خطوط المياه في مدينه روما في العصر الروماني

أسامة ربيع محمد سليمان

حدد توماس أشبي Ashby.T عدد خطوط المياه الرومانيه في كتابه " خطوط المياه في روما القديمة " بأحد عشر خط مياه رئيسي ، مشيراً إلي أن خطوط المياه الإضافية هي تفريعات أو خطوط مياه تم توصيلها بالخطوط الرئيسية (١).

وقد تم تشييد خطوط المياه الأحد عشر في مدينا روما يبن عامي ٣١٢ ق.م وحتي ٢٦٦م ، وقد تم بناء عدد غير محدد من التعريفات الصغري ، والتي يتراوح عددها ما بين ثمانية إلي أثني عشر خط خلال نفس الفترة ، ولكن الأدلة علي ذلك قليلة ، وغير حاسمة في هذا الأمر ، وقد بلغ طول أقصر خط مياه ، وهو خط مياه أبيا ١٦ كم طولاً ، وأطول خط مياه في مدينة روما ، وهو خط مياه مارسيا (أكوا مارسيا) ٩١ كم طولاً ، وقد قدرت كمية المياه الإجماليه التي تدفقت خلال خطوط المياه إلي مدينة روما بحوالي ١٢٧٢٢٠٠ م^{٣} من المياه يومياً . (٢)

شيدت معظم خطوط المياه في مدينة روما في المنطقة الشرقيه للمدينة ما عدا خط مياه واحد كان يقع في الشمال ، وأحواض المياه المجمعه من جميع خطوط المياه كانت تقع في المنطقه الشرقية من مدينة روما ، وكانت تتصل جميعها فيما بينها فيما عرف بمنطقه خطوط المياه العظمي ad spem veterem والتي أطلق عليها أسم بورتاماجيوري أو منطقه البركة العظمي ، وشيد الرومان أول قناة مائية عام ٣١٢ ق.م كما شيد الرومان أكثر من عشرة خطوط مياه بنيت بعد خط المياه الأول ، وتم إستكمال تشيدها في خلال القرون الثلاثه الأولي قبل الميلاد ، وبإكتمال تشيد تلك الخطوط أصبحت مسمياتها هي (٣) .

أكوا أبيا – أنيوفيتوس – أكوامارسيا – أكواتيبيولا – أكواجوليا – أكوافيرجوا – اكواالستينا – أكواكلوديا – أنيونوفوس – أكواتراجانا(٤) .

خط مياه أبيا Aquaapia Roman Aqueduct

للأسف لم يتبقي أي أثر لأول وأعظم خط مياه روماني ، والذي شيد في عام ٣١٢ق.م ، وكان قد شيد كنفق جوفي (تحت سطح الأرض) من أجل الحرب ضد السمنيين ، ولم تتوافر العديد من الكتابات عن ذلك الخط ، وقد أمر بتشييد ذلك الخط كل من أبيوس كلوديوس كراسوس ، والذي يلقب بأسم (كايكوس) وكايوس بلاوتيوس ، والذي كان يسمي فينوكس ، واللذان أكتشفا منابع المياه لذلك الخط المائي ، وقد أطلق اسم أبيا علي كل من خط المياه ١٦.٥٠٠ كم ، وتحت أعمال الصيانه ،والاصلاح والترميم بخط المياه ، وذلك في عهد ثلاثه من الحكام الرومان ، وهم كوينتوس مارسيو ١٤٤ ق. م إلي أن طالها التخريب علي أيدي المواطنين ، وفي عهد أجريبا ٣٣ ق . م تمت أعمال الصيانه والترميم ، كما تكررت أعمال الصيانه والاصلاح في عهد أغسطس ١١:٤ق.م ، وقد كانت أعمال الصيانه والترميم بخط مياه ابيا علي عهد أغسطس اخر المحاولات ، وتم بعدها تجميع المياه من العديد من العيون ، والابار ، كما تم علي عهده بناء قناة جديدة طولها ٩.٤ كم ، وأطلق عليها أسم ابيلا أوجوستا ، وتقع في الانحدار الشمالي لبراكان جبال الألب ، بالقرب من بنتانوبورجيس بالقرب من البحيرة القديمة ريجبليو بإيطاليا . (٥) .

كانت كمية المياة المتدفقه من خط مياه أكوا أبيا تعادل ٤١.٤٧م^{٣} لكل يوم بحسب روايه فرونيتنوس ، ووصفه للقنوات التي شيدت في مدينة روما علي عهد الحكام ، والأباطرة الرومان ، وقد أطلق عليهم لقب أسياد المياه ، وفي خلال عصر فرونيتيوس نقلت تسع خطوط مياه من الينابيع ، والجدوال البعيدة إلي مدينة روما (٦) .

وقد تدفقت المياه من الخطوط التي شيدت بإنحدار ، والتي إستخدم الرومان الخرسانه في تشيدها ، واستخدمت الجسور ، والطرق المتعددة لتوصيل المياه ، بإنسياب الي المناطق السكنية المنخفضة ، كما تم عمل الانفاق ، والابار العمودية

، وذلك للتفتيش والاضاءة وتسهيل عمليه الصيانه ، والترميم في حاله ما إذا كانت الوديان عميقة بشكل كبير (٧) .

وكان يتم إلقاء الرواسب الي تستخرج من القنوات بعد تنظيف الأنفاق منها بجوار الفتحات الموجودة في الابار العمودية أو غرف التفتيش ، مما سهل المهمة علي علماء الأثار الذي استطاعوا تحديد الخطوط المائية المجهولة من فترة طويلة من خلال فحص أكوام الرواسب المتراكمة بجوار فتحات الابار ، وقد كانت كمية المياه التي تضخها أنابيب خط مياه أكوا أبيا تقدر بحوالي ٤٨ لتر / ثانية إلي خزان المياه الرئيسي بالقرب من مدينة روما ، وقدرت كمية المياة المتدفقة من خط مياه أبيا يومياً بحوالي ٧٥.٦٨٦ م^{٣} لكل يوم . (٨) .

وقد شيدت القنوات الجوفية في الانفاق تحت سطح الارض بواسطة عدة مراحل فقد كانت أرضية خط المياه والأجزاء السفلي من خط المياه من الزلط أو الصخور البركانية ، والاسمنت بينما الاجزاء العلوية من خط المياه والجدران فقد شيدت من الأحجار المثبتة بالمونة وقد غطيت أرضية القناة بالاسمت وذلك لمنع تسرب المياه خارج أرضية خط المياه ، ومثال علي ذلك قطاع من خط مياه جوفي من كولونيا – ألمانيا ، ويرجع ذلك الأثر إلي أواخر القرن الأول الميلادي أثناء الحقبة الرومانية . (٩) .

٢- خط مياه أنيوفيتوس Anivoetus Roman Aduduct

أمر كل من ماركوس كيوريو دنتاتو ، وباربير يوكرسوري بتشييد خط مياه أنيوفيتوس ، وقد كان طول خط مياه أنيوفيتوس يصل إلي ٦٤كم طولاً ، وقد شيد خط المياه في نفق جوفي تحت سطح الارض underground channelوكان يحتوي علي العديد من الابار ، وغرف التفتيش بداخله ، ومصدر مياه خط أنيوفيتوس هو الينابيع المتواجدة بجبال الأبنين وبتشييد خط المياه تم توصيل المياه إلي مدينة روما . (١٠) .

كانت معايير جودة المياه من أهم العوامل التي كان الأباطرة الرومان يضعونها في إعتباراهم ، كما أن العوامل المؤثرة في جودة مياه الشرب مثل الطعم ودرجة الحرارة ، واللون وتحديد نوعيه المياه التي تنتجها أي من خطوط المياه التي تضخ المياه إلي مدينة روما ، وكانت تستخدم المياه الأسوأ في الصناعه ، والري الزراعي ، وتم تغطية خطوط المياه التي تزود المدينة بالمياه لمنع تلوثها بواسطة الغبار ، والأتربة من أن تنال منها .

وقد كان الهدف الأخر من تغطية خطوط المياه هو منع حرارة الشمس من الوصول إليها وتسخينها وكانت أفضل المياه التي تقدم إلي مدينة روما ، وذات جودة عاليه كانت من خط مياه أنيوفيتوس .(١١) .

أعيط ترميم خط مياه أنيوفيتوس في عهد كوينتوس ماركيوري ، وذلك بعد ١٢٧ عام من تشييده ، كما تم صيانه خط المياه أيضاً في عهد أغسطس فيما بين عامي ٢٧ق.م : ١٤ ق.م ، وتم تدعيم الخط بالاحجار ، وتبلغ كمية المياه المتدفقه من خط المياه ١٨٢.٣٩٤م^{٣} / يوم أي ما يعادل ٢.١١م^{٣} / ثانيه .(١٢)

٣- خط مياه مارسيا Aqua Marica Roman Aquduacat

طلب البريتوركوينتوس ماركيوري في عام ١٤٤ ق.م من مجلس السناتو (الشيوخ) صيانة ، وترميم خط مياه أكوا أبيا ، وأنيوفيتوس ، وذلك لكثرة التعديات علي خطي المياه ، والوصلات الغير قانونية التي قام بها السكان بصورة غير شرعيه ، وذلك نتيجة ازدياد عدد السكان ، وزيادة الطلب علي المياه ، وكان البريتور كوينتوس ماركيوري مسئولاً عن بناء خط مياه جديد لتزويد السكان بالمياه ذات الجودة العاليه ، والنقية ، وكانت منابع المياه للخط الجديد من الينابيع التي كانت متواجدة في وادي جبال الأبنين . (١٣) .

وقد كان خط مياه مارسيا هو الخط الثالث ، وكان أكبر من الخطين السابقين ، وبني علي أرتفاع كبير . (١٤)

وقد كانت جودة المياه من تلك الينابيع عاليه جداً ، وذلك بحسب كتابات بليني الكبير ، وقد كان الاهتمام من العمال القائمين علي تشغيل خط المياه كبيراً لكي تظل المياه النقية ، وصحيه ، وقد عمل خط المياه بكفاءة عاليه لمدة تزيد عن قرن من الزمان وتمت أول أعمال الاصلاح والترميم لخط المياه في عهد أجريبا ٣٣ق.م ، وكان ثاني أعمال الاصلاح في عهد الامبراطور أغسطس حيث قام بتشييد توسعات علي خط المياه للمدينة ، وعلي عهد الاباطرة تيتوس ، وهادريان ، وسفيروس ، علي التوالي ثم عمل الاصلاحات ، والصيانه بخط مياه مارسيا للحفاظ عليه من التصدع ، واستمراريه تدفق المياه منه ، وفي عهد الامبراطور كاركالا ٢١٢-٢١٣ م تم توصيل ينابيع جديدة ، وضخ المياه ايضاً من ابار أكوا انتونيانا لزيادة تدفق المياه لسد الاحتياجات الضخمة للحمامات العامة ، وغرف تسخين المياه بها ، كما أهتم ايضاً الامبراطور دقلديانوس بضم ينابيع ، وابار جديدة لتلبيه المتطلبات المتزايده علي المياه ، وفي عهده تم تجديد البناء الداخلي لخط مياه مارسيا ، وأحواض المياه الرئيسيه . (١٥) .

وذكرت النقوش الأثرية المتواجدة علي واجهات خطوط المياه بمدخل مدينة روما والتي تعد من المصادر الهامة للتأريخ لخطوط المياه التي شيدت في العصر الروماني ، وتلك النقوش كانت متواجده علي معظم واجهات خطوط المياه ، وكتبت باللغه اللاتينية أولها تواجدت علي خط مياه بورتاتيتيبورتينا ، وتعتبر بورتاتيبورتينا قنطرة مائية أثرية ترجع إلي العصر الإمبراطوري ، وقد أطلق عليها مؤخراً حائط اورليان ، وينقسم إلي ثلاثه خطوط للمياه محمولة علي العقود ، ويتشابه ذلك الحائط كثيراً مع تصميم بورتاماجيوري ، وقد شيدت الواجهة من أحجار ورخام الترافيرتين ، وذلك بخط المياه الاوسط ، وتوضح تلك المسارات (الحارات) لخط المياه ، والتي أقيمت علي ممر من العقود المشيدة من الاحجار ، وقد شكلت جلسه الاحجار عامة لحمل ثقل خط المياه ، وقد أمر بازالتها الامبراطور كاراكالا لوضع اللوحة التذكارية ، أو النقش الذي حفر علي الاحجار

المصقزلو ، بحسب ذلك النقش فأنه يؤرخ لأعمال الصيانه والترميم والتي ترجع لعام ٢١٢م ، وتتشابه كثيراً مع بورتاماجيوري ، وتوجد ثلاث لوحات تذكارية منقوشة علي الاحجار لذلك الخط ، وتذكر اللوحة التذكارية الاولي أعمال الصيانه لخط مياه أكوامارسيا ، وخط مياه أكوا تيبولا ، واكوا جوليا ، والتي تمت علي عهد أغسطس فيما بين عامي ١١–٥ ق.م (١٦) .

iMP , CAESAR DIVI IULI F , AUGUSTS / PONTIFEX MAXIMUS COS XII / TRIBIUNIC , POTESTAT , .XIX , IMP XIIII / RIVOS AQUARUM , OMNIUM , REFECUT (١٧)

أما اللوحة التذكارية الوسطي (النص اللاتيني بالمنتصف) ، يذكر ذلك النقش أعمال الصيانه ، والترميم ، التي جرت علي عهد الامبراطور كاراكلا في عام ٢١٢م ، والتي بدت أنها أعمال امتدادات ، وتوسعات علي خط مارسيا ، وقد اشتملت تلك الانشاءات علي بناء عقود جديدة ، وإضافة انفاق علي خط مياه ، وإضافة مصادر مائية جديدة هي عيون انطونيوس المائية ، وتدفقها إلي خط مياه أكوامارسيا والنص اللاتيني هو (١٨) . (c.i.l6 ,1245)

IMP .CAES . M . AURELLIUS ANTONINIS PIUS FELLX AUG . PARTH . MAZ . / BRIT . MAXIMUS PONTIFEX MAXIMUS / AQUAM , MARCIAM VARIIS KASIBUS IMPEDE – TAM , PURGATO FONTE . EXCISIS ET PERFORATES /MON-TOBUS , RESTITUTA FORMA ,ADQUISITO ETIAM FONTE NOVO ANTONINANO ,/IN SACREM URBEM SUAM PER – DUCENDAM CURAVIT (١٩)

بلغ طول قناة أكوامارسيا ٩١.٣٣٠ كم ، وقد كان ٨٠.٢٨٠ كم من الطول الكلي لخط المياه مشيداً في أنفاق تحت الأرض ، ١١.٥٠ كم من طول خط المياه مشيداً علي عقود ، وسمي ذلك الجزء من خط المياه (ابثيسليس) وكانت كميه المياه التي تضخ من خط المياه تعادل ١٩٤.٥٠٤ م^{٣} يوم أي ما يعادل ٢.٢٥ م^{٣} / ثانيه ، وبالرغم من ذلك فإن ٣٠% من المياه المتدفقه من خط المياه

كانت تهدر قبل وصولها إلي روما بسبب توصيلات المياه الغير قانونية ، والتي كانت تتم بواسطة السكان (٢٠)

٤- خدمة مياه تبيولا وجوليا : aqua tepula and aqua julia Roman aqueduct

فضل الرومان قديما شرب المياه ذات المحتوي المعدني العالي ، وبوجه عام فقد كانت وظيفة خطوط المياه إلي جانب ضخ المياه هي ترسيب الشوائب عن طريق التدفق البطئ للمياه ، وترك الرواسب في أرضية خطوط المياه لحين تنظيف خطوط المياه منها ، وإلقائها بجانب فتحات والابار العمودية ، وغرف التفتيش (٢١)

تقدم كلاً من القنصلين سرفيليو سيبيوني : وكاسيو لونجينو في عام ١٢٥ ق.م بطلب لمجلس السناتو لتشييد خط مياه أكواتيبولا ، وذلك لتوصيل المياه من الينابيع التي كانت تقع في منطقه البركان بجانب الألب بالقرب من مارينو (قلعه شفيلي) وقد كانت جودة المياه من تلك الينابيع رديئة ، ودرجة حرارتها تتراوح بين ١٦ – ١٧ درجة مئوية ، وفي الحقيقه أن اسم تيبيولا يعني البحيرة الدافئة ، وجمعت مياه العيون المائية الصغيرة المتعددة في خط مياه جوفي ، وفي عام ٣٥ ق.م ، وخلال حكم أجريبا إكتشفت ينابيع جديدة بالقرب من جروتافيراتا ، وذلك أثناء القيام بأعمال الصيانه ، والترميم لخط المياه ، وتم ضم تلك الينابيع لخط مياه تبيولا ، وخلصطها لتحسين طعم المياه من المجموعتين من العيون المائية ، وثم ضخ المياه في مجموعتين مختلفتين من الأنانبيب الجوفية القريبه من سطح الارض (٢٢)

كما تم بناء جسور محمولة علي العقود لتحمل خط المياه ، وذلك لمسافة ١٠ كم ، والمياه المحمولة علي تلك الجسور المعقودة تدفقت داخل انابيب والمسافه بين ينابيع تبيولا إلي روما بورتا إلي روما إلي بورتا ماجيوري (١كم خط الانابيب العظمي) أو منطقه البركة العظمي لتجميع خطوط المياه بمدينة روما وبلغت المسافة حوالي ١٧٨كم طولاً أي أن النفق الجوفي المشيد به خط المياه كان يبلغ

٧.٨ كم كولاَ من الطول الكلي لخط المياه ، وتدفق المياه من خط تبيولا كان يعادل ٧٥٥٠م^{٣} / يوم أو ما يعادل ٨٧ لتر / ثانية ، وازدادات كمية المياه المتدفقة من خط مياه تبيولا بسبب توصيل المياه من خط مياه أكوامارسيا وبلغت كمية المياه ١٠١٠٨م^{٣} / يوم ، وما يعادل ١١٧ لتر / ثانية ، وبلغت كمية المياه المتدفقة كلياً من عيون جوليا ، وتبيولا حوالي ٤٧,٩٥٢م^{٣} / يوم وحوالي ٥٥ لتر / ثانية ، وقبل وصول المياة إلي روما تم توصيل ميا أكوا جوليا ، وأمتدتها بحوالي ٧٥ لتر / ثانية (٢٣) .

٥ – خط مياه فيرجوا : Aqua Virgo Roman Aqueduct

كتب كل من فرونيتنوس ، بليني الكبير عن قصة إكتشاف العيون المائية التي كانت قد بنيت عليها أنابيب المياه أكوافيرجوا ، ودلت فتاة صغيرة تسمي (فيرجوا) الجنود الرومان علي موقع عيون المياه ، ولذلك تم تسمية خط المياه علي اسم تلك الفناة الصغيرة ، ومن المرجح أن التسمية أطلقت علي خط مياه فيرجوا بمعني العذراء ، والتي تدل علي النقاء ، والذي استمد من نقاء المياه بتلك العيون المائية ، من عصر أغسطس ، وحتي يومنا الحاضر ، وشيد خط المياه من نفق جوفي تحت الارض متخللاً الصخور البركانيه ، ووصلت الي حمامات أجريبا الدافئة ، وفي الوقت الحاضر ثم توصيل مياه إلي ذلك الخط حتي ميدان نوفانا ، ونافورات تريفي العامة ، والتي تغذيها أنابيب المياه لهط أكوافيرجوا ، والتي تم تشييدها في عصر أجريبا (٢٤)

وقد كانت عيون سالوني المائية تزود خط مياه أكوافيرجوا ، وقد بلغت كمية المياه المتدفقة من خط المياه حوالي ٩٩.٥١٩م^{٣} / يوم أو ما يعادل ١.١٥٠لتر / ثانية ، وذلك بعد تجميع المياه من الينابيع التي تقع علي الجانب الشمالي من بركان جبال الألب في شرقي روما (٢٥)

وفي عام ١٩ق.م انتهي العمل في تشييد خط المياه فيرجوا في عهد أجريبا ، وكباقي خطوط المياه الأخري ، فقد انشئ خط مياه فيرجوا من الجهة الشرقيه

علي نهر التيبر ، وقد تواجد خط المياه ثم إلي طريق كولاتينا وصولاً إلي طريق برايستينا ، وكان الدليل الوحيد علي وجودة ه وجود بعض قناطر من الطوب عبر الوادي ، ومن ثم فقد دخل خط المياه تحت السفح الغربي لتل ينشن ، ضمن الموقع الحالي لفيلا ميدتشي بروما (٢٦)

وقد تمت أعمال الصيانه والاصلاح لخط مياه فيرجوا في عهد الاباطرة تيبريوس (٣٦-٣٧م) ، وكلوديوس ٤٦-٤٧م ، وقسطنطين قبل بدايه القرن الرابع الميلادي ، وقد بلغ الطول الكلي لخط المياه ١٩ كم مستغلاً الانحدار الطبيعي للتل والذي كان ينحدر بما يساوس ٤,٢م علي مسافه ١٩ كم أي حوالي ٠.٢٢% لكل كم من طول خط المياه .(٢٧) .

انتهت عقود خط مياه فيرجوا بالقرب من الكنيسه الحاليه التي تحمل اسم ايجنازيو ويمكن إرجاع طول عمر خط مياه فيرجوا إلي أنه خط مغمور بالمياه الأمر الذي جعله أقل عرضه للتلف ، والأكثر مقاءا في مياهه ، وحدث أول خلل في نظام خط مياه فيرجوا عام ٥٣٧م أثناء الحروب القوطية ، ولكن تم اصلاح خط المياه ، واصبحت مزاياه واضحه من خلال تلك الفترة بسبب محدودية الموارد المائية والضطرابات الساسية ، وكان من السهل الحفاظ علي خط المياه أكثر من غيره من الخطوط بمدينة روما ببب قصر مسافه جريانه ، وكان أخطر ما يهدد خط المياه هو التجمد نتيجه درجات الحرارة المنخفضة (٢٨) .

الهوامش

1- Asby , T 1935 : Aqueduct of Ancient Roman ,Oxford P146 .
2- Rand Water Board 2007 , Annual Report , Jonesburg – South Africa . P5 .
3- Bono , P Boni ,C 1996 :Water Supply of Rome in Antiquity and today , P127 .
4- 1 bid .
5- 1 bid , P129 .
6 – Roger D, Hansen : www.WaterHistory.com.P10 .
7- 1 bid .
8- 1 bid .
9- Kenneth , D Mathews 1970 : Roman Aqueducts Technical Aspects of Their Construction , university of Pennsy Lvania , U.S.A .P11-12 .
10 – Bono , P . Boni ,C 1996 : OP.CIT .PP 127 -130 .
11- Roger , D , Hansen 2005 : OP . CIT . P4 .
12 – Bono , P . Boni , C 1996 : OP . CIT . PP 128 – 129 .
13 - 1 bid .
14- James Salzman 2006 : OP . CIT . p11
15 – Bono , P 1996 : OP . CIT , P129 .
16 – Dembes Key , E , J 2009 : the Aqueducts in Ancient Rome , MSC of Arts , Ancient History , University of South Africa , P37 .
17 – 1 bid .
18 – The Corpus inscripitionorum LaTinarum (CIL) Berlin – Brandenburgsch Academie , Derwssen Chaften , PP 1243 – 1245 .
19 – Dembesky , E , J 2009 : OP . CIT , P37 .
20 CorPus(CIL) : : OP . CIT , P1245 .
21 – Bono , P1996 : OP . CIT , P 129 .
22- Richard , Hucker 2010 : surveing Roman Aqueducts . Sydney . Australia , P3 .
23 – David Karmon 2005 : Restoring the Ancient Water Supply System in Rainessance Rome , Harvard University , P1 .
24 – Bono , P 1996 : OP . CIT , P 129 .
25 – Pliny The Elder 1938 : Natural History Tr by Eicholz , D . E . camp ridge , Harvard University Press . P129 .
26 – Bono , P 1996 : OP . CIT , P129 .
27 - 1 bid .
28 – Pliny 1838 : OP . CIT , 9 130 .

قائمة المصادر والمراجع

١ ـ المصادر :-

1- Corpus inscriptionorum LaTinarum 1847 : Berlin , Brandenburgisch A cademie der wissnschaften .
2- Pliny The Elder 1939 : NaTural History , Tr by Eicholz , D , E , Cambridge , University , Press .

٢- المراجع :-

1- Ashby , T 1935 : Aqueducts of Ancient Rome , Oxford University Press .
2- Bono , P – Boni , C 1996 : Water Supply of Rome in Aniquety and Today , Italy .
3- David Karmon 2005 : Restoring The Ancient Water Supply System in Rainessance Ce Rome , Harvard University press .
4- Dembesky , E , J 2009 : The Aqueducts of Ancient Rome , MSC , of Arts . Ancient History , University of South Africa .
5- James Salzman 2006 : Thirst : Ashort History of Drinking Water , Ducke University law School . Bolivia .
6- Kenneth , D . Mathews 1970 : Roman Aqueducts Technical Aspects of Pennsy Lvania , U.S.A .
7- Rand 2007 : Water board , Annual Report , Juhansburg , South Africa .
8- Richard Hucker 2010 : Survening Roman Aqueducts - Sydney , Australia .
9- Roger . D,Hansen :www.WaterHistory.com .