المحاضرة الأولى

الهندسة الصحية وعلاقتها بالعلوم الأخرى

تعريف الهندسة الصحية علم تطبيقي يهدف بالدرجة الأولى إلى **تأمين** مياه الشرب بالنوعية والكمية المناسبة وفي كل الأوقات وإلى صرف المياه الناتجة عن التجمعات السكانية ومعالجتها في محطات معالجة ليتم طرحها الى البيئة دون ضرر.

مقدمة:

لقد حاول الإنسان ومنذ أ قدم العصور التخلص من المياه الملوثة بطرق مختلفة ومن أنجح الطرق كانت ولا تزال نقل هذه السوائل بواسطة شبكة من ا لأنابيب بعيدا عن المناطق السكنية المأهولة إلى الأنهار والوديان القريبة فلقد دلت الحفريات في مصر على وجود أقنية لتصريف المياه الملوثة من (٢٥٠٠عام) قبل الميلاد كما نفذت مثل هذه الأقنية في روما والهند. إن انتشار شبكات الصرف الصحي كان له جوانبه السلبية تجلت في تلوث الأنهار شيئا فشيئا الأمرالذي أدى إلى غياب رونق المياه وتموت الأسماك هذا الأمر وأمور أخرى استوجب معالجة المياه قبل صرفها إلى الطبيعية أو إعادة استخدامها (سواء في الري أو استخدامات أخرى).

الهندسة صحية

وفقاً لما ورد في تعريف الهندسة الصحية تقسم إلى :

أولاً :هندسة إمداد مياه الشرب

وهي مجموعة المنشآت الهندسية اللازمة لتأمين المياه بالكمية والنوعية اللازمة وهي:

١-منشأة المأخذ

٢- محطة التنقية

٣- خطوط جر المياه ومنشآت التخزين

٤-شبكات توزيع المياه الخارجية

٥-شبكات توزيع المياه الداخلية

ثانياً : هندسة الصرف الصحي :

وهي مجموعة المنشآت الهندسية اللازمة لنقل مياه الصرف الصحي إلى خارج التجمعات السكانية ومعالجتها وهي :

١-شبكات الصرف الصحي الداخلية

٢-شبكات الصرف الصحي الخارجية

٣-محطات معالجة مياه الصرف الصحي .

ثالثاً- إدارة النفايات الصلبة :

تتضمن كافة الفعاليات الهندسية وغيرها من فرز النفايات وجمعها ونقلها الى محطات معالجة هذه النفايات بهدف التخلص منها بشكل آمن بيئيا

علاقة الهندسة الصحية مع العلوم الأخرى

١- تخطيط المدن

يبحث هذا العلم في إعداد المخططات التنظيمية للمناطق والمدن وبمقاييس مختلفة تتراوح عادة بين (١/٥٠٠للمناطق الصغيرة) و (١/٥٠٠٠ للمدن الكبيرة) .توقع على هذه المخططات الأبنية السكنية والمباني العامة -الحدائق المناطق الخضراء -مناطق التوسع -الساحات والشوارع -المناطق الصناعية.

كما يهتم هذا العلم بإعداد مخططات مواقع عامة (بقطر يتراوح بين٢٥ -٣٠ كم) تقع ضمنه المنطقة المدروسة.

تحمل على هذه المخططات المعالم الطبيعية والهندسية الاصطناعية المحيطة بالتجمع المدروس وتكون عادة بمقياس (١/٢٥٠٠٠)

٢- علم المساحة والطبوغرافية :

يهدف إلى إعداد المخططات الطبوغرافية وهي مخططات تحمل خطوط التسوية بتباعد يتراوح بين (٠,٥ - ٢،٠ م) . يكون عادة مقياس هذه المخططات بمقياس مماثل للمخططات التنظيمية.

إنّ دراسة مشاريع الصرف الصحي يتطلب توفر المخططات التنظيمية المزودة بخطوط التسوية تفيد في:

١- تحديد اتجاه الجريان بالإسالة (تحت تأثير الجاذبية) وبالتالي تحديد مسارات أنابيب شبكات الصرف الصحي .

٣-علم المناخ (علم الأرصاد الجوية) والميترولوجيا

يفيد في تحديد الهطول المطري وعناصر العواصف المطرية (شدة .مدة .تكرار) كما يفيد في تحديد المعطيات المناخية الأخرى التي تؤثر وتدخل في حسابات محطات المعالجة مثل (درجة الحرارة .سرعة الرياح واتجاهها السائد) والتبخر وغير ذلك .

٤-علم الهيدرولوجيا :

يدرس هذا العلم التغيرات الكمية والنوعية للمصادر المائية (الجوفية ومياه المسطحات المائية).

عند دراسة مشروع الصرف الصحي لابد من معرفة المنسوب الأدنى والأعظمي وبالتالي سواء من هدّارات الغزارة الدنيا والعظمى الفائض التي تبنى على شبكة الصرف الصحي المشتركة أو من محطات المعالجة. للمجرى المائي الذي يستقبل مياه الصرف الصحي .

كما أن معرفة تغير مناسيب المياه الجوفية يفيد في اختيار عمق تمديد الأنابيب. يبحث علم الهيدرولوجيا أيضاً في تحديد بعض المعاملات (مثل معامل الجريان ..وغير ذلك) التي تستخدم في حساب كمية مياه الأمطار الداخلة إل شبكة الصرف الصحي).

٥-علم الهيدروليك :

إن تصميم شبكات الصرف الصحي هيدروليكياً يتم باستخدام قوانين علم الهيدروليك .

٦- علم مكانيك التربة :

يهتم هذا العلم بتجديد الخواص الفيزيائية والميكانيكية للترب بمختلف أنواعها،مثل تحديد درجة تحمُل التربة وهبوطها وخواصها الفيزيائية (وزن حجمي ونوعي وغيرها من الخواص) التي تفيد في حساب أساسات المنشآت الهندسة الصحية وغيرها .

كما تساعد في تحديد كيفية توضع الأنبوب .كما أن معرفة نوع التربة ينعكس على كلفة الحفر فيها ونوعية الآليات الواجب استخدامها وبالتالي تؤثر بشكل كبير على كلفة انشاء الشبكة.

٧-الإحصاء :

يفيد في تقدير عدد السكان المستقبلي في نهاية الفترة التصميمية للمشروع .

٨-كيمياء المياه والميكروبيولوجيا :

يفيد في دراسة نوعية وتركيب مياه الصرف الصحي مثل (BOD5,PH,COD,SS) . أي يفيد في تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي .

٩-العلوم الهندسية الأخرى : مثل الإنشاءات ، مكانيك ، كهرباء ، تحكم ،تغيير هذه العلوم في استكمال دراسات مشاريع الصرف الصحي . فعلم الإنشاءات يفيد في تحديد القوى وتصميم كافة العناصر والمنشآت إنشائيا.

المكانيك : تحديد الخواص والصفات الميكانيكية للأجهزة الميكانيكية المستخدمة في مشاريع الصرف الصحي (مضخات ، أجهزة كشط حمأة ، تهوية) وغيرها .

المحاضرة الثانية

معلومات عامة ومفاهيم أساسية حول مياه الصرف الصحي

ـ المخلفات السائلة :

تعرّف المخلّفات السائلة بأنها المياه الناتجة عن النشاطات البشرية المختلفة والمتنوعة في التجمع السكاني ،كما تسمى بالمخلفات السائلة تلك المياه التي تسيل على الساحات والطرقات في المدن نتيجة تساقط الأمطار وذوبان الثلوج .

تقسم المخلفات السائلة حسب **مصدرنشوؤها** إلى:

أـ المخلفات السائلة المنزلية :

وهي المياه الناتجة عن المطابخ والمراحيض والحمامات وغسيل الملابس وشطف المباني، تنشأ هذه المخلفات في المباني السكنية والإدارية والعامة أو في مباني الخدمات الملحقة في المعامل والمصانع وتحوي هذه المياه بشكل رئيسي على مخلفات الإنسان وبقايا النشاء والصابون والسكر والأملاح والأتربة، تسمى هذه المخلفات أيضاً **(مياه صرف صحي منزلية)**

ب ـ المخلفات السائلة الصناعية :

وهي المياه الناتجة عن عملية التصنيع في الصناعات المختلفة للأغراض الإنتاجية وتختلف كمية ونوعية المياه الناتجة حسب نوع الصناعة ، تسمى هذه المخلفات أيضاً**(مياه صرف صحي صناعية)**

ج ـ مياه الأمطار :

تتشكل نتيجة جريان المياه الساقطة على شكل أمطار وثلوج على أسطح المباني وعلى الشوارع والساحات (**مياه مطرية)**

بالإضافة إلى ذلك يمكن أن يدخل إلى شبكة الصرف الصحي:

ـ مياه جوفية من خلال الوصلات غير الكتيمة ومن خلال تشققات الأنابيب إن كمية هذه المياه تتبع قطر الأنبوب ونوع الوصلات ومواد الأنابيب ومنسوب المياه الجوفية .

ـ مياه سطحية تصرف إلى شبكة الصرف الصحي (مياه غسيل الشوارع ، مياه الدريناخ.....)

خواص وتركيب المخلفات السائلة:(مياه الصرف الصحي):

المياه المنزلية :

فيزيائياً: مياه الصرف الصحي المنزلية الحديثة ذات لون بني فاتح (أوبني مائل إلى الصفار)ذو رائحة ضعيفة غير منفرة .

أما مياه الصرف الصحي التي مر عليها زمن طويل فلها لون بني غامق ورائحتها كريهة.

جرثوميـــاً: تحتوي على الملايين من البكتيريا سواء الممرضة أو غير الممرضة وعلى العديد من الكائنات المجهرية وبيوض الديدان .

كيميائياً: درجة الـــ PH للمياه حديثة النشوء تتراوح بين (٦,٥-٧,٥) وتحوي على نسبة من الاوكـسجين المنحل.

تركيب مياه الصرف الصحي المنزلية :

تتكوم مياه الصرف الصحي المنزلية من ٩٩,٩% ماء و ٠,١% ملوثات . بالإضافة للمواد الكبيـرة والتـي تلقى عبثا في الأجهزة الصحية (مثل بقايا الأقمشة ،أخشاب ،كرتون ،قشور خضار وفواكه ،ورق) تحتوي مياه الصرف الصحي المنزلية على مواد عالقة ومنحلة ،عضوية ومعدنية المنشأ.

تقسم المواد العالقة إلى مواد قابلة للترسيب ومواد غير قابلة للترسيب .

الملوثات ذات **المنشأ المعدني** مثل المواد الغضارية والرملية ناتجة عن التنظيف بالإضافة إلـى الأمـلاح المنحلة (كملح الطعام)وليس لهذه الملوثات دور كبير في مياه الصرف الصحي أما الملوثـات **العـضوية المنشأ** مثل بقايا الطعام ومخلفات الإنسان وهي مركبات قابلة للتفسخ (هيـدروكربونات ،مـواد دسـمة ، بروتينيات)بالإضافة إلى مركبات الآزوت والفوسفور .إن نسب توزيع هذه الملوثات يختلف من بلد لآخـر وذلك متعلق بطبيعة المجتمع وتطوره وبطبيعة الغذاء .

الجدول التالي رقم (١) يعطي قيم وسطية لمكونات (١م٣)من مياه الصرف المنزلي:

الوحدة غ/م٣	مواد معدنية	مواد عضوية	المجموع	BOD5
مواد قابلة للترسيب	١٠٠	١٥٠	٢٥٠	١٠٠
مواد غير قابلة للترسيب	٢٥	٥٠	٧٥	٥٠
مواد منحلة	٣٧٥	٢٥٠	٦٢٥	١٥٠
المجموع	٥٠٠	٤٥٠	٩٥٠	٣٠٠

إن القيم المذكورة في الجدول أعلاه هي قيم وسطية لمدن يبلـغ فيهـا معـدل الـصرف اليـومي للفـرد **٢٠٠ل/شخص يوم**

وتكون القيم أعلاه منسوبة للشخص الواحد كما في الجدول التالي

الوحدةغ/شخص .يوم	مواد معدنية	مواد عضوية	المجموع	BOD5 غ/شخص.يوم
مواد قالبة للترسيب	٢٠	٣٠	٥٠	٢٠
مواد غير قابلة للترسيب	٥	١٠	١٥	١٠
مواد منحلة	٧٥	٥٠	١٢٥	٣٠
المجموع	١٠٠	٩٠	١٩٠	٦٠

إن زيادة معدل الصرف تؤدي إلى زيادة معدل التلوث الناتجة عن الشخص الواحد بشكل بسيط وتؤدي إلى زيادة المواد غير القابلة للترسيب والمواد المنحلة أكثر من زيادة المواد القابلة للترسيب. يجب ذكر أن جزء من المواد المعدنية المنحلة موجود في شبكة مياه الشرب وبالتالي تصل إلى شبكة مياه الصرف الصحي .

تبلغ قيمة BOD5 في سوريا وتبعا لمعدل الصرف **BOD5= 45-54 g/p.d**

تركيب مياه الصرف الصناعي:

تختلف مكونات وخواص مياه الصرف الصناعي حسب نوع الصناعة وضمن الصناعة الواحدة وذلك تبعا للمادة المستعملة في التصنيع ونوع التكنولوجية المستخدمة فقد تكون هذه المياه ملوثة عضوياً أو معدنياً أو الاثنين معاً وقد تحوي المياه الصناعية على مواد كيميائية سامة أو ضارة بالكائنات الحية الدقيقة لذا لا يسمح بصرف المخلفات الصناعية إلى شبكات الصرف الصحي إلا إذا توافرت فيها مواصفات معينة لذا تقوم المنشآت الصناعية التي لا تحقق مياهها الصناعية هذه المواصفات على إنشاء وحدات معالجة أولية خاصة بها لتحسين خواص المياه الصناعية قبل صرفها إلى الشبكة.

إنّ صرف المياه الصناعية غير المحققة لشروط الصرف (مخالفة للمواصفات المعتمدة لذلك) لا يؤثر فقط على الكائنات الدقيقة والتي لها دور هام في محطات معالجة مياه الصرف بل لها أيضاً تأثير سلبي على مادة أنابيب الشبكة البيتونية وقد تؤدي الى تخريشها وتآكلها كما أن لها تأثير على أعمال الصيانة.

تركيب مياه الأمطار :

تحتوي مياه الأمطار على مواد تحملها أثناء سقوطها أو جريانها على أسطح المباني والأراضي والسطوح المختلفة ،فتختلف ما تحمله مياه الأمطار من أتربة ورمال ومواد عضوية تبعا لطبيعة تلك السطوح وتبعاً لزمن سقوط العاصفة خلال الموسم الماطر .

كما أن مياه الأمطار تحتوي على غازات منحلة أذيبت فيها أثناء سقوطها ومروراً بالطبقات المختلفة للغلاف المحيط بالأرض .

المعلومات الواجب توفرها لدراسة مشروع الصرف الصحي

نستعرض فيما يلي الوثائق والمعطيات الأساسية التي يحتاجها المهندس الصحي لاعداد دراسة لمشروع صحي:

أ- المخططات :

١- **مخطط تنظيمي** محمل عليها خطوط الكونتور (خطوط التسوية) بتباعد (١-٢)م ومن المفضل (٠،٥)م. تنظم عادة هذه المخططات بمقياس (١/١٥٠٠ - ١/٢٠٠٠)

٢- **مخطط موقع عام** موقع عليه أيضاً خطوط التسوية : من الضروري توفر هذا المخطط و بقطر يتراوح بين (٢٥-٣٠)كم تقع ضمنه المنطقة المدروسة ، هذا المخطط يشمل كافة المعالم الطبيعية والهندسية الاصطناعية بالإضافة إلى خطوط التسوية ، مقياس هذا المخطط (١/٢٥٠٠) .

٣- **مخطط الكثافة للمنطقة المدروسة** موضحاً عليه التقسيمات الخاصة بالكثافة السكانية ، حيث كما نعلم أن المخطط التنظيمي يشمل على مناطق ذات وظائف مختلفة الكثافة .(سكن قديم ، سكن تجاري...)

٤- **مخطط للشبكة القديمة** (إن وجدت)

ب- معلومات مختلفة:

١-**معلومات مناخية** : تشمل بيانات عن الهطولات المطرية في المنطقة ليتم تحديد العاصفة المطرية الحسابية، اتجاه الرياح السائد، معدلات التبخر.....

٢-**دراسة عن التربة و منسوب المياه الجوفية** لأنهما يؤثران على تحديد أعماق تمديد الأنابيب واختيار مادة الأنبوب .

٣-دراسة مصادر **مياه الشرب** و أنواعها وموقع هذه المصادر

٤-**دراسة المصب النهائي** : (وادي ، نهر ، بحيرة) دراسة هيدرولوجيا تتضمن معرفة غزارة النهر وقدرته على التنظيف الذاتي -نوع الجريان (موسمي أو دائم)

٥-**دراسات تحليلية لتقدير معدل الصرف اليومي للفرد:** بالنسبة للتجمعات السكنية للمنشأة (الموجودة) فإن الطريقة المفضلة في تحديد معدل الصرف الصحي هو معرفة معدل الاستهلاك الوسطي من خلال القراءات المتوفرة لدى المؤسسات المسؤولة عن مياه الشرب والصرف الصحي في المنطقة المدروسة أو من خلال قراءة العداد على الخط الرئيسي من الخزان أو غزارة المضخة وعدد ساعات عملها وفي حال عدم توفر مثل هذه الدراساتيتم تقدير معدل الصرف من خلال تقييم الوضع الاجتماعي والوعي الصحي ووفرة المياه ونوعيتها وسعرها ودرجة تجهيز المباني بالتجهيزات الصحية ومدى توفر مياه ساخنة في المنازل. كما أنه من المفيد معرفة فيما اذا كان بعض المستهلكين يملكون مصادر مياه خاصة (كالآبار..).

أما التجمعات الحديثة فيتم وفقاً لطبيعة المنطقة (سكنية أو سياحية أو صناعية) تقدير معدل الاستهلاك من خلال المقارنة مع مناطق شبيهة وزأيضاً من الكودات التي تحوي على قيم لمعدلات الصرف مبنية على

خبرات متراكمة.ومن خلال أيضا معرفة درجة التجهيز الفني للأبنية التي سيتم انشاؤها ويتم ذلك من دراسة المخططات الخاصة بالابنية المختلفة.

٦-**دراسات سكانية** : تتضمن معرفة التعداد الحقيقي للسكان في المنطقة المدروسة و كذلك تعداد السكان في السنين السابقة و ذلك لتحديد نسبة تزايد عدد السكان من اجل تقدير عدد السكان التصميمي أي في نهاية الفترة التصحيحية .

عدد السكان التصميمي : هو عدد السكان الذين سيستفيدوا من المشروع في نهاية الفترة التصميمية أي عندما تعمل كافة منشآته بكامل طاقتها .

بالنسبة للقرى والمدن المنشأة حديثاً بموجب مخططات تنظيمية موضوعة سلفاً ومنفذة بشكل مطابق لتخطيطها يعتمد على حساب المساحات المبنية وعلى الكثافة السكانية في كل مساحة أو في كل منطقة حيث كما نعلم أن المخطط التنظيمي يقسم إلى منطق ذات وظائف مختلفة حيث تختلف الكثافة باختلاف وظيفة المنطقة .

أما بالنسبة للمدن والقرى المبنية قديماً يتم الاعتماد على المعلومات المقررة دوائرالإحصاء و هناك عدة طرق لتقدير عدد السكان المستقبلي .

من المعروف أن عدد السكان يزداد نتيجة الفرق بين عدد الولادات والوفيات وهذا يتأثر بعوامل اقتصادية وصحية واجتماعية (الهجرة –الكوارث الطبيعية والحروب ..... تؤدي إلى زيادة أو نقص عدد السكان في منطقة ما) .

العوامل المؤثرة على اختيار عمر المشروع (الفترة التصميمية للمشروع)

١-العمر الحقيقي لأجزاء المشروع (أنابيب –مضخات)

٢-الكلفة الأولية للمشروع

٣-كلفة الصيانة و التشغيل

٤-إمكانية إضافة منشآت جديدة

طرق تحديد عدد السكان المستقبلي :

١-الطريقة الحسابية (طريقة الزيادة الثابتة)

تنطلق من أن متوسط زيادة عدد السكان خلال فترة احصائية ثابت $BP = P_0 + A.T$

حيث :

P	عدد السكان المستقبلي
P_0	عدد السكان الحالي
A	متوسط زيادة السكان في كل فترة احصائية
T	عدد الفترات الاحصائية في الفترة التصميمية للمشروع

٢-الطريقة الهندسية :

تنطلق من أن معدل الزيادة ثابت خلال الفترة الإحصائية $P = P_0 (1 + R)^T$

حيث :

T	عدد الفترات الإحصائية
R	معدل تزايد خلال الفترة الإحصائية الواحدة

٣-طريقة الفائدة المركبة

تنطلق من أن معدل تزايد عدد السكان سنويا ثابت $P = P_0 (1 + R_0)^n$

حيث:

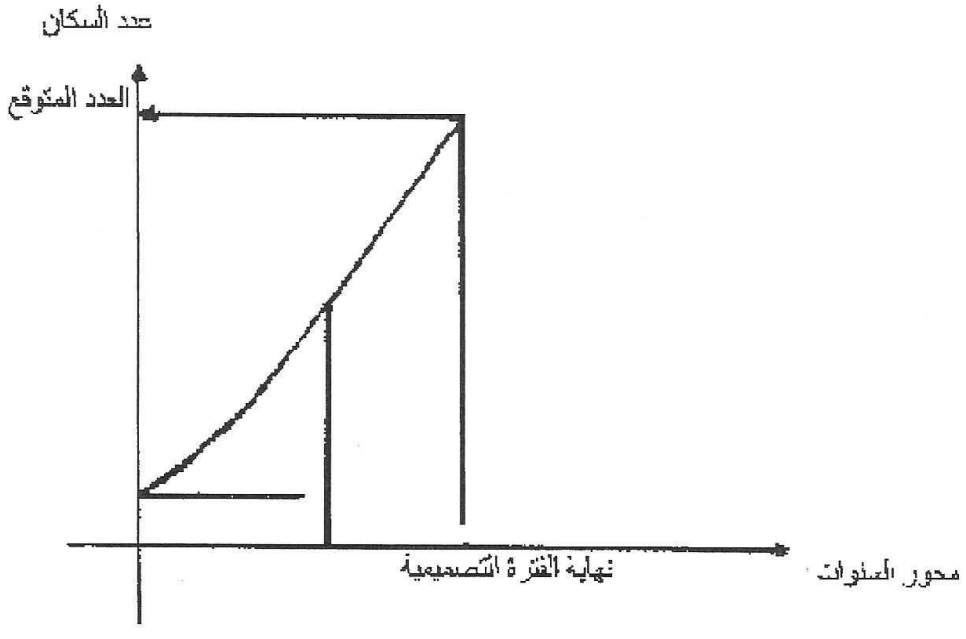
n	عدد السنوات
R_0	معدل تزايد السكان سنويا

الطرق البيانية في تقدير عدد السكان المستقبلي :

هناك طرائق تقريبية وأخرى دقيقة

١.الطرائق التقريبية :

١-١ :من هذه الطرق رسم تطور عدد السكان للتجمع المدروس للسنوات الماضية وتقدير عدد السكان المستقبلي عن طريق تمديد المنحني المرسوم.

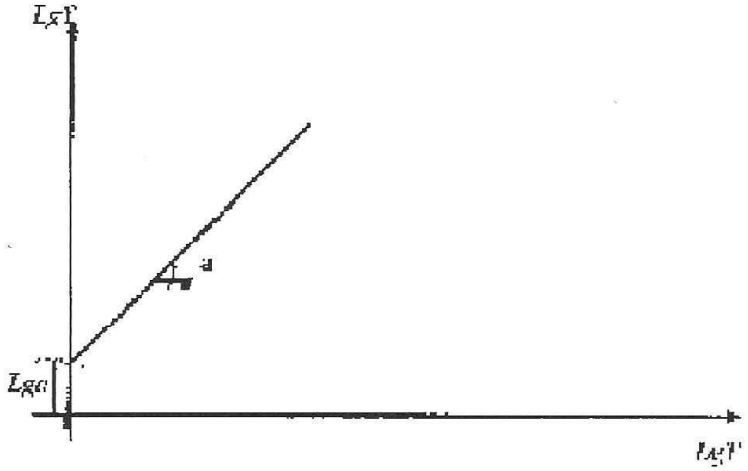


١-٢ : المقارنة بين منحني نمو التجمع بمنحنيات نمو مدن أكبر ومتشابهة معها في الظروف المعاشية وفيها يفترض أن نمو المنطقة المدروسة يشبه نمو المدن الأكبر.

٢. الطريقة الدقيقة (الطريقة اللوغارتيمية):

أما الطريقة البيانية الدقيقة : تتمثل بتوقيع سنوات التعداد السابقة والتعداد المناظر لكل سنة بالرسم البيـــاني اللوغارتيمي وبهذا يتحول منحني النمو إلى خط مستقيم معادلته :

$$Lgy = b\lg + \lg a \Rightarrow y = a.t^{b}$$



y	عدد السكان في سنة ما
t	الفترة الزمنية بين أول سنة أجرى فيها إحصاء وبين السنة التي تمثل نهاية الفترة التصميمية
b	ميل المستقيم
$\lg a$	مبين على الشكل

طرائق أوأنظمة الصرف الصحي

نميز بين نوعين رئيسيين من الأنظمة :

المنفصل : حيث تصرف المياه الصناعية والمنزلية في شبكة تسمى الشبكة المنزلية مياه الأمطار في شبكة أخرى مستقلة تسمى الشبكة المطرية

المشترك: حيث تصرف المياه المنزلية والصناعية والمطرية في شبكة واحدة تسمى الشبكة العامة مقارنة بين النظامين:

١.من حيث محطة المعالجة :

نظام منفصل	نظام مشترك
ــ يصل إليها مياه منزلية فقط بالتالي هناك ثبات بالتحميل نوعاً ما (ح)	ــ فرق كبير بين (غزارة الطقس الجاف) والطقس الرطب (س)
ــ عدم وصول الملح المذيب للثلج إلى المحطة (في حال استخدامها في بعض المناطق)	ــ إن وصول الثلج المذيب يصل إلى المحطة ويضر بالمرحلة البيولوجية ومرحلة تخمير الحمأة (س)
ــ حجم المحطة اصغر	ــ حجم المحطة كبير و تشغيلها مكلف (س)
ــ بناء الأحواض المطرية غير ضروري (ح)	ــ قد تكون هناك ضرورة لبناء الأحواض المطرية (س)

٢. من حيث التأثير على المجاري المائية:

نظام منفصل	نظام مشترك
ــ صرف مياه الأمطار بدون معالجة (س)	ــ تصرف إليها مياه مشتركة في حال العواصف المطرية الغزيرة (س)
ــ عدم وصول المياه المنزلية إليها (ح)	ــ الأمطار القليلة أو الضعيفة الشدة لا تسبب تحميلا لها (ح)

٣. من حيث الصيانة والتشغيل:

نظام منفصل	نظام مشترك
ــ إن وجود شبكتين يزيد من كلفة التمديد (س) ــ صعوبة تمديد الشبكتين في حال وجود شبكات تخديم أخرى (س) ــ إمكانية استعمال أنابيب خزفية الرخيصة الثمن نظراً لصغر المقطع العرضي للأنابيب (ح)	ــ وجد شبكة واحدة ــ عمق التمديد أكبر مقارنة مع النظام المنفصل إلا أن كلفة التمديد الإجمالية أقل من المنفصل (ح) ــ لا يحتاج إلى فراغ كبير في جسم الطريق (ح)
ــ طول الشبكة = ضعف طول الشبكة المشتركة مما يزيد كلفة الصيانة (س) ــ احتمال وجود ترسبات في الوصلات الأولى (بدايات الخطوط) و في الوصلات ذات الميول القليلة مما يزيد من كلفة الصيانة أيضاً	ــ مياه الأمطار تساهم في تنظيف و شطف الشبكة مما يقلل من كلفة الصيانة (ح) ــ بما أن طول الشبكة العامة مقارنة مع النظام المنفصل أقصر فان كلفة صيانتها اقل (ح)

٤.من حيث محطة الضخ :

نظام منفصل	نظام مشترك
ــ محطة الضخ اصغر وأرخص حيث تضخ مياه منزلية فقط	ــ محطة الضخ أكبر وأغلى جزء من المحطة لايعمل إلا في حال الطقس الرطب

٥.من حيث الوصلات الخاطئة :

نظام منفصل	نظام مشترك
ــ هناك احتمال حدوث وصل خاطئ	ــ لا يوجد احتمال لوصل خاطئ .

٦.من حيث فيضان الأقبية:

نظام منفصل	نظام مشترك
ــ لا يوجد احتمال حدوث فيضان للأقبية	ــ يوجد احتمال فيضان للأقبية.

اختيار نظام الصرف في تجمع سكاني ما :

من أهم القرارات التي يتخذها المهندس الدارس هو تحديد نظام الصرف لاتخاذ هذا القرار لا بد من دراسة المنطقة المدروسة بشكل عميق و كاف من حيث:

١.طبوغرافية المنطقة والأحواض الساكبة في المنطقة المدروسة

إمكانية تصريف مياه الأمطار بشكل مستقل

الواقع المحيط بالمنطقة المدروسة (وجود أنهار، وديان ، أراضي زراعية)

دراسة الآثار الايجابية والسلبية لكل من النظامين على المنطقة المدروسة، إن اختيار نظام الصرف يجب أن يتم من خلال دراسة متكاملة لمشكلة الصرف الصحي (شبكة ومحطة) لأن لنظام الصرف أثر على نظـام المعالجة وأثر على المجاري المائية إن وجدت وبالتالي يجب ان يدرس نظام الصرف من خلال هذه النظرة المتكاملة لمشكلة الصرف الصحي. من حيث الأثر البيئي والفني مع دراسات ثقل كل إيجابية وأهميتها على المنطقة المدروسة ويكون الحل النهائي المختار ناتج عن حلول متعددة ويكون هو الملائم فنيـاً واقتـصادياً وبيئياً.

إن لنظام الصرف المنفصل شكلان :

ـ فصل كامـــل : حيث يتم إنشاء شبكتين

ـ فصل جزئـــي : حيث يتم إنشاء شبكة واحدة لصرف المياه المنزلية والصناعية أما مياه الأمطار فإنهـا تسيل عبر أخاديد ومجاري على أطراف الطرقات إلى المصب النهائي لها .

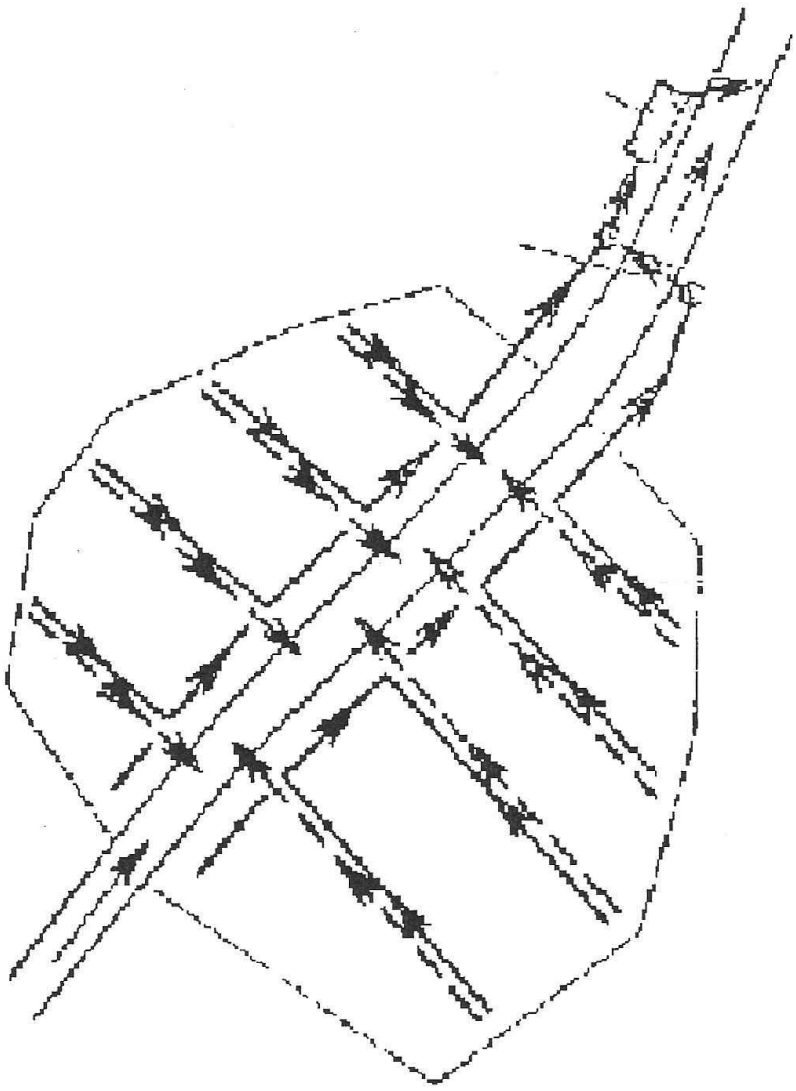
هناك حالات خاصة أخرى مثل :

ـ نظام الصرف المركب :

في المنطقة القديمة من المدينة شبكة صرف مشتركة وفي مناطق التوسيع يـتم إنـشاء شـبكتين (منزليـة ومطرية) المنزلية ترتبط مع الشبكة المشتركة والمطرية تصرف إلى أقرب واد في المنطقة المحيطة .

ـ نظام صرف نصف منفصل :

يتم إنشاء شبكتين (منزلية ومطرية) ويتم إنشاء وصلات فيما بينها بحيث يتم تصريف مياه الأمطار الناتجة عن المطرة الأولى والتي يمنع وصولها إلى المجرى المائي نتيجة ارتفاع درجة تلوثها الفيزيائي والعضوي والجرثومي إلى الشبكة المنزلية عبر هذه الوصلات لتصل إلى محطة المعالجة .

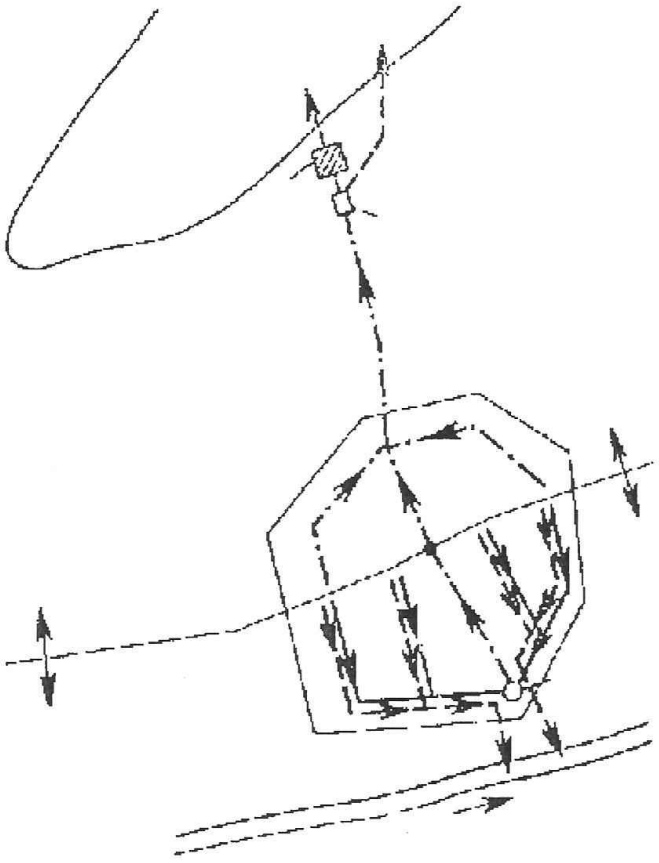


مثال ١:

ـ تجمع يتوسطه مجرى مائي يستخدم كمصدر لمياه الشرب.

ـ التجمع ذو ميول باتجاه المجرى المائي.

ـ لحماية مصدر مياه الشرب ومنع تلوثه الأفضل اعتماد نظام الصرف المنفصل.



مثال ٢:

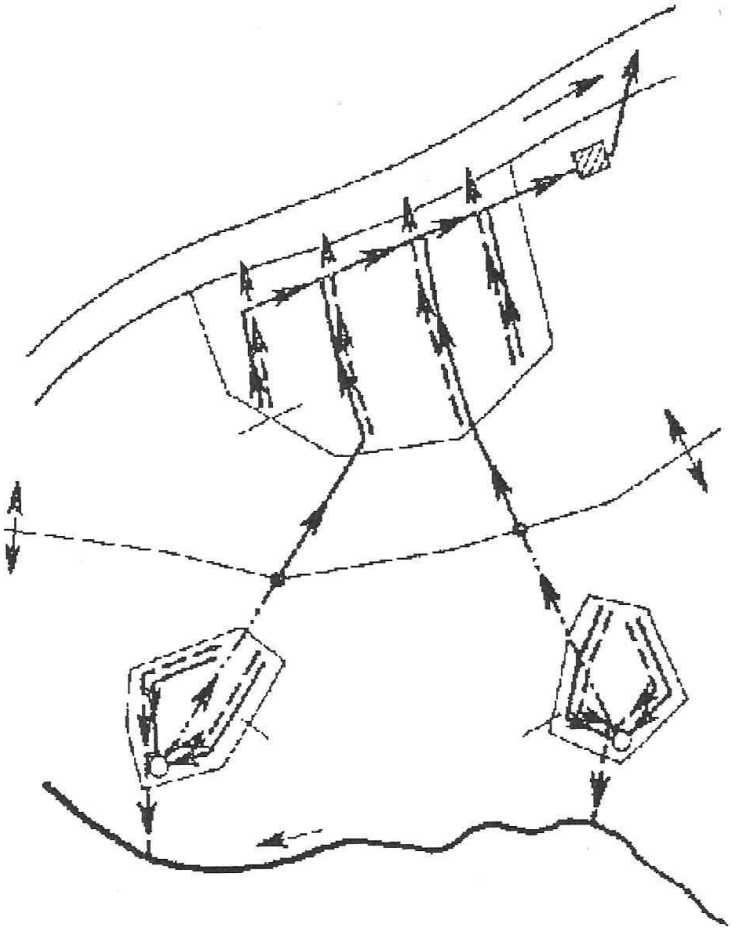
ـ تجمع سكاني ذو حوضين ساكبين متعاكسين.

ـ المجرى المائي هو سيل مؤقت الجريان.

ـ الوادي قريب من موقع المحطة المختار – وادي مهجور.

المناقشة: نظراً لكون المجرى الصغير هو مجرى سيل ولا يسمح بصرف ملوثات عضوية إليه كونه يصل إلى تجمعات أخرى ومن ناحية أخرى إن ضرورة ضخ المياه إلى محطة المعالجة فالأفضل اعتماد نظام صرف منفصل وبحيث تضخ المياه المنزلية إلى شبكة مشتركة في الجزء الثاني من التجمع.

أما مياه الأمطار فتعرف إلى المسيل المؤقت .



مثال٣:

الظروف الموضوعية:

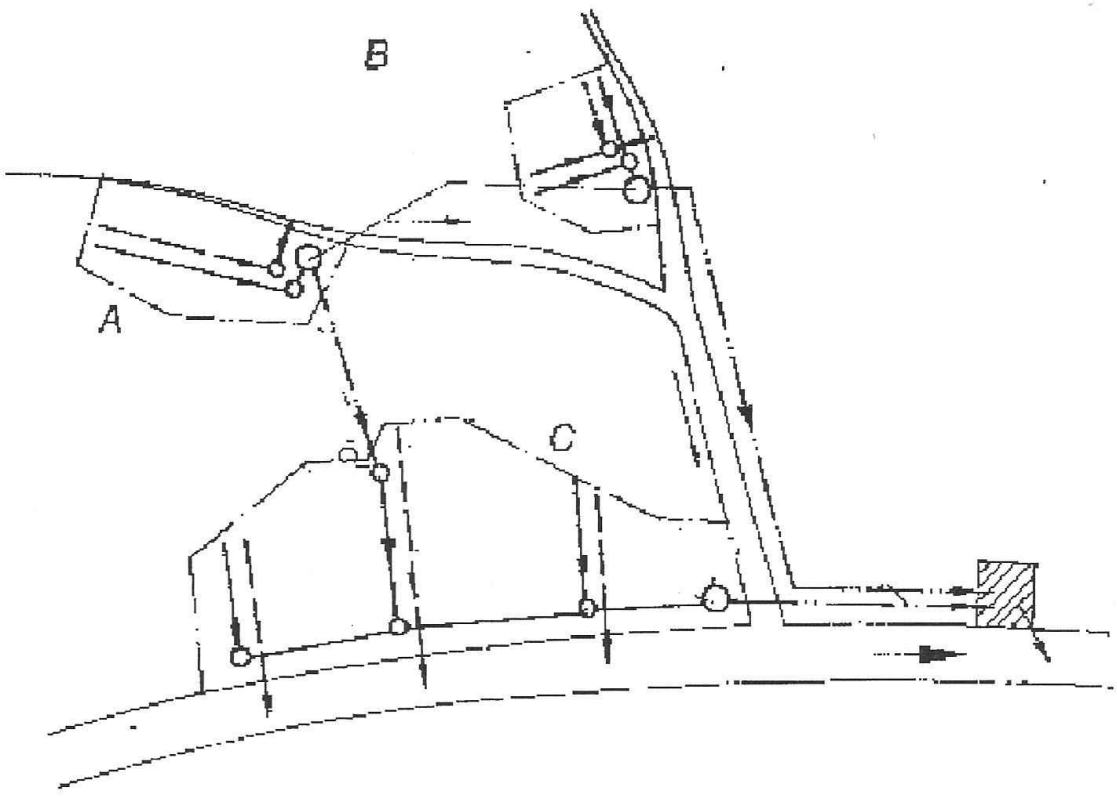
ـــ ميول متعاكسة

ـــ إمكانية بناء محطة معالجة مركزية

ـــ مجرى سيل قليل الغزارة

ـــ مجرى مائي ذو قدرة منخفضة على التنظيف الذاتي

القرار: كما هو مبين بالشكل أعلاه.



مثال ٥:

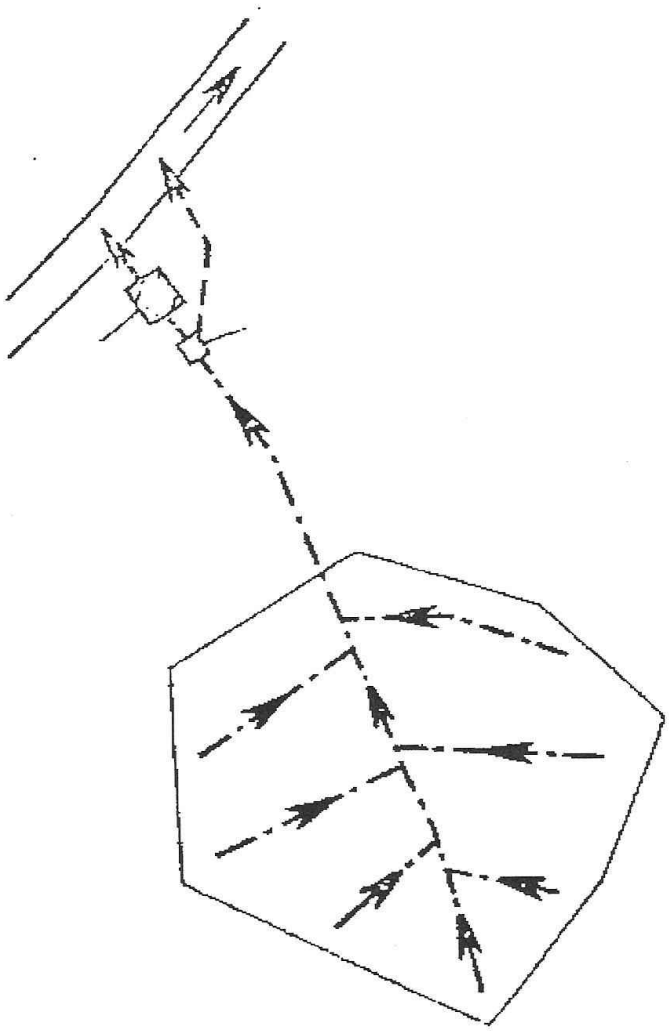
A.B أخفض من C

والمقارنة بين الحلول الممكنة لمحطة المعالجة ونظام الصرف:

١) المخطط أعلاه يبين المقترح الأول وهو محطة معالجة مركزية مع نظام صرف منفصل في كل مجتمع مع محطات ضخ كما هو مبين.

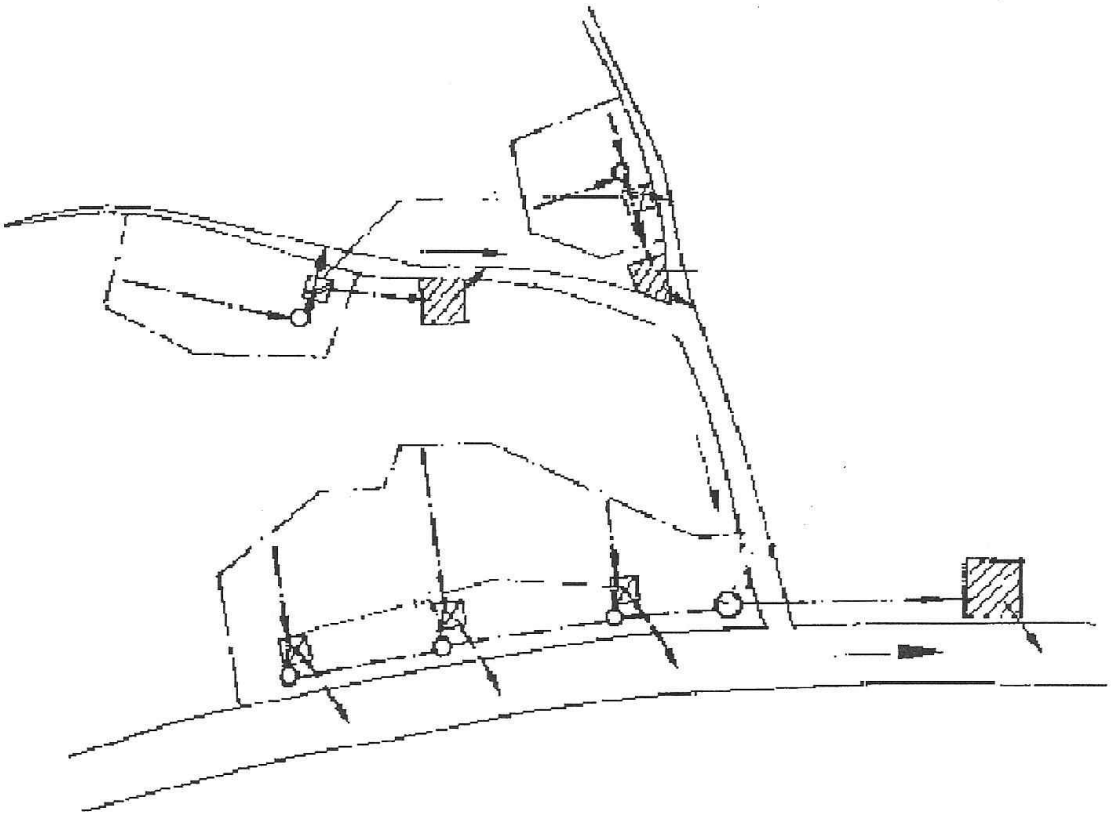
٢) المخطط أعلى الصفحة الثانية(اللاحقة):

٣) نظام صرف مشترك في كل تجمع مع ثلاث محطات معالجة.



مثال ٤:

كل المعطيات والظروف الموضوعية – المكانية لا تمنع من اعتماد نظام صرف صحي مشترك.



المحاضرة الخامسة

تخطيط شبكة الصرف الصحي

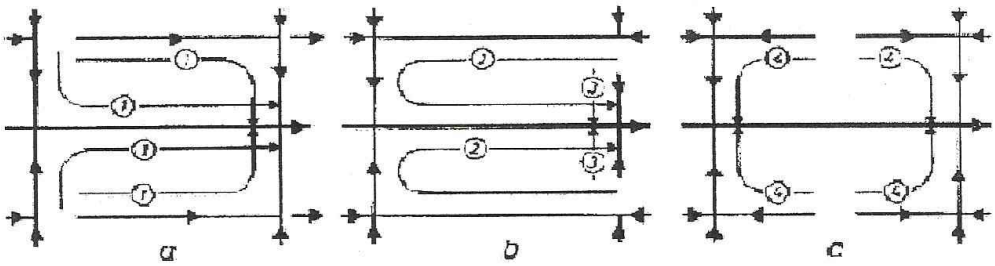
مقدمة:

بعد القيام بجمع المعلومات والمخططات اللازمة لدراسة مشروع الصرف الصحي واختيار الحل الأمثل من عدة حلول لمشكلة الصرف الصحي (كما ورد في دروس سابقة) وفقاً لمعايير اقتصادية فنية وبيئية نبـــدأ بالدراسة التفصيلية للحل الذي تم اعتماده.

الخطوة الأولى في الدراسة التفصيلية هي تخطيط شبكة الصرف وتخطيط الشبكة بالتعريف هـــو اختيـــار مسارات أنابيب شبكة الصرف الصحي

المبدأ الأساسي في تخطيط الشبكات :

المبدأ الأساسي هو تصريف المخلفات السائلة بالراحة (أي بالإسالة الطبيعية) وبأقصر طريق ممكن.



خطوات تخطيط الشبكة:

ـــ قبل البدء بالدراسة التفصيلية – يكون موقع محطة المعالجة حدد من الدراسة الأولية والذي يكون عـــادة خارج حدود المخطط التنظيمي المستقبلي للتجمع وباتجاه الأجزاء المنخفضة وهذا يحدد بشكل واضح منحى و اتجاه المجمع الرئيسي للشبكة.

ـــ بعد ذلك نقوم بتحديد الأحواض الساكبة للتجمع، الحوض الساكب بالتعريف هو : جزء من التجمع محدد بخطوط تقسيم المياه ويكون قد تحدد معنا المناطق ذات الميول المعاكسة لموقع المحطة والتي بحاجة الـــى ضخ لايصال مياه هذه الأجزاء الى المحطة.

ـ بعد ذلك يتم تحديد المجمع الخاص بكل حوض ساكب (وفي العديد من الحـالات تكـون المنطقـة أو التجمع المدروس مؤلف من حوض ساكب واحد) وفق المبدأ الأساسي المذكور سابقاً.

ـ بهذا نحصل على الهيكل الرئيسي لشبكة الصرف الصحي للتجمع المدروس

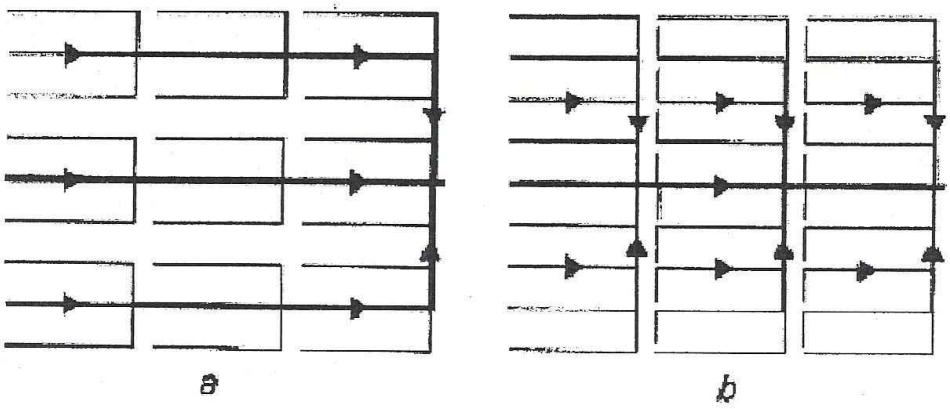
ـ بعد ذلك نقوم بتحديد مسارات الخطوط الفرعية والثانوية في الشوارع المختلفة على المسقط الأفقـي أ-

وهنا يمكن التمييز بين اسلوبين لتوضع هذه الخطوط :

- أسلوب توزيع الغزارة على عدة خطوط. (مسارات) ويسمى هذا الاسلوب (الاسلوب التوزيعي)

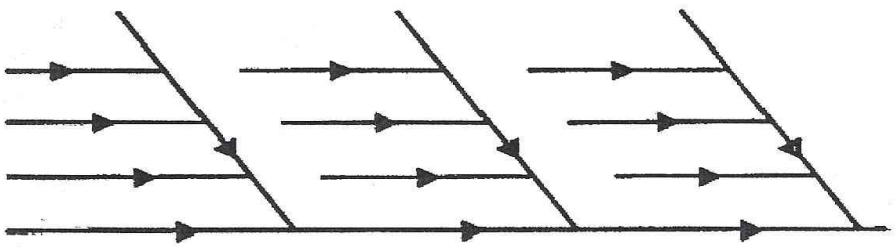
ـ أسلوب تجميع الغزارات في مجمع واحد (ويسمى الاسلوب التجميعي) .

- الاسلوبين المذكورين مبينين في الشكلين التاليين :

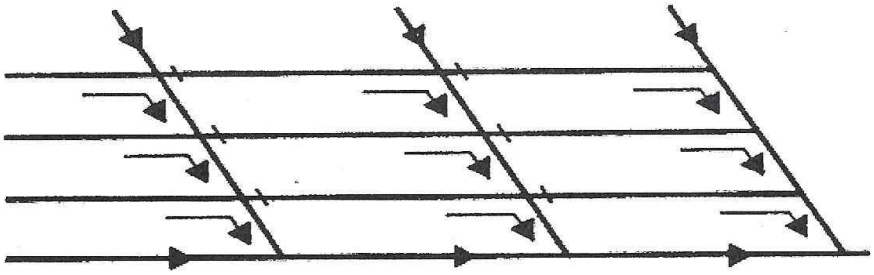


- **بدايات الخطوط** : يمكن التمييز بين اسلوبين لبدايات الخطوطو كما في الشكلين التاليين :

-بداية بغرفة تفتيش مستقلة :

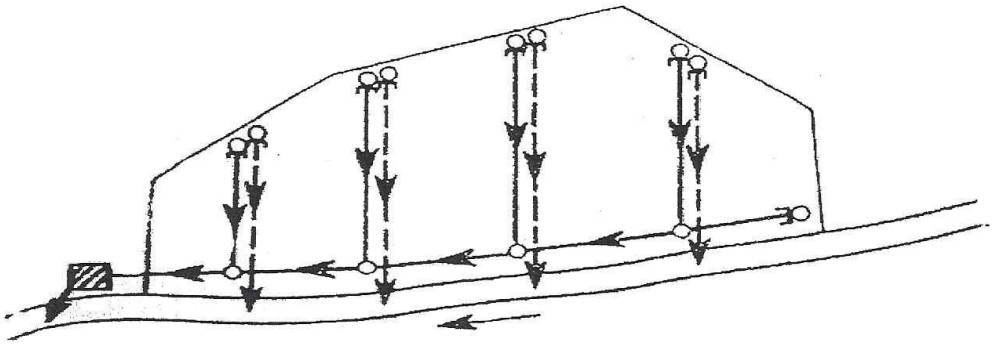


- بداية مربوطة مع غرفة تفتيش :

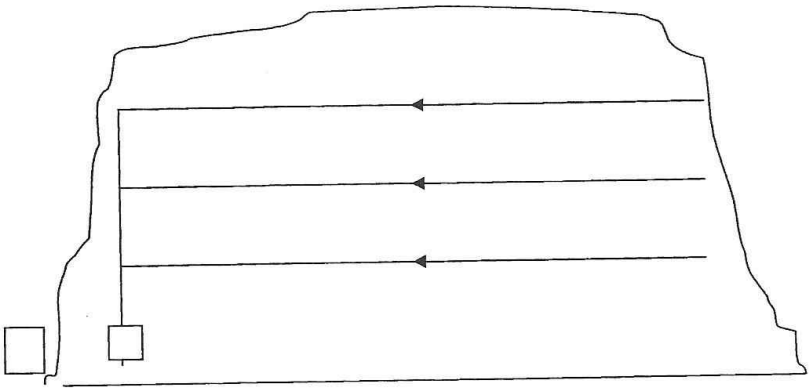


أشكال شبكات الصرف الصحي :

بما أن ماس أنابيب شبكة الصرف الصحي يتبع الميول الطبيعية للتجمع وتتبع مسارات الشوارع فـان استخدام نموذج معين في منطقة ما يكون مشروطاً بتوفر الظروف الطبو غرافية لاستخدام هذا النـوذج أو الشكل . **نورد فيما يلي بعض النماذج لشبكات الصرف الصحي :**

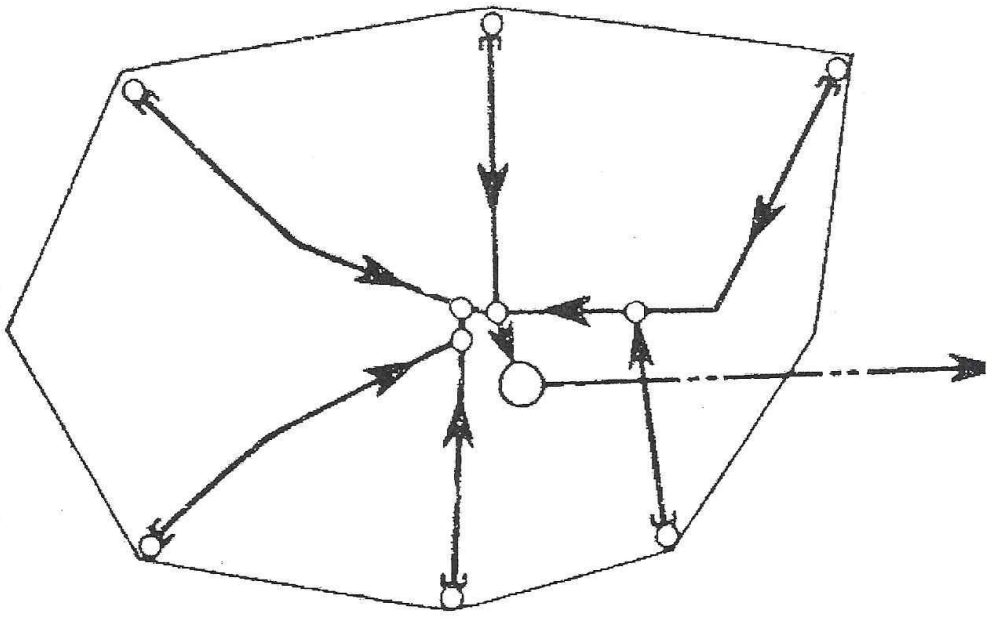


الشبكة المتعامدة

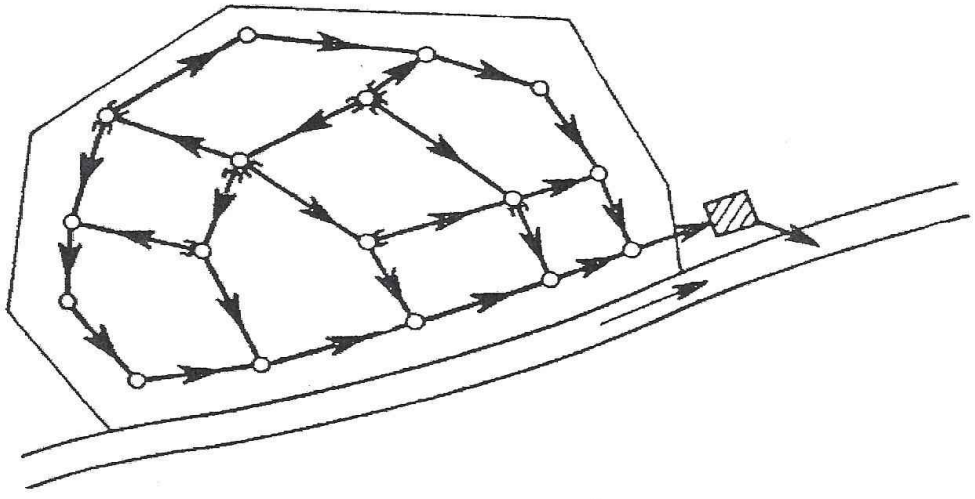


مجری مائی

شبکة متوازية



الشبكة المتفرعة



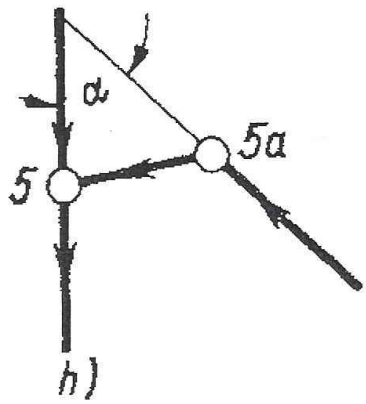
الشبكة الحلقية (مجمع رئيسي محيطي)

بعض الأمور الواجب مراعاتها أثناء تخطيط شبكة الصرف الصحي :

١- ان الحساب الهيدروليكي لشبكات الصرف يتطلب حساب الغـزارات (المنزليـة . المطريـة أو المشتركة) وهذا يعني معرفة المساحة الساكبة المرتيطة بكل وصلة حسابية . ان مراعاة هذا الامر يتطلب أثناء تخطيط شبكة الصرف أن لا يتم توزيع الغزارة الداخلة الى غرفة تفتيش عن طريـق الانبـوب (أو الأنابيب) التي تصب بالغرفة وبالتالي يجب أن يخرج من الغرفة أنبوب واحد .

يجب التنويه أن ماذكر اعلاه لايتعارض مع ما ورد في فقرة بدليات الخطوط بما يخص حالة بداية مربوطة مع غرفة تفتيش

٢ ــ يجب تجنب الوصل بين الانابيب بزاوية أقل من ٩٠ درجة مع اتجاه الجريان



٣.يفضل في حالة التضاريس المنبسطة أن يكون الحوض الساكب شاملاً لأكبر مساحة ممكنة على أن تبقى أعماق تمديد خطوط الشبكة ضمن الحدود المعقولة . في هذه الحالة يفضل أن يكون مسار المجمع الرئيسي في وسط المدينة .

.٢

٤. يجب تجنب تقاطع خطوط الشبكة مع الوديان والأنهار وخطوط السلك الحديدية وكل ما يتطلـب إقامـة منشآت خاصة تسيىء الى عمل شبكات الصرف الصحي.

ملاحظة :

٥ــ في حال وجود نهر قد يكون الأفضل بناء مجمعين موازيين للنهر (أو الخطوط الحديدية) من عمليـة تقاطع هذه الخطوط باستمرار مع تلك المواقع.

٦ ــ في الشوارع العريضة والتي يزيد عرضها عن (٣٠)م ينفذ عادة خطين للشبكة وذلـك منعـاً لقطـع الشارع عرضيا عن كل وصلة منزلية.

٧ــ يجب مراعاة مناسيب المياه الجوفية وقدرة تحمل التربة أثناء تخطيط الشبكة.

٨- يتم توضيع غرف التفتيش على المنحنيات وتبعا لمادة الانبوب كما في الشكل التالي :