

أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي: Subsurface Vertical Flow Wetlands:

لقد جاءت هذه الأحواض كبديل عن الأحواض ذات الجريان تحت السطحي الأفقي لتلبي المعايير الأوربية بالنسبة للقيمة المسموح بصرفها مع المياه المعالجة من نتروجين الأمونيا (NH_4) هذه الأحواض تتميز بإتمامها لعملية النترجة ضمنها عبر التشغيل المتقطع و عبر ارتفاع الأحواض المنخفض. كما أن هذه الأحواض تستخدم بمرحلة منفصلة لتجفيف و تثبيت الحمأة الأولية الناتجة عن مرحلة المعالجة الأولية لمياه المجاري.

إن أحواض القصب ذات الجريان الشاقولي تصمم بحيث تمر المياه (المعالجة بشكل أولي (المراد معالجتها من أعلى السطح عبر شبكة أنابيب مثقبة و مضغوطة إلى أسفل الحوض عبر الوسط الحصى أو الرملي أو الوسط الخليط . يتم جمع المياه المعالجة عبر شبكة أنابيب سفلية للتصريف أو عبر طرق أخرى . و تتم تغذية الحوض بشكل متقطع بحيث أن الفراغات بين الوسط الرملي أو الحصى في فترة الراحة تعود و تمتلئ بالهواء . و لذلك فإن الأكسجين اللازم لعملية النترجة يكون متوفرا أو تحصل عملية النترجة بشكل كامل ضمن هذه الأحواض و مع ذلك فإن جزءا بسيطا من النترات يتم تحويله إلى غاز النتروجين ضمن الظروف الأنوكسية (anoxic) النادرة.

و إذا كان المطلوب إزالة النترجة فإن هذا يمكن تأمينها عبر تدوير المياه الخارجة من هذا الحوض جزئيا أو إرجاعها إلى حوض التحليل.

عادة ما تتضمن الميديا في هذه الأحواض على الحصى المتدرج و الرمل تكون طبقة الرمل هي الرئيسية يكون ارتفاعها بحدود 60 سم بحيث و باعتبار ارتفاع الميديا بالحوض متر واحد يكون تسلسل الطبقات من الأعلى باتجاه الأسفل (حصى خشن سماكة 10 سم ، رمل ناعم) أقطاره بين 1-0.2 mm سماكة 60 سم حصى سماكة 10 سم حصى خشن سماكة 20 سم

شروط عامة لأحواض النباتات الشاقولية:

1- يجب أن تكون أرضية الحوض كتيمة ضد الترسبات و ذلك عبر فرش الأرضية برقائق من البولي الايثيلين عالي الكثافة أو عبر استخدام رقائق pvc ويمكن الحفاظ على منسوب المياه بحيث يبلغ ارتفاعه 5-10 سم اعتبارا من أرضية الحوض وهذا يعني ان الحوض أن الحوض سيكون بمعظمه خاليا من المياه بغد فترة التراجع.

2- يجب أن تكون سماكة الرمل على الأقل بين 30-60 سم و تعلوها طبقة حصى كما أن شبكة تجميع و تعلوها طبقة حصى كما أن شبكة تجميع لمياه المعالجة تكون محاطة بالحصى لمنع انسدادها بالرمل إن تهوية الطبقة السفلية يحسن أداء المعالجة و لذلك يتم وصل أنابيب الدريناج الأفقية بأنابيب قصيرة شاقولية مفتوحة على الهواء الخارجي.

3- إن العمق الوسطي للأحواض ذات الجريان الشاقولي يتراوح بين 0.9-1م إن هذا النوع من الأحواض يكون فعالا و بشكل خاص من أجل عملية النتزجة بالإضافة إلى إزالة المواد العضوية والمواد العالقة الصلبة بينما لاتصلح لإزالة النتزجة

4- المساحة المطلوبة وسطيا تتراوح بين 1-3 متر مربع .

5- معدل تحميل المواد العضوية يصل حتى 20 الى 30 غرام/م/يوم

يتم توزيع المياه على سطح مادة الفلتر باستخدام شبكة من الأنابيب المثقبة التي تضمن توزيع منتظم للمياه على كامل السطح و يكون البعد بين أنبوبي توزيع ما يقارب 4 m بقطر 2in بحيث يتم تقسيم الانبواب الى قسمين القسم الاول من بداية الحوض يشكل 2-3 من الطول وتكون قطر الثقوب فيه 6mm اما القسم الثاني الذي يشكل 1/3 من الطول تكون ابعد ثقوبه تساوي 8mm

يتم جمع المياه الراشحة عبر مسامات مادة الحوض عن طريق أنابيب تصريف يتم تثبيتها فوق طبقة العزل و تكون متصلة بأنابيب شاقولية تؤمن تهوية إضافية للمياه و تحسن من عملية المعالجة.

أحواض النباتات ذات الجريان المتنوع (الأفقي و الشاقولي)

Hybrid Subsurface Flow Wetlands (Horizontal, Vertical, Free Flow)

توصل العلماء و الباحثون أن التغلب على مساوئ الحل المنفرد لكل من الأحواض الأفقية أو VF (الشاقولي ، HF الشاقولية يكمن في دمج الأنواع السابقة من أحواض المعالجة) الأفقي بالإضافة إلى أحواض الجريان الحر ببعض الحالات . و أن استخدامها ضمن منظومة معالجة واحدة يزيد كفاءة إزالة الملوثات العضوية مع إزالة فعالة للمواد الصلبة المعلقة و العوامل المرضية و بيوض الديدان بالإضافة الى تحقيق إزالة مقنعة للمغذيات مثل تخفيض النتروجين الكلي من خلال انجاز عمليتي النتزجة و إزالة النتزجة .حيث تعتبر أحواض المعالجة ذات الجريان الشاقولي عبارة عن أحواض هوائية تتم فيها عملية النتزجة بشكل جيد بينما تعتبر الأحواض ذات الجريان الأفقي ذات كفاءة عالية في إزالة النتزجة و لذلك فإن دمج النوعين السابقين يساعد في التخلص من النتروجين عند الحاجة لذلك .كما أن أحواض الجريان الحر يمكن أن تستخدم كمعالجة معمقة بعد أحواض المعالجة الأفقية أو الشاقولية.

إن تصميم المحطة و تنظيم دخول المياه إلى الأحواض و كيفية تسلسل يتبع إلى المصمم و إلى درجة المعالجة المطلوبة بالإضافة إلى نوع المعالجة الأولية و الخبرة المكتسبة من المشاريع المنفذة بالمنطقة و في الدول الأخرى و الخيارات المتاحة كثيرة مثل:

1- (شاقولي + أفقي):

تبدأ المحطة بعد المعالجة الأولية بأحواض شاقولية يتم تغذيتها بالضح المتقطع و تليها أحواض أفقية. و لكن من سلبياتها الانسداد السريع للميديا ضمن الحوض.

2- (أفقي + شاقولي):

تضم المحطة بعد المعالجة الأولية أحواض أفقية و تليها شاقولية و في هذه الحالة يتم تدوير قسم من المياه المعالجة لتعود إلى أحواض المعالجة الأفقية اذا كان مطلوبا ايضا "تخفيض النتروجين.

3- أفقي + شاقولي + أفقي + حوض جريان حر

في الأنظمة المراد ضمنها المعالجة الثالثة يمكن استخدام أحواض المعالجة الأفقية و الشاقولية ثم الأفقية ثم الأحواض ذات الجريان الحر

4- أفقي + شاقولي + أفقي:

إن الرغبة في زيادة فاعلية المعالجة و خفض المساحة المطلوبة لمحطة المعالجة بالنباتات مع تجنب إعادة تدوير المياه من كما في الحل السابق أوجد الحاجة إلى اختيار نوع آخر من تسلسل الأحواض أفقي ، VF شاقولي ، HF أفقي و النسبة المخصصة لكل نوع تعود إلى نتائج الابحاث العلمية ذات الصلة و خبرة المصمم و نوع الملوثات المراد إزالتها.

تم تجنب استعمال حوض شاقولي في البداية خوفا "من انسداد الميديا) غالبيتها من الرمل (وخصوصا "بحال عدم كفاءة الترسيب الأولي للأسباب المعروفة مما يتطلب استبدال الميديا و هذا مكلف ماديا " و يتطلب عمل مجهد. كما أنها بحاجة الى الضخ للتغذية المتقطعة و بحال كانت التدفقات ضعيفة جدا فهي تحتاج لوقت طويل حتى تتراكم ليتها ضخها و هذا له عيوبه. إن الأحواض الأفقية) كمرحلة أولى (يستخدم وسط حصوي متنوع و بحيث لا ينسد مهما كان أداء أحواض الترسيب الأولى سينا "كما أن تغذيتها تكون مستمرة و ليست متقطعة و بجريان ثقالي، كما أن لها كفاءة عالية في إزالة الملوثات العضوية و المواد الصلبة و الممرضات. و تنشط ضمنه ظروف التشغيل الهوائية والاختيارية و اللاهوائية مما يسهم بتخفيف الحمل العضوي و المواد المعلقة الداخلة للأحواض الشاقولية مما يطيل في مدة استثمارها الفعلية. و من ميزات الأخرى أن عملية إزالة النتريجة تتم ضمنها. كما أن لها دور فعال في التخلص من المعادن الثقيلة والملوثات الأخرى مما يسهم في تجنب فشل عملية المعالجة بحال ورود دقات من المياه الملوثة الصناعية المفاجئة. إن استخدام الأحواض الشاقولية) كمرحلة ثانية (له دور فعال في زيادة فعالية إزالة الملوثات العضوية و الصلبة المعلقة وبيوض الديدان و يعتبر الضامن لأي خلل في أداء قد يحدث في الأحواض الأفقية ضمن المرحلة الأولى. كما أن لها دورا "رئيسيا" في عملية النتريجة