نقابة المهندسين – فرع ريف دمشق
كيتوس للهندســـة
المهندس : محمــد معن برادعي - رأى بيئة
www.kitos-group.com kitos@SCS-net .org
tel 021 2277432 –fax 021 256262

المرشحات البيولوجية

طرق اقتصادية في معالجة مياه الصرف

– **مقدمة** : إن الطرق العامة في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي مختلفة ولكن تشترك باعتمادها على البكتريا لاستهلاك المواد العضوية والغير عضوية الموجودة في مياه الصرف وقد تكون مشتركة مع طرق بيولوجية أخرى متلاحقة أو مع معالجة كيمائية وتندرج المعالجة البيولوجية تحت بندين رئيسيين وهما

البكتريا المعلقة في مياه الصرف suspended growth

البكتريا المثبتة على مادة حاملة attached growth

ومن أهم الطرق التي تندرج تحت هذين البندين :

١– الحمأة المنشطة

٢–المرشحات البيولوجية

٣– البيو ديسك (الأقراص الدوارة)

٤– الأراضي الرطبة

٥– أحواض التثبيت الطبيعية

٦– الأحواض المهواة .

ويختلف اختيارنا لأحد الطرق في المعالجة باختلاف الأحمال القادمة مع مياه الصرف ونوعية المياه المطلوبة بعد المعالجة والدراسة الاقتصادية لسعر معالجة ١ م٣ باختيار انسب الحلول حيث يمكن اخذ طريقتين أو أكثر لمعالجة مياه صرف معينة فمثلا ينصح في الأحمال العالية لمياه الصرف قبل استعمال الحمأة المنشطة في المعالجة إجراء معالجه لا

هوائية أو هوائية بالمرشحات البيولوجية لتخفيض الأحمال حتى تصبح المعالجة اقتصاديه لنحصل على سعر معقول لمعالجة المتر المكعب من مياه الصرف

بدأ علم معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي ، منذ مئات السنين وتطور تطوراً كبيراً في الأربعين السنة الماضية ويعتبر معالجة المياه بالمرشحات الحيوية من أقدم الطرق المعروفة في المعالجة لسهولة التعامل ومحدودية المشاكل الفنية ونتائج المعالجة السريعة وتاريخ تطوره متضارب بين مشجع لاستخدامه وبين اعتباره محدود الأداء وتفضله كثير من الدراسات لاستعماله في مواقع محددة واتفق الجميع على انه من أهم الطرق وأرخصها في تخفيف الأحمال قبل دخول مياه الصرف المعالجات الأخرى ،

أما موضوع دراسة المرشحات فهي عموما ذات طابع تجريبي وتدعى :

المرشحات الحيوية trickling filter

أو المرشحات البيولوجية Biological Filters

- أنواع المرشحات البيولوجية :

حسب التطور التاريخي للمرشحات يمكن تصنيفها

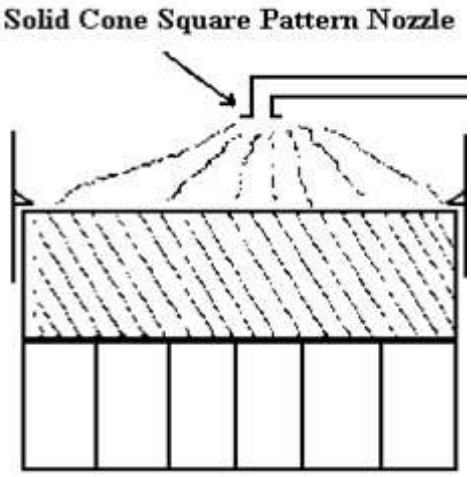
١- المرشح التقليدي Conventional Filter .

٢- المرشح البرجي Tower Filter :

أ- مرشح ذو حوامل ثابتة.

ب- مرشح ذو حوامل متحركة.

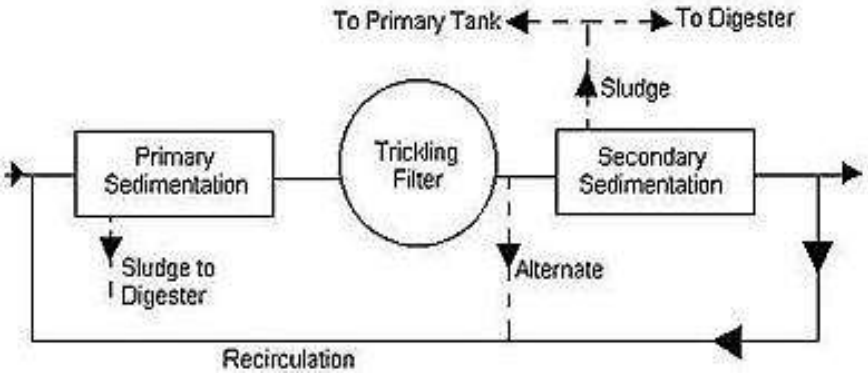
- المرشح البيولوجي التقليدي



يتألف المرشح البيولوجي التقليدي من سرير من المواد الحصوية أو البلاستيكية يتم فيه توزيع مياه الصرف بواسطة أذرع دوارة ترش الماء من خلال فتحات في الأذرع حيث تتسرب مياه المجاري عبر فراغات الوسط المرشح ملامسة هذا الوسط الذي تنمو عليه الكائنات العضوية الدقيقة التي تقوم بتفكيك المواد العضوية والغير عضوية وأكسدتها بمساعدة الأوكسجين الموجود في الهواء الجوي

المخطط التالي مخطط عام للمرشح البيولوجي التقليدي.

BIO-FILTER



usually 3 to 4 feet in depth

لا تحتاج هذه الطريقة إلى تجهيزات تهوية بل يتم الاعتماد على الهواء الموجود بين

الفراغات في الوسط المرشح حيث تخرج المياه أسفل المرشح حاملة معها بعض الرقائق من

الكتلة الحيوية التي نمت على السرير وتدعى هذه الطريقة من النمو الفيلم الثابت Fixed Film Growth تميزاً عن طريق الحمأة المنشطة والتي تدعى النمو المعلق Suspended

– يسبق عادة الدخول إلى المرشح حوض ترسيب أولي ويتبعه حوض ترسيب ثانوي وفي المرشحات الحديثة تستعمل مواد بلاستيكية كمادة حاملة وقد تصل ارتفاع المفاعلات حتى /٤–١٢/ م وذلك بسبب تطور هذه المواد الحاملة البلاستيكية.

يصنف المرشح التقليدي حسب تحميله هيدروليكياً أو حسب الحمولات العضوية إلى:

- المرشح ذو المعدل المنخفض :

وهو مرشح بسيط ، حمولاته يمكن أن تكون متغيرة بشدة ويصمم بشكل دائري أو مستطيل وعادة لا يوجد فيه تدوير للمياه وعموماً يحافظ على تدفق ثابت من خلال خزان للجرعات.

(ويجب الانتباه إلى أن انخفاض التدفق ليلاً يسبب نقص في الرطوبة على الحمأة التي نمت على المواد الحاملة للبكتريا (الميديا)

- المرشح ذو المعدل المتوسط والعالي :

يتم تدوير جزء من المياه أو يمكن أن تعاد جزء من الحمأة من حوض الترسيب إلى المرشح وتستعمل المواد الحصوية أو البلاستيكية أي يجب أن يكون التزويد بالماء بشكل مستمر والمفاعل غالباً ما يكون دائرياً.

- المرشح ذو المعدل العالي السوبر Super Rate Filter :

وهو مرشح يتعامل مع الحمولات العضوية العالية والتدفقات الكبيرة، الجدول رقم (١) يبين ذلك،

الخلاف الرئيسي بين السوبر والمعدل العالي هو التحميل الهيدروليكي الكبير والعمق الكبير وقد اصبح العمق الكبير ممكناً بسبب استعمال مواد وسيطة خفيفة ومعظم هذه الأنواع تستعمل في الأبراج (Packed Towers).

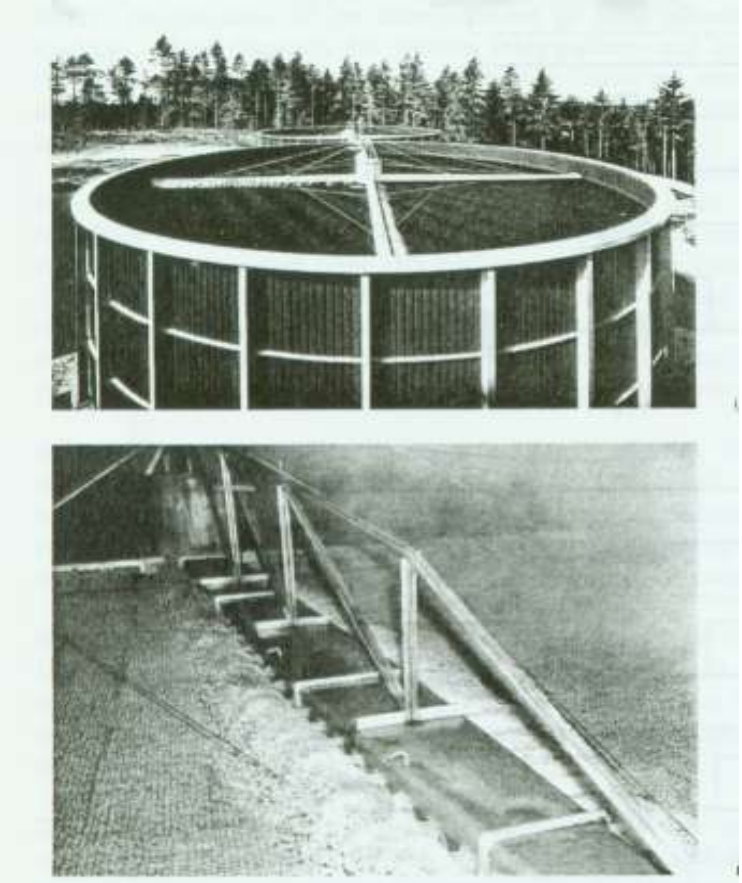
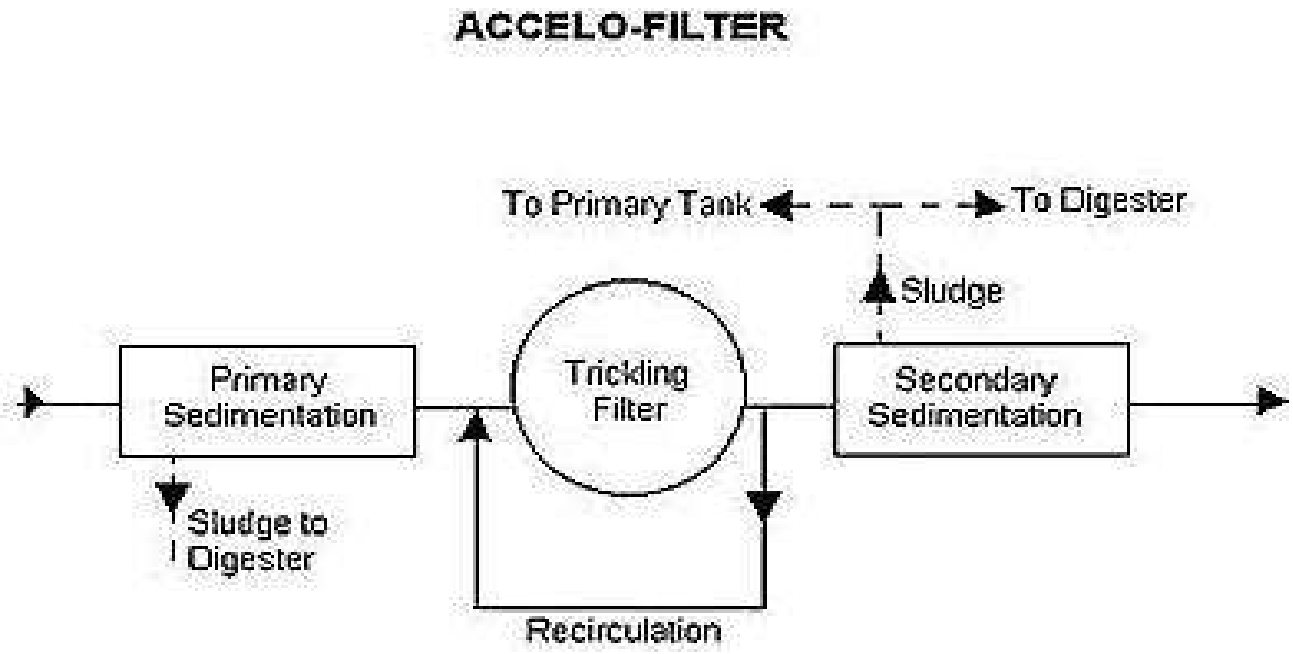


FIGURE 10-32
Typical super high-rate tower trickling filters: (a) uncovered (from
(b) view inside of a covered filter.

- المرشح غير المنتظم :

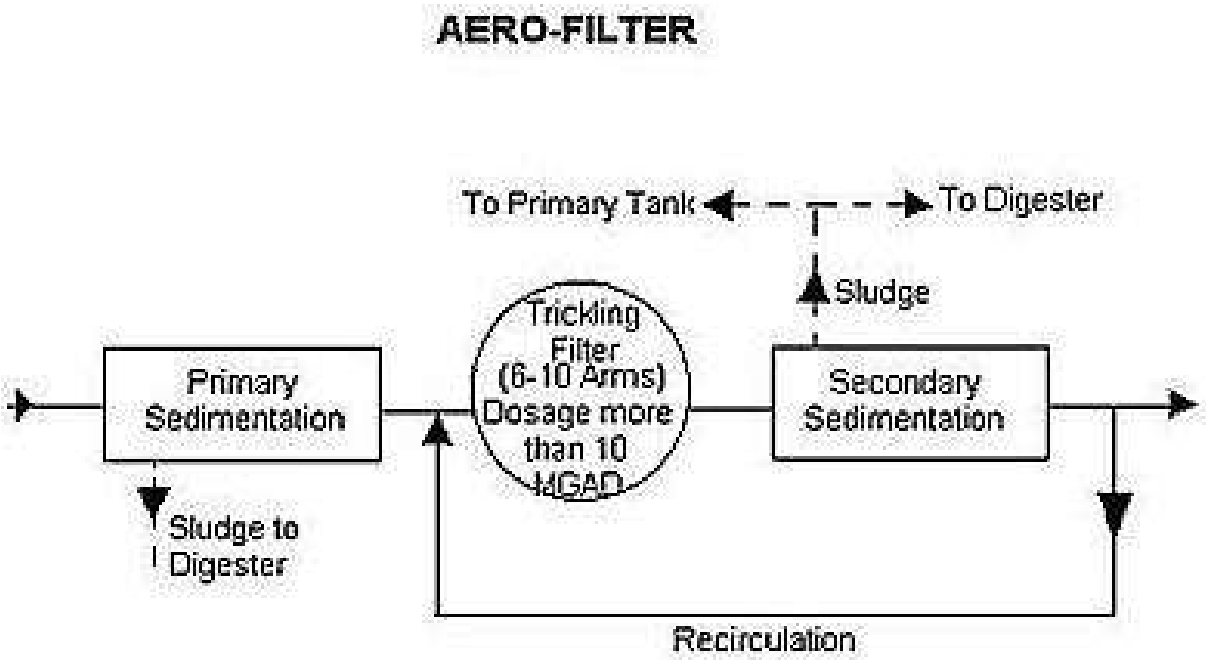
وهو كالمرشح ذو المعدل العالي ويستعمل في حال المياه ذات حمولات عالية جداً وعادة دوره يكون قبل الدخول للمعالجات الثانوية ويستعمل المواد البلاستيكية ويصل حمل الـ BOD_5 إلى ١,٦ / كغ / م٣/ يوم.

المخططات التالية نماذج من طرق المعالجة في المرشحات البيولوجية حيث العوامل الرئيسية التي تلعب دورا رئيسيا في التصميم تدوير المياه أو الحماة وسرعة دوران المرشات .....



It is used for both low-rate and high-rate filters

النموذج التالي يقوم بتوزيع المياه بمرشات ذات بسرعة كبيره على سطح الميديا



سرعة دوران موزع الماء 260 to 369 rpm

remove from 65 to 85 percent of the BOD

١ - المرشح البيولوجي على مرحلتين :

وهو مرشح على مرحلتين بينهما حوض ترسيب ثانوي وحوض ترسيب ثانوي آخر في نهاية المعالجة ويستعمل في معالجات المياه العالية التلوث والمرحلة الثانية يتم فيها حدوث نترجة .

- تصميم المرشح البيولوجي :

يعتمد تصميم المرشح البيولوجي على ما يلي :

١ – كمية التزويد بالمياه Dosing Rate .

٢ – طريقة توزيع المياه Distribution .

٣ – نوعية المادة الوسطية Characteristics of medium .

٤ – ترتيب القسم السفلي من الفلتر.

٥ – تأمين التهوية اللازمة سواء كانت طبيعية أو عن طريق تهوية ميكانيكية .

٦ – تصميم حوض الترسيب اللازم .

الجدول التالي يفيد في إعطاء ضوابط التصميم للمرشحات البيولوجية .

Typical design information for tricking filters:

العنصر	Item	Low-rate	Intermediate rate	High-rate	Super High-rate	Roughing	Two-stage
المادة الوسيطة الحاملة للبكتريا	Filter medium	Rock-slag	Rock-slag	Rock	Plastic	Plastic redwood	Rock plastic
	Hydraulic loading						
التحميل الهيدروليكي	$m^3/m^2.d$	1.17-3.52	3.52-9.38	9.38-37.55	11.73-70.4	46.93-187.75	9.38-37.55
تحميل الـ BOD_5	BOD_5 loading, $kg/m^3.d$	0.08-0.4	0.24-0.48	0.48-0.96	0.48-1.6	1.6-8	0.96-1.92
الارتفاع	Depth , m	1.8-2.4	1.8-2.4	0.9-1.8	3-12	4.5-12	1.8-2.4
نسبة التدوير	Recirculation ratio	0	0-1	1-2	1-2	1-4	0.5-2
الحشرات	Filter flies	many	Some	Few	Few or none	Few or none	Few or none
الانسلاخ	Sloughing	intermittent	intermittent	continuous	continuous	continuous	continuous
نسبة إزالة BOD_5	BOD5 removal	80-90	50-70	65-85	65-80	40-65	85-95

	efficiency , %						
التدفق الخارج	Effluent	Well-nitrified	partially - nitrified	Little nitrification	Little nitrification	no nitrification	Well-nitrified

الجدول رقم (١)

- التزويد Dosing Rate :

تزويد المرشح بمياه الصرف يلعب دورا رئيسيا في أداء المرشح البيولوجي حيث يجب أن يكون عمله مستمر ومطرد وهذا يتبع: نمو الكتلة الحيوية و انسلاخ الكتلة الحيوية الدائم.

يتم توزيع المياه عن طريق موزع ثابت أو عن طريق مرشات دوارة كما في الأشكال التي تم عرضها، و سرعة التدوير تحسب من: $N = 1.6Q_t / A(Dr)$

N : دورة / دقيقة R/m .

Qt : كالون/ قدم٢/ دقيقة (g/f2/m) وهو مجموع التحميل للمياه القادمة + التحميل للمياه المدورة.

A : عدد الأذرع الموزعة.

Dr : نسبة التحميل الطولي لبواري التوزيع inc / pass من:

كمية حمل BOD_5 lb $BOD_5/10^3 ft3$	كمية حمل BOD_5 kg $BOD_5/m3$	كمية التزويد In/pass	كمية التزويد Cm/pass
٢٥	٠,٤	٣	٧,٦٢
٥٠	٠,٨	٦	١٥,٢٤

٢٢,٨٦	٩	١,٢	٧٥
٣٠,٤٨	١٢	١,٦	١٠٠
٤٥,٧٢	١٨	٢,٤	١٥٠
٦٠,٩٦	٤٢	٣,٢	٢٠٠

ويوجد عادة علب سرعة يمكن من خلالها زيادة سرعة المرشات أو تبطيئها حسب الأحمال الآتية إلى الفلتر ويمكن أن توزع المياه من فآلات خاصة وفق الضغط الناتج عن مضخات المياه مما يؤدي إلى دفع الأذرع وتوزيع المياه بشكل منتظم، وعادة تحدد السرعة بمعديلات سرعة كهر بائية ،ويترك عادة من /١٥-٢٥/ سم بين الحوامل والمرشات .

أطوال الأذرع تصل إلى /٦٠/ م.

ضياع الحمولة ضمن هذه المرشات /٠,٦- ١,٥ / م .

ويمكن اعتماد طريقة المرشات ذات الصفائح لكي تطرش الماء وتوزعها بشكل جيد أو نماذج أخرى الموضحة في الأشكال التالية .

- المواد الحاملة للبكتريا Filter medium :

المادة الحاملة المثالية هي التي تحوي فراغات أكثر بواحدة الحجم وتكون رخيصة وتتأخر في الانسداد وذات ديمومة طويلة و الأشكال التالية نماذج عن هذه المواد الممكن استعمالها في الفلتر

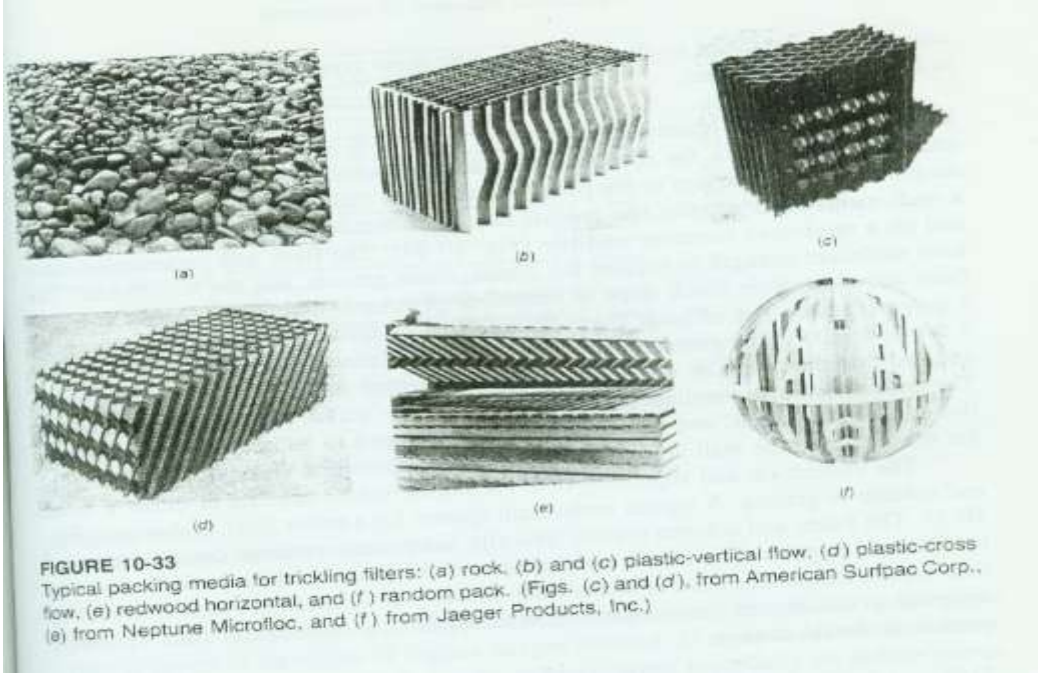
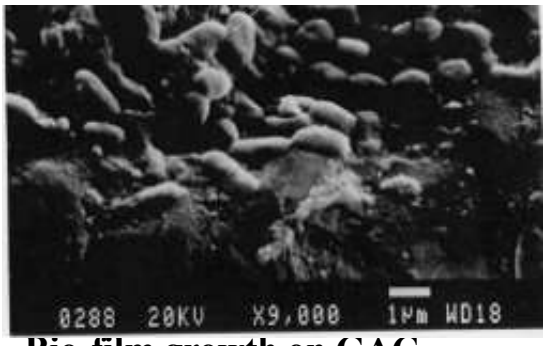
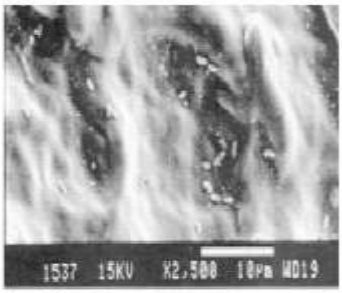
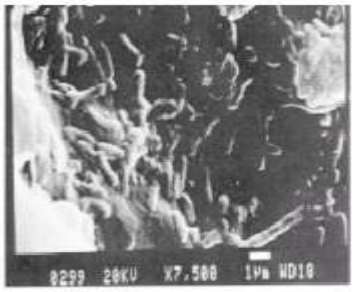


FIGURE 10-33
Typical packing media for trickling filters: (a) rock, (b) and (c) plastic-vertical flow, (d) plastic-cross flow, (e) redwood horizontal, and (f) random pack. (Figs. (c) and (d), from American Surfpac Corp., (e) from Neptune Microfloc, and (f) from Jaeger Products, Inc.)



Bio-film growth on GAC

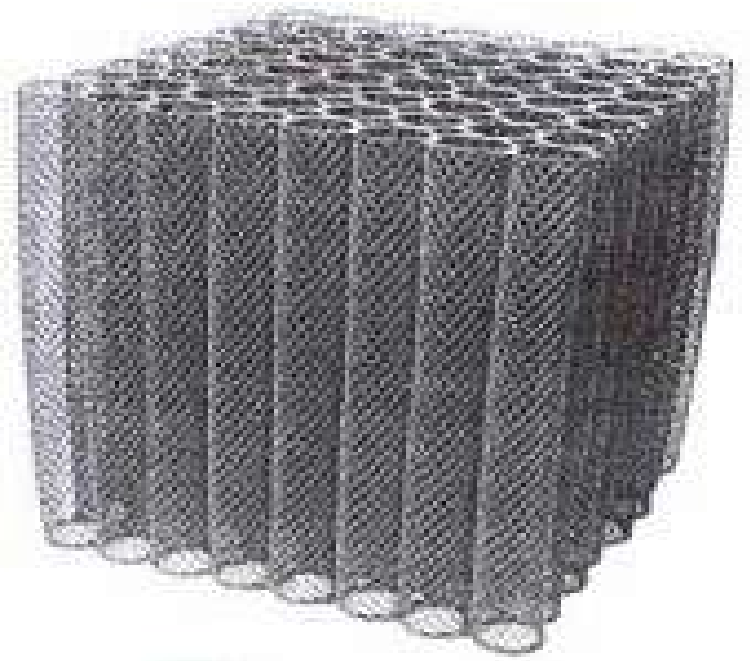




Biofilm growth on a polypropylene bead surface

الإشكال التالية لمواد حديثة تستعمل كمادة للوسط الذي تنمو عليه البكتريا

Paking Growth Media



- المواصفات الفيزيائية للحوامل :

إن المواد التي استعملت في بدايات استعمال المرشحات الغرانيت والبازلت وخبث الأفران و المواد الحصوية النهرية والصخور المكسرة من أقطار /٧٥ – ١٠٠ / ملم وبسبب الانسداد المتكرر استبدلت بعد ذلك بالبلاستيك أو Red Wood، وإن تناسب الأحجام و المسامية له الدور الرئيسي في حركة الماء والهواء داخل المفاعل.

والأمر الهام الآخر هو الديمومة فمثلا الصخور تختبر بتجربة كبريتات الصوديوم Sodium Sulfate .

وبسبب الأوزان الكبيرة للصخور لم يكن في الإمكان زيادة الارتفاعات وعند استعمال المواد البلاستيكية والخشبية تم إمكانية زيادة ارتفاع المفاعل وزيادة فعاليته وقد تم تصنيع أشكال مختلفة جداً تلبي متطلبات المرشحات من حيث توزيع المياه وزيادة نمو البكتريا لتقليل فترة الإقامة(المكوث) وان استعمال الحوامل الخفيفة ا وصل الارتفاعات حتى /١٢/ م.

الجدول التالي يبين الخصائص الفيزيائية للمواد الحاملة في المرشحات :

المادة	Medium	Nominal size ,mm	Mass/ unit Volume kg/m^3	Specific surface area m^2/m^3	Void space %
صخور نهرية	River rock				
صغيرة	small	25.4-63.5	1249.44-1441.6	55.773-68.896	40-50
كبيرة	large	101.6-127	800.92-933.14	39.369-164.04	50-60
خبث الأفران	Blast furnace slag				
(صغيرة)	small	50.8-76.2	897.03-1207.38	55.773-68.896	40-50
(كبيرة)	large	76.2-127	800.92-933.14	45.931-59.054	50-60
مواد بلاستيكية	Plastic				
عادية	conventional	609.6*609.6*1219.2	32.03-96.11	78.739-98.424	94-97
سطوح نوعية كثيرة	high-specific surface	609.6*609.6*1219.2	32.03-96.11	98.424-196.848	94-97
ترتيب عشوائي	Random pack	25.4-88.9	48.05-96.11	124.67-278.86	90-95

الشكل التالي نماذج لحركة المياه ضمن الميديا

Vertical Flow Media

ross Flow Media

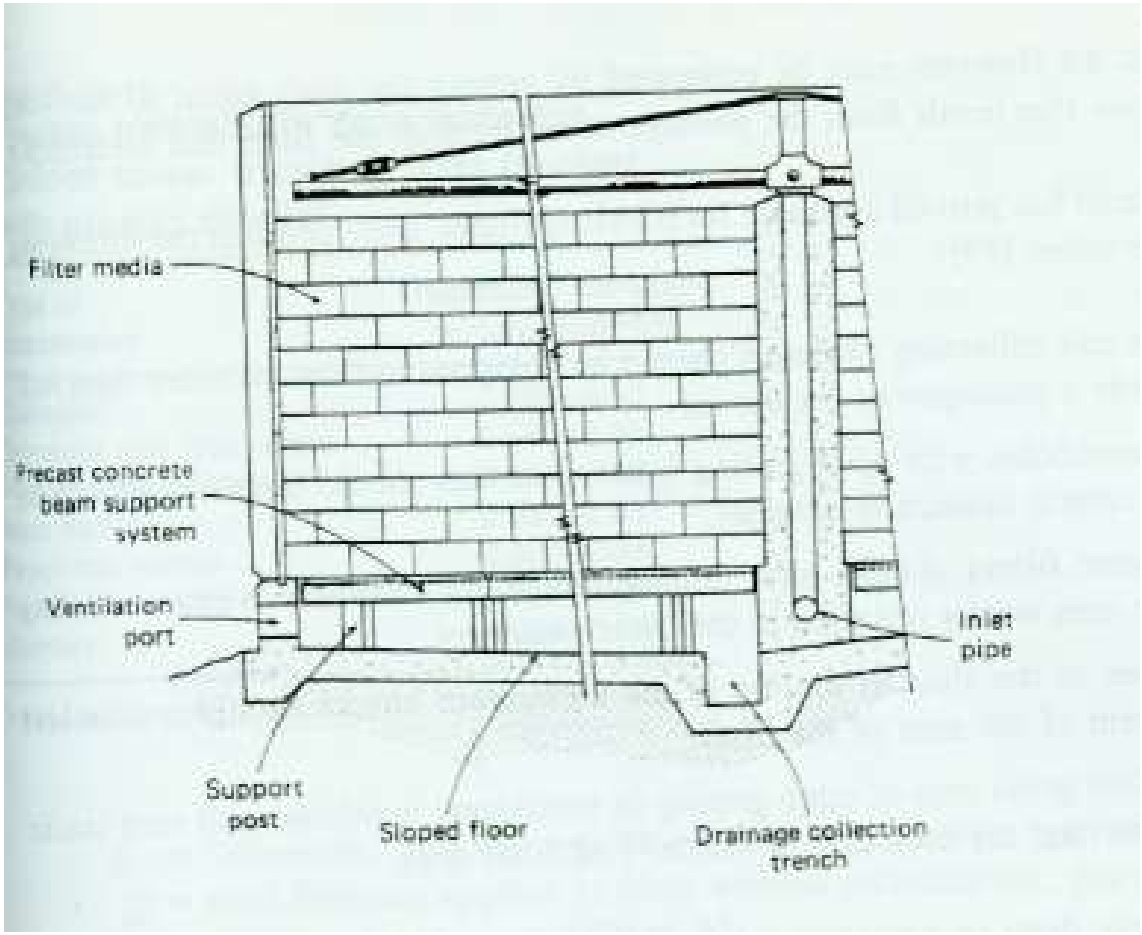
Mixed Media

- تدفق الهواء :

إن دراسة تدفق الهواء هام جداً لنجاح العملية، وفي المرشحات يكون دوماً السطح العلوي على تماس مع الهواء الجوي الطبيعي فإذا كانت المياه والحوامل أبرد من الوسط المحيط فاتجاه الهواء سيكون نحو الأسفل(بدون استعمال مضخات هواء) .

أما إذا كان الوسط الخارجي أبرد من الماء والحوامل التدفق سيكون نحو الأعلى .

الشكل التالي تموذج عام لحركة المياه والهواء داخل المرشحات



وفي بعض الأحيان يحدث توقف للتيارات الهوائية لعدم وجود فروق حرارية وعموماً يجب إتباع التوصيات التالية :

أقنية التصريف السفلية تكون غير ممتلئة (نصف امتلاء).

القسم السفلي يمثل حوالي ١٥٪ من حجم المرشح.

المادة الحاملة تمثل ٤٠ – ٧٠٪ من المرشح .

تأمين ٠,٠٩ م٢ فتحات تهوية سفلية لكل /٢٣/ م٢ من السطح الأفقي للمرشح .

- **ملاحظة هامة :** عندما يكون لدينا أحمال عالية وأعماق كبيرة فمن المفضل تزويد الهواء آلياً واعتبار ذلك في التصميم علما أن الحد الأدنى من التهوية لكل ١م٢ من سطح الفلتر

٠,٣ م٣/د. م٢ وهذا يساعد أيضاً في حالة توقف التهوية ، أو في فترة الشتاء عند الخوف من تشكل الجليد .

وسوف نورد في فقرة مرشحات الأبراج دراسة عن أهمية التهوية .

- أحواض الترسيب :

وهي تعامل معاملة أحواض ترسيب الحمأة المنشطة بدون تدوير الحمأة حيث تذهب كل الحماة للمعالجة إلا إذا كانت الدراسة تتطلب تدوير جزء أو كل من المياه من حوض الترسيب فيجب عندها إضافة Qr ليصبح :

$$Q = Qm + Qr$$

و Q هي التي يصمم عليها حوض الترسيب ، وطريقة حساب أحواض الترسيب تعتمد على التحميل السطحي أو على زمن الإقامة أو على تحميل الحمأة.

تصميم الفلتر المواد البلاستيكية الحاملة):

بسبب كون المواد البلاستيكية هي المعتمدة عالمياً في الوقت الحاضر فقد اعتبرت معادلة شولدس وجرميني التجريبية التالية :

$$Se/Si = \exp. [-K_{20} D(Q_v)^{-n}]$$

Si : BOD5 الداخل mg/l.

Se : BOD5 الخارج mg/l.

K_{20} : ثابت معملي حسب نـوع مـواد الفلـتر الحاملـة لعمـق D بدرجـة حـرارة 20 مئويـة يعطي K لارتفاع ثابت حوالي /6 m/ ولأنواع مختلفـة مـن ميـاه الصـرف 0.1 – 0.02 .فكلما ازداد التلوث انخفض K

ويعدل إلى K_2 عند تغير الارتفاع بالعلامة :

$$K_2 = K_1 (D_1/D_2)^x$$

n :ثابت تجريبي 0.5 .

Q_v : نسبة التحميل على واحدة السطح Q/A

X : تعتبر 0.5 ضمن الحوامل البلاستيكية ذات التدفق الشاقولي أو الصخور،و تعتبر 0.3 ضمن الحوامل البلاستيكية تدفق مائل .

A المقطع العرضي للمرشح ft^2

- المفاعلات البيولوجية ـ برجية :

- لقد تطور عمل المفاعلات البرجية بشكل كبير جداً وتقوم المعاهد والشركات بالدراسات والتطبيقات على نماذج ذات ارتفاعات عالية (ابراج) ، وعموماً جميع الدراسات تحاول تقليل حيز المكان وإعطاء أفضل معالجة باستعمال
  - طرق لتطوير المادة الحاملة
  - وعن طريق توزيع المياه بشكل أفضل

ويمكن عرض لأداء بعض المفاعلات البيولوجية التالية :

- البرج ذو الحوامل الثابتة.
- البرج ذو الحوامل المتحركة.

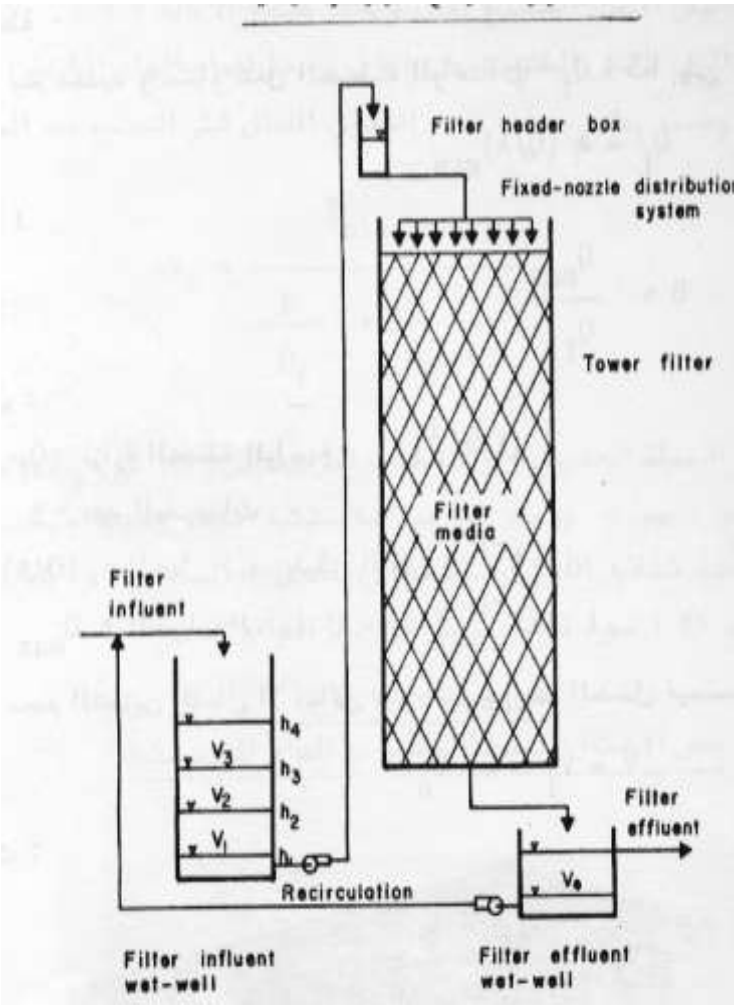
– السرير المتميع (حوامل متحركة).

– السرير المتمدد(حوامل متحركة).

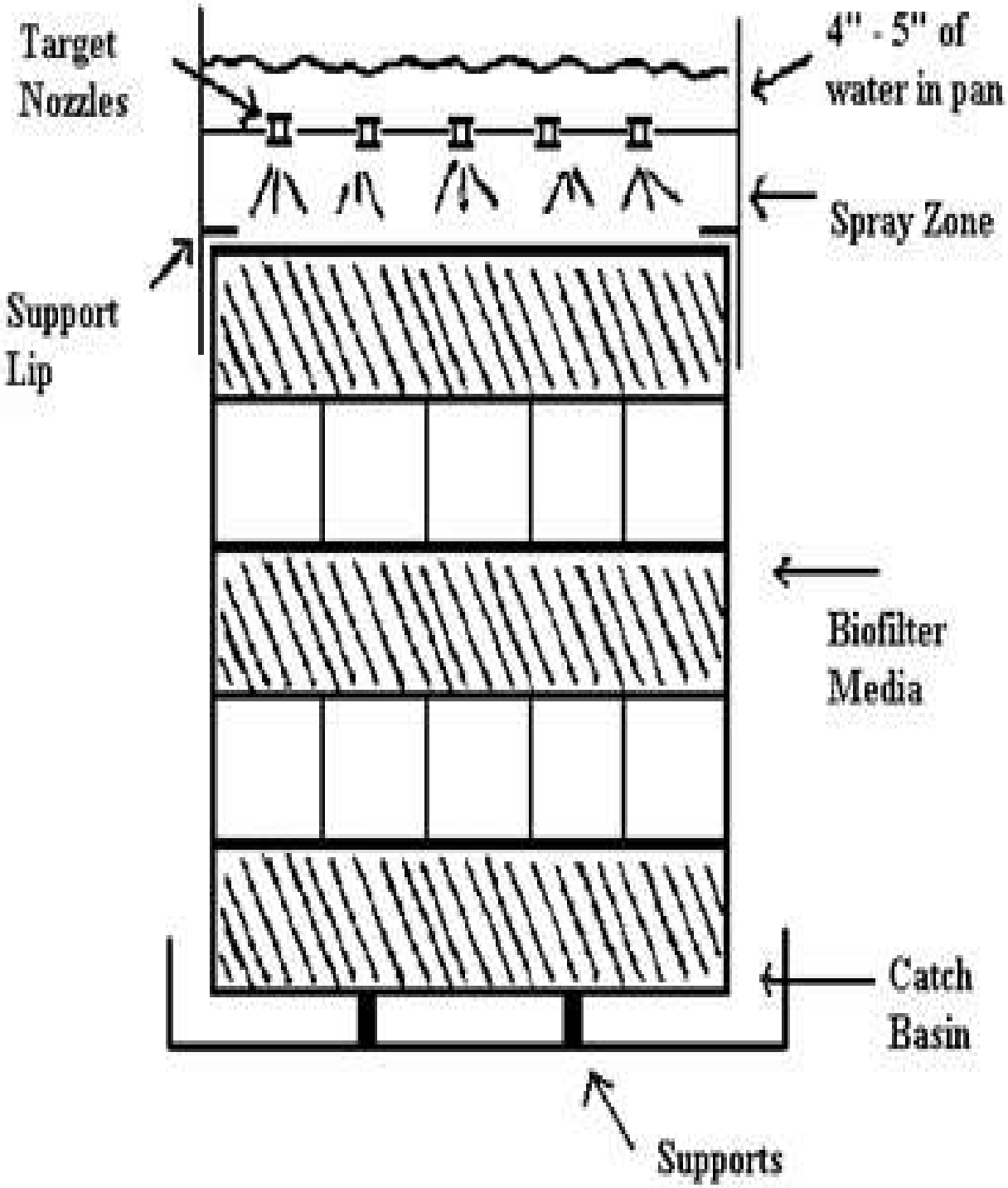
- المرشح البرجي ذو الحوامل الثابتة Fixed media :

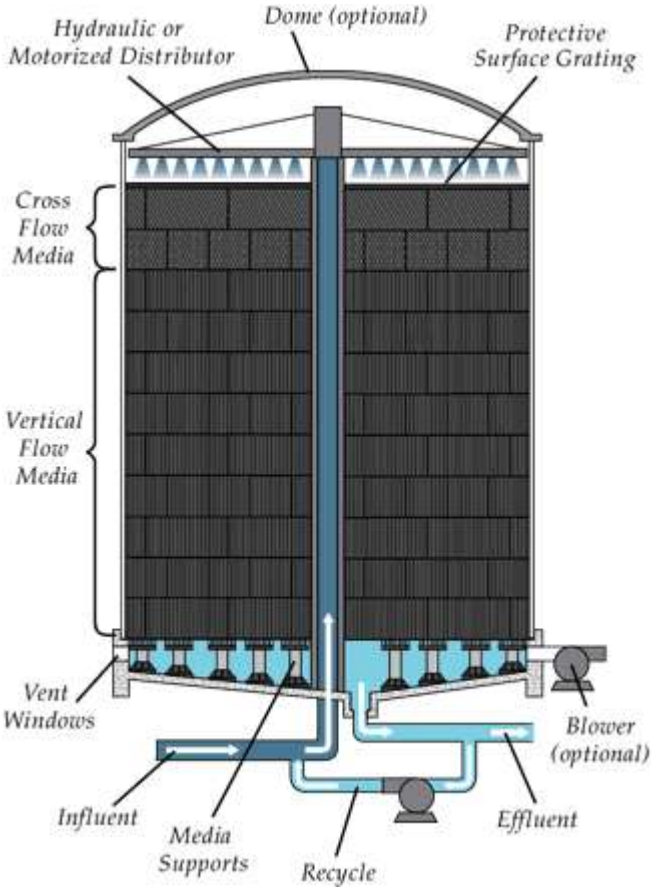
يستعمل فيه عادة مواد بلاستيكية أو مواد أخرى خفيفة الوزن يتم ضخ الماء إلى أعلى البرج ليوزع على سطح المادة الحاملة للبكتريا وليتسرب مارا فوق شرائح البكتريا ،

الشكل التالي يوضح مبدأ عمل المرشحات البرجية ذات الفيلم الثابت :


Filter header box
Fixed-nozzle distributio
system
Tower filter
Filter
media
Filter
influent
h4
V3
h3
V2
h2
V1
h1
Recirculation
Filter
effluent
Ve
Filter influent
wet-well
Filter effluent
wet-well

الشكل التالي نمذج لمرشح برجي تترتب الميديا على طبقات متتالية بينها فراغ





مرشح برجي في احد الدول الأوربية

يتم إعادة جزء أو كل الماء لتحسين مردود المعالجة ، و عندما يكون عمل الفلتر مستمر يجب أن يكون هنالك حوض أول لتجميع المياه وحوض ثانٍ لتجميع المياه مع المياه القادمة للمعالجة.

يوضع عدد من المضخات لاستيعاب الجريان الأعظمي .

يعطى هواء بمعدل ١٥ م٣/ ١ م٣ من مياه المجاري والطاقة المستهلكة تبلغ /٠,٥ / حصان لكل كغ BOD_5 المزال

- البرج ذو الحوامل المتحركة.

السرير المتميع Fluidize bed :

يتم استعمال مواد حاملة ذات أوزان خفيفة ويفضل أن تكون أوزانها حتى ٠,٩ غ /سم٣ وبوجود الحمأة تصبح الكثافة ١ غ /سم٣ وتستعمل مواد كالبولي بروبلين polypropylene bed أو الفحم .

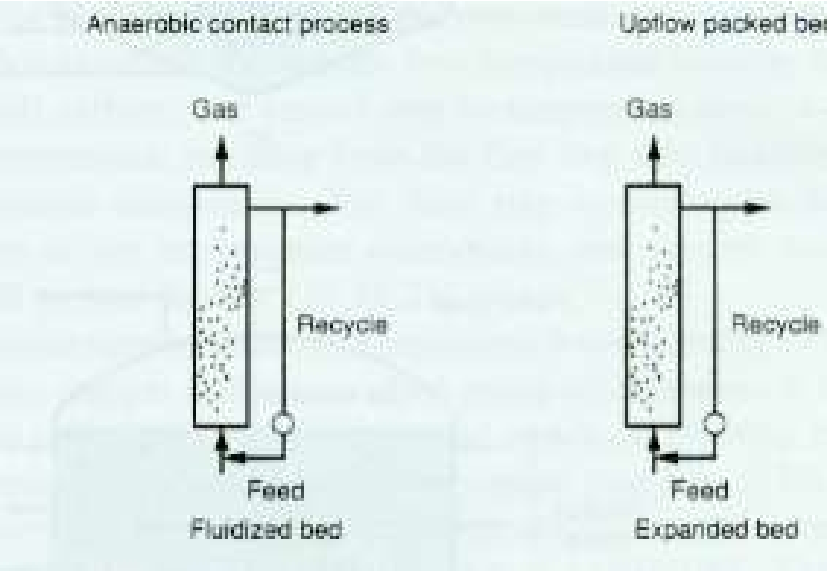
وحجم الميديا ٤٠ ٪ من المفاعل كحد أدنى ويتم ضخ الهواء أو ضخ الماء من الأسفل لتحريك الحوامل ويفضل ضخ الهواء لما فيه الفائدة في الأكسدة ، أما سحب الحمأة فيتم بمعايرة التدفقات لضبط حركة الحوامل حتى يتم انسلاخ الحمأة الزائدة فالتوقف عن الضخ ثم المتابعة عدة مرات يسبب انسلاخ الحمأة الزائدة

(علما أن الانسلاخ بشكل عام مستمر مع عمل المرشح ومن المفضل تحريك الحوامل بشكل قسري لضمان تحقيق الانسلاخ) .

السرير المتمدد Expanding bed :

الشكل التالي يبين مبدأ عمل السرير المتمدد :

يتم تحريك الحوامل بواسطة المياه المضغوطة وتسود الحالة اللاهوائية



تستعمل حوامل كالرمل والفحم ويعطى تدفق لتبقى الحوامل في حالة تمدد ، تسود الحالة اللاهوائية في السرير وينطلق الميتان ويكون تركيز الكتلة الحيوية ١٥٠٠٠ – ٤٠٠٠٠ ملغ/ليتر .

الحمأة الناتجة عادة أقل من المعالجة الهوائية (كالحمأة المنشطة) ويمكن استعمال هذه الطريقة لمعالجة مياه الصرف المنزلي والصناعي .

الجدول التالي يبين أداء المفاعل ذو السرير المتمدد المستعمل في معالجة مياه صناعية حمل الـ COD فيها ٥٠٠٠ ملغ / ليتر:

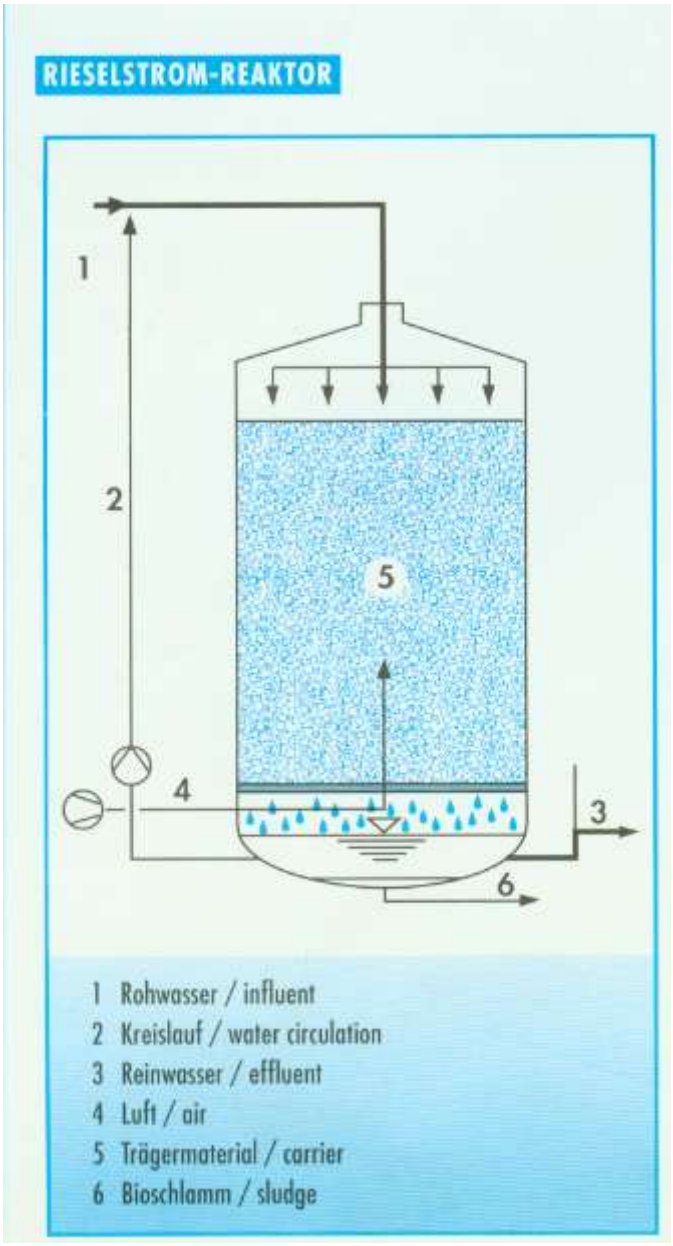
الطريقة	COD mg/l	زمن الإقامة ساعة	المزال
Expanded bed السرير المتميع	5000	5-10	80-85 %

- **تجربة معالجة مياه المصابغ وبعض الصناعات الأخرى بالمرشحات البيولوجية البرجية**

هنالك نماذج تم تنفيذها في سورية لمنشآت صناعية كالصباغة بأنواعها والصناعات الغذائية كالقطر الصناعي أو الصناعات الكيمائية كالمنظفات ويمكن أن يستعمل المفاعل لمعالجة مياه الصرف الصناعي للحليب والمطاحن وفيما يلي بعض وبعض هذه الأبراج يعمل منذ يعمل منذ ٤ سنوات واستعملت أسرة خفيفة مع التدوير وكانت الحوامل من نوع خفيف لا تتجاوز كثافتها ٢ – ٤ كغ / م٣ (بوليسترين).

(التصميم يمكن اعتباره اقرب للأسرة المتميعة والحركة يستمدها من ضغط الهواء الذي يتخلخل ضمن الحوامل الخفيفة ويحركها بشكل دائم ضمن فضاء المفاعل)

ولدينا الشكلان التاليان يوضح الأول المبدأ العام للعملية للتصميم



مبدأ عمل المرشح ألبرجي

البكتريا مكبرة ٢٠٠ مرة

الضوابط الفنية لهذا التصميم :

- التحمل الهيدروليكي ٦ — ٧ م٣/ م٣ /يوم من المادة الحاملة .

- يتم توزيع المياه من الأعلى بشكل أدواش مستمرة ويتم تدوير المياه من ٢ — ٥ مرات.

- نظراً لكون الحوامل خفيفة يتم تزويد هواء الكمية ٧٠٠ — ٨٠٠ م٣/ م٣ / يوم حيث يتم إعطاء دفقات هواء ثم توقف لتحقيق الانسلاخ اللازم للحماة الزائدة،

الطريقة	الحمل الهيدروليكي	الحمل العضوي BOD_5	تدوير حمأة	الطاقة w/m3	نترجة	كمية الحمأة من BODr
مرشحات فيلم متحرك حوامل خفيفة	٢٤م٣ /م٢/يوم	١-٣كغ/م٣/يوم	لا يوجد	١٥٠	يوجد	أقل ٥٪

الشكل التالي يبين وحدات معالجة مياه صباغ وإعادة استعمال المياه في المعمل :

وحدة معالجة مياه صباغ وإعادة الاستعمال

ويتكون من المراحل التالية :

١- حوض ترسيب أولي .

٢- حوض توازن.

٣- مفاعل بيولوجي- السرير المتميع.

٤- أحواض معالجة كيماوية(بفرض إزالة الألوان والمواد العضوية المنيعة).

٥- فلتر رملي.

يتم استعمال المياه في أعمال الصباغ المختلفة كالشطاف والغسيل وغيره من الأعمال

الشكل التالي معمل لمعالجة مياه صرف الألبان :

وحدة معالجة مياه صرف لمعمل الحليب – ألمانيا

الصورة التالية معالجة مياه الصرف في معمل منظفات يوم لتكون مطابقة للمواصفة السورية ٢٥٨٠

معمل منظفات – حلب

الصورة التالية مصبغة أقمشة ويتم معالجة ١٥٠ م٣/يوم لتكون مطابقة للمواصفة السورية ٢٥٨٠

معالجة مياه مصبغة– الشيخ نجار

معمل قطر صناعي

محطة معالجة ألبان واجبان كعكة (دولز)

سوف نستعرض بعض الملاحظات الأساسية التالية في تصميم المرشحات البيولوجية

There are a few important things to remember when designing and building a trickling filter.

1. Be sure that the water is evenly distributed across the top of all of the media. If you don't wet the surface of the media, the bugs won't grow there.

وزع المياه بشكل كامل على الميديا وإلا ستنتشر الحشرات

2. Be sure that you have a minimum water loading rate of 4 gpm/ft2 of plan area. Higher water loading rates will make the filter more efficient. Practically speaking, you can't put too much water over the top of the media.

تأكد من أن التحميل للمياه الصرف على سطح الميديا لايقل عن 4gpm/ft2

3. Put the trickling filter in a place where it will be well ventilated. Trickling filters exhaust CO2 and a build up of CO2 in a building is dangerous for people and unhealthy for fish.

المرشح يطلق غاز ثاني اوكسد الكربون فلا يجب وضعة في مكان مغلق

4. Crisscross layers of media when you build the filter. This helps the water distribution and makes the stack of media more structurally secure.

الميديا المتعددة الميول والمتداخلة توزع الماء بشكل جيد

5. Structured media is relatively cheap. It is better to slightly oversize your filter than undersize it. No one ever killed their fish because the biofilter was too big.

من المفضل أن يكون التحجيم فضفاضا

6. Shorter turnover times for the water in the culture tank generally results in better water quality. When in doubt, use higher reticulating flow rates. Never restrict the flow out of the recirculation pump. It just wastes energy and reduces the effectiveness of the system. If a particular component can't handle the full flow from the pump, then use a partial bypass around it.

المفضل زمن مكوث اقل في الحوض عملية نقل الماء إلى حوض لتجميعه وإعادة ضخه تضييع للطاقة- التدوير المستمر يعطي أفضل النتائج

Trickling filters are the easiest, cheapest and most effective biofilter that you can build. They are truly the "do-it-yourself" biofilter.

كن على ثقة ان المرشح البيولوجي هو ارخص وأكثر فعالية من الطرق الأخرى للحصول على معالجة معينة .

تمرين تدريبى:

يراد تصميم برج لمعالجة مياه الصرف الصناعي بدرجة حرارة(٢٠) درجة مئوية.
كمية المياه الداخلة (٥)م٣/ سا ، (١٢٠) م٣/ يوم .
كمية حمل الـ (BOD =1000) ملغ / ليتر.

١- أفترض أبعاد البرج و طريقة المعالجة .
٢- أختر نوع الميديا و حجمها .
٣- أحسب سرعة دوران موزع المياه .
٤- أحسب كمية الهواء اللازم تقديمها .

نفرض أننا نريد معالجة مياه الصرف بواسطة مرشح برجي
ارتفاعه (٧,٢) م و قطره (٢,٥) م منه ارتفاع الميديا
5 m ~ 0.7X7.2
نفرض تدوير المياه بواقع (٢) مرة / سا.
كمية مياه الصرف
Q = 2X5+5= 15m3/H
حساب الـ BOD بعد المعالجة
Se/Si = exp. [-K20 D(Qv) -n]
باعتبار البرج اعلى من ٦م نحسب k للارتفاع ٥ م

K2 = K1 (D1/D2)X

بفرض الميديا مواد بلاستيكية من

X=0.3 مواد بلاستيكية .
K2 = 0.06X(5/6)3 => K2= 0.347

Qv =(15m3/H) / (3.14X 2.52/4) = 3m3/M2 / H

Qv ~ 0.05 m3/M2/Min
نعتمد مواد بلاستيكية كحوامل للبكتيريا. فيكون
Se/Si = exp. [-K2 D(0.05)- 0.5]
D= 5.5. M
Se/Si = exp. [-0.03 X 5.5 X (0.05)- 0.5]
Se/Si = exp. [-0.03 X 5.5 X 4.472]

Se/Si = exp.-0.8362
Se/1000 = 0.43 =>Se = 433.3 mg/L

حساب سرعة الدورانDr
N = (1.6 Qv)/ A.
BOD=(120m3 X 1000 X1000)/(1000 X1000)=120 Kg BOD/D.
التحميل على ١/ م٣ من البرج .
حجم الميديا.
[(2.52 X 1) / 4 X 5] = 25 m3

منه كمية ال BOD5/ م٣.
(120/25) = 4.5 Kg/ m3 / D.

نلاحظ أن الحمل Dr غير موجود في الجدول فيقدر بـ (٠,٧٥ متر) .
Qv التحميل الهيدروليكي على المتر المربع 0.5 m3/m2/mint
N = (1.6 Qv)/ A.Dr

عدد الأذرع (٢).
(1.6 X 0.05) / (2 X 0.75) = 0.05 R/M
أي يعادل ٣,١٩ دورة/ سا.

١- كمية الهواء اللازمة للمرشح غير برجي .
٠,٣ م٣ / د.م٣ .
٠,٣ X ٦٠ X ٥ = ٩٠ م٣/ سا.
أو ١٥م٣ / ١م مياه مجاري X ٥ م٣ = ٧٥ م٣ / سا.
٢) أما المرشح ألبرجي :
(٧٠٠-٨٠٠) م٣/م٢/ يوم.
منه 25 X 700/ 24 = 730 m3/h

المراجع

ميت كالف وايدي water and waste water engineering systems
شركة expo-net
شركة هانولد ألمانيا

Matt Smith -Trickling Filters

المهندس معن برادعي