

الاعتبارات الأساسية في تصميم محطات المعالجة

توجد في الولايات المتحدة الأمريكية (15631) منشأة لمعالجة المياه الملوثة. و قد بدأت في مد خطوط الصرف الصحي عام 1855 حيث بدأت بمعالجة المياه الملوثة عام 1901 باستخدام المرشحات، و في عام 1909 بدأت باستخدام أحواض أمهوف و في عام 1941 بدأت بتعقيم المياه المعالجة بالكلور ايد باستخدام نظام الحمأة المنشطة عام 1916 . من بين 15613 منشأة للمعالجة الملحوظة عام 1992 أي بعد مرور 90 عاما من بدأ المعالجة خلال العشرين سنة الأخيرة تم التأكيد على المعالجة الثانوية من أجل التحكم بالملوثات العضوية و النتروجينية (المستهلكة للأوكسجين) بالإضافة إلى إزالة المواد الصلبة العالقة. أما بالنسبة إلى استراتيجيات المعالجة الخاصة بالفوسفور و النتروجين فقد كانت محدودة بالقيود الصارمة بصرف المياه المعالجة على مسطحات المياه العذبة.

- اعتبارات أساسية في تصميم محطة المعالجة

- 1- مدخل .
- 2- سنوات التصميم .
- 3- المساحة المطلوبة .
- 4- إختيار الموقع .
- 5- عدد السكان التصميمي .
- 6- مواصفات المياه المعالجة .
- 7- خواص المياه الخام .
- 8- درجة المعالجة .
- 9- إختيار مراحل و طرق المعالجة و مقارنة البدائل .
- 10- إختيار المعدات .
- 11- الطاقة اللازمة للمحطة و مصادرها .
- 12- الجدوى الاقتصادية .
- 13- دراسة الأثر البيئي .

1- مدخل.

إن تخطيط و تصميم و إنشاء و تشغيل و صيانة منشآت معالجة المياه الملوثة أمر معقد فهو يخضع للظروف السياسية والاجتماعية التقنية ولذلك فإنه بالإضافة إلى تأمين المعالج المطلوبة فيجب تجنب حدوث أي آثار بيئية سلبية. بعض هذه الظروف البيئية تتضمن: الروائح الكريهة -تلوث المياه المستقبلية -الضرر بالحياة المائية -إلحاق الضرر بواصفات المسطحات المائية المستقبلية وتدني نوعيتها وعدم ملائمتها للإستخدامات المتعددة من حيث الزراعة والصناعة والاستجمام ... الخ - إنتشار الأمراض عبر أكل المحاصيل المروية بالمياه الملوثة.

2- عدد سنوات التصميم :

بشكل عام يحتاج تصميم و إنشاء محطات المعالجة وقتاً طويلاً. و على العموم يتم تصميمها لمواجهة الزيادات السكانية المستقبلية . أن السنة التصميمية هي السنة التي يتوقع فيها أن تشتغل المحطة بكامل طاقتها. إن إختيار العمر التصميمي للمحطة فهو يعتمد على المنطقة المدروسة وإمكانية التوسع المستقبلي فيها بالإضافة إلى العادات السكانية و الناحية الإقتصادية.

أما العمر التصميمي فيتم اختياره عادة وفق العوامل التالية:

- 1- العمر الفعلي الذي تبقى فيه المنشآت بحالة سليمة .
- 2- سهولة أو صعوبة التوسع .
- 3- عمل وأداء منشآت المحطة أثناء سنوات التشغيل الأولى.
- 4- النمو السكاني المستقبلي -المساحة المخدمة - التوسعات الصناعية و التجارية - خواص المياه الملوثة - الإحتياجات المائية.
- 5- التكاليف الحالية والمستقبلية لإنشاء المحطات مع توفر أو عدم توفر السيولة اللازمة للتنفيذ والتشغيل.

إن الفترات التصميمية لمختلف وحدات المحطة تتنوع بشكل كبير. فمثلاً الألفية ومنشآت الدخول الرئيسية و التجهيزات الملحقة يمكن أن تصمم حتى 50 سنة. أما وحدات المعالجة والتجهيزات والمضخات ومعالجة الحمأة فهي تصمم لفترات قصيرة من أجل تجنب التكاليف الباهظة في الإنشاء. وفي مثل هذه الحالات يتم ترك مساحات إحتياطية من أجل التوسع المستقبلي للمحطة تبعاً للخطوط العامة للتصميم وإنشاء المحطات. فإن العمر التصميمي للمحطة يتراوح بين 10-15-20 سنة و ذلك تبعاً لكمية المياه الملوثة المتوقع دخولها للمحطة.

3- المساحة المطلوبة للمحطة :

إن تحديد المساحة اللازمة تعتمد على توفر المعلومات الفعلية من حيث توفر هيدرولوجيا المنطقة المدروسة والمناخ والنشاطات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة بالإضافة إلى الوضع الطبوغرافي للمنطقة المدروسة.

4- إختيار الموقع :

إن إختيار الموقع يعتمد على وضع المنطقة المدروسة جغرافيا وإجتماعيا وسياحيا والمعوقات الهندسية بحال وجودها. من المهم أن نتذكر أن إختيار موقع المحطة سيكون له تأثير طويل الأمد على المنطقة المختارة و الوضع البيئي بالإضافة إلى التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية على السكان لذلك فإن إختيار موقع المحطة أمر صعب وحاسم. كل المواقع المقترحة للمحطات يجب أن تقوم بشكل كامل على أساس طبوغرافيا المنطقة – التأثير البيئي – أسلوب تجميع المياه الملوثة والطريقة المراد استخدامها في المعالجة بالإضافة إلى العوامل الإقتصادية. الأمور التي يجب أخذها بعين الإعتبار أثناء تقييم الموقع الأفضل للمحطة تتضمن :

1- يجب أن تتوضع محطة المعالجة في منطقة ذات منسوب منخفض حتى تصل إليها مياه الصرف بالجريان الحر دون الحاجة إلى ضخ.

2- يجب أن يكون الموقع معزول نوعا ما عن المناطق السكنية و مناطق التوسع العمراني كما يجب أخذ النواحي الجمالية أثناء تصميم المحطة وإنشائها كما يجب أخذ الروائح الناتجة عن معالجة الحمأة واحواض التجفيف بعين الإعتبار.

3- الموقع يجب أن يكون على أرض ذات مساحة كبيرة بحيث تؤمن متطلبات التوسع المستقبلي للمحطة .

4- يجب أن يؤمن الموقع إمكانية التخلص من المنتجات النهائية للمعالجة مثل المياه المعالجة و الرمال و بقايا المصافي و الحمأة.

5- يجب عدم إختيار موقع المحطة ضمن منطقة الفيضان إذا لم يتم إتخاذ إجراءات لحماية موقع المحطة من أي فيضان محتمل.

من بعض الإجراءات التي يمكن إتخاذها لتأمين المحطة رفق المنشآت فوق المستوى المتوقع للفيضان أو إنشاء مصارف حول المحطة. كما أنه يمكن تأمين مصرف لمياه العاصفة المطرية بحيث يتم تصريف أي كمية فائضة من الماء عبر الهدارات.

- 6- يجب أن يمتلك الموقع طريق يمكن الوصول إليه.
- 7- يجب أن يكون موقع المحطة قرب مستقبل مائي للمياه المعالجة أو توفر إمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة للري للإستفادة منها.
- 8- يجب أن تكون التربة المراد إقامة المنشآت عليها مناسبة لمثل هذا النوع من المنشآت ولا تحتاج إلى تكاليف باهظة من أجل الأعمال التأسيسية للمحطات.
- 9- يجب ملاحظة أهمية الموقع التاريخية والمعمارية قبل إعتقاد الموقع فلا يمكن إنشاء محطة المعالجة على أرض ذات إرث إنساني.
- 10- إختيار الموقع و تخطيط منشآت المحطة يجب أن ينجز بعيدا عن مناطق الإستجمام و المنتزهات العامة و غيرها من المناطق ذات الطبيعة الترفيهية للسكان .
- إن العوامل العامة التي يجب أخذها بعين الإعتبار في إختيار موقع المحطة تتضمن : (طوبوغرافيا الموقع – المياه السطحية – المياه الجوفية – نوعية التربة – إتجاه الريح السائد – درجة الحرارة – هطول الأمطار الإشعاع الشمسي – العادات السكانية للمنطقة المدروسة – الأنظمة البيئية المختلفة للمنطقة المدروسة – توفر النقل – الناحية التاريخية و المعمارية للمنطقة بالإضافة إلى عوامل أخرى)

5- عدد السكان التصميمي :

أن كمية المياه الملوثة الناتجة عن أي تجمع سكاني ترتبط بعدد السكان في المنطقة المدروسة ومعدل استهلاك الفرد من المياه. لذلك فمن المهم أن نحدد عدد السكان المطلوب تقديمه تبعاً للعمر التصميمي للمحطة. هنالك صعوبة كبيرة في تحديد عدد السكان المستقبلي بدقة وهذا يفسر بالنمو الصناعي والتوسع العمراني للمنطقة المدروسة بالإضافة إلى توفر وسائل النقل والأرض اللازمة ومصادر المياه بالإضافة إلى إمكانية هجرة السكان من المنطقة لأسباب مختلفة كما يتعلق الأمر بالنشاطات الحكومية للمنطقة. إن الإعتقاد على الإحصاءات السكانية يلعب دوراً كبيراً في تحديد عدد السكان التصميمي للمحطة وذلك بفضل تنوع مصادر الحصول على عدد السكان الفعلي للمنطقة المدروسة من خلال الإعتقاد على بيانات مديريات الإحصاء بالإضافة إلى الزيارات الميدانية للمناطق المدروسة والحصول على العدد الفعلي للسكان وخاصة للتجمعات الصغيرة .

6- مواصفات المياه المعالجة :

حسب وكالة حماية البيئة الأمريكية فإنه طالما لا يتم تصريف المياه المعالجة على المصادر المائية الهامة و التي تعتبر مصدر لمياه الشرب أو للإستخدامات الصناعية الخاصة فإنه يتم الإكتفاء بالمعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي. و يمكن تحديد مواصفات المياه المعالجة كحد أدنى كما يلي :

BOD5	45	mg/L
TSS	45	mg/L

7- خواص المياه الخام الملوثة:

يجب تحديد تدفق مياه الصرف الصحي ومواصفاته الكيميائية . إن طبيعة مياه الصرف الخام تعتمد بشكل كبير على النشاطات الإقتصادية والصناعية والسكانية المختلفة . كما أن كميات هامة من المياه تدخل عبر الرشح إلى أنابيب الصرف الصحي في الجو الماطر مما يؤدي إلى تغيير طبيعة المياه الملوثة

8- درجة المعالجة:

إن درجة المعالجة المطلوبة تعتمد أساسا على مواصفات المياه الملوثة الخام المراد معالجتها على مواصفات المياه المعالجة النهائية . إذا تم تصريف المياه المعالجة إلى المسطحات المائية العذبة فهنا يجب التشدد بدرجة المعالجة المطلوبة ، أما إذا كان المراد من المياه المعالجة هو إعادة إستخدامها بالري فإن المعالجة يجب أن تكون مقنعة و مناسبة للمحاصيل المراد ربيها .

9- إختيار مراحل و طرق المعالجة و مقارنة البدائل:

هناك العديد من طرق المعالجة التي تؤمن الدرجة المطلوب الوصول إليها . على المصمم المقارنة بين عدة عوامل تدخل في إختيار مراحل المعالجة هذه العوامل تتضمن : (الملوثات المراد إزالتها – مواصفات المياه المراد معالجتها – المتطلبات الهيدروليكية – التخلص من الحمأة – الطاقة اللازمة – إعتبرات إقتصادية). إن إختيار عمليات المعالجة المناسبة ليست بالمهمة السهلة فهي تتطلب فهما لآلية المعالجة و الإمكانيات التشغيلية للوحدات المختارة بالإضافة إلى التأثيرات البيئية لمكونات المحطة المختلفة . إن الدراسات المخبرية و النماذج المصغرة للحلول المقترحة تعتبر ضرورية من أجل الوصول إلى الحل النهائي الأنسب للمعالجة المطلوبة.

10- إختيار المعدات:

كل وحدة لمعالجة مياه الصرف الصحي تتطلب تجهيزات أو مواد مصنعة. وللحقيقة فإن العديد من التفاصيل التصحيحية للمحطة تخضع لأبعاد واسلوب تركيب التجهيزات ضمن الوحدة. إن مسؤولية إختيار وحدات المعالجة وتجهيزات المرافقة لها تقع على عاتق المصمم. ولتحقيق ذلك فإن على المصمم أن يكون على إطلاع بمعايير التصميم و إجراءاته وعلى معرفة بالحسابات التصميمية الأولية بالإضافة الى توفر المعرفة والدراية بكتلومات التجهيزات اللازمة للمحطة ولذلك فإن على المصمم أن يقوم باستشارة مالك التجهيزات ليتمكن من التصميم الصحيح للتفاصيل الهندسية اللازمة لبناء المحطة وتجهيزها. وكلما كان المصمم مضطلع على كافة أنواع التجهيزات اللازمة للمحطة كلما كان التصميم مثاليا.

مخطط الموقع العام ومخطط الجريان الهيدروليكي:

خلال مراحل التصميم الأولى يجب الأخذ بعين الاعتبار الظروف الموجودة ضمن الموقع المختار لمحطة المعالجة كما أن على المصمم يراعي الميول بحيث يتغلب الميل الطبيعي للأرض على الضياعات الهيدروليكية بين مختلف وحدات محطة المعالجة.

11- الطاقة اللازمة للمحطة ومصادرها:

تركز الاهتمامات الحالية لمصممي محطات المعالجة على تخفيض الطاقة اللازمة لتشغيل المحطة وإدارتها. فعلى المصمم أن يأخذ ترشيد استهلاك الطاقة بعين الإعتبار. إن تأمين مصدر الطاقة يعتبر هاما لتأمين تشغيل المحطة إضافة إلى الإستخدامات الأخرى لها. وبناء على ذلك فإن الأفضلية تعطى للطرق التي تستهلك كميات قليلة من الطاقة.

12- الجدوى الإقتصادية :

يجب إجراء دراسة فعالة للكلفة اللازمة لتصميم و تنفيذ وتشغيل المحطة المطلوبة. إن تخفيض الكلفة الكلية للمحطة عبر تأمين بدائل أقل كلفة للمعالجة هو من الأمور الهامة التي يجب على المصمم أخذها بعين الإعتبار.

13- دراسة الأثر البيئي :

يجب أن يتم التقييم البيئي لمختلف وحدات المعالجة وذلك للحيلولة دون لجوء روائح كريهة تزعج الجوار. كما أن بناء المحطة يتطلب أرض مخصصة لهذه الغاية مع التركيز على المجمع الرئيسي الواصل للمحطة وفي هذه الأيام تتوفر بيانات و تصنيفات عالمية حول الأثر البيئي لمحطات المعالجة.