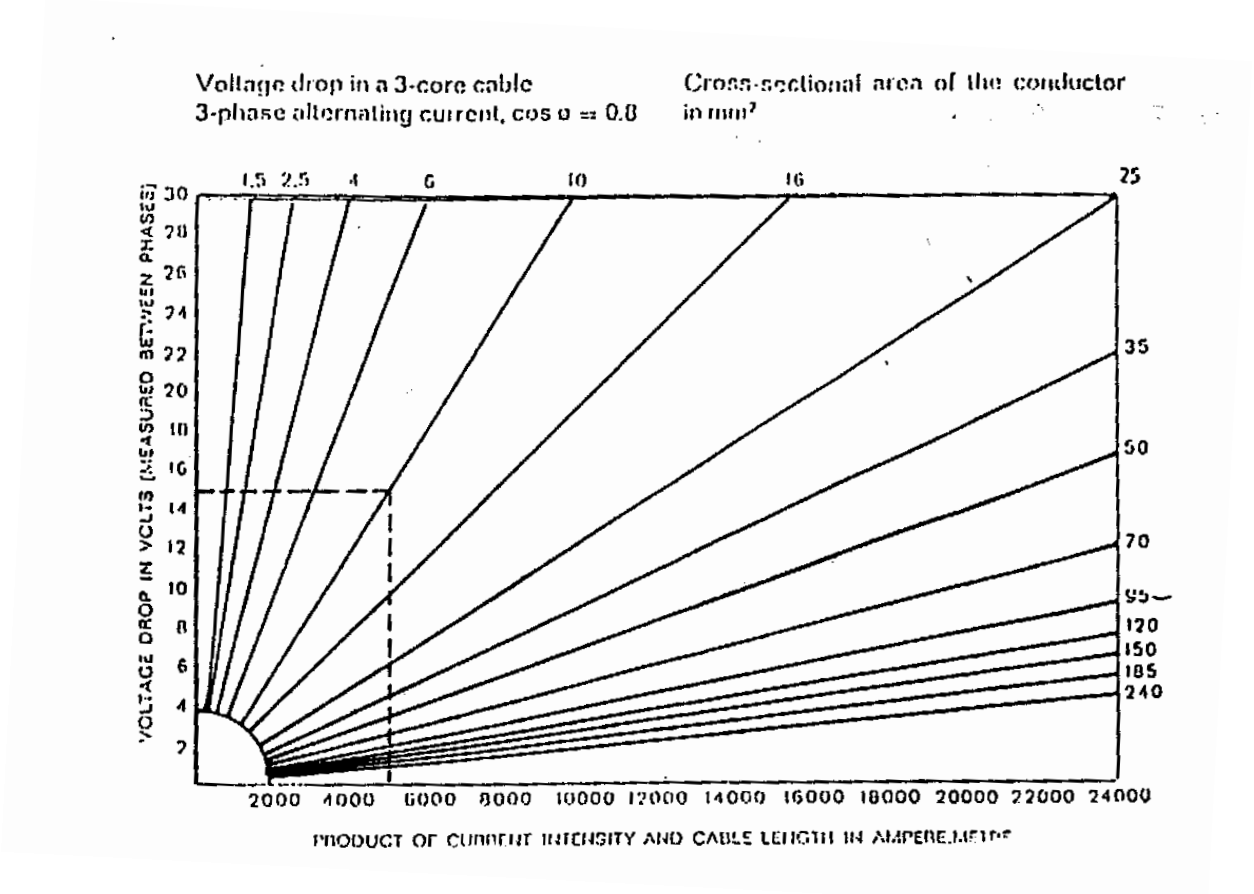
χ : ممانعة الكابل بالأوم /الكيلومتر.

ويمكن أخذه 0.1 أوم /الكيلومتر.

للتطبيق العملى يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (٤-١٢) ، (٤-١٣).



شكل رقم (٤-١٢) نوموجرام حساب التنزيل في الجهد للكابلات ثنائية القطب لإمرار التيار ذو الوجه الواحد عند معامل قدرة واحد صحيح.



شكل رقم (٤-١٣) نوموجرام حساب التنزيل في الجهد للكابلات ثلاثية الأقطاب لإمرار التيار المتردد ثلاثي الوجه عند معامل قدرة واحد صحيح.

٤-٤-٤ تيار القصر للكابلات

أ- تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ PVC

Thermal Short Circuit Rating of PVC

يتم حساب تيار القصر الحرارى المقنن من العلاقة:

$$IK = \frac{109}{\sqrt{t}}.q$$

حيث :

IK : تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t : وقت مرور تيار القصر بالثانية

q : مساحة المقطع الإسمي للموصل النحاسى بالمم المربع

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ –١٥٠° م ويبين الشكل (٤–١٤) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ PVC بتطبيق العلاقة السابقة.

ب- تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ XPLE

Thermal Short Circuit Rating of XPLE

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

$$IK = \frac{\sqrt{t}}{144}.q$$

حيث :

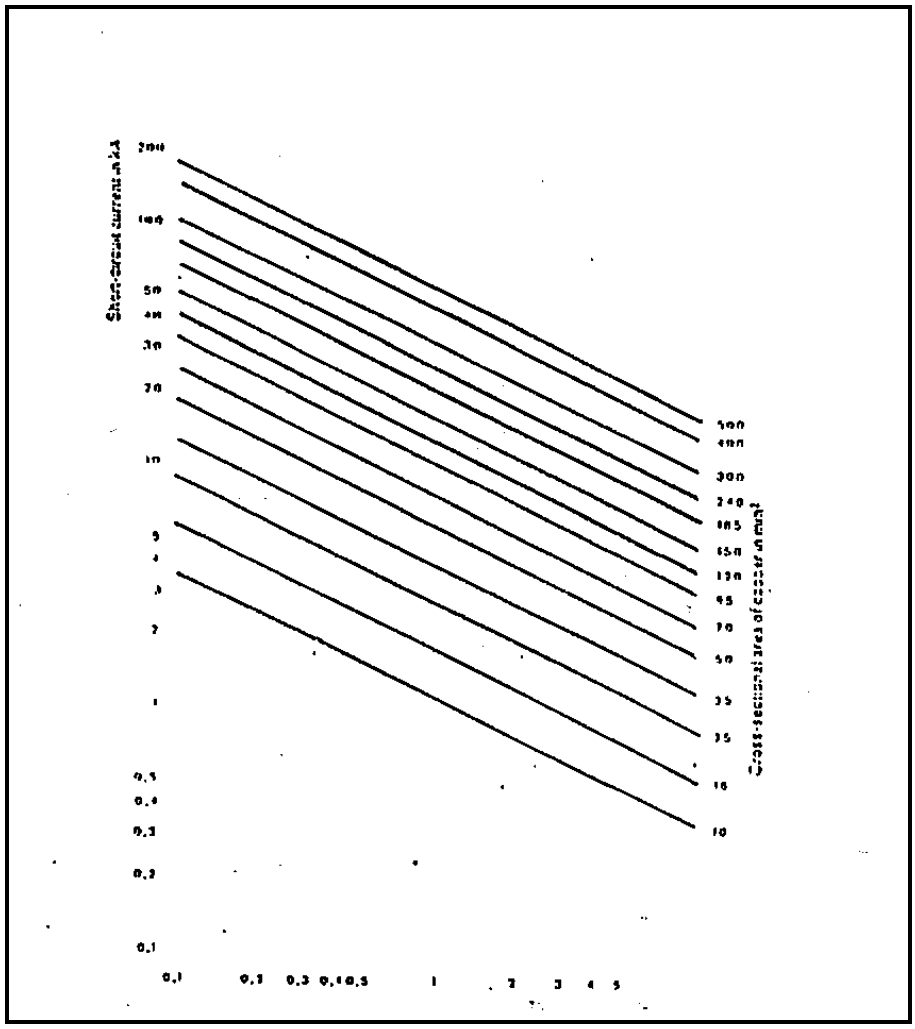
IK : تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير.

t : زمن مرور تيار القصر بالثانية.

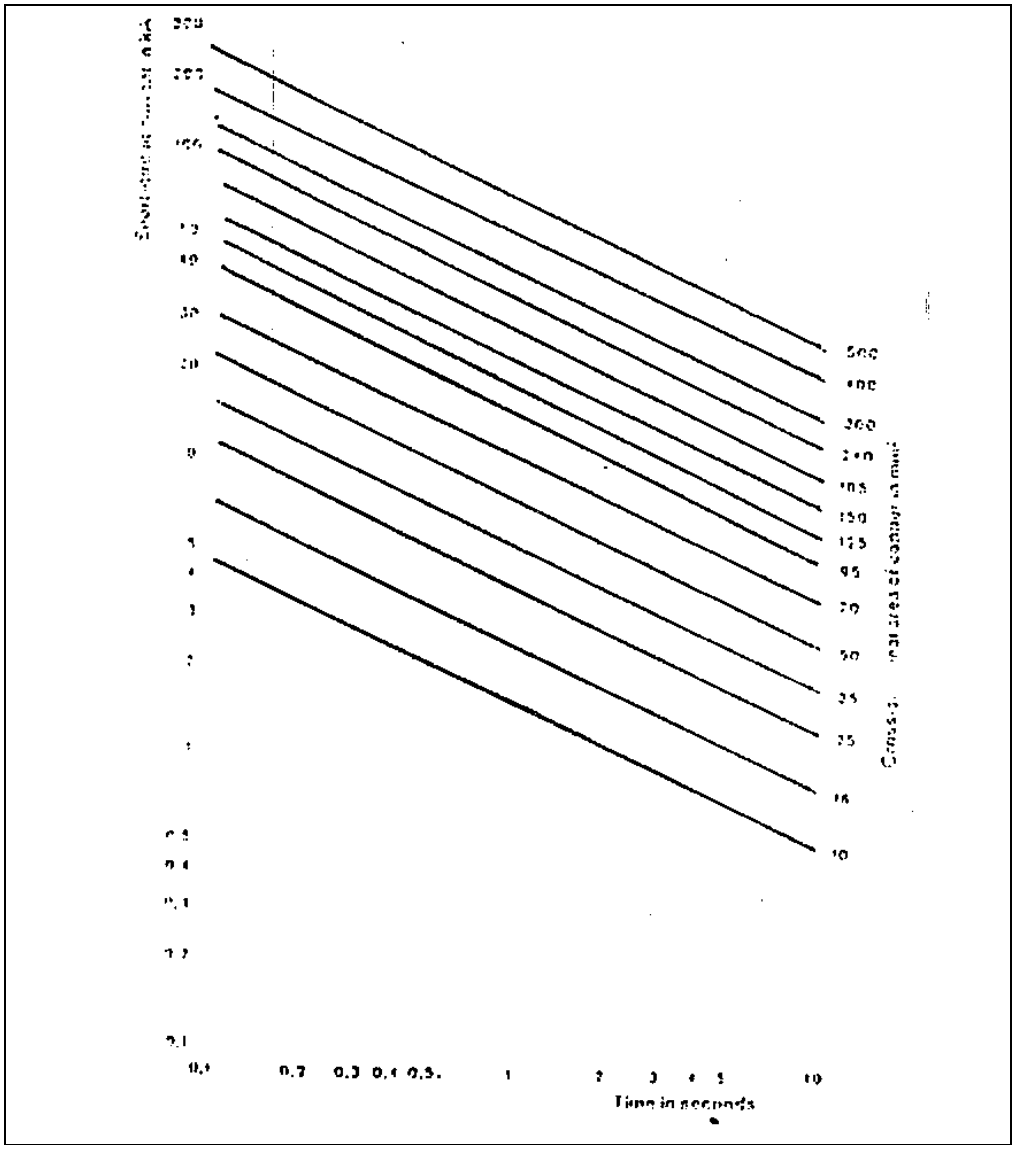
q : مساحة مقطع الموصل الأسمى مم المربع.

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥ – ٢٥٠° م.

وبين الشكل (٤–١٥) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.



شكل رقم (٤-١٤) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة PVC (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض).



شكل رقم (٤-١٥) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة XPLE (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض).

٤-٥ محطة التوليد الكهربائى

٤-٥-١ مقدمة

نظراً لأهمية وضرورة إستمرارية محطات تنقية المياه عند إنقطاع تيار المدينة المغذى لمحطة التنقية، فلابد من توافر مصدر كهرباء بديل للتشغيل وذلك بإنشاء محطة توليد كهرباء إحتياطية وتعتبر جزءاً لا يتجزأ من المحطة لضروتها الفائقة للتشغيل المستمر.

٤-٥-٢ قدرة محطة التوليد الاحتياطية

يجب أن تكون محطة التوليد الكهربائية ذات قدرة تناسب تشغيل نصف عدد المضخات والأجهزة العاملة بالمحطة.

٤-٥-٣ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية

طبقاً للقدرة المطلوبة الإحتياطية المذكورة بعالية لتشغيل محطة تنقية مياه الشرب فإنه يتم تحديد أقل عدد من وحدات التوليد بما يحقق الموازنة بين الناحية الإقتصادية وتأمين التشغيل ومراعاة المساحة المتاحة.

٤-٥-٤ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبة الاحتياطية /عدد وحدات التوليد.

الدورة : رباعية الأشواط.

الوقود : ديزل /سولار بالحقن برشاشات ومضخة وقود مع شاحن هواء جبرى.(turbo charger)

التبريد : مياه أو هواء طبقاً لموقع المحطة ومدى توافر مياه التبريد.

بادىء الإدارة : كهربائياً أو بالهواء المضغوط.

ترتب الاسطوانات طبقاً للقدرة والمساحة المتاحة يتم الاختبار إما صف أو حرف V

سرعة الماكينة N : تحدد سرعة الماكينة باللفة /د حسب ذبذبة التيار(f) (٥٠ذبذبة /ث) وعند ازدواج أقطاب المولد الكهربى (p) طبقاً للمعادلة

$$f = \frac{P.N}{60} Hz$$

وتؤخذ السرعات كالآتى:

للمحركات أقل من ٣٠٠كيلووات تؤخذ ١٥٠٠ ل/د

أكبر من ٣٠٠ كيلووات حتى ٦٠٠ كيلووات تؤخذ ١٠٠٠ ل/د

أكبر من ٦٠٠ كيلووات حتى ١٥٠٠ كيلووات تؤخذ ٧٥٠ ل/د

أكبر من ١٥٠٠ تؤخذ ٦٠٠ ل/د

٤-٥-٥ ملحقات محرك الديزل

مأخذ هواء المحرك

- تقدر متطلبات الهواء بحوالى ٠.٠٧ م^{٣}/دقيقة /حصان فرملى من قدرة المحرك.
- عند استخدام شاحن هواء جبرى (Turbo Charger) يراعى توفير طول مستقيم لا يقل عن ٥سم قبل توصيله مع مأخذ هواء المحرك.
- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغيير المرشح بالإضافة الى عزل اهتزازات وضوضاء المحرك.

عادم المحرك

- مراعاة العزل الحرارى لمواسير العادم ومخفض الصوت (الشكمان) (Silencer) لحماية العاملين فى عنبر وحدة التوليد ولعدم رفع درجة حرارة العنبر حتى لا يؤثر على درجة حرارة هواء المأخذ أو بطاريات بدء التشغيل.
- يجب أن يكون مسار مواسير العادم بعيداً عن أى مواد قابلة للاشتعال بمسافة لا تقل عن ٢٥سم.
- يجب أن يكون تمرير مواسير العادم داخل غلاف قطره مرة ونصف قطر مواسير العادم على الأقل عند اختراقها الحوائط أو الجدران أو الأسقف.
- نهاية مواسير العادم يتم غسيلها بزاوية من ٣٠° إلى ٤٥° للتقليل من الدوامات الغازية وتخفيض الضوضاء من الأمطار.

تهوية العنبر

- يجب الاهتمام بتهوية عنبر وحدات التوليد حيث أن التهوية الجيدة تؤدى الى توفير من ٦% إلى ١٠% من استهلاك الوقود نظير الحرارة المشعة فى العنبر وتحسين انتاجية وحدة التوليد ولوحات التوزيع وتهيئة جو مناسب لعمال التشغيل والصيانة بالعنبر.
- يجب المحافظة على تهوية العنبر عند درجة حرارة ٣٨° م.

تبريد المحرك

- يجب احتواء دورة التبريد على ثرموستات يسمح لها بالعمل بعد ٨٠° م للحفاظ على كفاءة المحرك عند بدء التشغيل.
- يجب أن يتراوح الفرق بين درجات حرارة مياه التبريد الداخلة والخارجة بين ٥ إلى ٨° م.
- يجب أن يكون ضغط مياه التبريد بين ٠.٢٥ إلى ٠.٤٥ كجم/سم٢ وذلك للمحافظة على عدم تكوين بخار فى رديتاير وقميص تبريد المحرك.
- يجب أن تكون درجة الحرارة فى الجزء العلوى للرداتير أقل من ١٠٠° لمنع التكهف فى مضخة مياه التبريد وزيادة كفائتها.

- سرعة مياه التبريد النقية بين ٠.٦م/ث و ٢.٥م/ث بينما تكون من ٠.٦ م/ث إلى ١.٩م/ث فى حالة استخدام مياه عكرة غير نقية.
- يراعى نوعية مياه التبريد (نقية أو عكرة) عند تحديد السرعات فى مواسير دورة التبريد.

٤-٥-٦ نظام الوقود

التخزين الرئيسى

- يخزن الوقود فى خزانات كبيرة يكفى حجمها لتشغيل جميع ماكينات التوليد بالحمل الكامل لها لمدة أسبوع الى أسبوعين بصفة مستمرة متصلة وذلك حسب البعد أو القرب من مصادر التموين.

- يراعى أن تكون خزانات الوقود الرئيسية إما أعلى أو أسفل مستوى سطح الأرض.

- يصنع خزان الوقود من ألواح الصلب المعالج ولا يستخدم الحديد المجلفن للبعد عن التفاعلات الكيميائية مع الوقود.

- يراعى أن تكون الخزانات الرئيسية أعلى سطح الأرض فى حالة توافر المساحة اللازمة بعيدة عن الحركة السطحية وتكون أسفل سطح الأرض عند توافر المساحة السطحية اللازمة لها.

ملحقات الخزان

- ماسورة ملء الخزان وتوضع بحيث تؤدى لأفضل وآمن سبل عمليات التشغيل.
- مواسير تهوية الخزان.
- فتحة القياس.
- صمام تصافى أسفل الخزان لسحب الرواسب على فترات.
- مضخات كهربائية لنقل الوقود من الخزانات الرئيسية الى الخزانات اليومية.
- تصنع ملحقات الخزان من الحديد الصلب المعالج (الغير مجلفن) أو الطلب أو النحاس.

التخزين اليومى

- يوضع الخزان اليومى فى عنبر محركات التوليد

- أقطار مواسير سحب وإرتجاع الوقود لا يقل عن أقطار مواسير وملحقات المحرك وبكامل أطوال المواسير.
- تزداد أقطار المواسير فى حالة تغذية أكثر من محرك بالوقود، كذلك فى حالة إنخفاض درجة الحرارة.

المرشحات

- توضع المرشحات لمنع رواسب الوقود التى تتسبب فى سد فوانى رشاشات حقن الوقود ومضخات الحقن.
- تزود المرشحات بمصافى سلكية بأبعاد ٠.٣مم.
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢ مرشح مع وسيلة لتغيير إستخدام أى منهما لتسهيل عملية تنظيف أو إستبدال المرشح التالف أثناء التشغيل لتجنب تعطل المحرك.

٤-٥-٧ نظم بدء الإدارة

يتم بدء إدارة محرك التوليد بإحدى طريقتين

- كهربائياً (بطارية+بادىء الحركة) للمحركات حتى قدرة٦٠٠ ك.وات.
- بالهواء الضغوط للمحركات ذات القدرة الأكبر.

بدء الإدارة كهربائياً

يراعى إتباع النقاط التالية عند استخدام هذه الطريقة:

- تفضل البطاريات ذات ألواح الرصاص الشائعة لقلة تكلفتها عن البطاريات النيكل كاديروم.
- يجب ألا تتعدى درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٣٨°م للمحافظة على قدرة وكفاءة تشغيل البطاريات.
- يجب استعمال كابلات نحاس فى التوصيل بين البطاريات وبادىء الحركة.
- يلزم تشغيل شاحن للبطاريات بعنبر ماكينات التوليد لشحن البطاريات أثناء عدم تشغيل محركات التوليد، بالإضافة الى مولد التيار المستمر الذى يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات.

بدء الإدارة بالهواء المضغوط

يراعى إتباع الآتى عند استخدام هذه الطريقة:

- توافر ضغط هواء يتراوح بين ٧ كجم/سم^{٢} الى ١٦ كجم/سم^{٢} من ضاغط هواء (كومبرسور) وخزانات هواء وصمامات عدم رجوع بينهم.
- يراعى أن يكون حجم خزانات الهواء طبقاً لكمية الهواء اللازمة للإدارة فى المرة الواحدة، وعدد مرات الإدارة وضغط الخزان والضغط الجو، ويحدد هذا الحجم بمعرفة الشركة الموردة للماكينات.
- يتم تشغيل ضاغط الهواء الرئيسى (الكومبرسور) بماكينة احتراق داخلى تعمل إما بالبنزين أو الكيروسين أو السولار.
- يجب توفر ضاغط هواء إحتياطى يعمل بمحرك كهربائى.

٤-٦ نظام التحكم الأتوماتيكى (Automation system)

يحتوي أي نظام بإشراف المتحكم المنطقي المبرمج PLC علي العناصر الأساسية التالية:

- التطبيق أو العملية الخاصة بالمستخدم.
- أجهزة الإدخال مثل المفاتيح أو أزرار التشغيل
- وحدات الإدخال التي تعمل كواقي بيني Protrctive interface وكمحول إشارات.
- المتحكم المنطقي المبرمج PLC الذي يحتوي علي نظام الإتصال ووحدة المعالجة المركزية ومصدر التغذية.
- برنامج التطبيق الخاص بالمستخدم (أو المنطق المعرف بواسطة المستخدم).
- وحدات الخرج التي تعمل كوحدة وقاية بينية وكمحول إشارات.
- أجهزة الخرج مثل الإضاءات والملفات اللولبية Solenoids وبادئات حركة المحركات.
- الـ interface بين الإنسان والآلة للبرمجة ومراقبة نظام التحكم والعمليات.

المتحكم المنطقي المبرمج PLC

يستخدم الـ PLC وحدات المعالجة الإلكترونية لمعالجة البيانات علماً بأن تشغيل المعدات المبنية بهذه التقنية لا يعرف برسم الدائرة الكهربية كما يحدث فى دوائر التحكم التي تتصل مكوناته بأسلاك حسب دائرة كهربية معينة بل يعمل حسب برنامج يتم تحميله فى ذاكرة وحدة

المعالجة المركزية. ويعتبر المتحكم المنطقي المبرمج المكون الأساسي لنظم التحكم الأتوماتيكي الالكترونية.

تعريف الـــ PLC

الـــ PLC عبارة عن آلة إلكترونية متخصصة فى أعمال التحكم فى الزمن الحقيقي ومراقبة العمليات الصناعية. ينفذ الـــ PLC مجموعة من التعليمات تخزن فى ذاكرته علي شكل برنامج هي :

- يمكن توصيل الـ PLC مباشرة الي مجسات وأجهزة تفعيل من خلال وحدات الإدخال والإخراج بمواقع التشغيل.
- يتم تصميم الـ PLC للعمل فى البيئة الصناعية القاسية (درجة حرارة وإهتزازات وإنقطاعات دقيقة ، بأزمنه قصيرة جداً فى التيار وسوء الجهد الكهربي والتداخل وغيرها).
- وأخيراً فإن الـ PLC مترجم بلغات تم تطويرها خصيصاً لمعالجة وظائف التحكم الاتوماتيكي وبشكل لا يحتاج الي مستوي عال من معرفة مسبقة بالبرمجة عند التركيب والتشغيل.

التركيب الأساسي

التركيب الأساسي ل PLC يعتمد علي ثلاثة عناصر وظيفية أساسية ويتم التوصيل الكهربي بين هذه العناصر بإستخدام نظام توصيل إلكتروني وتقوم وحدة تغذية القوي بإمداد المتحكم بالجهود اللازمة لتشغيله.

المعالج CPU

المعالج أو وحدة المعالج المركزي CPU مصممة فى الأساس لمعالجة التعليمات التي تكون البرنامج العامل للتطبيق لكن إضافة إلي هذه المهمة الأساسية ، يقوم المعالج بأداء الوظائف التالية:

- إدارة المداخل / المخارج.
- مراقبة وتشخيص أداء الـ PLC بواسطة مجموعة من الاختيارات تبدأ مباشرة مع بدء عمل الـــ PLC أو بشكل متكرر أثناء عمل الـــ PLC.

- التحادث مع طرف البرمجة أثناء الكتابة الأولية والتعديل بالبرنامج وكذلك أثناء عمل المعالج لمراجعة أو إحداث ضبط البيانات.
- التحادث مع أنظمة أخري (نظم المراقبة والتشغيل SCADA ، مبرمجات صناعية أخري...).

يقوم بتنفيذ هذه الوظائف معالج دقيق واحد أو عدة معالجات دقيقة من خلال Firmware (برنامج علي رقيقة الذاكرة التي تقرأ فقط ROM) يتم برمجتها مسبقاً داخل نظام التحكم أو الذاكرة. وتعرف هذه الرقيقة ROM وظائف الـ PLC ولا يمكن للمستخدم الوصول اليها.

الذاكرة الخاصة بالمستخدم

يتم توجيه الذاكرة الخاصة بالمستخدم لتخزين التعليمات المكونة لبرنامج التشغيل لنظام الأتمتة وكذلك للبيانات التي قد تكون :

- معلومات يراد تطويرها أثناء دورة التشغيل للتطبيق . وهذه هي الحالة عندما يتم المعالجة بواسطة وحدة المعالجة المركزية CPU وتخزين النتائج لإستخدامها فى مرحلة تالية. ويسمي هذا النوع من البيانات بالمتغيرات الداخلية أو الكلمات الداخلية.
- معلومات لا تتطور أثناء التشغيل ولكن يمكن تعديلها عندما يري المستخدم ذلك ضرورياً كالحالة فى رسائل الإظهار وقيم الضبط ..... وهكذا وهذه الكلمات ثابتة.
- جداول صورة الدخول / الخروج والتي يصير تحديثها بواسطة المعالج فى كل عملية فحص للبرنامج.

إن العنصر الأساسي فى الذاكرة هي الحرف (Bit) والتي يمكن أن تأخذ أحد قيم المنطق صفر أو ١ ، ويتم تجميع هذه الحروف مع بعضها لتكون كلمات (١٦ حرف) او لتكون بايت (٨ حروف) وكل من الكلمات أو البايت يتم تميزها بعنوان.

ويتم التعبير عن حجم الذاكرة إما بالكيلو كلمة (١ كيلو كلمة = $٢^{١٠}$ كلمة = ١٠٢٤ كلمة) أو بالكيلو بايت وهذا التعبير ينطبق علي كل من ذاكرة البرنامج أو ذاكرة البيانات ويتم استخدام نوعين من الذاكرة فى الــ PLC :

- الذاكرة الحية أو الذاكرات من النوع RAM (الذاكرة التي يتم الوصول إليها عشوائياً). ويمكن قراءة محتويات هذه الذاكرات وكذلك تعديلها ولكنها تفقد مع فقد جهد التغذية (ذاكرة من النوع المتطاير). ومن ثم فإن هذا النوع من الذاكرات يحتاج الي بطارية كمصدر بديل الجهد ، ويتم استخدام الذاكرات الحية أثناء كتابة وتنقيح البرامج وكذلك لتخزين البيانات.

- الذاكرة الميتة والتي يتم الحفاظ علي محتوياتها (ذاكرة من النوع الغير متطاير) مع فقد جهد التغذية . ويمكن القراءة فقط لمحتوي هذا النوع من الذاكرات.

إعادة الكتابة علي هذا النوع من الذاكرات يحتاج أولاً لمسح كامل للبيانات الموجودة عليها باستخدام وسائل أكبر من إمكانيات الـ PLC وذلك باستخدام الأشعة فوق البنفسجية (في الذاكرات من النوع EPROM) أو بوسائل كهربية (للذكرات من النوع EEPROM).

وقد تم تصميم هذا النوع من الذاكرات لتخزين البرامج بعد الوصول الي المرحلة الأخيرة من التنقيح.

وذاكرة البرنامج تحتوي ضمن كارت أو عدة كروت والتي يتم إدخالها داخل الـ PLC أو داخل وحدة تمديد الذاكرة . أما ذاكرة البيانات، وفي حالات معينة ذاكرة البرنامج ، تتكامل علي كارت الـ PLC وتسمي On board memory.

وحدات الادخال / الاخراج للإشارات الغير متصلة (Discrete I/0)

تمكن وحدات الإدخال / الأخراج (I/0) للإشارات الغير متصلة من توصيل الـــــ PLC مباشرة مع بيئتها الصناعية وذلك بإيجاد interface بين العملية الصناعية و الـــــ PLC جميع وحدات الإدخال / الإخراج لها دور مزدوج وذلك بشكل عام كالتالي:

- وظيفة الـ interface وذلك لإستقبال وتحويل الإشارات من العالم الخارجي (مجسات ، وزراير التشغيل....الخ) ثم الإشارات مرة أخري الي العالم الخارجي (التحكم فى أجهزة الفصل والتعشيق ، إشارات ، ولمبات ...الخ). ويتم تصميم مهمات الـ interface بخصائص مثل العزل الجلفاني أو العوازل الضوئية وذلك لحماية الـ PLC من ضوضاء التداخل.
- وظيفة الإتصال وذلك لتبادل الإشارة مع وحدة الـ PLC المركزية علي قضبان المداخل والمخارج

القضبان الإلكترونية Bus

القضبان الإلكترونية عبارة عن مجموعة من الموصلات التي تخلق إتصال بين الوحدات المختلفة فى الـ PLC ، وتأخذ القضبان فى الـ PLC المكون من وحدات منفصلة Modular PLC ، شكل لوحة دوائر إلكترونية مطبوعة ومثبتة علي قاعدة الحامل

لتوصيل مقابس ليدخل عليها وحدات الـــ PLC المختلفة : لمعالج وإمتداد الذاكرة ووحدات الإدخال / الخروج ووحدات الذكاء.

ترتب القضبان علي شكل مجموعات مختلفة وكل مجموعة مصممة لتحمل نوع من البيانات:

- قضبان بيانات لإشارات الإدخال / الإخراج.
- قضبان العناوين لعناوين الإدخال / الإخراج.
- قضبان التحكم لإشارات الخدمة مثل نبضات التزامن وإتجاه تبادل البيانات وصحة التبادل .... وهكذا.
- قضبان لتوزيع الجهود من وحدة مصدر التغذية بالتيار.

وحدة التغذية بالتيار Power Supply

يوفر مصدر التغذية بالتيار ، المغذي من مصدر تيار متردد ٢٢٠/١١٠ فولت أو من مصدر تيار مستمر ٤٨/٢٤ فولت ، الجهود الداخلية التي تستخدم داخل الـــ PLC ووحداته ولضمان مستوي الأمان اللازم يحتوي مصدر التغذية بالتيار أجهزة التي تستكشف الهبوط فى الجهد وإختفاء الجهد وكذلك لمراقبة جميع جهود الداخلية.

وعند حدوث عطل يمكن لهذه الأجهزة أن تحدد أفضلية أوضاع الرجوع إلي الوضع الأصلي Fall – back position بشكل تلقائي.

أساس التشغيل

شكل التعليمات

التعليمات هي الأوامر التي يجب أن ينفذها معالج الـــ PLC . وبذلك فإنها تخبر المعالج " ماذا يجب أن يعمل" و " بأي أدوات يجب أن يقوم بالعمل".

معالجة التعليمات يتكون البرنامج من مجموعة من التعليمات. ويقوم المعالج بتنفيذ التعليمات حسب البرنامج Firmware الذي يتم قراءته من الشريحة ROM، وذاكرة النظام وذلك بعد تحديد شفرة التشغيل والحصول علي عناوين المتغيرات من ذاكرة البيانات . وتحتوي برنامج Firmware علي جميع الدالات اللازمة لكل من التعليمات التي يمكن للمعالج إدارتها. ويمكن إستخدام نتيجة معالجة التعليمات مباشرة لتحديث المتغير أو يمكن

تخزينها بالذاكرة لتستخدم فيما بعد. وبعد معالجة أحد التعليمات يقفز المعالج آليا إلى التعليمات التالية.

ويختلف زمن المعالجة حسب طبيعة التعليمات وطراز الــ PLC ويمكن لهذا الزمن أن يكون صغيراً مثل بضع مئات من النانو ثانية (النانو ثانية = ١ / $١٠^{٩}$من الثانية) وذلك للتعليمات البسيطة مثل إختيار حالة حرف أو تغيره من الحالة صفر الي الحالة ١ أو أن يكون الزمن طويلاً مثل عدة عشرات من الميكرو ثانية (الميكرو ثانية = ١ / $١٠^{٦}$ من الثانية) وذلك للتعمليات الأكثر تعقيداً.

دورة الــ PLC

زمن الدورة فى الــ PLC وهو الزمن اللازم للتنفيذ الكامل للبرنامج. و هذا الزمن يعتمد مباشرة علي عدد وطبيعة التعليمات المطلوب معالجتها.

وتحتوي الدورة علي ثلاثة مراحل يتم تنفيذها علي النحو التالي:

- إكتساب حالات جميع وحدات الإدخال.
- معالجة (أو فحص) البرنامج.
- تحديث جميع الخروجات.

ويتم إعادة هذه العملية آلياً ما لم يعطي أمر ايقاف. ثم يتم متابعة حالة المدخلات فى بداية كل دورة وذلك لتفادي أية مشاكل خلال أعمال المعالجة. ويتم عمل ذلك بتخزين صورة من المدخلات وتظل فى حالة ثابتة طوال باقي زمن الدورة أينما كانت حالتها فى الواقع والتي يمكن أن تتغير خلال نفس الدورة أينما كانت حالتها فى الواقع والتي يمكن أن تتغير خلال نفس الدورة . ويتم تحديث المخرجات فى آخر الدورة عندما يتم التحديد الكامل لجميع الاشارات الي العالم الخارجي. يتم إكتساب المدخلات وتحديث المخرجات ضمنياً أي أن ذلك يتم بدون الحاجة الي تدخل من المستخدم.

تركيبة المعالجة

الــ PLC مجهز بمعالج واحد من النوع أحادي – الواجب ويقوم بتنفيذ البرنامج به بطريقة تتابعية . وتعتبر هذه التركيبة أحادية المعالج أحادية الواجب بسيطة للتشغيل وتبقي مناسبة لجميع التحكم الأتوماتيكي المبسطة ومتوسطة التعقيد.

٤-٧ نظم التحكم و المراقبة (SCADA)

تعريف نظام SCADA:

Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

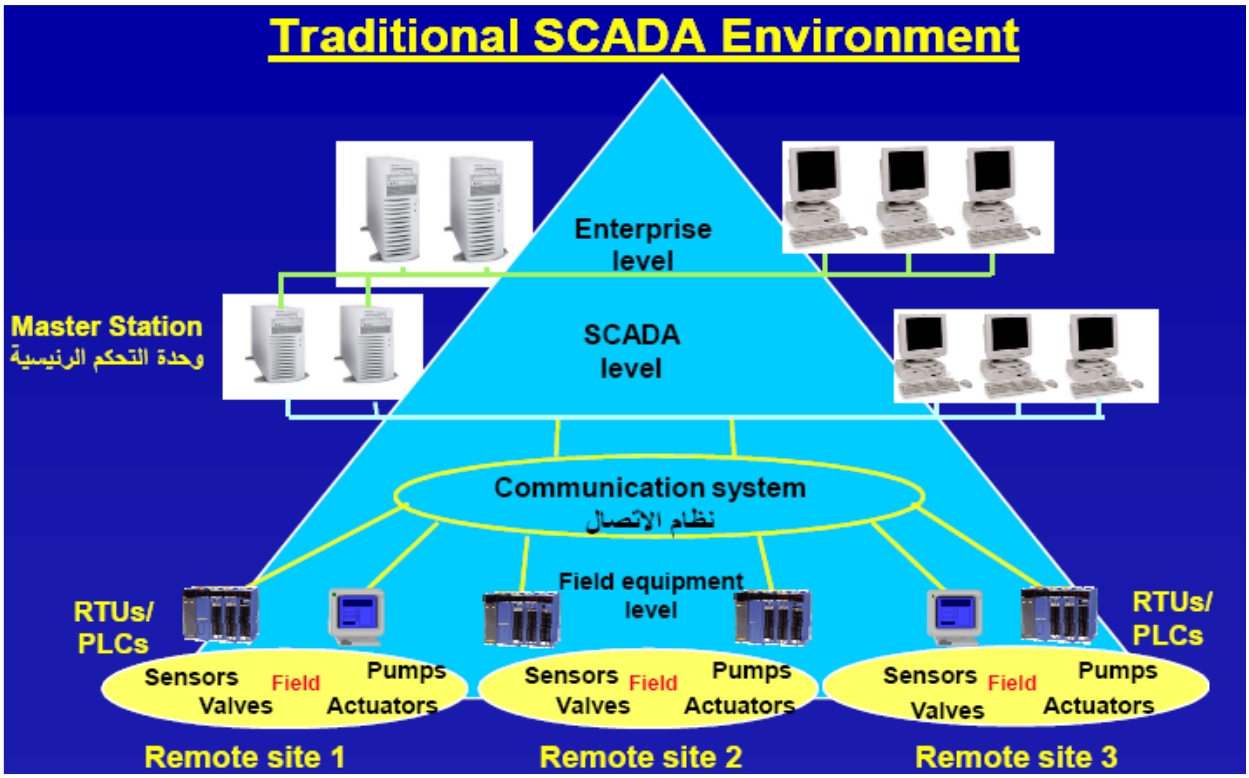
و يمكن إعتبار نظام التحكم و المراقبة (SCADA):

- هو أحد الأنظمة المختصة بالتحكم والمراقبة عن بعد ونقل كافة البيانات.
- هو نظام لتوفير المراقبة والتحكم في أي عملية إنتاجية مثل عملية إنتاج وتنقية مياه الشرب الموزعة علي مساحة جغرافية كبيرة عن طريق تجميع البيانات من المواقع المختلفة بالشبكة للمراقبة والتحكم.

من مهام النظام:

أ- تجميع القراءات والقياسات المسجلة من أماكن مترامية الإطراف جغرافياً بمكان واحد (- MSUوحدة التحكم الرئيسية) والقيام بمعالجة هذه القراءات طبقا لبرنامج تطبيقي معد علي الحاسب الآلي الرئيسي لذلك.

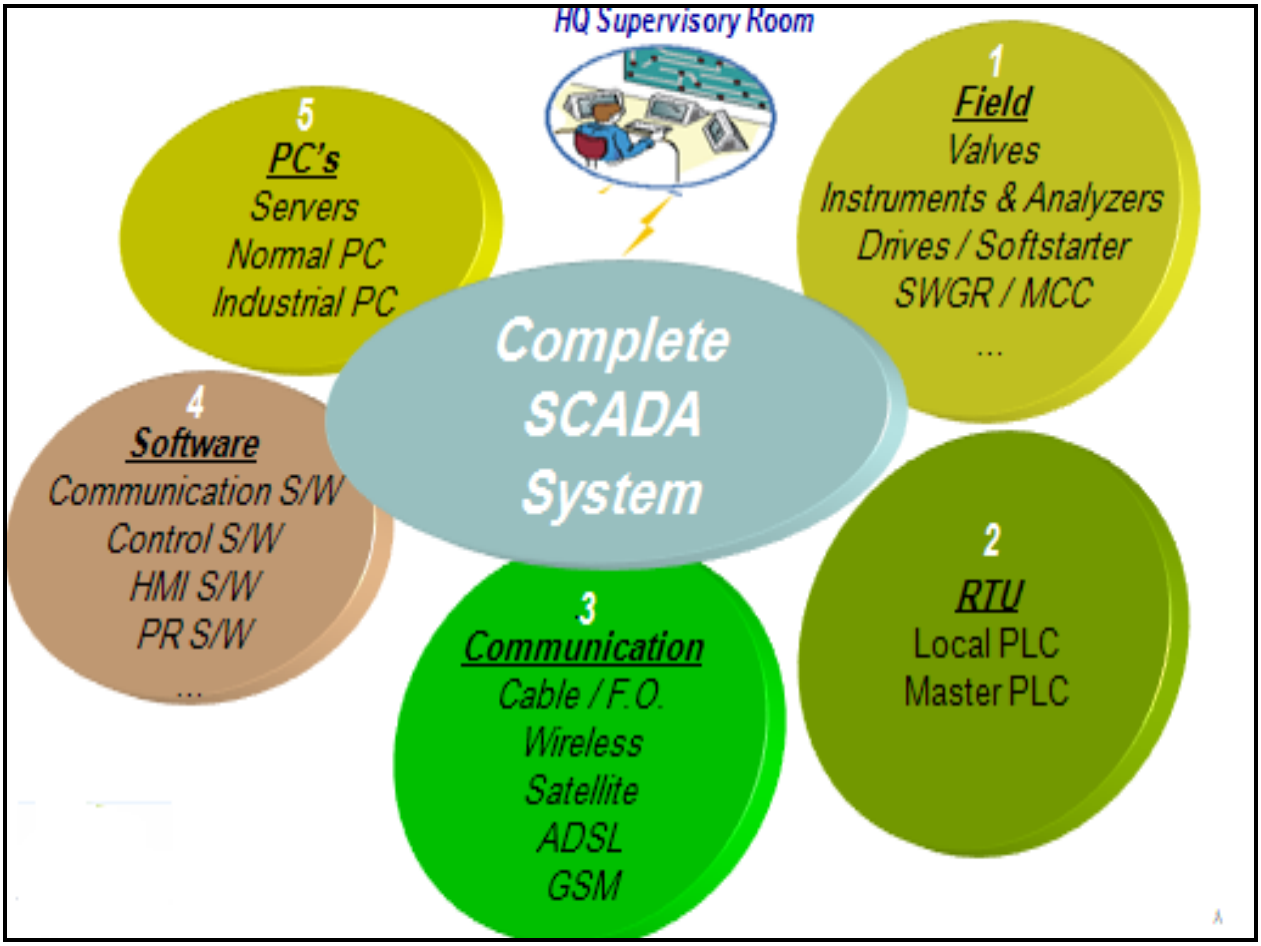
ب- التحكم في الأجهزة بالمواقع وإرسال الأوامر من وحدة التحكم الرئيسية (MSU) إلي وحدة التحكم الطرفية (Remote Terminal Unit) بأى موقع للتحكم في الأجهزة الموزعة بالمواقع المختلفة كما هو موضح في الشكل (٤-١٦).



شكل (٤-١٦) بيئة تقليدية لنظام التحكم والمراقبة (SCADA).

العناصر الأساسية المكونة لنظام التحكم والمراقبة (SCADA) كما هو موضح بالشكل (٤-١٧)
ويلزم أن تكون أجهزة القياس معتمدة من جهات عالمية:

أ) وحدة تحكم رئيسية (Master Station Unit)
ب) نظام الاتصال بين وحدة التحكم الرئيسية ووحدات التحكم الطرفية (Remote Terminal Unit (RTU)).
ج) عدد من وحدات التحكم الطرفية (RTUs) أو وحدات (PLCs)
د) أجهزة القياس و المشغلات و الحساسات.
هـ) أجهزة الحاسبات والخوادم المناسبة.
و) البرامج المختلفة في كافة المستويات.



شكل (٤-١٧) العناصر الأساسية المكونة لنظام التحكم والمراقبة (SCADA).

الجدول (٤-١٨) يبين مثال لبعض الأجهزة المستخدمة و أماكن توصيلها و نوع القياسات الخارجة منها.

جدول (٤-١٨) : مثال لبعض أجهزة القياس المستخدمة

م	مكان توصيل أجهزة القياس بالموقع	القياس	نوعية القياسات و القيم
١	أ- خطوط الطرد والمص ب- خطوط الطرد ت- بالخزان	- التصرف، الضغط - التحاليل المعملية PH، الكلور المتبقي - منسوب الخزان.	تناظرية (Analog measurements)
٢	أ- لوحة تشغيل المضخة من خلال مجموعة من المرحلات(Relays). ب- الرأس المتحرك للصمام (Actuator) ت- وحدة RTU	- حالة المضخات تعمل / لاتعمل - حالة الصمامات مغلقة / مفتوح - حالة RTU تعمل / لا تعمل	رقمية (Digital measurements)

يجب أن يشمل نظام التحكم والمراقبة (SCADA) على المراحل التالية:

<u>المرحلة الأولى</u>:

تجميع البيانات من المواقع المختلفة.

حيث يتم تجميع البيانات من المواقع المختلفة مثل محطات التنقية والروافع والخزانات بإستخدام:

أ) أجهزة القياس و الحساسات وخصوصاً أجهزة قياس كميات المياه المنتجة بعد المعالجة ويراعى فيها:

- دقة القياس (Accuracy).
- التكرارية (Repeatability).
- أقل قيمة يمكن قياسها (Resolution).
- درجة الحماية لا تقل عن ٦٧ (IP67 at least) للأجهزة المعرضة للأتربة والهواء الطلق و احتمال تعرضها للماء.

ب) وحده التحكم الطرفية (Remote Terminal Unit) { RTU }

ج) المتحكم المنطقى المبرمج ({Programmable Logic Control { PLC}) و يراعى فيه:

- أن يكون من النوع المجزأ (Modular) أو من النوع (Rack Mount) على حسب حجم المشروع
- أن يحتوى على جزء خاص بالاتصالات وخصوصاً (GPRS).
- وصلات مناسبة للاتصالات (RS232, RS 485, RS 422, Ethernet, EDGE , or G3)
- القدرة على التعامل مع مختلف أنواع الحوا كم المنطقية المبرمجة من خلال تقنية (OPC).
- يمكن أن تكون من وحدات التحكم الموزعة الصغيرة (DCS) المتقاربة في السعر.
- يفضل أن تكون أجهزة أحادية دون تكرار أو احتياطي باستثناء مصادر القدرة في حالة وجود عدم خطورة.

المرحلة الثانية:

نقل البيانات من المواقع المختلفة إلى وحدة التحكم الرئيسية.
وهي التي تتيح مجال الاتصال { Communication path} بين المواقع المختلفة بنظام التحكم والمراقبة (SCADA) ويراعى أنها قد تكون:

أ. داخل المحطة فقط في حالة تنفيذ نظام محلى للتحكم والمراقبة (Local SCADA):

- يفضل أن تستخدم فيه أي نوع من الكابلات (نحاسية أو ضوئية) مع مراعاة أن كابلات الإشارة تختلف عن كابلات مصادر القوى و كابلات التحكم.

ب. داخل وخارج محطات التنقية في حالة تنفيذ نظام شامل للتحكم والمراقبة (Main SCADA)

- يفضل أن تستخدم فيه أي شبكة مناسبة لنقل البيانات (Telemetry Network) وهي الشبكة المستخدمة حتي يتم التوصيل بين المواقع المختلفة مثل RTUs , MSU ولابد مراعاة العوامل الأتية قبل إختيار وسط التوصيل (Link media) وإقتراح نوع الشبكة:

- المسافة بين RTUs, MSU والمسافة بين RTUs, وبعضها البعض.
- السرعة المطلوبة لنقل البيانات.
- البرامج التطبيقية المستخدمة بنظام SCADA.
- سهولة الحصول على التصاريح المطلوبة للشبكة المقترحة.

ومن الشبكات المسموح إستخدامها (لايسمح بشبكات الإنترنت لمخاطرها):

- شبكات اللألياف الضوئية (Fiber Optics, Single Mode)
- الشبكات الهوائية بتقنية (VHF, or UHF)
- الشبكات الهوائية بتقنية (Wimax)
- الشبكات الهوائية بتقنية (GPRS)

المرحلة الثالثة:

معالجة البيانات بوحدة التحكم الرئيسية.حيث تتم معالجة البيانات من خلال وحدة التحكم الرئيسية وهى تتكون من:

أ- الحاسب الآلى الرئيسي أو الخادم (Server)
ب-الحاسبات الخاصة بالمراقبة وإصدار التقارير (Workstations).
ج- الطابعات (Printer) .
د- لوحة تخطيطية (Mimic Panels) أو شاشة رئيسية (Screen).

يجب أن تلتزم الشركات المنفذة بتنفيذ نظام التحكم و المراقبة (على حسب طاقة المحطة) ليحقق الأهداف الرئيسية التالية:

أ- المراقبة

ب- المراقبة والتحكم و خصوصاً غسيل المرشحات ليتم آلياً أو كل ٢٤ ساعة أيهما أسرع.

على أن يؤخذ في الإعتبار ربط النظام لجميع وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC/RTU) التي قد تكون من موردين مختلفين بوسيلة ربط مناسبة (Drivers/ OPC).

يجب أن يغطي نظام التحكم والمراقبة (SCADA) المهام التالية:

١- متابعة قياسات التحاليل المعملية للمياه المنتجة من المحطات بدقة.
٢- التحكم فى متابعة إستمرارية ثبات الضغوط والتصرف بالخطوط الرئيسية والفرعية للشبكة ومتابعة شبكة إنتاج المياه ككل والتوقع المسبق لأي هبوط بالضغط لهذه الشبكة .
٣- التحكم في غلق أو فتح الصمامات علي أهم الخطوط الرئيسية بهذه الشبكة .
٤- المتابعة الدقيقة لمنسوب الخزانات.
٥- التعرف علي كمية الطاقة المستهلكة فى اليوم داخل كل محطة بالشبكة.
٦- إصدار التقارير التي تفيد في عملية تطوير أداء انتاج المياه والحصول على رضا العملاء.
٧- إصدار التقارير التي تفيد في عملية تطوير أداء انتاج المياه (شهرية –أسبوعية – يومية – كل ساعة) وتساعد الإدارة العليا في إتخاذ القرار وحساب مراكز التكلفة.
٨- الحصول على كافة المنحنيات لبيان مدى تغير المتغيرات المختلفة في محطات التنقية و ملحقاتها.
٩- الحصول على قائمة مصنفة للإنذارات باستخدام الألوان المختلفة مع تحديد هوية مستقبل الإنذار
١٠- رسومات توضيحية تبين سير عملية التنقية و تصور ديناميكي لها (Visualization) وليس رسومات للأجهزة و الأنابيب (P & I D).
١١- حفظ السجلات الماضية على خادم خاص لمدة يحددها المالك.

أ) إعداد تقارير بمؤشرات الأداء (على سبيل المثال لا الحصر):

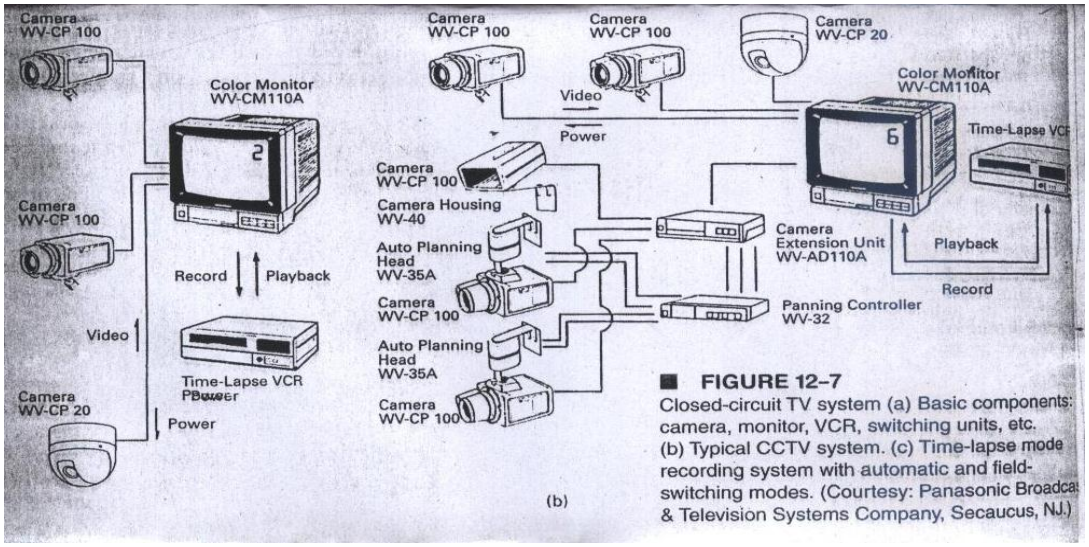
- مؤشر استهلاك الطاقة الكهربية = كمية الطاقة الكهربية المستهلكة / كمية المياه المنقاة المنتجة

- مؤشر استهلاك خامة الشبة = كمية خامة الشبة المستخدمة / كمية المياه المنقاة المنتجة
- مؤشر استهلاك الكلور = كمية الكلور المستخدم / كمية المياه المنقاة المنتجة
- حساب التكلفة الفعلية للتشغيل لإنتاج واحد متر مكعب من المياه المنقاة.

ب) بيان جميع القيم التى تسجلها أجهزة القياس (سواء عن طريق التقارير أو المنحنيات).
ج) بيان حالة كل المضخات والصمامات التابعة للنظام (في الواجهات الرسومية و عن طريق التقارير).
د) بيان حالة الأجهزة العامله وغير العاملة بالنظام كلياً (في الواجهات الرسومية و عن طريق التقارير).
هـ) العمل على زيادة كفاءة المحطة في الترشيح.
و) التحكم عن بعد (إن طلب).

نظم ودوائر المراقبة التلفزيونية (CCTV)

تزود المحطات لفرص تأمين منشآتها ووحداتها المختلفة بنظم المراقبة التليفزيونية وذلك من خلال وجود مجموعة كاميرات ثابتة ومتحركة تركب لتغطية المداخل والمخارج لجميع وحدات المحطة والجميع متصل بشاشة عرض فى غرف الأمن والمراقبة ويتم اختيار مواصفات هذه المكونات الكاميرات بأنواعها ومسجلات الفيديو (VCR) وشاشات العرض طبقاً للمواصفات القياسية لأنظمة التيار الخفيف.



شكل (٤-١٨) نظم ودوائر المراقبة التليفزيونية (CCTV)

الفصل الخامس

شروط الطرح و العطاءات و مراحل المشروع التصميميه والتنفيذية- اعمال التصميمات المعماري و الانشائي

الفصل الخامس
شروط الطرح و العطاءات و مراحل المشروع التصميميه و التنفيذية- التصميم المعماري و الانشائي

٥-١- مراحل المشروع التصميمية والتنفيذية

٥-١-١- مقدمة

من المعلوم أن مشروعات المياه والصرف الصحي سواء أعمال الشبكات او الخطوط الناقلة او محطات الروافع و محطات تنقيه مياه الشرب او محطات الروافع و محطات معالجه الصرف الصحي تمر بمراحل انتاج و هي :

- مرحله إعداد مستندات الطرح :

ويقصد بها المستندات التي تقيم بأعدادها الاستشاري المصمم وتتضمن الرسومات قوائم الكميات والمواصفات الفنية لبنود الإعمال و الشروط العامه و الخاصة

- مرحلة طرح الإعمال

ويقصد بها المرحلة التي يتم فيها طرح مستندات الاعمال علي المقاولين المتخصصين لدراسة الإعمال محل المشروع دراسة تامه و التحقق من كل المتطلبات ويسمح خلال هذه الفترة بأن يقوم المقاول بتكليف استشاري (كأستشاري مقاول) يقوم بمساعدته والدعم الفني للمقاول ويقوم بدارسة ألإعمال واستيضاح ما يتطلب ايضاحة والاستفسار من الاستشاري المصمم عما قد يكون مبهما وغير واضحا ومن ثم تعد الاستفسارات والردود الرسمية عليها من المالك و/او الاستشاري المصمم بمثابه مستند رسمي مكمل لمستندات طرح العطاء بل ويجب أن تكون أولويتها في ترتيب أهمية و أولوية ترتيب مستندات العطاء في درجة متقدمة و أن ما بها من معلومات يجب و يلغي ما قد يكون قد سبق في مستندات الطرح .

ومن المفترض خلال هذه الفترة أن تنتفى إيه شبهه فنية للمقاول في قدرته على استيفاء الإعمال محل الطرح و تنفيذها متكامله بلا اي خلل مهما قد يكون قد شاب مستندات

الطرح من نقص او عدم اكتمال او خلل او عدم ملائمه خامات او مهمات او بيانات فنية لأي اعمال للتنفيذ بالنظر لطبيعه و منطقة المشروع و بصورة تضمن تشغيلها فينا وبصورة أمنه تحقق الهدف التشغيلي للمالك منها.

ويفضل خلال هذه المرحلة أن يتقدم المقاول في عطائه ببعض الرسومات التوضيحية لنطاق الاعمال تظهر قدرته وقدرة استشاريه على فهم و ادراك حدود الاعمال محل الطرح و يعد هذا ضروريا و ملزما في حالة مشروعات التصميم والبناء Design and build

- مرحلة رسو العطاء

يقوم المالك وحده او يعاونه الاستشاري المصمم أو استشارى أعمال الإشراف علي التنفيذ ويفضل أن يكون الاستشاري المصمم هو نفسه استشاري الإشراف على التنفيذ بإعداد التعاقد مع المقاول الذي تم الترسيه عليه موضحا به كافة الالتزامات و ترتيب أولويات بنود مستندات الطرح والمدد الزمنية المستحقات المالية .

- مرحلة التنفيذ

من المعلوم أن المقاول مسئول مسئولية تامه غير منقوصه هو واستشاريوه (استشاري المقاول) عن أعداد الرسومات التنفيذية Construction Drawings و التشغيلية Shop Drawings و التفصيلية Detailed Drawings اثناء و قبل الشروع في التنفيذ و بما يضمن للمالك امكانية تنفيذ كافة الاعمال بلا خلل او نقص او يحد من اداء المشروع لوظيفته و ايضا الرسومات طبقا للمنفذ بعع انتهاء التنفيذ As Built Drawings و هذه الرسومات جميعها تتضمن درجات من الإيضاح والبيان لكل بنود وعناصر و خامات و مهمات المشروع تبعا للحاجة بحيث تضمن هذه الرسومات اكتمال التنفيذ بما يحقق الهدف من المشروع متضمنه كافة الأعمال و الإجراءات و المحاذير مع ضرورة الاخذ في الاعتبار كافة المستجدات التي قد تنشا نتيجة ظهورانشطه محيطه بنطاق المشروع او تغير طبيعه التربة او الاعمال المساحية او الظروف البيئية جميعها أو تغير ظروف تحيط بالمشروع أو حدوث مستجداث لم تكن منظورة وقت إعداد مستندات الطرح للعطاء او وقت إعداد مستندات العطاء بمعرفه استشاري المقاول (قبل الترسية)

وفيما يلى بيان بمستندات كل مرحلة من مراحل الاعمال

٥-١-٢ مرحلة إعداد مستندات الطرح

تحتوى مستندات العطاء التى يتم طرحها وإعدادها بمعرفة الأستشارى المصمم على المعلومات الفنية المبدئية (concept design)عن المشروع والشروط العامة والخاصة والتى تعتبر الحكم الذى يحتكم إليه كل من أطراف التعاقد ويستند إليها عند الإقتضاء علاوه علي الردود علي الاستفسارات و العرض الفني للمقاول تبعا لأولوية و ترتيب المستندات.

٥-١-٢-١- مكونات مستندات الطرح

تتكون مستندات الطرح من المجلدات الآتية

- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية
- جداول الكميات التقديرية
- البوم الرسومات التصميمية للمشروع
- أى مستندات أخرى يقوم المصمم بإعدادها مثل تقارير الجسات الأسترشادية المبدئية والتحاليل للتربة والمياه الجوفية.

٥-١-٢-١-١- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع

لا بد وأن يتضمن هذا المجلد الآتى :

أ- الدعوة الى المناقصة.
ب- نموذج العطاء.
ج- تعليمات الى مقدمى العطاءات.

أ- الدعوة الى المناقصة

تكون الدعوة الى المناقصة فى صفحة أو صفحتين بوصف مختصر موجز عن المشروع والإجراءات الخاصة للمناقصة، كما تتضمن طريقة الحصول على نسخة من مستندات العطاء وتسعيرها وموعد ومكان تسليم هذه المستندات. كما يتم الإعلان عن هذه المناقصة فى الصحف اليومية (جريدتين واسعتى الانتشار) طبقا لمتطلبات القانون المعمول به لدى المالك.

ب- نموذج العطاء

يحدد نموذج العطاء الصيغة الموجودة التى بموجبها يتقدم المقاولون بأسعارهم وعروضهم الى صاحب العمل والتى تسهل أعمال المقارنه الفنية أو السعرية وذلك لتكافؤ الفرص بينهم.

ت- تعليمات الى مقدمى العطاءات

تعتبر تعليمات مقدمى العطاءات الأساس الثابت للعطاءات والتى تساعد على ترتيب محتويات العطاءات ترتيباً قياسياً طبقاً لنموذج العطاء، حيث تحتوى هذه التعليمات على البنود التى تغطى الأتى:

- تعاريف
- عرض المتقدمين فى العطاءات
- مستندات العطاء
- إجراءات العطاء
- الاعتبارات الواجبة للعطاءات
- تعليمات البريد
- التأمين الإبتدائى والتأمين النهائى
- نموذج التعاقد بين المالك والمقاول
- تعليمات إضافية

٥-١-٢-١-٢- البوم الأعمال

أ – رسومات العطاء **Tender Drawings**

تعبر الرسومات عن العلاقة بين المكونات المختلفة للمنشأ، حيث توضح أماكنها وأبعادها.

يجب أن تكون الرسومات كاملة الى حد كبير ودقيقة ومرسومة بمقياس رسم مناسب وموضح عليها الأبعاد الكافية و المناسيب المطلوبة .

حيث تعتبر دليل المقاول فى تقديراته وحساب الكميات أثناء تجهيز العطاء ومرشدة له فى أعمال الإنشاء والتنفيذ، كما تحتوى على رسومات توضيحية لكل الاعمال الصحية و المعمارية و المدنية و الكهروميكانيكية تبعا للتخصصات التصميمية بالمشروع .

ب- المواصفات الفنية

تعتبر المواصفات الفنية مكملة للرسومات التصميمية حيث تعبر عن المتطلبات بالكلمات وتوضح جودة الخامات والمهات والمعدات وطرق الإنشاء الفنية للأعمال المطروحة.

وتعتبر المواصفات الفنية أكبر أجزاء العقد وتعد هذه المواصفات طبقاً للتقسيمات الآتية :

المواصفات المدنية، أعمال الموقع، أعمال الخرسانة، الأعمال التكميلية Masonary الأعمال المعدنية، الأعمال الخشبية، العزل والحماية، الأبواب والشبابيك، أعمال خاصة (Special Works)، المعدات، الأثاث، إنشاءات خاصة (Special Construction)، نظم الربط (Conveying Systems)، الأعمال الميكانيكية، الأعمال الكهربائية.

ج- جداول الكميات التقديرية

- تحتوى جداول الكميات التقديرية على بنود الأعمال ووصف موجز لكل بند وطريقة المحاسبة عليه سواء بالوحدة أو بوحدة المساحة أو وحدة الحجوم أو بالمقطوعية او بالوزن ، والكمية التقديرية لكل بند من هذه البنود.
- يقوم المقاول بتسعير هذه البنود كل على حده.
- يشترط فى هذه الجداول أن البند الذى لا يقوم بتسعيره المقاول يعتبر محملاً سعره على باقى أسعار بنود العقد عند التنفيذ وذلك بالرغم من وضع أعلى سعر لهذا البند من العطاءات الأخرى عند تقييم هذا العطاء فى لجنة البت والترسيه.
- تعتبر الكميات المدرجة فى جداول الكميات تقديرية، ويتم المحاسبة طبقا للمنفذ تبعا للقانون.

- **د- نماذج التأمين**

تحتوى مستندات العطاء على نماذج صيغة التأمين الإبتدائى الذى سيقدم مع العطاء والتأمين النهائى الذى سيقدمه المقاول الفائز بالعطاء من بنك معتمد وتشترط الصيغة أن يكون لصاحب العمل حق صرف هذا التأمين لصالحه عند أول إشعار للبنك بذلك ولا يعتد بأى اعتراض من المقاول أو الاستشارى، وكذلك ضرورة إستمرار هذا التأمين ليتزامن مع الغرض منه.

هـ- التعاقد بين المالك والمقاول

يعتبر هذا التعاقد من الأهمية بحيث يعتبر وثيقة مستقلة بذاته. حيث يغطى هذا التعاقد خمسة أسس أساسية هى :

- التماثل والتطابق بين الموقعين على هذا التعاقد من الناحية القانونية ومدى أهلية الموقعين على التعاقد فى تنفيذه، ويتم التوقيع على عدد من الأصول تكفى ليكون مع كل من المالك والمقاول والمهندس المشرف (إن وجد) وإدارة العقود والمشتريات ومجلس الدولة نسخة أصل من كل منه.

- وصف موجز واضح للمشروع.

- زمن التنفيذ المتوقع الإنتهاء خلاله ويعتبر هذا الجزء هام جداً، حيث يترتب عليه توقيع غرامات التأخير أو تمديد العقد أو ما شابه ذلك.

- السعر سواء سعر ثابت شامل للمشروع بالكامل أو سعر لكل بند من بنود الأعمال أو سعر مقطوعية لكل بند أو مجموعة بنود متشابهه من الأعمال حسبما يتم الاتفاق عليه.

- شروط دفع عن طريق المستخلصات الدورية تبعاً لتقدم الأعمال وما يتم الاتفاق عليه من خصم نسبة معينة تتراكم لحين الاستلام الإبتدائى وما يتم خصمه كنسبة من الدفعة المقدمة للمقاول .... وهكذا.

وكذلك نظام المستخلص الختامى للعملية الذى يعتبر من أهم المستخلصات القانونية فى حياة المشروع.

كما يتضمن هذا التعاقد مدى العلاقة بين هذه الوثيقة وبين باقى مستندات العطاء وذلك للصفة القانونية حيث أن هذه الوثيقة هى الوحيدة الموقعة من أطراف التعاقد.

و- شروط التعاقد

تنقسم شروط التعاقد الى قسمين : شروط عامة وشروك خاصة أى مكملة.

ز- الشروط العامة

تغطى الشروط العامة حقوق والتزامات كل من المالك والمقاول كما توضح إطار أعمال مسئوليات المهندس الاستشارى المشرف على التنفيذ (إن وجد) وأعمال ومسئوليات مدير المشروع.

وأهم بنود محتويات هذه الشروط العامة مايلى:

تعاريف

يتم التعريف بدقة وبوضوح البنود الهامة مثل :

المالك – المقاول – مقاول الباطن – المهندس المشرف – العمل – المشروع – مستندات العطاء – البوم الرسومات – بدء التنفيذ للمشروع – موعد الانتهاء من المشروع.

الحقوق والمسئوليات

يتم توضيح الحقوق والمسئوليات لكل الأطراف بشئ من التفصيل لكى يفهم كل طرف مدى حقوقه ومسئولياته تجاه العقد وكذلك العلاقات مع مقاولى الباطن الذين تمتد إليهم حقوق ومسئوليات المقاول الأساسى.

العمل بآخرين

بصفة عامة فإن للمالك الحق فى القيام ببعض الأعمال المتعلقة بالمشروع بمعرفته أو بواسطة مقاول أخر منفصل تابع له.

لذلك فإن المشاكل الناجمة عن التداخل أو تعاون الجهود والتى يمكن أن تؤثر على أعمال الأخرين يتم إضافتها وتوضيحها فى الشروط العامة.

فض المنازعات

يتم وضع شروط توضح طريقة فض المنازعات الناجمة عن العمل بشئ من التفصيل سواء سلمياً أو بالتحكيم.

الوقت

يتم توضيح تاريخ البدء فى المشروع وتاريخ الانتهاء ومنها يتم توضيح المدة اللازمة لتنفيذ المشروع والتى بناء عليها يقوم المقاول بعمل جداول البرامج الزمنية اللازمة للانتهاء من المشروع والذى يجب إعتمادها من الاستشارى (إن وجد) والمالك أو من يمثله والتى بموجبها يتحدد أى تأخير فى العمل وأسبابه ومدى استحقاق المقاول لتمديد الزمن طبقاً لهذا التأخير أو مدى خصم غرامات التأخير عليه طبقاً للحالة، ويجب أن يتم توضيح الظروف القهرية التى تكون خارجة عن الإرادة والتى يتعطل فيها العمل.

المستخلصات والدفع

يتم توضيح طريقة إعداد المستخلصات طبقاً لتقدم العمل بطريقة واضحة ومحددة ومتى يتم تقديم هذه المستخلصات الدورية وأقل قيمة لها والمدة اللازمة لمراجعتها من المالك أو من يمثله من الشئون الفنية والمالية وإجراءات إرتجاع هذه المستخلصات عند ظهور أخطاء بها فى مراحل المراجعة المختلفة .

ويجب توضيح أن موافقة المالك على صرف هذه المستخلصات لا تعتبر موافقة منه على قبول العمل.

كما يوضح الأسباب التعاقدية والقانونية التى تتيح للمالك حق تعليق مستحقات المقاول وعدم صرفها ومنها على سبيل المثال عدم إصلاح الأعمال المعيبة، الدعاوى المرفوعة من طرف ثالث، وفشل المقاول المستمر فى الخضوع لشروط وأحكام العقد.

عند إنتهاء الأعمال جميعها يتم عمل المستخلص النهائى بعد قيام المقاول بتسليم شهادة مخالصة الى المالك بأنه قد تسلم جميع حقوقه المالية وليس له الحق فى الرجوع على المالك بأي صورة من الصور، وأحياناً كثيرة يتم عمل إتفاق بين كل من المالك والمقاول بتنازلهما عن جميع الدعاوى المرفوعة من كل منهما على الآخر قبل الموافقة على المتسخلص النهائى

إجراءات التسليم المؤقت (الإبتدائى) والنهائى

١ – المؤقت (الإبتدائى)

- يتم التسليم الإبتدائى للمشروع كما يلى:
- بعد إتمام الأعمال وذلك بقيام المقاول أو من يمثله بإخطار المالك كتابة بأن كافة الأعمال وضعت موضع التشغيل وجاهزة لإجراء التجارب التى تتم بمعرفته وفى حضور المالك أو من ينوب عنه والمهندس المشرف على التنفيذ (إن وجد).
- بعد ثبوت نجاح التجارب وقيام المقاول بتوريد قطع الغيار والأجهزة المساعدة والرسومات المنفذه (As Built Drawings) يتم اثبات ذلك فى محضر تجارب للمشروع.
- بعد استقرار التجارب الفترة اللازمة التى يتفق عليها بين المالك والجهة التى سوف تتسلم المشروع لتشغيله والانتفاع به أو إذا ما كان المقاول هو الذى سوف يقوم بالتشغيل لفترة معينة منصوص عليها بالتعاقد.
- فى حالة عدم نجاح التجارب يلتزم المقاول بإعادة التجارب على نفقته الخاصة حتى نجاح التجربة بعد الفترة اللازمة لها.
- يتم التسليم المؤقت (الإبتدائى) للانتفاع بالمشروع وتشغيله وإثبات أى ملاحظات أو أعمال ناقصة لم تتم وذلك بكشف للملاحظات وبحيث لا تكون لهذه الملاحظات أى تأثير على تشغيل المشروع والانتفاع به وفى حالة ما إذا كان المقاول لم يقم بتوريد أى من الأجهزة المساعدة أو قطع الغيار أو إعداد الرسومات أو أى مستندات يتعهد المقاول أو من يمثله بنهوها خلال فترة يتفق عليها وتكون هذه الفترة خلال سنة الضمان.

- يكون للمالك الحق فى خصم مبالغ أو تعليتها بالأمانات من مستحقات المقاول نظير نهو وإتمام هذه الأعمال أو استمرار خطاب الضمان وترد هذه المبالغ بعد إنجاز المقاول لكافة هذه الالتزامات.
- فى حالة ظهور أى جزء من أجزاء العمل معيبة أو تالفة خلال سنة الضمان فعلى المقاول استبدال المعيب أو التالف أو القيام بإصلاحها فى حالة ثبوت جدوى هذا الإصلاح على حسابه الخاص وفى حالة رفضه يتم الإصلاح خصماً من مستحقاته أو طبقاً لما ينظمه العقد فى هذا الخصوص ويمتد ضمان الجزء المستبدل لمدة سنة من تاريخ الاستبدال.

٢ – الاستلام النهائى

- قبل الإنتهاء من مدة الضمان وبعد قيام المقاول بنهو كافة التزاماته يقوم المقاول بإخطار المالك كتابة لتحديد موعد للمعاينة وتشكل لجنة الاستلام النهائى بحيث تتضمن الجهة المالكة والجهة المستفيدة من المشروع والتى قامت بالتدريب على التشغيل والصيانة طوال سنة الضمان والمقاول والاستشارى (إ ن وجد).
- فى حالة ظهور أى أعمال أو التزامات لم تستكمل يؤجل التسليم النهائى حتى يفى المقاول بجميع الالتزامات المقررة طبقاً للتعاقد والشروط الفنية وأصول الصناعة وتمد فترة الضمان تبعاً لذلك.
- متى اسفرت المعاينة عن مطابقة الأعمال للشروط والمواصفات الفنية الأصلية أو تعديلاتها التى تضاف أثناء التنفيذ للمشروع واتضح للجنة أن المقاول أنهى جميع التزاماته يتم تحرير محضر الاستلام النهائى موقعاً من المقاول والمالك والجهة المستفيدة القائمة على التشغيل مستقبلاً والمهندس المشرف على التنفيذ (إن وجد).
- لا يخل هذا التسليم النهائى بمسئولية المقاول بمقتضى القانون المدنى المصرى.
- بعد إتمام التسليم النهائى يعمل المستخلص الختامى بين المالك أو من ينوب عنه وبين المقاول أو من يمثله وطبقاً للموضح فى البند سابقا.

التأمين

توضح الشروط العامة المجالات التى يلزم تغطيتها بالتأمين على الأعمال والعمال بما فيهم موظفى المقاول والاستشارى والمالك المعينين بالمشروع والطرف الثالث ضد جميع المخاطر ومنها الحوادث والسرقة والحريق ... الخ لدى شركة تأمين مقبولة من المالك وإصدار شهادات التأمين باسم المالك وتوضح أيضاً التعويض المناسب لكل حالة، كما تغطى جميع إلتزامات المالك والمقاول والطرف الثالث ويتم إرسال شهادات التأمين الى طرفى التعاقد.

التغيرات

توضح الشروط العامة أسلوب عمل أوامر التغيير للأعمال التى تتغير فى العقد ومدى الوقت اللازم لهذا التغيير لإضافته الى أو خصمه من مدة العقد وكذلك التغيير المطلوب لإضافته الى أو خصمه من قيمة العقد وذلك دون التأثير على وثيقة التعاقد نفسها.

كما توضح أسلوب التفاوض بين الأطراف المختلفة للاتفاق على الآثار الناجمة عن التغيير من حيث الوقت والتكلفة.

تصحيح الأعمال

يعطى هذا البند من الشروط العامة الحق للمالك فى رفض الأعمال المعيبة أو الغير مطابقة لشروط العقد والتى يلزم استبدالها أو إصلاحها بمعرفة المقاول وعلى حسابه، وذلك خلال مدة المشروع بما فيها سنة الضمان.

إلغاء العقد **Termination**

يجب أن تتضمن الشروط العامة هذا البند الذى يتيح للمالك الحق فى إلغاء العقد نتيجة فشل المقاول، وعلى سبيل المثال فشل المقاول فى إتمام العمل فى موعده المحدد أو عدم إنجاز الأعمال كما يتيح للمقاول الحق فى الإلغاء فى حالة فشل المالك فى الوفاء بالتزاماته.

الشروط الخاصة المكملة

تعتبر الشروط الخاصة مكملة للشروط العاملة لتلائم القوانين المحلية والظروف البيئية والظروف الخاصة بكل مشروع على حدة، وتكون أرقام بنود هذه الشروط مماثلة لما يشابهها من الشروط العامة وذلك عند إضافة أو حذف بعض نصوص الشروط العامة.

٥-١-٣- مرحلة طرح الاعمال

يلزم على مقدمى العطاء المتناقصين القيام بمعاينة المشروع معاينة نافية للجهاله والاطلاع على مستندات طرح العطاء بإصدار مجموعة من الاستفسارات التي تهدف إلى ايضاح الاعمال سواء عن طبيعة المشروع ومكوناته وعن كافة مستندات طرح العطاء – ويلزم على المالك و استشاري المصمم الرد على كافة هذه الاستفسارات بوضوح وبلا غموض و يحق له ان يعدل و يصوب ما دعت الحاجه شريطة اخطار كافة المتناقصين بهذه التعديلات و هذا يشمل الخامات و البيانات و التصميمات و كافة بنود الاعمال لكافة التخصصات الهندسية كما و انه يحق للمقاول اعادة الاستفسار اكثر من مره وصولا به في النهاية لادراك طبيعه المشروع و يحجب عنه اى لبس قد ينشأ من تعارض أو تضارب معلومات أو بيانات بما يمكنه من وضع اسعار عطائه بصورة سليمة تعكس ادراكه للمشروع ومكوناته.

كما يمكن قيام المتناقص و استشاريه بتضمين عرضه الفني للعطاء بنماذج من تصميماته و رسوماته التنفيذية المقترحه و يعد هذا ملزما في حاله المشروعات المطروحة بنظام التصميم و البناء Design and Build .

٥-١-٤- مرحلة التنفيذ

بعد رسو العطاء يكون من واجبات المقاول– بنفسه – اعادة دراسة المشروع بكافة مكوناته و بنوده و مقوماته و التأكد من الملائمه الكاملة لتنفيذ جميع الاعمال و تشغيلها بامان محققه الهدف المرجو من المشروع للمالك و بلا ضرر منها او علي ما حولها من ممتلكات و افراد و مرافق و عليه الافصاح للمالك عن إيه مشكلاته تنفيذيه قد يراها أو مستجدات قد تمنع تحقيق المروع لهدفه او تنفيذه او قد توثر على سعره (والتي تدرس بمعرفه لجان متخصصة لبيان احقيته من عدمه للتعديلات السعرية claims) كما يحق للمقاول التقدم بمقترحات او تعديلات على التصميم بما يحقق مفهوم الهندسة القيميه

value engineering و لا يخل بالتعاقد او القوانين المعمول بها و التي تم الطرح والترسيه بموجبها و بخاصة ما قد يودى هذا التعديل إلى وفر في تكاليف الاعمال المتعاقد عليها أو سهولة في التنفيذ أو تحسين اداء المشروع لوظيفتة المطلوبة او نجاحه و يمكن اذا ارتأت الجهه الطارحه – المالك – ذلك و وافقت عليه فيجب ان يتضمن هذا المبدأ في مستندات التعاقد قبل الطرح و ينص عيه صراحه ان هذا المبدأ من مبادئ التعاقدات الدولية و الفيديك و الهندسة القيميه معمول به و بالتالي يحق للمقاول أن يصرف له مقابل الوفر المتحقق ما قيمتة ٥٠% من هذا الوفر على أن تكون ال ٥٠% الاخرى من نصيب المالك

ويلزم أن يقوم المقاول با ستكمال مايلى بمعرفته او بمعرفه استشاريوه والتي تصدر بمعرفته و كأنه هو من قام بأعداد التصميمات بنفسه و تصبح مسئوليته عنها خالصه عليه و علي ان تعتمد من المالك او استشاري الاشراف علي التنفيذ :

١- تقديم البرنامج الزمني التفصيلي للاعمال باحد البرامج و بما في ذلك جميع الاعمال الحقلية و التصميمية التالية.
٢- القيام باعادة جميع الاعمال المساحية والتحقق منها و رصد اي تغيير قد يطرأ لها او عليها أو حولها من منشأت او ممتلكات او مرافق بما قد يوثر علي تحقيق المشروع لمتطلبات التشغيل الامن و التام و المحقق للهدف منه. و الذي في حاله حدوثه يقدم للمالك لتقييمه و البت فيه و توجيه المقاول بالرأي الفني و اثره المالي و التعاقدي .
٣- القيام بإعمال الجسات التأكيديه للتحقق من إيه حيود قد يطرأ علي الجسات الاسترشادية الوارده بمستندات الطرح و ما بها من توصيات . و الذي في حاله حدوثه يقدم للمالك لتقييمه و البت فيه و توجيه المقاول بالرأي الفني و اثره المالي و التعاقدي
٤- اعادة تصميم المشروع والتحقق من ملائمتة للوظيفة المطلوبه منه بصورة أمنه فنيا و تشغيليا وبما يحافظ على الافراد و الممتلكات والمرافق في نطاق الإعمال
٥- تقديم النوت الحسابية في جميع التخصصات المؤيده لذلك بعد اقتراح التغير أن وجد.
٦- تقديم الرسومات التنفيذة و التشغيلية والتفصيلية تبعا لما يضمن له التنفيذ الجيد للاعمال او ما قد يطلبة منه اضافه المالك .

٧- تقديم الكتالوجات والبياناتو جداول الضمان و كافة المعلومات عن كافة التوريدات و المهماتو خلافه .
٨- انتاج رسومات طبقا للمنفذ بعد انتهاء اعمال التنفيذ و تراجع وتعتمد من المهندس المشرف (المالك أو استشاري الإشراف على التنفيذ)

و يسن لاستشاري الإشراف التنفيذ (سواء كان هو عينه المصمم او لا) دراسة مقترحات المقاول وتقييمها فنيا وماليا و الوصول إلى توصيات بشأنها حتى لو ادت إلى تعديلات أو تغييرات أو تطوير و من ثم عرضها على المالك لاتخاذ الصواب بشأنها الذي يضمن نحاج المشروع وتحقيقه لاهدافة.

وتتضمن نطاق الاعمال المنتجة من المقاول مايلى

أ – الرسومات التفصيلية Detailed/ Shop Drawings

نظراً لعدم احتواء الرسومات التصميمية للتفاصيل الدقيقة الواضحة لكل جزء من مكونات المنشأ المختلفة، لذلك يجب على المنفذ بعد رسو العطاء (المقاول – مقاول الباطن – المورد – المصنع ...) إعداد رسومات تفصيلية دقيقة واضحة تحتوى على كل المعلومات التفصيلية اللازمة للتنفيذ بما فيها المنحنيات البيانيةلطرق الإداء والجداول المتضمنه الخامات للمكونات وطرق التركيب ونظام التشغيل التى سيتم إعتمادها واستعمالها وتسليم هذه الرسومات الى الاستشارى أو المالك للاعتماد. ويظل المقاول مسئولا وحده عن دقة الرسومات و مابها من معلومات فنية او تحديد للخامات او المواد او المهمات المدنية و الكهروميكانيكية وملائمتها للتنفيذ من عدمة.

ب- الرسومات طبقاً للمنفذ As Built Drawings

يجب أن يقوم المقاول بإعداد رسومات كاملة الأبعاد والتفاصيل الدقيقة طبقاً لما تم تنفيذه على الطبيعة وتقديمها الى المالك كمستندات يحتفظ بها ويسترشد بها فى أعمال الصيانة والتشغيل.

٥-٢ الأعمال المعمارية

٥-٢-١ الموقع العام

يجب توزيع الوحدات بالموقع العام لمحطات التنقية بطريقة تسمح بتوافر العناصر التالية:

١) - مراعاة عمل مطالع (Ramp) فى الأرصفة .
- مراعاة أن يكون إرتفاع الارصفة بوجه عام مناسب وغير مرتفع حتى لا يعوق إستخدامه من السيارات فى حالات الطوارئ .

٢) يضاف غرفة أمن بجوار المداخل الفرعية للمحطة .

٣) توفير المسطحات الخضراء بين وحدات المحطة فى الموقع العام.

٤) تزويد موقع المحطة بمصدر كهرباء (خط كهرباء عمومى) إضافى ليكون إحتياطياً فى حالة أى عطل فى الخط الرئيسى وتوصيل هذا الخط بالمبانى والوحدات الهامة وبممرات الهروب، ليعمل أتوماتكيا عند أى إنقطاع بالخط العمومى وبما يتماشي مع تصميم أعمال الكهرباء.

٥) مراعاة الجانب الجمالى فى عمل سور الموقع وتصميم ابراج الحراسة الخاصة بالموقع.

٦) يراعى الأعتماد قدر الأمكان على الإضاءة الطبيعية و التهوية الطبيعية فى وحدات المبانى .

٧) يتم تحديد المواصفات الخاصة بمواد التشطيب والخامات المستخدمة داخلياً (داخل المبانى) وخارجياً (واجهات المبانى والفراغات الخارجية) كل فراغ حسب وظيفته .

❖ يراعى إستخدام مواد نهو (بالذات الخارجية فى الواجهات) التى يسهل صيانتها، أن تكون غير مكلفة إقتصادياً، ويفضل إستخدام مواد وخامات طبيعية لذلك .

٨) الطرق الرئيسية والفرعية تكون بالعرض الذى يسمح بدخول وخروج السيارات والمعدات وعمل المناورات اللازمة لذلك، مع مراعاة ربط مناسيب الطرق والأرصفة مع مناسيب المنشآت التى سيتم تنفيذها (ولا يقل عرضها عن 6متر بخلاف الأرصفة)

٩) وجود غرفة الأمن والاستعلامات بجوار المدخل الرئيسى للمحطة.

١٠) يتم تنسيق وحدات المحطة بطريقة تسمح بسهولة الحركة داخل المحطة بين وحداتها المختلفة وللاقتصاد فى خطوط المواسير المختلفة.

١١) فى حالة إنشاء مبانى سكنية للعاملين يجب أن تكون وحدات سكن العمال والمشرفين والمهندسين بعيدة عن وحدات التنقية ويفضل أن يكون لها مدخل مستقل محاط بسور خاص مع دراسة اتجاه الرياح لتفادى التعرض للغازات إذا حدث تسرب لغاز الكلور.

١٢) يلزم تزويد الموقع بشبكات التغذية – الرى – الصرف الصحى – غسيل الوحدات و تجميع مياه الفائض – الكهرباء القوي –الإنارة – الاتصالات – مقاومة الحريق.

١٣) وجود أماكن لانتظار السيارات.

٥-٢-٢ وحدات المشروع

فيما يلى توضيح يعض الشروط الواجب إتباعها عند تصميم بعض الوحدات والتى يراعى فيها الناحية الجمالية (تنسيق الألوان والارتفاعات)

٥-٢-٢-١ عنبر المضخات

- يراعي سهولة توصيل الكهرباء من مصادرها مع مراعاة النواحى الاقتصادية.
- مراعاة أن تكون المسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوطى نقطة بكمرة السقف بحيث لا تعوق التشغيل الآمن خاصة فى حالة وجود ونش بعربة متحركة عرضياً.
- مراعاة التهوية والإضاءة الكافية داخل الوحدة.
- مراعاة وجود درابيزينات حول السلالم وأماكن رفع ونزول المعدات وأى فتحات أخرى.
- يجب أن تكون مجارى الكابلات غاطسة بالأرضيات ومغطاه بأغطية منسوبها مع أرضية العنبر ولها مقابض متحركة.
- يجب أن تكون أرضية عنبر المضخات من النوع السيراميك المقاوم للأحماض والحوائط من السراميك بالارتفاع المناسب.

٥-٢-٢-٢ مبنى المحولات والتوليد

- مراعاة أن تكون أبعاد المبنى مطابقة لمواصفات هيئات وشركات وزارة الكهرباء.
- مراعاة وجود أبواب مبنى المحولات على السور الخارجى وعلى احدى الطرق الرئيسية أو الفرعية يسهل الوصول إليها.
- مراعاة الارتفاع المناسب بين كمرة الونش وأعلى وأوطى نقطة فى كمرة مبنى التوليد.
- مراعة التهوية والإضاءة داخل الوحدة.
- التشطيبات الداخلية من مواد ملائمة للمنشآ والأرضيات غير قابلة للانزلاق وأن تكون أغطية مجارى الكابلات مع نفس منسوب الأضية.

٥-٢-٢-٣ الورش والمخازن

- مراعاة أن تكون المسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوطى نقطة لكمرة السقف.
- مراعاة التهوية والإضاءة الكافية.
- قريبة ما أمكن من غرف خلع الملابس.
- التشطيبات الداخلية من مواد ملائمة للمنشأ والأضيات غير قابلة للانزلاق وعمل مجارى الكابلات فى منسوب الأرضية ولها مقابض متحركة

٥-٢-٢-٤ مبنى الكيماويات والكلور

- سهولة دخول وخروج السيارات الحاملة للمهمات واسطوانات الكلور وأدوات الصيانة.
- يلزم استخدام مواد التشطيب المضادة للكيماويات بعمل الأرضيات من السيراميك المقاوم للأحماض و كذلك الحوائط بالارتفاع المناسب ولا يقل عن جلسة الشبابيك.

- يلزم أن تكون القواعد الحديدية الحاملة للاسطوانات مزودة بأربعة درافيل دوارة (عجل حديد) لكل أسطوانة وعلى أن تبعد القواعد مسافة لا تقل عن ١,٠٠ متر من الحوائط الجانبية لتسهيل **الحركة** وضبط وضع الأسطوانة والصمامات على وضع التشغيل السليم.

- يفضل عمل ونش علوى (مونوريل) بمسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوطى نقطة فى كمرة المبنى لكل صف اسطوانات وبحيث لا تتعارض الكمرات الساقطة فى مدخل مبنى الكلور مع مسار كمرة الونش وعلى ارتفاع مناسب لسهولة تداول الاسطوانات من سطح السيارات.

- يجب أن تمتد كمرة الونش خارج المبنى لمسافة كافية تسمح بالتحميل والتفريغ الآمن.

- عمل تصميم جيد لشبكة مضخات الصودا الكاوية الخاصة بالتعادل بحيث يسهل الكشف عليها دورياً.

- عمل مجارى خرسانية ذات أغطية سهلة الرفع لمرور مواسير حقن الكلور من النوع الـ PVC أو ما يماثله.

- يلزم أن تكون فتحات التهوية بارتفاع يزيد على ٥٠سم من أرضية مبنى الكلور وبفتحة لا تقل عن ٣٥×٣٥ سم وعلى أن لا تزيد المسافة بين كل فتحتين على ٢,٠٠ متر.

- فى حالة وجود غرفة معادلة غاز الكلور المتسرب يلزم أن تكون فتحة الباب لها من الخلف خارج العنبر وأن يكون ارتفاع الشفاطات الموجودة بهذه الغرفة من ناحية عنبر الاسطوانات وعلى نفس منسوب صمامات تشغيل الاسطوانات العاملة.

- يجب توافر الشروط الأتية فى قاعدة برج التعادل :

  - أن تكون القاعدة الخاصة بتثبيت برج التعادل بارتفاع لا يقل عن ٢,٠٠ متر من أرضية مبنى الكلور.
  - أن تكون الحوائط الداخلية معالجة بمواد مقاومة للأحماض.
  - أن تكون الفتحة العلوية الخاصة بتثبيت البرج مبطنة بمادة مطاطية (كاوتش) مانعة لتسرب الهواء.

٥-٢-٢-٥ مبنى الإدارة والمعمل

- مراعاة قربه من المدخل الرئيسى للمحطة لسهولة السيطرة على العمل والعاملين والوصول لباقى المبانى المختلفة وتسهيل أخذ العينات سواء يدوياً أو بواسطة مضخات ومعدات خاصة.

- دراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المبنى لأى غازات متسربة مع ضرورة تزويد المعمل بنظام خاص لتصريف الغازات.

- توفير التهوية والإضاءة الكافية داخل الوحدة.

- يلزم استخدام مواد التشطيبات للأرضيات من السيراميك المقاوم للأحماض والاحتكاك وكذلك الحوائط.

- يلزم وجود فتحات علوية جانبية لتركيب شفاطات لطرد الغازات والأبخرة بحيث يكون منسوب هذه الفتحات أقل من منسوب سقف المعمل بمسافة كافية.

- مراعاة توافر التوصيلات الصحية الخاصة بالأحواض (مياه – صرف صحى) التى تلائم المعمل.

- يجب تكسية أسطح ترابيزات المعمل بالرخام الطبيعى أو السيراميك أو ما يماثلهم.

- يفضل أن يكون المعمل بالدور الأرضى فى حالة إنشائه مع مبنى الإدارة، وأن يكون له مدخل مستقل وأن يقسم إلى عدة معامل فرعية مثل الكيماوى والبكتريولوجى والبيولوجى والطبيعى وحجرة الغسيل وحجرة الموازين ومكاتب الكيماويين والمشرفين.

٥-٣ الأعمال الإنشائية

يرجع للكودات المصرية الخاصة بأعمال البناء.