اثر الحاجة النفعية لأبراج خزانات المياه العالية على استدامة الحياة في المدينة

الدكتور أمجد محمود عبد الله ألبدري
مدرس
جامعة بغداد - كلية الهندسة
قسم هندسة العمارة

الخلاصة

لقد اصبحت المنظومة الخدمية ضرورة حياتية في المدن العصرية لتضحى اهم المستلزمات الاساسية للإنسان المعاصر، كونها تشكل القاعدة الكبرى التي تستند عليها استدامة الحياة في المدينة ومعيارا يقاس من خلاله درجة رفاهية وتقدم الشعوب المتحضرة ومدى تفاعلها مع البيئة المحيطة، مما جعل قطاع الخدمات ضرورة لا خيار، فكلما اتسعت المدن سكانا ومساحة كلما بات توفير الخدمات والارتقاء بمستواها كما ونوعا اكثر الحاحا، الامر الذي جعل موضوع الخدمات يأخذ المساحة الاكبر من اتجاهات وتفكير المخططين الحضريين والقائمين على رسم سياسات المدن ومساراتها. وعلى اعتبار ان منظومة معالجة ونقل المياه بكل مكوناتها (المحطات –الخزانات–انابيب النقل والتوزيع) هي من اهم اجزاء منظومات الخدمات في المدينة، فقد باتت تشكل عنصرا اساسيا من شرايين اقامة الحياة فيها، ولاعتبارات عدة اهمها (خزن الماء وامداده بضغط متوازن مستمر غير متذبذب عند ساعات الذروة النهارية مع توفير الماء الضروري لمكافحة الحرائق، كذلك تأمينه لقطاعات المدينة وقت صيانة اجزاء منظومة الماء او لحدوث عطل فيها، مع ضرورة تأكيد عامل حفظ وتوليد الطاقة بصورة متجددة)، فأن هذا كله ولغيره جعل من ابراج المياه العالية ركنا اساسيا من اركان منظومة المياه التي لا يمكن الاستغناء عنها في تزويد واسناد شبكة التوزيع، وعلى اعتبار ان الحالة الدراسية تخص عاصمتنا بغداد وما تعانيه من مشاكل توزيع الماء وضغطه المتقطع، لهذا يهدف البحث نحو توضيح الفكرة من ان خزانات المياه العالية قد اصبحت عنصرا فاعلا و جزءا مهما من اجزاء منظومة معالجة ونقل الماء في المدينة، وان وجودها فيها بتوقيع مدروس وسعات خزنية واعداد وافية سيقلل من كلف المنظومة الخدمية ومشاكلها ويوفر ضغطا مستمرا غير متقطع مخلصا المدينة من مشاكل التجاوز على الشبكة، مع تلافي المشاكل التي تعانيها من الانقطاعات في عملية امداد الماء خصوصا عند فصل الصيف، الامر الذي سيجعل الخزانات منشأت ضرورية واساسية وعناصر جذب للفعاليات الترفيهية ونقاط دالة ارشادية داخل المدينة.

الكلمات الرئيسية: ابراج المياه ، خزانات المياه العالية ، الادارة المائية ، سعة التخزين ، خزانات المياه المركبة ، خزانات المياه متعددة الاعمدة ، خزانات المياه ذات العمود المخدد.

The Effect of The Utilitarian Need For the High Water Tanks Towers to Sustain Life in the City

Dr. Amjad Mahmoud a. Albadry
Teacher
College of Engineering – University of Baghdad
Department of Architecture

ABSTRACT

The service system has become a necessity of life in modern cities to be the most basic necessities of modern humans, they constitute a major base, which is based on the sustainability of life in the city and a standard measured through the degree of well-being and progress of civilized peoples and their interaction with the surrounding environment, making the services sector as a need not be an option, whenever the cities widened in population and space whenever provision of services and upgrading the quality and quantity more pressing, which made the subject of the services takes the biggest area of the trends and thinking of urban planners and those who in charge of drawing the cities policies. Considering that the processing and transfer of the water system with all its components (stations – water tanks -transmission and distribution pipelines), it is one of the most important parts of the services systems in the city. It has become a key element of the arteries of the establishment of life, but for several considerations of most important (like storage of water and supplied with constant pressure that balanced without wobbling at the peak daytime hours with the necessary provision of water to fight fires , as well as secured it to the sectors of city in the maintenance time of the parts of the water system or the occurrence of a failure, with the need to confirm the save and generate energy factor in renewable way). For this in whole and others, the elevated water towers cornerstone of the pillars of the water system was made that can be indispensable in providing outsourcing and distribution network , and on the grounds that the case study concerning our capital Baghdad and its suffering of the water distribution and pressure intermittent problems, this research aims to clarify the idea of the elevated water tanks have become an important actor and is a part of the process and transport of the water in the city's system, and that its presence in a thoughtful siting and storage capacities and sufficient numbers will reduce the cost of the service system and its problems and provides continuously a constant pressure is to rescue the city from the overtaking problems on the network, while avoiding the problems experienced by interruptions in the water supply process, especially in the summer, which will make the water tanks as a necessary structures and essential elements of attractions for recreational activities and benchmarks functions within the city.

Key words:- water towers, elevated water storages, water management, storage capacity, composite elevated storage tanks, multi-column elevated storage tanks, fluted elevated storage tanks.

1- المقدمة :-

تحتل خزانات المياه العالية (ابراج المياه) اهتماما كبيرا لدى كل من المهندس المصمم والانشائي والمائي لضرورتها ولزومها في المشاريع الحياتية ، على اعتبارها جزءا من منظومة معالجة ونقل المياه التي هي من اهم

اجزاء منظومات الخدمة في المدينة[1] . اذ ان التطور والزيادة في المشاريع السكنية والاقتصادية (الصناعية، الزراعية، ...الخ) جعل من خزانات المياه العالية (وحتى الارضية) منشآت ضرورية واساسية لإدامة الحياة (تافي،1992، ص3) . حيث ان اعمال توزيع المياه في المدن (بعد تنقيتها من الرواسب بالترشيح ومن البكتيريا بمعالجتها بالأوزون وبالأشعة فوق البنفسجية والكلورين)، سوف تضخ الى محطات الضغط العالي ومنها الى الخزانات الارضية والخزانات العالية (ابراج المياه)[2] ، والتي سيستلزم بناءها على ارتفاع عال من اجل توليد (والاحتفاظ) بضغط كافي ومتوازن لنظام توزيع المياه في المدينة (www.tryengineering.org) ، (اذ يتولد الضغط بالجاذبية كلما ارتفع خزان المياه اكثر – حيث ينتج عن ارتفاع 30 م ضغطا يقارب 300 كيلو باسكال – وهو كاف لتوفير الضغط المطلوب لمتطلبات نظام توزيع المياه للأغراض المنزلية والحياتية التي تقع ضمن ارتفاع ما بين (6–8) طوابق تقريبا، مع تأمينه لمنظومات اطفاء الحريق لكل القطاع المخدوم من المدينة).(www.people.howstuffworks.co). وهذا ما اشارت اليه كثير من الدراسات الى ان عدم وجود ابراج المياه ضمن شبكة المدينة سيخضع بعضا من انظمة امداد المياه للضغط السلبي (مبدأ عمل المرحاض) ، وهذا سيؤدي الى سحب المياه الجوفية الضحلة الى شبكة المياه (خصوصا عند قدمها او حدوث الكسور غير المنظورة) وتلويثها بالكائنات المجهرية (www.ar.wikipedia.org)، كذلك فان الاستعاضة عن ابراج المياه بالمضخات المنزلية الموضوعة على انابيب الماء (وهي الحالة الموجودة في بلدنا خصوصا العاصمة)، سيؤثر سلبا على الصحة العامة في حال قلت كفاءة المضخات مقللة ضغط الماء داخل الانابيب، مما سيسبب تجمع الملوثات والرواسب ملوثا الماء (علاوة على صرفها الكبير للكهرباء)، الامر الذي سيجعل من وجود الخزانات في المدينة امرا ضروريا لتامين الضغط اللازم.

2- المشكلة البحثية والهدف :-

تكمن مشكلة البحث الرئيسة في :- توضيح اثر وجود الخزانات في المدينة وتأثيرها على ادامة امداد الماء فيها، وما لها من عامل فاعل في المحافظة على ضغط الماء بشكل مستمر متوازن وغير متقطع (خصوصا عند ساعات الذروة النهارية)، مع توفيرها للخزين المائي الكافي للقطاع المخدوم وقت اجراء الصيانة على المنظومة المائية أو اجزاءها. **وهنا يهدف البحث الى :-** توضيح الكيفية التي تعمل بها خزانات المياه العالية وانواعها واعدادها المطلوبة لعاصمتنا بغداد ، وآليتها في تحقيق الضغط المطلوب مع التخلص من مشاكل توزيع الماء (كالتذبذب والانقطاعات او انخفاض الضغط) التي تعاني منها المدينة، مع بيان اهمية الخزانات في امكانيتها لحمل وظائف ترفيهية ونشاطية وخدمية واعلانية ضمن هيكلها المستدام العملاق، وما لها من اثر بالغ في تشكيل وتغيير خط سماء المدينة لتكون كنقاط دالة وعلامات فارقة.

3- ضرورة سعة التخزين :-

ان سعة التخزين في المدن السكنية في حال انعدام وجود الخزانات العالية تحسب بان تؤمن امداد المياه بما لا يقل عن (3–4) ساعات (عند ساعات الذروة)، مع ضمان استمرار المحطات والمرشحات بالعمل ليل نهار، والغرض من ذلك هو الموازنة بين دفع محطة التنقية الذي يكاد يكون ثابتا طوال اليوم واستهلاك المدينة (دفع محطات الضغط العالي) الذي يتغير خلال ساعات النهار، ومن يوم ليوم في الاسبوع وعلى مدار العام، مما

[1] تشمل منظومة الخدمة(منظومة معالجة ونقل المياه/منظومة تصريف ومعالجة المياه الثقيلة/منظومة الطاقة الكهربائية/منظومة الاتصالات)

[2] وتسمى خزانات المياه (او ابراج المياه) عربيا بال(حاووز)، والكلمة مأخوذة عن اللغة التركية من الكلمة العربية (حوض) التي يلفظها الاتراك(حوز)، او قد ترجع الى الفعل (حاز – يحوز – حاووز) أي جامع للمياه، وعلى هذا يكون (حاووز الماء)مكان حيازة وجمع الماء.(مطاوع،2011، 144).

سيستهلك كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية، ليجعل من تواجد الخزانات ضرورة لضمان الامداد المستمر للمدينة بالمياه وبضغط متوازن في حالة تعطل محطة التنقية او محطة الرفع الواطئ لفترة ما، كذلك فان توقيع الخزانات المدروس وتوزيعها المتناسب مع الطلب في ارجاء المدينة، سيعمل على تقليل كلف المنظومة الخدمية لأنها ستتيح امكانية تصميم محطات المعالجة والخطوط الناقلة والرابطة على ضوء متطلبات الذروة اليومية وليس الساعوية، فضلا عن توفيرها طاقة خزن استيعابية (إشغالية وللطوارئ) تغطي الحاجة لمدة (12-48) ساعة حسب السعة المحسوبة والكلف المرصودة للمنظومة عامة. (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد،1998،ص10-7). ولهذا فقد ذهبت بعض المصادر الى ضرورة ان يرتفع الخزان الى (80m) ليكون بمثابة مصدر التغذية الساند والرئيس لشبكة المياه العامة، مما يستلزم ان يكون بسعة مدروسة لخزن الكمية المطلوبة والاحتياطية من المياه المرشحة والمعقمة لسد حاجة الاستهلاك التي تزيد اثناء ساعات الذروة النهارية عن المعدل.(لجنة توحيد شروط السلامة والاشراف الوقائي بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي ،2006،ص 43) (www.people.howstuffworks.com)، مع ضرورة ان تكون سعة الخزان كافية لاستقبال الماء الزائد عن معدل دفع محطات الضغط العالي عن معدل استهلاك المياه في المدينة، ليعود الفائض الى اليها عندما يقل معدل دفع تلك المحطات عن معدل استهلاك المياه في المدينة .(www.startimes.com).

4- تصنيف خزانات المياه العالية :-

تعتبر الخزانات منشآت هندسية تستخدم لتخزين المواد المختلفة خصوصا السائلة منها (مياه الشرب والمياه المالحة والنفط وغيرها)، وقد تطورت بشكل متنوع على مستوى التصميم والحجم والسعة والاستعمال، لكنها وبشكل عام تكون هذه الخزانات موضوعة اما على سطح الارض (او مغمورة جزئيا او كليا في التربة) او قد تكون عالية عن سطح الارض (كالخزانات العالية)،(تافي،1992،ص5). ويمكن تصنيف الخزانات وفقا لـ :-

1. شكل الخزان :- ومنها الخزانات المربعة والمستطيلة والاسطوانية والخزانات ذات الاشكال الهجينة.
2. التغطية والتغليف :- وفيها تصنف الى الخزانات المفتوحة والخزانات المغطاة. (www.momra.gov.sa)،(www.faculty.ksu.edu.sa).
3. التموضع والتجميع :- ومنها الخزانات ذات الاشكال البسيطة، والخزانات المتجاورة المتلاصقة، والخزانات المتراكبة فوق بعضها، والخزانات المتجاورة المتراكبة فوق بعضها.
4. الاستعمال :- وفيه تصنف الى خزانات تجميع المياه او السوائل المختلفة/ احواض معالجة المياه/ احواض السباحة / خزانات ضخمة توضع على سطوح الابنية. (تافي،1992،ص14).
5. الارتفاع عن الارض :- وضمنها تصنف الى خزانات عملاقة تستند مباشرة الى الارض وخزانات ضخمة تستند على اعمدة ذات ارتفاع عال ، وهي :-
6. الخزانات الارضية :- تكون عبارة عن خزان ماء اسطواني من مادة الستيل الكاربوني (Carbon-Steel) مبني على قاعدة ارضية من اساس كونكريتي مسلح، الامر الذي قلل كلف انشاؤه وجعله مناسبا للبيئات والاماكن ذات الارضية غير الثابتة (كالزلزالية)، وسهلا عند عملية تفكيكه ونقله او تغيير استيعابيته . كذلك فانه سريع الانشاء وقليل وسهل الصيانة ، ويمكن ان يكون محطا للإعلانات والتزيينات اللونية والشكلية، خصوصا وان تشكيلة سقفه الهيكلية المتنوعة ما بين القباب والاشكال المخروطية او البيضوية تتيح ذلك. ان هذا النوع من الخزانات يمكن ان يكون باستيعابية كبيرة جدا تصل الى (m^3)

28,700) ، اعتمادا الى طبيعة تصميمه المعماري والانشائي وحاجة المجتمع المخدوم اليه.(شكل-1).(www.momra.gov.sa)،(www.faculty.ksu.edu.sa).

7. خزانات المياه العالية المركبة (Composite Elevated Storage Tank)(CET):-

تتكون من خزان ماء من مادة الستيل الكاربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) محمول من قبل برج كونكريتي ذا قطر انشائي كبير مميز بشكل جدار قصي (shear wall) يمتد (وبدون تغليف خارجي او داخلي) من الاساس بشكل عمودي وصولا الى ان يحمل الخزان (ليأخذ تفاصيله المعمارية من خلال الطبعات السطحية عليه وفقا لما يريده المصمم، وكذلك بوجود فتحات النوافذ لفعالياته المختلفة المطلة الى الخارج). ولهذا يستعمل هذا النوع في الاماكن حيثما يكون العنصر الجمالي مطلوبا، كما انه ونظرا لهيكله الانشائي المتكامل (انشائيا ومنشئيا) بدون اضافات او مغلفات (حتى الاصباغ منها)، فانه سيكون مناسبا للبيئات القاسية (خصوصا ذات الاجواء التي يغلب عليها الملوحة والرطوبة العالية) ، هذه المميزات جعلت هذا النوع يمتاز بالشكل الاخاذ وقلة الصيانة وبدوامية عالية للهيكل الانشائي (لكل من الخزان ذا مادة الستيل الكاربوني غير المغلف وللهيكل الكونكريتي الضخم الداعم)، مما جعله قادرا على ان يحمل خزان ماء بسعات عالية تتراوح ما بين (4546 m³ -13640 m³) وبقطر خزان يتراوح ما بين (15m - 35m) على التوالي. ان هذه السعة العالية التي تزيد عن (4546 m³ = مليون كالون) ستجعله اقتصاديا وفقا لمعادلة كبر الهيكل الانشائي الى الغرض المؤدى منه ، لتصنفه ضمن انواع خزانات المياه ذات الكلفة المتوسطة (شكل-2). (www.caldwellwatertanks.com) .

8- خزانات المياه العالية متعددة الاعمدة (multi column Elevated Storage T.)(LEG) :-

تتكون من خزان ماء من مادة الستيل الكاربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) محمول على سلسلة من الاعمدة مدعمة باسلاك الشد العرضية (وكلا المادتين من الستيل الكاربوني)، يكون العمود الوسطي مخصص لنقل الماء من والى الخزان ولحمل المصاعد والسلالم والخدمات. تكون هذه الخزانات من اكثر الانواع اقتصادية (رغم انها من الانواع متوسطة الكلفة) بسبب صغرها ومتوسط سعتها التي تتراوح بين (220 m³ - 8800 m³)، بتصميم انشائي قياسي يعتمد على (4-14) عمود على التوالي، الامر الذي يجعل من السهولة معرفة سعة الخزان من خلال معرفة عدد الاعمدة الحاملة. كذلك فإنها تمتاز بسرعة تنفيذها العالية وتكلفتها الاقل قياسا ببقية الانواع، كما انها قابلة للتشكل والتلون لتكون واجهة اعلانية لموقعها (او مدينتها) من خلال صبغها او بتشكيل جسم الخزان (ليرمز الى شكل ما).(شكل-3). (www.faculty.ksu.edu.sa).

9-خزانات الماء العالية ذات الشكل الكروي (Pedesphere Elevated Storage T.)(PED):-

تتكون من خزان ماء حديدي كروي من مادة الستيل الكاربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) محمول على حمالة منفردة عمودية (مصنوعة من مادة الستيل الكاربوني) ذات شكل اسطواني تضم الحركة العمودية للمستخدمين وانابيب الماء ، تنتهي بتاج علوي ذا قاعدة مخروطية تتجه انفتاحيتها الى الاعلى لحمل الخزان – وعند زيادة حجوم هذا النوع من الخزانات يصار الى تجهيزها بقاعدة خزن ارضية للدافعات ولزيادة حجم الخزن . وعموما تتراوح سعتها الخزنية ما بين

(6820 m³ -230 m³) بقطر (7.5 m الى 26 m) على التوالي . وبهيكلها هذا ستكون فعالة عند المناطق التي يكون تحمل التربة فيها غير متوازن (خصوصا عند مناطق الزلازل)، ممتلكة لمظهر جذاب وبسيط بسطوح ناعمة ومستمرة مقللة من المساحة العامة الخارجية المعرضة، موفرة لعامل السهولة في صيانة عموم البرج. الامر الذي جعلها تكون ضمن تصنيفات الابراج المائية الاكثر جمالية واناقة والاقل كلفة على الاطلاق من بين بقية الانواع ، لبساطة شكلها المنساب وتأثيرها على خط سماء المدينة، وخيالها الانيق والجميل الملقى على الاراضي المجاورة، فضلا عن امكانيتها في حمل الاعلانات شكلية كانت او لونية.(شكل-4).(www.caldwellwatertanks.com).

10-خزانات المياه العالية ذات العمود المخدد (Fluted Column Elevated S. T.)(FLC):-

تكون عبارة عن خزان ماء حديدي مكون من مادة الستيل الكاربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) بسعة ما بين (1150 m³ - 13650 m³) وبقطر (7.5m-27m) على التوالي، مرفوع ومستند على عمود تحميل منفرد ذا سطح مموج (Corrugated) وبقوام هيكلي حديدي (مصنوع من مادة الستيل الكاربوني) بقطر كبير يعتمد في تصميمه على تخديد سطوحه، ليجمع ما بين صلادة الهيكل الضخم والمظهر المعماري اللطيف والقوام المتناسق هندسيا، فضلا عن حمله للخدمات الناقلة في داخله (الانابيب وعناصر الصعود والاجهزة والمعدات)، مما اكسب كتلة الخزان تناسبا لطيفا ما بين شكل المخروط وقاعدته مع قشرة العمود والقبة المشكلة للسقف. ان هذا التراكب الهيكلي المتعدد، قد جعلته من اعلى انواع الخزانات كلفة، الا انها اكسبته مظهرا ضخما ليكون محطا للرسومات الاعلانية والتزيينات الخطية التي تعبر عن مكون ما او اسم معين في ذلك الموقع، ليكون الخزان ايقونة الموقع المعبرة.(شكل-5).(www.caldwellwatertanks.com).

5- الهيكل الانشائي لخزانات المياه العالية :-

ان الانواع الاكثر شيوعا من الخزانات العالية الحديثة قد انشات باعتماد ان تكون الاعتبارات الجمالية هي الجزء الاهم في عملية التصميم سواء انشأت من الحديد او من الكونكريت او من كليهما. ولتصميم وتنفيذ أي نوع منها يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار المؤثرات الاساسية لدراسة الخزانات، وهي (اعتبارات الوزن الذاتي للخزن وملحقاته/ وحمولة السائل المحتوى فيه والحمولات الاستثمارية المصممة (كالقاعات والملاعب وغيرها)/ مع دراسة التغيرات الحرارية واثر التقلص والزحف الانشائي (على اعتبار تضمين المصادر لضرورة ارتفاعها ما لا يقل عن (40 m) لتامين الضغط/ كذلك المؤثرات المناخية الاخرى كالرياح والرطوبة /بالإضافة الى الاهتزازات الارضية). (www.en.wikipedia.org)،(www.epa.gov) .

وانشائيا تتألف الخزانات العالية من المكونات الاتية :-

أ- **الخزان :-** يكون بأشكال متنوعة (منها المستطيل/الاسطواني/المخروطي/وغيرها)، ويتألف شكل الخزان من ثلاث مكونات هي (الغطاء/الجدران/الارضية)، وجميعها تتخذ اشكالا مختلفة اعتمادا الى طبيعة التصميم المعماري والانشائي وسعة الخزان وارتفاعه وموقعه.(تافي،1992،ص22).

ب- **الهيكل الحامل :-** يستند الخزان الى عناصر عمودية قد تكون اعمدة شاقولية او مائلة، او قد يستند الى اسطوانة عملاقة او تراكيب حاملة، او يمكن ان تستخدم الجدران القشرية(Shear wall) في حمل الخزان (تافي،1992،ص23)، والتي يفترض فيها عامل امان عال جدا لمقاومة حمولة الوزن

والتأثيرات الميكانيكية (كالرياح والاهتزازات المائية والارضية وغيرها)، فضلا عن امكانيتها في حمل العناصر الخادمة (كالأنابيب والامدادات الكهربائية والميكانيكية وعناصر الصعود العمودية).(لجنة توحيد شروط السلامة والاشراف الوقائي بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي ،2006،ص43) .

ان الخزان العالي ونظرا لحجمه وهيكله الذي لا يستهان به (فضلا عن وظائفه المتراكبة لخزن الماء ولاحتواء المطاعم والملاعب وغيرها)، سيكون قابلا لان يعاد تدوير وظيفته (بدون الحاجة الى هدمه) بعد انتهاء عمره الافتراضي كخزان للماء (بعد 20-25 سنة) او لأي سبب كان، ليكون قابلا ان يتحول الى وظيفة اخرى كالسكن مثلا، او ان يديم الوظائف التي يحويها (عدا خزن الماء) كالمطاعم او محطات البث والمراصد او غيرها من الفعاليات الترفيهية، وهذا الامر يعد اكبر مسوغ لتدخل به الخزانات حقل الاستدامة والتدوير، مما جعلها عناصر جذب في حياة المدينة.(شكل-6)،(شكل-7)،(شكل-8).(www.en.wikipedia.org).

6- التغطية والتغليف لخزانات الماء العالية :-

ان الظروف المناخية وطبيعة ونوع السوائل في الخزانات وضرورة تأمين عدم تسربها ، مع اهمية حماية نظام التوزيع وتجنب تلوث الماء (مهما بقى من فترة زمنية داخل الخزان) وصولا الى المستهلك، يتطلب تنفيذ وتأمين ما يأتي :-

أ- **التغليف الداخلي :-** ان هدف التغليف الداخلي هو لتأمين الكتامة اللازمة لمنع تسرب الماء، اضافة الى منع ضرر وتلوث تماس الماء المخزن مع الاوجه الداخلية للخزان وبالعكس (خصوصا الخزانات الكونكريتية)، التي يستعمل فيها لتحقيق ذلك عدة طرق، منها اضافة بعض المركبات الكيميائية التي لا تنقص مقاومة الكونكريت، الا انها تزيد الكتامة وتؤمن مناطق التقاء الانابيب به كالمواد الملينة والمصمتة للخرسانة- مثل فاندكس (vandex) و اديكور (adecor)(www.startimes.com)، مع استعمال الاسمنت المصقول مخلوطا بمواد مانعة للرشح بشكل طبقة عازلة للسطوح الداخلية، ثم تدهن بالبيتومين الساخن لكل السطوح المغمورة بالماء. بصورة عامة ولجميع انواع الخزانات (الكونكريتية والحديدية) تستعمل الطلاءات البيتومينية والريزينية، كذلك طلاءات بلاستيسول (plastisol) كمادة عازلة لتجنب الصدأ وتأمين منع نمو الحشرات والطحالب، مع تقليل عامل الاحتكاك والترجرج (fluctuation) الذي يؤثر سلبا على نظام توزيع المياه بالكامل.(www.momra.gov.sa)، (www.epa.gov)،(www.buwatec.com).

ب- **التغطية الخارجية :-** ستعمل على تأمين العزل الحراري على مدار السنة، على اعتبار ان تعرض الخزانات للإشعاع الشمسي (خصوصا الكونكريتية منها) سيؤدي الى حدوث شروخ هيكلية (رغم ان تغير درجات الحرارة الخارجية لا يؤثر كثيرا في الخزانات التي سعتها اكبر من ($1000\ m^3$) نظرا لسماكة سطوحها وحجم الماء الذي تحويه)، مما يستلزم حمايتها (كتغليفها بجدران مزدوجة الطبقات الكونكريتية – مفرغة او محشوة بمواد عالية الادائية الحرارية كالقرميد الناري او مملوءة بمواد عازلة كالبولستيرين او الكونكريت الرغوي او الستيروبور وما شابه).(تافي،1992،ص23-24).

7- مبدأ استدامة ابراج المياه وتوفير الطاقة :-

نظرا لأهمية ابراج المياه فقد اخذت حيزها لتصمم كصروح شاهقة بأشكال وحجوم وتفاصيل مختلفة، ونشاطات متنوعة لم تقتصر عند خزن وتوزيع الماء، بل تعداه في نواح عدة ليدخل نطاق توليد الطاقة النظيفة بتوظيف مصادر الطاقة المتجددة، كتغطية اسطح البرج بالألواح الشمسية او الحرارية، او اجلاس التوربينات

التقليدية او النانوية (www.ar.wikipedia.org)، او قد يتم تغليف واجهاته واسطحه بأنواع من الاعشاب البحرية التي تساعد على توليد الكهرباء من خلال عملية التحليل الحيوي لتساعد في تخفيف ظاهرة الاحتباس الحراري من جهة ولتخفف وتلطف الاجواء في البيئات الحارة من جهة أخرى (شكل-9).(www.evolo.us). اضافة الى امكانات استثمار سطوحه الافقية العلوية لإقامة الفعاليات الحيوية كالحدائق المعلقة والمطاعم وغيرها مهيئة مشهدا بانوراميا خلابا للمدينة من نقطة عالية ، متداخلة مع الحدائق والفعاليات التي يمكن اقامتها عند اسفل البرج لتعمل كمنظومة متكامل يمكنها العمل على جمع وتنقية مياه الامطار والسقي الفائض واعادة ضخها الى الخزان لتستخدم في ري الحدائق العلوية وتوليد الرطوبة المطلوبة لتلطيف الاجواء في الاوقات الحارة، ليكون برج الماء نظاما متكاملا وايقونة دالة ومرشدة لموقها ضمن المدينة حتى وان انتهى عمره الافتراضي ليبقى مديما لفعالياته الأخرى(كالسكن او الوظائف الإدارية والقاعات العامة).(شكل-6)،(شكل-7)،(شكل-8)،(شكل-10). (www.en.wikipedia.org)، (www.ar.wikipedia.org).(www.recyclenation.com).

8- تأثير الخزانات العالية على خط سماء المدينة :-

ان تنوع تصاميم وهياكل ابراج خزانات المياه قد اتاحت للمعماريين والمستفيدين على حد سواء بان يجعلوا منها علامات دالة ونقاط جذب بصرية مرشدة، بان يعمد الى استلهام تصاميمها من طبيعة المهمة الموكلة اليها في الموقع، او من نوع النباتات والثمار التي يشتهر بها موقعها او الصناعة التي تخدمها، لتأخذ اشكالا جذابة وملفتة للانتباه(شكل-11).(www.en.wikipedia.org). او ان يصار الى يكتب عليها بأحرف عملاقة تشير الى اسم المدينة او الموقع لتستثمر كعلامة لتوجيه الطيارين وسائقي السيارات خصوصا في القرى والمدن الصغيرة المتباعدة (تصل في بعض الاحيان الى اضفاء روح الدعابة)(شكل-12)، او ان تخصص لتحمل اسماء الشركات والصناعات التي يخدمها الخزان، لتضفي مسحة من الفخر والاعلان عن تلك الصناعة او المدينة(شكل-13).(www.tryengineering.org)،(www.wonderopolis.org). ففي الولايات المتحدة الاميركية تستعمل ابراج المياه العالية لتوجيه السواح والمستخدمين الى حيث الاماكن المهمة والمقصودة، وكذلك توظيفها لتكون الموضع الامثل لنصب هوائيات البث ولاقطات المحطات ونظم الارشاد الاليكتروني للعناوين (PAS) وكاميرات المراقبة العامة وصفارات انذار الاعاصير (Tornado sirens) ومراقبات الطقس وما شابه.(www.people.howstuffworks.com). بهذا ستكون خزانات المياه وسيلة بسيطة وسهلة وعلامة دالة ومرشدة ضمن المدينة بسبب كبر حجمها وارتفاعها، مما يتيح رؤيتها بسهولة من الارض والسماء، عليه فان تعددها عند اكثر من مكان وبالألوان والاشكال والكلمات المتنوعة سيجعل منها نقاط توجيه على مستوى التخطيط العام للمدينة وقد تضفي اسمها على ذاك المكان.(شكل-14).

9- تأثير الخزانات العالية على استهلاك الكهرباء :-

ان علو وحجم برج المياه سيؤمن الضغط المستدام لنظام تجهيز الماء، ليوفر ويديم معدل استمرارية الضغط المتوازن في المنظومة، بدل التعويل على المضخات الرئيسة لتجهز تنوع الطلب اليومي على الماء، مما سيجعل برج المياه عامل تقليل الحاجة الى استهلاك الكهرباء من قبل المضخات الرئيسة، وسيكافئ اعطاء الضغط المطلوب عند معدلات السريان الاعلى للماء (ساعات الذروة ووقت مكافحة الحرائق)، وهو ما قد تعجز عنه المضخات، التي تصمم وفق مبدا ملائمة مستوى الطلب المتوسط (average) وليس الطلب الاعلى الذي سيوفره

خزان المياه وقت النهار، ليترك للمضخات الرئيسة والثانوية مهمة اعادة ملئه وقتما ينخفض الطلب على الماء[1]. (www.en.wikipedia.org).

فضلا عن هذا، فان تقليل عمل المضخات بسبب تواجد الخزانات وتوفيرها للضغط المتوازن، سيؤدي الى انعدام الحاجة الى المضخات الصغيرة المركبة عند البيوت والمحال التجارية والمعامل، مما سينتج عامل ثان في تقليل صرفيات الطاقة بسبب انتفاء الحاجة لها، ويحل مشكلة التجاوز على الشبكة العامة للماء. هذا من جهة، ومن جهة ثانية، سيوجه عامل كمية الكهرباء الموفرة، نحو تشغيل اجهزة التبريد الجاف بدل تشغيل اجهزة التبريد التبخيري (المبردات) والتي تستهلك كميات كبيرة من الماء وصلت تقديراتها الاستهلاكية الى (30%) من عموم حصة الفرد المجهزة (اضافة الى تشويهها للمنظر العام ومضارها الصحية وتأثيرها السلبي على زيادة الرطوبة)، مما سيقلل من هذه الحصة المحسوبة للمدينة (فبدل ان تكون حصة الفرد 300 لترايوم، ستكون 230 لترايوم).(أزمات المياه في مدينة الرياض، 2003،ص17). الامر الذي سيشكل فارقا كبيرا جدا سينعكس ايجابيا على عامل تقليل صرف الماء وهو من اهم عوامل الاستراتيجيات المستدامة لإدارة الموارد المائية.

10- توظيف نظام المعلومات الجغرافية (.G.I.S) لإدارة منظومة المياه :-

ان معظم شبكات المياه في الدول النامية تعاني مشاكل انعدام الانتظامية والتقطع في توزيع الماء بسبب تقادمها والاهمال في صيانتها. ونظرا لان المشكلة قديمة ومتراكمة ، فقد اقترحت ونفذت بعض المؤسسات (ومنها العربية) توظيف برامجيات نظم المعلومات الجغرافية (.G.I.S) كوسيلة لبناء المعلومات عن الانظمة والشبكات المستخدمة في المدينة (ولد علي، ابو الرب،2010،ص1).

ان تطبيق تكنولوجيا(.G.I.S) للتصميم والادارة الفعالة لشبكات توزيع المياه بفوائده الشاملة، قد اكد على ضرورة البدء بالانتفاع منه لما يقدمه من خدمات كبيرة ونظرة شاملة، والتي تنصب قيمتها بشكل كبير عند معادلة زيادة عدد السكان ونقص الخدمات (ومنها الماء)، لتساعد وتسيطر بصورة متكاملة على ادارة وتشغيل شبكات المياه بفاعلية عالية، وفي وضع خطة طويلة المدى للتوقعات (ومنها المالية) لتطوير موجودات الشبكة وصيانتها وتحسين ادائيتها، مع العمل على توفير تغطية لحياة شبكات المياه (من مرحلة التخطيط وحتى وقت التبديل)، من خلال اجراء عملية تحليل شاملة لإدارة الموجودات تمتد فترتها ما بين (10-40 سنة)، تضمن خلالها كفاءة عالية لإدارة الشبكات خصوصا اذا ما ارتبطت مع بقية برامج تصميم وادارة انظمة الخدمات العامة في المدينة ضمن مفهوم استدامة المياه.(ولد علي، ابو الرب،2010،ص7-8).

11- مفهوم استدامة المياه :-

تعني استدامة المياه ممارسة ادارة الطلب على المياه لتلبية احتياجات البشر على المدى البعيد لتعويض ودعم والمحافظة على المياه للأجيال القادمة، ولحماية المياه ومنظوماتها بشكل واع وضمن الخطط الشاملة لتطوير اقتصاد البلد. اذ ان المدن تستهلك الكثير جدا من الجهد والموارد لتوفير المياه لذلك العدد المتزايد من السكان، لذا لابد من اعداد استراتيجيات جديدة لحفظ المياه وادارة الطلب عليها، ترتكز على مبدأ الادارة المتكاملة النابعة من التداخل المدروس ما بين التخطيط الحضري ونظام ادارة الخدمات (والمياه على وجه الخصوص)، مع

[1] ان خزانات المياه ستوفر كذلك ضغطا اعلى مما توفره المضخات، والتي قد ينخفض ضغطها لاي سبب (خصوصا الاعطال) مؤديا الى ادخال مسببات الامراض الى داخل نظام توزيع الماء في المدينة.

استثمار التقنيات الحديثة وتثقيف المستهلك لتحقيق تغيير متقدم في المدينة يقصد القيمة الاعلى والاقتصاد الامتن والحياة المخدومة المزدهرة.(www.envirocitiesmag.com).

12- تأثير الخزانات العالية على الاستهلاك اليومي :-

12-1- تنوع الطلب اليومي :-

ان الطلب اليومي على الماء لمجتمع ما يتنوع خلال السنة لعدة اسباب منها(طبيعة المناخ السائد/نظم توزيع الماء/حجم المدينة/مستوى معيشة الفرد/اسعار المياه/ووقت الذروة، كذلك العادات والتقاليد والمعتقدات الخاصة بالمجتمع).(www.site.iugaza.edu.ps).

ان معدل التنوع بالساعات للطلب على الماء خلال النهار اكبر من المعدل للطلب اليومي، وذلك بسبب اختلاف الطلب عند فترة الذروة الصباحية وفترة ما بعد الظهر.(www.samsamwater.com). ولهذا فان ثمة معاملات للذروة هي (معامل الذروة الساعوية-phf- Peak hour factor) و(معامل الذروة اليومية-pdf- Peak day factor)،والاخير هو الاكثر اعتمادية في حسابات التقديرات الاستهلاكية، ويحسب عادة كنتيجة لقسمة (ذروة الطلب اليومي خلال السنة) على (معدل الطلب اليومي منها). وقد اعتمد الرقم (1.41) في العراق كقياس لمعامل الذروة اليومية.(جدول-1).(مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد ،1998،ص10-5).

اما معامل الذروة الساعوية فله اسلوبان في الاحتساب، فأما يكون بقسمة (طلب ساعة الذروة اليومية) على (معدل الطلب اليومي) لينتج (2.26)، او بقسمة (طلب ساعة الذروة اليومية) على (طلب الذروة اليومية) لينتج (1.60).(مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد ،1998،ص10-5). وعند ضخ وتوزيع الماء، فان معامل الذروة الساعوية(phf) سيعتمد على حجم وطبيعة المجتمع، حيث سيكون عاليا جدا في المجتمعات الصغيرة كالقرى، وصغيرا نسبيا في المجتمعات الكبيرة (كالمدن) بسبب الحاجة المتنوعة الى الماء، والذي سينتج عن تشكل حالة التذبذب في الطلب وضغطا على محطات الضخ، لذا فان وجود خزانات المياه العالية سيعمل وبشكل كبير على خفض عامل الذروة الساعوية (phf) لعملها على توفير الضغط المنتظم والمتوازن على مدار الساعة من النهار.(www.samsamwater.com).

12-2- موازنة الخزن :-

ان وجود خزان المياه في المناطق المخدومة سيجعل من مصدر التجهيز قادرا على منع التذبذبات (Fluctuations) في الطلب على الماء من المجتمع (خصوصا خلال ساعات الذروة)، والتي تعتبر ظاهرة غير اقتصادية وضارة بالمنظومة وبعملية التوزيع. لهذا فان حجم الخزن يجب ان يكون محسوبا ليؤمن وبصورة ملائمة العلاقة ما بين الطلب والتجهيز، مما يستلزم ان يكون الخزان محسوبا بما لا يقل عن (20-40%) من نسبة طلب الذروة اليومي ليؤمن ذلك.(www.samsamwater.com).

مما يحتم ان يرفع الخزان عند اعلى نقطة جهد الامكان ليعطي ضغطا مستقرا وكافيا، على ان يكون على خط التجهيز الرئيس من المحطة، وبموضع يجعله يتوسط الابعاد بين نقاط الاستهلاك وباقل المسافات لتقليل فقد الطاقة(شكل-15)(سلسلة محاضرات ادارة وحسابات خزانات المياه،2005،ص18)، مما سيؤشر الى ضرورة توزيع خزانات عديدة في مواقع مختلفة من المدينة لزيادة واستقرار الضغط، الامر الذي سيزين المدينة بها ويجعلها علامات دالة .(شكل-16).

12-3- معدلات الاستهلاك في بغداد:-

ان حجم الاستهلاك للمياه المعالجة وحجم المنظومة الانتاجية وطاقتها تقرر وفقا لاعتبارات عدة (كطبيعة حال الحجم السكاني/معدل الاستهلاك للفرد/نمط التوزيع المكاني لاستعمالات الارض داخل المدينة)، وقد اوضح مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد (2015)، ان المخطط الانمائي المتكامل قد وضع ثلاث احتمالات للنمو السكاني المستقبلي للمدينة، لتكون بحدود (4.22 مليون عام 1995) و(4.65 مليون لعام 2000) و (5.95 مليون لعام 2015).(مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد،1998، ص10-4). والاخير هو المهم اذ انه مقارب جدا مع ما موجود حاليا لسكان بغداد. وقد عد بانتشار متوسط (Medium dispersal) على (74) منطقة تخطيطية تغطي المساحة الجغرافية لمدينة بغداد بما يقارب (455) محلة قياسية.

وقد تم اعتماد معدلات الاستهلاك لعام (2000) بـ (500 لتر\شخص\يوم) لمركز المدينة و(400 لتر\شخص\يوم) للضواحي، وذلك انطلاقا من فرضية الاستهلاك للاستعمالات المختلفة لقطاعات المدينة (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد،1998،ص10-4)، وهي معدلات استهلاك عالية جدا اذا ما اخذ بعين الاعتبار ضرورة تطبيق سياسات التنمية والادارة المائية التي تؤكد اهمية خفض معدلات الاستهلاك .

وعلى اعتبار ان منظومة ماء بغداد المستقبلية قد صممت لتطابق اسقاطات الطلب الاعلى وفي ضوء معدل ذروة يومية يساوي(1.41)(جدول-1)، فان الدراسات تشير الى ان هنالك خلل واضح في معادلة العرض والطلب بدأت تظهر ملامحها منذ عام (1990)، وما تزال في تنامي مستمر نتيجة توقف المشاريع وتقادم المنظومة وكثرة اعطالها وعجزها عن الايفاء بالطلب مع تزايد اعداد السكان وتقسيم بيوت المحلات. وهذا ما يقتضي ضرورة تبني سياسة تعنى بخدمة المستهلك وتثقيفه، مع المراجعة والاسراع بتنفيذ الاستراتيجيات المرحلية لمنظومة الماء بأركانها (منشأت المعالجة/خطوط النقل والتوزيع/مستودعات وخزانات الماء).(مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد،1998، ص10-9)، مع تأكيدنا على البدء بالأخيرة باعتبار ان خطوة انشاء الخزانات في مناطق مختلفة من بغداد (مع احياء الموجودة منها ان امكن) سيجعل من عملية التجهيز المستمر بضغط متوازن ممكنة، وسيفي بمتطلبات الطلب اليومي للمدينة، وسيتيح الوقت لصيانة وتبديل مواضع الخلل في الشبكة دون انقطاع للماء.

13- حجم و سعة الخزانات العالية واعدادها :-

13-1- حجم الخزانات المطلوبة :-

لحساب سعة الخزانات بأنواعها يجب الاخذ باعتبار ثلاث كميات مطلوبة من المياه (سلسلة محاضرات ادارة وحسابات خزانات المياه، 2005،ص8-16) هي :-

أ- **الكميات الموازنة :-** حيث ان التغير في الكميات المسحوبة من المستهلك يختلف من ساعة لساعة ومن فصل لفصل، وعلى اعتبار ان الضخ من المصدر (محطة التنقية) ثابت، فان هذا سيقود الى ضرورة ايجاد مخزون يوازن متطلبات الاستهلاك المتغيرة.

ب- **كميات الصيانة الطارئة:-** وهي الكميات التي تعوض النقص عند حدوث أي خلل في الشبكة يؤدي الى تسرب كميات من المياه، بسبب الاعطاب الطارئة او نتيجة الاعطال التي يمكن ان تكون بسيطة وتحتاج لساعات من الاصلاح او قد تكون كبيرة وتستلزم اياما، وبهذا يكون من الضروري وضع مخزون احتياطي يسد الحاجة ليوم او يومين.

ج- الكميات المطلوبة للحريق:- هنالك طريقتان للتعامل مع متطلبات الحريق، اولهما ان يتم التزويد بشبكة منفصلة عن الشبكة العامة ويوضع عليها صنابير الاطفاء، وثانيهما هو بتوفير المطلوب للحريق من الشبكة الاصلية، وهو الاسلوب المتبع في معظم بلدان العالم لتقليل الكلف.

13-2- سعة الخزانات المطلوبة :-

ان سعة الخزان مهمة جدا لتجعل من نظام توزيع الماء فعالا، لهذا يجب ان يكون الخزان كافيا ليلائم معدلات الطلب على الماء باختلافها على مدى اليوم، فضلا عن تنوعها خلال السنة (اذ ان استعمال الماء في الاوقات الحارة يختلف عنه عند الاوقات الباردة).

ولتصميم وحساب سعة الخزان، يجب اولا تحديد عدد سكان المجتمع المخدوم (باستخدام الاستبيان او التعداد)، مع التأكد من معلومات التعدادات القديمة لحساب معدل النمو خلال السنوات الماضية ولتحديد النمو المستقبلي المتوقع، على اعتبار توقع ان يخدم الخزان لـ(20-25 سنة) قادمة.(جدول-1)(8ص5).

ان الخطوة الاساسية لحساب سعة الخزان تكمن في تحديد الطلب اليومي الكلي مع تحديد طلب الذروة (Peak)(الذي هو المعدل الاعلى للطلب على الماء خلال النهار والمخصوص عند فترة بداية الصباح وفترة ما بعد الظهيرة). ان طلب الذروة يحسب من خلال اضافة نسبة (20-40 %) لمعدل الطلب اليومي، حيث يضرب معدل الطلب اليومي بـ (1.2) او (1.4). وهنا تعتمد القاعدة العامة بان سعة الخزان يجب ان تستوعب هذه النسبة من طلب الذروة على الماء خلال النهار. (www.lifewater.org).

وهنا يمكننا وبموجب هذه القاعدة، وعند الرجوع الى شروط استراتيجيات التنمية وادارة المياه والتي تؤكد (كما سبق) على ضرورة ان يعتمد رقم (300 لتر\يوم\شخص) كقاعدة تصميمية لمنظومة الماء عموما، وعند الاخذ نظريا بأن المحلة القياسية تتكون من(2400-2600) فرد[1] ، عندها حاجة المحلة من الماء يوميا (عند اخذ القيمة الاعلى للطلب اليومي وللنسبة المضافة) ستكون :-

- (2600 * 300 لتر\يوم = 780,000 لتر\يوم\محلة)

* وكما تقدم، فان الذروة خلال النهار ستكون بإضافة (20-40 %) لمعدل الطلب اليومي، وبأخذ النسبة الاكبر ستكون حاجة المحلة اليومية الى الماء هي :-

- (780,000 لتر\يوم\محلة * 1.4 = 1,092,000 تقريبا 1,100,000 لتر)

* وعلى اعتبار ان سعة الخزان تتراوح ما بين(20-40 %) من طلب الذروة ، ستكون حصة كل محلة من الخزان وبأخذ النسبة الاكبر هي :-

- (1,100,000 لتر\يوم\محلة * 0,4 = 440,000 لتر ما يقارب 450 m^3)

* وعلى اعتبار ان حجوم الخزانات العالية للمدينة ولكي تكون اقتصادية من حيث كلف الانشاء والخدمات المقصودة يجب ان لا تقل سعتها عن (مليون كالون أي ما يقارب 4,546 m^3)(تقرير التصميم الانمائي الشامل لمدينة بغداد،1973،ص103)، فان هذا سيجعل من كل خزان بهذه السعة ممكن ان يخدم تقريبا (10) محلات قياسية :-

- (4,546 m^3 حجم الخزان \ 450 m^3 حصة المحلة = 10 محلات تقريبا)

[1] ان الاعداد الحقيقة لسكان مدينة بغداد اكبر بكثير من هذه الارقام القياسية، نتيجة قدم المحلات وزيادة عدد سكانها وما طرحته مشكلة ازمة السكن من تقسيم للبيوت واكتظاظ للأعداد داخل المحلة الواحدة.

* واذا ما علمنا ان عدد محلات بغداد تقارب الـ (450 – 500) محلة بين نظامية وغير نظامية (باختلاف كثافاتها)، سيكون :-

- (500 محلة \ 10 = 50 عدد الخزانات المطلوبة ذات سعة (4,546 m³))
- (أو = 38 عدد الخزانات المطلوبة ذات سعة (6,000 m³))
- (أو = 28 عدد الخزانات المطلوبة ذات سعة (8,000 m³))

وهذه الاعداد مقاربة لما جاء في تقرير (التصميم الانمائي الشامل لمدينة بغداد حتى سنة 2000- طبعة سنة 1973) والذي اكده تقرير (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد 2015 – طبعة سنة 1998 وما تلاها)، من ان هنالك حاجة ماسة لإنشاء (38) خزانا سعة (مليون كالون = 4,546 m³)، باعتبار الفترة الممتدة من سنة (1973 لغاية 2000)، وبعدد متوقع لسكان بغداد يصل ما بين (5.5- 6.5 مليون نسمة) وهو مقارب لحالتها اليوم، وقد اشارت التقارير الى ان الخزانات الـ (38) المقترحة هي بمعدل حاجة يومية تقارب (300 لتر) وهو المرصود ضمن بحثنا الحالي .

لذا فان اقتراحنا لإنشاء ما بين (28-50) خزان (حسب السعة)، انما يأتي ليوافق ما هو مخطط ومحسوب لشبكة ماء بغداد بتصميمها الاساس، وليجعل من تواجد الخزانات ضمن مناطق وتقاطعات واحياء العاصمة علامات فارقة ونقاط جاذبة ودالة بتصاميمها المتنوعة والوانها المختلفة وعلاماتها واشاراتها الاعلانية، وحاملة لوظائف متنوعة ترفيهية كالمطاعم وقاعات الملاعب والرصد البصري، مع امكانية حملها لابراج ومحطات البث وكاميرات المراقبة والحركة المرورية، فضلا عن خدمتها لشبكة العاصمة مخلصة اياها من مشاكل تذبذبات الدفع والانقطاعات الجزئية والمستمرة، ومزودة المدينة بالماء عند فترات الصيانة او الاعطال، وحالة لمشاكل صعود الماء الى النقاط العالية بتوفيرها للضغط الكافي لأداء الفعاليات وحافظة الطاقة الكهربائية، مما سيديم وينعش الحياة في المدينة بصورة افضل.

14- الاستنتاجات :-

اعتمادا الى ما تقدم، توصل البحث الى جملة من الاستنتاجات والتوصيات، يمكن اجمالها بما يلي :-

1- تشكل خزانات المياه العالية (اذا ما اجيد توقيعها وقدرت سعتها الملائمة) جزءا اساسيا من عناصر منظومة خدمة توزيع المياه في المدينة، لما تؤديه من وظيفة خزن المياه وتأمينها للمستخدمين بصورة مستمرة عند الفترات الاعتيادية ولأوقات الطوارئ.

2- ان تصميم هياكل الخزانات بارتفاع عال متوافق مع مباني المنطقة المخدومة، سيؤمن ضغطا كافيا لإمداد شبكة مياه المدينة بالماء الضروري بشكل مستمر لإقامة الحياة، مما يستلزم ان تكون الخزانات بسعة كافية وحسب الحاجة المطلوبة.

3- ان ارتفاع هياكل الخزانات العملاقة قد قاد المصممين لضرورة استثمارها ليس لخدمة تخزين الماء وحسب، وانما لأجل توظيف خدمات حياتية اجتماعية اخرى (كاحتواءها للقاعات والمطاعم والمراصد وكاميرات المراقبة، او لاستقبال مرسلات البث وصافرات انذارات الطوارئ وما شابه). الامر الذي مكنها من ان يصنف هيكلها من الهياكل العملاقة المستدامة بسبب بقاءه لإدامة تلك الفعاليات حتى بعد انتفاء الحاجة لعامل تخزين المياه.

4- ان برج المياه يمكن ان يتخذ اشكالا وتصاميم والوان مختلفة، اعتمادا الى طبيعة المكان الذي يخدمه. كذلك فان اسطحه الخارجية يمكن ان توظف لتحمل عناصر توليد الطاقة الشمسية او الحرارية والرياح وما شابه من عناصر توليد الطاقة المستدامة المتجددة، الامر الذي جعل الخزانات تشكل عنصر استدامة الموقع ونقاط جاذبة ومرشدة للمدينة، مما سيغير من خط سماءها ويعيد تنظيم مشهدها الحضري.

5- ان احتواء الخزانات لكمية كافية من المياه، وبسبب عملها على مبدأ الجاذبية الارضية (وموازنة الخزن) في تزويدها الى المدينة، سيعمل على حفظ عامل استهلاك الكهرباء، نظرا لعدم الحاجة الى استمرار عمل المضخات الرئيسة ليل نهار .

6- ان منظومة ماء بغداد وكما مرسوم لها في المخطط الاساس ومقترحات المخطط الانمائي الشامل، قد كانت وافية لتغطية الحاجة المحلية لغاية عام(2015)، لكنها لم تنفذ بكل مراحلها، مما فاقم ازمة الماء الى وقتنا الراهن بسبب الظروف السياسية والاقتصادية وتوقف المشاريع فضلا عن تقادم المنظومة وعجزها عن تلبية الطلب. الامر الذي يؤكد على ضرورة الاسراع بتنفيذ العدد والسعة المطلوبان والمحسوبان نظريا في بحثنا الحالي من الخزانات العالية كمرحلة اولى، لمواءمة مشكلة الطلب ودرئ حالات الطوارئ، وتزويد الماء عند انقطاع الكهرباء عن المضخات الرئيسة او لأي عطل كان، او عند اجراء الصيانة على الشبكة.

7- ان تنفيذ العدد والسعة المطلوبة من خزانات المياه العالية فضلا عن ايفاءها بالماء اوقات الذروة النهارية (خصوصا عند فصل الصيف)، سيكون عامل تفعيل الحفاظ (وتقليل استخدام) الكهرباء عند امرين، الاول بانتفاء الحاجة الى المضخات الصغيرة في البيوت والمحال التجارية والمعامل وغيرها، وثانيهما بعدم الحاجة المستمرة لتشغيل محطات الضخ الرئيسة لتوافر الضغط المطلوب والمتوازن والمستمر في الشبكة.

15- التوصيات :-

1- يوصي البحث لأجل الايفاء بتقديم الخدمات في المدينة، بضرورة تبني منهج متكامل لتوزيع المياه واستراتيجية شاملة لتدوير واعادة استخدامها (مواكبة للممارسات العالمية في الاستخدام العمراني لها)، مما سيقلل من تكاليف وزمن تقديم الخدمة وتجاوز الازمات. وهذا يستلزم اهمية المراجعة الدورية والتخطيط للمشاريع الرئيسة ضمن خطوة تبني سياسات تخطيطية للخدمات عامة والمياه خاصة على المستوى الحضري.

2- يوصي البحث كذلك بضرورة اجراء دراسات ميدانية، ووضع توقعات للاحتياجات المائية لمدينة بغداد، لوضع خطة محكمة لواقع توزيع السكان على المناطق بشكل عام (اعداد السكان/حجم الكثافات/طبيعة استخدام الارض)، مما سيحدد امكانية توقع الاحتياجات لعدد وسعات وحجوم الخزانات ضمن كل من تلك المناطق المخدومة بشكل دقيق وواقعي.

16- المصادر :-

مصادر الشبكة (النت):-

- www.tryengineering.org / water tower challenge.
- www.people.howstuffworks.com/water.htm/howwatertowerworks.
- www.caldwellwatertanks.com/tank-overview.html .
- https://en.wikipedia.org/wiki/water_tower/free encyclopedia.
- www.epa.gov/.../2007_05_18_disinfection_tcr_whitepaper_tcr_st.
- w ww.buwatec.com / water technology .

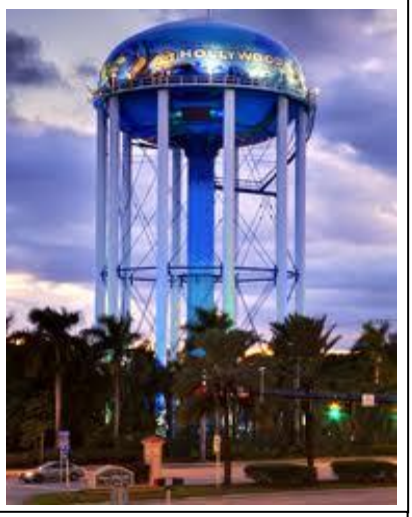
- www.evolo.us/competition/freshwater_factory_skyscraper/architecture magazine .
- www.wonderopolis.org/wonder/how-do-water-tower-work.
- www.samsamwater.com/library/tp40_21_water_distribution.pdf .
- www.lifewater.org/resources/san2/san2d1.pdf.
- www.startimes.com/ ارشيف العلوم الهندسية /اعمال توزيع المياه بعد تنقيتها في المدن
- www.momra.gov.sa/generalsrev/specs/spec0024-3.asp .
- www.faculty.ksu.edu.sa/hatem /تركيبات صحية/المحاضرة الاولى/د.حاتم جلال
- www.wikipedia.org/wiki/برج_مياه_الرياض
- www.envirocitiesmag.com/.../sustain_green_art6.pdf.
- www.site.iugaza.edu.ps/nnamara/files/.../10_المحاضرة. pdf.
- www.google.com.sa/search.
- www.recyclenation.com/2011/03/water-towers-recycle-houses#sthash.v2TjAoom.dpuf.

- المصادر العربية :-

- تافي، د.محمد سليمان – "خزانات المياه العالية والارضية " – سلسلة المنشات البيتونية المسلحة – دار الغدير للطباعة والنشر والتوزيع –حلب– 1992.
- مطاوع ، حاتم – " حاووز الماء: بين قصة الماضي والحاجة المتجددة "– مجلة رؤى تربوية – العددان الاربعون والحادي والاربعون– مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، فلسطين،2011.
- مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد (2015)، المرحلة الاولى(التقرير النهائي)، قسم الهندسة المعمارية/جامعة بغداد وامانة بغداد/دائرة التصاميم ، 1998.
- لجنة توحيد شروط السلامة والاشراف الوقائي بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي،" الاشتراطات الخاصة بمعدات الاطفاء والانذار"، الجزء الثاني، وزارة الداخلية، المملكة العربية السعودية،2006 .
- أزمات المياه في مدينة الرياض/ سبل تجنبها وطرق مواجهتها، مسودة التقرير النهائي، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية،2003.
- ولد علي، ابراهيم– ابو الرب، محمد، "ادارة شبكات توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.G.I.S–حالة دراسية : شبكة توزيع المياه لمدينة حلحول"، دائرة الهندسة المدنية والمعمارية، كلية الهندسة والتكنولوجي، جامعة بوليتكنك ، فلسطين ، 2010.
- سلسلة محاضرات ادارة وحسابات خزانات المياه، المحاضرة 7، المحاضرة 8، جامعة فلسطين،2005
- تقرير التصميم الانمائي الشامل لمدينة بغداد حتى سنة 2000،الفصل الثاني، امانة العاصمة ، 1973.

(شكل-1) خزانات المياه الارضية
(www.google.com.sa/search)

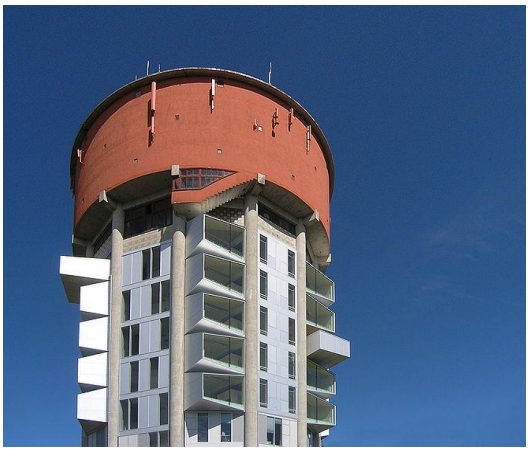
(شكل-2) خزانات المياه المركبة Composite
(www.google.com.sa/search)

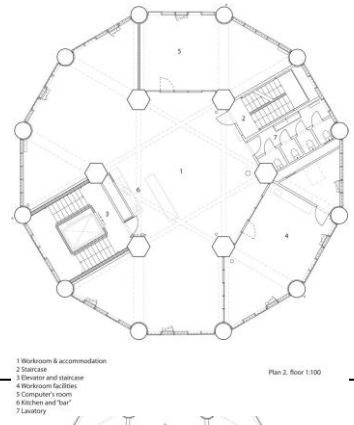


(شكل-3) خزانات المياه متعددة الاعمدة Multi column – تصمم وفقا لقابليتها للتشكل والتلون لتكون واجهة اعلانية ونقطة دالة لموقعها. (www.google.com.sa/search)

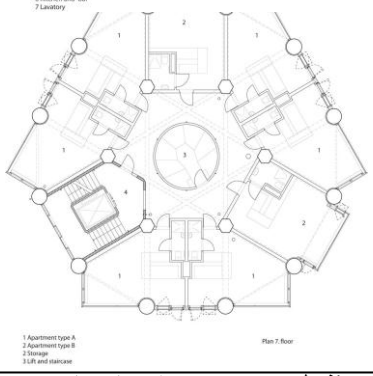
(شكل-4) الاشكال المتنوعة لخزان المياه الكروي Pedesphere .
(www.google.com.sa/search)

(شكل-5) خزان المياه المخدد Fluted
(www.google.com.sa/search)



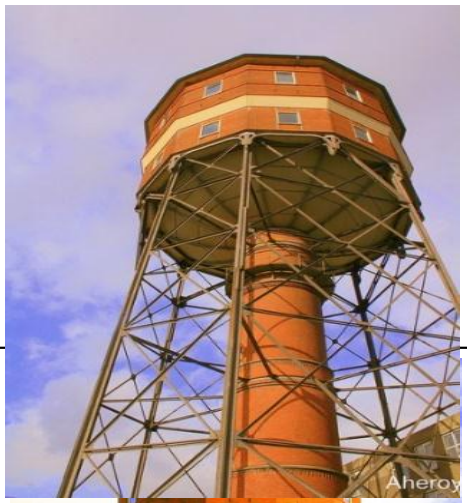


مخطط طوابق الخزان
(الفضاءات العامة)



مخطط طوابق عمود
الخزان(الشقق السكنية)

(شكل - 6) برج خزان ماء جايجيسبورك / مدينة جينتوفي/ الدنمارك. تم تحويله الى شقق سكنية لطلبة الأقسام الداخلية وبسعة (40) شقة، وذلك باضافات هيكلية وتقطيعات داخلية دون المساس بالهيكل الرئيس للبرج.
.((www. Recyclenation.com/recycle-houses



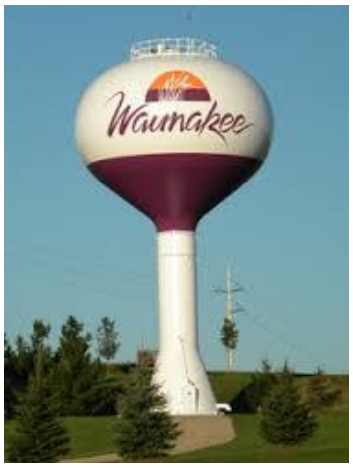
(شكل - 8) برج خزان ماء ايزن / مدينة بريدنيا / المانيا. تم تحويله الى مبنى اداري بستة طوابق، مع تحويل الخزان الى قاعة عامة.
(www. Recyclenation.com/recycle-houses).

(شكل-9) توظيف الاعشاب البحرية في الخزانات لتوليد الكهرباء.
(www.evolo.us/competition/freshwater_factory)

(شكل-10) تداخل تصميم خزان المياه مع الموقع ليديم الفعاليات الاجتماعية.(خزان مياه الرياض)
(www.wikipedia.org/wiki/)

(شكل-11) استلهام اشكال الثمار في تصميم الخزانات.
(www.google.com.sa/search)

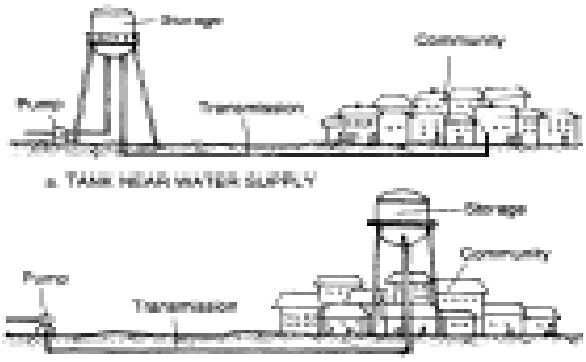
(شكل-12) توظيف الاشكال الفنتازية في تصميم الخزانات.
(www.google.com.sa/search)



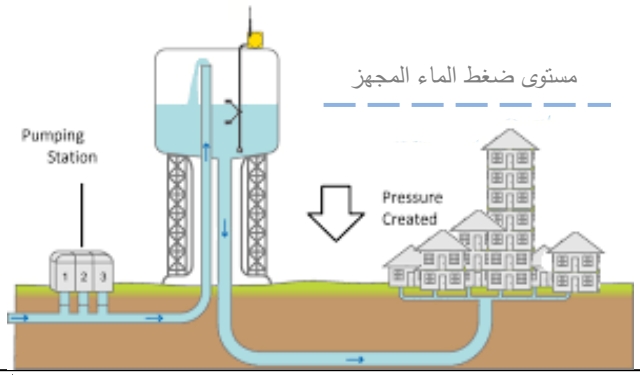
(شكل-13) توظيف اشكال الخزانات للإعلان عن الصناعة المخدومة.
(www.google.com.sa/search)

(شكل-14) تأثير خزان المياه على تسمية المكان.(خزان ساحة الطيران/بغداد)(خزان جازان/العربية السعودية)(خزانات الكويت/الكويت)(مع توظيفها لحمل المرسلات الاذاعية). (www.google.com.sa/search)

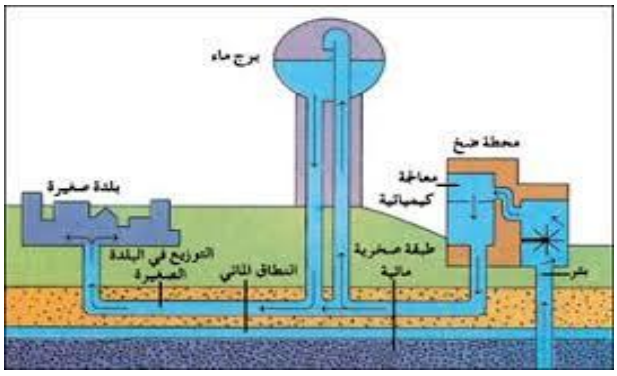
(شكل-16) تشكيل خزانات المياه العالية بأشكال والوان وحجوم مختلفة مع توظيفها لحمل الاعلانات عن المكان المخدوم، لتكون نقطة بارزة مرشدة وعلامة دالة عن موقعها.
(www.google.com.sa/search)



علاقة موقع الخزان من المدينة – يفضل قربه من المباني



موقع الخزان يجب ان يقع على خط التجهيز وقريب من المباني



(شكل-15) علاقة الخزان بالمدينة – ضرورة قربه من المباني ووقوعه على خط التجهيز الرئيس للمياه.
(www.google.com.sa/search)

(جدول-1) عوامل النمو السكاني- معدل الذروة اليومية لبغداد (www.lifewater.org/resources/f)

سنوات دورة التصميم	معدل النمو السنوي (%)					
7	1.5	2	2.5	3	3.5	4
10	1.1	1.15	1.19	1.23	1.27	1.32
15	1.16	1.22	1.28	1.34	1.41	1.48
20	1.25	1.35	1.45	1.56	1.68	1.80
25	1.35	1.49	1.64	1.81	1.99	2.19