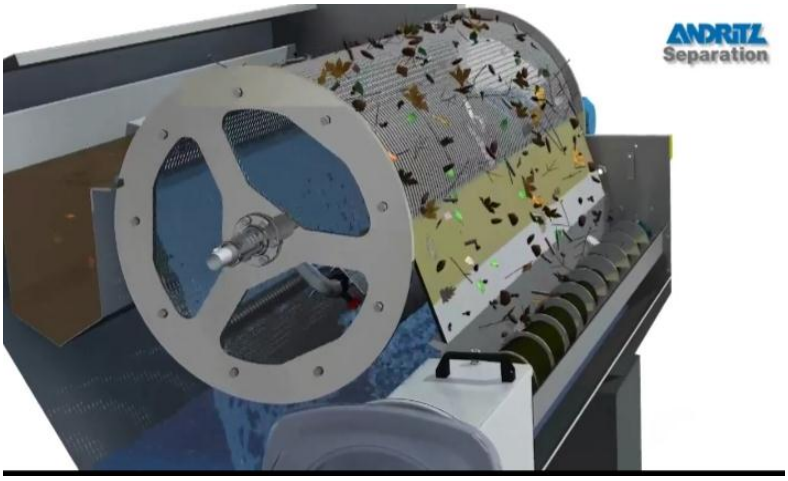
3-1 الهدف من منشأة المصافي والمناخل:

إن الغاية من منشأة المصافي والمناخل هي إزالة المواد الطافية والعالقة الكبيرة الحجم الموجودة في مياه الصرف مثل قطع النباتات والأقمشة والأخشاب والورق ...الخ، وتوضع هذه التجهيزات في بداية محطة المعالجة وبذلك نحقق غايتين هما:

- تخفيض حمل التلوث في منشأة المعالجة اللاحقة
- تحاشي أضرار هذه المواد بالمضخات التي ستستخدم لرفع المياه إلى منشآت المعالجة اللاحقة

3-2 منشأة المصافي:

هي منشأة هندسية تتكون من هيكل معدني يُثبت عليه نسيج تصفية يمكن أن يكون من مواد بلاستيكية أو من بعض الأقمشة أو من صفيح مثقب ناعم. يوضع نسيج التصفية على الهيكل وتُصمم هذه المنشأة بحيث تُجبر المياه الخامية على العبور من داخلها باتجاه الخارج وبذلك تُحجز الملوثات التي تزيد أبعادها عن أبعاد الثقوب وتخرج المياه من الطرف الخارجي خالية من هذه المواد. أما المواد العالقة على السطح الداخلي لنسيج التصفية فيمكن جمعها في قناة جمع خاصة. تسمى هذه المنشأة بالمصافي الناعمة عندما تُزود بنسيج تصفية أبعاد ثقوبه mm (1-5)، وتُقدر نسبة المواد العالقة التي يمكن إزالتها بها بـ30% من كمية المواد العالقة الكلية، أما عندما تُزود بنسيج تصفية أبعاد ثقوبه mm (5-15) فتسمى بالمصافي الخشنة وتنخفض نسبة المواد العالقة بها إلى 16% من كمية المواد العالقة الكلية، يبين الشكل (1-3) نموذجاً من نماذج منشأة المصافي.



الشكل(1-3): منشأة المصافي في محطة المعالجة

تستخدم هذه المصافي بشكل محدود في محطات معالجة مياه الصرف المدنية وبشكل أوسع في محطات معالجة مياه الصرف الصناعية. تُقدر كمية المواد المزالة من مياه الصرف باستخدام هذه المصافي بحوالي L/p.year (15-25) ويتعلق ذلك بأبعاد ثقوب هذه المصافي ودرجة تلوث المياه.

3-3 منشأة المناخل القضبانية:

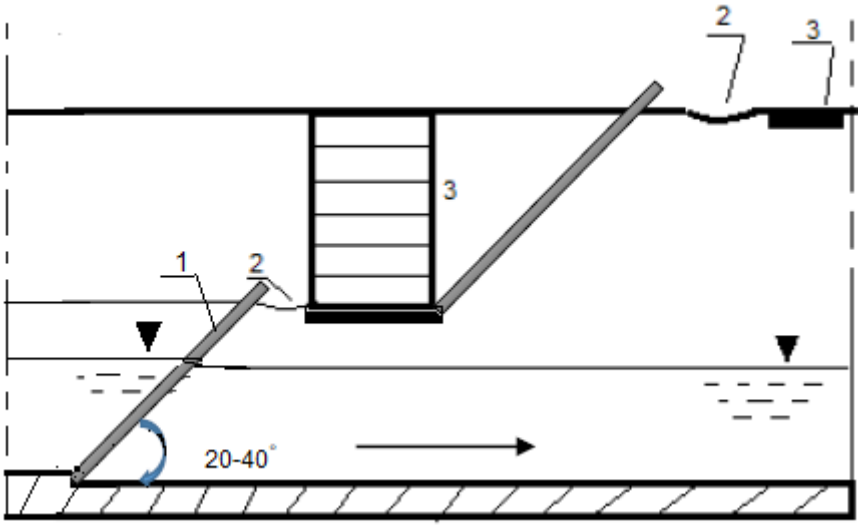
لا تخلو محطة معالجة من منشأة المناخل القضبانية والتي توضع في بداية محطة المعالجة وتتكون من قضبان معدنية متوازية، المقطع العرضي لها يكون دائري، مغزلي، مستطيل،... الخ. تُثبت هذه القضبان على إطار معدني وتوضع في قناة دخول المياه إلى المحطة. تُصنف هذه المناخل إلى خشنة إذا كان التباعد بين قضبانها mm (50-100) وأخرى ناعمة إذا كان التباعد بين قضبانها mm (15-50).

بعد تشغيل المنشأة تعلق المواد بين القضبان مما يقلل من مساحة مقطع الجريان ويؤدي ذلك إلى ارتفاع منسوب الماء أمام المنخل وحدوث ضياعات هيدروليكية تتمثل في ارتفاع منسوب الماء أمام المنخل، ولتحاشي احتمال ارتفاع الماء إلى حدود غير مقبولة أو اندفاع المواد العالقة إلى الطرف الثاني من المنخل بسبب ازدياد سرعة الجريان وقوة الدفع على هذه المواد، لا بد من إزالة هذه المواد ويمكن أن يتم ذلك أوتوماتيكياً باستخدام تجهيزات خاصة أو يدوياً، ونميز تبعاً لأسلوب إزالة المواد العالقة الأنواع التالية للمناخل:

3-3-1 المناخل ذات التنظيف اليدوي:

تستخدم في محطات المعالجة الصغيرة والتي لا يمكن استخدام مناخل ذات تنظيف آلي فيها لارتفاع كلفتها. ونظراً لوجود خطر على صحة العمال الذين يتعاملون مع هذه المنشأة لا يُنصح باستخدامها إلا إذا تعذر إيجاد مناخل ذات تنظيف آلي بأبعاد صغيرة،الشكل (3-2).**عند تصميم هذه المناخل**:

يجب ألا تقل سرعة الجريان في هذه المنشأة عن m/sec 0.6 وذلك كي لا تترسب الرمال فيها. ويجب ألا تزيد سرعة الجريان في الطقس الجاف عن m/sec (1.4-1.5) وفي الطقس الرطب عن حوالي m/sec (1.8-2) وذلك كي لا تزداد قوة دفع الماء على المواد العالقة الأمر الذي يسبب اندفاع المواد العالقة إلى الطرف الثاني للمنخل. تُقدر كمية المواد العالقة في المنخل الذي تتراوح المسافة بين قضبانه cm (4-5) بحوالي L/p.year (2-3) وللمناخل التي تتراوح المسافة بين قضبانها cm (2-3) بحوالي L/p.year (5-10).



الشكل (3-2): مقطع عرضي في منخل ذو تنظيف يدوي

1- منخل 2- قناة جمع المواد العالقة 3- منصة عمل

3-3-2 المناخل القضبانية ذات التنظيف الآلي:

هي المناخل الأكثر استخداماً في محطات المعالجة ولا سيما الكبيرة منها.

تتم عملية إزالة الملوثات في هذه المناخل بواسطة جهاز تنظيف يعمل آلياً فعند وصول منسوب الماء أمام المنخل إلى منسوب أعظمي بسبب تراكم المواد العالقة في المنخل يبدأ جهاز التنظيف بالعمل بواسطة حساس كهربائي موضوع عند المنسوب الأعظمي المسموح للمياه أمام المنخل حيث يعطي إشارة كهربائية إلى المحرك الذي يقوم بتحريك جهاز التنظيف من أجل البدء بالعمل، وأثناء ذلك تُزال الملوثات تدريجياً فينخفض منسوب الماء أمام المنخل ليصل إلى موقع يوجد عنده حساس كهربائي آخر يعطي إشارة للمحرك من أجل التوقف عن العمل، وهذا يعني أن عمل جهاز التنظيف دوري وليس دائم. من أهم أنواع المناخل ذات التنظيف الآلي نذكر **المناخل المائلة**: في هذا النوع من المناخل تميل القضبان عن الأفق بزاوية تتراوح (60-75) درجة. أما عرض المنخل فيتراوح m (0.8-2.4) وبتزايد مقداره 0.2 m أو يتراوح m (2.4-4.8) وبتزايد مقداره 0.4 m، ويتراوح طول القضبان m (0.6-2.8) وبتزايد مقداره 0.2 m. أما التباعد بين القضبان فهو mm (15-20-25-40-60-80-100).

3-4 تصميم منشأة المناخل القضبانية:

يتعلق تصميم منشأة المناخل القضبانية بكمية مياه الصرف الصحي وكمية المواد التي ستعلق في المنخل، وعند تصميم هذه المنشأة يجب أن تتراوح سرعة الجريان:

في الطقس الجاف: $0.6 < V < (1.4 - 1.5)$ m/sec

في الطقس الرطب: $0.6 < V < (1.8 - 2)$ m/sec

يتم حساب عرض القناة في موقع المنخل وفق العلاقة: $\mathbf{b = (\frac{b1}{e} - 1) . (s + e) + e}$ حيث:

b: عرض القناة في موقع المنخل m

b1: عرض القناة قبل منشأة المنخل m

s: ثخانة القضبان المستخدمة m

e: التباعد بين القضبان m

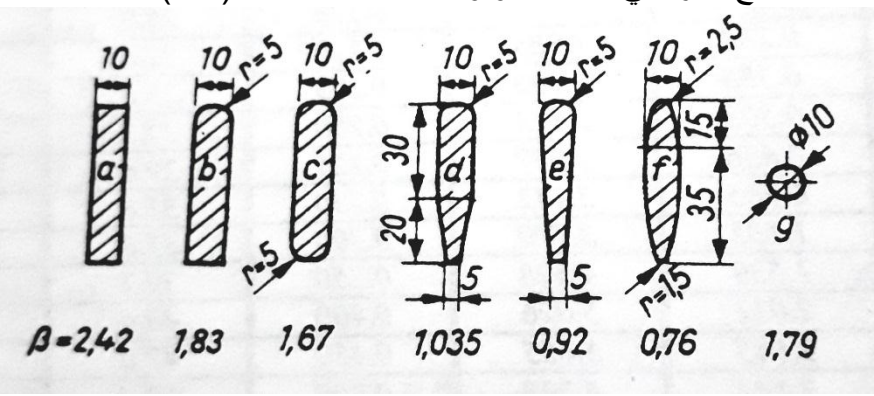
يتم حساب عدد القضبان (n) اللازمة لهذه المنشأة وفق إحدى العلاقتين:

$$\mathbf{n = \frac{b1}{e} - 1}$$

$$\mathbf{n = \frac{b-e}{s+e}}$$

يُحسب ارتفاع الماء أمام المنخل بالعلاقة: $\Delta h = \beta . \left(\frac{s}{e}\right)^{4/3} . \frac{V^2}{2g} . \sin \delta$ حيث:

Δh: ازدياد ارتفاع الماء أمام المنخل m
V: سرعة جريان الماء قبل المنخل m/sec
g: تسارع الجاذبية الأرضية m/s^2
δ: زاوية ميل المنخل عن الأفق
β: عامل شكل المقطع العرضي للقضبان وتؤخذ قيمته من الشكل (3-3)



الشكل (3-3): قيم β تبعاً لشكل المقطع العرضي للقضبان

ملاحظة: عند تصميم منشأة المناخل القضبانية يجب مراعاة ألا يقل ارتفاع كتف القناة عن قاعها عن ضعف ارتفاع الماء الأعظمي المتوقع في القناة وذلك لتحاشي جريان الماء فوق كتف القناة عند حدوث فيضان غير متوقع.

3-5 الهدف من أحواض ترسيب الرمال:

تهدف أحواض ترسيب الرمال إلى التخلص من الرمال العالقة مع المياه تحت تأثير وزنها الذاتي وذلك بتخفيض سرعة جريان المياه في هذه الأحواض، ويُنصح بأن تُصمم هذه الأحواض بحيث تكون هذه السرعة مساوية 0.3 m/sec.

نسعى عند تصميم أحواض ترسيب الرمال إلى التخلص من الرمال التي تبلغ أقطار حباتها (0.1-0.2)mm، مع ضرورة اتخاذ الإجراءات التي تضمن بقاء المواد العالقة عضوية المنشأ بحالة معلقة في هذه الأحواض ومنعها من الترسيب لتفادي إمكانية حدوث عمليات تحلل عضوي لهذه المواد داخل هذه الأحواض، لأن المكان الصحيح لترسيب هذه المواد العضوية هو في أحواض الترسيب الأولية والثانوية.
تُقدر كمية الرمال المتوقع ترسيبها في هذه الأحواض بحوالي L/p.year (5-12).

3-6 أنواع أحواض ترسيب الرمال:

3-6-1 أحواض ترسيب الرمال المستطيلة (الطويلة):

هي أحواض مقطعها العرضي مستطيل، تُحسب مساحة المقطع العرضي للجريان باعتبار سرعة الجريان فيها V_H = 0.3 m/sec، وبالتالي يُحسب مقطع الجريان العرضي بالعلاقة: $\mathbf{F = Q/V_H}$
حيث: F: مساحة مقطع الجريان العرضي m^2

Q: التدفق التصميمي في الحوض m^3/sec

V_H: سرعة الجريان الأفقية للمياه في الحوض = 0.3 m/sec

أما المساحة السطحية للحوض فتُحسب بالعلاقة: $O = Q/q_a$ حيث:

O: المساحة السطحية للحوض m^2

q_a: الحمولة السطحية للحوض (m/h) وتؤخذ بالاستعانة بالجدول (1-3) وذلك تبعاً لقطر حبات الرمال التي نريد التخلص منها ولدرجة إزالة هذه المواد.

الجدول (1-3): الحمولة السطحية (m/h) q_A لأحواض ترسيب الرمال المستطيلة

قطر حبات الرمال	نسبة إزالة الرمال %		
mm	100%	90%	85%
0.16	q_a = 12 [m/h]	16	20
0.20	17	28	36
0.25	27	45	58

بعد تحديد المساحة السطحية اللازمة O وتحديد عرض الحوض b، يتم حساب طول الحوض L ويفضل ألا يزيد طول الحوض عن 30 m.

تتعرض أحواض ترسيب الرمال إلى تغير قيمة الحمولة السطحية الفعلية في الحوض مع تغير قيمة التدفق بين الليل والنهار، وبالنتيجة تختلف أقطار حبات الرمال التي تترسب نهاراً عن تلك التي تترسب ليلاً بالإضافة إلى إمكانية ترسب المواد العضوية في الليل، لهذا السبب يُصمم حوض ترسيب الرمال بطريقة نستطيع فيها تغيير المساحة السطحية له بين الليل والنهار وذلك بتجزئته إلى عدة أقنية متجاورة لها نفس الطول، وباستخدام تجهيزات خاصة تسمح بتشغيل عدد من هذه الأقنية أو جميعها في وقت واحد وذلك تبعاً للتدفق الداخل إلى الحوض.

3-6-2 أحواض ترسيب الرمال المهواة:

من أجل تفادي ترسيب المواد العضوية في أحواض ترسيب الرمال عندما يُراد التخلص من الرمال الناعمة نسبياً، يتم نفث هواء في هذه الأحواض من إحدى ضفتي الحوض باتجاه الضفة الأخرى مايؤدي إلى تشكل تيار هوائي حلزوني ناتج عن حركة الماء بشكل دائري بسبب تيار الهواء بالإضافة إلى حركة الماء نحو مقدمة الحوض، هذا مايساعد على بقاء المواد العالقة العضوية بحالة معلقة لخفة وزنها، بينما لا تتأثر الرمال بذلك لأنها أكثر وزناً، وبذلك نستطيع تخفيض سرعة جريان الماء الأفقية في هذه الأحواض إلى أقل من 0.2 m/sec.

3-6-3 أحواض ترسيب الرمال الدائرية:

هي أحواض قمعية الشكل ذات عمق قليل تدخل المياه إليها بقناة أفقية مماسية لمقطع الحوض العرضي من الخارج مما يؤدي إلى حركة المياه دائرياً ونحو المحيط وللأسفل في الحوض مما يؤدي إلى هبوط الرمال العالقة مع المياه نحو أسفل الحوض وترسبها في منطقة جمع الرمال ومنها تُضخ دورياً بواسطة مضخة هوائية.

يُراعى عند تصميم هذه الأحواض أن تكون جهة خروج الماء من الحوض إلى قناة خروج الماء بنفس جهة دخول الماء إلى الحوض من قناة دخول الماء وذلك للسماح للمياه بالدوران في الحوض دورة كاملة ماأمكن، كما يراعى أن يكون منسوب قاع قناة خروج الماء من الحوض أعلى قليلاً من منسوب قاع قناة دخول الماء، كما تُصمم قناة دخول الماء بحيث تكون سرعة جريان الماء

فيها بحدود 0.75 m/sec. يُحسب حجم منطقة الترسيب في الحوض وهي المنطقة الواقعة فوق حافة المخروط بالعلاقة: $V = a.Q_X$ ، حيث:

V: حجم حجرة الترسيب a: زمن الترسيب ويؤخذ sec(30-25)

Q_X: التدفق التصميمي ويُؤخذ:

$Q_X = Q_{18}$ في الطقس الجاف وبحالة نظام الصرف المنفصل

$Q_X = Q_m$ في الطقس الرطب وبحالة نظام الصرف المشترك