معالجة مياه الشرب الأرضية

أولا :المياه السطحية:

ملحوظة : الماء النقى نادرا ما يكون موجود فى الطبيعة لأن الماء مذيب للعديد من الغازات والأملاح والفلزات .

فى أغلب الأحيان تكون المياه بالمصادر غير نقية مما يجعلها غير صالحة للإستخدام الآدمى المباشر بغرض الشرب لذا يجب تحليل المياه (كيميائيا وبكترولوجيا) لتحديد نوع معالجتها قبل الإستخدام للوصول إلى المواصفات القياسية لمياه الشرب . وتختلف طرق المعالجة وأساليبها تبعا لتركيزات ونوعيات الملوثات أو الشوائب المتواجدة بالمياه الخام طبقا للتحليل. وتتمثل الأولوية فى إنتاج نوعية مياه طبقا للمواصفات القياسية الصحية والتى تتمثل فى خلوها من البكتريا والفيروسات والمواد السامة العضوية وغير العضوية والمبيدات مع الأخذ فى الإعتبار الخصائص الجمالية للمياه (اللون – الطعم – الرائحة) .

ثانيا :المياه الأرضية :

تنشأ المياه الأرضية نتيجة الإرتشاح خلال طبقات الأرض ويذوب فيها غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينتج من هدم المواد العضوية (بقايا النباتات) بسبب البكتريا اللاهوائية داخل التربة . وأثناء مرور المياه خلال طبقات الأرض يقل محتوى المواد الدبالية بسبب زيادة تحللها كلما زاد العمق ويقل اللون والرائحة وتقل معها أيضا البكتريا والفيروسات والكائنات وحيدة الخلية (البروتوزوا) إن وجدت (كلما زاد عمق المياه تقل تركيزات المواد العضوية بسبب تحللها إلى أن تنتهى ومع إنتهائها تنتهى أيضا الكائنات الحية الدقيقة التى كانت تتغذى على هذه المواد) ويصبح الماء خاليا تماما من الأكسجين .

أثناء حركة المياه داخل طبقات الأرض تذيب الأملاح القابلة للذوبان فى المياه مثل المحتوية على عنصر الماغنسيوم والكالسيوم والصوديوم والحديد والمنجنيز وكذلك الكبريتات والكلوريدات والكربونات وقد تكون المياه الأرضية عالية الجودة ومطابقة لمواصفات مياه الشرب دون أى معالجة يمكن تعبئتها مباشرة بعد تعقيمها كمياه معدنية . وقد تحتاج معالجة إزالة الحديد والمنجنيز والأملاح إن وجدت بتركيزات عالية زيادة عن المسموح به .

قد تكون المياه الأرضية العميقة عالية الجودة من حيث الشوائب التى تعطى عكارة والشوائب الميكروبيولوجية وقد تكون خالية أيضا من الشوائب المعدنية ففى هذه الحالة يكتفى بالتطهير النهائى . بعد حفر البئر يتم تحديد نوع المعالجة المناسب حسب نتائج تحليل المياه .

المكونات الغير مرغوب فيها فى المياه الأرضية وطرق معالجتها

المكون	التأثير	طريقة الإزالة
الحديد (Fe^{2+} , Fe^{3+}) والمنجنيز (Mn^{2+} , Mn^{4+})	– تعكير المياه بعكارة بنية اللون . – تلوين الأجسام التى تسقط عليها الماء باللون الأصفر والبنى والأسود . – إعطاء رائحة ومذاق غير مقبول .	– الأكسجة بالتهويه أو بإضافة أحد عوامل الأكسدة مثل الكلور أو برمنجانات البوتاسيوم أو الأوزون ثم الترشيح .
العسر العالى (Ca^{2+} , Mg^{2+})	– تكوين الترسيبات فى المراجل وأنظمة المعالجة. – عدم تكون رغوة عند إستخدام الصابون وإستهلاك كمية كبيرة منه .	– التبادل الأيونى بإستخدام وحدة التبادل الكاتيونى – الترسيب بإستخدام الجير أو قلويات أخرى .
النترات (No^{3+}) النيتريت (No^{2+})	– إعاقة أكسجة الدم .	– التبادل الأيونى بإستخدام وحدة التبادل الأنيونى. – المعالجة البيولوجية .
الفلوريد (F)	– تؤدى زيادتة أو نقصة إلى تشويه الأسنان .	– الإدمصاص بإستخدام الألومينا المنشطة . – الترسيب بإستخدام كبريتات الألومونيوم أو بالجير أو الترسيح خلال وسط تبادل أنيونى
مبيدات الآفات	– تسبب مشاكل صحية بالغة .	– الإدمصاص بإستخدام الكربون المنشط . - التكسير بإستخدام الأكسدة بالأوزون أو فوق أكسيد الهيدروجين . – الهدم البيولوجى .

إزالة الحديد والمنجنيز

قد تحتوى المياه الأرضية على عنصرى الحديد والمنجنيز زيادة عن النسب المسموح بها وينبغى إزالتهما قبل الإستخدام ويجرى ذلك من خلال عمليات الأكسدة ثم الترسيب ثم الترشيح . يجب التخلص من الرواسب من المروق (خزانات الترسيب) على فترات .

عند إحتواء المياه على مواد عضوية فهذا يسبب إعاقة لعمليات الإزالة بالأكسدة والترسيب . يمكن إزالة الحديد بالأكسدة بالتهوية عند رقم هيدروجينى (8) أو أعلى من ذلك بصورة سريعة وكفاءة عالية وذلك فى حالة عدم وجود مواد عضوية بالمياه . تجرى الأكسدة بإستخدام الكلور أو الأوزون أو ثانى أكسيد الكلور . تستخدم برمنجانات البوتاسيوم بصورة شائعة فى إزالة المنجنيز وهو الأكثر صعوبة فى الإزالة عن الحديد . يستخدم الرمل الأخضر مع البرمنجانات فى تلك المعالجة .

تهوية المياه

قابلية زوبان الأكسجين فى المياه

زوبان الأكسجين فى الماء وتأثير درجة الحرارة والكلوريدات عند ثبات الضغط

درجة الحرارة	تركيز الكلوريدات (مجم / لتر)	
درجة مؤية	صفر	5000
صفر	14.6	13.72
5	12.75	12.02
10	11.27	10.65
15	10.07	9.53
20	9.7	8.6
25	8.24	7.83
30	7.54	7.17

تؤثر الكلوريدات تأثيرا طفيفا على ذوبانية الأكسجين فكلما زاد تركيز الأملاح بالمياه كلما قلت زوبانية الأكسجين فى المياه.

المياه السطحية شحيحة الأكسجين الذائب أو المعدوم سيئة النوعية يمكن أن تحتوى على تركيزات من غاز ثانى أكسيد الكربون وعناصر طيارة وحتى آثار من غاز كبريتيد الهيدروجين الذى يعطى للمياه رائحة البيض الفاسد فقيرة للأكسجين الذائب ويمكن أن تحتوى على غاز NH_3 ولكونها ولإزالة تلك الغازات الضارة نلجأ إلى زيادة النشادر

تركيز الأكسجين الذائب فى المياه بعملية التهوية فضلا عن باقى المعالجة طبقا لمواصفات المياه الخام للوصول إلى المواصفات القياسية لمياه الشرب .

تهوية المياه (قابلية ذوبان الأكسجين فى المياه) :

المبدأ الأساسى لعملية التهوية هو زيادة فرص التماس بين سطح المياه والهواء الذى يحتوى على نسبة من الأكسجين مما يؤدى لزيادة تركيز الأكسجين الذائب فى المياه وبذلك يتم طرد الغازات الضارة والمنحلة فى المياه .

يتلامس الهواء مع سطح المياه فيذوب جزء من الأكسجين الموجود بالهواء ويزداد الأكسجين الذائب فى المياه حتى يحدث حالة توازن أى كمية مايفقده الماء من الأكسجين تساوى مايمتصة الماء من أكسجين الهواء المحيط

وتعتمد حالة التوازن على عدة عوامل أهمها (تركيز الغاز فى الهواء – درجة الحرارة – الضغط - .....) .

يبين الجدول التالى العوامل التى تؤثر على ذوبان الأكسجين فى الماء وطريقة تأثيرها

مواد عضوية	علاقة عكسية
درجة الحرارة	علاقة عكسية
عمق الماء	علاقة عكسية
كثرة الكائنات	علاقة عكسية
سرعة الجريان	علاقة طردية
الضغط الجوي	علاقة طردية
سطح التلامس	علاقة طردية
كائنات منتجة للأكسجين	علاقة طردية
ساعات اليوم	علاقة طردية

ملاحظة : علاقة عكسية أي كلما زاد العامل قل تركيز الأكسجين

علاقة طرديه أي كلما زاد العامل زاد تركيز الأكسجين

وطبقا لقانون دالتون والذى ينص على أن الضغط الكلى لمخلوط غازات يساوى مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة للمخلوط . وصيغة القانون الرياضية كالآتى :

$$P_{total} = p_1 + p_2 + \cdots + p_n:$$

أى أن

$$P_{total} = \sum_{i=1}^{n} p_i$$

حيث

$P_1, P_2, \ldots\ldots, P_n$: تمثل الضغط الجزئى لكل غاز فى المخلوط .

عندما يختلط غاز r.

فى مخلوط غاز وكانت نسبة هذا الغاز Y_r

فى المخلوط يمكن تقدير الضغط الجزئى للغاز r P_r = طبقا للمعادلة :

$$P_r = Y_r \times P$$

حيث : P الضغط الكلى للمخلوط .

وهذه حالة مثالية ولكن يمكن الحساب عمليا كالآتى :

عندما يكون عدد ذرات الغاز الأول تساوى n_r .

وعدد الذرات أو الجزيئات الكلية فى مخلوط الغاز N_t

يمكن كتابة المعادلة كالآتى :

$$N_r \div N_t = P_r \div P_t$$

حيث :

P_t الضغط الكلى للمخلوط .

وقد وجد العالم هنرى أن قابلية زويان غاز ما فى الماء تتناسب طرديا مع ضغط هذا الغاز الجزئى(P)

ويتم حساب ذوبان الأكسجين بالعلاقة التالية :

$$C_s = @ \times P$$

حيث :

C_s قابلية ذوبان الغاز فى الماء حتى الإشباع مللجم / لتر أو جم / م^3 . وهى تمثل تركيز الإشباع للغاز فى الماء.

@ معامل الذوبان للغاز فى الماء عند 1 بار ويختلف هذا المعامل من غاز لآخر كما يقل هذا العامل ويختلف لنفس هذا الغاز كلما زادت درجة الحرارة أو الأملاح الذائبة .

P الضغط الجزئى للغاز فى الجو المحيط (الضغط الجوى) وهو يساوى 0.21 بالنسبة للأكسجين .

قابلية زوبان الأكسجين فى الماء عندما يكون الضغط الجزئى مساوى 1 ضغط جوى .

الضغط = ضغط المخلوط من الهواء (ضغط جوى) أو ضغط البلاور إن وجد × تركيز الأكسجين فى الهواء .

درجة الحرارة (درجة مئوية)	0	10	20	30	40	60	80	100
@ (مللجم / لتر)	69.8	45.3	44.3	37.2	32.9	27.8	25.1	24.2

وفى هذه المعادلة لم يأخذ فى الإعتبار ضغط بخار الماء والمتعلق بدرجة الحرارة ويجب أن نخرج ضغط بخار الماء من القيمة الكلية لضغط الغازات فوق الماء وعند ذلك نحسب قابلية ذوبان الأكسجين فى الماء كما يلى :

$$C_s = @ \times (P - P_v) K$$

حيث :

C_s قابلية زوبان الأكسجين فى الماء طبقا لدرجات الحرارة مللجم / لتر أو جم / م^3 .

P ضغط الهواء فوق سطح الماء بوحدات الضغط الجوى .

P_v ضغط بخار الماء فى هواء التهويه طبقا لدرجات الحرارة المعطاه بوحدات الضغط الجوى .

K قيمة الضغط الجزئى للأكسجين من الضغط الكلى للهواء وهى تساوى 0.21 .

قيم ضغط بخار الماء طبقا لدرجات الحرارة المختلفة بوحدات الضغط الجوى

درجة الحرارة (درجة مئوية)	0	10	20	30	40	60	80	100
P_v ضغط بخار الماء	0.006	0.012	0.023	0.042	0.0728	0.1965	0.4675	1

مثال :

إحسب قابلية زوبان الأكسجين فى الماء إذا كانت درجة الحرارة المحيطة 30 درجة مئوية علما بأن قيمة الضغط الجزئى للأكسجين .K تساوى 0.21 % .

الحل :

بتطبيق القانون :

$$C_s = @ \times (P - P_v) K$$

@ قابلية ذوبان الأكسجين فى الماء عندما يكون الضغط الكلى للهواء = 1 ضغط جوى وعند 30^0 = 37.2 مللجم / لتر .

P الضغط الكلى للهواء فوق سطح الماء بوحدات الضغط الجوى = 1 ضغط جوى .

P_v ضغط بخار الماء طبقا لدرجات الحرارة المعطاه بوحدات الضغط الجوى وعند 30^0 = 0.042 ضغط جوى .

K قيمة الضغط الجزئى للأكسجين من الضغط الكلى للهواء وهى تساوى 0.21 .

$$C_s = @ \times (P - P_v) K = 37.2 \times (1 - 0.042) 0.21 = 7.48 \text{ mg / l} .$$

طرق تنفيذ تهوية المياه

(زوبان الأكسجين فى الماء)

عند القيام بمعالجة مياه الآبار التى بها نسب عالية من الحديد الذائب فى المياه (زيادة عن النسب المسموح بها يتم تهوية المياه من بداية ضخها ودخول المياه للمحطة . وتتوقف نتائج التهوية على الظروف الآتية :

درجة الحرارة – ضغط الماء – أسلوب تدفق المياه والتلامس مع الهواء – تركيز الأكسجين فى الجو - .....

ويتم تهوية المياه إما بالضغط الجوى وذلك بمرور المياه وتعرضها الهواء الجوى وتكون المياه بسمك صغير مثل الشلالات والهدارات والنوافير أو بضغط الهواء بضغط أعلى من الضغط الجوى ببلاورات الهواء (ومثال ذلك أحواض تربية أسماك الزينة المنزلية فيتم ضخ الهواء أسفل الحوض ببلاور ثم يرذرذ الهواء لأعلى) . ولإجراء التهوية يتم الخلط الجيد بين الهواء والماء عن طريق تنقيط المياه بنقط صغيرة فى الهواء (مثل الدش) أو يمرر الماء من خلال طبقة رقيقه فى الهواء (عن طريق الهدارات) أو عن طريق نشر الهواء فى الماء عن طريق الفقاقيع (بواسطة مواسير مثقبة فى القاع أو الفوانى) . وفى هذه الطريقة يمكن رفع نسبة الأكسجين الذائب فى الماء من 60 – 80 % من أقصى مستوى للأكسجين ذائب فى الماء .

فى حالة المحطات ذات التدفقات العالية يتم تشغيل بلاورات هواء للتهوية لزياد زوبان الأكسجين ولكن فى حالة التهويه المفتوحه فى الهواء الجوى بدون بلاورات تسمح بإزالة غاز ثانى أكسيد الكربون فقط أما فى حالة معالجة مياه غنية ببيكربونات الكالسيوم بالتهوية تحولها إلى رواسب من كربونات الكالسيوم والتى تشكل خطورة على أجهزة المعالجة التالية للمياه إن وجدت مثل التحلية فى حالة الملوحة الزائدة (التناضح العكسى) .

أنواع وطرق تهوية المياه

1- التهوية المفتوحة :

يتم برذرذة المياه لأعلى فى الهواء مثل (النافورة أو الأدشاش) .

ا- رذرذة الماء فى الهواء (الأدشاش أو النوافير):

يتم بنشر المياه برشاشات لأعلى فى الهواء عن طريق نافورات وتكون فتحات النافورات بقطر 5 مم لتجنب السدد ولتحقيق ذوبان عالى للأكسجين فى المياه يجب أن يكون نشر المياه بقطرات صغيرة فى حالة الأدشاش أو طبقة رقيقة فى حالة الهدارات . يتم تنفذ ذلك بواسطة مواسير مثقبة تضخ المياه لأعلى فى برج التهوية تحت ضغط ضعيف أقل من 1 بار عند الثقوب وتسقط المياه وتتجمع أسفل البرج . ويمكن أن تضخ المياه بنفس الأسلوب لأعلى فوق أحواض الترسيب أو المرشحات بنفس الأسلوب لتجنب إنشاء حوض تجميع منفصل للمياه المهواه بمحطة المعالجة وفى الحالة الأخيرة يجب أن يكون منسوب المياه عالى فوق المرشحات لإعطاء مدة مكث لذوبان الأكسجين فى المياه .

ب- التهوية بإستخدام الصوانى :

ويتم ذلك من خلال صوانى معبئة بأكوام من كسر فحم الكوك أو كسر الحصى وترص هذه الصوانى طبقات رأسية بحيث الصنية العلوية تسقط المياه منها فوق الكومة العلوية للصنية التى تحتها وترتطم المياه فوقها ويتم رش المياه من رشاشات لأعلى فوق الصوانى العلوية ويمكن أن تكون هذه الصوانى معرضة للهواء الجوى فقط وهذه الطريقة معرضة للتلوث من الأدخنة بالهواء الجوى والأتربة والغبار من البيئة المحيطة .

يمكن التهوية بواسطة بلاورات بحيث يكون مرور الهواء من أسفل لأعلى من فتحات جانبية وذلك لتحسين عملية الذوبان ولإزالة العناصر الأقل تطايرا مثل المواد المذيبة أما فى حالة العناصر الأكثر تطايرا مثل كبريتيد الهيدروجين أو الرادون أو كلوريد الفينيل فيكون خيار تيار الهواء الجوى مناسبا . ويتم تجميع المياه أسفل الصوانى . ولكن هذه الطريقة معرضة لنمو الطحالب خاصة إذا وجد عنصر الفوسفور بمياه المصدر ويمكن إضافة كلور للمياه أثناء الرش لتقليل نمو الطحالب . ويمكن سقوط المياه من هدارات على الصوانى بحيث تكون المياه بسمك قليل . فى حالة المياه شديدة العدوانية بغاز ثانى أكسيد الكربون الذائب بالمياه لاتكون هذه الطريقة كافية للمعالجة لذا تتم المعالجة الكيماوية بجرعة من الجير المطفئ ثم الترشيح على كربونات الكالسيوم (التهوية العادية للعناصر الأكثر تطايرا أما التهوية بالبلاورات للعناصر الأقل تطايرا والتى يكون تطايرها ضعيف) .

2- التهوية بإستخدام البرج المعبأ :

يتم مرور المياه ببرج رأسى من أعلى إلى أسفل ويوزع الماء توزيعا منتظما وتقابل خلال مروره من أعلى إلى أسفل داخل البرج بأجسام من البلاستيك أو الخزف أو المعدن بحيث تتفتت المياه لتزيد مساحة سطحها وتزيد من إحتكاكها بالهواء ويتم سحب الهواء من أعلى البرج من خلال بلاور ويكون إتجاه الهواء عكس إتجاه المياه لتقليل سرعة المياه . يكون البرج بإرتفاع من 5 – 12 متر ويتم فى هذه الحالة إزالة 99 % من الملوثات . أجهزة التهوية داخل البرج يمكن أن يرسب عليها رواسب من البكتريا أو رواسب من كربونات الكالسيوم . هذه المعالجة تتم فى حالة القيام بمعالجة المياه المالحة والتى تحتاج بعد ذلك إلى أجهزة التحلية نظرا لأن كفاءة هذه الطريقة عالية فى الإزالة . من مميزات هذه الطريقة يمكن أن تكون ثابتة أو متحركة للتصرفات الصغيرة (كومباكت) . يتم نظافة البرج كل فترة لتنظيف الرواسب حتى لايحدث سدد بهذه الأبراج .

3- نشر الهواء فى الماء من أسفل لأعلى (الغرغرة) :

يتم من خلال ضخ الهواء من قاع خزان من خلال شبكة منتظمة لتوزيع ونشر الهواء ليتم زوبان الأكسجين والتخلص من الملوثات . هذه الطريقة رخيصة ولكنها مكلفة فى التشغيل ويتم مراقبة الرواسب التى تترسب على ثقوب توزيع الهواء بالقاع وتسدها وهذه الطريقة مناسبة جدا للتخلص من الملوثات عالية التطاير مثل للرادون .

تتم هذه الطريقة بثلاثة أساليب :

ا- الغرغرة تحت إرتفاع مائى عالى :

يتم التهويه من خلال شبكة مواسير هواء منتظمة أسفل المياه يضخ الهواء فيها من نافخ بضغط أعلى من ضغط عامود المياه وكذا فقد الإحتكاك من شبكة التوزيع . يمكن أن توضع قطع صخور بركانية أو حبيبات فحم أو كسر حجارة أعلى شبكة توزيع الهواء لزيادة كفاءة توزيع الهواء . فى هذه الحالة يتم جمع المياه المهواه بواسطة قمع من أعلى الحوض أو هدار من أعلى .

ب- الغرغرة تحت إرتفاع مائى ضعيف :

يجرى الماء بسمك قليل على سطح أفقى من ناحية ويوزع الهواء من البلاور على سطح المياه من أعلى بواسطة شبكة توزيع على المياه ويتم جمع المياه المهواه من الناحية الأخرى . يكون السطح الأفقى بميل ضعيف طبقا لتصرف المياه المطلوب يسمح بمرور المياه من ناحية الدخول إلى ناحية الخروج بسرعة منخفضة .

ج – تهوية الماء تحت الضغط :

يتم ضخ المياه والهواء من أسفل خزان التهوية وتوضع حبيبات فحم أو كسر الحجارة لتجعل مسار المياه والهواء متعرج لأعلى ويتم جمع المياه المهواه من أعلى الخزان بواسطة قمع أو هدار .

مواصفات المياه عند درجات الحرارة المختلفة :

properties of water

Temperature (^oC)	Specific Gravity SG	Specific Weight γ (N/m^3)	Specific Weight γ (kgf/m^3)	Absolute Viscosity μ ($N.s/m^2$)	Kinematic Viscosity ν (m^2/s)
0	0.99	9.805	1000	1.79×10^{-3}	1.79×10^{-6}
4	1	9.806	1000	1.57×10^{-3}	1.57×10^{-6}
20	0.99	9.790	995	1.00×10^{-3}	1.00×10^{-6}
40	0.99	9.7	990	0.68×10^{-3}	0.69×10^{-6}
100	0.96	9.4	960	0.30×10^{-3}	0.37×10^{-6}

مثال :

خزان تهوية لمياه الآبار به مياه بعمق 5 متر من قاع الحوض حتى منسوب قمع سحب المياه المهواه من أعلى يتم حقن الهواء من قاع الحوض بواسطة شبكة توزيع الهواء والمطلوب الآتى :

1- حساب أقل ضغط لبلاور الهواء المطلوب تدبيرة .

2- إذا كانت درجة الحرارة للمياه بالحوض 20 درجة مئوية إحسب زوبان الأكسجين فى الماء بإهمال وجود بخار ماء فى فقاعات الهواء ومرة بالأخذ فى الإعتبار وجود بخار ماء فى فقاعات الهواء مرة أخرى .

الحل :

الضغط الجوى = 10 متر مياه = 10000 مم ماء = 76 سم زئبق = 760 مم زئبق .

كثافة الزئبق = 13.53 جم / سم3 وكثافة الماء العذب عند 4 درجة مئوية = 1 جم / سم3 .

الضغط الجوى للزئبق = 13.53 × 76 = 1028.28 جم / سم2 .

الضغط الجوى للماء عند 20 درجة مئوية = 0.995 × 1000 = 995 جم / سم2 .

الزئبق	**الماء عند 20 درجة مئوية .**
الضغط الجوى = 1028.28 جم / سم2	**وزن الماء عند 20 درجة = 995 كجم / م3**
الضغط = 76 سم	**الضغط المكافئ للماء سم زئبق**
ضغط الزئبق المكافئ ?	**500 سم إرتفاع الماء**

المكافئ لكثافة الماء عند 20 درجة مئوية بالنسبة للزئبق = (995× 76) ÷ 1028.28 = 73.54 سم زئبق .

ضغط الزئبق المكافئ لإرتفاع 500 سم مياه = 73.54 × (500 ÷ 1000) = 36.77 سم زئبق .

لإجراء عملية التهوية السليمة يجب أن يكون ضغط الهواء المضغوط يتغلب ضغط الماء أسفل الحوض بالإضافة إلى ضغط الإحتكاك كى ينتشر الهواء أسفل الحوض ويصعد فى صورة فقاقيع .

إجمالى ضغط الهواء = الضغط المكافئ لكثافة الماء هند 20° + ضغط الهواء أسفل المياه بالخزان = 73.54 + 36.77 = 110.31 سم زئبق .

أولا : فى حالة إهمال وجود بخار ماء فى فقاعات الهواء .

من المعطيات عند 1 ضغط جوى (760 مم زئبق) ودرجة حرارة المياه 20 درجة مئوية يكون معامل زوبان الأكسجين @ مساويا مساويا 44.3 مللجم / لتر .

$$C_s = @ \times P$$

$$C_s = 44.3 \times (110.31 \div 76) \times 0.21 = 13.5 mmg / L$$

ثانيا : فى حالة عدم إهمال وجود بخار ماء فى فقاعات الهواء .

من المعطيات عند 1 ضغط جوى (760 مم زئبق) ودرجة حرارة المياه 20 درجة مئوية يكون معامل زوبان الأكسجين @ مساويا مساويا 44.3 مللجم / لتر P_v مساويا 0.023 ضغط جوى .

$$C_s = @ \times (P - P_v) K$$

$$C_s = 44.3 \times [(110.31 \div 76) - 0.023] \times 0.21 = 13.29 mmg / L$$

معالجة الحديد والمنجنيز

1- صور الحديد فى الطبيعة :

ا- الهيماتيت : يسمي حجر الدم ويرمز له بالرمز Fe_2O_3 وهو اكثر الخامات انتشاراً ويسهل اختزاله و نسبة الحديد في الخام (65- 70) % .

ب- الماجنتيت : يسمي أكسيد الحديد المغناطيسي ويرمز له بالرمز Fe_3O_4 (صعب الاختزال – قابل للتمغنط) وهو خليط من (FeO - Fe_2O_3) نسبة الحديد في الخام (45- 70) %.

ج- الليمونيت : يسمي بالهيماتيت المائي ويرمز له بالرمز $2Fe_3O_4\ 3\ H_2O$ ونسبة الحديد في الخام (20- 60) % .

د- البيرليت : ويرمز له بالرمز $FeCO_3$ وهوسهل الاختزال ونسبة الحديد في الخام (25- 45) % .

ه- البيرليت : يسمي بذهب البلهاء ويرمز له بالرمز FeS_2 وقيمته الاقتصادية منخفضة لاختلاطه بعنصر الكبريت ونسبة الحديد في الخام (60- 65) % .

والحديد يمثل 5 % من القشرة الأرضية وغالبا لا يوجد الحديد كعنصر منفرد على سطح القشرة الأرضية ولكن يوجد على هيئة أكاسيد الحديد ولكى يتم إنتاج الحديد من خامات وصخور القشرة الأرضية لابد من إختزال الأكسجين بالآتى :

يتم ذلك بواسطة عامل مختزل قوى للأكسجين مثل أول أكسيد الكربون وذلك بوضع خامات الحديد وفحم الكوك فى فرن إنتاج الحديد ويمرر تيار هواء أسفل المخلوط الساخن جدا (درجة الحرارة حوالى 2000 درجة مئوية) يتفاعل أكسجين الهواء مع الفحم وينتج أول أكسيد الكربون كالآتى :

$$2\ C + O_2 \longrightarrow 2\ CO$$

يختزل أول أكسيد الكربون الهيماتيت لينتج ثانى أكسيد الكربون و حديد منصهر

$$Fe_2O_3 + 3\ CO \rightarrow 2\ Fe + 3\ CO_2$$

ويختزل بعض الهيماتيت مباشرة بالكوك قرب قاعدة الفرن اللافح مستغلاً الحرارة العالية لهذه المنطقة

$$2\ Fe_2O_3 + 3\ C \rightarrow 2\ Fe + 3\ CO_2$$

هذا المثال فقط لتوضيح أن عنصر الحديد يمكن الحصول علية فقط فى غياب الأكسجين وهو بالضبط ما يحدث فى باطن الأرض نظرا للنشاط البكتيرى وفقد الأكسجين الذائب بالمياه تقوم البكتريا اللاهوائية بتحويل المركبات إلى عناصرها الأولية (إذا وجدت مركبات الحديد ينتج عنصر الحديد الذائب فى الماء) وكذا فى رواسب المروقات التى لم يتم كسحها لمدة طويلة وتتأثر بفعل البكتريا اللاهوائية إذا وجدت مركبات حديد تنتج عنصر الحديد بصورة غروانية . فى المياه الجوفية عند خروج المياه على سطح الأرض وبالتالى تعرضها للهواء الجوى سرعان ما يتم أكسدة عنصر الحديد بفعل الأكسجين الجوى (لأننا ذكرنا أن الحديد لايوجد بصورة عنصر على سطح الأرض فى الطبيعة يعنى فى وجود الأكسجين) . الحديدوز وهو ثنائى التكافؤ وهو الشكل الذائب فى الماء أما الحديديك فهو ثلاثى التكافؤ وهو لايذوب فى الماء .

كل ماسبق كان شرح فقط لمعرفة تكوين عناصر الحديد فى الطبيعة .

2- أنواع المحاليل

هناك ثلاث أنواع من المحاليل هي :-

ا- المحاليل الحقيقية :-

عبارة عن مخلوط متجانس التركيب والخواص من مادتين أو أكثر عير متحدين كيميائيا .

- **يتجزأ المذاب إلى جزيئات مثل السكر أو إلى ايونات مثل كلوريد الصوديوم وتنتشر بصورة منتظمة في جزيئات المذيب أبعادها أقل من 0.001 ميكروميتر.**
- **تمر دقائق المذاب مع المذيب خلال ورق الترشيح .**
- **لا تترسب دقائق المذاب .**
- **قطر دقائق المذاب اقل من مللي ميكرون .**
- **المحلول مكون من طور واحد .**

ب- المحاليل المعلقة :-

مخلوط غير متجانس يمكن فصل مكوناته بالترشيح ودقائقة كبيرة الحجم ويمكن ترسيبها .

- **يمكن رؤية دقائق المذاب بالعين المجردة .**
- **قطر الدقائق أكبر من 10 ميكروميتر وترسب بالترسيب الفيزيقى , أما الأنعم بين (1 – 10) ميكروميتر فيصعب ترسيبها فيزياقيا وتقع البكتريا ضمن هذا المجال .**
- **لا تمر دقائق المذاب خلال ورق الترشيح .**
- **تترسب دقائق المذاب بعد مدة من الزمن .**
- **من أمثلة ذلك الرمل في الماء .**

ج- المحاليل الغروية :-

مخلوط وسط بين الحقيقى والمعلق ودقائقه متوسطة الحجم ولاتترسب .

- **من الأمثلة عليه الجيلاتين في الماء.**
- **قطر الدقائق يتراوح بين (0.001 – 0.1) ميكروميتر وتع الفيروسات ضمن المجال .**
- **لا تترسب من تلقاء نفسها .**
- **لا يمر بعضها خلال ورق الترشيح .**
- **لا ترى الدقائق بالمجهر العادي لكن يمكن مشاهدة خواصها الضوئية بالمجهر الإلكترونى .**
- **مكونة من طورين هما :**

(1) الطور الأول : ويطلق عليه الطور المنتشر Disperse Phase أو دقائق المذاب المنتشر .

(2) الطور الثانى : ويطلق عليه طور الانتشار Disperse medium ويمثل المذيب .

3- تأثير الأس الهيدروجينى على مركبات الحديد أثناء المعالجة :

فى المياه الجوفية فى كثير من المناطق والتى بها زيادة بتركيزات الحديد يكون للماء طعما معدنيا ولون بنى (لون الصدأ) والتى تعمل على تغيير لون الخضار المغلى فى هذا الماء بلون معتما وكذا الشاى بلون أسود وكذا تحفيز نمو الكائنات العضوية الخيطية المعدنية وغيرها من الجراثيم التى تعطى طعما ورائحة للماء غير مقبولة .

إستمرار شرب المياه العالية بتركيزات الحديد بشكل غروى لأكاسيد الحديد بالمياه تتجمع بكبد الإنسان وتدمر الكبد

تأثير الأس الهيدروجينى على مركبات الحديد

PH	شكل الحديد فى الماء	تأثير زيادةPH	تأثير المركبات الأخرى
أقل من 4.5	Fe^{+2} , Fe^{+3} , $Fe(OH)_2^{+2}$	زيادة PHتؤدى إلى أكسدة الحديد الثنائى إلى ثلاثى فينفصل على شكل راسب	عند وجود كبريتيت فى الماء يمكن أن ينفصل الحديد كراسب أسود من FeS
أكبر من 8.4			عند وجود الكربونات ينفصل الحديد كراسب من $FeCO_3$
أكبر من 10.4		يمكن إستخلاص $Fe(OH)_2$	

عند وجود عناصر محفزة فى المياه مثل أيونات النحاس أو الفوسفات وعند التماس مع أكاسيد المنجنيز أو هيدروكسيد الحديديك $Fe(OH)_3$ تزداد سرعة أكسدة الحديد بالأكسجين . وبزيادة قيم الأس الهيدوجينى ينخفض الزمن اللازم لأكسدة مركبات الحديد الثنائى . يلزم لأكسدة 1 مللجم من الحديد الثنائى مقدار 0.1434 مللجم من الأكسجين الذائب فى الماء وعند ذلك تتناقص قلوية الماء بمقدار 0.036 مللى مكافئ للتر .

تتم أكسدة الحديد الثنائى بأكسجين الهواء كالتالى :

$$4Fe^{+2} + 2\,H_2O + 8HCO_3^- + O_2 \rightarrow 4\,Fe(OH)_3 + 8\,CO_2$$

تتزايد سرعة أكسدة مركبات الحديد الثنائى عند كلورة المياه كالآتى :

$$2Fe^{+2} + 6HCO_3^- + Cl_2 \rightarrow 2\,Fe(OH)_3 + 6\,CO_2 + 2Cl^-$$

ولأكسدة 1 مللجم من الحديد الثنائى يستهلك 0.64 مللجم من الكلور وتنقص قلوية الماء بمقدار 0.018 مللى مكافئ / لتر وعندما يتحول الكلور إلى الكلور أمين يزداد الزمن اللازم لأكسدة الحديد الثنائى .

يمكن أكسدة الحديد الثنائى بإستخدام برمنجانات البوتاسيوم كالآتى :

$$4Fe^{+2} + 2\,H_2O + 8HCO_3^- + MnO_4^- \rightarrow 4\,Fe(OH)_3 + 8\,CO_2 + MnO_2$$

ولأكسدة 1 مللجم من الحديد الثنائى يستهلك 0.71 مللجم من برمنجانات البوتاسيوم وتنقص قلوية الماء بمقدار 0.036 مللى مكافئ / لتر .

لإزالة الحديد تتم بطريقة التهوية لإزابة الأكسجين الذائب فى الماء أما المنجنيز فهذه الطريقة غير كافية ويجب رفع الأس الهيدروجينى PH إلى 8.5 بإضافة مادة قاعدية كالجير المطفئ مثلا وبعد ذلك يتم ترشيح المياه لآن الحديد والمنجنيز غير ذائبين بالمياه وترسيبهما يحتاج فترة طويلة .

وتعتمد أكسدة المنجنيز PH ومقدار جرعة الكلور وطريقة الخلط أما اكسدة الحديد بالبرمنجانات لاتعتمد كثيرا على قيمة PH .

4- طرق إزالة الحديد والمنجنيز

الحديد والمنجنيز ثنائى التكافؤ يمكن إزالتهما بالتهوية
فى المياه الجوفية ينعدم بها الأكسجين الذائب وتنشط البكتريا اللاهوائية التى تقوم بتحليل المركبات إلى عناصرها الأولية والتى تجعل هذه العناصر فى حالة ذائبة فى الماء . فى حالة وجود مركبات حديد ينتج عنصر الحديد وفى حالة وجود مركبات منجنيز ينتج عنصر المنجنيز . توجد العناصر فى شكل الحديد الثنائى (Fe^{+2}) وعنصر المنجنيز (Mn^{+2}) . عند شرب الماء فى هذه الحالة يكون طعمه مر وغير مستساغ علاوة على لون الماء ويترك بقع حمراء داكنة تميل إلى السواد على الملابس عند غسلها بهذا الماء .

يتم الإزالة ببعض الطرق كالآتى :

أولا : بالتهوية :

تتم التهوية كالآتى :

$$4Fe(HCO_3)_2 + 10H_2O + O_2 \longrightarrow 4Fe(OH)_3 \downarrow + 8H_2CO_3 \qquad (1)$$

$$2MnSO_4 + O_2 + 4NaOH \longrightarrow 2MnO_2 \downarrow + 2Na_2SO_2 + 2H_2O \qquad (2)$$

من المعادلة الأولى للحديد :

$4\times [\ 56 + 2 \times (\ 1 + 12 + 3 \times 16\ )\ ] + 10\ (\ 2 \times 1 + 16\ ) + 2\times 16 \longrightarrow$

راسب $4\times 56\ [\ 3 \times (\ 16 + 1\ )\ ] + 8\ [\ 2 \times 1 + 12 + 3 \times 16\ ]$

4 مول من كربونات الحديدوز مع 10 مول مياه مع مول من الأكسجين ينتج 4 مول من هيدروكسيد الحديديك و8 مول من حمض الكربونيك . وزن مول من كربونات الحديدوز = 178 جرام ووزن 4 مول = 712 جرام .

وزن مول من جزء الأكسجين الذائب = 32 جرام .

لأكسدة عدد 4 مولات من كربونات الحديدوز والتى تزن 712 جرام من كربونات الحديدوز يحتاج 32 جرام من جزء الأكسجين أما وزن عنصر الحديد فى عدد 4 مولات من كربونات الحديدوز (يساوى 4 × 56 = 224 جم من عنصر الحديد) .

بمعنى آخر أنه لأكسدة 224 جم من عنصر الحديد نحتاج 32 جم من جزء الأكسجين الذائب .

لأكسدة 1 جم من عنصر الحديد نحتاج (32 ÷ 224 = 0.143 جم من جزء الأكسجين الذائب) .

من المعادلة الثانية للمنجنيز :

$2\ [\ 55 + 32 + (\ 4 \times 16\ )\ ] + 2 \times 16 + 4\ [\ 23 + 16 + 1\ ]$

راسب $2\ [\ 55 + 2 \times 16\ ] + 2\ [\ 2 \times 23 + 32 + (\ 4 \times 16\ )\ ] + 2\ (\ 2\times 1 + 16\ )$

2 مول من سلفات المنجنيز مع 4 مول من هيدوكسيد الصوديوم مع مول من الأكسجين ينتج 2 مول من أكسيد المنجنيز كراسب و 2 مول من سلفات الصوديوم و 2 مول مياه . وزن مول من سلفات المنجنيز = 151 جرام ووزن 2 مول = 302 جرام .

وزن مول من جزء الأكسجين الذائب = 32 جرام .

لأكسدة عدد 2 مولات من سلفات المنجنيز والتى تزن 302 جرام من سلفات المنجنيز يحتاج 32 جرام من جزء الأكسجين أما وزن عنصر المنجنيز فى عدد 2 مولات من سلفات المنجنيز (يساوى 2 × 55 = 110 جم من عنصر المنجنيز) .

بمعنى آخر أنه لأكسدة 110 جم من عنصر المنجنيز نحتاج 32 جم من جزء الأكسجين الذائب .

لأكسدة 1 جم من عنصر المنجنيز نحتاج (32 ÷ 110 = 0.29 جم من جزء الأكسجين الذائب) .

1- تتم أكسدة الحديد على مرحلتين كالآتى :

1- كربونات الحديدوز ثنائية التكافؤ والتى توجد بصورة ذائبة فى المياه تتحول إلى صورة هيدروكسيد الحديدوز أقل زوبان فى الماء .

2- ومع إستمرار التهوية يتحول هيدروكسيد الحديدوز الأقل زوبان فى الماء إلى هيدروكسيد الحديديك الغير ذائب فى الماء وهو قابل للترسيب فى الماء ويمكن فصلة أيضا بواسطة الترشيح ويحدث ذلك بكفاءة عندما يكون PH من (7.5 – 8) وتستغرق هذه العملية مدة 15 دقيقة حتى تنتهى .

لإزالة 1 ملجم / لتر من الحديدوز (Fe^{+2}) نحتاج إلى 0.14 ملجم / لتر من الأكسجين الذائب فى المياه وهذه العملية لكى تتم تحتاج 15 دقيقة .

2- تتم أكسدة المنجنيز كالآتى :

أملاح المنجنيز الذائبة على هيئة كبريتات المنجنيز يتم أكسدتها إلى أكسيد المنجنيز الغير ذائب فى المياه والذى يمكن ترسيبه ويحدث ذلك بكفاءة عندما يكون PH أكبر من 10 (عندما يكون الوسط قلوى) وتستغرق هذه العملية مدة 15 دقيقة حتى تنتهى . ولرفع PH للدرجة المطلوبة يتم رفع تركيز الهيدروكسيد فى المياه (OH^-) بالتهوية .

لإزالة 1 ملجم / لتر من (Mn^{+2}) نحتاج إلى 0.29 ملجم / لتر من الأكسجين وهذه العملية لكى تتم تحتاج 15 دقيقة .

ثانيا : برمنجانات البوتاسيوم :

تعتبر برمنجانات البوتاسيوم ($KMnO_4$) عامل مؤكسد قوى ويمكن إستخدام البرمنجانات لإزالة الحديد والمنجنيز ولكن هذه العملية تفضل أكثر لإزالة المنجنيز عنه فى الحديد ويتم ذلك بالمعادلة الآتية :

$$Fe(HCO_3)_2 + KMnO_4 + H_2O + 2H^+ \longrightarrow MnO_2 + Fe(OH)_3 + KHCO_3 + H_2CO_3$$

$$3Mn(HCO_3) + 2\,KMnO_4 + 2\,H_2C \longrightarrow 5MnO_2 \downarrow + 2\,KHCO_3 + 4\,H_2CO_3$$

$$3MnSO_4 + 2\,KMnO_4 + 2\,H_2O \longrightarrow 5MnO_2 \downarrow + KSO_4 + 2\,H_2SO_4$$

أثبتت التجارب أن 0.6 ملجم / لتر من برمنجانات البوتاسيوم تكفى لإزالة 1 ملجم / لتر من الحديد الحديدوز ثنائى التكافؤ وأن 2.5 ملجم / لتر من برمنجانات البوتاسيوم تكفى لإزالة 1 ملجم / لتر من المنجنيز ثنائى التكافؤ .

ثالثا : الكلورة :

1- الحديد :

عندما يكون الحديد فى صورة بيكربونات الحديدوز [$Fe(HCO_3)_2$] فمن السهل معالجتها من أجل إزالة الحديد بواسطة الكلورة ويتم ذلك بالتفاعل اللحظى كالآتى :

$$2Fe(HCO_3)_2 + Cl_2 + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + CaCl_2 + 6CO_2$$

ويحدث ذلك عندما يكون PH من (4 – 10) ويعمل بكفاءة عندما تكون PH تساوى 7 .

لإزالة 1 ملجم / لتر من الحديد الحديدوز ثنائى التكافؤ (Fe^{+2}) الذائب فى الماء نحتاج 0.64 ملجم / لتر من الكلور وينتج من ذلك التفاعل هيدوكسيد الحديديك الثلاثى الغير ذائب فى المياه والذى يترسب كرواسب بلون صدأ الحديد . وتمثل كربونات الكالسيوم [$Ca(HCO_3)_2$] فى هذا التفاعل قلوية الماء . ويتم هذا التفاعل بواسطة إستخدام بواقى الكلور الحر أو المتحد .

2- المنجنيز :

يتم بدء هذ ا التفاعل بواسطة إستخدام أملاح المنجنيز مثل كبريتات المنجنيز ($MnSO_4$) .

$$MnSO_4 + Cl_2 + 4NaOH \longrightarrow MnO_2 + 2NaCl + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

لكى يتم هذا التفاعل يتم إضافة الكلور وهيدروكسيد الصوديوم وينتج المنجنيز المتأكسد الذى يكون على هيئة رواسب من أكسيد المنجنيز . ويحدث هذا التفاعل بإستخدام 1.3 ملجم / لتر من الكلور الحر الذى يتم إضافته إلى 1 ملجم / لتر من المنجنيز لإزالته . أما بواقى الكلور المتحد يكون لها تأثير ضعيف على المنجنيز .

هيدروكسيد الصوديوم يعتبر الهيدروكسيد القلوى للعينة . ويحدث ذلك عندما يكون PH من (6 – 10) وتكون سرعة أكسدة المنجنيز تختلف من دقائق عندما يكون PH 10 ويحتاج إلى من (2 – 3) ساعة عندما يكون PH يساوى 8 ويحتاج إلى 12 ساعة عندما يكون PH يساوى 6 .

مثال :

مطلوب تصميم نظام معالجة الحديد والمنجنيز لعدد 2 بئر مياه ومواصفات المياه المنتجة من البئرين كالآتي :

بيان بنتائج عينات كيماوى لقرية النمايسة بتاريخ ٢٠١٦/٥/١٤

Location	pH	Turb.	Chloride	T.D.S	T.alk-$CaCO_3$	T.H-$CaCO_3$	Ca.H	Mg.H	NH_3	T.Iron	T.Mn
	No.	N.T.U	Mg/l	µs	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l
المعايير الممسوح بها طبقا لقرار وزير الصحة رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧	6.5-8.8	1	250	1000		500	350	150	0.5	0.3	0.4
النمايسة بئر ٣	7.5	2.8	42	411	466	304	195	108	0.4	0.3	0.58
النمايسة بئر ٢	7.4	1.2	45	479	543	335	210	125	0.3	0.1	0.6
النمايسة طرد الحديد والمنجيز	7.7	0.45	45	386	447	273	174	105	0	0.01	0

تصرف البئر الواحد 25 لتر / ث ودرجة الحرارة 20 درجة مئوية .

مللى جم / لتر = جزء فى المليون = جم / متر المكعب .

الحل :

1- التهوية بإستخدام الصوانى:

يتم إنشاء برج رأسى ويتم وضع الصوانى المجهزة من أعلى إلى أسفل ويتم تجميع المياه بخزان تجميع أسفل الصوانى ثم بواسطة فرق المنسوب إلى المرشحات .

بئر رقم (3) تصرف البئر فى الساعة = 25 × 3.6 = 90 م^3 / ساعة .

تركيز الحديد 3 مللى جرام / لتر = 3 جم / م^3 .

إجمالى عنصر الحديد فى الساعة = 3 × 90 = 180 جم / ساعة .

كمية الأكسجين المطلوبة فى الساعة = 0.142 × 180 = 25.56 جم من جزء الأكسجين .

بئر رقم (2) تصرف البئر فى الساعة = 25 × 3.6 = 90 م^3 / ساعة .

تركيز الحديد 1 مللى جرام / لتر = 1 جم / م^3 .

إجمالى عنصر الحديد فى الساعة = 1 × 90 = 90 جم / ساعة .

كمية الأكسجين المطلوبة فى الساعة = 0.142 × 90 = 12.78 جم من جزء الأكسجين .

إجمالى كمية الأكسجين المطلوبة فى الساعة لمعالجة الحديد = 25.56 + 12.78 = 38.34 جم من جزء الأكسجين .

بئر رقم (3) تصرف البئر فى الساعة = 25 × 3.6 = 90 م^3 / ساعة .

تركيز المنجنيز 0.58 مللى جرام / لتر = 0.58 جم / م^3 .

إجمالى عنصر المنجنيز فى الساعة = 0.58 × 90 = 52.2 جم / ساعة .

كمية الأكسجين المطلوبة فى الساعة = 0.29 × 52.2 = 15.14 جم من جزء الأكسجين .

بئر رقم (2) تصرف البئر فى الساعة = 25 × 3.6 = 90 م^3 / ساعة .

تركيز المنجنيز 0.6 مللى جرام / لتر = 0.6 جم / م^3 .

إجمالى عنصر المنجنيز فى الساعة = 0.6 × 90 = 54 جم / ساعة .

كمية الأكسجين المطلوبة فى الساعة = 0.29 × 54 = 15.66 جم من جزء الأكسجين .

إجمالى كمية الأكسجين المطلوبة فى الساعة لمعالجة المنجنيز = 15.14 + 15.66 = 30.8 جم من جزء الأكسجين .

إجمالى كمية الأكسجين المطلوبة فى الساعة لمعالجة الحديد والمنجنيز = 38.34 + 30.8 = 69.14 جم من جزء الأكسجين .

إجمالى تصرف البئرين = 180 م^3 / ساعة .

كمية الأكسجين المطلوبة للمتر المكعب = 69.14 ÷ 180 = 0.384 جم من جزء الأكسجين للمتر المكعب .

$$C_s = @ \times P$$

@ = 44.3 مللى جم / لتر

P الضغط الجزئى للغاز فى الجو المحيط (الضغط الجوى) وهو يساوى 0.21 بالنسبة للأكسجين .

$$C_s = 44.3 \times 0.21 = 9.3 \ M\ g\ /\ L$$

قابلية زوبان الأكسجبن فى المياه = 9.3 مللى جم / لتر = 9.3 جم / م^3

يتم إنشاء خزان تجميع بعد التهوية بحجم من 2 إلى 3 ساعة (تصرف البئرين = 180 م3 / ساعة)

خزات التجميع بسعة 500 م^3 .

يتم تركيب طلمية مياه وفلاتر ضغط :

طلمبة المياه عدد 2 تصرف 180 م^3 / ساعة .

أقطار الجزيئات وسرعة الترسيب فى الماء

أقطار الجزيئات المحمولة فى الماء (مم)	0.1	0.08	0.07	0.06	0.04	0.02	0.01
سرعة الترسيب (مم / ث)	1.09	0.699	0.535	0.393	0.1747	0.044	0.0109
نسبة وزن الجزيئات الأكبر من القطر	10	15	40	70	93	99	100

فلاتر الضغط (حديد ومنجنيز)

قطر الفلتر بالبوصة	قطر الزلط مم (من – إلى)								قطر الرمل مم (من – إلى)			
	40 -25		18 - 10		9 - 6		3 - 2		2 - 0.8		cullsorb	
	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم
20	-	-	50	190	25	80	32	108	16	84	154	577
24	-	-	75	211	50	113	41	99	25	92	193	512
30	-	-	150	265	75	108	64	98	41	98	308	520
36	-	-	225	262	100	90	100	96	64	96	501	529
48	-	-	350	286	175	98	175	105	100	94	770	509
60	-	-	450	286	375	99	250	96	150	90	1193	504
72	-	-	800	310	400	100	375	100	225	93	1732	507
84	400	160	650	147	500	91	475	92	300	91	2348	504
100	600	191	1000	140	700	90	650	89	475	102	3387	513

مواصفات التشغيل لفلاتر الضغط (حديد ومنجنيز)

قطر الفلتر بالبوصة	قطر خط السحب والطرد بالبوصة	التصرف م3 / س من - إلى	معدل مياه الغسيل م3 / س	فاقد الضغط بالبار	ضغط التشغيل بالبار من - إلى	الوزن أثناء التشغيل كجم	الوزن فارغ كجم
20	1	2.5 – 1.8	4.5	0.8	7 - 1.5	420	270
24	1.5	3.4 – 2.5	6.8	0.8	7 - 1.5	710	515
30	1.5	5.7 – 4.5	10.9	0.8	7 - 1.5	1170	810
36	1.5	9.1 – 6.8	18.3	0.8	7 - 1.5	1875	1275
48	2.5	13.6 – 10.9	30	0.8	7 - 1.5	2665	2065
60	3	22.7 – 15.9	40.9	0.8	7 - 1.5	4770	3210
72	3	23.7 – 27.3	61.3	0.8	5 - 1.5	6490	4490
84	4	40.9 – 36.3	86	0.8	5 - 1.5	8450	5920
100	4	59 - 52.2	114	0.8	5 - 1.5	12570	8570

يتم تركيب عدد 6 فلتر ضغط قطر الواحد 84 بوصة تصرف الواحد من 36 إلى 41 م^3 / ساعة بالمواصفات المذكورة لمياه الغسيل وشحنة الرمل والزلط (تم إختيار عدد 6 فلتر بتصرف أعلى من المطلوب بقليل حتى لايتأثر تصرف طرد المحطة أثناء الغسيل العكسى لأحد الفلاتر أثناء التشغيل) .

قطر الفلتر = 84 × 2.54 = 213.36 سم = 2.134 م

يفرض كمية الهواء 50 م^3 لكل م^2 من سطح المرشح .

مساحة سطح المرشح = (3.14 ÷ 4) × (2.134)^2

=3.57 م^2 .

طاقة بلاور الغسيل = 3.57 × 50 = 179 م^3 / ساعة .

<u>طاقة البلاور 179 م^3 / ساعة بضغط تشغيل 0.5 بار .</u>

خط الهواء للغسيل للمرشحات 2 بوصة وتكون سرعة الهواء بالخط تساوى 25 م / ث . ويجب أن تكون محابس عدم الرجوع ومحابس الهواء لخط الهواء ذات قطر داخلى لايقل عن 2 بوصة والأفضل فى هذه الحالة يكون خط الهواء والمحابس 3 بوصة لضمان عدم نقص الهواء لآن المحابس البلية 2 بوصة يكون قطرها من الداخل حوالى 1.5 بوصة الأمر الذى سيؤدى لنقص كمية الهواء .

طلمبة الغسيل العكسى للمرشح تصرف 86 م^3 / ساعة ضغط 2 بار .

يمكن إجراء التهوية السابقة عن طيرق تهوية المياه بخزان سعة 100 م^3 لمدة 0.5 ساعة بواسطة بلاور هواء وبعد ذلك يتم نزول هذه المياه المهواه إلى البئر بعد إيقافة ويترك لمدة ساعتين بدون تشغيل ثم يبدأ سحب المياه منه مرة أخرى لفترة زمنية معينه سيتم حسابها بعد وهذه الطريقة تصلح للتصرفات الصغيرة أو للمحطات التى بها عدد من الآبار التى يتم تشغيلها بالتناوب .

<u>من المثال السابق</u>

قابلية زوبان الأكسجبن فى المياه = 9.3 مللى جم / لتر = 9.3 جم / م^3

كمية الأكسجين المطلوبة للمتر المكعب = 69.14 ÷ 180 = 0.384 جم من جزء الأكسجين للمتر المكعب .

بفرض خزان التهوية سعت 100 م^3 .

كمية الأكسجين الذائب حوالى 70 % .

إجمالى كمية الأكسجين بالخزان = 100 × 9.3 × 0.7 = 651 جم أكسجين ذائب فى المياه .

بعد نزول المياه المهواه فى البئر تنتشر فى الطبقات الحاملة للمياه حول البئر وتعمل على تأكسد الجديد والمنجنيز وبعد فترة معينة يتم السحب من البئر .

بفرض تصرف البئر 90 م^3 / ساعة .

كمية اللأكسجين الذائب المطلوبة فى الساعة = 90 × 0.384 = 34.56 جم من جزء الأكسجين فى الساعة .

مدة تشغيل البئر حتى نفاذ الأكسجين = 651 ÷ 34.56 = 18.8 ساعة .

يتم إيقاف البئر عن الإنتاج بعد تشغيل 18.8 ساعة ويكون المياه المهواه جاهزة بتم ضخها فى البئر بفرق المنسوب وبعد ساعتين يتم إستئناف تشغيل البئر لمدة 18.8 ساعة متواصلة .

يقوم الكيميائيين بالتحليل الدورى وإعطاء تعليمات التشغيل أو الإيقاف .

لزيادة مدة التشغيل يمكت زيادة حجم خزان التهوية والعكس صحيح .

تقوم طبقات الأرض حول البئر بعمل فلتر طبيعى لحجز الحديد والمنجنيز الغير ذائب فى المياه بالطبقة الحاملة فى باطن الأرض .

<u>ملحوظة</u> : معظم أنحاء الجمهورية كانت تشرب مياه آبار ولكن عند زيادة كميات المياه للصرف الصناعى والصحى المتسربة الأكسجين الذائب فى المياه وتلف معظم مياه الآبار على مستوى الجمهورية والتى سيتم توضيحها فيما بعد .

<u>العناصر المهمة وأوزانها الذرية</u>

اسم العنصر	رمزه	العدد الذري	الوزن الذري	نوعه	مكتشفه	تاريخ الاكتشاف
هيدروجين	H	1	1.008	لا معدني	كافيندس	1766م
ليثيوم	Li	3	6.94	عنصر معدني	أرفيديسون	1817م
بريليوم	Be	4	9.01	عنصر معدني	سبورج	1798م
برون	B	5	10.8	عنصر شبه معدني	فالنتين	1808م
كربون	C	6	12.01	لا معدني	طومسون	قبل الميلاد
نيتروجين	N	7	14.01	لا معدني	رذفورد	1772م
أوكسجين	O	8	16	لا معدني	برستلي	1774م
فلور	F	9	19	لا معدني	إيسشيلي	1771م
نيون	Ne	10	20.2	غاز خامل	رامسي / تراي فراز	1898م
صوديوم	Na	11	23	معدني	ديفي	1807م
مغنسيوم	Mg	12	24.3	معدني	باسي	1829م
ألومنيوم	Al	13	26.98	معدني	أورستد	1825م
سيليكون	Si	14	28.1	شبه معدني	بيرزيلوس	1823م
فوسفور	P	15	31	لا معدني	براند	1669م
كبريت	S	16	32.1	لا معدني	-	قبل الميلاد
كلور	Cl	17	35.5	لا معدني	بيتزين / كيرشوف	1774م
أرجون	Ar	18	39.95	غاز خامل	راليغ / رامسي	1894م
بوتاسيوم	K	19	39.1	معدني	ديفي	1807م
كالسيوم	Ca	20	40.1	معدني	استرومير	1808م
كروم	Cr	24	52	معدني	اس جيل	1797م
منجنيز	Mn	25	54.9	معدني	قان	1774م
حديد	Fe	26	55.8	معدني	-	قبل الميلاد
نيكل	Ni	28	58.7	معدني	كجورنستيت	1751م
نحاس	Cu	29	63.5	معدني	-	قبل الميلاد
خارصين (زنك)	Zn	30	65.4	معدني	-	قبل الميلاد

زرنيخ	As	33	74.92	شبه معدني	البرتس مقندس	القرن 13
سيلينيوم	Se	34	79	لا معدني	بيرزيلوس	1817م
بروم	Br	35	79.9	لا معدني	جي لوسك / تينارد	1826م
كريبتون	Kr	36	83.8	غاز خامل	رامسي / ترافيرز	1898م
بلاديوم	Pd	46	106.4	معدني	والستون	1803م
فضة	Ag	47	107.9	معدني	-	قبل الميلاد
كاديوم	Cd	48	112.4	معدني	بلارد	1817
قصدير	Sn	50	118.7	معدني	-	قبل الميلاد
يود	I	53	126.9	لا معدني	كورتس	1811م
سيزيوم	Cs	55	132.9	معدني	كلابروث	1860م
باريوم	Ba	56	137.33	معدني	ديفيك	1808م
لانثيوم	La	57	138.9	معدني	موزاندر	1839م
سيريوم	Ce	58	140.1	معدني	-	1803م
تنجستن	W	74	183.9	معدني	ديلهوجر	1783م
بلاتين	Pt	78	195.1	معدني	يلوا	1735م
ذهب	Au	79	197	معدني	-	قبل الميلاد
زنبق	Hg	80	200.6	معدني	-	قبل الميلاد
رصاص	Pb	82	207.2	معدني	-	قبل الميلاد
أستاتين	At	85	210	شبه معدني	كورسون	1900م
رادون	Rn	86	222	غاز خامل	دارن	1939م
راديوم	Ra	88	226	معدني	مدام كوري	1898م
يورانيوم	U	92	238	معدني	كلابورث	1789م

جارى التنسيق والترتيب

أتمنى أن أكون وفقت من ربى

إعداد

لواء مهندس / محمد عبد الوهاب خليل

المعالجة بالترشيح المباشر

يستخدم الترشيح المباشر فى معالجة المياه السطحية التى تحتوى على عكارة ولون ثابتة نسبيا ومنخفضين وذات عسر متوسط (75- 150) مجم / لتر كربونات كالسيوم . ويتمثل الفرق بين الترشيح المباشر والمحطات التقليدية لاتوجد مرحلة ترسيب فى الترشيح المباشر . وقد يلغى حوض الترويب والتجميع ويستبدل بحوض تلامس ليقوم بدور الترويب والتجميع للشوائب معا . وفى بعض الأحيان يلغى حوض الترويب ويكتفى بإضافة المروب مع الخلط السريع قبل المرشح . وهذا النوع يطلق عليه الترشيح المباشر عبر الخط حيث تتم عملية الترويب داخل المرشح ذاته . هذا النظام يختصر مرحلة الترسيب فهو يخفض التكلفة الإنشائية والتشغيلية معا . حيث تتكون ندف نقطية ذات حجم صغير قابلة للترشيح ولاتكون كبيرة الحجم لذا لاتترسب وتكون جرعة المروب صغيرة والحمأة المتكونة صغيرة لذا يكون معالجة الحمأة والتخلص منها ذات تكلفة صغيرة .

عيوب المعالجة بالترشيح المباشر :

- لايستجيب هذا النوع من المعالجة للتغير المفاجئ الحاد للعكارة واللون أو كليهما .
- لايمكن لهذا النوع أن يتعامل مع العكارة العالية أو اللون الشديد أو كليهما .
- فترة المكوث قليلة نسبيا بالمقارنة بالمعالجة التقليدية (دخول المياه العكرة حتى وصول المياه لخزان المياه المرشحة) وبالتالى لايمكن التحكم فى المذاق والرائحة اللذان يأتيان بصورة موسمية .

يعتبر إختيار نوع المروب والجرعة ذات أهمية قصوى فى الترشيح المباشر . وتتراوح جرعات المروب (كبريتات الألومنيوم) المستخدمة فى الترشيح المباشر ما بين (6 – 12) جم / م3 ويمكن أن تصل أحيانا إلى 15 جم/ م3 .

معايير المياه السطحية التى تستوجب المعالجة بالترشيح المباشر

البند	القيمة
اللون	أقل من 40 وحدة كوبالت - بلاتين
العكارة	أقل من 5 وحدة عكارة NTU
الطحالب	أقل من 2000 وحدة فى ملليمتر
الحديد	أقل من 0.3 مجم / لتر
المنجنيز	أقل من 0.05 مجم / لتر

يستخدم الترشيح المباشر مع نوعيات من المياه أقل جودة من المذكورة ولكن هذا يستلزم إجراء بعض االتعديلات على نظام المعالجة لمواجهة المشاكل التى قد تطرأ .

فى أنظمة الترشيح المباشر التى لاتتطلب أن يكون فيها ندف الشبة كبيرة الحجم قابلة للترسيب فإن الهدف من إضافة المروب هو تحقيق التعادل من خلال جرعة تكافئ بالضبط للشحنات السالبة للشوائب ، أى تتناسب كمية الشحنة الموجبة المطلوبة لمعادلة الشحنة السالبة مع كثافة الجسيمات العالقة بالماء والمسببة للعكارة (وهذا يتم خلال مدة زمنية أقل من الثانية) . وهناك عوامل أخرى تؤثر على هذه الآلية مثل BH للمياه ووجود ايونات كاتيونية أو أنيونية بها حيث تتنافس هذه العوامل مع نواتج التحلل المائى للمروب فى معادلة شحنات الشوائب .

عندما يستخدم الترويب لإزالة العكارة أو الملوثات الأخرى عن طريق معادلة الشحنات فى حالة وجود معلق مخفف فيكون معدل التجميع للشوائب أقل من المعدل الذى يتم الحصول عليه عندما يكون هناك راسب حجمى كبير ناتج من المروب .

فى هذا النوع من المحطات يجب تشغيل المرشحات والمياه أعلى من سطح الرمل بحوالى (1.25 – 1.5) متر وكلما إرتفع منسوب المياه فوق المرشح كلما كانت جودة المياه المنتجة عالية وكلما إنخفض منسوب المياه فوق المرشح كلما تدنى مواصفة المياه المنتجة (الألومونيوم الحر – النيماتودا – البروتوزوا – الطحالب – العكارة - ....) . لذلك ينصح برفع منسوب المياه تحت الأوفرفللو مباشرة .

غسيل المرشحات :

يتم غسيل المرشحات عندما يحجز كميه من المواد الصلبة فوق سطحه من (1 – 2) كجم / م2 يصبح التصرف قليل وإرتفاع المياه عالى فوق الوسط الترشيحى يتم عند ذلك إجراء الغسيل العكسى وأثناء الغسيل العكسى بالهواء يحدث تمدد لسطح الرمل بنسبة من (30 – 40) % من إرتفاع المياه فوق الرمل لحظة تشغيل البلاور.

مثال :

مطلوب حساب فترات الغسيل العكسى لمرشحات الترشيح المباشر إذا كانت عكارة المياه 5 وحدة عكارة وكمية الشبة المضافة 20 جم / م3 إذا كان تصرف المرشح = 100 م3 / ساعة وكان مسطح المرشح 20 م2 .

الحل :

وزن المواد العالقة القابلة للترسيب فى م3 = من (0.7 – 2) × وحدة العكارة يمكن أخذ متوسط 1.3

= 1.3 × 5 = 6.5 جم / م3

كمية الرواسب الناتجة من هيدروكسيد الألومونيوم فى م3 = 0.44 × جرعة الشبة

= 0.44 × 20 = 8.8 جم / م3

إجمالى كمية المواد المترسبة على سطح المرشح من ترشيح م3 = 6.5 + 8.8 = 15.3 جم / م3

إجمالى كمية المواد المترسبة على سطح المرشح فى الساعة = 15.3 × 100 = 153 جم / ساعة

إجمالى كمية المواد المترسبة على سطح م2 من المرشح فى الساعة = كمية الروبة فى الساعة ÷ مسطح المرشح

= 153 ÷ 20 = 7.65 جم / م2 من المرشح

كمية الروبة المحجوزة على متر مربع من سطح المرشح فى الساعة = 7.65 جم / م2

يتم الغسيل العكسى عندما يتم حجز من (1 – 2) كجم روبة على م2 من سطح المرشح .

يتم الغسيل العكسى للمرشح بعد (1000 : 2000) ÷ 7.65 = 130 : 260 ساعة تشغيل .

نظريا لايحدث هذا .

مثال :

مطلوب حساب فترات الغسيل العكسى لمرشحات الترشيح المباشر إذا كانت عكارة المياه 25 وحدة عكارة وكمية الشبة المضافة 35 جم / م3 إذا كان تصرف المرشح = 100 م3 / ساعة وكان مسطح المرشح 20 م2 .

الحل :

وزن المواد العالقة القابلة للترسيب فى م3 = من (0.7 – 2) × وحدة العكارة يمكن أخذ متوسط 1.3

= 1.3 × 25 = 32.5 جم / م3

كمية الرواسب الناتجة من هيدروكسيد الألومونيوم فى م3 = 0.44 × جرعة الشبة

= 0.44 × 35 = 15.4 جم / م3

إجمالى كمية المواد المترسبة على سطح المرشح من ترشيح م3 = 32.5 + 15.4 =47.9 جم / م3

إجمالى كمية المواد المترسبة على سطح المرشح فى الساعة = 47.9 × 100 = 4790 جم / ساعة

= 4.790 كجم / ساعة

إجمالى كمية المواد المترسبة على سطح م2 من المرشح فى الساعة = كمية الروبة فى الساعة ÷ مسطح المرشح

= 4790 ÷ 20 = 239.5 جم / م2 من المرشح

كمية الروبة المحجوزة على متر مربع من سطح المرشح فى الساعة = 239.5 جم / م2

يتم الغسيل العكسى عندما يتم حجز من (1 – 2) كجم روبة على م2 من سطح المرشح .

يتم الغسيل العكسى للمرشح بعد (1000 : 2000) ÷ 239.5 = (4.2 : 8.4) ساعة تشغيل .

مما سبق يتضح أن الترشيح المباشر يتأثر بدرجة كبيرة بالعكارة فى المياه الخام .

عمليا أثناء الغسيل العكسى للمرشح يتم إستهلاك ما يعادل إنتاج المرشح من المياه المرشحة لمدة ساعة فى الغسلة الواحدة وهذا يعنى فى حالة غسيل المرشح كل 4 ساعات يعنى تهدير 25 % من طاقة المرشح (المياه المرشحة للمرشح) أما فى حالة الغسيل العكسى للمرشح كل 8 ساعات فهذا يعنى تهدير 12.5 % من طاقة المرشح وهكذا .

فى المحطات التقليدية يتم غسيل المرشح كل (24 – 36) ساعة ترشح وأيضا يستهلك المرشح أثناء الغسيل العكسى ما يساوى ترشيح لمدة ساعة تقريبا أى يتم إستهلاك ما يساوى (1 ÷ 24 × 100) = 4.2 % من طاقة المرشح فى اليوم (على فرض الغسيل العكسى مرة واحدة كل 24 ساعة) وهذه الكمية مسموح بها فى المحطات التقليدية .

فى المحطات الترشيح المياشر يتم الغسيل العكسى كل (8 – 10) ساعات ويتم حساب كميات المياه خاصة الغيسيل العكسى بهذا الأسلوب .

فى المثال السابق تم فرض أن ظروف تشغيل المرشح مثالية حيث أن مستوى سطح الرمل بالمرشح بالنسبة لمنسوب الهدار يؤثر أيضا على كمية مياه الغسيل وتم فرض جميع الظروف مثالية .

بهذه الطريقة بمعرفة العكارة من طرد المروقات يمكن حساب فترات الغسيل لمرشحات كل محطة طبقا لظروف تشغيلها الفعلية .

إعداد

لواءمهندس

محمد عبدالوهاب خليل

المعالجة بالترشيح المباشر :

يستخدم الترشيح المباشر فى معالجة المياه السطحية التى تحتوى على عكارة ولون ثابت نسبيا ومنخفضين وذات عسر متوسط
(75- 150) مجم / لتر كربونات كالسيوم . ويتمثل الفرق بين الترشيح المباشر والمحطات التقليدية لاتوجد مرحلة ترسيب فى الترشيح المباشر . وقد يلغى حوض الترويب والتجميع ويستبدل بحوض تلامس ليقوم بدور الترويب والتجميع للشوائب معا . وفى بعض الأحيان يلغى حوض الترويب ويكتفى بإضافة المروب مع الخلط السريع قبل المرشح . وهذا النوع يطلق عليه الترشيح المباشر عبر الخط حيث تتم عملية الترويب داخل المرشح ذاته . هذا النظام يختصر مرحلة الترسيب فهو يخفض التكلفة الإنشائية والتشغيلية معا . حيث تتكون ندف نقطية ذات حجم ضغير قابلة للترشيح ولاتكون كبيرة الحجم لذا لاتترسب وتكون جرعة المروب صغيرة والحمأة المتكونة صغيرة لذا يكون معالجة الحمأة والتخلص منها ذات تكلفة صغيرة .

عيوب المعالجة بالترشيح المباشر :

- لايستجيب هذا النوع من المعالجة للتغير المفاجئ الحاد للعكارة واللون أو كليهما .
- لايمكن لهذا النوع أن يتعامل مع العكارة العالية أو اللون الشديد أو كليهما .
- فترة المكوث قليلة نسبيا بالمقارنة بالمعالجة التقليدية وبالتالى لايمكن التحكم فى المذاق والرائحة اللذان يأتيان بصورة موسمية .
يعتبر إختيار نوع المروب والجرعة ذات أهمية قصوى فى الترشيح المباشر . وتتراوح جرعات المروب (كبريتات الألومنيوم) المستخدمة فى الترشيع المباشر ما بين (6 – 12) جم / م3 ويمكن أن تصل أحيانا إلى 15 جم / م3 .

معايير المياه السطحية التى تستوجب المعالجة بالترشيح المباشر

البند	القيمة
اللون	أقل من 40 وحدة كوبالت - بلاتين
العكارة	أقل من 5 وحدة عكارة NTU
الطحالب	أقل من 2000 وحدة فى ملليمتر
الحديد	أقل من 0.3 مجم / لتر
المنجنيز	أقل من 0.05 مجم / لتر

يستخدم الترشيح الماشر مع نوعيات من المياه أقل جودة من المذكورة ولكن هذا يستلزم إجراء بعض االتعديلات على نظام المعالجة لمواجهة المشاكل التى قد تطرأ .

فى أنظمة الترسيح المباشر التى لاتتطلب أن يكون فيها ندف الشبة كبيرة الحجم قابلة للترسيب فإن الهدف من إضافة المروب هو تحقيق التعادل من خلال جرعة تكافئ بالضبط ا لشحنات السالبة للشوائب ، أى تتناسب كمية الشحنة الموجبة المطلوبة لمعادلة الشحنة السالبة مع كثافة الجسيمات العالقة بالماء والمسببة للعكارة وهناك عوامل أخرى تؤثر على هذه الآلية مثل BH للمياه ووجود ايونات كاتيونية أو أنيونية بها حيث تتنافس هذه العوامل مع نواتج التحلل المائى للمروب فى معادلة شحنات الشوائب .
عندما يستخدم الترويب لإزالة العكارة أو الملوثات الأخرى عن طريق معادلة الشحنات فى حالة وجود معلق مخفف فيكون معدل التجميع للشوائب أقل من المعدل الذى يتم الحصول عليه عندما يكون هناك راسب حجمى كبير ناتج من المروب .
فى هذا النوع من المحطات يجب تشغيل المرشحات والمياه أعلى من سطح الرمل بحوالى (1.25 – 1.5) متر وكلما إرتفع منسوب المياه فوق المرشح كلما كانت جودة المياه المنتجة عالية وكلما إنخفض منسوب المياه فوق المرشح كلما تدنى مواصفة المياه المنتجة (الألومونيوم الحر – النيماتودا – البروتوزوا – الطحالب – العكارة - ....) . لذلك ينصح برفع منسوب المياه تحت الأوفرفللو مباشرة .

المرشح الرملى السريع (Rapid Sand Filter)

يتكون من :

- حوض من الخرسانة يحتوى على طبقة من الرمل بسمك من50 إلى 70 سم وحتى 1 متر وتحتها طبقة حامله من الزلط بسمك من 45 – 60 سم ويكون أرتفاع المياه فوق سطح الوسط الترشيحي المرشح لايقل عن 50 سم على الأقل أثناء الترشيح ويوجد تحت الزلط شبكة من المواسير المثقبة الموزعة توزيعاً منتظماً في جميع مسطح المرشح وهى فى جميع مرشحات الترشيح المباشر وتوجد أيضا فى المحطات التقليدية أو بلاطات خرسانية مثقبة يثبت عليها فوانى من البلاستيك موزعة توزيعاً منتظماً (ويلزم ضروة تنقية المياه بالمادة المروبة قبل دخولها للمرشحات).
- يتم غسيل المرشح بتمرير ودفع الهواء والمياه المرشحة فى إتجاه عكس الترشيح بعد تفكيك حبيبات الرمل بالهواء المضغوط وتتم عملية الغسيل عندما يصل فاقد عمود الضغط من 1,2 -1,5م.

أسس التصميم :

- سمك طبقة الرمل تتراوح من 80 – 100 سم وبقطر حبيبات الرمل 0.8 – 1.4 مم ومعامل انتظام 1.35 – 1.50.
- سمك طبقة الزلط المتدرج تتراوح من 45 - 60 سم (فى حالة المواسير المثقبة يجب أن يكون الزلط أسفل المواسير من المقاس الكبير ويرتفع الزلط المتدرج فوق الراسم العلوى لأعلى ماسورة هواء بسمك من 45 – 60 سم)
- مساحة المرشح تتراوح من 40 – 60 م^2.
-
- معدل الترشيح من 120 – 180 م^3/م^2/اليوم.
- نسبة العرض : الطول 1 :1.25 أو 1 : 2.

الكربون المنشط Activated Carbon

تضاف أحياناً الى 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.

الاستخدامات

يستخدم للحصول على مياه عالية الجودة خصوصاً فى حالات المياه الصناعية – أو عدم التأكد من إلقاء مخلفات صناعية أو مواد بترولية فى المصدر المائى تسبب تغيير ظاهر فى الطعم والرائحة.

أسلوب الإضافة

يضاف الكربون المنشط لمعالجة الطعم والرائحة إما على هيئة بودرة قبل عمليات الترويب أو فى القلاب السريع الخاص بالمروق أو فى الموزع وذلك بجرعات حسب كثافة ونوع الملوثات وتتراوح بين 8 – 25 جزء فى المليون (جم/م3)، ومقاس الحبيبات تكون من 0.3 – 0.7مم ويضاف عن طريق أجهزة مماثلة لإضافة الجير إما بالوزن أو بالحجم.

كما أنه توجد وسيلة أخرى لإضافة الكربون المنشط وذلك بإنشاء مرشحات كربونية ذات ضغط (pressure filters) يكون الوسط الترشيحى بالكامل من حبيبات الكربون المنشط أو يكون الوسط الترشيحى رمل + طبقة من الكربون بسمك 10 – 25 سم، ويكون حجم الحبيبات 0.8 – 2.2 مم وعمره الافتراضى من 2 – 3 سنوات، ويراعى فى لاتصميم ألا يفقد أثناء عمليات غسيل المرشحات بالماء أو بالهواء أو بهما معاً.

مبنى المرشحات

وصف العملية

هى عملية طبيعية وكيميائية الغرض منها إزالة المواد العالقة والغروية سواء كانت عضوية أو غير عضوية ويستعمل فيها عادة حبيبات رمل ذو حجم مناسب تمرر خلاله المياه المروقة بسرعة مناسبة لإتمام هذه العملية.

أسس التصميم للمرشحات السريعة

مرشحات الرمل السريعة Rapid Sand Filters

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 تر شيح المياه السابق معالجتها بالمواد المجلطة (الشبة).

يتم غسيل الرمل بتمرير ودفع مياه مرشحة فى اتجاه عكس الترشيح بعد تفكيك طبقة الرمل إما بالهواء المضغوط أو بالغسيل السطحى.

- معدل الترشيح : 120 – 180 م3 /م2/يوم
- مساحة المرشح تتراوح من 40 – 60 م^2 ولا تتعدى 150 متر مربع وتقل عن ذلك فى الترشيح المباشر.

- سمك طبقة الرمل : 70 – 90 سم.
- مواصفات الرمل : حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفلة وغير هش.
  - المقاس الفعال 0.8 إلى 1.4 مم.
  - معامل الانتظام 1.35 إلى 1.5 ويفضل 1.4 .
  - الثقل النوعى 2.55 إلى 2.65 .
  - الإذابة فى حامض ايدروكلوريك لا يتعدى 3%.
  - نسبة التآكل بالإحتكاك لاتتعدى 3 % .
  - قطر حبيبة الرمل لا يتعدى 2مم.
- الحجم الفعال للرمل : هو فتحة المنخل مم التى تسمح بمرور 10 % من وزن معين من الرمل (الوزن لكمية من الرمل عشوائية) .
- معامل الإنتظام : يعبر عن درجة التغير فى حجم الرمل وهو النسبة بين فتحة المنخل التى يمر من خلالها 60 % من وزن الرمل ÷ الحجم الفعال . ويجب الاتزيد عن 1.6 للمرشح الرملى السريع .
- مواصفات الزلط :

يكون كروى الشكل قوى منتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة لايوجد به كسر أونتوآت (لعدم تكون طحالب) .
يكون الزلط ذات لون أبيض أو بيج وخالى من اللون البنى والأسود .
حجم الحبيبات من أسفل لأعلى :
من 40 – 20 مم بسمك من 15 – 20 سم .
من 10 – 20 مم بسمك 10 سم .
من 5 – 10 مم بسمك 10 سم .
من 2 – 5 مم بسمك 10 سم .
إجمالى إرتفاع الزلط من 45 – 60 سم (فى حالة المواسير المثقبة يكون إرتفاع الزلط المتدرج مقاس من أعلى الراسم العلوى لماسورة الهواء وكل الذى أسفل المواسير من زلط المرشح المقاس الكبير .

- **نظام التصريف التحتى** **underdrainage system**

- **البلوكات الخرسانية حرف M أو N ذات الفراغات الجانبية او المواسير المثقبة الاسمنتية او البلاستيك أو البلاطات الخرسانية المثقبة عليها المصافى.**

– **فى حالة الترشيح المباشر يكون نظام التصريف التحتى من المواسير المثقبة فقط .**

– **أرتفاع المياه : 1متر فوق سطح الرمل.**
- **فترة الترشيح : 12 – 36 ساعة مع مراعاة أقصى فاقد ضغط خلال المرشح مسموح به طبقاً للطراز.**
- **معدل مياه الغسيل : 15 – 35 م^3/م^2/س.**
- **معدل هواء الغسيل : 55 – 75 م^3/م^2/س.**
- **معدل مياه الغسيل السطحى : 7 – 10 م^3/م^2/س (فوانى ثانية)**
  2 – 3.5 م^3/م^2/س (فوانى دوارة).

سرعة المياه بالمواسير :

الدخول : 0.5 – 0.75 م/ث بمتوسط 0.6 م/ث
الترشيح : 0.6 – 1.5 م/ث بمتوسط 1 م/ث
الغسيل : 1.5 – 3 م/ث (للعمومى) بمتوسط 2 م/ث
: 2.00 – 3.5 م/ث (للفرعى) بمتوسط 2.5 م/ث
مواصفات الرمل : حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفة وغير هش.
- **المقاس الفعال : من 0.8 إلى 1,4مم.**
- **معامل الانتظام : 1.35 – 1.50 ويفضل 1.4 .**
- **الثقل النوعى : 2.55 – 2.65**
- **الإذابة فى حامض ايدروكلوريك لا يتعدى 3.5 %**
- **نسبة التآكل بالاحتكاك لا تتعدى 3 %**
- **قطر حبيبة الرمل لا يتعدى 2 مم**

مواصفات الزلط : **يكون كروى الشكل قوى منتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة ولايوجد به كسر أونتوآت (لعدم تكون طحالب) .**
يكون الزلط ذات لون أبيض أو بيج وخالى من اللون البنى والأسود .
حجم الحبيبات من أسفل لأعلى :
من 40 – 20 مم بسمك من 15 – 20 سم .
من 10 – 20 مم بسمك 10 سم .
من 5 – 10 مم بسمك 10 سم .
من 2 – 5 مم بسمك 10 سم .
إجمالى إرتفاع الزلط من 45 – 60 سم .

المصافى (الفوانى)

- **مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.**
- **نسبة فتحات المثقبة المصافى : مساحة المرشح الفعال 0.2 – 1.5 %.**

- **مواصفات نظام التصريف التحتى فى حالة الترشيح المباشر :**

أ – المواسير المثقبة (هى فى جميع مرشحات الترشيح المباشر) ويمكن أيضا أن يستخدم فى المرشحات العادية .

- **مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.**
- **الثقوب تكون منتظمة فى القطر والزاوية وعلى شكل رجل غراب .**
- **قطر الثقب يتراوح بين 7.5 – 15 مم فى شكل متعرج لأسفل على زاوية 45° مع الراسم السفلى لها.**
- **أطوال المواسير 60 ضعف القطر.**
- **المسافات بين المواسير لا تزيد عن 30 سم والمسافة بين الثقوب يجب أن تساوى المسافة بين المواسير.**
- **نسبة مساحة الثقوب تساوى من (0.0015 – 0.003) من مساحة سطح مساحة المرشح.**
- **مساحة مقطع الماسورة الفرعية للمياه من ضعف إلى أربعة أضعاف مساحة الثقوب التى عليها .**
- **مساحة مقطع الماسورة الأم للمياه من 1.8 إلى 2 ضعف مساحة مقطع المواسير الفرعية التى عليها .**
- **يجب أن تكون شبكة الهواء منفصلة تماما عن شبكة المياه .**
- **مساحة الثقوب لشبكة الهواء تساوى تقريبا مساحة مقطع الماسورة الأم للهواء من النافخ .**

– **أرتفاع المياه : 1متر فوق سطح الرمل وكلما زادت كان أفضل .**

- **فترة الترشيح : 12 – 24 ساعة مع مراعاة أقصى فاقد ضغط خلال المرشح مسموح به طبقاً للطراز.**
- **معدل مياه الغسيل : 15 – 35 م^3/م^2/س.**
- **معدل هواء الغسيل : 55 – 75 م^3/م^2/س.**
- **معدل مياه الغسيل السطحى : 7 – 10 م^3/م^2/س (فوانى ثانية)**
  2 – 3.5 م^3/م^2/س (فوانى دوارة).

سرعة المياه بالمواسير :

الدخول : 0.5 – 0.75 م/ث بمتوسط 0.6 م/ث
الترشيح : 0.6 – 1.5 م/ث بمتوسط 1 م/ث
الغسيل : 1.5 – 3 م/ث (للعمومى) بمتوسط 2 م/ث
: 2.00 – 3.5 م/ث (للفرعى) بمتوسط 2.5 م/ث

مواصفات الرمل : حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفلة وغير هش.

- **المقاس الفعال : من 0.8 إلى 1,4مم.**
- **معامل الانتظام : 1.35 – 1.50 ويفضل 1.4 .**
- **الثقل النوعى : 2.55 – 2.65**
- **الإذابة فى حامض ايدروكلوريك لا يتعدى 3.5 %**
- **نسبة التآكل بالاحتكاك لا تتعدى 3 %**
- **قطر حبيبة الرمل لا يتعدى 2 مم**

مواصفات الزلط : **يكون كروى الشكل قوى منتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة ولايوجد به كسر أونتوآت (لعدم تكون طحالب) .**
يكون الزلط ذات لون أبيض أو بيج وخالى من اللون البنى والأسود .
حجم الحبيبات من أسفل لأعلى :
من 40 – 20 مم بسمك من 15 – 20 سم .
من 10 – 20 مم بسمك 10 سم .
من 5 – 10 مم بسمك 10 سم .
من 2 – 5 مم بسمك 10 سم .
إجمالى إرتفاع الزلط من 45 – 60 سم (يكون إرتفاع الزلط المتدرج فى هذه الحالة مقاس من أعلى الراسم العلوى لماسورة الهواء وكل الذى أسفل المواسير من زلط المرشح المقاس الكبير) .

.

<u>يجب مراعات الآتى فى جميع المرشحات</u> :

- **المسافة بين هدار المرشح من أعلى وسطح الرمل من 0.75 إلى 1 متر والمسافة بين الهدار والهدار من 1.5 إلى 2 متر والمسافة بين بطن هدار المرشح وسطح الرمل لاتقل عن 30 سم .**
- **يجب تركيب محبس تحضير لكل مرشح وفتحة مان هول وفى حالة المرشح النصفين يتم تركيب هان هول بكل نصف (لسهولة الصيانة) .**

إعداد
لواء مهندس / محمد عبدالوهاب
01220369555

النوتة الحسابية لمحطة ترشيح مياه

محطات معالجة المياه يتم إنشائها بناءا على تحليل مياه الصدر فيتم إختيار محطة ترشيح أم معالجة حديد ومنجنيز أو تحلية مياه بحر أو .....

سيتم التركيز على محطات ترشيح المياه .

فى حالة العكارة أقل من NTU 5 يمكن إنشاء محطة ترشيح مباشر بدون مروقات .

بفرض أن العكارة أكبر من NTU 5 يتم إنشاء محطة ترشيح تقليدية بالمكونات الآتية :

1- عنبر المياه العكرة .

2- بئر التوزيع .

3- المروقات .

4- المرشحات .

5- خزان المياه المرشحة .

6- المعالجة الكيميائية .

مثال :

مطلوب إنشاء محطة ترشيح مياه لمياه عذبة ذات عكارة NTU 15 تصرف 800 لتر / ث .

الحل :

مياه المصدر عذبة ذات عكارة NTU 15 لذا سيتم إنشاء محطة ترشيح تقليدية بمروقات ومرشحات .

طاقة المحطة مياه مرشحة = 800 لتر / ث = 800 × 3.6 = 2880 م^3 / ساعة = 2880 × 24 = 69120 م^3 / يوم .

لكى يتم إنتاج 800 لتر / ث مياه مرشحة نحتاج إلى مياه عكرة تزيد 10 % عن المياه المرشحة .

10 % عبارة عن (2% إلى 3 % سحب الروبة من المروقات – 5% إلى 6 % غسيل المرشحات – 1 % إلى 2 % تسريب محابس) .

عنبر طلمبات المياه العكرة :

طاقة طلمبات العكرة المطلوبة للمحطة = 1.1 × 800 = 880 لتر / ث مياه عكرة .

بفرض تشغيل عدد 4 طلمبات مياه عكرة بطاقة إجمالية 880 لتر / ث .

تصرف الطلمبة الواحدة = 880 ÷ 4 = 220 لتر / ث .

يتم تركيب عدد 6 طلمبة مياه عكرة تصرف الواحدة 220 لتر / ث رفع 20 متر (2 بار) للطلمبة الواحدة (يتم إختيار رفع الطلمبات طبقا للموقع وفرق منسوب سحب الطلمبات ومنسوب بئر التوزيع وفواقد الخط) بحيث يكون عدد 4 طلمبة عاملة وعدد 1 طلمبة إحتياطى وعدد 1 طلمبة صيانة .

خطوط السحب والطرد للطلمبات تم حسابها من قبل .

خط المياه من عنبر الطلمبات حتى بئر التوزيع تصرف 880 لتر / ث .

بفرض خط المياه قطر 800 مم أى 32" .

تصرف خط قطر 32" = 32 × 16 = 512 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .

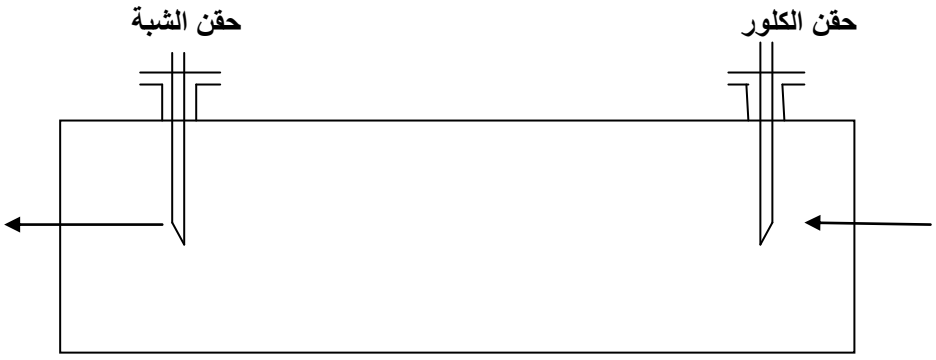
سرعة المياه بالخط = 880 ÷ 512 = 1.7 متر / ث .

وهى سرعة مناسبة (السرعة لاتزيد عن 3 متر / ث) .

بفرض أنه سيتم حقن الكلور والشبة بالخط الرئيسى ومطلوب حقن الكلور قبل الشبة بمد 30 ثانية .

المسافة بين حقن الكلور والشبة = سرعة المياه بالخط × الزمن = 1.7 × 30 = 51 متر .

يتم حقن الكلور قبل الشبة بمسافة لاتقل عن 51 متر .



خط المياه وإتجاه سريان المياه من اليمين إلى اليسار والمسافة بين نقتطى الحقن لاتقل عن 51 متر .

ملحوظة :

ميل الشطف لخط الحقن 45 درجة .

يمكن حقن الكلور إسفل بئر التوزيع والشبة من أعلى بئر التوزيع لأن مدة المكث ببئر التوزيع من 40 ث إلى 60 ث .

بئر التوزيع :

مدة المكث ببئر التوزيع من 40 إلى 60 ثانية .

حجم بئر التوزيع = 60 × 880 = 52800 لتر = 52.8 م^3 .

بفرض بئر التوزيع دائرى بعمق 3 متر تكون مساحة سطح البئر كالآتى :

مساحة سطح البئر = 52.8 ÷ 3 = 17.6 م^2 .

نصف قطر البئر

ط × نق^2 = 17.6

نق = 2.4 متر .

قطر بئر التوزيع 4.8 متر بعمق 3 متر .

المروقات :

بفرض أن عدد المروقات 4 مروق .

يمكن أن تكون عدد المروقات 2 مروق ولكن عدد 4 مروق سيكون هناك إمكانية مناورة أفضل .

طاقة المروق = 880 ÷ 4 = 220 لتر / ث = 792 م^3 / ساعة = 19008 م^3 / يوم .

بمعنى طلمبة عكرة لكل مروق .

أفضل المروقات هى المروقات المستطيلة لأنه لايوجد بها مناطق ميته أما المروقات الدائرية فيوجد بها مناطق ميتة .

بفرض تم إختيار مروقات دائرية (مروب ومروق) .

المروبات :

مدة مكث بالمروب من 20 دقيقة إلى 40 دقيقة .

بفرض مدة المكث 30 دقيقة .

حجم المروب = 30 × 60 × 220 = 396 م^3 .

بفرض عمق المياه بالمروب 3 متر .

مساحة سطح المروب = الحجم ÷ العمق = 396 ÷ 3 = 132 م^2 .

ط × نق2 = 132

نق = 6.5 متر .

قطر المروب = 13 متر .

المروقات :

مدة المكث بالمروق والمروب من 2 إلى 3 ساعة .

بفرض مدة المكث 2.5 ساعة .

مدة المكث بالمروب 30 دقيقة تصبح مدة المكث للمروق 2 ساعة .

حجم المروق سيتم حساب الحجم للمروب والمروق معا الآتى :

حجم المروق = (2.5 × 60) × 60 × 220 ÷ 1000 = 1980 م^3 .

بفرض عمق المياه بالمروق 4.5 متر .

مساحة سطح المروق = 1980 ÷ 4.5 = 440 م^2 .

ط × نق2 = 440

نق = 11.8 متر .

قطر المروق = 23.6 متر .

حجم منطقة الترويق = 1980 – 396 = 1584 م^3 .

سحب الروبة من المروق :

طاقة المروق فى اليوم = 19000 م^3 / يوم .

يتم سحب من 2 % إلى 3 % من طاقة المروب لكسح الروبة يوميا بفرض 2 % .

كمية المياه التى يتم سحبها يوميا = 0.02 × 19000 = 380 م^3 يوميا .

لتحديد التصرف الفعلى لخط صرف الروبة من المروقات يتم تنفيذ الآتى :

1- قفل محبس المياه من بئر التوزيع لأحد المروقات .

2- فتح محبس صرف الروبة للمروق كاملا (محبس السكينة وليس التلسكوبى) .

3- تحديد منسوب سطح المياه مع تشغيل ساعة إيقاف لحساب الزمن .

4- بعد عشرة دقائق يتم قياس منسوب سطح المياه .

5- بفرض فرق المنسوب 25 سم أى 0.25 متر .

6- كمية المياه المنصرفة خلال 10 دقائق = مساحة سطح المروق × فرق منسوب المياه
= 440 × 0.25 = 110 م^3 .

تصرف خط صرف الروبة فى الدقيقة = 110 ÷ 10 = 11 م^3 .

الزمن اللازم لكسح الروبة من المروق = كمية المياه ÷ التصرف فى الدقيقة
= 380 ÷ 11 = 35 دقيقة يوميا لكل مروق .

بفرض كسح الروبة كل وردية (كل 8 ساعات) سيتم فتح المحبس 3 مرات يوميا .

مدة فتح المحبس = 35 ÷ 3 = 12 دقيقة كل مرة تقريبا .

بفرض كسح الروبة كل 6 ساعات سيتم فتح المحبس 4 مرات يوميا .

مدة فتح المحبس للمرة الواحدة = 35 ÷ 4 = 9 دقيقة كل مرة تقريبا .

يتم فتح المحابس بالتناوب للمروقات بالتتالى .

المرشحات :

يتم حساب عدد المرشحات كالآتى :

عدد المرشحات = 0.044 × $\sqrt{\text{طاقة المحطة م}^3\text{ فى اليوم}}$
= 0.044 × $\sqrt{69120}$ = 0.044 × 263 = 12 مرشح .

يتم إضافة عدد 2 مرشح لتصبح إجمالى عدد المرشحات 14 مرشح .

المرشحات المضافة عبارة مرشح غسيل ومرشح رفع كفاءة .

طاقة المحطة 880 لتر / ث .

عدد المرشحات العاملة 12 مرشح .

تصرف المرشح الواحد = 880 ÷ 12 = 73 لتر / ث .

تصرف م^2 من المرشح تساوى 2 لتر / ث .

مساحة سطح المرشح الواحد = 73 ÷ 2 = 36 م^2 .

حساب مياه الغسيل للمرشح :

المتر المربع من المرشح يحتاج من 15 م^3 إلى 35 م^3 مياه فى الساعة .

بفرض إختيار 25 م^3 مياه للمتر مربع من المرشح .

تصرف طلمبة الغسيل العكسى = 25 × 36 = 900 م3 / ساعة .

بفرض إختيار طلمبة الغسيل العكسى بنفس مواصفات طلمبة المياه العكرة = 792 م^3 / ساعة .
نصيب المتر المربع من المرشح = 792 ÷ 36 = 22 م^3 / م^2 فى الساعة .
يفضل أن تكون طلمبات الغسيل العكسى هى نفس طلمبات العكرة إن أمكن وتم تحقيق المطلوب .
حساب هواء الغسيل للمرشح :
المتر المربع من المرشح من 35 م^3 هواء إلى 70 م^3 هواء فى الساعة .
بفرض 60 م^3 هواء للمتر المربع فى الساعة .
طاقة البلاور = 60 × 36 = 2160 م^3 هواء فى الساعة عند ضغط 0.5 بار .
يجب على المهندسين والكيميائيين والفنيين بالمحطة أن يكون لديهم بيانات عن المحطة وهى :
1- تصرف طلمبات المياه العكرة وأقطار خطوط السحب والطرد .
2- قطر خط المياه الرئيسى من عنبر لمياه العكرة حتى بئر التوزيع وسرعة المياه به .
3- حجم بئر التوزيع وعمق المياه به ومدة المكث ببئر التوزيع .
4- عدد المروقات لكل مرحلة إن وجدت أكثر من مرحة بالمحطة .
مع معرفة حجم المروب ومدة المكث به وحجم المروق ومدة المكث به وتصرف خط كسح الروبة كما ذكر بعالية وسرعة القلابات وتدارج السرعة لكل قلاب كما تم شرحه فى الترويب والترسيب وتدارج السرعة .
5- قطر خط المياه من لمروقات للمرشحات وسرعة المياه به (يجب ألاتزيد لسرعة بخط المياه من المروقات للمرشحات عن 0.9 م / ث من 0.5 إلى 0.6 م / ث) حتى لاتتكسر ندف الشبة .
6- عدد المرشحات بكل مرحلة والطاقة التصميمية لكل مرشح مع إحتساب طاقة لمرشحات بدون عدد 2 مرشح .
مثال : محطة تصرف 800 لتر / ث . محطة قائمة بها عدد 10 مرشح ومساحة المرشح الواحد 50 متر مربع وعدد 3 طلمبة غسيل عكسى تصرف الواحدة 220 لتر / ث وبلاور غسيل المرشحات تصرف 50 م^3 / دقيقة . إحسب النوتة الحسابية التشغيلية للمرشحات .
الحل :
تصرف المحطة = 800 لتر / ث ميه مرشحة .
المياه العكرة = 1.1 × 800 = 880 لتر / ث .
عدد المرشحات العاملة = 8 مرشح عامل .
عدد 2 مرشح (مرشح فى الغسيل + مرشح رفع كفاءة) .
تصرف المرشح الواحد = 880 ÷ 8 = 100 لتر / ث .
تكون مساحة المرشح = 100 ÷ 2 = 50 متر مربع تقريبا .
مياه الغسيل :
يحتاج المتر الربع من الرشح من 15 إلى 35 م^3 / ساعة مياه للغسيل العكسى .
تصرف طلمبة مياه الغسيل العكسى = 220 لتر / ث = 220 × 3.6 = 792 م^3 / ساعة .
نصيب م^2 من سطح المرشح من المياه = 792 ÷ 50 = 15.84 م^3 مياه / م^2 من سطح المرشح .
وهذه نسبة متدنية وحتى فى حالة كفاءة طلمبات الغسيل العكسى 100 % .
يتم تشغيل عدد 2 طلمبة أثناء الغسيل العكسى .
نصيب م^2 من سطح المرشح من المياه = (792 × 2) ÷ 50 = 31.68 م^3 مياه / م^2 من سطح المرشح .
فى حالة تشغيل طلمبة واحدة وتدنى كفاءة طلمبة الغسيل العكسى لأحد الأسباب سيتم ظهور طمى على سطح المرشح وطحالب خضراء .

هوء الغسيل :

نصيب م^2 من سطح المرشح من الهواءمن 35 إلى 70 م^3 هواء / م^2 من سطح المرشح .

صرف بلاور غسيل المرشحات ت 50 م^3 / دقيقة = 50 × 60 = 3000 م^3 / ساعة .

نصيب م^2 من سطح المرشح من الهواء = 3000 ÷ 50 = 60 م^3 هواء / م^2 من سطح المرشح .

يتم أيضا مراجعة المواسير المتصلة بالمرشح (خط المياه المروقة – خط المياه المرشحة – خط مياه الغسيل العكسى – خط صرف مياه الغسيل – خط الهواء – خط محبس التحضير) كما ذكر قى تصميم المرشحات .

فى أحد الزيارات لمحطة تصرف المرشح الواحد 110 لتر / ث ومساحة المرشح 60 م^2 وأثناء التشغيل المرشح تلاحظ جفاف سطح الرمل أثناء الترشيح وهو غير مستحب .

وبمراجعة خط المياه المرشحة وجد 500 مم أى 20" .

تصرف خط المياه المرشحة عند سرعة 1 م / ث = 20 × 10 = 200 لتر / ث وهو تصرف أكبر من تصرف المرشح بكثير لذا يجب تركيب فلنشة صاج بها فتحة 12" بين محبس الترشيح ووصلة الفك والتركيب لكل مرشح بدلا من تغيير محبس الترشيح وخط الترشيح لكل مرشح .

إعداد

لواء مهندس

محمد عبدالوهاب خليل

أنواع وأسس التصميم للمرشحات

الغرض من المرشحات :

التصاق المواد العالقة الموجودة فى المياه المروقة على سطح حبيبات الرمل الموجودة على سطح 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 وهذه الطبقة هى المسئوله عن حجز المواد العالقة والغروية سواء كانت عضوية أو غير عضوية لذا لايتم دخول المرشح الخدمة إلا بعد تكوين هذه الطبقة .

1 – مرشحات الرمل البطيئة Slow Sand Filters

مكونات المرشح :

حوض من الخرسانة يحتوى على طبقة من حبيبات الرمل بسمك من 90 - 120 سم بقطر فعال من (0.25 – 0.35) مم ومعامل انتظام (1.7 – 2.00) وأسفلها طبقة من الزلط بسمك (30 – 60) سم وارتفاع المياه فوق سطح الرمل تصل إلى 150 سم، ويوجد تحت الزلط نظام لصرف المياه المرشحة وتكون إما بلوكات فخارية ذات فراغات أو مواسير أسمنتية أو بلاستيكية مثقبة وبإرتفاع حوالى (30-60) سم.

ويتم تنظيف المرشح الرملى البطئ يدوياً بكشط الطبقة العليا من الرمل بسمك 5 سم كل فترة زمنية من (6 – 8) شهور الى أن يصل سمك الرمل حوالى 40 سم (لايقل سمك الرمل عن 40 سم) .
يستخدم لترشيح المياه ذات العكارة البسيطة والتى لاتزيد عن 20 وحدة عكارة ويزيل 90 % منها .

أسس التصميم : -

- **معدل الترشيح : 5 – 8 م^3/م^2/يوم**
- **مساحة الترشيح : 500 – 1000 متر مربع للمحطات الصغيرة ويصل فى المحطات الكبرى إلى 4000 – 5000 متر مربع.**
- **سمك طبقة الرمل : 80 – 120 سم.**
- **سمك طبقة الزلط : 30 – 60 سم.**

أسفل المرشح : البلوكات الفخارية ذات الفراغات أو المواسير الاسمنتية المثقبة أو البلاستيك المثقبة (مع مراعاة ألا تزيد سرعة المياه داخلها عن 0.6 م/ث).
أرتفاع المياه : 1.2 – 1.5 متر (فوق سطح الرمل)
فترة الترشيح : ويتم تنظيف المرشح الرملى البطئ يدوياً بكشط الطبقة العليا من الرمل بسمك 5 سم كل من (6 – 8) شهور الى أن يصل سمك الرمل حوالى 40 سم .
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 0.25 إلى 0.35 مم.**
- **معامل الانتظام 1.7 إلى 2.00 .**
- **الثقل النوعى 2.55 إلى 2.65 .**
- **الإذابة فى حامض ايدروكلوريك لا يتعدى 3%.**
- **قطر حبيبة الرمل لا يتعدى 2مم.**

مواصفات الزلط :

- يكون كروى الشكل قوى منتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة.
- قطر الحبيبات يتراوح بين 3مم ، 60مم يفرد على أربعة طبقات بطريقة الأكبر أسفل والأصغر يكون أعلى
- الزلط كروى أبيض أو بيج أما الأسود والبنى مرفوض . لايوجد بالزلط كسر أونتوءات ويستبعد المبطط ويكون إرتفاع طبقة الزلط بالمرشح لايقل عن 30 سم ويكون بسمك من (45 – 60) سم .

تنظيف المرشح :

- **يتم يدوياً لكشط 5 سم من الطبقة العليا للرمل لعدة فترات متتالية بمعدل مرة كل من (6 – 8) شهور حتى يصل سمك طبقة الرمل الى 40 سم يتم زيادة طبقة رمل بنفس المقاس ليصبح سمك طبقة الرمل من (80 إلى 120) سم .**
- **يتم غسيل طبقة الرمل التى ازيلت فى ماكينات خاصة ويمكن إعادة استعماله بفرده أعلى سطح المرشح مرة أخرى .**

يجب مراعات الآتى فى تشغيل محطات الترشيح البطيئة :

1. **مطلوب تطهير بئر التوزيع من الطحالب الخضراء يوميا لما تسببه من مشاكل فى حالة وجودهـــــا .**
2. **ضبط ميول خطوط صرف المياه من المرشح الزلطى للمرشح الرملى (الخط الرئيسى والخطوط الفرعية) يكون الميل فى إتجاه صرف المياه من (2 – 3) %.**
3. **تر كيب محبس 8" لخط الصرف الرئيسى من المرشح الزلطى للمرشح الرملى لإستخدامه فى حالة الغسيل للمرشح الزلطى .**
4. **عمل بالونة 8" لخط الغسيل للمرشح الزلطى بها عدد 4 ولد حديد 4" لتركيب 4 خرطوم 4" لإمكانية توزيع المياه على سطح المرشح الزلطى للغسيل الأمثل للمرشح .**
5. **تدبير أحذية بلاستيك وتعقيمها لعدم مرور الأفراد أثناء الغسيل بالأحذية العادية على الوسط الترشيحى الزلطى.**
6. **المحطات التى تم تركيب نوافخ هواء بها لغسيل الوسط الزلطى يتم إستخدام النافخ فى عملية الغسيل وذلك بتشغيله فقط لعمل خلخلة بالوسط وبمجرد أن يتم توزيع المياه على مسطح المرشح بالكامل يتم إيقاف النافخ وفتح محبس صرف مياه الغسيل (ملحوظه : النافخ فى هذه المحطات للخلخلة فقط وليس لتعكير المياه على السطح لذلك يتم إيقاف النافخ بمجرد إنتظام المياه بمسطح الوسط الترشيحى الجارى غسيله بأقل وقت ممكن دون الإرتباط بمده زمنية).**

2 – مرشحات الرمل السريعة Rapid Sand Filters

مكونات الوحدة :

- **حوض من الخرسانة يحتوى على طبقة من الرمل بسمك من 60 إلى 75 سم و تحتها طبقة حامله من الزلط بمقاس فعال 2 - 40 مم بسمك من 45 سم إلى 60 سم ويكون أرتفاع المياه فوق سطح الوسط الترشيحي للمرشح لايقل عن 90 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 أو M أو N بلوك (ويلزم ضروة تنقية المياه بالمادة المروبة قبل دخولها للمرشحات).**
- **يتم تشغيل بلاور الهواء فقط لغسيل المرشح بتمرير ودفع الهواء لمدة لاتزيد عن 3 دقائق ثم دخول المياه المرشحة مع إستمرار الهواء فى إتجاه عكس الترشيح (إتجاه الهواء والمياه للغسيل عكس إتجاه المياه أثناء الترشيح) بعد تفكيك حبيبات الرمل بالهواء المضغوط ويتم إيقاف الهواء فى وقت معين لعدم هروب الرمل وتتم عملية الغسيل عندما يصل فاقد عمود الضغط من 1,2 - 1,5 م .**
- **الترشيح المباشر بدون مروقات تستخدم لترشيح المياه بدون مروقات حيث تتراوح العكارة بالمصدر (النيل أو الترعة) من (1 – 5) NTU .**

أسس التصميم :

- **سمك طبقة الرمل تتراوح من 80 – 100 سم وبقطر حبيبات الرمل 0.8 – 1.4 مم ومعامل انتظام 1.35 – 1.50.**

- سمك طبقة الزلط المتدرج لاتقل عن 30 سم وتتراوح بين (45 – 60) سم .
- مساحة المرشح تتراوح من 40 – 100 م^2 ولا يتعدى 150 م2 .
- معدل الترشيح من 140 – 220 م^3/م^2/اليوم.
- نسبة العرض : الطول 1 :1.25 أو 1 : 2 .
- أحيانا يستخدم طبقة واحدة من الرمل بسمك من (1 – 1.2) متر فى حالة إستخدام فوانى فقط (هذا غير مفضل عمليا حيث أن تلف أى فونية يعمل على هروب الرمل وكذا عدم تجانس الهواء أثناء الغسيل وظهور مناطق ميتة أثناء الغيسل خاصة فى منطقة الكمر الحامل لبلاطات الفوانى) .

ملحوظة :هذه الطريقة متبعة بمعظم المرشحات ذات البلاطات والفوانى مما يضعف تصرف المرشح ليصبح تصرف المرشح من 30 % إلى 60 % لأنه فى حالة الوسط الترشيحى رمل فقط تكون الفونية محاطة بلرمل وهذا يضعف تصرفها أما إذا كانت الفونية محاطة بالزلط فسيتضاعف تصرفها وتنتج الطاقة التصيمية وخاصة إن كان الزلط فوق الفوانى مباشرة من 20 م إلى 40 مم وهو السبب الرئيسى لتدنى تصرف المرشحات وأيضا يعمل على التوزيع السليم لهواء الغسيل للمرشحات وعدم ظهور مناطق ميتة ويحافظ على الفوانى ويطيل من عمرها .

- فترة الترشيح من (12 – 36) ساعة .
- إرتفاع المياه فوق الرمل أثناء الترشيح حوالى 1 متر ولاتقل بأى حال عن 0.5 متر أثناء الترشيح (لعدم تآكل البايو فيلم على سطح المرشح ولتجنب النحر على سطح المرشح) .
- يتم الغسيل بالمواصفات الآتية :
  - معدل مياه الغسيل من (20 – 35) م3 / م2 / ساعة و بضغط من 1.5 إلى 2 بار .
  - معدل الهواء من (55 – 75) م3 / م2 / ساعة و بضغط من 0.3 إلى 0.5 بار وسرعة الهواء بالماسورة الرئيسية من البلاور للمرشح من (15 – 25) متر / ثانية .
- سرعة المياه بالمواسير المتصلة بالمرشح :
  - سرعة المياه بمواسير دخول المياه المروقة للمرشح من (0.5 – 0.75) م / ث بمتوسط 0.6 م / ث .
  - سرعة المياه بمواسير المياه المرشحة من (0.6 – 1.5) م / ث بمتوسط 1 م / ث .
  - سرعة المياه بمواسير الغسيل العكسى (للخط الرئيسى) من (1.5 – 3) م / ث بمتوسط 2 م / ث .
  - سرعة المياه بمواسير الغسيل الفرعية من (2 – 3.5) م / ث بمتوسط 2.5 م / ث .
- سرعة المياه أسفل المرشح للمواسير المثقبة أو M بلوك لاتزيد عن 0.6 م / ث حتى لايحدث نحر فى M بلوك.
- مواصفات الرمل :
  - حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفلة وغير هشه.
  - سمك طبقة الرمل من 80 – 120 سم
  - المقاس الفعال من 0.6 إلى 1.5 مم ويفضل من 0.8 إلى 1.4 مم .
  - معامل الإنتظام من (1.35 – 1.5)
  - الثقل النوعى 2.55 إلى 2.65
  - الإذابة فى حامض الهيدروليك لايتعدى 3.5 %
- قطر الرمل لايتعدى 2 مم . (القطر : أقل من 2 مم رمل , أكبر من 2 مم زلط)
- مسامية الرمل من 30 % إلى 40 % .
- مواصفات الزلط :
  - يكون كروى الشكل قوى منتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة.
  - قطر الحبيبات يتراوح بين 2مم ، 40 مم يفرد على ثلاثة أو أربعة طبقات بطريقة الأكبر أسفل والأصغر يكون أعلى . ويكون الزلط كروى أبيض أو بيج أما الأسود والبنى مرفوض وكذا الكسر والنتوءات والمبطط مرفوض . سمك طبقة الزلط لايقل عن 30 سم ويكون بسمك من (45 – 60) سم حتى لايتمدد أثناء الغسيل العكسى إذا كان سمك الزلط أقل من 30 سم يحدث تمدد للزلط أثناء الغسيل العكسى ويحدث تداخل بالوسط الترشحى بين الرمل والزلط ويقل تصرف المرشح ويزيد مرات غسيل هذه المرشحات.
  - في حالة المواسير المثقبة تكون طبقة الزلط بسمك لايقل عن 30 سم (من 45 سم إلى 60 سم) بحيث يكون هذا الإرتفاع أعلى الراسم العلوى لمواسير الهواء أما أسفل مواسير الهواء فهو زلط من المقاس الكبير للمرشح بمعنى آخر يتم حساب طبقة الزلط الكبير من قاع المرشح حتى أعلى منسوب

الراسم العلوى لماسورة الهواء بحوالى من 15 إلى 20 سم ثم الزلط المتدرج بعد ذلك ويكون أسفل وأعلى مواسير الهواء من الزلط المقاس الكبير مقاس من (20 – 40) مم تقريبا حتى لايحدث تمدد للزلط أثناء الغسيل العكسى وتتقوس مواسير الهواء لأعلى الأمر الذى يؤدى لبعدها عن حائط المرشح وظهور مناطق ميتة من الهواء أثناء تشغيل البلاور وظهور طين على سطح الرمل ببعض المناطق خاصة بجوار الحوائط .

أنواع ومواصفات نظام التصريف التحتى للمرشحات :

أ – المواسير المثقبة :

(1) المواسير المثقبة لشبكة المياه

- مساحة الثقوب من (0.0015 – 0.003) من مساحة المرشح .
- مساحة مقطع المواسير الفرعية تساوى من (2 – 4) أضعاف مجموع مساحة الثقوب التى عليها .
- مساحة الماسورة الرئيسية تساوى من (1.7 – 2) أضعاف مجموع مساحة المواسير الفرعية التى عليها .
- جميع المواسير مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.
- الثقوب تكون منتظمة فى القطر والزاوية وتكون المسافة بين المواسير الفرعية بعضها البعض تساوى المسافة بين الثقوب تقريبا.
- قطر الثقب يتراوح بين 7.5 – 13 مم فى شكل متعرج (رجل غراب) لأسفل على زاوية 30° : 45 °مع الراسم السفلى لها.
- طول المواسير الفرعية لاتزيد عن 60 ضعف القطر الداخلى للماسورة .
- المسافات بين المواسير من 15سم : 30 سم.

(2) المواسير المثقبة لشبكة الهواء :

يتم عمل شبكة منفصلة للهواء فوق شبكة المياه ويكون مساحة مقطع الثقوب للمواسير الفرعية يساوى مساحة مقطع ماسورة الهواء الرئيسية وسرعة الهواء بالماسورة الرئيسية والفرعية لاتزيد عن 25 م / ث من (15 إلى 25) متر / ث .

ب – المصافى (الفوانى) :

- مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.
- نسبة إجمالى مساحة الفتحات المثقبة للمصافى : مساحة المرشح الفعال تساوى من (0.5 – 1.5 %) .

ج – M بلوك :

سيتم الشرح فيما بعد .

– **الكربون المنشط** **Activated Carbon**

تضاف أحياناً الى 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 ومشتقات الكلور الضارة .

الاستخدامات

يستخدم للحصول على مياه عالية الجودة خصوصاً فى حالات المياه الصناعية – أو عدم التأكد من إلقاء مخلفات صناعية أو مواد بترولية فى المصدر المائى تسبب تغيير ظاهر فى الطعم والرائحة.

أسلوب الإضافة

يضاف الكربون المنشط لمعالجة الطعم والرائحة إما على هيئة بودرة قبل عمليات الترويب أو فى القلاب السريع الخاص بالمروق أو فى الموزع وذلك بجرعات حسب كثافة ونوع الملوثات وتتراوح بين 8 – 25 جزء

فى المليون (جم/م3)، ومقاس الحبيبات تكون من 0.3 – 0.7 مم ويضاف عن طريق أجهزة مماثلة لإضافة الجير إما بالوزن أو بالحجم .

كما أنه توجد وسيلة أخرى لإضافة الكربون المنشط وذلك بإنشاء مرشحات كربونية ذات ضغط (pressure filters) يكون الوسط الترشيحى بالكامل من حبيبات الكربون المنشط أو يكون الوسط الترشيحى رمل + طبقة من الكربون بسمك 10 – 25 سم، ويكون حجم الحبيبات 0.8 – 2.2 مم وعمره الافتراضى من 2 – 3 سنوات، ويراعى فى التصميم ألا يفقد أثناء عمليات غسيل المرشحات بالماء أو بالهواء أو بهما معاً .

3 - مرشحات الضغط (النقالى) pressure filters

يتكون هذا المرشح مثل المرشح السريع من الرمل والزلط وشبكة المواسير السفلى ويختلف فى انه يوجد بداخل اسطوانة مقفلة من الحديد الصلب أو معدن آخر غير قابل للصدأ ويتحمل ضغط التشغيل ، ويتم ترشح المياه تحت ضغط يتجاوز 2 جوى ويمتاز بصغر حجمه واحتياجاته لمساحة أقل من المرشح السريع ويستخدم فى المحطات النقالى compact units وحمامات السباحة .

- تكون المرشحات إما رأسية أو أفقية من حيث محور الهيكل الاسطوانى للمرشح ، إلا أن سريان المياه فى كلا من الحالتين يكون رأسياً من أعلى الى أسفل، ويتم غسيله فى اتجاه عكس الترشيح .
- يستخدم فى ترشيح المياه السابق معالجتها بالمواد المجلطة .

أسس التصميم :

معدل الترشيح : 180 – 400 م^3/م^2/يوم
أبعاد المرشح : القطر يتراوح بين 0.50 م – 3.60 متر
: الطول يتراوح بين 1.00 متر – 7.5 متر
سمك طبقة الرمل : تختلف تبعاً لحجم المرشح وطوله
سمك طبقة الزلط : تختلف تبعاً لحجم المرشح وطوله .

- يضاف أحياناً طبقة عليا من فحم الانثراسيت فوق الرمل لتحسين نوعية المياه الخارجة .

نظام التصريف أسفل المرشحات: ويصنع من المواسير المثقبة أو المثبت عليها مصافى (فوانى) أو من البلاطات الانترانيت المثبت عليها مصافى .

فترة الترشيح : من 12 – 36 ساعة
معدل مياه الغسيل : 20 – 30 م^3/م^2/س
معدل هواء الغسيل : 55-75 م^3/م^2/ ساعة
- مواصفات الرمل : مماثلة لرمل المرشحات السريعة (المقاس الفعال 0.7– 1.35مم)
- مواصفات الزلط : مماثلة لزاط المرشحات السريعة
- مواصفات أسفل المرشحات : مماثلة لمرشحات الرمل السريعة للمواسير والمصافى

فلاتر الضغط

قطر الفلتر بالبوصة	قطر الزلط مم (من – إلى)								قطر الرمل مم (من – إلى)			
	40 -25		18 - 10		9 - 6		3 - 2		2 - 0.8		0.6 – 0.8.	
	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم	الوزن كجم	إرتفاع الوسط مم
20	-	-	50	190	25	80	32	108	91	484	50	173
24	-	-	75	211	50	113	41	99	132	496	100	245
30	-	-	150	265	75	108	64	98	200	473	157	245
36	-	-	225	262	100	90	100	96	332	497	300	293
48	-	-	350	286	175	98	175	105	525	492	450	275
60	-	-	450	286	375	99	250	96	775	468	650	254
72	-	-	800	310	400	100	375	100	1100	459	950	257
84	400	150	650	147	500	91	475	92	1400	426	1350	268
100	600	191	1000	140	700	90	650	89	2000	429	1950	273
120	1000	190	2000	170	1500	143	1550	148	3000	448	3000	292

مواصفات التشغيل لفلاتر الضغط

قطر الفلتر بالبوصة	قطر خط السحب والطرد بالبوصة	التصرف م3 / س من - إلى	معدل مياه الغسيل م3 / س	فاقد الضغط بالبار	ضغط التشغيل بالبار من - إلى	الوزن أثناء التشغيل كجم	الوزن فارغ كجم
20	1.5	5.7 – 3.4	7.9	1	7 - 1.5	490	365
24	1.5	7.9 – 4.5	10.9	1	7 - 1.5	680	530
30	1.5	13.6 – 6.8	15.9	1	7 - 1.5	1115	815
36	2.5	20.4 – 10.9	27.3	1	7 - 1.5	1940	1390
48	2.5	43.1 – 18.2	40.9	1	7 - 1.5	3270	2170
60	3	52.2 – 27.3	61.3	1	7 - 1.5	4640	3290
72	4	74.9 – 40.9	90.8	1	5 - 1.5	6455	4655
84	4	102.1 – 52.2	129.4	1	5 - 1.5	8325	5825
100	6	143 - 79.5	174.9	1	5 - 1.5	13445	9145
120	6	204.3 – 113.5	250	1	5 - 1.5	27000	15500

4 – طلمبات غسيل المرشحات

تستخدم الطلمبات الطاردة المركزية الرأسية أو الأفقية فى نظام الغسيل العكسى (Filter Backwash) لمرشحات الرمل السريعة ومرشحات الضغط وهى مماثلة فى النوعيات والمواصفات والأداء لطلمبات المياه العكرة لمعظم المحطات .

يحدد تصرف الطلمبة طبقاً لمعدل مياه الغسيل للمرشح والذى يتم اختياره على أساس من 15– 35 م^3/م^2/س لمرشحات الرمل السريع ومن 15 – 25 م^3/م^2/س لمرشحات الضغط وطبقاً لنوعية ونظام التشغيل أى هذه النسبة التى يتم إختيارها مضروباً فى مسطح الرمل داخل المرشح.

يحدد الرفع الديناميكى للطلمبة 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.

5 – 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 55 إلى 75 م^3/م^2/ ساعة وبضغط يتراوح بين 0.3 كجم/سم^2 إلى 0.5 كجم/سم^2 وبسرعة من 15 – 25 م/ث فى مواسير دخول هواء الغسيل للمرشح ويجب أن تكون شبكة الهواء منفصلة تماما عن شبكة المياه وتكون شبكة توزيع الهواء أعلى من شبكة المياه أسفل المرشح .

مكونات منظومة الهواء

تتكون منظومة الهواء فى محطات تنقية مياه الشرب من ضواغط الهواء Compressors ومعها خزانات تجميع هواء فى المحطات القديمة ، وفى الأنظمة الحديثة تستخدم نفاخات (Blowers) يدون خزانات ويتم توصيل الهواء من البلاور للمرشحات عن طريق مواسير ومحابس .

التصرف المطلوب

يتم حساب تصرف الهواء المطلوب فى الساعة بحساب المساحة السطحية للمرشح المطلوب غسيله وباستخدام معدل الهواء المضغوط حسب تصميم المرشحات.

الضغط

يتراوح ضغط الهواء المطلوب فى أعمال الغسيل من 0.3 إلى 0.5 كجم/سم2 ، ويجب أن يكون الضغط مستمراً ومنتظماً كما يجب أن يكون ضغط الهواء فى خزانات الهواء المجاورة للضواغط أزيد من الضغط المطلوب لأعمال الغسيل بمقدار 0.2 كجم/سم^2 فى المحطات القديمة والتى بها خزانات هواء لبلاورات الغسيل .

شحن الوسط الترشيحى والغسيل والتشغيل للمرشحات

1- للشحن السليم للوسط الترشيحى للمرشحات يجب مراعات الآتى :

1. يتم ضبط بلاطات الخرسانية بحيث أنه غير مسموح لوجود فراغات بين البلاطات فى الفواصل فوق أكتاف تحميل البلاطات للحفاظ على الوسط الترشيحى من الهروب لخزان المياه المرشحة.
2. يتم معالجة الفواصل ومعاينة سلامة الفوانى أو الإم بلوك أو المواسير المثقبة.
3. قبل بدء شحن الرمل والزلط يتم تشغيل طلمبة الغسيل العكسى لمعاينة حالة الفوانى والفواصل أو M بلوك أو المواسير المثقبة وتغطية السطح بحوالى من (5 – 10) سم مياه ثم إيقاف الطلمبة .
4. يتم تشغيل نافخ الهواء لمعاينة خروج الهواء بإنتظام على مسطح المرشح قبل وضع الوسط الترشيحى.
5. يتم تشغيل طلمبة الغسيل العكسى مع إستمرار تشغيل النافخ لمعاينة الهواء مع المياه وعدم إنقطاع الهواء فى حالة تشغيل المياه (يكون الهواء موزع توزيع منتظم على مسطح المرشح بالكامل) وإذا ظهر غير ذلك يتم المعالجة قبل الشحن .
6. تشغيل محابس المرشح للوقوف على صلاحية المحابس قبل الشحن .
7. يتم ملئ المرشح حتى منسوب الهدارات بالمياه المروقة 2 متر إرتفاع المياه ثم بدء شحن أول مقاس للزلط للحفاظ على المرشح من التلف أثناء نزول الوسط الترشيحى .
8. بعد وضع كمية المقاس الأول يتم تفريغ المياه مع الحفاظ على منسوب مياه لضبط سمك الوسط الترشيحى وتسوية الزلط بالمرشح ثم ملئ المرشح بالمياه حتى منسوب الهدارات ثم وضع المقاس الثانى وهكذا ملئ وتفريغ وتسوية مع كل مقاس .
9. بهذه الطريقة يتم غسيل الوسط الترشيحى أثناء الشحن وكذا المحافظة على الفوانى والبلاطات وM بلوك أو المواسير المثقبة من التلف أثناء إلقاء الوسط الترشيحى بالمرشح
10. فى حالة المرشح M بلوك النصفين يتم مراقبة المياه فوق الرمل للنصفين وفى حالة إرتفاع المياه بنصف أكثر من النصف الآخر لنفس المرشح يتم إتباع الغسيل كما سيذكر بعد لأنه فى حالة الغسيل على نفس الوضع فمعظم الهواء أثناء الغسيل يكون فى نصف المرشح الذى به منسوب المياه منخفض عن الآخر ويقلب الوسط الترشيحى فيصعد الزلط لأعلى والرمل لأسفل مما يعمل على هروب الوسط الترشيحى (الرمل) مع المياه المرشحة من بين M بلوك (لأن قطر الرمل أقل من 2 مم والمسافة بين M بلوك بعضها البعض من (4 – 5) مم .

2- لغسيل المرشحات بالطريقة السليمة:

1. ضبط عمق المياه فوق الوسط الترشيحى من (10 إلى 20 سم) قبل بدء الغسيل.
2. بدء تشغيل نافخ الهواء مدة (2 دقيقة).
3. تشغيل طلمبة الغسيل العكسي مع استمرار تشغيل نافخ الهواء.
4. إيقاف نافخ الهواء قبل التهدير بمسافة (10 سم) مع استمرار تشغيل طلمبة الغسيل العكسي حتى نظافة المرشح.

5. إيقاف طلمبة الغسيل العكسي ودخول المرشح الخدمة (فتح محبس دخول المياه من المروقات حتى ملئ الهدارات ثم فتح محبس المياه المرشحة).
6. غير مسموح بنزول مستوى المياه أعلى الوسط الترشيحى بأقل من (50 سم) أثنـــــــــاء التشغيـــــــل.
7. في حالة نزول مستوى المياه يتم إيقاف عدد مناسب من المرشحات للمحافظة على منسوب الميـــــــــــــــاه أعلى المرشحات العاملة .
8. غير مسموح ببدء الغسيل للمرشح المتكون من نصفين ومستوى المياه بناحية أعلى من الأخرى في هذه الحالة يتم تجفيف المرشح بالكامل ثم الملىء بطلمبة الغسيل العكسي حتى مستوى للمياه أعلى من الوسط الترشيحى بمنسوب من (10 ÷ 20 سم) ثم البدء في إجراءات الغسيل العادية وهى تشغيل نافخ الهواء طبقا لما سبق ذكره.
9. <u>التأثير السلبي لنزول مستوى المياه أعلى سطح المرشح الآتي :</u>
   1) تكسير البايو فيلم أعلى سطح المرشح.
   2) ارتفاع نسبة الألمونيوم بالمياه المنتجة (يظهر بشكل واضح في حالة المياه المنتجة من المروقات التي بها ندف شبة كثيرة).
   3) تكسير سطح المرشح ووجود دوامات بالرمال وعدم إنضاج المرشح.
   4) زيادة النيماتودا والبروتوزوا بالمياه المرشحة (يتم الحجز للنيماتودا والبروتوزوا بالمرشح بواسطة البايو فيلم) .

3- يجب الحفاظ أثناء شحن الوسط الترشيحى على الآتى :

1- المسافة بين سطح الرمل ومنسوب أعلى الهدار من (0.75 – 1) متر لعدم تهدير مياه زيادة أثناء الغسيل العكسى .
2- المسافة بين أسفل الهدار من تحت حتى منسوب سطح الرمل لاتقل عن 30 سم للسماح للرمل تحت الهدار بالتمدد أثناء الغسيل العكسى لنظافته .
3- المسافة بين هدار كسح مياه الغسيل وحائط المرشح لاتزيد عن 1 متر وبين الهدار والآخر من (1.5 – 2) متر وفى حالة عدم تحقيق هذا الشرط يتم عمل <u>الآتى</u> :
   ا- إنشاء هدارات معلقة معدنية تحقق هذه الشروط .
   ب- تعديل هدار كسح مياه الغسيل بحيث يكون عرض الحائط العلوى للهدار 50 سم وميله على الرأسى بزاويه 45 درجة وفى هذه الحالة يتم الغسيل بالهواء والمياه دون توقف الهواء أثناء التهدير ولا يتم هروب الرمل مع مياه الغسيل .
4- الزلط المتدرج لايقل عن 30 سم أعلى فتحات خروج الهواء (حتى لايتمدد الزلط أثناء الغسيل العكسى ويحدث تداخل بين الزلط والرمل ويقل تصرف المرشح) .
5- يجب ضبط منسوب هدارات كسح مياه الغسيل لتعمل فى آن واحد (الهدار ذو المنسوب الأقل يتم نظافة المرشح أمامه بسرعة) .

4- حساب فترات إجراء الغسيل العكسى للمرشحات بمحطة :

يتم إجراء الغسيل العكسى إذا وصل سمك البايو فيلم على سطح المرشح من (1.5 – 2) مم أى المتر المربع من المرشح حجز ما يعادل من (1 – 2) كجم فوق سطح المرشح يتم عندها إجراء الغسيل العكسى .

<u>يتم حساب فترات الترشيح وبدء الغسيل كالآتى :</u>

مثال :المياه المروقه بالمحطة ذو عكارة تساوى NTU 2 (المياه الخارجة من المروقات)وطاقة المرشح الواحد 100 لتر / ث ومساحة سطح المرشح 50 م2 طبقا للنوتة الحسابية للمحطة .
من هذه المعلومات يتم الآتى :
تصرف المرشح فى الساعة = 100 × 3.6 = 360 م3 / ساعة
وزن المواد العالقة فى المياه المروقة = NTU 2 × 2 = 4 جم / م^3 [وزن المواد العالقة بالمياه تساوى تقريبا من (0.7 – 2) × NTU = جم / م^3]
وزن المواد العالقة التى يتم حجزها المرشح فى الساعة = 4 × 360 = 1440 جم / ساعة
وزن ما يحجزه م^2 من العوالق فى الساعة = 1440 ÷ 50 = 28.8 جم / م^2 / ساعة
قترة الغسيل للمرشح = 1000 ÷ 28.8 = 34 ساعة (تم حساب على أساس 1 كجم لأنة فى حالة الغسيل العكسى لايتم نظافة المرشح بالكامل للحفاظ على البايو فيلم على السطح) .
فترة الغسيل للمرشح من (12 – 36) ساعة .
مما سبق يتضح أنه كلما زادت العكارة قلت المده بين الغسيل العكسى وهذا يحدث عندما تتدنى كفاءة المروقات .

5- الأعمال الخاطئة أثناء تشغيل المرشح :

1- أثناء تشغيل المرشح يتم تشغيل طلمبة الغسيل العكسى دون إجراءات الغسيل للمرشح (عند تشغيل طلمبة الغسيل العكسى على المرشح تحدث به تشققات بالوسط الترشيحى مثل الثقوب من أسفل إلى أعلى) وتعكير للمياه محدود على سطح الوسط الترشيحى وعند إيقاف طلمبة الغسيل العكسى وتشغيل المرشح فى وضع الترشيح تترسب العكارة بهذه الثقوب ويمكن أن تصل إلى الزلط وتكون كأعمدة طين وتتلف سرير المرشح وتؤدى إلى زيادة العكارة والكائنات الحية الدقيقة إن وجدت بالمصدر توجد بطرد المرشح وتصبح المياه مروقة وليست مرشحة ومتدنية المواصفات .

ويصاحب ذلك الآتى :

أ- ظهور طبقة فوم كثيفة بنى غامق (طبقة البايو فيلم التى تطفو على السطح بسبب تشغيل طلمبة الغسيل العكسى بدون غسيل) وليست رغاوى على سطح المرشح نتيجة تشغيل طلمبة الغسيل العكسى دون غسيل المرشح أما الرغاوى البنى الفاتح فهى من التهدبر للمياه على سطح المرشح .

ب- تلف سرير المرشح وزيادة المحتوى الطينى بالوسط الترشحى ووجود أعمدة طينية بالوسط الترشيحى .

2- لايتم تشغيل المرشح وفوق سطح المرشح كمية من الطمى تزيد عن 2مم وإذا زاد الطمى يحدث بسطح المرشح تشققات ويتدنى تصرف المرشح ونوعية المياه ويحدث فقاقيع بالمرشح نتيجة فقد الضغط العالى تحت الطبقة السطحية الطينية لسطح المرشح الغير مسامية ويحدث كتم بالمرشح وتبلغ زروة المشكلة إذا أخذ الهواء من المرشح بواسطة طلمبة الغسيل العكسى لأنه سيؤدى للأسباب السابق ذكرها .

3- مراجعة بلاورات الهواء خاصة غسيل المرشحات (فلاتر الهواء – منسوب الزيت – صمام الأمان الميكانيكى)

<u>للأسباب الآتية</u> :

أ- تلف فلاتر الهواء يؤدى إلى ضعف كمية الهواء للمرشحات مما يتسبب فى ظهور طين على سطح المرشح .

ب- عدم وجود فلتر هواء يؤدى إلى دخول الرمل مع الهواء أثناء تشغيل البلاور مما يؤدى لتلف البلاور وتظهر الصورة اللباد وطريقة تنظيفة وتركيبه .

ج- ضبط منسوب الزيت (زيادة الزيت يعمل على تسريب زيت من البلاور أثناء الغسيل للوسط الترشيحى – نقص مستوى الزيت يؤدى إلى تلف البلاور) .

د- صمام الأمان الميكانيكى فى حالة عدم ضبطه يعمل على تسرب الهواء المضغوط ونقص كمية الهواء للمرشح وفى حالة إختيار صمام الأمان خطأ يؤدى إلى تلف السيور والمحركات .

ه- يجب أن يكون صمام الأمان الميكانيكى لبلاور هواء يعمل عند ضغط حتى 0.6 بار وليس صمام ضاغط هواء يعمل عند أكثر من 5 بار (الشكل الأيمن صحيح أما الشكل الأيسر خاطئ) .

و- يجب تفريغ مياه المرشح المتوقف لفترة (أكثر من 24 ساعة) لعدم تكاثر الطحالب التى تفرز سموم وتسرب المياه الملوثة من محبس الترشيح لخزان المياه المرشحة .

4- المرشح النصفين وخاصة M بلوك عند ظهور نصف أعلى من نصف أثناء الترشيح وفى هذه الحالة عند البدء فى الغسيل العكسى يتم دخول الهواء فى النصف الذى يعمل المنخفض المياه وهذا يكون ضعف كمية الهواء لهذا النصف لأن هواء المرشح فى نصف واحد فقط يتم تقليب الزلط والرمل بشكل عالى ويعمل على نزول الرمل أسفل المرشح بسبب كمية الهواء العالية لذا يتم تسريب الرمل لخزان المياه المرشحة من الفواصل بين M بلوك (الرمل بقطر أقل من 2 مم والفواصل بين M بلوك حوالى 5 مم) وتظهر الصورة مرشحات بها زلط فقط أثناء التشغيل ولذا تكون مياه طرد المحطة متدنية المواصفات .

4- أثناء الغسيل العكسى للمرشح فى حالة تسريب بمحبس الترشيح أو محبس التعقيم أثناء الغسيل العكسى للمرشح وتعكير المياه على السطح بالهواء فقط فى بداية إجراء عملية الغسيل العكسى يتم نزول هذه الرواسب إلى العمق ويتوقف ذلك على كمية التسريب للمحابس ومدة تشغيل البلاور فقط لأنه عند تشغيل طلمبة الغسيل العكسى يتم ضخ المياه المرشحة من أسفل إلى أعلى لذا نوصى بعدم تشغيل بلاور الغسيل العكسى فقط أكثر من 3 دقائق ويكون غالبا دقيقتين فقط ثم تشغيل طلمبة الغسيل العكسى لتفادى هذا العيب.

منظومة الهواء الغير منتظم على سطح المرشح أثناء الغسيل العكسى

بمجرد الإنتهاء من ضبط الفوانى أو الإم بلوك أو المواسير المثقبة وقبل شحن الوسط الترشيحى للمرشح يتم إختبار توزيع الهواء على مسطح المرشح بالكامل بتنفيذ الآتى :

1- تشغيل طلمبة الغسيل العكسى لرفع المياه 10 سم فى المرشح .

2- إيقاف طلمبة الغسيل العكسى وتشغيل بلاور الهواء خاصة غسيل المرشحات .

3- مراقبة توزيع الهواء على كامل سطح المرشح وفى عدم إنتظام توزيع الهواء لايتم الشحن (لايتم بدء وضع الوسط الترشيحى بالمرشح) ويجب معالجة السبب أولا .

من الملاحظ أن الهواء فى 25 % من مسطح المرشح فقط وهذا يؤدى لظهور طمى على سطح المرشح وتصبح طاقة المرشح لاتزيد عن 40 % من الطاقة التصميمية وتزيد أو تقل هذه النسبة طبقا للمسطح الذى به هواء بالنسبة للمسطح المعدوم من الهواء وفى حالة الإم بلوك فى وجود هذه الحالة يتم تسريب الرمل إلى خزان المياه المرشحة وليس لطاقم التشغيل حيلة فى ذلك (خطأ تصميم أو تنفيذ) .

4- فى حالة إنتظام الهواء على مسطح المرشح ومع إستمرار تشغيل البلاور يتم تشغيل طلمبة الغسيل العكسى ومراقبة توزيع الهواء أيضا (يجب أن يكون الهواء موزع توزيع منتظم على مسطح المرشح بالكامل أثناء تشغيل البلاور وطلمبة الغسيل العكسى معا) يمكن أن يكون جزء أو كل المرشح يمنع منه الهواء بمجرد تشغيل طلمبة الغسيل العكسى رغم إستمرار تشغيل البلاور .

فى هذه الحالة يكون تصرف المرشح متدنى للغاية لأن العكارة على الجزء الذى به هواء إنتقلت للجزء الغير موجود به هواء أما إذا منع الهواء بالكامل فيظهر إطماء على سطح المرشح وتشققات على السطح تصل أحيانا لمنسوب الزلط بالقاع وإحتمال ظهور كائنات حية دقيقة بالمياه المرشحة إن وجدت بالمصدر ويكون التصرف لايزيد عن 30 % من الطاقة التصميمية .

الصورة تظهر مرشح أثناء الغسيل هواء ومياه ويكون تصرف المرشح النسبة بين الجزء الذى به هواء بالنسب للجزء المعدوم (متدنى الكفاءة) هذا وفى حالة الإم بلوك يتم تسريب الرمل من المرشح .

تصميم المرشحات

مثال :

مثال صمم مرشحات لمحطة طاقة 1000 لتر / ث مرحلة أولى وطاقة 1000 لتر / ث مرحلة ثانية .

الحل :

المرحلة الأولى – المرحلة الثانية :

أسس التصميم :

- **سمك طبقة الرمل تتراوح من 80 – 100 سم وبقطر حبيبات الرمل 0.8 – 1.4 مم ومعامل انتظام 1.35 – 1.50.**
- **سمك طبقة الزلط المتدرج لاتقل عن 30 سم وتتراوح بين (45 – 60) سم .**
- **مساحة المرشح تتراوح من 40 – 100 م^2 ولا يتعدى 150 م2 .**
- **معدل الترشيح من 140 – 220 م^3/م^2/اليوم وتؤخذ فى المتوسط 172 م^3/م^2/اليوم أى 2 لتر / ث للمترالمربع من سطح المرشح .**
- **نسبة العرض : الطول 1 :1.25 أو 1 : 2 .**
- **أحيانا يستخدم طبقة واحدة من الرمل بسمك من (1 – 1.2) متر فى حالة إستخدام فوانى فقط (هذا غير مفضل عمليا حيث أن تلف أى فونية يعمل على هروب الرمل وكذا عدم تجانس الهواء أثناء الغسيل وظهور مناطق ميتة على سطح المرشح أثناء الغسيل العكسى وتدنى تصرف المرشح) .**
- **فترة الترشيح من (12 – 36) ساعة .**
- **إرتفاع المياه فوق الرمل أثناء الترشيح حوالى 1 متر ولاتقل بأى حال عن 0.5 متر أثناء الترشيح (لعدم تآكل البايو فيلم على سطح المرشح ولتجنب النحر على سطح المرشح) .**
- **يتم الغسيل بالمواصفات الآتية :**

- معدل مياه الغسيل من (20 – 35) م3 / م2 / س بضغط من 1.5 إلى 2 بار .
- معدل الهواء من (55 – 75) م3 / م2 / س بضغط من 0.3 إلى 0.5 بار وسرعة الهواء بالمواسير (15 – 25) متر / ثانية .
- سرعة المياه بمواسير دخول المياه المروقة للمرشح من (0.5 – 0.75) م / ث بمتوسط 0.6 م / ث .
- سرعة المياه بمواسير المياه المرشحة من (0.6 – 1.5) م / ث بمتوسط 1 م / ث .
- سرعة المياه بمواسير الغسيل من (1.5 – 3) م / ث (للخط الرئيسى) بمتوسط 2 م / ث
- سرعة المياه بمواسير الغسيل الفرعية من (2 – 3.5) م / ث بمتوسط 2.5 م / ث .

- **سرعة المياه أسفل المرشح للمواسير المثقبة أو M بلوك لاتزيد عن 0.6 م / ث حتى لايحدث نحر فى M بلوك.**
- **مواصفات الرمل :**

- حبيبات قوية ومتجانسة ويحتوى على نسبة عالية من الكوارتز وخالى من الشوائب والطفلة وغير هشه.
- سمك طبقة الرمل من 80 – 120 سم
- القطر الفعال من 0.8 إلى 1.4 مم

– معامل الإنتظام من (1.35 – 1.5)
– الثقل النوعى 2.55 إلى 2.65
– الإذابة فى حامض الهيدروليك لايتعدى 3.5 %
- قطر الرمل لايتعدى 2 مم بأى حال أما القطر الأكبر من 2 مم يكون زلط .
- مواصفات الزلط :
- **يكون كروى الشكل قوى ومنتظم فى النوعية نقى وخالى من الشوائب والطفلة.**
- **قطر الحبيبات يتراوح بين 2 مم إلى 40 مم يفرد على ثلاثة أو أربعة طبقات بطريقة الأكبر أسفل والأصغر يكون أعلى . ويكون الزلط كروى أبيض أو بيج أما الأسود والبنى مرفوض وكذا الكسر والنتوءات والمبطط مرفوض . سمك طبقة الزلط لايقل عن 30 سم ويكون بسمك من (45 – 60) سم .**
- **في حالة المواسير المثقبة تكون طبقة الزلط بسمك لايقل عن 30 سم من 45 سم إلى 60 سم بحيث يتم حساب هذا الإرتفاع أعلى مواسير الهواء أما أسفل مواسير الهواء فهو زلط من المقاس الكبير للمرشح بمعنى آخر يتم حساب طبقة الزلط المتدرج من أعلى منسوب ماسورة الهواء أما أسفل مواسير الهواء يكون من الزلط المقاس الكبير من (20 – 40) مم تقريبا ويكون هذا المقاس من قاع المرشح حتى أعلى من ماسورة الهواء بمالايقل عن 15 سم ثم بعد ذلك المقاس الأقل فوقه وهكذا .**

1- كميات المياه (المرشحة – العكرة) لكل مرحلة :

طاقة المحطة = 1000 لتر / ث = 1000 × 3.6 = 3600 م^3 / ساعة = 3600 × 24 = 86 ألف م^3 فى اليوم مياه مرشحة .
ولكى يتم إنتاج هذه الكمية يجب أن تكون المياه العكرة تزيد 10 % عن كمية المياه المرشحة .
كمية المياه العكرة المطلوبة فى اليوم = 1.1 × 86 = 94.6 ألف متر مكعب فى اليوم .
كمية المياه العكرة = 1100 لتر / ث .
تستخدم الزيادة بنسبة 10 % من المياه العكرة عن المياه المرشحة بالمحطة كالآتى :
من 2 – 3 % لكسح الروبة من المروقات = 2000 متر مكعب فى اليوم تقريبا .
من 5 – 6 % لغسيل المرشحات = من 4000 إلى 5000 متر مكعب فى اليوم .
من 1 – 2 % تسريب محابس = 1000 متر مكعب يوميا .

2- عدد المرشحات :
عدد المرشحات = الجذر التربيعى لطاقة المحطة فى اليوم بالمتر المكعب × 0.044
= 0.044 (86000)$^{1\div2}$ = 12 مرشح عامل تقريبا .
عدد المرشحات بالمرحلة الأولى = 14 مرشح .
عدد المرشحات بالمرحلة الثانية = 12 مرشح .
إجمالى عدد المرشحات بالمرحلتين = 26 مرشح .
تم زيادة عدد 2 مرشح بالمرحلة الأولى ليكون مرشح بالغسيل ومرشح به صيانة (تغيير وسط ترشيحى – صيانة محابس – ضبط هدارات - ....) . ولذلك يتم إنتاج الطاقة التصميمية بصفة مستمرة أثناء الصيانة أو الغسيل .

3- مساحة المرشح الواحد :

طاقة المياه العكرة = 1100 لتر / ث تقريبا .
عدد المرشحات العاملة = 12 مرشح .
تصرف المرشح الواحد = 1100 ÷ 12 = 91.6 لتر / ث .
تصرف المتر المربع من المرشح = 2 لتر / ث تقريبا بما يساوى 172 متر مكعب للمتر المربع من المرشح فى اليوم .
مساحة المرشح الواحد = 91.6 ÷ 2 = 46 متر مربع تقريبا .
- من الكود المصرى : معدل الترشيح من 140 – 220 م^3/م^2/اليوم .
نسبة العرض : الطول من 1 :1.25 إلى 1 : 2 .
بفرض أن طول المرشح = 8 متر وعرض المرشح = 6 متر . نسبة العرض : الطول = 1 : 1.33
مساحة المرشح = 8 × 6 = 48 م2 .
طاقة المتر المربع من المرشح فى اليوم = 94600 ÷ (12 × 46) = 164.2 متر مكعب فى اليوم .

مواصفات نظام التصريف التحتى :

1- المواسير المثقبة :

أ – المواسير المثقبة لشبكة المياه :

- مساحة الثقوب من (0.0015 – 0.003) من مساحة المرشح .
- قطر الثقب من ربع بوصة إلى نصف بوصة .
- المسافة بين الثقوب من 15 إلى 25 سم لإسفل على شكل رجل غراب بزاوية 45 درجة .
- مساحة مقطع المواسير الفرعية تساوى من (2 – 4) أضعاف مجموع مساحة الثقوب التى عليها .
- مساحة الماسورة الرئيسية تساوى من (1.7 – 2) أضعاف مجموع مساحة المواسير الفرعية التى عليها .
- جميع المواسير مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.
- الثقوب تكون منتظمة فى القطر والزاوية والمسافة بين المواسير الفرعية تساوى المسافة بين الثقوب .
- قطر الثقب يتراوح بين 7.5 – 12 مم فى شكل متعرج (رجل غراب) لأسفل على زاوية 30° : 45 °مع الراسم السفلى لها.
- طول المواسير الفرعية لاتزيد عن 60 ضعف القطر الداخلى للماسورة .
- المسافات بين المواسير من 15سم : 30 سم.

ب – المواسير المثقبة لشبكة الهواء :

يتم عمل شبكة منفصلة للهواء فوق شبكة المياه ويكون مساحة مقطع الثقوب للمواسير الفرعية يساوى مساحة مقطع ماسورة الهواء الرئيسية وسرعة الهواء بالماسورة الرئيسية والفرعية لاتزيد عن 25 م / ث .

2 – المصافى (الفوانى) :

- مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.
- نسبة فتحات المثقبة المصافى : مساحة المرشح الفعال 0.5 – 1.5 %.

3 – M بلوك:

- سرعة المياه أسفل المرشح ل M بلوك لاتزيد عن 0.6 م / ث حتى لايحدث نحر فى M بلوك.

تصميم المواسير المتصلة بالمرشح :

بفرض المرشح نصفين (كل نصف بطول 8 متر والعرض 3 متر) .

تصرف أى ماسورة = القطر بالبوصة × نصف القطر بالبوصة = لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .

ا- ماسورة المياه من المروقات إلى المرشحات :

- من الكود المصرى : سرعة المياه بمواسير دخول المياه المروقة للمرشح من (0.5 – 0.75) م / ث بمتوسط 0.6 م / ث (تكون السرعة خطية من المروقات للمرشحات ولاتزيد عن 0.9 حتى لاتحدث دوامات فى هذه المواسير تفتت ندف الشبة أثناء إنتقال المياه من المروق للمرشح).

تصرف المياه من المروقات للمرشحات بالمرحلة الأولى = 1100 لتر / ث .

بفرض قطر الماسورة 1500 مم (60") يكون تصرفها = 60 × 30 = 1800 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .

سرعة المياه بالخط قطر 60" = 1100 ÷ 1800 = 0.61 متر / ث مطابق للكود .

سيتم إنشاء خط بنفس القطر للمرحلة الثانية .

يتم التدقيق فى سرعة المياه بهذا الخط لأنه فى حالة زيادتها عن الحد المسموح به سيتم تكسير ندف الشبة وصعبة تكون البايو فيلم على سطح المرشح بالشكل الصحيح .

ب- ماسورة المياه المرشحة :

تصرف المرشح الواحد = 1100 ÷ 12 = 91.6 لتر / ث .

- من الكود المصرى : سرعة المياه بمواسير المياه المرشحة من (0.6 – 1.5) م / ث بمتوسط 1 م / ث .

بفرض قطر ماسورة المياه المرشحة 14" يكون التصرف = 14 × 7 = 98 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث

سرعة المياه المرشحة بالخط 14" = 91.6 ÷ 98 = 0.93 متر / ث مطابق للكود.

ملحوظة : يوجد بعض محطات مياه يكون خط المياه المرشحة قطر 20 بوصة ومحبس الترشيح 20 بوصة لذا عند تشغيل هذه المرشحات يجف سطح المرشح من المياه المروقة ويحدث نحر بسطح الرمل تحت الهدارت وتدنى مواصفات المياه المنتجة فى هذه الحالة يتم تركيب فلنشة طبة بها فتحة بقطر 14 بوصة أو القطر المناسب الذى تم حسابة وتركيب هذه الفلنشة بين محبس القفل خاصة المياه المرشحة ووصلة الفك والتركيب لكل مرشح وهى أسهل طريقة بدلا من تغيير خطوط ومحابس الترشيح لجميع المرشحات .

ج- ماسورة مياه الغسيل وطلمبات الغسيل العكسى:

- من الكود المصرى :معدل مياه الغسيل من (20 – 35) م3 / م2 / س بضغط من 1.5 إلى 2 بار .

مواصفات طلمبة الغسيل العكسى : تصرف الطلمبة = 48 × 30 = 1440 متر مكعب فى الساعة وضغط 2 بار .

- من الكود المصرى :سرعة المياه بمواسير الغسيل من (1.5 – 3) م / ث (للخط الرئيسى) بمتوسط 2 م / ث .

تصرف الطلمبة = 48 × 30 = 1440 متر مكعب فى الساعة .

= 1440 ÷ 3.6 = 400 لتر / ث .

بفرض خط الغسيل العكسى 12" يكون التصرف = 12 × 6 = 72 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
سرعة مياه الغسيل بالخط 12" = 400 ÷ 72 = 5.6 متر / ث مخالف للكود .
بفرض خط الغسيل العكسى 14" يكون التصرف = 14 × 7 = 98 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
سرعة مياه الغسيل بالخط 14" = 333 ÷ 98 = 4.1 متر / ث مخالف للكود .
بفرض خط الغسيل العكسى 16" يكون التصرف = 16 × 8 = 128 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
سرعة مياه الغسيل بالخط 16" = 400 ÷ 128 = 3.1 متر / ث مخالف للكود .
بفرض خط الغسيل العكسى 18" يكون التصرف = 18 × 9 = 162 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
سرعة مياه الغسيل بالخط 18" = 400 ÷ 162 = 2.5 متر / ث مطابق للكود .
يمكن إختيار الخط 20 بوصة .

د- ماسورة تصريف مياه الغسيل :

سرعة المياه بمواسير صرف مياه الغسيل من (1 – 2) م / ث بمتوسط 1.5 م / ث .
بفرض خط صرف مياه الغسيل العكسى 20" يكون التصرف = 20 × 10 = 200 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
سرعة مياه الغسيل بالخط 20" = 400 ÷ 200 = 2 متر / ث مطابق للكود ولكنها على الحد الأعلى ويفضل أن يؤخذ القطر الأكبر وهو 24" .
بفرض خط صرف مياه الغسيل العكسى 24" يكون التصرف = 24 × 12 = 288 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
سرعة مياه الغسيل بالخط 20" = 400 ÷ 288 = 1.4 متر / ث مطابق للكود وهو الأفضل فى هذه الحالة .
إذا كانت مواسير تصريف مياه الغسيل لم تتحمل صرف المياه فيلاحظ ظهور طمى وأساخ على حوائط المرشح بمنسوب أعلى من الهدارات لأنه أثناء الغسيل ترتفع مياه الغسيل بالأوساخ أعلى من الهدارات نظرا لضعف تصريف مياه اغسيل بخط صرف مياه الغسيل للمرشح .

ه- ماسورة التحضير (التعقيم – التصفية) المرشح :

- من الكود المصرى :سرعة المياه بمواسير الغسيل من (1.5 – 3) م / ث بمتوسط 2.5 م / ث .
تصرف المرشح الواحد = 1100 ÷ 12 = 91.6 لتر / ث .
بفرض قطر ماسورة مياه التحضير 8" يكون التصرف = 8 × 4 = 32 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث
سرعة المياه المرشحة بالخط 8" = 91.6 ÷ 32 = 2.8 متر / ث مطابق للكود.

و- ماسورة وفتحات الهواء بالمرشح وبلاورات الغسيل العكسى :

مواصفات البلاور:
- من الكود المصرى :معدل الهواء من (50 – 75) م3 / م2 / س بضغط من 0.3 إلى 0.5 بار وسرعة الهواء بالمواسير (15 – 25) متر / ثانية .
مواصفات البلاور : تصرف البلاور = 48 × 60 = 2880 متر مكعب فى الساعة وضغط 0.5 بار .

= 2880 ÷ 3.6 = 800 لتر / ث .

بفرض ماسورة الهواء الرئيسية من البلاور 4 بوصة يكون تصرفها = 4 × 2 = 8 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
تصرف خط الهواء 4" عند سرعة 25 متر / ث = 8 × 25 = 200 لتر / ث .
هـذا الإختيــار غيــر صــحيح لأن ســرعة الهــواء بهــذا الخــط = 800 ÷ 8 = 100 متــر / ث مخالف للكود .
بفرض ماسورة الهواء الرئيسية من البلاور 6 بوصة يكون تصرفها = 6 × 3 = 18لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
تصرف خط الهواء 6" عند سرعة 25 متر / ث = 18 × 25 = 450 لتر / ث .
هذا الإختيار غير صحيح لأن سرعة الهواء بهذا الخط = 800 ÷ 18 = 44.4 متر / ث مخالف للكود .
بفرض ماسورة الهواء الرئيسية من البلاور 8 بوصة يكون تصرفها = 8 × 4 = 32 لتر / ث عند سرعة 1 متر / ث .
تصرف خط الهواء 8" عند سرعة 25 متر / ث = 32 × 25 = 800 لتر / ث .
هذا الإختيار صحيح لأن سرعة الهواء بهذا الخط = 800 ÷ 32 = 25 متر / ث مطابق للكود .
المرشح نصفين (كل نصف بطول 8 متر والعرض 3 متر) .
بفرض البلاطات بطول 1م وبعرض 0.75 متر يكون بكل نصف للمرشح عدد = 8 × 4 = 32 بلاطة .
عدد الفوانى = 50 × 48 = 2400 فونية وعدد الفوانى بالنصف الواحد 1200 فونية .
عدد الفوانى فى كل بلاطة = 1200 ÷ 32 = 37.5 فونية تقريبا وتؤخذ 35 فونية وتوزع على مساحة البلاطة كالآتى 7 صفوف و 5 أعمدة بكل بلاطة .
عدد الحوامل أسفل البلاطات بكل نصف = 7 حوامل للبلاطات .
عدد المسافات بين الحوائط والحوامل = 8 مسافات متساوية .
بفرض أن فتحات الهواء بكل مسافة بين الحوامل = فتحتين .
عدد فتحات الهواء بكل جانب = 2 × 8 = 16 فتحة .
إجمالى فتحات الهواء بالمرشح بالكامل = 16 × 2 = 32 فتحة .
مساحة مقطع ماسورة الهواء الرئيسية 8" (20 سم) = (3.14 ÷ 4) × (20)^2 = 314 سم^2 .
مساحة مقطع فتحة الهواء الواحدة أسفل البلاطات = مساحة مقطع الماسورة الأم ÷ عدد الفتحات .
= 314 ÷ 32 = 9.8 سم^2 .
مساحة مقطع الفتحة = (3.14 ÷ 4) × (ق)^2 = 9.8 سم^2 .
(ق)^2 = 9.8 ÷ (3.14 ÷ 4)
ق = 3.5 سم .
يتم إختيار ماسورة تكون قطر الفتحة الداخلية للماسورة 3.5 سم (بوصة ونصف).

نظام التصريف التحتى للمرشحات

يوجد ثلاثة أنواع للتصريف التحتى للمرشحات وهم :

1- بلاطات وفوانى .

2- M بلوك .

3- المواسير المثقبة .

1 – بلاطات والمصافى (الفوانى) :

- مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.

- نسبة فتحات المثقبة المصافى : مساحة المرشح الفعال 0.5 – 1.5 %.

المرشح نصفين (كل نصف بطول 8 متر والعرض 3 متر) .

بفرض البلاطات بطول 1م وبعرض 0.75 متر يكون بكل نصف للمرشح عدد = 8 × 4 = 32 بلاطة .

عدد الفوانى = 50 × 48 = 2400 فونية وعدد الفوانى بالنصف الواحد 1200 فونية .

عدد الفوانى فى كل بلاطة = 1200 ÷ 32 = 37.5 فونية تقريبا وتؤخذ 36 فونية وتوزع على مساحة البلاطة كالآتى 6 صفوف و6 أعمدة بكل بلاطة .

ويجب أثناء إنشاء البلاطات مراعات الآتى :

أ- لاتوجد فوانى فوق حوامل البلاطات (تؤدى إلى عدم تشغيل جميع الفوانى) .

ب- فتحات دخول الهواء لغسيل المرشح أسفل البلاطات مباشرة .

ج- تكون جيمع الفتحات مستقيمة بالمستوى الأفقى (موزعة) بحيث يخرج الهواء منتظم من جميع الفتحات.

د- مساحة مقطع الفتحات لخروج الهواء تساوى مساحة مقطع ماسورة الهواء الرئيسية من البلاور .

ه- فتحات الهواء موزعة بالتساوى بين كل كتفين حوامل للبلاطات بالتساوى .

ح يكون سطح البلاطات أملس وليس به ثقوب والخرسانات طبقا للكود المصرى .

ط- فى المرشح النصفين تكون الفتحات بالنصفين أفقية (حتى لايكون الهواء بنصف أكبر من النصف الآخر) .

2 – M بلوك :

الأبعاد M بلوك (الإرتفاع 20 سم – الطول 50 سم – العرض 15.5 سم) .

الخرسانة م3 يتكون من (0.8 م3 زلط فينو – 0.4 م3 رمل – 400 كجم أسمنت بورتلاند عادى) .

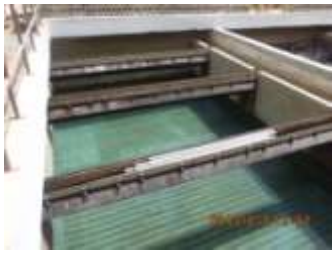
مواسير الهواء بقطر 50 مم بطول نصف المرشح (3 م) مطببه من أحد نهايتها والطرف الآخر مجهز للربط بماسورة توزيع الهواء .

ثقوب الهواء على المواسير الفرعية 50 مم رجل غراب لإسفل مائلة بزاوية 45 درجة على الرأسى ومساحة مقطع الثقوب جميعها بالمرشح الواحد تساوى مساحة مقطع الماسورة الأم .

<u>حساب الهدارات :</u>

بفرض أن الهدارات لكسح مياه الغسيل العكسى على جانبى المرشح تكون المسافة لكل هدار 2.5 وهذه المسافة لاتصح فى هذه الحالة ستترسب الرواسب على سطح المرشح (لأنه أثناء كسح مياه الغسيل يجب أن تكون المسافة الأفقية لمسار المياه بالعكارة حتى الهدار لاتزيد عن 1 متر) <u>لمعالجة هذه الحالة بطريقتين كالآتى :</u>

أ- تركيب هدارات معلقة بحيث يكون بين الهدار والآخر من 1.5 إلى 2 متر وبين الهدار والحائط لايزيد عن 1 متر فى محطات كثيرة وفى هذه الحالة يراعى أثناء الغسيل العكسى لايتم فتح محبس صرف مياه الغسيل إلا بعد وصول منسوب مياه الغسيل لمنسوب الهدار العلوى (حتى لايتلف التحبيش على الهدار ويتلف التثبيت) .



ب- عمل هدارى كسح مياه الغسيل الخرسانى من أعلى بسمك من 30 إلى 50 سم وبميل 45 درجة على الأفقى وفى هذه الحالة فقط يتم تشغيل الهواء والمياه معا ولايتم هروب الرمل ويتم إيقاف البلاور فقط بعد نظافة المرشح ثم إيقاف طلمبة الغسيل العكسى بعد التخلص من الهواء بالمرشح .

<u>حساب الهدارات الرئيسية والفرعية:</u>

<u>الهدارات الفرعية :</u>

يمكن تركيب بكل نصف للمرشح ثلاثة هدارات فرعية عرض الواحد 30 سم ويكون تصرفها لهدار الصرف الرئيسى بكل جنب . الجنب الواحد يضخ به نصف تصرف طلمبة مياه الغسيل والهدار الفرعى الواحد يحمل ثلث هذه المياه أثناء الغسيل .

تصرف طلمبة مياه الغسيل = 48 × 30 = 1440 متر مكعب فى الساعة .

تصرف مياه الغسيل بنصف المرشح = 720 م3 / ساعة .

<u>حساب الهدار الرئيسى لصرف مياه الغسيل بنصف المرشح بفرض أن لكل نصف مرشح هدار رئيسى منفصل :</u>

$Q = 1.77\ b\ h^{3/2}$

Q : تصرف الهدار م3 / ث

b : عرض القناة (الهدار) م

h : عمق المياه فى بداية القناة (الهدار) م

تصرف الهدار الرئيسى نصف المرشح = 720 م3 / ساعة = 720 ÷ (60 × 60) = 0.2 م3 / ث .

بفرض عرض الهدار من الداخل = 0.3 متر

يمكن حساب إرتفاع الهدار

$$0.2 = 1.77 \times 0.3 \times h^{3/2}$$

$$h = (0.377)^{2\div3} = 0.52\ cm .$$

يؤخذ الهدار الرئيسى بنصف المرشح بعرض داخلى 30 سم وإرتفاع 55 سم .

ميل الهدار فى إتجاه سريان المياه من 2 – 3 % . بفرض أن الميل 2 % .

<u>حساب الهدار الرئيسى لصرف مياه الغسيل للمرشح بفرض لكل الهدارات الفرعية تصرف على الهدار الرئيسى :</u>

تصرف الهدار الرئيسى = 1440 م3 / ساعة = 1440 ÷ (60 × 60) = 0.4 م3 / ث .

بفرض عرض الهدار من الداخل = 0.6 متر

يمكن حساب إرتفاع الهدار

$$0.4 = 1.77 \times 0.6 \times h^{3/2}$$

$$h = (0.377)^{2\div3} = 0.52\ cm .$$

يؤخذ الهدار الرئيسى للمرشح بعرض داخلى 60 سم وإرتفاع 55 سم .

ميل الهدار فى إتجاه سريان المياه من 2 – 3 % . بفرض أن الميل 2 % .

<u>حساب الهدار الفرعى لصرف مياه الغسيل بنصف المرشح :</u>

يتم تركيب عدد 3 هدار فرعى معلق أو خرسانى بحيث يحقق أن بين الهدار والحائط لاتزيد عن 1 متر وبين الهدار والآخر من 1.5 إلى 2 متر .

بنفس الطريقة السابقة

تصرف مياه الغسيل العكسى بنصف الهدار = 0.3 م3 / ث .

تصرف الهدار الفرعى الواحد = 0.3 ÷ 3 = 0.1 م3 / ث .

بفرض عرض الهدار من الداخل = 0.2 متر .

يمكن حساب إرتفاع الهدار

$$0.1 = 1.77 \times 0.2 \times h^{3/2}$$

$$h = (0.282)^{2\div3} = 0.43\ cm .$$

يؤخذ الهدار الفرعى بنصف المرشح بعرض داخلى 20 سم وإرتفاع 45 سم لعدد 3 هدارات فرعية .

يجب أن تكون المسافة من أسفل الهدار المقابل لسطح الرمل لاتقل عن 30 سم (هذه المسافة تسمح بتمدد الرمل أثناء الغسيل العكسى) . المسافة من أعلى الهدار حتى سطح الرمل من 0.75 إلى 1 متر .

إذا كانت الهدارات لم تتحمل صرف المياه فيلاحظ ظهور طمى وأساخ على حوائط المرشح بمنسوب أعلى من الهدارات لأن أثناء الغسيل ترتفع مياه الغسيل بالأوساخ أعلى من الهدارات .

3 – المواسير المثقبة :

(1) المواسير المثقبة لشبكة المياه :

- مساحة الثقوب من (0.0015 – 0.003) من مساحة المرشح .
- قطر الثقب من ربع بوصة إلى نصف بوصة .
- المسافة بين الثقوب من 15 إلى 25 سم لإسفل على شكل رجل غراب بزاوية 45 درجة .
- مساحة مقطع المواسير الفرعية تساوى من (2 – 4) أضعاف مجموع مساحة الثقوب التى عليها .
- مساحة الماسورة الرئيسية تساوى من (1.7 – 2) أضعاف مجموع مساحة المواسير الفرعية التى عليها .
- جميع المواسير مضادة للصدأ وتتحمل الضغط.
- الثقوب تكون منتظمة فى القطر والزاوية والمسافة بين المواسير الفرعية تساوى المسافة بين الثقوب .
- قطر الثقب يتراوح بين 7.5 إلى 12 مم فى شكل متعرج (رجل غراب) لأسفل على زاوية 30° : 45 °مع الراسم السفلى لها.
- طول المواسير الفرعية لاتزيد عن 60 ضعف القطر الداخلى للماسورة .
- المسافات بين المواسير من 15سم : 30 سم.

(2) المواسير المثقبة لشبكة الهواء :

يتم عمل شبكة منفصلة للهواء فوق شبكة المياه ويكون مساحة مقطع الثقوب للمواسير الفرعية يساوى مساحة مقطع ماسورة الهواء الرئيسية وسرعة الهواء بالماسورة الرئيسية والفرعية لاتزيد عن 25 م / ث .

الحل :

(1) المواسير المثقبة لشبكة المياه :

المرشح بطول 8 متر وعرض 6 متر بمساحة = 8 × 6 = 48 م2 .

مساحة سطح المرشح = 48 × 100 × 100 = 480000 سم2 .

- من الكود المصرى : مساحة الثقوب من (0.0015 – 0.003) من مساحة المرشح بمتوسط 0.002 .

مساحة مقطع الثقوب = 480000 × 0.002 = 960 سم2 .

- من الكود المصرى : قطر الثقب من 0.7 إلى 1.2 سم .

بفرض فطر الثقب 1سم .

مساحة مقطع الثقب = (3.14 ÷ 4) × (1)^2 = 0.785 سم2 .

إجمالى عدد الثقوب = مساحة الثقوب ÷ مساحة الثقب الواحد .

= 960 ÷ 0.785 = 1222 ثقب .

- من الكود المصرى : المسافة بين الثقوب من 15 إلى 25 سم لإسفل على شكل رجل غراب بزاوية 45 درجة .

بفرض المسافة بين الثقوب 20 سم والمسافة بين المواسير الفرعية 20 سم .

طول الماسورة الرئيسية للمياه = 8 متر والمواسير الفرعية كل 20 سم يصبح 5 ماسورة فرعية بالمتر .

عدد المواسير الفرعية = 8 × 5 = 40 يمين وعدد 40 يسار بإجمالى 80 ماسورة فرعية .

بفرض قطر الماسورة الرئيسية للمياه بمنتصف المرشح بقطر 60 سم .

عرض المرشح = 6 متر طول الماسورة الفرعية = (600 – 60) ÷ 2 = 270 سم .

عدد الثقوب بالماسورة الفرعية الواحدة = عدد الثقوب ÷ عدد المواسير = 1222 ÷ 80 = 15 ثقب .

المافة بين الثقوب = طول الماسورة الفرعية ÷ عدد ثقوب بالماسورة الفرعية = 270 ÷ 15 = 18 سم .

هذا الإختيار غير صحيح لأن المسافة بين الثقوب لاتساوى المسافة بين المواسير الفرعية .

سيتم إعادة الإختيار مرة أخرى والمطلوب زيادة المسافة بين الثقوب يعنى تقليل عدد الثقوب لزيادة المسافة بين الثقوب .

بفرض قطر الثقب = 11 مم بدلا من 10 مم .

مساحة مقطع الثقب = (3.14 ÷ 4) × (1.1)^2 = 0.95 سم2 .

إجمالى عدد الثقوب = 960 ÷ 0.95 = 1010 ثقب .

عدد الثقوب بالماسورة الفرعية = 1010 ÷ 80 = 12 ثقب .

المسافة بين الثقوب بالماسورة الفرعية = 270 ÷ 12 = 22.5 سم .

وهذه المسافة بين الثقوب أكبر من المسافة بين المواسير الفرعية ويتم إعادة الإختيار مرة أخرى بعد حساب قطر المواسير الفرعية وقطر الماسورة الأم .

- من الكود المصرى : مساحة مقطع المواسير الفرعية تساوى من (2 – 4) أضعاف مجموع مساحة الثقوب التى عليها بمتوسط 3 أضعاف .

إجمالى مساحة مقطع الثقوب التى على الماسورة الفرعية = 0.95 × 12 = 11.4 سم2 .

مساحة مقطع الماسورة الفرعية = 11.4 × 3 = 34.2 سم2 .

ط نق^2 = 34.2 سم2 .

نق = 3.3 سم .

القطر الداخلى للماسورة الفرعية = 6.6 سم تقريبا . يتم إختيار الماسورة الفرعية بقطر 75 مم .

- من الكود المصرى : طول المواسير الفرعية لاتزيد عن 60 ضعف القطر الداخلى للماسورة .

طول الماسورة الفرعية لايزيد عن 60 ضعف القطر = 60 × 7 = 420 سم .

طول الماسورة الفرعية 270 سم مناسب .

<u>الماسورة الرئيسية</u> :

- من الكود المصرى : مساحة الماسورة الرئيسية تساوى من (1.7 – 2) أضعاف مجموع مساحة المواسير الفرعية التى عليها بمتوسط 1.8 ضعف .

إجمالى مساحة جميع المواسير الفرعية = 34.2 × 80 = 2736 سم2 .

مساحة مقطع الماسورة الرئيسية = 2736 × 1.8 = 4925 سم2 .

ط نق^2 = 4925 سم2 .

نق = 39.6 سم . يكون القطر = 80 سم تقريبا .

قطر الماسورة الرئيسية للمياه = 800 مم .

بذلك يصبح طول الماسورة الفرعية الواحدة = (600 – 80) ÷ 2 = 260 سم .

المسافة بين الثقوب على الماسورة الفرعية = 260 ÷ 12 = 21.6 سم .

فرق المسافة بين الثقوب والمسافة بين المواسير الفرعية لايتعدى 1سم .

يمكن إعادة الحساب بفرض قطر الثقب = 10.5 مم بدلا من 11 مم .

مساحة مقطع الثقب = (3.14 ÷ 4) × (1.05)^2 = 0.865 سم^2 .

إجمالى عدد الثقوب = 960 ÷ 0.865 = 1109 ثقب .

عدد الثقوب بالماسورة الفرعية = 1109 ÷ 80 = 13 ثقب تقريبا.

المسافة بين الثقوب بالماسورة الفرعية = 260 ÷ 13 = 20 سم .

وبهذا نكون قد حققنا المسافة بين الثقوب تساوى المسافة بين المواسير الفرعية .

يراعى أثناء التركيب يكون ميل المواسير الفرعية والماسورة الرئيسية من 2 % إلى 3 % فى إتجاه سير المياه بها .

(2) المواسير المثقبة لشبكة الهواء :

يتم عمل شبكة منفصلة للهواء فوق شبكة المياه ويكون مساحة مقطع الثقوب للمواسير الفرعية يساوى مساحة مقطع ماسورة الهواء الرئيسية وسرعة الهواء بالماسورة الرئيسية والفرعية لاتزيد عن 25 م / ث .

- من الكود المصرى :معدل الهواء من (50 – 75) م3 / م2 / س بضغط من 0.3 إلى 0.5 بار وسرعة الهواء بالمواسير (15 – 25) متر / ثانية .

تصرف البلاور = 48 × 60 = 2880 متر مكعب فى الساعة وضغط 0.5 بار .

= 2880 ÷ 3.6 = 800 لتر / ث .

تم إختيار ماسورة الهواء الرئيسية من البلاور 8 بوصة .

تصرف خط الهواء 8" عند سرعة 25 متر / ث = 32 × 25 = 800 لتر / ث .

هذا الإختيار صحيح لأن سرعة الهواء بهذا الخط = 800 ÷ 32 = 25 متر / ث مطابق للكود .

عند تركيب خط الهواء فوق الخط الرئيسى للمياه سيكوب بين المواسير الفرعية للهواء وقاع المرشح حوالى 90 سم مما يجعل الغسيل غير جيد مستقبلا ولكن يمكن تقسيم خط الهواء الرئيسى لخطين فرعيين داخل المرشح وتكون الماسورتين الفرعيتين للهواء فوق المواسير الفرعية للمياه مباشرة وبجوار الحائط بيحيث تكون فتحات المواسير الفرعية للهواء بها من جانب واحد .

الماسورة الرئيسية للهواء تقسم إلى فرعين قطر الواحد 6" .

تصرف خط الهواء 6" عند سرعة 25 متر / ث = 18 × 25 = 450 لتر / ث .

كمية الهواء المخصصة لنصف المرشح = 400 لتر / ث .

سرعة الهواء بالخط 6" = 400 ÷ 18 = 22.2 م /ث مطابق للكود .

المرشح نصفين (كل نصف بطول 8 متر والعرض 3 متر) .

مساحة مقطع الماسورة 6" بقطر 15 سم = (3.14 ÷ 4) × (15)^2 = 177 سم2 .

بفرض قطر ثقب الهواء = 3 مم والمسافة بين المواسير الفرعية للهواء = 20 سم عدد المواسير الفرعية 40 ماسورة .

مساحة مقطع الثقب = (3.14 ÷ 4) × (0.3)^2 = 0.071 سم2 .

طول الماسورة الفرعية للهواء حوالى 280 سم بقطر خارجى 50 مم ومطبية من طرف ومجهزة للجميع مع ماسورة الهواء 6" .

عدد ثقوب الهواء بنصف المرشح = 177 ÷ 0.071 = 2492 ثقب .

عدد الثقوب بالماسورة الفرعية الواحدة = 2492 ÷ 40 = 62 ثقب .

المسافة بين ثقوب الهواء = 280 ÷ 62 = 4.5 سم وهذه المسافة صغيرة يتم مضاعة المسافة .

بفرض قطر ثقب الهواء = 4 مم والمسافة بين المواسير الفرعية للهواء = 20 سم عدد المواسير الفرعية 40 ماسورة .

مساحة مقطع الثقب = (3.14 ÷ 4) × (0.4)^2 = 0.1256 سم2 .

عدد ثقوب الهواء بنصف المرشح = 177 ÷ 0.1256 = 1409 ثقب .

عدد الثقوب بالماسورة الفرعية الواحدة = 1409 ÷ 40 = 35 ثقب .

المسافة بين ثقوب الهواء = 280 ÷ 35 = 8 سم .

يجب مراعات الآتى أثناء وضع الوسط الترشيحى فى المرشح :
1- أن يكون الزلط المقاس الكبير فوق الراسم العلوى لمواسير الهواء الفرعية بإرتفاع لايقل عن 15 سم .
2- أن يكون سمك الزلط المتدرج لايقل عن 30 سم من أعلى الراسم العلوى لماسورة الهواء الفرعية (من 45 إلى 60) سم .
3- كل الزلط أسفل ماسورة الهواء وأعلا منها بإرتفاع لايقل عن 15 سم وحتى قاع المرشح وهو المحيط أيضا بمواسير المياه من القطر الكبير (من 20 إلى 40 مم) .
كل مشاكل محطات الترشيح المباشر بسبب عدم الإختيار الصحيح للوسط الترشيحى .
فى هذه الأمثلة تم الحساب بطريقة مبسطة نسبة الإنحراف بها لاتزيد عن 2 % .

أمثلة توضيحية لبعض المشكلات

معامل النفاذية لبعض أنواع من التربة كمثال فقط لتوضيح سرعة المياه فى الأوساط المختلفة :

م	نوع ومكونات التربة	معامل النفاذية بالمتر / يوم	معامل النفاذية بالسنتيمتر / ساعة
1	تربة طينية عميقة	10^{-8} - 0.01	0.042 – 0.000000042
2	تربة طينية سطحية	0.2 – 0.01	0.833 – 0.042
3	تربة طفلية سطحية	1 - 0.1	4.2 – 0.42
4	ة رملية ناعمة مثل المرشحات البطيئة	15 -	21 - 4.2
5	تربة من الرمل المتوسط	20 - 5	84 - 21
6	تربة من الرمل الخشن	100 - 20	420 - 84
7	تربة طينية رملية زلطية	0.1 – 0.001	0.42 – 0.0042
8	تربة رملية زلطية	100 - 5	420 - 21
9	تربة زلطية	1000 - 100	4200 - 420

متوسط سرعة المياه أعلى الوسط الترشيحى = 8 متر / ساعة (ترشيح 8 م3 / م2 من سطح الرمل فى الساعة)
وهى تمثل مسافة ÷ الزمن = سرعة .
8 م / ساعة = 8000 ÷ 60 × 60 = 2.2 سم / ث .
وهى تمثل تقريبا تربة رملية زلطية من الجدول أعلاه .
أما إذا تكون طين على سطح المرشح فسيحدث به إنكماش وشقوق تصل حتى سطح الزلط وتؤثر على نوعية المياه . كما ستقل سرعة الترشيح بمقارنة الآتى :
(تربة طينية رملية زلطية : تربة رملية زلطية) = (0.1 : 100) يعنى تقل كمية المياه بشكل غير عادى وتكثر الشكاوى من قلة المياه رغم تشغيل نفس العدد من الطلمبات وإستهلاك كمية مياه كبيرة أثناء الغسيل العكسى للمرشحات .
أما إذا كان الوسط الترشيحى زلط فقط سيتم الترشيح أعلى 10 أضعاف من الطبيعى وستكون المياه مروقة فقط وليست مرشحة ومتدنية المواصفات.

تكون فقاعات الهواء بالوسط الترشيحى أثناء التشغيل :

يتم التشغيل الآمن للمرشحات عندما يكون منسوب سطح المياه أعلى من منسوب سطح الرمل بحوالى من 1 إلى 1.5 متر أثناء الترشيح ويجب أن يكون منسوب سطح المياه أثناء الترشيح لايقل عن 0.5 متر ولكن عندما يتم تشغيل عدد من المرشحات بتصريف أعلى من تصرف المياه المروقة الداخلة للمرشحات يحدث هبوط سطح المياه فوق المرشحات من (0.4 – 0.25) متر ويزيد أحيانا عن ذلك بأن توجد مناطق على سطح المرشح جافة تماما فى هذه الحالة تزيد قابلية إنحلال الغازات الذائبة فى المياه وتراكمها فى المسام للوسط الترشيحى وتتسبب فى إعاقة المياه وضعف تصرف المرشح وكثرة الغسيل العكسى وتهدير كمية كبيرة من المياه المرشحة ويزيد من هذه الظاهرة زيادة درجة حرارة المياه التى تعجل بإنحلال الغازات الذائبة أسرع لذا فى محافظات الصعيد يجب الإلتزام بمنسوب المياه لايقل عن 1 متر فوق الوسط الترشيحى وإذا قل يتم إيقاف مرشح أو إثنين من المرشحات العاملة أو أكثر وفى هذه الحالة سترتفع المياه فوق سطح المرشحات العاملة وأيضا بسبب الأكسجين المنطلق من الطحالب إن وجدت داخل الوسط الترشحى بسبب عملية البناء الضوئى .

أما فى مرشحات الضغط فلن تحدث هذه الظاهرة ولكن عندما يتم دخول هواء مع المياه من طلمبات تشغيل المرشحات فتحدث هذه الظاهرة ويقل تصرف الفلاتر بنسبة عالية ويلاحظ هذا عند تشغيل مرشحات الضغط وجود هواء متجمع كل فترات قليلة أثناء التشغيل يتم تفريغة من المحبس نصف بوصة العلوى فى المرشح ويجب معالجة هذه الظاهرة بصيانة الطلمبات .

تشكيل كرات الطين بالمرشح :

عندما يكون الغسيل العكسى غير كافى للمرشح أو غير صحيح فإن ذلك يسمح ببقاء الرواسب ملتصقة بحبات الرمل وهذه الكريات يصل قطرها من 2 – 5 مم أو أكثر وتتواجد هذه الكريات بسبب الآتى :

1- على سطح المرشح دليل على ترسيبات الأوساخ فوق سطح الرمال أثناء الغسيل بسبب :

ا- أثناء إجراء الغسيل العكسى للمرشح وعند تشغيل طلمبات الغسيل العكسى يوقف الهواء رغم إستمرار تشغيل البلاور فى كل المرشح أو جزء منه المنطقة الميته من الهواء يظهر على سطح المياه فوم وهى أكثر المناطق التى عليها طمى وتترسب على المناطق الميتة الرواسب .

ب- كمية الهواء من البلاور غير كافية وغالبا ما تكون بسبب عدم صيانة فلتر الهواء للبلاور إختيار قطر خط الهواء غير مناسب أو تسريب مستمر من صمام الأمان الميكانيكى أو تسيريب بخطوط الهواء القديم منها .

ج- منسوب هدارات المياه غير مضبوط (ليس أفقى) .

د- طاقة طلمبة الغسيل العكسى غير مناسبة أو تدنى كفائتها .

2- تكون كريات الطين فى عمق الرمل بالمرشح : (قد تؤدى إلى تسرب الكائنات الحية لأسفل المرشح)

ا- عدم الإلتزام بضبط منسوب المياه من 10 – 20 سم فوق سطح الرمل قبل تشغيل البلاور لإجراء عملية الغسيل العكسى للمرشح .

ب- تشغيل البلاور فقط فى بداية الغسيل لمدة زمنية أكثر من 3 دقائق .

ج- محبس الترشيح أو محبس التحضير لايحكم الغلق يؤدى إلى تسرب الأوساخ داخل الوسط الترشيحى وبعمق يتوقف عمق تغلغل الأوساخ بالوسط الترشيحى على كمية التسريب للمحبس خلال فترة تشغيل البلاور فقط وقبل تشغيل طلمبات الغسيل العكسى .

الجدول الآتى يبين المواد الكيميائية المستخدمة فى الغسيل العكسى وإجراءات الغسيل الصحيحة :

المواد الكيميائية	الكمية كجم / م2 من المرشح	فترة المكث بالساعة
حمض الكبريتيك	0.45	4
الصودا الكاوية	5	من 2 يوم إلى 3 أيام
الكلور	50	يومين

تأثير تداخل الوسط الترشيحى

(الرمل والزلط)

ذكرنا سابقا أن تصرف المتر المربع من المرشح من 140 إلى 220 م3 / م2 فى اليوم تؤخذ بمتوسط 172 م3 / م2 فى اليوم أى أن تصرف م2 من المرشح = 2 لتر / ث أى 8 م3 / م2 فى اليوم تقريبا .

بمعنى آخر أن المتر المربع من سطح الرمل سوف يمر منه 8 م3 من المياه أى أن سرعة المياه أعلى طبقة الرمل 8 متر فى الساعة .

سرعة هبوط المياه فوق المرشح أعلى طبقة الرمل = 8000 مم ÷ (60 × 60) = 2.22 مم / ث .

تصرف م2 من المرشح = 2 لتر / ث = 2000 سم^3 / ث = سرعة المياه خلال الرمل (سم / ث) × مساحة الفراغات للمتر المربع لسطح الرمل (سم^2) .

مساحة المتر المربع = 100 × 100 = 10000 سم^2 .

الكثافة النوعية لحبيبات للرمل = 2600 كجم / م^3 ولكن وزن المتر المكعب للرمل = 1600 كجم / م^3 .

الفرق بين الثقل النوعى ووزن الرمل = 2600 – 1600 = 1000 كجم / م^3 .

يمثل هذا الفرق بحجم الفراغات فى الرمل .

وتكون النسبة بين حجم مكونات الرمل وحجم الفراغات = 1000 ÷ 2600 = 38 % .
مساحة الفراغات للمتر المربع لسطح الرمل من (20 – 40) % من سطح الرمل بمتوسط 30 % .
مساحة الفراغات للمتر المربع لسطح الرمل (سم^2) = 10000 × 0.3 = 3000 سم^2 .
التصرف = السرعة × المساحة .
2000 = سرعة المياه خلال فراغات الرمل (سم / ث) × 3000 .
سرعة المياه خلال فراغات الرمل (سم / ث) = 2000 ÷ 3000 = 0.67 سم / ث
= 0.67 × 60 = 40.2 سم / دقيقة = 40.2 × 60 = 2412 سم / ساعة = 24.12 م / ساعة .
سرعات المياه خلال رمل المرشحات من (4 – 70) متر / ساعة .
مساحة الفراغات لسطح الرمل تسمح بمرور المياه بحركة زجزاجية من السطح إلى أسفل بفعل الجاذبية وتزيد هذه السرعة بزيادة إرتفاع عامود المياه فوق سطح الرمل مثل مرشحات الضغط (1 بار = 10 متر مياه) وفتحات الرمل تكون كثيرة ولكنها صغيرة جدا أما الزلط فتكون أيضا مساحة الفراغات من (20 – 40) % من سطح الزلط ولكن هذه الفتحات تكون كبيرة نسيبا مما تزيد سرعة المياه فى الزلط أكبر من الرمل بحوالى 10 أضعاف تقريبا .
مساحة الفتحات بين حبيبات الزلط تكون كبيرة كلما كان مقاس الزلط كبير وتكون صغيرة نسبيا كلما كانت مقاسات الزلط صغير مع العلم أن إجمالى الفراغات تكاد تكون متساوية فى المتر المربع لكل من الرمل وجميع مقاسات الزلط تقريبا . تصرف الزلط يكون أضعاف الرمل بسبب أن الفتحات كلما كانت كبيرة يكون فواقد الإحتكاك صغير ويكون التصرف أعلى . فى حالة عدم ضبط تدرج الزلط وتداخل الرمل فى الفراغات بين الزلط يقل التصرف للمرشح لأن الرمل فى الفراغات التى بين حبيبات الزلط (30 %) من سطح المرشح أى أن بنسبة إنتاج المرشح من المياه تكون 30 % من الطاقة التصميمية لأن سطح الرمل أصبح 30 % فقط من سطح المرشح .

أسباب تداخل الوسط الترشيحى للمرشح :

1- عدم الإلتزام بفصل كل مقاس من مقاسات الوسط الترشيحى أثناء الشحن (تعبة المرشح بالوسط الترشيحى).
2- المرشح النصفين أثناء التشغيل ومنسوب سطح المياه بالصفين غير مستوى (نصف عالى ونصف أقل منه) عند تشغيل الهواء أثناء الغسيل العكسى يكون أكثر من المطلوب فى النصف المنخفض وقليل جدا ويكاد يكون منعدم بالنصف المرتفع فى هذه الحالة يظهر الزلط على سطح المرشح ويتداخل الرمل بالزلط ويقل تصرف المرشح جدا وفى حالة الإم بلوك يهرب الرمل مع المياه المرشحة ويبقى الزلط الكبير بمقاس أكبر من 5 مم فقط وتتدنى مواصفات المياه المنتجة .
3- عدم إنتظام توزيع الهواء بالمرشح أثناء الغسيل العكسى يحدث نفس العيوب بالبند السابق علاوة على أن العكارة والأوساخ بالجزء الذى به الهواء تنتقل إلى الجزء الذى ليس به هواء أو ضعيف الهواء ويحدث ضعف فى تصرف المرشح وزيادة المحتوى الطينى بالوسط الترشيحى .
4- أثناء الغسيل العكسى بالهواء فقط يكون الهواء منتظم ولكن عند دخول المياه يقل جدا الهواء بالمرشح ويمكن أن ينعدم الهواء من المرشح بالكامل أو جزء منه ويظهر فوم على فوق مياه الغسيل على الجزء المنعدم الهواء به أو ضغيف الهواء به . فى هذا المرشح يظهر الطين على سطح المرشح ويقل التصرف جدا .

الصور السابقة زلط مقاس واحد فقط ورمل تم شحن المرشح سيحدث تداخل وتكون الإنتاجية 30 % من الطاقة التصميمية للمرشح .

كيفية إختيار أفضل وسط ترشيحى للمرشحات (مقاس – إرتفاع) :

هذا السؤال لدى كثير من المهندسين والكميائيين بالمحطات وأنا لاأجد أفضل من تحديد الوسط الترشيحى (مقاس الزلط والرمل – إرتفاع الزلط والرمل) لشركة كاليجان فى جدول مشحات الضغط للفلاتر الكبيرة ذات الأقطار أكبر من 84 بوصة .

مقاس الزلط المتدرج :

أفضل مقاس للزلط من أسفل إلى أعلى كالآتى :

1- زلط بقطر من 25 مم إلى 40 مم بإرتفاع لايقل عن 15 سم ولايزيد عن 20 سم ويكون هذا الإرتفاع محسوب من أعلى ثقوب خروج الهواء أثناء الغسيل العكس .

يمكن أيضا أن يكون المقاس من 20 مم إلى 35 مم بنفس المواصفات السابقة .

2- زلط بقطر من 10 مم إلى 18 مم بإرتفاع لايقل عن 10 سم ولايزيد عن 15 سم .

3- زلط بقطر من 6 مم إلى 9 مم بإرتفاع لايقل عن 10 سم ولايزيد عن 15 سم .

4- زلط بقطر من 2 مم إلى 3 مم بإرتفاع لايقل عن 10 سم ولايزيد عن 15 سم .

ليصبح إجمالى إرتفاع الزلط المتدرج من 45 سم إلى 60 سم ولايقل هذا الإرتفاع عن 30 سم حتى لايتمدد الزلط أثناء الغسيل العكسى ويتداخل الوسط الترشيحى ويقل تصرف المرشح .

فى المرشحات ذات المواسير المثقبة يجب أن يتم حساب الزلط المتدج من أعلى الراسم العلوى لمواسير الهواء أما أسفل مواسير الهواء حتى قاع المرشح فهو من الزلط المقاس الكبير وغير محسوب من الزلط المتدرج بمعنى آخر يكون إرتفاع الزلط المتدرج من أكبر مقاس حتى أصغر مقاس من 45 سم حت 60 سم فوق الراسم اعلوى لمواسير الهواء ذلك للتوزيع الجيد للهواء أثناء الغسيل العكسى ولعدم تمدد الزلط أثناء لغسيل الأمر الذى يؤدى إلى إنحناء المواسير وظهور مناطق ميتة بالمرشح وهروب الوسط الترشيحى .

مقاس الرمل :

سمك طبقة الرمل تتراوح من 80 – 100 سم ولاتقل عن 50 سم وقطر حبيبات الرمل 0.8 – 1.4 مم ومعامل انتظام 1.35 – 1.50.

ملحوظة : معامل الإنتظام مهم جدا لأنه فى حالة معامل الإنتظام يساوى واحد صحيح هذا يعنى أن الرمل بقطر واحد وهذا يحدث بالصدفة البحتة وفى عذه الحالة سيمر من الرمل جميع الكائنات الحية وهذا الوسط لايصلح .

إعداد
لواء مهندس
محمد عبدالوهاب خليل

طريقة حساب كفاءة المرشح

بطريقة سهلة جدا لمعرفة تصرف المرشح فى أى مرحلة (بعد الغسيل العكسى مباشرة أو بعد عدد معين من الساعات أو قبل الغسيل العكسى أو عند إستلام محطة جديدة) **يتم تنفيذ الآتى :**

١- يتم قفل محبس الترشيح مع إستمرار فتح محبس المياه المروقة حتى ملئ المرشح بالمياه المروقة .
٢- يتم قفل محبس المياه المروقة بالكامل بعد ملئ المرشح بالمياه المروقة حتى الهدارات .
٣- يتم فتح محبس المياه المرشحة بالكامل وبعد ذلك يتم قياس منسوب المياه بالمرشح مع تشغيل ساعة إيقاف وقبل سطح الرمل بحوالى ١٠ سم يتم قياس منسوب المياه وتسجيل الوقت من ساعة الإيقاف .
٤- تم تسجيل هذه البيانات ثم تشغيل المرشح ودخوله الخدمة .

من أسس تصميم المرشحات الآتى :

المتر المربع من المرشح السريع (لمحطة تقليدية أو محطة بدون مروقات) يرشح ٢ لتر / ثانية أى حوالى ٨ م^{٣} / ساعة .
بمعنى أن المتر المربع يرشح ٨ متر مكعب فى الساعة .
بمعنى آخر سرعة هبوط المياه فوق سطح المرشح = ٨ متر فى الساعة .
= ٨٠٠ سم فى ٦٠ دقيقة .
سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء التشغيل المثالى = ٨٠٠ ÷ ٦٠ = ١٣,٣ سم / دقيقة .

هذا الرقم يجب حفظة لجميع المهندسين والكيميائيين .

سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء الشغيل المثالى = ٨٠٠ ÷ ٦٠ = ١٣,٣ سم / دقيقة .

فإذا كان فى المثال السابق تم هبوط ١,٣ متر خلال ٢٣ دقيقة فكم تكون كفاءة المرشح .
يتم حساب سرعة هبوط سطح المياه على سطح المرشح فى الدقيقة كالآتى
سرعة الهبوط = مسافة الهبوط ÷ الزمن بالدقيقة = ١٣٠ ÷ ٢٣ = ٥,٦٥ سم فى الدقيقة .
سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء التشغيل المثالى = ٨٠٠ ÷ ٦٠ = ١٣,٣ سم / دقيقة .
كفاءة المرشح = سرعة هبوط المياه أثناء التشغيل ÷ سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء التشغيل المثالى
= (٥,٦٥ ÷ ١٣,٣) × ١٠٠ = ٤٢,٥ % .

مثال :

محطة مياه جارى إستلامها إبتدائى بها عدد ١٢ مرشح والمطلوب قياس كفاءة المحطة (كفاءة المرشحات) .

الحل :

توزيع المرشحات كالآتى
عدد المرشحات ١٢ مرشح منهم ١٠ عامل + ١ غسيل + ١ رفع كفاءة .
يتم تشغيل طلمبات العكرة بالطاقة التصميمية للمحطة مع تشغيل عدد ١٠ مرشحات فقط .
يتم قياس هبوط المياه على سطح كل مرشح على التوالى بالطريقة المشار إليها بعاليه وكانت النتائج التالية :

رقم المرشح	١	٢	٤	٥	٦	٧	٩	١٠	١١	١٢
مسافة الهبوط سم	٩٠	١٢٤	٨٩	١٣٣	١١١	١٠٢	١١٤	٩٨	١١٦	١٢١
زمن الهبوط بالدقيقة	١٠	١٥	١١	١٥	١٣	١٣	١٥	١١	١٣	١٥
سرعة هبوط المياه لكل مرشح سم / دقيقة	٩	٨,٢٦	٨,١	٨,٨٦	٨,٥	٧,٨٥	٧,٦	٨,٩١	٨,٩	٨,١
الهبوط المثالى سم / دقيقة	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣
كفاءة المرشح %	٦٧,٧	٦٢,١	٦٠,٩	٦٦,٦	٦٣,٩	٥٩	٥٧,١	٦٧	٦٧	٦١

كفاءة المرشحات هى المؤشر الحقيقى لكفاءة المحطة .
كفاءة المحطة = يتم تجميع كفاءة المرشحات ÷ عدد المرشحات التى تم حسابها .
= ٦٣٢,٣ ÷ ١٠ = ٦٣,٢٣ % .
فمثلا إذا كانت طاقة المحطة ١٠٠٠ لتر / ث .
فتكون كمية المياه التى يتم إنتاجها من المحطة = ١٠٠٠ × ٠,٦٣٢٣ = ٦٣٢,٣ لتر / ث .

ملحوظة :

يمكن كل فترة (نصف سنوية) قيام مهندسين وكميائيين المحطة حساب كفاءة المحطة وكفاءة كل مرشح وتسجيل ذلك بسجلات .

إعداد
لواء مهندس
محمد عبدالوهاب خليل

طريقة حساب كفاءة المرشح

بطريقة سهلة جدا لمعرفة تصرف المرشح فى أى مرحلة (بعد الغسيل العكسى مباشرة أو بعد عدد معين من الساعات أو قبل الغسيل العكسى أو عند إستلام محطة جديدة) يتم تنفيذ الآتى :

١- يتم قفل محبس الترشيح مع إستمرار فتح محبس المياه المروقة حتى ملئ المرشح بالمياه المروقة .

٢- يتم قفل محبس المياه المروقة بالكامل بعد ملئ المرشح بالمياه المروقة حتى الهدارات .

٣- يتم فتح محبس المياه المرشحة بالكامل وبعد ذلك يتم قياس منسوب المياه بالمرشح مع تشغيل ساعة إيقاف وقبل سطح الرمل بحوالى ١٠ سم يتم قياس منسوب المياه وتسجيل الوقت من ساعة الإيقاف .

٤- تم تسجيل هذه البيانات ثم تشغيل المرشح ودخوله الخدمة .

من أسس تصميم المرشحات الآتى :

المتر المربع من المرشح السريع (لمحطة تقليدية أو محطة بدون مروقات) يرشح ٢ لتر / ثانية أى حوالى ٨ م^{٣} / ساعة .

بمعنى أن المتر المربع يرشح ٨ متر مكعب فى الساعة .

بمعنى آخر سرعة هبوط المياه فوق سطح المرشح = ٨ متر فى الساعة .

= ٨٠٠ سم فى ٦٠ دقيقة .

سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء التشغيل المثالى = ٨٠٠ ÷ ٦٠ = ١٣,٣ سم / دقيقة .

هذا الرقم يجب حفظة لجميع المهندسين والكيميائيين .

سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء الشغيل المثالى = ٨٠٠ ÷ ٦٠ = ١٣,٣ سم / دقيقة .

فإذا كان فى المثال السابق تم هبوط ١,٣ متر خلال ٢٣ دقيقة فكم تكون كفاءة المرشح .

يتم حساب سرعة هبوط سطح المياه على سطح المرشح فى الدقيقة كالآتى

سرعة الهبوط = مسافة الهبوط ÷ الزمن بالدقيقة = ١٣٠ ÷ ٢٣ = ٥,٦٥ سم فى الدقيقة .

سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء التشغيل المثالى = ٨٠٠ ÷ ٦٠ = ١٣,٣ سم / دقيقة .

كفاءة المرشح = سرعة هبوط المياه أثناء التشغيل ÷ سرعة هبوط المياه بالمرشح أثناء التشغيل المثالى = (٥,٦٥ ÷ ١٣,٣) × ١٠٠ = ٤٢,٥ % .

مثال :

محطة مياه جارى إستلامها إبتدائى بها عدد ١٢ مرشح والمطلوب قياس كفاءة المحطة (كفاءة المرشحات) .

الحل :

توزيع المرشحات كالآتى

عدد المرشحات ١٢ مرشح منهم ١٠ عامل + ١ غسيل + ١ رفع كفاءة .

يتم تشغيل طلمبات العكرة بالطاقة التصميمية للمحطة مع تشغيل عدد ١٠ مرشحات فقط .

يتم قياس هبوط المياه على سطح كل مرشح على التوالى بالطريقة المشار إليها بعاليه وكانت النتائج التالية :

رقم المرشح	١	٢	٤	٥	٦	٧	٩	١٠	١١	١٢
مسافة الهبوط سم	٩٠	١٢٤	٨٩	١٣٣	١١١	١٠٢	١١٤	٩٨	١١٦	١٢١
زمن الهبوط بالدقيقة	١٠	١٥	١١	١٥	١٣	١٣	١٥	١١	١٣	١٥
سرعة هبوط المياه لكل مرشح سم / دقيقة	٩	٨,٢٦	٨,١	٨,٨٦	٨,٥	٧,٨٥	٧,٦	٨,٩١	٨,٩	٨,١
الهبوط المثالى سم / دقيقة	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣	١٣,٣
كفاءة المرشح %	٦٧,٧	٦٢,١	٦٠,٩	٦٦,٦	٦٣,٩	٥٩	٥٧,١	٦٧	٦٧	٦١

كفاءة المرشحات هى المؤشر الحقيقى لكفاءة المحطة .

كفاءة المحطة = يتم تجميع كفاءة المرشحات ÷ عدد المرشحات التى تم حسابها .

= ٦٣٢,٣ ÷ ١٠ = ٦٣,٢٣ % .

فمثلا إذا كانت طاقة المحطة ١٠٠٠ لتر / ث .

فتكون كمية المياه التى يتم إنتاجها من المحطة = ١٠٠٠ × ٠,٦٣٢٣ = ٦٣٢,٣ لتر / ث .

ملحوظة :

يمكن كل فترة (نصف سنوية) قيام مهندسين وكميائيين المحطة حساب كفاءة المحطة وكفاءة كل مرشح وتسجيل ذلك بسجلات .

بعض المهندسين والكميائيين سألو عن هل هذا الإختبار لجميع المرشحات التى بها مروقات ومرشحات أم لمحطات الترشيح المباشر فقط الإجابة لجميع المرشحات .

تلاحظ أثناء الإختبارات هبوط سريع للمياه أكثر من اللازم وهذا بسبب قطر خط المياه المرشحة وهو المتحكم الثانى فى معدل الهبوط . المتحكم الأول فى معدل هبوط المياه فوق الوسط الترشيحى هو الوسط الترشيحى نفسه وتدرجة ونظافته .

من الكود المصرى معدل الترشيح للمتر المربع من المرشح من ١٤٠ إلى ٢٢٠ م^{٣} فى اليوم .

بمعنى أن المتر المربع من المرشح يرشح من ٥,٨ إلى ٩,٢ م^{٣} فى الساعة .

بمعنى آخر يكون معدل هبوط المياه أعلى الوسط الترشيحى من ٥,٨ إلى ٩,٢ متر فى الساعة .
وبذلك يكون معدل هبوط المياه أعلى الوسط الترشيحى من ٩,٧ إلى ١٥,٣ سم فى الدقيقة .
بأخذ المتوسط يكون ١٣,٣ سم فى الدقيقة ممكن أن يزيد حتى ١٥,٣ سم / د بعد غسيل المرشح مباشرة ويقل معدل الهبوط مع الوقت أثناء التشغيل المستمر للمرشح بعد الغسيل حتى يصبح ٩,٧ سم / د يتم عندها غسيل المرشح .
كما ذكرنا فى تصميم المرشحات معدل خروج المياه المرشحة من خط المياه المرشحة للمرشح من ٠,٦ إلى ١,٥ متر فى الثانية بمتوسط ١ متر فى الثانية وهذه السرعة تتم بفرق المنسوب فقط وليست بطلمبات وقطر هذا الخط هو المتحكم الثانى لتصرف المرشح بعد الوسط الترشيحى .
فى حالة زيادة معدل الهبوط عن ١٥,٣ م / د تكون نوعية المياه غير جيدة بسبب الوسط الترشيحى ليس صحيحا (الوسط زلطى وليس رملى) أو خط صرف المياه المرشحة أسفل الوسط الترشيحى بقطر كبير عن المطلوب وهذه الأسباب تعمل على نزول المياه فوق الرمل وتآكل البايو فيلم وزوبان ندف الشبة التى على سطح المرشح وتغلغلها بالوسط الترشحى وتدنى نوعية المياه .
مثال بعض المرشحات مساحة من ٥٥ إلى ٦٠ م٢ ذات طاقة تصميمية من ١١٠ إلى ١٢٠ لتر / ث قطر خط المياه المرشحة من المرشح ٥٠٠ مم يعنى ٢٠ بوصة بعنى تصرف هذا الخط ٢٠٠ لتر / ث عند سرعة ١ م / ث أى ما يقرب من ضعف تصرف المرشح تقريبا ويكون هذا القطر مناسب لخط الغسيل العكسى وليس لخط المياه المرشحة وهذا يؤدى إلى الآتى :
١- هبوط منسوب المياه فوق سطح الرمل أثناء الترشح .
٢- بسبب هبوط المياه من الهدار المرتفع على سطح المياه بالمرشح القليلة الإرتفاع فوق الرمل تتكسر ندف الشبة والبايو فيلم المتكون على سطح الرمل ويحدث لها تغلغل فى الوسط الترشيحى وتزيد نسبة الألمونيوم فى المياه المنتجة وبسبب تآكل البايو فيلم من ندف الشبة على سطح الرمل تزيد من إحتمال بل تأكيد خروج كائنات حية دقيقة بالمياه المرشحة (البايو فيلم المتكون على سطح الرمل هو المسؤل الأول عن حجز الكائنات الحية الدقيقة على سطح المرشح) .
٣- ذكرنا فى تصميم المرشحات إذا كان تصرف الرمل ١ فتصرف الزلط حتى ١٠ أضعاف يعتمد على قطر الزلط كلما كبر القطر زاد التصرف وبما أن المرشح ذات وسط ترشيحى من فوق رمل ومن أسفل زلط متدرج الأقطار يكون بذلك تصرف المرشح من أسفل أكبر من أعلى لأن أعلى الوسط الترشيحى رمل وندف شبة مما يقلل سرعة المياه بالطبقة العليا للمرشح مما يتسبب فى حدوث خلخلة للضغط تحت الطبقة العليا من الرمال مما يتسبب فى إنحلال الغازات الذائبة فى المياه (كلما قل الضغط زادت إنحلالية الغازات الذائبة بالمياه والعكس صحيح) هذه الغازات المنحلة تسد مسام الوسط الترشيحى ويقل تصرف المرشح سريعا ونلاحظ أثناء التشغيل بالأتراسونيك كلما إنخفض منسوب المياه فوق الرمل تقفل محبس الترشيح اتوماتيكيا كل مدة قليلة تظهر على سطح المياه بالمرشح فقاقيع صغيرة على سطح المياه هذه هى الغازات المنحلة من المياه نتيجة الخلخلة أسفل الطبقة العليا من الرمل والتى فوقها البايو فيلم .

فترات الغسيل للمرشح :

١- مرشحات المحطات التقليدية :

المحطات التقليدية التى بها مروقات ومرشحات تحسب كالآتى :
عكارة المياه الخارجة من المروقات NTU يتم ضرب هذه القيمة فى ٢ يكون ناتج الضرب من العكارة جم / م^{٣} من المياه . يتم الغسيل العكسى للمرشح كلما حجز م^{٢} من سطح المرشح من ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ جم .

مثال :
خروج المياه من المروقات ٣ NTU متى يتم الغسيل العكسى للمرشحات .

الحل :
كمية العكارة فى المياه = ٣ × ٢ = ٦ جم / م^{٣}
متوسط الترشيح ٨ م^{٣} لكل متر مربع من سطح المرشح .
كمية العكارة التى يحجزها م^{٢} من سطح المرشح فى الساعة = ٨ × ٦ = ٤٨ جم / ساعة .
زمن الغسيل العكسى من ١٠٠٠ ÷ ٤٨ = ٢٠,٨ ساعة إلى ٢٠٠٠ ÷ ٤٨ = ٤١,٦ ساعة .

٢- محطات الترشيح المباشر :

هى المحطات التى لايكون بها مروقات .
كمية العكارة هى مجموع كمية عكارة المصدر بالإضافة إلى رواسب هيدروكسيد الألومنيوم نتيجة إضافة الشبة .
عكارة مياه المصدر NTU يتم ضرب هذه القيمة فى ٢ يكون ناتج الضرب من العكارة جم / م^{٣} من المياه أما كمية رواسب هيدروكسيد الألومنيوم نتيجة إضافة الشبة يتم ضرب جرعة الشبة جم / م^{٣} فى ٠,٤٤ يكون الناتج جم / م^{٣} من راسب هيدروكسيد الألومنيوم يتم تجميع النسبتين ليكون الناتج جم / م^{٣} من الرواسب ويتم الغسيل العكسى للمرشح كلما حجز م^{٢} من سطح المرشح من ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ جم .

مثال :
مياه المصدر ذات عكارة ٤ NTU وجرعة الشبة ١٥ جم / م^{٣} متى يتم الغسيل العكسى للمرشحات .

الحل :
كمية العكارة فى مياه المصدر = ٤ × ٢ = ٨ جم / م^{٣}
كمية الرواسب من هيدروكسيد الألومنيوم = ١٥ × ٠,٤٤ = ٦,٦ جم / م^{٣}
إجمالى كمية الرواسب = ٨ + ٦,٦ = ١٤,٦ جم / م^{٣}
متوسط الترشيح ٨ م^{٣} لكل متر مربع من سطح المرشح .
كمية العكارة التى يحجزها م^{٢} من سطح المرشح فى الساعة = ٨ × ١٤,٦ = ١١٦,٨ جم / ساعة .
زمن الغسيل العكسى من ١٠٠٠ ÷ ١١٦,٨ = ٨,٦ ساعة إلى ٢٠٠٠ ÷ ١١٦,٨ = ١٧,١ ساعة .

ملحوظة :

يجب الاتزيد عكارة مياه المصدر عن ٥ NTU لإنشاء محطات الترشيح المباشر أما إذا زادت مياه المصدر عن ٥ NTU يتم إنشاء محطات تقليدية (مروقات ومرشحات) لأنه سيتم إستهلاك مياه كبيرة من إنتاج المحطة نتيجة كثرة غسيل المرشحات (مدة الغسيل العكسى بين الغسلة والغسلة قليل) .

إعداد

لواء مهندس

محمد عبدالوهاب خليل

أسباب ظهور طعم العطانة بالمياه المرشحة

المياه الصالحة للشرب تكون عديمة كل من :

١- الطعم .

٢- الرائحة .

٣- اللون .

فى أثنا السدة الشتوية للنيل وضعف إستهلاك المياه للزراعة والأغراض الأخرى الأمر الذى يؤدى إلى ضعف سريان المياه بالنيل يؤدى هذا إلى زيادة العد الطحلبى فى المياه وزيادة الحمل العضوى بالمياه .

نلاحظ أثناء إستخدام المياه خلال شهرى يناير وفبراير من كل عام توجد رائحة غريبة فى المياه وخاصة أثناء إستخدام المياه الساخنة (أثناء الإستحمام بالمياه الساخنة) هذه الرائحة ليس لها تأثير صحى وهى ظاهرة طبيعية .

<u>ظهور رائحة العطانة بالمياه المرشحة</u> :

١- السبب الرئيسى هو إنخفاض منسوب المياه بالمأخذ وإرتفاع الطمى حتى فانوس سحب طلمبات المياه العكرة .

ولكى تلافى هذه الظاهرة يجب تطهير بيارة المأخذ لخفض منسوب الطمى والتكريك أمام المأخذ لخفض منسوب الطمى .

هذا الطعم ليس له تأثير على الصحة ولكن ينفر من إستخدام المياه للشرب (لأن المياه ليست عديمة الطعم) .

٢- إستخدام فلاتر القطن بالمنازل : عند إستخدام فلاتر القطن فى المنازل يتم الإستخدام المتقطع للمياه مما يعطى الفرصة لنمو وتكاثر الطحالب بالفلتر مما يسبب بعد إستخدام القلتر لأيام قليلة ظهور طعم العطانة فى المياه نتيجة نمو وتكاثر للبكتريا فى الفلتر ويزيد من هذا النمو طول مدة قفل الفلتر وتباعد المدة الزمنية بين القفل والفتح (لأن المياه بالفلتر تصبح مياه راكده) .

٣- عدم وجود كلور متبقى مدة طويلة : عدم وجود كلور متبقى مدة طويلة يسبب زيادة تكاثر البكتريا فى المياه وظهور طعم العطانة بها .

٤- نهايات الخطوط الميته بالشبكات : فى نهايات خطوط الشبكة وقلة الإستخدام للمياه من هذه الخطوط تصبح المياه راكدة وغير متجددة بالخط وينعدم الكلور بها وتظهر البكتريا وتتكاثر لعد وجود كلور وتظهر طعم العطانة بالمياه .

أسباب ظهور طعم الصرف الصحى بالمياه المرشحة

توجد شبكات مياه شرب منفصلة تماما عن شبكات مياه الصرف الصحى بكل شوارع المدن والقرى التى بها صرف صحى .

يتم إنشاء خطوط مياه الشرب بعيدة قدر الإمكان عن خطوط الصرف الصحى .

أسباب دخول مياه الصرف الصحى بخطوط المياه المرشحة :

شبكات مياه الشرب تعمل تحت ضغط بمعنى أن ضغط المياه داخل الخط أكبر من الضغط الجوى مما يؤدى إلى خروج المياه من داخل خط مياه الشرب إلى خارج الخط فى حالة التسريب منه لأن الوسط المحيط بخط المياه ذات ضغط جوى تقريبا لذا تسريب المياه من الأعلى ضغط إلى الأقل ضغط .

بعض المناطق يتم أمدادها بالمياه عن طريق مناوبات بمعنى يتم قفل المياه عن منطقة وفتح المياه لمنطقة أخرى يوميا مما تسبب فى تركيب مواتير رفع مياه من المستخدمين بالمنازل وهنا تكمن المشكلة الأساسية لدخول مياه الصرف الصحى داخل شبكة المياه المرشحة بسبب الآتى :

عند قفل المياه عن منطقة معينة طبقا لبرنامج التشغيل وقيام المستخدمين بتشغيل مواتير المياه المنزلية لقضاء إحتياجاتهم يتم سحب المياه من داخل شبكة مياه الشرب الأمر الذى يحدث خلخلة داخل الشبكة بمعنى أن الضغط داخل الشبكة يقل عن الضغط الجوى مما يؤدى إلى دخول المياه المحيطة بالشبكة إلى داخلها (مياه جوفية أو مياه صرف صحى إن وجدت) فى حالة وجود كسر أو ثقب بسيط بشبكة مياه الشرب ويزيد من هذا وجود تسريبات كبيرة من شبكة الصرف الصحى بالقرب من ثقب خط المياه المرشحة .

وفى حالة الإمداد بالمناوبات فى المناطق المنبسطة (عدم وجود مناطق مرتفعه ومناطق منخفضة بالمدينة) يتم توعية المشتركين بعدم تركيب مواتير بالطلمبات على شبكة المياه مباشرة بل يجب تركيب خزان مياه تكديس على الخط الواصل من شبكة المياه ويتم تركيب المواتير للسحب من الخزان وليس للسحب من الشبكة مباشرة وذلك للحفاظ على ضغط المياه بالشبكة لايقل عن الضغط الجوى مما يمنع عدم دخول المياه المحيطة بالخط من الخارج بالدخول داخل الخط .

أما إذا كان فرق المنسوب واضح بالمدينة (توجد مرتفعات ومنخفضات) ولايمكن الإمداد بالمياه لهذه المدينة إلا بالمناوبات وعند قفل المياه عن أى منطقة يكثر بها المرتفعات والنخفضات لجميع المناطق فعند سحب المياه من الشبكة بواسطة المشتركين بالمناطق المنخفضة تحدث خلخلة داخل الخط بالمناطق المرتفعة وتتسرب المياه من المحيطة بالخط بالمناطق المرتفعة إن وجدت كما فى الحاله السابقة ويتم دراسة كل منطقة على حدة بفرض أن منطقة معينة بها فرق المنسوب بين أعلى نقطة وأقل نقطة ١٥ متر يعنى ١,٥ بار يتم تنفيذ إحدى الطرق الآتية :

١- تركيب محابس ضبط الضغط على جميع مآخذ المشتركين بالأماكن المنخفضة لاتفتح الآعندما يكون الضغط بالشبكة ١,٥ بار وهى أفضل طريقة لهذه الحالة .

٢- إنشاء خزان أرضى تكديس بالمناطق المرتفعة ويتم إمداد الشبكة من هذا الخزان ويتم الحفاظ على عدم تفريغ هذه الخزانات بالكامل (يتم مراقبة هذه الخزانات وأمدادها قبل تفريغها بالكامل) للحفاظ على أقل ضغط بالشبكة يكفى لعدم تسريب المياه بداخلها .

٣- زيادة طاقة المحطة وعدم الإمداد بالمناوبات (يتم التشغيل لجميع الشبكات على مدار ٢٤ ساعة) .

لذا يتم التاكيد على أن يتم تركيب مآخذ المشتركين من الخط الرئيسى بعناية وعدم وجود تسريب من هذه الأماكن والحفاظ على الضغط بشبكة مياه الشرب أكبر من ١ بار إن أمكن فى أى وقت على مدار اليوم وفى حالة إصلاح كسر لخط المياه يتم غسيل هذا الخط بعد تمام الإصلاح مباشرة .

المرشح الزلطى الرملى الكربونى

فى حالة المآخذ فى نهايات ترع (مياه راكدة) تكون نسبة المواد العضوية عالية بالمياه العكرة وعند إستخدام الكلور الإبتدائى تتكون مركبات ثانوية وغالبا تكون هذه المواد مسرطنة . وللتغلب على نوعية المياه المتدنية بالتحليل الدائم للمياه وفى مثل هذه الحالة يتم إستخدام الفحم النشط فى المرشحات كالآتى :

1- يتم اختيار نوع العمق المناسب لكل سرير من الرمل او الزلط او الكربون بناءا على التركيب ونوع الاملاح الموجودة والعوالق والملوثات بالمياه .

2- التحليل الدائم والتغيير أو التنشيط للفحم الكربونى بالمرشح الذى يتراوح عمق الفحم فيه على اساس وجود 6 عوامل رئيسية تتمثل كل واحدة منها بعمق 6.6 سم لكل طبقة من عمق المرشح الكربونى النشط فيبدأ أولا الإزالة بالترتيب التالى

(الطعم ثم الطعم والرائحة ثم الطعم والرائحة واللون ثم الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد ثم الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد والمواد العضوية ثم الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد والمواد العضوية والكلورامين) كالآتى :

1- لإزالة الطعم فقط تكون سمك طبقة الكربون النشط = 6.6 سم .

2- لإزالة الطعم والرائحة يكون سمك طبقة الكربون النشط = 6.6 × 2 = 13.2 سم .

3- لإزالة الطعم والرائحة واللون يكون سمك طبقة الكربون النشط = 6.6 × 3 = 19.8 سم .

4- لإزالة الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد يكون سمك طبقة الكربون النشط = 6.6 × 4 = 26.4 سم .

5- لإزالة الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد والمواد العضوية يكون سمك طبقة الكربون النشط = 6.6 × 5 = 33 سم .

6- لإزالة الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد والمواد العضوية والكلورامين يكون سمك طبقة الكربون النشط = 6.6 × 6 = 39.6 سم .

ويجب معرفة إرتباط التركيبات ببعضها ونوع الاملاح الموجودة والعوالق والملوثات بالمياه .

إستهلاك الفحم :

كل 85 جرام من الكربون النشط المحبب بمقاس (1 - 3 مم) تكفى لتنقية كمية 260 متر مكعب من المياه المعالجة فى حالة ان الرقم الايودى = 500 مجم/مجم .

كل 125 جرام من الكربون النشط المحبب بمقاس (1 - 3 مم) تكفى لتنقية كمية 260 متر مكعب من المياه المعالجة فى حالة ان الرقم الايودى = 900 مجم/مجم .

مثال ذلك : (الطعم واللون والرائحة والكلور الزائد) مرتبطين مع بعضهم البعض ارتباطا طرديا بمنعنى كلما يزيد تركيز واحده يزيد تركيز الآخرين وعلى هذا ينصح بالعمق للكربون النشط رقم (4) والخاص بإزالة (الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد)

يكون سمك طبقة الكربون النشط =26.4سم .

مثال (1) :

محطة مياه طاقة 68000 متر مكعب فى اليوم بها عدد 10مرشحات سريعة بمكونات (رمل وزلط وفحم) إذا علمت أن (8 عاملة + 2 إحتياطى) المرشحات تعمل بالجاذبية الأرضية بأبعاد 6 × 8 متر و ان الرقم الايودى = 500 مجم/مجم
إحسب الآتى :

ا- كمية الكربون النشط على السطح للمرشح لإزالة الطعم والرائحة واللون والكلور الزائد .

ب- الزمن اللازم لتغيير الفحم أو إعادة تنشيطة .

الحل :

ا- مما سبق يكون سمك طبقة الفحم لأربع طبقات = 26.4 سم .

مساحة سطح المرشح = الطول × العرض = 6 × 8 = 48 متر مربع .

حجم الفحم النشط المطلوب للمرشح = مساحة المرشح بالمتر مربع × سمك الفحم بالمتر = 48 × 0.264 = 12.67 م3 .

حجم الفحم النشط المرشحات العاملة = 12.67 × 8 = 101.36 م3

كثافة الكربون النشط = (0.48 – 0.52) طن للمتر المكعب

وزن الفحم للمرشحات العاملة = 101.36 × 0.52 = 52.7 طن لعدد 8 مرشحات .

ب- الزمن اللازم لتغيير الفحم أو إعادة تنشيطة .

إستهلاك الفحم :

كل 85 جرام من الكربون النشط المحبب بمقاس (1 - 3 مم) تكفى لتنقية كمية 260 متر مكعب من المياه المعالجة فى حالة ان الرقم الايودى = 500 مجم/مجم .

إستهلاك الفحم النشط فى اليوم = (تصرف المحطة فى اليوم ÷ 260) × 85 = (68000 ÷ 260) × 85

= 22231 جم / يوم = 22.231 كجم / يوم .

الفترة الزمنية اللازمة لتغيير الكربون بالفلاتر أواعادة تنشيطها = وزن الكربون بالمرشحات العاملة كجم ÷ إستهلاك الفحم اليومى .

= 52700 ÷ 22.231 = 2370 يوم = 6.5 سنة .

إستهلاك الفحم النشط فى الشهر = 22.231 × 30 = 667 كجم فى الشهر .

وزن الفحم للمرشح الواحد = 52700 ÷ 8 = 6588 كجم .

عدد الشهور اللازمة لتنشيط فلتر بسعة (6588 كجم كربون نشط) = 6588 ÷ 667 = 10 أشهر .

يتم تنشيط فحم فلتر واحد كل 10 أشهر على التوالى .

مثال (2) :

محطة مياه طاقة 2000 متر مكعب فى اليوم بها عدد 3 مرشحات ضغط بمكونات (رمل زلط فحم) تعمل بالجاذبية الأرضية قطر 72 بوصة إذا علمت ان الرقم الايودى = 500 مجم/مجم إحسب الآتى :

ا- كمية الزلط والرمل وكمية الكربون النشط على السطح للمرشح لإزالة الطعم والرائحة واللون.

ب- الزمن اللازم لتغيير الفحم أو إعادة تنشيطة .

الحل :

ا- كمية الزلط والرمل وكمية الكربون النشط على السطح للمرشح لإزالة الطعم والرائحة واللون.

مرشح الضغط قطر 72 بوصة يعمل بتصرف = (40.9 – 74.9) م3 / ساعة .

كمية المياه المنتجة فى الساعة = 2000 ÷ 24 = 83 م 3 / ساعة لعدد 3 مرشح .

تصرف المرشح الواحد = 83 ÷ 3 = 28 م3 / ساعة .

يتم شحن المرشح بالوسط التالى من أسفل إلى أعلى :

1- زلط كبير الحجم مقاسات من (10 - 18 مم) بعمق 31 سم بوزن 800 كجم .

2- زلط متوسط الحجم مقاسات من (6 - 9 مم) بعمق 10 سم بوزن 400 كجم .

3- زلط صغير الحجم مقاسات من (2 - 3 مم) بعمق 10 سم بوزن 375 كجم .

4- رمل خشن مقاس من (0.8 - 2 مم) بعمق 46 سم بوزن 1100 كجم .

6- رمل ناعم مقاس من (0.6 – 0.8 مم) بعمق 26 سم بوزن 950 كجم .

عمق الفحم اللازم لإزالة الطعم والرائحة واللون = 19.8 سم .

المرشح بقطر = 72 بوصة = 183 سم .

مساحة مقطع المرشح = (3.14 ÷ 4) × 183^2 = 26289 $سم^2$ = 2.63 $م^2$

حجم الفحم = مساحة المرشح × عمق الفحم = 2.63 × 0.198 = 0.52 $م^3$ فحم نشط للمرشح الواحد .

حجم الفحم للمرشحات = 0.52 × 3 = 1.56 $م^3$ فحم .

كثافة الكربون النشط = (0.48 – 0.52) طن للمتر المكعب

وزن الفحم للمرشحات = 1.56 × 0.52 = 0.81 طن لعدد 3 مرشح .

ب- الزمن اللازم لتغيير الفحم أو إعادة تنشيطة .

إستهلاك الفحم :

كل 85 جرام من الكربون النشط المحبب بمقاس (1 - 3 مم) تكفى لتنقية كمية 260 متر مكعب من المياه المعالجة فى حالة ان الرقم الايودى = 500 مجم/مجم .

إستهلاك الفحم النشط فى اليوم = (تصرف المحطة فى اليوم ÷ 260) × 85 = (2000 ÷ 260) × 85

= 654 جم / يوم = 0.654 كجم / يوم .

الفترة الزمنية اللازمة لتغيير الكربون بالفلاتر أواعادة تنشيطها = وزن الكربون بالمرشحات العاملة كجم ÷ إستهلاك الفحم اليومى .

= 810 ÷ 0.654 = 1238 يوم = 3.4 سنة .

إستهلاك الفحم النشط فى الشهر = 0.654× 30 = 19.6 كجم فى الشهر .

وزن الفحم للمرشح الواحد = 810 ÷ 3 = 270 كجم .

عدد الشهور اللازمة لتنشيط فلتر بسعة (270 كجم كربون نشط) = 270 ÷ 19.6 = 14 شهر .

يتم تنشيط فحم فلتر واحد كل 14 شهر على التوالى أو تغيير الفحم .

إعداد

لواء مهندس / محمد عبدالوهاب خليل

كيفية إختيار أفضل وسط ترشيحى للمرشحات (مقاس – إرتفاع) :

هذا السؤال لدى كثير من المهندسين والكميائيين بالمحطات وأنا لاأجد أفضل من تحديد الوسط الترشيحى (مقاس الزلط والرمل – إرتفاع الزلط والرمل) لشركة كاليجان فى جدول مرشحات الضغط للفلاتر الكبيرة ذات الأقطار أكبر من 84 بوصة .

مقاس الزلط المتدرج :

أفضل مقاس للزلط من أسفل إلى أعلى كالآتى :

1- زلط بقطر من 25 مم إلى 40 مم بإرتفاع لايقل عن 15 سم ولايزيد عن 20 سم ويكون هذا الإرتفاع محسوب من أعلى ثقوب خروج الهواء أثناء الغسيل العكس .

يمكن أيضا أن يكون المقاس من 20 مم إلى 35 مم بنفس المواصفات السابقة .

2- زلط بقطر من 10 مم إلى 18 مم بإرتفاع لايقل عن 10 سم ولايزيد عن 15 سم .

3- زلط بقطر من 6 مم إلى 9 مم بإرتفاع لايقل عن 10 سم ولايزيد عن 15 سم .

4- زلط بقطر من 2 مم إلى 3 مم بإرتفاع لايقل عن 10 سم ولايزيد عن 15 سم .

ليصبح إجمالى إرتفاع الزلط المتدرج من 45 سم إلى 60 سم ولايقل هذا الإرتفاع للزلط المتدرج عن 30 سم حتى لايتمدد الزلط أثناء الغسيل العكسى ويتداخل الوسط الترشيحى ويقل تصرف المرشح .

فى المرشحات ذات المواسير المثقبة يجب أن يتم حساب الزلط المتدرج من أعلى الراسم العلوى لمواسير الهواء أما أسفل مواسير الهواء حتى قاع المرشح فهو من الزلط المقاس الكبير وغير محسوب من الزلط المتدرج بمعنى آخر يكون إرتفاع الزلط المتدرج من أكبر مقاس حتى أصغر مقاس من 45 سم حت 60 سم فوق الراسم العلوى لمواسير الهواء ذلك للتوزيع الجيد للهواء أثناء الغسيل العكسى ولعدم تمدد الزلط أثناء لغسيل الأمر الذى يؤدى إلى إنحناء المواسير وظهور مناطق ميتة بالمرشح وهروب الوسط الترشيحى .

مقاس الرمل :

سمك طبقة الرمل تتراوح من 80 – 100 سم ولاتقل عن 50 سم وقطر حبيبات الرمل 0.8 – 1.4 مم ومعامل انتظام 1.35 – 1.50.

ملحوظة : مهم جدا معامل الإنتظام لأنه فى حالة معامل الإنتظام يساوى واحد صحيح هذا يعنى أن الرمل بقطر واحد وهذا يحدث بالصدفة البحتة وفى هذه الحالة سيمر من الرمل جميع الكائنات الحية وهذا الوسط لايصلح .

إعداد
لواء مهندس
محمد عبدالوهاب خليل