مصادر واستعمالات وكميات الماء

Sources, uses and quantities of water

يعتبر الماء من أهم الضروريات لحياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى بعد الهواء ، بالإضافة إلى ذلك فالماء ثرورة طبيعية عظيمة وعامل أساسي في التنمية ، فعند توافر الماء يزداد الغذاء وتزداد الرفاهية وتنشأ الحضارات ودليل على ذلك الحضارات القديمة التي نشات على ضفاف الأنهار مثل النيل ودجلة والفرات.

تم البدء في إنشاء أعمال التغذية بالمياه في مصر عام ١٨٦٥ م عندما منحت الحكومة إمتيازاً لإحدى الشركات لإقامة عمليتي مياه بالقاهرة وأسيوط ثم بالاسكندرية عام ١٨٧٩ م وبالمنصورة عام ١٩٠٦ م وبمدن القناة في أوائل القرن العشرين ، ثم أُقيمت بعد ذلك عمليات للإمداد بالمياه بكل المدن والقرى تقريباً . وبدأ توصيل مياه الشرب إلى معظم التجمعات الصغيرة والنائية مع بداية القرن الحادي والعشرين.

يوجد الماء حولنا في كل مكان حيث أنه يغطي أكثر من ٧٠% من سطح الكرة الأرضية ويُحدد مناخ الأقليم حسب تواجده به . ويوجد حوالي ٢% من الماء متجمداً كجليد (snow) في القطبين الشمالي والجنوبي في ثلاجات وأنهار جليدية . ومعظم الماء على سطح الأرض (حوالي ٩٧%منهُ) هو ماء مالح (salt water) يوجد في المحيطات والبحار وباقي الماء على الأرض وهو نحو ١% هو المستخدم كماء عذب(water fresh) في الأنهار والترع والبحيرات العذبة والمياه الجوفية في طبقات الأرض.

<u>أهم الدراسات اللازمة عند بدء التصميم لمشروعات الإمداد بمياه الشرب:</u>

The most important studies needed when starting to design projects of drinking water supply:

عند الشروع في تصميم اعمال ومشروعات الإمداد أو التغذية بمياه الشرب لمدينة أو قرية أو تجمع سكني بصورة صحيحة يلزم القيام بدراسات متعددة للتعرف على مصادر المياه وعدد السكان الحالي والمستقبلي واستهلاك امياه ، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي :

١-مصادر المياه المختلفة(من حيث كمية وصلاحية المياه) Different sources of water

٢-أستعمالات المياه المختلفة Different uses of water والأنشطة المختلفة بالمنطقة.

٣-عدد السكان (حالياً ومستقبلاً) ومساحة المنطقة موضع الدراسة

Population and area of studied zone (now &in the future)

٤-معدلات استهلاك المياه وتغيراتها وتزايدها مستقبلا

Water consumption rates and its changes in the future

٥-الفترة التصميمية للمنشآت المختلفة ومراحل الإنشاء والتصرفات التصميمية Design Period

٦-خواص المياه وأنواع ومراحل التنقية المطلوبة

Water properties and the required purification stages

٧-اختيار الموقع والمخطط العام لمحطة التنقية

Choosing of purification plant site and its landscape

٨-الدراسات والأعمال المساحية Surveying Studies

٩-دراسات التربة وجيولوجية المنطقة. Soil and geological studies of area served

١٠-تمويل وتشغيل المشروع والدراسات المكملة

Financing and operation of the project and complementary studies

مصادر المياه Water sources

يتواجد الماء على سطح الأرض في البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات كما يتواجد تحت سطح الأرض في صورة الماء الجوفي.وهناك كميات من الماء تكون على صورة بخار ينتشر في الغلاف الجوي .

ويتحرك الماء على سطح الأرض في دورة طبيعية تسمى دورة المياه أو الدورة الهيدرولوجية كما يوضحها الشكل التالي ،حيث يتجمع الماء في صورة سحاب ويتكثف ويتحرك بواسطة الرياح وفي ظروف معينة من الضغط الجوي ودرجة الحرارة يتساقط هذا الماء في صورة مطر أو جليد أو بَرَدْ وتسمى هذه العملية بالتساقط Precipitation ، ويتحرك الماء على سطح الأرض مكوناً الأنهار والروافد ويصب في البحيرات والبحار وقد

يتجمد على قمم الجبال ويسمى الماء المتحرك على الأرض بالجريان أو الماء الجاري (Run-Off) ، ويتسرب جزء من الماء إلى باطن الأرض في صورة رشح Infiltration أو تسرب Percolation مكوناً الماء الجوفي Ground water الذي يتحرك أيضاً في باطن الأرض وقد يُحجز بين طبقات غير منفذة من التربة .ويمكن الحصول على الماء الجوفي بحفر الآبار أو من الينابيع والعيون المتدفقة .

والماء الموجود على سطح الأرض Surface water يتصاعد جزء منه إلى السماء في صورة بخر Evaporation أو نتح Transpiration من النباتات على سطح الأرض مكوناً السحب ومُكرراً دورة الماء بصورة مستمرة .

وتهتم دراسات الموارد والمصادر المائية بأمرين رئيسيين :

١-**كمية الماء Water quantity**: وهو الامر ذو الاولوية الأولى عند دراسة المورد المائي.

٢-**نوعية(صلاحية وجودة) الماء Water quality**: إمكانية تنقية الماء بصورة إقتصادية .

وقبل اختيار مصدر التغذية بالمياه الخام التأكد مما يلي :

١-نوعية المياه الخام على مدار السنة ومصادر التلوث .

٢-توفير المياه طوال العام بحيث لاتكون الترعة من النوع الذي تتبع نظام المناوبات .

ويمكن حصر مصادر الماء في الآتي :

أولاً : الماء العذب Fresh water

١- المياه السطحية Surface water

٢- المياه الجوفية Ground water

٣- مياه الأمطار Rain or storm water

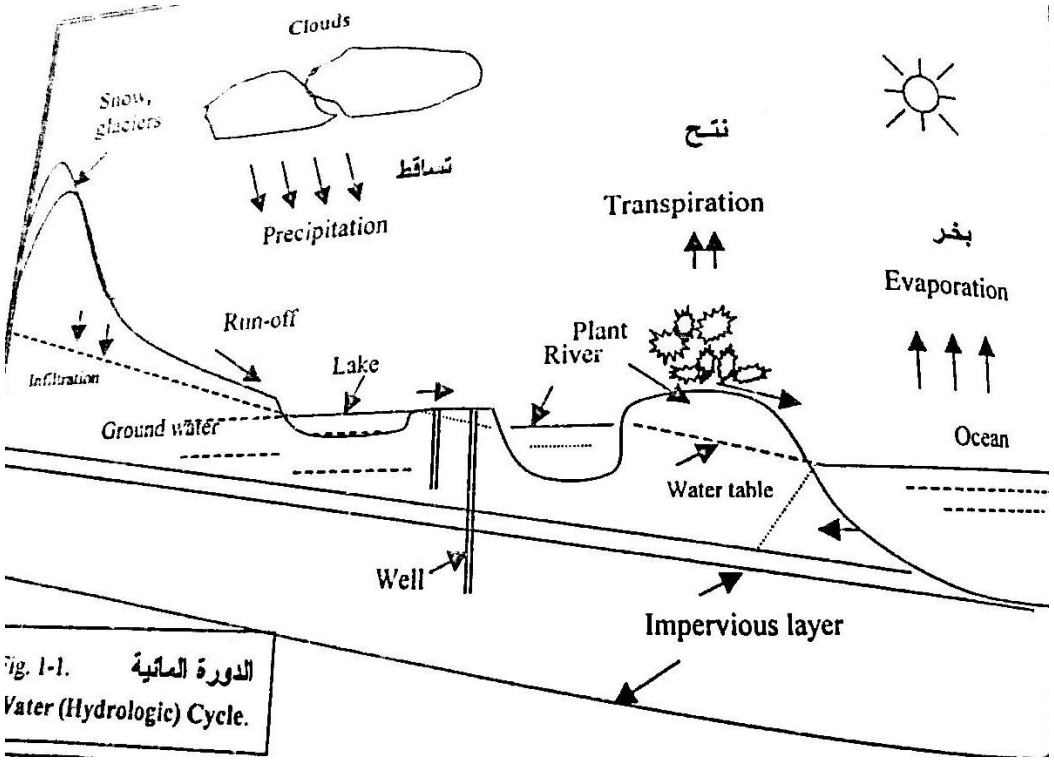
٤- مياه البحيرات العذبة Fresh water lakes

ثانياً : الماء المالح Salt water

١-مياه البحار والمحيطات Seas and Oceans water

٢-مياه البحيرات المالحة Salt water lakes

الشكل التالي يوضح الدورة الهيدرولووجية للمياه في الطبيعة والتي يتضح فيها مصادر المياه



المياه السطحية Surface water

هي المياه الموجودة في الأنهار والروافد والبحيرات العذبة والترع ويتميز بسهولة الحصول عليه ووفرة كمياته التي تتطلبها المناطق السكنية أو المدن ذات التعداد السكاني الكبير، إلا أن عيوبة تتمثل في تعرضه لعوامل التلوث الشديد ونادرا ما يوجد في الطبيعة صالحاً للاستعمال. ويستوجب الأمرتنقية هذا الماء قبل استعماله مباشرة لاحتوائه على مواد عالقة من المواد الغروية مثل الطين والطمي والطحالب ومواد ذائبة والكثير من البكتريا والكائنات الدقيقة ، كما أن مصادر المياه السطحية تكون معرضة لعوامل التلوث مما يتطلب ضرورة مراعاة ذلك عند إختيار موقع المأخذ وطريقة التنقية المناسبة.

ويُعتبر نهر النيل وفرعيه والرياحات والترع الرئيسية والفرعية وبحيرة السد العالي هي المصادر الرئيسية للمياه السطحية في مصر ، كما أنه المصدر الرئيسي للمياه الجوفية في منطقة الوادي والدلتا.

المياه الجوفية Ground water

يسمى الماء الجوفي أيضاً بالماء تحت السطحي Sub-Surface water أو الماء الأرضي ، وهو الماء المتواجد في الطبقة السطحية للأرض ويتم الحصول عليه عن طريق حفر ودق الآبار وأيضاً الينابيع والعيون. ويتميز هذا الماء بنقائه عن الماء السطحي وقلة البكتريا والكائنات الحية فيه وذلك لمروره وترشيحه خلال طبقات الأرض.

والمياه الجوفية تتميز بارتفاع تركيز الأملاح الذائبة فيه عن الماء السطحي وقد تحتوي أيضاً على غازات ذائبة ويُسبب ذلك طعماً غير مستساغ للمياه أو رائحة غير مقبولة . ويكون الماء الجوفي عادة أكثر برودة من الماء السطحي لعدم تاثره بالعوامل الجوية مباشرة . وقد يكون الماء الجوفي قريباً أو بعيدا عن سطح الأرض حسب جيولوجية المنطقة.

والمياه الجوفية لايمكن الاعتماد عليها كمصدر رئيسي لإمداد المدن الكبيرة بالمياه حيث أن معدلات الاستهلاك تكون كبيرة وتستخدم في إمداد التجمعات السكنية الصغيرة أو القرى الصغيرة.

مياه الأمطار Rain or storm water

يتحول الماء الساقط من السماء (المطر) إلى مياه سطحية وجوفية بعد ذلك . وفي المناطق الممطرة يتم تجميع مياه المطر في خزانات سطحية وطبيعية أو صناعية ، وتعتبر مياه الأمطار مصدراً رئيسياً للري في العديد من المناطق في العالم. وفي مصر تتساقط الأمطار على السواحل الشمالية شتاءً وتندر الأمطار في باقي المناطق، ويعتبر معدل هطول المطر في المناطق الواقعة جنوب القاهرة منعدماً تقريباً .

تتراوح معدلات سقوط الأمطار في مصر ما بين ٢ ، ٢٩ مم/السنة (وأقصى معدلاته نحو ٢٠٠ مم سنوياً بالسواحل الشمالية) . ويمكن الاستفادة من الأمطار في أغراض التغذية بمياه الشرب في حالة عدم وجود مصدر بديل على أن يتم عمل الدراسات التالية:

١-تجميع بيانات عن معدل سقوط الأمطار ومعدلات تكرار العاصفة الممطرة لفترة سابقة قد تصل ١٠سنوات

٢-أبحاث التربة لمنطقة تجميع مياه الأمطار لحساب معدلات التسرب.

٣-تسوية وتخطيط المساحة التي تتساقط عليها الأمطار (Catchment Area) بغرض تجميع كميات المياه المطلوبة .

٤-تحديد مسار وتصميم خطوط نقل المياه المجمعة إلى خزانات التجميع وخطوط النقل لمحطة التنقية.

٥-تحديد سعة خزانات تجميع المياه المطلوبة لتوفير معدلات التغذية خلال العام مع اعتبار معدلات البخر

المياه المالحة Salt water

تعتبر مياه البحار والمحيطات المالحة من مصادر المياه ولكنها تحتاج إلى تحلية عالية النفقات . وتوجد محطات للتحلية خاصة في دول الخليج العربي ويتجه التفكير إلى إنشاء عدد من محطات التحلية في بعض مناطق البحر الأحمروسيناء والساحل الشمالي للحد من نفقات نقل وتنقية المياه إلى هذه المناطق. وربما تصبح مياه البحار مستقبلاً مصدراً هاماً خاصة في المناطق الصحراوية ومناطق الشرق الأوسط الجافة مع زيادة الطلب على المياه ومع محاولات الإنسان للتوصل إلى تقنيات أقل تكلفة لتحلية هذه المياه خاصة إذا استخدمت فيها الطاقة الشمسية .

إستعمالات الماء المختلفة Water uses

يستخدم الماء في أغراض متعددة مثل (الشرب – الطهي–التدفئة–التبريد–الزراعة–توليد الطاقة– الغسيل– الاستحمام–النقل– الصناعة–الألعاب المائية– .....إلخ)

١-الاستعمال المنزلي : Domestic use

ويشمل الماء المستخدم في الأغراض المنزلية كالشرب والطهي والاستحمام وري الحدائق المنزلية وغسيل الملابس والتنظيف والسيارات، ويقدر هذا الاستهلاك بحوالي ٤٠%-٥٠% من الاستهلاك العام للمدينة وحسب إنتشار الصناعات بها

٢-الاستعمال الصناعي والتجاري Industrial and commercial use

ويشمل الماء المستخدم في الصناعات المختلفة ومحطات توليد القوى والمحلات التجارية كالورش والمطاعم والفنادق والمطارات وحمامات السباحة ، ويقدر بحوالي ٢٥%-٤٠% من جملة الاستهلاك .

٣-الاستعمال العام Public use

ويتضمن الماء المستخدم في الأغراض العامة مثل الحدائق العامة والملاعب والمعسكرات ومناطق الاستجمام والنافورات وغسيل الشوارع وأيضاً الماء المستخدم في مقاومة الحرائق ، ويقدر هذا الاستعمال بنحو ١٥% من الاستهلاك العام للمدينة.

٤-الفواقد والإسراف في الماء Losses and Wastes

تشمل الماء المتسرب من وصلات المواسير والصناعات والشبكات القديمة ومناطق العيوب في الوصلات والأجهزة الصحية ، ويقدر هذا الفاقد بحوالي ١٠% من الاستهلاك العام للمدينة.

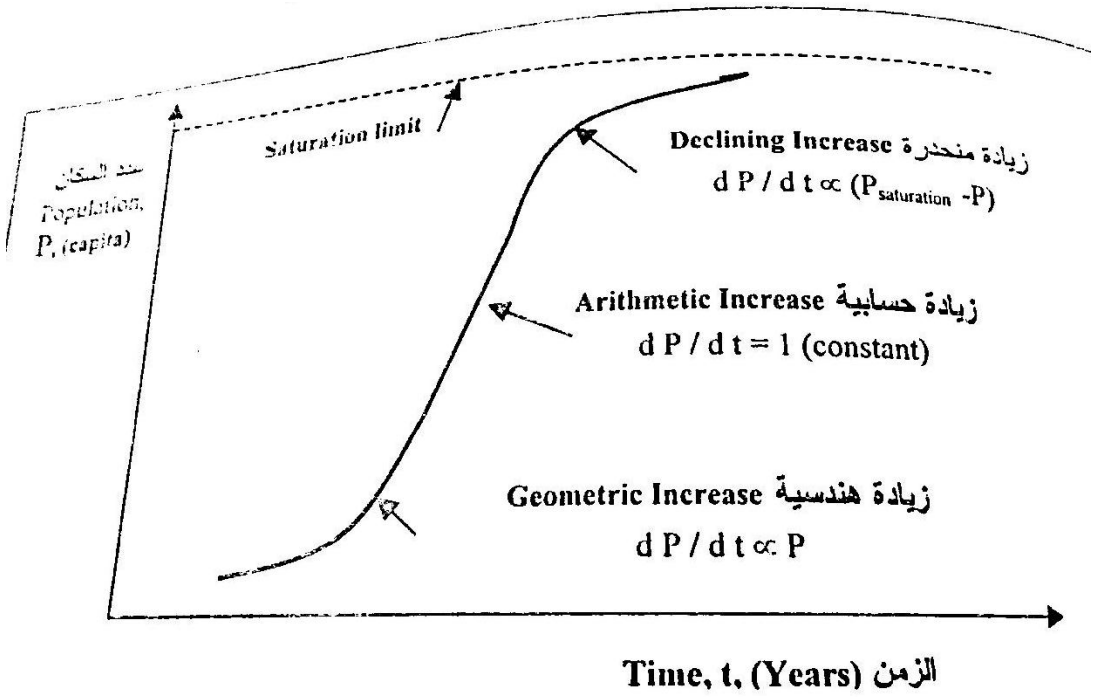
تقدير عدد السكان **Population prediction**

يقدر عدد السكان في المستقبل لفترات قصيرة (٥-١٥ سنة) أو لفترت طويلة (١٥-٥٠ سنة) أو أكثر.

وتختلف طرق التنبؤ أو التقدير حسب فترة التقدير. وعملية التنبؤ بعدد السكان مستقبلاً عملية معقدة ولايوجد حل أو طريقة صحيحة تماماً تعطي عددا لسكان حقيقياً لأن عدد السكان لأي منطقة أو مدينة أو قرية أو أي تجمع سكني يتأثر بعوامل كثيرة قد يكون الإنسان نفسه أحد تلك العوامل مثل (الحروب-التطور الصناعي-المواليد-الوفيات معدلات الهجرة-الكوارث الطبيعية مثل الزلازل والبراكين والسيول-إنتشار الأوبئة-....إلخ) .

وتستخدم طرق حسابية وبيانية للتقدير المستقبلي للسكان وتعتمد عادة على الإحصائيات السابقة لتعداد السكان في المنطقة المراد تقدير السكان لها أو في منطقة مشابهة لها في الظروف الطبيعية والسكانية.

ويمكن تمثيل الزيادة السكانية مع الزمن بمنحنى النمو السكاني والذي يأخذ شكل حرف S ويمكن تقسيمه إلى ٣ أجزاء (زيادة هندسية – زيادة حسابية – زيادة منحدرة) وهو منحنى مماثل لنمو عديد من الكائنات الحية (الشكل التالي) .



ويتم تقدير عدد السكان لأي مدينة لفترات طويلة تتراوح بين ٣٠ إلى ٥٠ سنة تبعاً للآتي :

أ- مدينة قائمة

ب- مدينة جديدة أو مجتمع عمراني جديد

ففي الحالة الأولى يتم التنبؤ بعدد السكان وذلك بتحديد طبيعة المرحلة التي تنمو فيها المدينة سواء مضطردة أو ثابتة أو متناقصة الزيادة ، ويخضع ذلك لما سيتم توضيحه فيما يخص تقدير تعداد السكان في المستقبل.

أما في حالة التجمعات العمرانية الجديدة تؤخذ مراحل نمو التجمع طبقاً لما يحدده المخطط لهذا التجمع لمراحل النمو المختلفة وفتراتها أو يُستعان بالمراحل التالية وتسلسلها في التنبؤ بها.

١- مرحلة البداية والازدهار :

وتتسم هذه المرحلة بمعدل زيادة سكانية متزايدة على صورة زيادة هندسية

٢-مرحلة الاستقرار :

وهي التي تستقر فيها عوامل جذب السكان مما يستدعي معه توسع سكاني بمعدل ثابت ويكون حساب نمو التجمع السكاني طبقاً للطريقة الحسابية والتي تتراوح مدتها الزمنية بين ١٠ – ١٥ سنة .

٣–مرحلة التشبع :

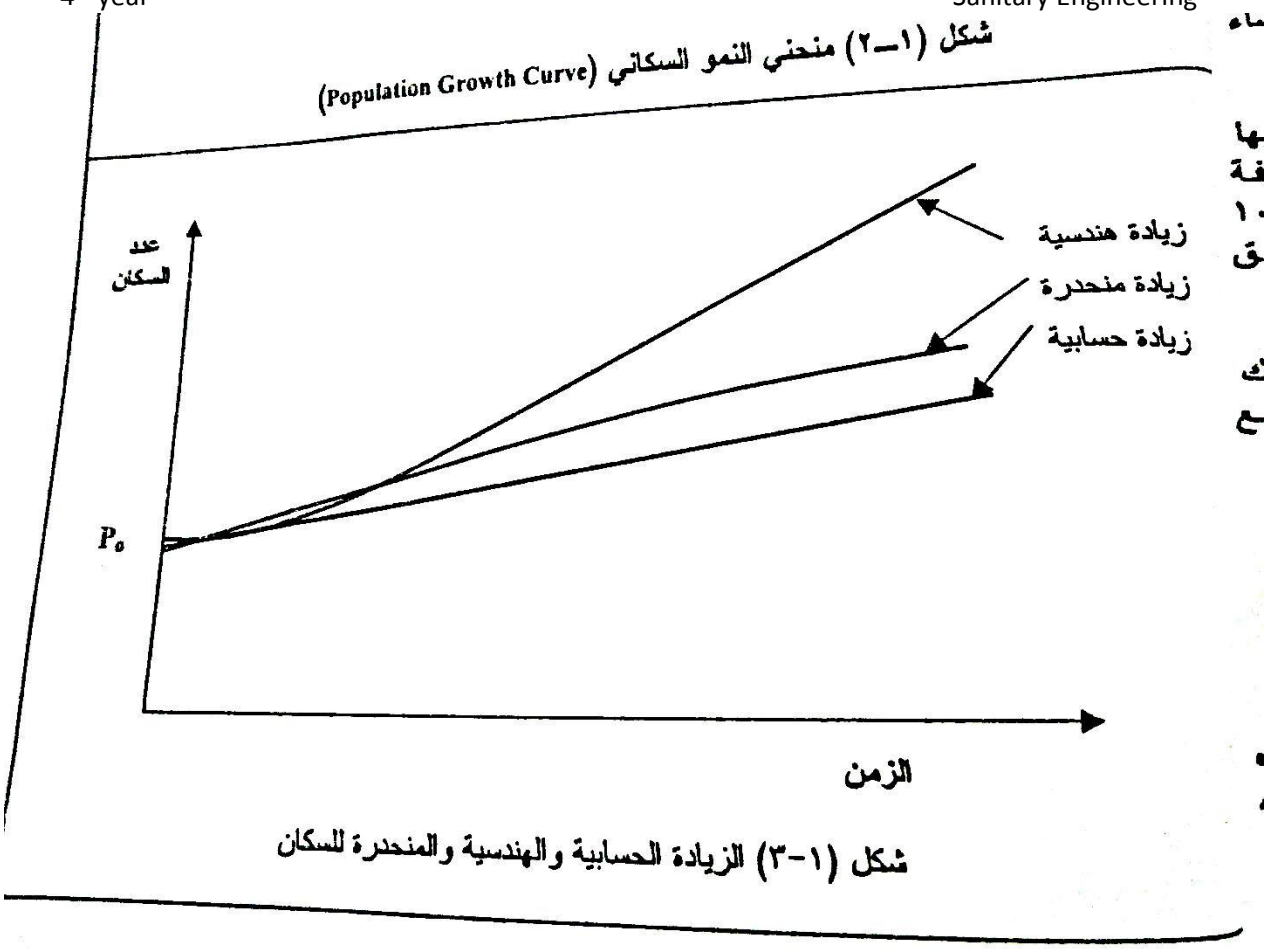
وهي مرحلة الوصول إلى الزيادة المتناقصة للنمو السكاني نتيجة توقف عوامل الجذب أو نتيجة إنشاء تجمعات سكنية أخرى مجاورة ذات عوامل جذب أقوى.وتتراوح مدتها الزمنية بين ١٥–٢٠ سنة .

تقدير تعداد السكان في المستقبل :

Estimating the numbers of the population in the future:

يقدر التعداد في نهاية الفترة التصميمية ويُستعان للوصول إلى هذا التقدير بالإحصائيات التي تقوم بها الدولة من خلال الأجهزة الحكومية المعنية بالدراسات السكانية مثل الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء لمعرفة التعداد الحالي وتوقعات معدلات النمو المستقبلية ، ويُجرى التعداد في مصر ومعظم الدول كل فترة زمنية مقدارها ١٠ سنوات .

ويجب على المصمم لأعمال مشروعات المياه والصرف الصحي الحصول على تقدير تعداد السكان لفترة التصميم طبقاً لنوع المشروع بالطرق التالية والتي يمكن تمثيلها بيانيا في شكل (١–٣) :



١-الطريقة الحسابية (الزيادة الحسابية) Arithmetic Increase

وتعتمد هذه الطريقة على افتراض أن معدل الزيادة السكانية ثابت (منتظم) مع الزمن ويُعبر عن ذلك رياضياً بالعلاقة التالية :

$$dp/dt = \text{constant} = K_a$$

وبعد إجراء التكامل للعلاقة السابقة نحصل على العلاقة التالية :

$$P_w = P_k + K_a(t_w - t_k)$$

وتُمثل هذه الطريقة هندسياً بخط مستقيم

٢-الطريقة الهندسية Geometrical Increase

يُفترض أن النسبة المئوية لزيادة السكان نسبة ثابتة كل فترة زمنية (١٠سنوات عادة) ، وهذه النسبة أو معدل النمو تُقَدر من تعدادات المدينة في الفترات الزمنية السابقة، فمثلاً إذا زاد تعدات مدينة خلال فترة زمنية مقدارها ١٠ سنوات من ٨٠٠٠٠ نسمة إلى ١٠٠٠٠٠ نسمة فإن النسبة المئوية للزيادة تكون ٢٥% في هذه الفترة ، وبالتالي فإن الزيادة في عدد السكان خلال السنوات العشر التالية تبلغ ٢٥٠٠٠ نسمة .

تُمثل هذه الطريقة هندسياً بمنحنى متزايد من الدرجة الأولى ، وتُمثل رياضياً بالعلاقة التالية :

$$LnP_w = LnP_k + K_g(t_w - t_k)$$

٣-طريقة معدل النمو السنوي : Annual Rate of Increase

وفي هذه الطريق يُستخدم معدل النمو السنوي في حساب تعداد السكان مستقبلاً وهي مكافئة للطريقة الثانية (الهندسية) ، وتمثل رياضياً بالعلاقة التالية :

$$P_w = P_k(1+K_{g'})^n$$

حيث :

P_w = عدد السكان المطلوب الذي يخدمه المشروع حتى سنة الهدف .

P_k = عدد السكان المعلوم أو آخر تعداد حقيقي للمنطقة السكنية أو المدينة .

$K_{g'}$ = معدل النمو السنوي (النسبة المئوية للزيادة في التعداد)

n =عدد السنوات أو عدد الفترات الزمنية المطلوب تقدير عدد السكان عندها

٤-طريقة الامتداد البياني : Graphical extension method

وهي طريقة تقريبية يُستنتج منها التعداد المستقبلي عن طريق رسم منحنى النمو السكاني للمنطقة في الماضي ثم عمل إمتداد له لاستنتاج عدد السكان عند سنة الهدف .ويمكن توقيع منحنى السكان على رسم لوغاريتمي Log-Log للحصول على خط مستقيم ثم مده وإيجاد معادلته ومنها يمكن حساب عدد السكان .

٥-طريقة المقارنة البيانية Graphical Comparison method

وفيها يتم رسم منحنى النمو السكاني للمنطقة موضوع الدراسة مُشابهاً لمنحنى النمو السكاني لمدينة أو منطقة (مُشابهة أو مُناظرة) لها وأكبر منها في التعداد ويكون لها ظروف مشابهة ثم يُمد المنحنى مماثلاً لمنحنى النمو السكاني للمدينة أو المنطقة الكبيرة ، وبالتالي يتم إستنتاج التعداد السُكاني المطلوب .

٦-طريقة الزيادة المطردة Method of incremental increase

وفيها تُحسب الزيادة كل فترة زمنية (١٠ سنوات مثلاً) ويُحسب التغير في هذه الزيادة ويُقدر متوسط هذا التغير ومنه يُحسب عدد السكان من المعادلة التالية :

$$P_w = P_k + K_a n + a[n + (n-1) + (n-2) + \ldots\ldots\ldots + 1]$$

حيث :

a = متوسط التغير في الزيادة في عدد السكان

n =عدد الفترات الزمنية

P_w،P_k كما سبق شرحه في الطرق السابقة

٧-طريقة الكثافة السكانية: Population Densities method

وفيها تُفترض كثافات سكانية معينة لمناطق المدينة ، وبمعرفة مساحة كل منطقة يُمكن تقدير عدد السكان . وتختلف الكثافة السُكانية حسب النشاط السكاني وحسب ظروف كل منطقة ، فالمناطق القديمة تكون أكثر كثافة من المناطق الحديثة . وفي المدن المصرية تكون الكثافة السكانية عالية جداً بالمُقارنة بمثيلاتها في الدول المتقدمة .والجدول التالي يوضح الكثافة السكانية للمناطق السكنية المختلفة طبقاً للكود المصري .

الكثافة السكانية (فرد / هكتار)	نوعية المنطقة أو المسكن
١٠	فيلات درجة أولى
٦٠-٣٠	فيلات درجة ثانية
٢٥٠-١٠٠	عمارات سكنية صغيرة
٧٠٠-٢٤٠	عمارات سكنية متوسطة
١٢٠٠-٧٠٠	عمارات سكنية كبيرة
٧٥-٥٠	مناطق تجارية
٣٠-٢٠	مناطق صناعية

Example :

Calculate the number of population of a city in 2040 if the previous Statistics have shown in the following table by different methods.

Year	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Pop.	82000	86000	92000	100000	103000	110000	121000	146000	178000

Solution

يمكن إنشاء الجدول التالي لتسهيل الحصول على عدد السكان بالطرق المختلفة

Year	Pop.	K_a	$\%K_{g'}$	K_g	a
1930	82000				
1940	86000	4000	4.88	0. 0476	
1950	92000	6000	6.98	0.0674	+2000
1960	100000	8000	8.7	0.0834	+2000
1970	103000	3000	3	0.0296	-5000
1980	110000	7000	6.8	0.0658	+4000
1990	121000	11000	10	0.0953	+4000
2000	146000	25000	20.06	0. 188	+14000
2010	178000	32000	21.92	0. 198	+7000
Total		96000	82.94	0. 7751	28000
Average		12000	10.37	0.0969	4000

١- الطريقة الحسابية Arithmetic Increase

$$P_{2040} = P_{2010} + K_a(t_w - t_k) = 178000 + 12000 \times \left(\frac{2040-2010}{10}\right) = 214000 \quad \text{Capita}$$

٢- طريقة معدل النمو السنوي : Annual Rate of Increase

$$P_{2040} = P_{2010}(1+K_{g'})^n = 178000(1+0.1037)^{\left(\frac{2040-2010}{10}\right)} = 239317 \ \text{capita}$$

٣- الطريقة الهندسية Geometrical Increase

$$LnP_{2040} = LnP_{2010} + K_g(t_w - t_k) = 12.089 + 0.0969\left(\frac{2040-2010}{10}\right) = 12.379$$

$$\therefore P_{2040} = 237756 \quad \text{Capita}$$

٤-طريقة الزيادة المطردة Method of incremental increase

$$P_{2040} = P_{2010} + K_a n + a[n + (n-1) + (n-2) + \ldots\ldots + 1] = 178000 + 12000 \times 3 + 4000[3+2+1] = 238000$$

capita

ويمكن إيجاد عدد السكان بالطريقة البيانية عن طريق رسم العلاقة بين عدد السكان والسنوات المناظرة لها ويُمد المنحنى أو الخط المستقيم للنقاط الموقعة حتى سنة الهدف ومنه نحصل على عدد السكان .

وللحصول على عدد السكان التصميمي نأخذ متوسط الطرق المستخدمة لتقدير عدد السكان عند سنة الهدف .

وفي المثال المعطى يمكن تحديد عدد السكان المتوسط كما يلي :

$$P_{aver.} = \left(\frac{214000 + 239317 + 237756 + 238000}{4} \right) = 232269 \quad \text{capita}$$