الفصل الأول

المقدمة

1.1 خلفية ومبررات الدراسة :

الماء ضروري للحياة ، وهو موجود في مكانه وأنهاره ومنابعه ، فإن أخرج هذا الماء من مصادره وتم نقله إلى الأرض لسقيها فذلك هو الري الذي يتحول لينبت الزرع ويوفر الطعام ، بمعنى آخر الري هو عملية إمداد الأرض بالماء وهو يؤدي غرضين رئيسيين هما :

1. المحافظة على الرطوبة الأرضية خلال منطقة الجذور .
2. المحافظة على درجة التركيز المناسبة للأملاح الموجودة داخل منطقة الجذور لتجنب ما ينتج عن زيادتها من تردي لحالة التربة والإنتاج الزراعي .

تستعمل حالياً عدة طرق لإضافة الماء إلى التربة ، فقد أستخدمت منذ القدم طريقة غمر التربة بالماء لكن للتطور الكبير في علم الري أصبح هنالك عدة أنواع من الري منها السطحي وتحت السطحي وبالرش وآخرها بالتنقيط .

وجد أن اغلب المساحات في السودان تروى بالري الدائم و أن المساحة المروية بالري السطحي 95% ، ويعطي هذا النوع من الري كفاءة 66% ، وهنالك قدر هائل من المياه يضيع هدراً مما ينتج عنه مناطق قاحلة ويكون في حاجة لمصدر مياه عالٍ ، بالتالي كان لا بد من استخدام أنظمة وتقنيات تساعد على ترشيد المياه مع الأخذ في الاعتبار أن تكون سهلة التشغيل ولا تحتاج إلى عمالة عالية حيث أن السودان يقع في منطقة ذات مناخ حار وساخن وعملية الري فيه تعتبر شاقة .

نسبة لما سبق أتجه السودان مؤخراً نحو الري المحوري ومن أمثلته مشاريع ولاية سنار ومشاريع منطقة مروي وتقوم به كبرى الشركات في السودان مثل شركة دال الزراعية.

دخلت السودان عدد من أجهزة نظام الري المحوري وكانت مواصفاتها حسب الشركات المصنعة دون ان تضع في الاعتبار مواصفات التربة واختلافها مما جعلها تواجه مشكلات في التطبيق كما في مشروع الراجحي بولاية نهر النيل .

يمكن الوصول إلى حل للمشكلة بعمل نماذج تصميم وتشغيل هيدروليكية تساعد المهندسين والمشغلين على تحديد النظام المناسب وعلى تكييفه ليناسب الظروف الحقلية المحلية .

اغلب نماذج التصميم المستخدمة عالميا للري المحوري تعتمد على التصميم الهيدروليكي ولكن لا توجد بها مؤشرات فنيه تحدد مدى صحة التصميم وملائمته لظروف التربة والمناخ والمحصول في منطقة الدراسة . ومن أشهر النماذج التصميمية لهيدروليكا السريان في الأنابيب نموذج EPANET وهو غير موجه لتصميم أنظمة الري بالرش ولكن يمكن الاستفادة منه وإدخاله كجزء من آلية التقييم لصحة النموذج التصميمي وافضل من ذلك إن تشتمل بنية النموذج التصميم علي مديول يقيم التصميم ذاتيا .

2.1 تحديد المشكلة :

موارد السودان المائية محدودة مما أدي إلي عدم القدرة على التوسع في ري الأراضي ذات المساحات الواسعة ومع الزيادة المستمرة في عدد السكان تعد قضية ترشيد وتحسين إستغلال المياه ضرورة لابد منها حيث أن أغلب نظم الري المستخدمة في السودان هو نظام الري السطحي ويعتبر ذو كفاءة منخفضة وتزيد فيه كمية المياه المهدرة .

تم إستخدام نظام الري بالضغط (المحوري–التنقيط)،ومحاكاة الامطار (الرش) بدون الأخذ في الإعتبار الظروف المحلية المحيطة (كالمناخ–التربة) ، ولتقليل كمية المياه المهدرة والحفاظ علي مورد الماء والأرض يلزم الأمر إستخدام برامج حاسوبية مساعدة لتجويد عمليات التصميم والتشغيل.

3.1 أهداف الدراسة :

1.3.1 الأهداف العامة :

1- ترشيد استخدام موارد المياه ورفع إنتاجية المحاصيل.
2- عمل نماذج تساعد في اتخاذ القرار وتشغيل الأجهزة بكفاءة .

2.3.1 الأهداف التفصيلية :

1- تصميم نظام لأجهزة الري المحوري سهل الاستخدام يستعمل أقل كمية بيانات عن المنطقة قيد الدراسة .
2- وان يحتوي التصميم على مؤشرات تحديد جودة التصميم .
3- ملائمة نموذج تصميم الأنابيب EPANET مع نموذج تصميم الري المحوري بالجداول الالكترونية .

4- مقارنة نموذج EPANET مع النموذج التصميمي لتحديد مدى كفاءة التصميم.
5- تطبيق النظام على مناطق وحالات واقعية في السودان بأنواع علي تربة طينية والحصول على النتائج المطلوبة وتحديد التعديلات الملائمة.

4.1 إطار الدراسة :

الدراسة تتكون من عدة فصول كالآتي :

الفصل الأول عبارة عن مقدمة تتناول مبررات الدراسة وخلفية عنها وتحديد مشكلتها وأسباب الخوض فيها بالإضافة إلى أهدافها .

الفصل الثاني يتعرض إلى الري في السودان وأنواعه مع التركيز على الري بالرش إلى جانب الري المحوري الذي هو أساس هذه الدراسة من حيث التصميم والممارسة .

الفصل الثالث يختص بتجميع بيانات أعدها من قبل بعض المهتمين بالري المحوري لبعض المناطق واستخدامها للنظام موضوع الدراسة ليتم تحليلها بواسطة الإحصاء الوصفي ومقارنتها مع برنامج EPANET.

الفصل الرابع يوضح النموذج الرياضي المستخدم في النظام (الجداول الالكترونية) بالاضافه الى كيفية استخدام وتشغيل برنامج EPANET.

الفصل الخامس يحدد صحة النموذج المستخدم عن طريق مقارنته مع نماذج وبيانات أخرى. باستخدام جدول الحاسب الآلي وبرنامج EPANET.

الفصل السادس والأخير يحتوي على النتائج التي خرجت بها الدراسة بجانب التوصيات المناسبة لاتخاذ القرار والبحث المستقبلي .

الفصل الثاني

أدبيـــات البحث

1.2 الري في السودان :

مما لا شك فيه أن التزايد السكاني الكبير في السودان مع وفرة المساحات الشاسعة من الأراضي الزراعية يستدعي ضرورة التفكير في ري معظم تلك المساحات وجعلها أكثر إنتاجية لتوفير الغذاء والكساء كما أن معظم السودان يقع في مناطق قاحلة تواجه نقصاً في مجال الري مما يلزم إستخدام انظمة ري تعميل على ترشيد إستخدام المياه .

هنالك أنظمة عديدة غير ان سوء إختيار أو تصميم النظام المقترح يؤدي بلا شك إلى خفض كفاءة الأداء العام للنظام ، وعلى العموم لكل نظام مزاياه ويمكن تقسيم هذه الأنظمة إلى :

1/ الري السطحي (Surface Irrigation) :

نجد في هذا النظام أن القوة الدافعة هي حركة الجاذبية الأرضية .

2/ الري تحت السطحي (Subsurface Irrigation) :

يتم ري المحصول عن طريق التحكم في منسوب الماء الجوفي .

3/ الري تحت ضغط :

وفيه تكون القوة الدافعة للمياه مضخة ماء وينقسم إلى :

أ- الري بالرش ب- الري بالتنقيط

الري في السودان 90%منه يعتبر سطحياً بدءاً بمشروع الجزيرة وكان ذلك الأساس الذي عليه تم تقسيم المشاريع الزراعية في حلفا والسوكي والرهد .

مشكلة الري السطحي :

1- العمالة .
2- التصريف عند هطول الامطار نسبة لأن تربة الأراضي طينية .

3- التحكم في التصريف داخل الحقل .

2.2 اختيار نظام الري المناسب :

عند اختيار نظام الري المناسب تؤخذ في الإعتبار العوامل الآتية :

1/ عوامل ترتبط بالماء (Water factors) :

أ) كمية مياه الري : إذا كان التجهيز المائي كبيراً بالنسبة للمساحة المروية نستخدم الري السطحي وإذا كان قليلاً يفضل الري بالرش .

ب) نوعية المياه : إذا إحتوت على نسبة عالية من الرواسب يفضل إستعمال الري السطحي.

ج) مصدر التجهيز المائي : المسافة بين مصدر التجهيز المائي والمساحة المراد ريها يشكل عاملاً مهماً في إختيار طريقة الري ، فمثلاً إذا كانت المسافة بعيدة يفضل حينها الري بالرش حيث تنقل المياه بالأنابيب .

د) رغبات وقدرات المشغلين وكفاءة إستخدامهم لموارد المياه وللأجهزة .

2/ عوامل التربة (Soil factors) :

أ) طبوغرافية الأرض : فمثلاً الأراضي ذات الإنحدار القريب من الإستواء تناسب جميع أنظمة الري .

ب) نوع التربة : يفضل الري السطحي في حالة التربة التي لها قابلية جيدة لخزن المياه أما التربة ذات القابلية القليلة فيفضل ريها بالرش لفترات متقاربة وبكميات قليلة .

3/ العوامل النباتية (Crop factors) :

الري بالرش يلائم المحاصيل السطحية الجذور بينما لا يستحسن للمحاصيل ذات المجموع الجذري الطويل في حين يستعمل الري بالتنقيط لغالبية المحاصيل التي تزرع على خطوط إضافة إلى أشجار الفاكهة .

4/ العوامل المناخية (Climatic factors) :

لا يجب إستخدام الري بالرش في حالة الرياح الشديدة والحارة لأنها تؤدي إلى عدم تجانس توزيع المياه وإرتفاع معدلات التبخر .

5/ العوامل الإقتصادية (Economical factors) :

تشمل تكلفة النظام المستعمل وعمليات التسوية ، وهنا يحتاج الأمر إلى دراسة مستفيضة لتقرير أي النظم أنسب ، فقد تكون مثلاً عملية تسوية الأرض لأغراض الري السطحي عالية أو محددة لإستعمال هذا النظام في منطقة ما بخلاف منطقة أخرى ، كما ينطبق ذلك أيضاً على تكلفة الأيدي العاملة .

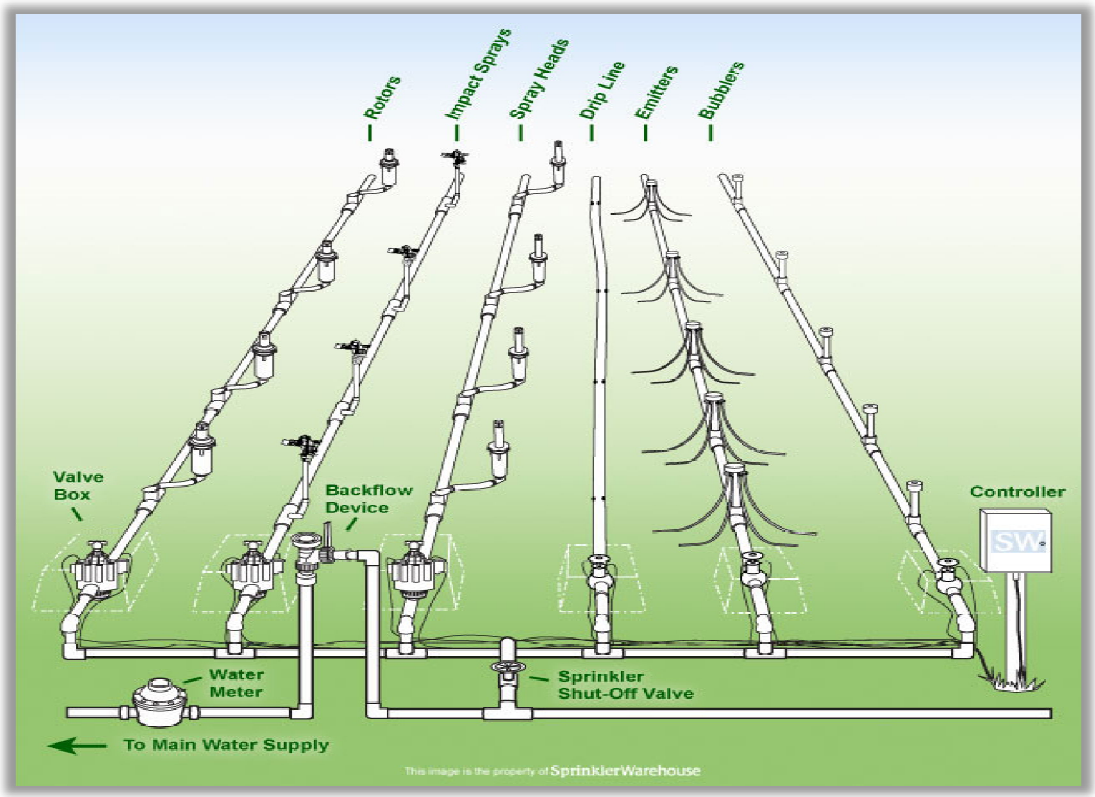
3.2 الري بالرش :

الري بالرش هو أحد أنظمة الري الحديثة و التي تستخدم لرى المناطق الصحراوية ذات الأرض الرملية و التي لا تستطيع الإحتفاظ بالماء لمدة طويلة، حيث إن تطبيق نظام الري بالغمر يسبب فقد الكثير منها مما ينتج عنه إهدار مياه الري، هي مناسبة أيضا في ري الأراضي التي تروى بالرفع من الآبار الارتوازية. و في هذه الطريقة يلزم دفع المياه من مصادرها المختلفة بإستخدام محركات مناسبة القدرة في شبكة مواسير من الحديد المجلفن أو البلاستيك (P.V.C) تتناقص أقطار هذه المواسير تدريجيا كلما تباعدت عن مصادر المياه و تقسم هذه المواسير إلي خطوط رئيسة و أخرى فرعية و يثبت على المواسير العريضية (الفرعية) رايزرز متوالية على أبعاد ثابتة تختلف حسب نظام تصميم الشبكة، و حسب نوع النظام من شبكات الري بالرش و ينتهي كل رايزر بفونيه رش (نوزل) يختلف تصرفها/ساعة حسب الشركة المصنعة و المسافة بين الرشاشات، و نوع نظام الري بالرش المستخدم ومعدل التسرب في التربة والرياح السائدة في المنطقة.

1.3.2 الري بالرش الثابت Solid set sprinkler system :

وفى هذا النظام يتم عمل شبكة كاملة من المواسير البلاستيكية (PVC) وتخرج من هذه الشبكة قوائم يركب عليه الرشاشات ولكل رشاش محبس كوري حتى يمكن نقل الرشاشات من مكانها الى موقع أخر. هذا النظام تكاليفه الإنشائية عالية إلا ان تكاليف تشغيلة منخفضة.

الشكل (2-1) نماذج للري بالرش الثابت



الشكل (2–2) شبكة ثابتة و موزعة حسب التصميم على مسافات يتم تحديدها أثناء الإنشاء

2.3.2 أنواع أنظمة الري بالرش الثابت :

1- الري بالرش النقالى :
2- الري بالرش النقالى اليدوي : حيث يتم نقل الخطوط الفرعية من خط لآخر كلما تم ري الأول تم نقله للآخر و هكذا و يتم ذلك يدويا.
3- الري بالرش النقالى على عجل متدحرج.
4- الري بالرش النقالى بالمدفع المتنقل : و يحتوى على رشاش واحد يدفع الماء لمسافات بعيدة نسبيا.

مميزات الري بالرش :

1- إمكانية تقليل فقد المياه بالجريان السطحي وحت ونحر التربة إلى أقل حد ممكن.
2- يمكن استخدام مصدر مياه ذو تصاريف مستمرة وصغيرة بكفاءة عالية.
3- يمكن استخدام هذا النظام في الأراضي التي يوجد بها طبقات صماء قريبة من السطح.
4- يمكن إضافة المياه بكميات بسيطة وعلى فترات متقاربة بكفاءة عالية.
5- يمكن ري الأرضي غير المستوية السطح وذات طبوغرافية صعبة.
6- سهولة استخدام الميكنة الزراعية بكفاءة عالية مما يوفر في الأيدي العاملة
7- يمكن تقليل استخدام الأيدي العاملة إلى أقل حد ممكن وأيضاً استخدام أيدي عاملة غير مدربة جيداً وذلك في نظام الري بالرش الثابت.
8- يمكن استعمالها في الأراضي المتوسطة والعالية النفاذية حيث تزيد معدلات التسرب ويصعب حال اتباع طرق الري السطحي التحكم في توزيع مياه الري مما يتسبب عنه فقد نسبة كبيرة من مياه الري بالتسرب العميق بعيداً عن متناول المجموع الجذري.
9- يمكن التحكم في توزيع ماء الري توزيعاً متجانساً في قطاع التربة دون التأثر بخواص التربة أو طبوغرافيتها كما يمكن التحكم في كمية المياه المضافة إلى التربة بحيث لا تزيد الماء الأرضي مما يؤدي إلى ارتفاع مستواه في الأراضي الحساسة أو التي تعاني من مشكلة صرف.
10- لا يتسبب منها فقد للعناصر الغذائية في قطاع التربة نتيجة للتسرب العميق الذي يصاحب طرق الري السطحي أو نتيجة للجريان السطحي عند الري السطحي على الميول الشديدة وهذا في حالة التصميم والتنفيذ الجيد للنظام.

11- يعمل الري كملطف لحرارة الجو المرتفعة فتحمي بذلك النباتات التي تتساقط أزهارها أو ثمارها نتيجة لارتفاع درجة الحرارة كما في الحمضيات والعنب.
12- نظام الري بالرش يوفر في مساحة الأرض المزروعة حيث تشغل المساقي والمصارف في حال الري السطحي ما يقارب من 10-12% من المساحة الكلية.
13- تحت الظروف الباردة حيث تتأثر النباتات بالصقيع فإن الري بالرش يحد من خطورة هذا الأثر حيث تنفرد طاقة حرارة مقدارها (80) سعراً حرارياً تقريباً لكل غرام ماء يتحول من الحالة السائلة إلى الحالة المتجمدة فتعمل هذه الطاقة على موازنة ما يفقده النبات من حرارة الجو المحيط به والأكثر منه برودة.

عيوب نظام الري بالرش :

1. إرتفاع تكاليف إقامة الشبكة. يحتاج إلي عمالة ذات خبرة خاصة في أعمال التشغيل و الصيانة.
2. ينتج عن إستخدامها تركيز الأملاح بالقطاع السطحي للأرض.
3. إنخفاض تجانس توزيع المياه بالمقارنة بنظام الري بالغمر و خصوصا في حالة إشتداد سرعة الرياح.

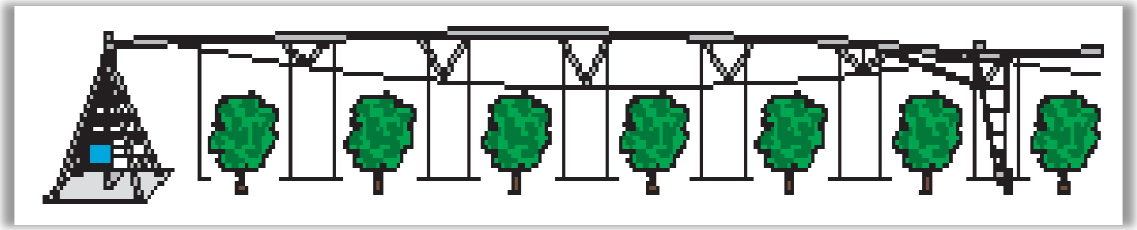
2.3.2 الري المحوري :

جهاز الرى المحورى عباره عن محور ثابت يمثل مركز المساحه المروية ، ومن خط رشاشات واحد محمول على عده ركائز (ابراج) ، وكل برج محمول على عجلتين، والجهاز فى حركة مستمرة حول المحور اثناء عملية الرى ، وطوله يمثل نصف قطر المساحه المروية.

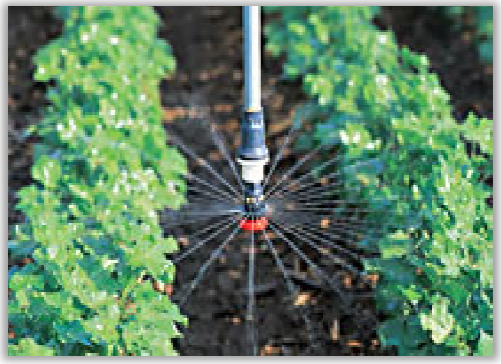
يجب دراسة ملائمة الجهاز المحورى لطبوغرافية الأرض وظروف البيئة والمحصول ، فمن ناحية طبوغرافية الأرض يجب ألا يتجاوز ميل السطح من 10 الى 15 % حتى يسهل تقدم الأبراج بدون أضرار أو إجهادات زائدة . ومن ناحية التربة فإن إحتوائها على نسبة مرتفعة من الطين أو الطفل يمكن أن يسبب مشاكل فى حركة الأبراج عندما تكون التربة مبلله ، فقد تتكون أخاديد عميقة فى مسارات العجل تسبب توقفها ويمكن معالجتها باستعمال عجلات خاصة أو بوضع رمال فى المسارات ، والأفضل هو أختيار الجهاز المناسب لتلك الظروف من البداية.

أما من ناحية المحصول فأنه يلائم معظم المحاصيل الحقلية ولكن يجب مراعاه ارتفاع الجهاز والرشاشات بالنسبة لارتفاع المحصول ، ففى المحاصيل الطويله كالذره وبعض أشجار البساتين مثلا قد

يصل إرتفاعه الى ثلاثة امتار ، بينما فى المحاصيل الحقلية القصيرة كالقمح والبنجر مثلا تستخدم حوامل هابطه للرشاشات أسفل انبوب الرش بحيث يتم الرش قريبا من المحصول لتقليل الفواقد نتيجة إنجراف الرياح لقطرات الرش والبخر، أو تستخدم أجهزة منخفضة الآرتفاع .



الشكل (2-3) نظام ري محوري مرتفع عن سطح الأرض



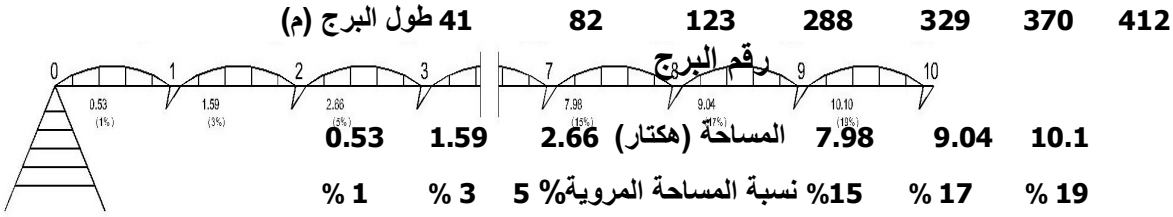
الشكل (2-4) يوضح استخدام الأنابيب الهابطة لتحسين كفاءة الري

أجهزة الري المحوري ذات ارتفاعات متفاوتة ، والارتفاعات الشائعة هي:

- أجهزة مرتفعة جدا للنباتات التي يصل طولها إلي 5 متر.
- أجهزة مرتفعة للنباتات التي يصل طولها إلي 4 متر.
- أجهزة منخفضة أو قصيرة للنباتات التي يصل طولها إلي 2 متر.

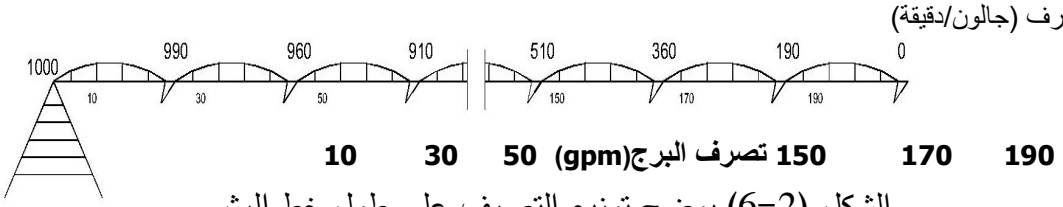
خواص توزيع المساحة والتصرف ومعدل الرش والضغط :

أ – المساحة : تتزايد المساحة المرورية كلما إبتعدنا عن المحور ، ففى خط محوري مكون من 10 أبراج متساوية وبدون استخدام مسدس رش فى نهاية خط الرشاشات ، نجد أن البرج الأول يروى فقط 1% من المساحة الكلية ، بينما يروى البرج الأخير 19% منها.



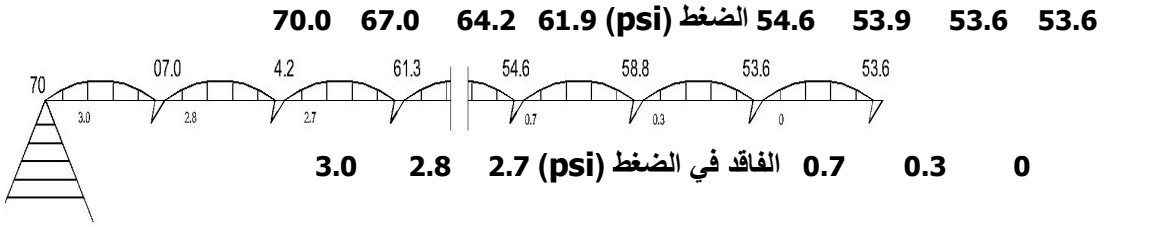
الشكل (2-5) يوضح توزيع المساحة مع البعد عن المحور

ب- التصرف : يقصد بالتصرف هنا هوكمية المياه الماره خلال خط الرشاشات فهى تتناقص مع البعد عن المحور .



الشكل (2–6) يوضح توزيع التصرف علي طول خط الرش

جـ – الضغط : يقل الضغط كلما ابتعدنا عن المحور (شكل 8 جـ) ، ويقل معدل فاقد الضغط مع البعد عن المحور وذلك لزيادة عدد الفتحات ونقص معدل التصرف على طول خط الرشاشات. ويعتمد ضغط التشغيل على نوع الرشاشات المستخدمه ، طول الخط المحورى



الشكل (2–7) يوضح توزيع الضغط علي طول خط الرش

د ـ معدل الرش أو الأضافة : وهو كمية المياه الخارجة من الرشاشات والساقطة على وحده المساحة فى وحده الزمن. ويتزايد معدل الرش من قيمة صغرى بالقرب من المحور (5مم/ساعة) الى قيمة عظمى (حوالى 75مم/ساعة) فى الرشاشات الدواره، بينما قد تصل الى 300مم فى الرشاشات الثابتة.

أى ان معدل الرش يتزايد كلما أبتعدنا عن المحور، بمعنى أنها تتناسب تناسباً طردياً مع المساحة وذلك نظراً لكبر دائرة الخدمة التى تغطيها الرشاشات البعيده او بمعنى أخر لأن الزمن المتاح للرى يتناقص كلما أبتعدنا عن المحور. ويجب ملاحظة ان تغيير سرعة الدوران لا تؤثر على معدلات الرش بل تؤثر على عمق المياه المضافه فى الدوره الواحده، حيث يتناقص عمق المياه المضافة بزيادة سرعة الدوران، ونتيجة لذلك يكون معدل تصرف الرشاشات غير متساوى على طول الخط كذلك زمن الأضافة يقل مع البعد عن المحور حتى يكون هناك تجانس لعمق المياه المطلوب إضافته (Dg) فى الرية (جدول 1) وبين الزمن المطلوب للاضافة عند نقط مختلفة على طول خط الرشاشات.

العوامل المؤثرة علي معدل الرش :

يتأثر معدل الرش بالعوامل التالية :

- نوع الرشاش
- المسافة بين الرشاشات على طول الخط
- قطر دائرة الأبتلال للرشاش
- ضغط التشغيل عند فوهة الرشاش
- طول الخط المحورى الكلى.

الوصف العام لجهاز الرى المحورى :

يتكون جهاز الرى المحورى من محور ثابت يمثل مركز المساحة المروية ومن خط رشاشات واحد مثبت من احد طرفيه عند نقطة المحور (المركز) ، والطرف الآخر حر يسمى بالنهاية الطرفية. نقطة المحور عبارة عن قاعدة خرسانية مثبت عليها المحور وعندها نقطة تزويد الجهاز بمياه الرى.

ويقوم الجهاز المحورى برش مياه الرى اثناء حركته الدائرية المستمره حول نقطه المحور. خط الرشاشات محمول على عدة ركائز (أبراج) وكل برج محمول على عجلتين تدار بمحرك كهربائي أو هيدرولى

يرتفع خط الرشاشات عن الأرض بمسافة 2– 5 متر، وتتراوح المسافة بين الأبراج من 33.4 – 62.4 متر على حسب الشركة المصنعة، طول الجهاز، ظروف التشغيل حيث تقل هذه المسافة مع أجهزة الرى الأكثر طولاً حتى تتحمل الأبراج الوزن الواقع عليها وتأثيرها على انضغاط التربة.

الشكل (2-8) قاعدة خرسانية مثبت عليها المحور

مكونات جهاز الرى المحورى:

يتكون الجهاز المحورى من الآتى :

- الخط الرئيسي :

اذا كان مصدر المياه (البئر) قريبا من المحور فيمكن وضع الخط الرئيسي بين المصدر والمحور فوق سطح الارض مع الاستعداد المسبق لمرور الابراج من فوقه بواسطه قنطره (كوبرى). أما أذا كان مصدر المياه بعيدا عن المحور فيجب وضع الخط الرئيسي مدفونا تحت سطح الارض حتى لا يتعارض مع حركة الجهاز او مع إجراء العمليات الزراعية المختلفة.

- المحور (المركز) :

المحور هو الهيكل الذي يدور حوله باقي الجهاز ، تدخل المياه إلى الجهاز من أسفل أنبوبة الرفع Riser pipe عن طريق كوع يتم من خلاله تحويل المياه من الاتجاه الأفقي إلى الاتجاه الرأسي، حيث تتدفق المياه عبر أنبوب الرفع الذي ينتهي بوصلة مفصليه تسمح للأنبوب الأفقي بالدوران بدون حدوث اى تسرب للمياه. أنبوبة المحور الدورانية مزودة بمانع لتسرب المياه أثناء التشغيل أو الدوران داخل

أنبوبة الرفع وتكون الرقبة من الفولاذ الذي لا يصدأ المقاوم للتآكل، وتدور بأمان داخل أنبوبة الرفع المحكمة ضد التسرب والمزيتة ذاتياً، ويحتوى الهيكل على سلم حديدي لاستخدامة في تزييت الرقبة الدوارة أو لإدخال اى تعديلات على التحكم فى التشغيل.

يكون المحور ثابت اثناء عملية الرى ويمثل مركز المساحة المروية، مركز دوران النظام على ارتفاع حوالى 4 متر ويتم من خلاله رفع الكميات اللازمة من المياه بما فيها من أسمدة ومبيدات الى أبراج النظام المتتالية

يتكون المحور من أربعة أرجل حديدية مدعمة بشدادات عرضية من الصلب لتتحمل الاجهادات وتوفر ثبات أفضل فى اغلب الأحوال ، وتكون مثبتة على قاعدة خرسانية أبعادها 3×3 إما بمساميرأوبسلسلة في بعض الأجهزة التي تستخدم محور مسحوب أو مجرور وفى هذة الحالة تكون قاعدة المحور مزودة بعجلات أو مزلجة لتسهيل عملية نقلة من مكان إلى أخر. ويراعى عدم وجود أطراف حادة بالهيكل.

الشكل (2-9) نماذج لأنظمة الري المحوري

الشكل (2-10) مكونات المركز

الشكل (2-11) صندوق لوحة التحكم

طريقة دوران خط الرشاشات :

يتحكم البرج الأخير (t_1) (الركيزة الطرفية) في حركة الجهاز وهو يتحرك بسرعة أمامية ثابتة (Forward Speed) ولكن تردده في الحركه والإيقاف (Start and Stop) في وحدة الزمن (Frequency) يختلف حسب نسبة التوقيت وذلك باختيار نسبة السرعة أو نسبة التوقيت التى تتراوح بين (صفر – 100%) داخل صندوق التحكم (Control Box)، وبالتالي يتم اختيار سرعة دوران البرج الأخير (Rotation) عن طريق النسبة المئوية لسرعة الدوران بالنسبة لسرعة الدوران القصوي. حيث إن البرج الأخير يتحرك باستمرار بدون توقف عند سرعة الدوران القصوي وهي عند النسبة المئوية 100% فإذا كان نظام الري يدور دورة كاملة في 24 ساعة مثلا (عند السرعة الدورانية القصوي)، والنسبة المئوية المختاره هي 75% فإننا نتوقع إن يلف الجهاز الدائرة كاملة في 32 ساعة (24 ÷ 0.75=32) وهكذا. وجدير بالذكر أيضا أنه يمكن عكس اتجاه حركة الجهاز وذلك بواسطة الضغط على مفتاح السرعة الخلفية في صندوق التحكم.

صندوق التحكم الموجود عادة بالقرب من المحور توجد به عدة مفاتيح يمكن عن طريقها اختيار النسبة المئوية لسرعة الدوران أو إتجاه حركة الدوران للجهاز أو تشغيل أو إيقاف النظام الي غير ذلك من المفاتيح. في الواقع سرعة البرج الأخير لا تتغير مع اختلاف النسبة لكن خطوة الحركة والإيقاف (Start–and–Stop) هى التي يمكن تغييرها.

لشرح طريقة دوران خط الرشاشات هذة سوف نأخذ مثالاً لنظام ري محوري يتكون من خمسة أبراج تبدأ ببرج رقم (t_1) في نهاية خط الرشاشات إلي برج رقم (t_5) القريب من المحور، فعندما يبدأ في تشغيل نظام الرى المحوري وتشغيل المضخة تبدأ الرشاشات في الري، ويبدأ الجهاز في الدوران حول محوره على النحو التالي :

يبدأ البرج رقم t_1 فى التحرك وتدور معه الفتحة ما بين البرجين t_2,t_1 حول البرج رقم t_2 وبالتالى تحدث زاويه (الفا) بينهما ثم تتزايد الى ان تصل قيمة قصوى (الفا) محدده سلفا فى تصميم الجهاز وعندها تنغلق الدائرة الكهربية لأجهزة بدء الحركة ويتم توصيل التيار الكهربي الى محرك دفع الركائز للبرج رقم t_2.

يبدأ البرج رقم t_2 فى التحرك حتى يشكل مع البرجt_1 خط مستقيم وبذلك يتوقف ولكن انتقلت الزاوية بين البرجين t_3,t_2.

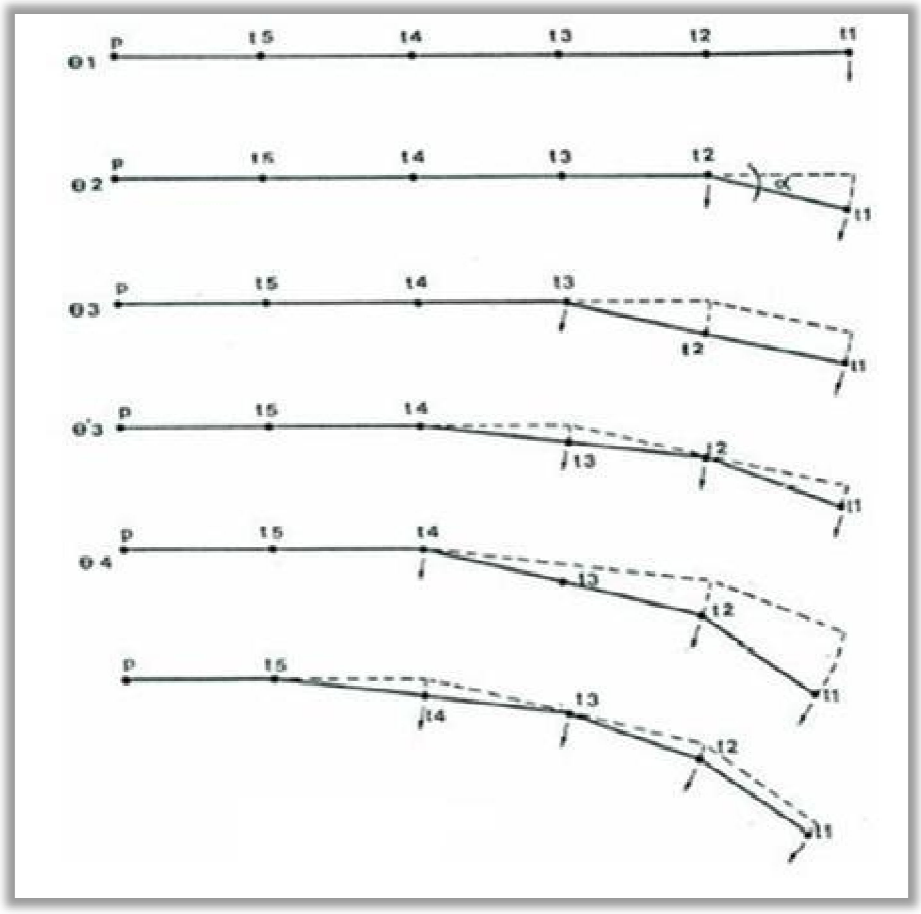
عند توقف البرج t_2يبدأ البرج رقم t_3 فى التحرك حتى يصح على استقامه مع البرج رقم t2 .. وهكذا فى حركه تعاقبيه.

إذا تحرك برج ما وكون زاوية مع البرج الذي يليه أكبر من زاوية التصميم المحددة من قبل الشركة المنتجة فإن الجهاز يتوقف كلياً عن العمل لوجود أجهزة أمان للمحافظة على استقامة خط الرش، مثل هذه الحالات تحدث عند تغريز بعض العجلات أثناء الرى.

من الممكن عكس اتجاه حركة الجهاز وذلك بواسطه الضغط على مفتاح فى صندوق التحكم.

البرج الأخير يقطع أكبر مسافة ، وكل برج يقطع مسافة اكبر من البرج الذى يليه فى اتجاه المركز.

نجد أيضاً أن البرج يتحرك عندما تكون $\propto \geq \propto_0$ أي يكون البرج مع البرجين الذي قبله والذي يليه على إستقامة واحدة ، ويتوقف عندما تكون $\propto = 0$ ، والزاوية $\propto_0$ هي زاوية التصميم من قبل الشركة المنتجة Pre-set angle .



الشكل (2-12) تخطيط بياني لحركة الأبراج للنظام المحوري

ترتيب الرشاشات على طول خط الرش:

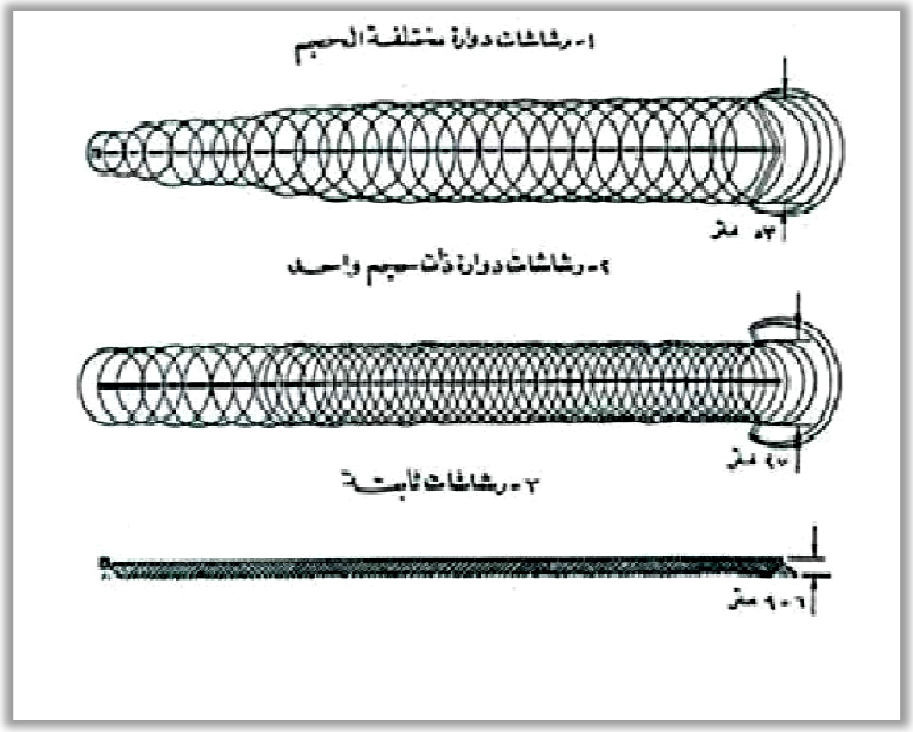
إن اهم خصائص المحور المركزى هو قدرته على توزيع المياه بالتساوى ويتحقق هذا عن طريق تركيب رشاشات على نهاية مخارج المياه المتصلة بخط الأنابيب. إن رؤوس الرشاشات تختلف من واحدة الى أخرى وذلك حسب بعدها عن المحور، حيث أن الرشاشات الاكثر بعدا تكون ذات حجم أو قطر اكبر وذلك لانها تغطى مساحات اكثر. إذا تم الأخذ بعين الاعتبار المسافة من المحور، الكمية الكلية للمياه المطلوبة والضغط المتاح، فإنه من الممكن إختيار رشاشاش لكل نقطة على طول خط الانابيب لتوحيد كمية المياه المستخدمة فى كل انحاء الحقل.

يخضع توزيع الرشاشات على طول الخط المحورى لإحدى الحالات التالية :

- الرشاشات المستخدمة في جهاز الرش المحوري تكون إما رشاشات دواره(Rotary impact sprinklers) أو رشاشات ثابتة (Fixed Spray Nozzles) ويخضع توزيعها على طول خط الرش المحوري لإحدى الحالات الرئيسية التالية، وذلك حتى يمكن الحصول على انتظام في توزيع المياه على المساحة المروية :
- الرشاشات المستخدمة توضع على مسافات متساوية على طول خط الرش المحورى (تتراوح من 5 – 12 متر). ولكن هذه الرشاشات ذات تصرفات متغيرة ، بحيث يزداد تصرف هذه الرشاشات كلما ابتعدنا عن المحور .
- الرشاشات المستخدمة ذات تصرف وحجم ثابت على طول الخط المحورى ولكن تقل المسافة بين هذه الرشاشات كلما ابتعدنا عن المحور. تتراوح المسافة (9 – 12متر) بالقرب من المحور ثم تقل حتى تصل حوالى (1.5 – 2 متر). ويستخدم في الحالتين السابقتين الرشاشات الدواره عاده.
- إستخدام رشاشات ثابتة يزداد تصرفها مع البعد عن المحور ، وتكون على مسافات متساوية 1.5–3 متر مثل الحاله ألأولي.

ومن الطبيعى فإن هنالك حالات متوسطة تقع بين هذه الحالات الثلاث الرئيسة.

الشكل (2-13) أنواع الرشاشات المستخدمة في الري المحوري



الشكل (2-14) أشكال البلل الناتجة من الرشاشات على طول خط الرش المحوري

الشكل (2-15) الأنابيب الهابطة لإضافة المياه

الشكل (2-16) نظام الري المحوري مع نظام ري الأركان

مميزات نظام الري المحوري :

1- لا يحتاج إلى عمالة نسبياً في تشغيله
2- سهولة نقل المياه عبر نقطة ثابتة هي مركز دائرة الري
3- التحكم في تشغيل الجهاز
4- عند إنتهاء عملية الري يعود الجهاز إلى نقطة البداية تلقائياً
5- سهولة إضافة الأسمدة مع مياه إلى عند نقطة ثابتة هي نقطة المركز
6- إمكانية الحصول على كفاءة توزيع مياه مرتفعة
7- سهولة إدارته وتشغيله وإمكانية إضافة ريات خفيفة تلائم نوع التربة ومرحلة نمو المحصول
8-

عيوب نظام الري المحوري :

1- يروي دائرة ويترك أركان الحقل بدون ري حيث تبلغ حوالي 21% من مساحة الحقل الكلية .
2- يكون متوسط معدل الرش كبيراً عند نهاية خط الرش المحوري وقد يصل حوالي 100 ملم / ساعة
3- يجب إستخدام الإضافة الخفيفة والمتكررة مع معظم الترب عدا التربة الرملية لتقليل مشكلة الجريان السطحي
4- في الأراضي ذات الميول فإن ضغط التشغيل سوف يتغير على طول خط الرش المحوري بدرجة عالية سواء الخط هابطاً أو صاعداً مما يؤدي إلى تغيير تصرف الرشاشات .

4.2 المبادئ والمكونات الأساسية في برنامج ال Epanet (Epanet program (Principles and basic components in the):

1.4.2 تعريف ال Epanet (Epanet definition):

هو عبارة عن برنامج حاسوبي يقوم بمحاكاة هيدروليكية لتغير ضغط ونوعية المياه داخل شبكات الأنابيب لفترات زمنية طويلة.

تتألف هذه الشبكات من أنابيب، وصلات (نقاط إلتقاء الأنابيب)، مضخات، صمامات، وخزانات تكون مصدراً للماء وخزانات مستقبلية. فيقوم هذا البرنامج بتتبع تدفق الماء في كل أنبوب، الضغط في كل عقدة، ارتفاع الماء في كل الخزانات، وتركيز الأنواع المختلفة من المواد الكيميائية في الشبكة خلال فترة المحاكاة الزمنية التي نقوم بها والتي تتألف من عدة خطوات زمنية. وبالإضافة الي ذلك يقوم بتقدير عمر المياه في الخزان وتعقب تغير نوعيتها في الشبكة في أوقات زمنية مختلفة.

يعمل علي نظام الويندوز، ويقدم بيئة عمل واحدة لتحرير البيانات المدخلة للشبكة، ويقوم بعملية محاكاة نوعية وهيدروليكية للمياه، وإظهار النتائج في صيغ متعددة. كما يتضمن ترميز لوني علي خريطة الشبكة، وجداول للبيانات المدخلة والمخرجة، وخرائط كنتورية ومخططات لفترات زمنية معينة.

بالإضافة الي ذلك يستطيع القيام بالعديد من عمليات التحليل الهيدروليكي التي تمكننا من تغيير الإستخدام الأساسي للبرنامج المتمثل بتحديد نوعية المياه في شبكات توزيعها، كما يستخدم في تصميم شبكات الري الحديث والتي تتطلب بالدرجة الأولى حساب الضغط والتدفق ضمن الأنابيب ونقاط خروج الماء سواء نقاطات أو فوهات الرشاشات.

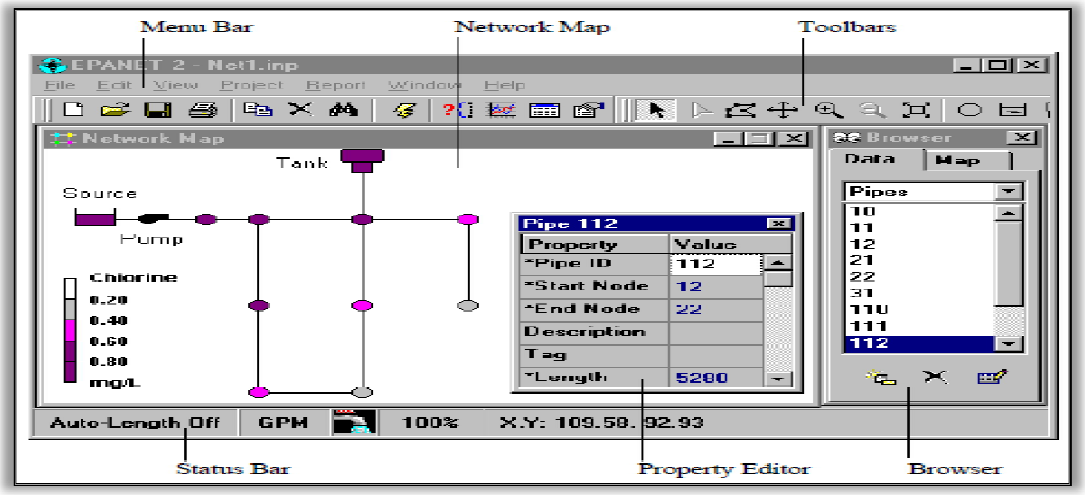
يقوم بالحسابات الهيدروليكية التالية:

1. حساب فواقد الاحتكاك في الأنابيب مستخدماً معادلات (دآرسي ـ ويسباخ، هازن وليام، وشيزي ـ مانتج).
2. حساب فواقد الضغط الثانوية في الأكواع وغيرها من تركيبات الشبكة.
3. استخدام مضخات ذات سرعات ثابتة أو متغيرة.
4. حساب التكلفة والطاقة اللازمة لعملية الضخ.
5. إعطاء نماذج متنوعة من أنواع الصمامات تتضمن صمامات الفتح والإغلاق، تنظيم الضغط، وصمامات التحكم بالتدفق وغيرها.
6. يمكنه أن يعطي خزانات لتخزين المياه بأي شكل نريده (تغيير القطر أو الارتفاع حسب المطلوب).
7. يأخذ بعين الاعتبار تغير الطلب المائي للعقد مع مرور الوقت أو بإختلاف العقد.
8. حساب التدفق الناتج عن الضغط في النقاطات أو الرشاشات.

2.4.2 نافذة العمل (Workplace Window):

تتألف واجهة المستخدم من العناصر التالية:شريط القوائم (Menu bars)،أشرطة الأدوات (Tool bars)،شريط الحالة (Status Bar)، نافذة، خريطة الشبكة (Network Map)، المُستعرض (Browser)، محرر الخصائص (Property Editor).

ويمكن إظهار تفاصيلاها في الشكل التالي:



شكل رقم (2-17): يوضح نافذة العمل في ال Epanet

1.2.4.2 شريط القوائم (Menu bar):

وهو عبارة عن الشريط الذي يتواجد في القسم العلوي من ساحة العمل، ويتألف من مجموعة من القوائم التالية:

1. قائمة ملف (Menu File):وتتألف من مجموعة من الأوامر لفتح وحفظ الملفات وأيضاً الطباعة.

جدول رقم (2-1): القوائم الموجودة في قائمة ملف (File) ووظائفها

الأوامر (Command)		الوظيفة (Description)
جديد	New	إنشاء ملف (مشروع) جديد
فتح	Open	فتح ملف موجود
حفظ	Save	تخزين الملف الخالي
حفظ بإسم	Save as	تخزين الملف الخالي بإسم مختلف
إستيراد	Import	إستراد بيانات رسم الشبكة أو الخريطة من ملف نصي
تصدير	Export	تصدير بيانات الشبكة المرسومة من ملف نصي
إعدادات الصفحة	Page setup	تحديد هوامش الصفحة والطابعة المستخدمة
معاينة قبل الطباعة	Print preview	معاينة طباعة للنافذة النشطة
طباعة	Print	طباعة العرض الحالي أو النافذة النشطة
الخيارات	Preference	تحديد خيارات البرنامج مثل عدد المنازل العشرية في النتائج
خروج	Exit	الخروج من Epanet

2. قائمة تحرير (Edit Menu): تتألف من مجموعة من الأوامر للتحرير والنسخ.

جدول رقم (2-2): القوائم الموجودة في قائمة تحرير (Edit) ووظائفها

الأوامر (Command)		الوظيفة (Description)
نسخ لـ	Copy To	نسخ النافذة النشطة (خريطة، تقرير، مخطط، جدول) إلي ملف
تحديد عنصر	Select Object	السماح بتحديد عنصر علي الخريطة (الشبكة)
تحديد منطقة	Select Region	السماح بتحديد مساحة معينة من الخريطة
تحديد الكل	Select All	تحديد كامل مساحة العمل
تحرير العناصر	Group Edit	تحرير الخصائص لمجموعة من العناصر التي تقع في المساخة المحددة من الخريطة

قائمة عرض (View Menu):

جدول رقم (2-3): القوائم الموجودة في قائمة عرض (View) ووظائفها

الأوامر (Command)		الوظيفة (Description)
الأبعاد	Dimensions	تحديد الوحدة المستخدمة في قياس الأبعاد في الشبكة
خلفية الشاشة	Background	السماح بظهور صورة كخلفية لخريطة الشبكة
تحريك	Pan	تحريك الخريطة
تكبير	Zoom In	تكبير الخريطة
تصغير	Zoom Out	تصغير الخريطة
امتداد كامل	Full Extent	عرض الخريطة كاملة ضمن نطاق الشاشة
إيجاد	Find	إيجاد عناصر خاصة في الخريطة
تساؤل	Query	البحث عن عناصر في الخريطة تتطابق معايير معينة
شريط الأدوات	Tool bars	إلقاء أو إظهار شريطي الأدوات
خيارات	Options	خيارات إظهار العناصر في الخريطة

3. قائمة مساعدة (Help Menu):

جدول رقم (2-4): القوائم الموجودة في قائمة مساعدة (Help) ووظائفها

الأوامر (Command)		الوظيفة (Description)
نطاق المساعدة	Help Topic	إظهار نقاط التعليمات للبرنامج
الوحدات	Units	وحدات قياس المتحولات في Epanet
درس	Tutorial	درس صغير عن كيفية إستخدام Epanet

4. قائمة المشروع (Project Menu):

جدول رقم (2-5): القوائم الموجودة في قائمة المشروع (Project) ووظائفها

الأوامر (Command)		الوظيفة (Description)
ملخص	Summary	يزودنا بخلاصة تصف عناصر ومكونات الشبكة
الإفتراضيات	Defaults	تحرير الخصائص الإفتراضية للمشروع
بيانات المعايرة	Calibration Data	إدخال ملق بيانات المعايرة للمشروع
خيارات التحليل	Option Data	تحرير خيارات التحليل الهيدروليكي
تشغيل التحليل	Analysis Data	تشغيل المحاكاة

5. قائمة تقرير (Report Menu):

جدول رقم (2-6): القوائم الموجودة في قائمة تقرير (Report) ووظائفها

الأوامر (Command)		الوظيفة (Description)
تقرير كامل	Full	تقرير كامل عن النتائج المحسوبة في كل العقد والخطوط في كل الفترات الزمنية،وتخزن في ملف نصي بسيط
مخطط	Graphic	إنشاء مخططات عامة أو كتورية للعناصر المحددة
جدول	Table	إنشاء جدول للمخططات الموجودة في العقد أو الخطوط
خيارات	Option	التحكم بنموذج التقرير أو المخطط أو الجدول

7. قائمة نافذة (Window Menu):

جدول رقم (2-7): القوائم الموجودة في قائمة نافذة (Window) ووظائفها

الأوامر (Command)		الوظيفة (Description)
تنظيم	Arrange	تنظيم النوافذ المنشأة للتوافق مع النافذة الأساسية
إغلاق الكل	Close All	إغلاق كل النوافذ

2.2.4.2 أشرطة الأدوات (Tool bars):

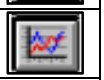
في الغالب يكون شريط الأدوات عبارة عن اختصارات للعمليات الأكثر إستخداماً في البرنامج. إذا لم تكن موجودة هذه الأشرطة يمكن إظهارها من (View>>tool bars).

لدينا في الـ Epanet شريطي أدوات هما:

1. شريط الأدوات القياسي (Standard Tool bar):

شكل رقم (2-18): يوضح شريط الأدوات القياسي (Standard Tool bar)

جدول رقم (2-8): القوائم الأيقونات الموجودة في شريط الأدوات القياسي ووظائفها وموقعها

الأيقونة	الوظيفة (Description)	موقعها في شريط القوائم
	إنشاء ملف جديد	File>>New
	فتح ملف موجود	File>>Open
	حفظ الملف الحالي	File>>Save
	طباعة النافذة النشطة	File>>Print
	نسخ الخريطة إلي ملف	Edit>>Copy To
	حذف العنصر المحدد	
	إيجاد عناصر خاصة في الخريطة	View>>Find
	تشغيل المحاكاة	Project>>Run Analysis
	البحث عن عناصر في الخريطة تطابق معايير محددة	View>>Query
	إنشاء مخطط للنتائج	Report>>Graph
	إنشاء جدول للنتائج	Report>>Table
	خيارات إظهار العناصر في الخريطة	View>>Option

2. شريط أدوات الخريطة (Map Tool bar):

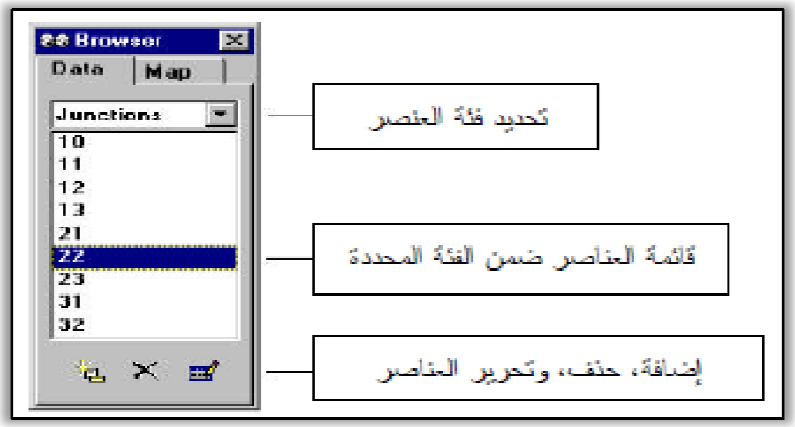
شكل رقم (2-19): يوضح شريط أدوات الخريطة (Map Tool bar)

جدول رقم (2–9): القوائم الأيقونات الموجودة في شريط أدوات الخريطة ووظائفها وموقعها

الأيقونة	الوظيفة (Description)	موقعها في شريط القوائم
	تحديد عنصر من الخريطة	Edit>>Select Object
	تحديد مساحة معينة علي الخريطة	Edit>>Select Region
	تحريك الخريطة	View>>Pan
	تكبير الخريطة	View>>Zoom In
	تصغير الخريطة	View>>Zoom Out
	إظهار الخريطة ضمن الشاشة بكامل إبعادها	View>>Full Extent
	إضافة وصلة إلي الخريطة	**لا يوجد اختصارات لهذه العناصر في شريط القوائم**
	إضافة خزان مصدر إلي الخريطة	
	إضافة خزان مستقبل إلي الخريطة	
	إضافة أنبوب إلي الخريطة	
	إضافة مضخة إلي الخريطة	
	إضافة صمام إلي الخريطة	
	كتابة عناوين ضمن الخريطة	

3.2.4.2 مُستعرض البيانات (Data Browser):

يتم فيه إظهار العناصر الموجودة في الشبكة بترميز معين يشير إلي هذه العناصر ألتي تصنف ضمن فئات (عقد، أنابيب، ...) ، ويمكن أيضاً من خلال هذا المُستعرض إضافة عناصر أو حذفها أو تحرير خصائصها.ويمكن إظهار تفاصيله في الشكل التالي:



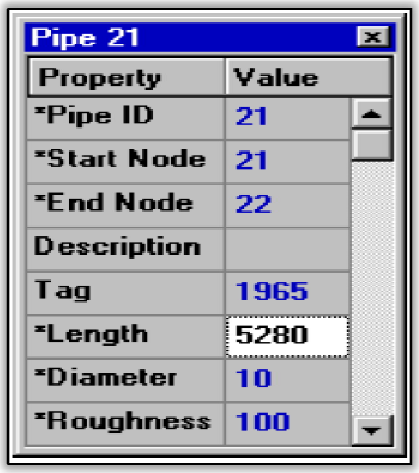
شكل رقم (2-20): يوضح مُستعرض البيانات(Data Browser)

4.2.4.2 مُحرر الخصائص(Property Editor):

يستخدم لتحرير خصائص العناصر الموجودة في الشبكة، ويمكن الحصول عليه من خلال النقر مرتين علي العنصر المطلوب، أو باستخدام الزر الأيمن للماوس بإختيار خصائص (Properties)من القائمة التي تظهر،أو من خلال مستعرض البيانات بتحديد العنصر ومن ثم النقر علي أيقونة تحرير .

الخاصية المطلوب إدخال قيمتها بشكل إجباري يكون إلي جانبها علامة نجمية مثلاً (Pipe* ID)، وأن الخلايا التي يكون لونها أصفر ويوجد بداخلها عبارة (#N/A) هي عبارة عن الخلايا التي يقوم البرنامج بحساب محتوياتها ولا يمكن إدخال قيم فيها، ونحصل علي قيمها بعد القيام بتشغيل (Run) البرنامج.

الشكل(2-5) يوضح محرر الخصائص لأحد الأنابيب حيث يتضمن: ترميز الأنبوب،عقدة البداية،عقدة النهاية طول وقطر الأنبوب وخشونته.... وغيرها من الخصائص.



شكل رقم (2-21): يوضح مُحرر الخصائص (Property Editor)

5.2.4.2 نماذج عناصر الشبكة في EPANET:

يحتوي علي العديد من العناصر الفيزيائية التي تظهر علي خريطة الشبكة، وعلى العديد من العناصر غير الفيزيائية ألتي لا تظهر علي الشبكة وألتي تتضمن معلومات التصميم وخصائص العناصر الفيزيائية والعمليات المنفذة على عناصر الشبكة وغيرها.

1) العناصر الفيزيائية (Physical objects):

وتشتمل علي الأتي:

a) الوصلات (Junctions):

وهي عبارة عن نقاط إلقاء الأنابيب مع بعضها، حيث يدخل ويخرج الماء عندها، وهي تمثل على الشبكة علي شكل دوائر مصمتة، ويمكن إضافتها من خلال الأيقونة .

ومن أجل رسم الشبكة بشكلها الصحيح وتخطيطها يجب إدخال بعض البيانات الضرورية للوصلات ضمن خصائصها، مثل ارتفاعها فوق مستوى قياسي معين (Elevation)، والطلب المائي فيها (demands Base)، وغيرها من الخصائص الضرورية الموضحة في جدول (2-11). أما النتائج الأساسية التي يمكن الحصول عليها فهي عبارة عن الضاغط الكلي (Total Head)، والتدفق الموافق (Actual Demand).

بالإضافة لذلك يمكن أن نُعبر عن الوصلات عن نقطات (Emitters)، أو مرشات (Sprinklers)فيما لو أدخل ضمن خصائص هذه العقدة معامل النقاطة أو المرش، فيصبح التدفق فيها مرتبطاً بالضاغط المطبق.

جدول رقم (2-01): الخصائص المدخلة للوصلات

الخصائص		والوصف
ترميز الوصلة ID	Junction ID	تستخدم للتمييز بين الوصلات برموزها
إحداثيات X	X-coordinate	الموقع الأفقي للوصلة علي الخريطة (m, ft)
إحداثيات Y	Y-coordinate	الموقع العمودي للوصلة علي الخريطة (m, ft)
الوصف	Description	نص غير إلزامي يصف المعلومات الهامة حول هذه الوصلة
الارتفاع	Elevation	يقاس ب(m, ft)،للمقارنة بين إرتفاعات الوصلات وذلك من أجل حساب الضغط
الطلب الأساسي	Base Demand	وهو عبارة عن معدل الطلب النظري للماء من الوصلة، يقاس بوحدات التدفق، القيمة السالبة تشير إلي أن الماء يخرج من هذه الوصلة
معامل النقاط	Emitter Coefficient	معامل التدفق للنقاطات C لحساب تدفق النقاط اعتمادا علي ضاغطه

b) الخزان المصدر (المصدر المائي) (Reservoir):

يمكن أن يكون بحيرات أو أنهار أوغير ذلك، والمدخلات الأساسية للمصدر المائي موضحة في جدول (2-12)، ومن أهمها الضاغط الكلي الذي يمثل ارتفاع سطح الماء في الخزان مضافاً إلى الارتفاع الطبوغرافي للخزان، ولا يوجد أي نتائج بالنسبة للمصدر المائي.

جدول رقم (2-11): الخصائص المدخلة للخزان المصدر

الخصائص		والوصف
ترميز الخزان ID	Reservoir ID	تستخدم للتمييز بين الخزانات برموزها
إحداثيات X	X-coordinate	الموقع الأفقي للخزان علي الخريطة (m, ft)
إحداثيات Y	Y-coordinate	الموقع العمودي للخزان علي الخريطة (m, ft)
الوصف	Description	نص غير إلزامي يصف المعلومات الهامة حول هذا الخزان
الضاغط الكلي	Total Head	الضاغط الهيدروليكي (إرتفاع الخزان+إرتفاع الماء)

c) الخزان المستقبل (Tank):

هو عبارة عقدة لها قدرة تخزين الماء، حيث يتغير حجم الماء المخزن خلال فترة المحاكاة التي نجريها. والمدخلات الأساسية للخزان هي ارتفاع القاعدة، القطر، المستوى الأعظمي والأصغري للماء. أما النواتج الأساسية المحسوبة مع الوقت فهي الضاغط الهيدروليكي ونوعية الماء.

كما يقوم تلقائياً بإيقاف التدفق الخارج من الخزان المستقبل عنما يكون مستوى الماء فيه في حدوده الدنيا ، كما يتوقف التدفق الداخل إليه إذا كان مستوى الماء فيه في حدوده العليا.

d) النقاطات (Emitters):

هي أدوات مرتبطة مع الوصلات، حيث يخرج التدفق من الفوهات أو الثقوب إلي الوسط المحيط. ويكون التدفق خلال النقاطات تابع لضاغط المتاح في الوصلة حسب العلاقة التالية:

حيث:

q ≡ التدفق (وحدة التدفق).

C ≡ معامل النقاط (وحدات التدفق والضاغطّ).

H ≡ الضاغط المطبق (وحدة الضاغط).

y ≡ أس النقاط.

e) الأنابيب (Pipes):

هي وصلات تقوم بنقل الماء من نقطة لأخرى في الشبكة. وتمثل في الشبكة علي شكل خطوط، حيث يتم رسمها بالنقر علي الأيقونة وبتحديد عقدة البداية والنهاية ووصل الخط بينهما في الاتجاه الذي نريده. أو باستخدام المستعرض باختيار الفئة (Pipes) والنقر علي زر الإضافة وتحديد عقدة البداية والنهاية من ضمن خصائص الأنبوب.

يقوم البرنامج بافتراض أن الأنابيب ممتلئة طيلة الوقت. اتجاه التدفق يتحدد ابتداء من الضاغط الهيدروليكي الأعلى وانتهاء عند الضاغط الهيدروليكي المنخفض.

المدخلات الهيدروليكية الأساسية للأنابيب هي: ترميز عقدة البداية والنهاية، القطر، الطول، معامل الخشونة (لتحديد فواقد الضغط) ، الحالة (مفتوح، مغلق، يحتوي علي صمام) كما في جدول (2-13).

النتائج المحسوبة للأنابيب تتضمن: مقدار التدفق، السرعة، الفاقد في الضاغط، حساب معامل احتكاك (دارسي–ويسباخ).

جدول (2–12): الخصائص المدخلة للأنابيب

الخصائص		والوصف
ترميز الأنبوب ID	Pipe ID	تستخدم للتمييز بين الأنابيب برموزها
عقدة البداية	Start Node	ID للعقدة حيث يبدأ الأنبوب
عقدة النهاية	End Node	ID للعقدة حيث ينتهي الأنبوب
الوصف	Discretion	نص غير إلزامي يصف المعلومات الهامة حول هذا الأنبوب
الطول	Length	الطول الحقيقي للأنبوب (m, ft)
القطر	Diameter	قطر الأنبوب (mm, inch)
الخشونة	Roughness	معامل الخشونة للأنبوب
معامل الضياع	Loss Coefficient	معامل الضياعات في الثانوية في الأكواع ووصلات T
الحالة الابتدائية	Initial Status	لتحديد حالة الأنبوب مفتوح، مغلق، يوجد فيه صمام

f) المضخات (Pumps):

وهي عبارة عن الآلة التي تقوم الطاقة إلي المائع لرفع ضغطه الهيدروليكي للحصول علي ضغوط التشغيل المطلوبة.

المدخلات الأساسية للمضخة موضحة في جدول (2–14)، حيث يشير منحنى المضخة (Curve pump) إلي ترميز المنحنى الذي تستعمل المضخة وفقه (العلاقة بين الضاغط والتدفق الذي يمكن للمضخة أن تولده). أما المخرجات الأساسية فهي التدفق والضاغط الناتج.

جدول (2–13): الخصائص المدخلة للأنابيب

الخصائص		والوصف
ترميز المضخة	Pump ID	تستخدم للتمييز بين المضخات برموزها
عقدة البداية	Start Node	ID للعقدة حيث تبدأ المضخة
عقدة النهاية	End Node	ID للعقدة حيث ينتهي المضخة

الوصف	Discretion	نص غير إلزامي يصف المعلومات الهامة حول هذه المضخة
منحنى المضخة	Pump Curve	ID لمنحنى المضخة

g) الصمامات (Valves):

وهي عبارة عن أجهزة تقوم بتحديد التدفق أو الضغط في نقاط معينة من الشبكة، وأهم المدخلات التي تعرف بها الصمامات من ضمن خصائصها موضحة في جدول (2-16)، كما يحتوي جدول (2-15) على أنواع الصمامات.

جدول رقم (2-14):أنواع الصمامات وخصائصها

نوع الصمام		الخصائص المطلوبة للتعريف
صمام خافض الضغط	PRV	الفقد في الضاغط(m, psi)
صمام يحافظ علي الضغط	PSV	الفقد في الضاغط(m, psi)
صمام مكسر للضغط	PBV	الفقد في الضاغط(m, psi)
صمام التحكم بالتدفق	FCV	التدفق (وحدات التدفق)
صمام التحكم بالاختناق	TCV	معامل الضياعات
صمام متعدد الاستخدام	GPV	رمز منحنى ضياع الضاغط المرابط بالتدفق

جدول (2-15): الخصائص المدخلة للصمامات

الخصائص		والوصف
ترميز الصمام	Valve ID	تستخدم للتمييز بين الصمامات برموزها
عقدة البداية	Start Node	ID لعقدة دخول الماء للصمام، فقط نوعين من الصمامات يسمحان بإتجاه واحد للتدفق هما (PRV, PSV)
عقدة النهاية	End Node	ID لعقدة خروج الماء من الصمام
الوصف	Discretion	نص غير إلزامي يصف المعلومات الهامة حول هذا الصمام
القطر	Diameter	قطر الصمام (mm, inch)
الإعدادات	Setting	لتحديد المنحني الذي يعمل وفقه الصمام (منحنى يربط بين التدفق والضياعات الموضعية)
معامل الضياع	Loss	لتحديد قيمة الضياعات بالاعتماد علي هذا المعامل دون الخارجة إلي

	Coefficient	منحنى
الحالة الثابتة	Fixed Status	لتحديد حالة الصمام عند التشغيل، مفتوح أو مغلقا و نصف مفتوح

2) العناصر غير الفيزيائية (Non-physical objects):

بالإضافة للمكونات الفيزيائية يقوم البرنامج بإستخدام ثلاثة عناصر غير ظاهرة يستفاد منها في تشغيل العناصر الفيزيائية، وهي المنحنيات والنماذج والتحكم.

a) المنحنيات (Curves):

وهي عبارة عن الأدوات التي تحتوي علي بيانات مزدوجة (ثنائية) لتمثل العلاقة بين نوعين من المقادير أو أكثر.

من أهـــم المـــــنحنيات:

أ. منحنى المضخة (Pump curve):

وهذا المنحنى الذي يمثل العلاقة بين الضاغط والتدفق الذي يمكن للمضخة أن تولده بشكل نظري عند إعدادات سرعة معينة. الضاغط هو ذلك الضاغط المكتسب والمنقول الي الماء بواسطة المضخة ويكون مرسوم علي المحور العمودي للمنحنى (Y)ويقاس بالقدم أو المتر. أما مستوى التدفق فيرسم علي المحور الأفقي (X) ويقاس بوحدات التدفق. ومنحنى المضخة الصحيح ويكون فيه الضاغط متناقص تدريجياً مع زيادة التدفق.

ب. منحنى الضياعات (Head loss curve):

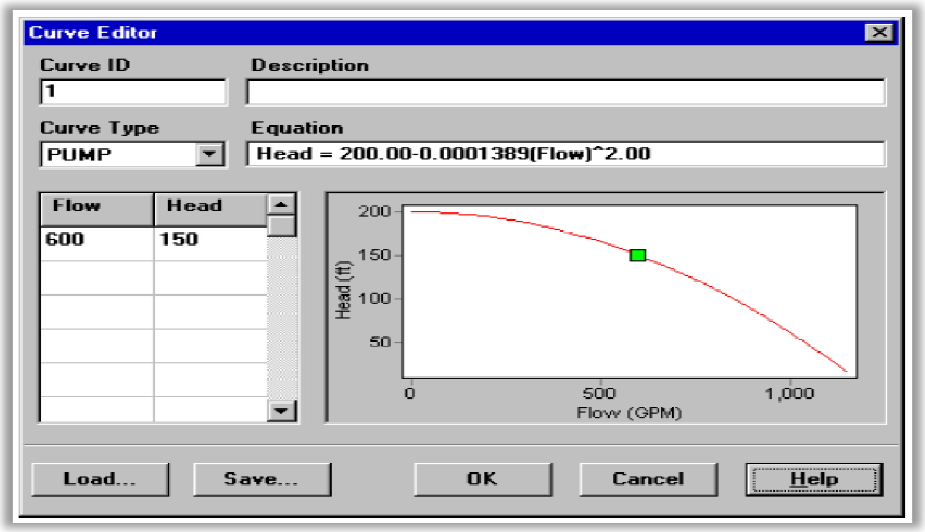
يستخدم لوصف الضياعات بشكل بياني ، حيث يقاس المحور (Y) بالقدم أو المتر، والمحور (X) بوحدات التدفق. ويمكن اعتباره منحنى تشغيل للصمامات.

ت. منحني الكفاءة (Efficiency curve).

ث. منحنى الحجم (Size curve).

لكي نستطيع إضافة منحنى إلي الشبكة نذهب إلي المستعرض نختار من ضمن قوائمه منحنيات(Curves) ثم ننقر علي زر الإضافة فيظهر(ID) للمنحنى ننقر عليه مرتين فتظهر نافذة كما في الشكل (2-6)، حيث تتألف هذه النافذة من: ترميز المنحنى (Curve ID) لتحدد له رمز هذا المنحنى لتمييزه عن غيره من المنحنيات، ونوع المنحنى (Curve Type)الذي نريده، سواء مضخة (Pump) أو حجم (Volume)أو كفاءة (Efficiency) أو ضياعات (Head Loss)، وأيضاً وصف

هذا المنحنى (Description)، والمعادلة التي تربط بين المتحولين (Equation). فلو اخترنا المضخة مثلاً (Pump)، لرسم منحني تدفق هذه المضخة والضاغط الذي يعمل عليه، يقوم البرنامج بشكل تلقائي برسم هذا المنحنى وفق المعادلة التي يفرضها البرنامج بشكل تلقائي.



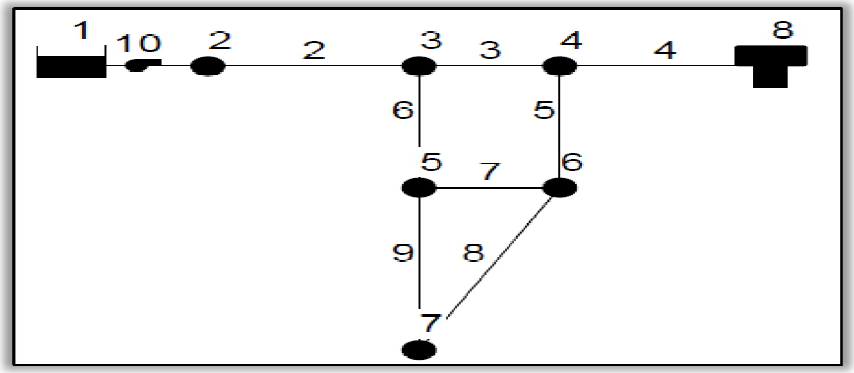
شكل رقم (2-22): يوضح منحنى المضخة

3.4.2 كيف نرسم شبكة توزيع المياه (to draw water distribution network How):

تزودنا خريطة الشبكة برسم بياني تخطيطي لمشروع الذي يمثل شبكة توزيع المياه، لكن موقع هذا المشروع والمسافات بين عناصره ليس من الضروري أن تكون مطابقة للمقياس الفعلي الحقيقي بشكل ظاهري، حيث يمكننا تحرير هذه الأبعاد من خلال خصائص هذه العناصر لتتطابق مع المقياس الحقيقي، كما يمكن إضافة عدد لامحدود من العناصر إلي هذه الخريطة وتحرير خصائصها وحذفها وكذلك تعديل مكانها إذا أردنا ذلك. يمكن رسم شبكة توزيع المياه باستخدام الماوس والأزرار الموجودة في شريط أدوات الخريطة.

في البداية يجب أن نضيف المصدر المائي الخزان المصدر (Reservoir) بالضغط علي الإيقونة الخاصة به، ثم نضغط بالماوس ضمن نافذة العمل في الموقع الذي اخترناه لهذا العنصر، وبعدها نقوم بإضافة وصلة(Junction)بالضغط علي أيقونة الوصلة ، وننقر بالماوس علي موقع الوصلة المختارة علي الخريطة، ونضيف للخريطة عدد من الوصلات حسب حجم الشبكة المطلوب. ومن ثم نضيف الخزان المستقبل (Tank) ، بنفس الخطوات السابقة وأخيراً نضيف الأنابيب(pipes) بالضغط علي أيقونة الأنبوب .

ولنفرض أننا سنرسم الأنبوب الواصل بين الوصلتين (1-2)، ننقر بالماوس علي الوصلة (1)، لنحدد بداية الأنبوب، ثم علي الوصلة الثانية (2) ليظهر لدينا الأنبوب الواصل بين هاتين الوصلتين، وبنفس الطريقة للأنابيب الواصلة بين جميع الوصلات. وأخيراً يجب إضافة المضخة بالضغط علي أيقونة المضخة ، وبالنقر بالماوس علي الوصلة (1) ثم علي الوصلة (2) (المضخة موضوعة بين الوصلتين (1) و(2))،ليظهر الشكل (2-8) موضحاً الوصلات والأنابيب والخزانات والمضخة.



شكل رقم (2-23): يوضح خريطة لشبكة الأنابيب

الفصل الثالث

طرق ومواد البحث

3-1 موقع الدراسة :

تقع منطقة أم دوم في شرق النيل وتبعد 35 كيلو متراً شرق الخرطوم بين خطي عرض 4 – 10 شرق و 32 – 32 (درجة) ، أجريت الدراسة بمزرعة أم دوم التابعة للشركة العربية للإنتاج الزراعي والحيواني لزراعة القمح بإستخدام جهاز الري المحوري الذي تجرى عليه الدراسة التصميمية والتشغيلية ، وتبلغ مساحة مزرعة أم دوم 61.43 هكتاراً كما تم تجميع البيانات من شركة فال (الشركة الأولى لتقديم خدمات الري المحوري بالسودان) من موقع الشركة بمنطقة شرق النيل في بحري ومن شركة دال بمنطقة العيلفون.

3-2 تجميع البيانات:

أخذت البيانات لهذا النظام من منطقة أم دوم وهي بيانات ومواصفات الجهاز الذي يعمل لري المساحة في أم دوم ، وهنالك بيانات وايضا بيانات د/ حسين بن محمد الغباري ، وتم إدراج كل هذه البيانات في الجداول الآتية :

جدول (3-1) يوضح بيانات النموذج

الاسم	التميز	الرمز	القيمة
المساحة المروية	Ha	Ai	36.31
الاحتياج المائي للمحصول	mm/day	Etc	12
زمن الري الكلي	Hr	Ti	84
اقصي عمق يخرج من جهاز الري	mm/rev	dg max	22
كفاءة الري		Ea	75%
عدد الابراج	tower	Nt	6
المسافة بين الابراج	m	St	55
نصف قطر الرشاش الاخير	M	Ra	-

بعد الرشاش من المحور	M	r	10
عمق الماء الصافي	mm	Dn	60
الضغط في نهاية الخط	Kpa	He	275
معامل هيزن ويليامز		CHw	120
كفاءة المضخة		Ep	80%
ارتفاع الرشاشات من سطح الارض	M	Hr	1.5
فرق المنسوب		ΔHz	0
طول الكابولي	M	Lo	10
قطر الخط	Mm	D	245
نصف قطر دائرة البلل للرشاش المدفعي	M	Rag	20

جدول (3-2) يوضح بيانات جهاز الري المحوري بمنطقة أم دوم

الاسم	التميز	الرمز	القيمة
المساحة المروية	Ha	Ai	61.43
الاحتياج المائي للمحصول	mm/day	Etc	9
زمن الري الكلي	Hr	Ti	162
اقصي عمق يخرج من جهاز الري	mm/rev	dg max	40
كفاءة الري		Ea	72%
عدد الابراج	tower	Nt	8
المسافة بين الابراج	m	St	41.6
نصف قطر الرشاش الاخير	M	Ra	4.2
بعد الرشاش من المحور	M	r	4
عمق الماء الصافي	mm	Dn	12
الضغط في نهاية الخط	Kpa	He	20
معامل هيزن ويليامز		CHw	120
كفاءة المضخة		Ep	77%
ارتفاع الرشاشات من سطح الارض	M	Hr	2
فرق المنسوب	M	ΔHz	0
طول الكابولي	M	Lo	-
قطر الخط	Mm	d	203
نصف قطر دائرة البلل للرشاش المدفعي	M	rag	-

3.3 تحليل البيانات :

لتحليل البيانات التي أخذت لمرجع د/ حسين الغباري ومشروع أم دوم تم إستخدام الإحصاء الوصفي لترتيب النتائج ووضع المقارنات وتوضيح الفروقات في جداول وأشكال لتسهيل مناقشتها لإستخلاص النتائج منها .

الفصل الرابع

بناء النموذج الرياضي

4-1 أسس التصميم :

الري مجملاً هو محاولة من الإنسان لتعديل وتغيير دورة حركة الماء في الطبيعة بغرض زيادة الإنتاج الزراعي ، تدخل تخصصات وعلوم التربة وعلوم المحاصيل والاجتماع والإدارة والهيدروليكا والهيدرولوجي والتحليل الاقتصادي مجتمعة في تصميم نظام الري .

وعند تصميم نظام الري يجب إتباع الخطوات التالية :

1. تحديد حجم المشكلة التي يهدف التصميم لعلاجها فعلياً على الطبيعة ويتطلب هذا تحديد الأهداف التي يمكن أن يحققها نظام الري المراد تصميمه .. هل هي أهداف اقتصادية أم إستراتيجية أم سياسية ؟ . وما هي المؤثرات الكمية التي تحدد مدى تحقق أهداف نظام الري ؟ .
2. تجميع المعلومات والبيانات ويمثل أكثر المهام التي تستغرق وقتاً من مهندس التصميم ولأن أنظمة الري تعمل في ظروف الطبيعة المتغيرة يتطلب التصميم السليم توفير معلومات عن خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والطبوغرافية كذلك خواص ماء الري الكيميائية من مصدر الإمداد وعوامل المناخ والاستجابة المتوقعة من النبات عند ريه إلى جانب التكاليف والمنافع الاقتصادية لمفردات نظام الري فضلاً عن الآثار الاجتماعية له .

   لا بد من تقدير الزمن والطاقة اللازمة فعلاً لتجميع البيانات ولا بد من الموازنة بين تكاليف توفير معلومات دقيقة ودقة التصميم المطلوبة إذ كلما زادت دقة المعلومات زاد زمن وتكاليف جمع المعلومات ولكن تزداد دقة التصميم .
3. اختيار نظام الري : انطلاقا من البيانات التي تم جمعها يتم اختيار نظام الري الذي يحقق الأهداف التي يتم تحديدها مسبقاً ، وهنالك عدة شروط لا بد من مراعاتها عند اختيار نظام الري والتصميم المناسب له ، كما أنه قد تشترك عدة خيارات كبدائل متاحة وعند ذلك يكون الفيصل في تحديد الخيار المناسب العامل الاقتصادي ، أيضاً هناك وسائل عديدة وطرق رياضية لتحديد الخيار المناسب ، وفي كل الأحوال تؤثر خبرة المصمم ومقدراته من تحديد الخيار النهائي .

4. جودة التصميم وملائمته : مع تقدم أجهزة الحاسوب يمكن الحصول على دقة عالية في التصميم ولكن ليس المطلوب دقة الأرقام والحساب بل ملائمة التصميم وإيفائه بالأهداف المرجوة ولهذا تعتمد جودة التصميم على دقة البيانات المستخدمة كمدخلات للتصميم وعلى ملائمة الحل النهائي .

ملائمة التصميم تتطلب الموازنة بين العوامل الفنية (لتسرب بطئ في التربة الطينية مثلاً) والعوامل التي تتأثر بالنواحي الاجتماعية (مواقيت الريات وزمن إضافة الماء في الرية الواحدة) للوصول إلى هذه الموازنة ربما يحتاج المصمم لزمن أطول ولكن ذلك أكثر منفعة بدلاً عن تحديد تصميم دقيق فنياً ولكن لا يعمل تطبيقياً بواسطة المزارعين .

4-2 مدخلات التصميم:

لكل نظام ري مدخلات ضرورية لنجاح التصميم وتختلف بإختلاف نظام الري وهي في مجملها تتعلق بالآتي :

[التصرف – ميل التربة – معدل التسرب – معدل خشونة التربة – نوع المحصول – احتياجاته المائية – نظام تشغيل القنوات – مساحة الحقل وطوله – المسافة بين النباتات – برمجة الري ومواعيده – مساحة مقطع مجاري المياه – معدل الرشح – نفاذية التربة – عوامل التشغيل (أيام الري في الأسبوع وساعات الري في اليوم) .

4-3 التصميم الابتدائي :

يشمل المعلومات والخطوات الضرورية لعمل التصميم الابتدائي والإعدادي كمرحلة تمهيدية للدخول في التصميم النهائي :

1. اختيار المحصول أو المحاصيل المبرج زراعتها .
2. تحديد المتطلبات المائية لهذه المحاصيل لكل فترة ومرحلة من مراحل النمو ولكل محصول على حدة ، ويتطلب هذا تحديد معامل المحصول وكمية التبخر والنتح ومعدلات الأمطار الفعالة بإحتمالات حدوث عالية وتحديد مساحة الأرض .
3. تحديد نظام تشغيل نظام الري حسب الطلب (ري مستمر – ري بالمناوبة) .
4. حساب سعة النظام في المزرعة ويشمل ذلك تحديد ساعات التشغيل في اليوم وأيام التشغيل في الأسبوع .

5. معرفة مصدر إمداد المياه من حيث كمية الماء المتوفر ومقدار الإمداد في كل شهر ونوعية المياه ومعدل تصرف المياه وانسيابها وكمن إمداد المياه وإمكانية تخزين المياه داخل وخارج المزرعة والطاقة المطلوبة لتوفير إمداد المياه .
6. تحديد خواص منطقة الجذور وسعة القطاع في تخزين الماء في منطقة الجذور الفعالة ومن ثم تحديد السعة الحقلية للتربة ودرجة الذبول الدائم والحد المسموح به لخفض رطوبة التربة بواسطة امتصاص المحاصيل وبالتالي تحديد كمية الماء الكلية المتاحة وكمية الماء المتاحة بيسر .
7. تحديد فترات الري المفيدة مع اعتبار تأثير المطر الفعال لتقليل عدد الريات .
8. عمل خريطة تضاريس وطبوغرافية المزرعة وميل الأرض وإيجاد المساحات والأشكال الهندسية للحقول .
9. تحديد معدل تسرب وتخلل الماء في التربة ومعامل نفاذية التربة .

4-4 التصميم التفصيلي :

إذا ما تم تحديد نظام ري معين يكون الانتقال لمرحلة التصميم التفصيلي ، تختلف البيانات والمعلومات الواجب توافرها كمدخلات للتصميم التفصيلي وكذلك الخطوات الواجب إتباعها باختلاف نظام الري الذي قد تم اختياره لتحقيق الأهداف المراد الوصول إليها .

4-5 خطوات تصميم نظام الري المحوري :

خطوات التصميم كما مبين في المخطط الانسيابي (4-) وتشمل :

1/ إيجاد التصرف الكلي للنظام المحوري :

أ) في حالة عدم وجود رشاش مدفع :

$$(1)\quad Qs = \frac{\pi R^2 \times Etc \times II}{Ti \times Ea}$$

$$(2)\quad Qs = \frac{\pi R^2 \times Dg}{Ti}$$

$$Dn = Etc \times II$$

$$Dg = Dn$$

حيث أن :

Qs = التصرف الكلي للنظام (L/S)

Etc = الإستهلاك المائي اليومي للمحصول

Ii = الفترة بين الريات

Ti = زمن الري

Ea = كفاءة الإضافة للماء

Dg = عمق الماء المضاف

Dn = عمق الماء الصافي

ب) في حالة وجود رشاش مدفعي :

$$Qt = Qs\left(\frac{Rg}{R}\right)^2$$

حيث أن :

Qt = التصرف الكلي للنظام (L/S)

Rg = نصف قطر المساحة المبللة الناتجة من إستخدام الرشاش المدفعي

حساب تصرف الرشاش المدفعي :

$$Qg = Qt\ 1 - \left(\frac{L^2}{Rg^2}\right)$$

حيث أن :

Qg = تصرف الرشاش المدفعي (L/S)

L = طول الخط الفرعي المركب في نهاية الرشاش المدفعي

2/ حساب المساحة المروية الكلية للنظام المحوري :

أ) في حالة عدم وجود رشاش مدفعي :

$$Ai = 3.14 \times R^2$$

حيث أن :

Ai = المساحة المروية الكلية للنظام (189) هكتاراً

ب) في حالة وجود رشاش مدفعي في نهاية خط الرش :

$$At = Ai + 4Ag$$

حيث أن :

Ag = المساحة المروية بواسطة الرشاش المدفعي في الركن الواحد (ha)

At = المساحة المروية الكلية للنظام في حالة وجود رشاش مدفعي (ha)

حساب المساحة المروية للرشاش المدفعي :

$$Ag = \frac{\pi \, Ø^{0}}{90^{0}} \times \frac{\pi \, (R^{2}g - R^{2})}{4 \times 10000}$$

$$Ø^{0} = 90^{0} - 2\cos^{-1}\left(\frac{R}{Rg}\right)$$

حيث أن :

$Ø^{0}$ ≡ زاوية البلل للمساحة المروية نتيجة الرشاش المدفعي

3/ إيجاد التصرف عند أي نقطة داخل الخط الفرعي وأي رشاش على الخط :

أولاً : التصرف داخل الخط :

أ) في حالة عدم وجود رشاش مدفعي :

$$Qr = Qs\left(1 - \frac{R^{2}}{Rg}\right)$$

ب) في حالة وجود رشاش مدفعي :

$$Qr = Qt\left(1 - \frac{R^{2}}{Rg}\right)$$

ثانياً : تصرف أي رشاش على الخط الفرعي :

أ) باللنسبة للرشاشات التي على مسافات متساوية :

$$Qsp = \frac{2R \times Ss \times Qs}{R^{2}}$$

ب) بالنسبة للرشاشات التي على مسافات غير متساوية :

$$Qsp = \frac{Qs}{R^{2}}\left[R(s_1 + s_2) - (s_1{}^{2} - s_2{}^{2})\right]$$

حيث أن :

Qsp ≡ تصرف الرشاش الذي يبعد مسافة (r) عن المحور (L/S)

Ss ≡المسافات بين الرشاشات على الخط الفرعي (m)

S_1 ≡ بعد المسافة بين الرشاش والرشاش الذي قبله في الترتيب (m)

S_2 ≡ بعد المسافة بين الرشاش والرشاش الذي بعده في الترتيب (m)

4/ إيجاد المساحة المروية من أي رشاش على الخط الفرعي وضغط التشغيل له :

1/ المساحة المروية من أي رشاش على الخط :

أ) بالنسبة للرشاشات التي على مسافات غير متساوية على الخط :

$$Asp = 2\,\pi\, r\left(\frac{(s_1 + s_2)}{2}\right)$$

ب) للرشاشات التي على مسافات متساوية على طول الخط :

$$Asp = 2\,\pi\, r\, s_2$$

2/ ضغط أي رشاش على الخط الفرعي :

$$(1)\quad Hsp = Hf\left(1 - 1.875\,(x - \frac{2x^3}{3} + \frac{x^5}{5})\right) + He$$

$$(2)\quad Hsp = Hv - 1.875\,Hf\left(x - \frac{2x^3}{3} + \frac{x^5}{5}\right)$$

حيث أن :

Hsp ≡ ضاغط الرشاشالذي يبعد مسافة (r) عن المحور (m)

Hf ≡ فاقد الإحتكاك على طول الخط الفرعي (m)

He ≡ الضاغط عند نهاية الخط الفرعي (m)

X ≡ نسبة بعد الرشاش عن المحور أي نصف قطر دائرة الرش ($X = \frac{r}{R}$)

- **يتم حساب ضغط التشغيل للرشاش Psp بالكيلو باسكال (Psp = 9.81 Hsp)**

5/ إيجاد قطر فوهة الرشاش وقطر دائرة البلل له :

1/ قطر فوهة الرشاش :

$$dsp = 30.46\sqrt{\frac{Qsp}{\sqrt{Psp}}}$$

حيث أن :

Dsp ≡ قطر فوهة الرشاش (mm)

Qsp ≡ تصرف الرشاش (L/S)

Psp ≡ ضغط تشغيل الرشاش (kpa)

2/ قطر دائرة البلل للرشاش :

$$Dw = 2.59 + 0.56\ dsp + 0.023\ Psp$$

حيث أن :

Dw ≡ قطر دائرة البلل للرشاش (m)

6/ إيجاد معدل الإضافة لأي رشاش على الخط الفرعي :

1/ معدل الإضافة للرشاش :

$$Ra = \frac{7200\ r\ Qs}{R^2 \times Dw}$$

حيث أن :

Ra ≡ معدل الإضافة للرشاش

r ≡ بعد الرشاش عن المحور (m)

Qs = التصرف الكلي للرشاش عند بداية الخط الفرعي (L/S)

R ≡ نصف قطر المساحة المروية (m)

Dw ≡ قطر دائرة البلل للرشاش (m)

في حالة وجود رشاش مدفعي يروي الأركان يمكن إيجاد معدل الإضافة للرشاش المدفعي:

$$Rag = \frac{Qg}{Rag^2 \times Ø}$$

حيث أن :

Rag ≡ نصف قطر دائرة الرشاش المدفعي (m)

Ø ≡ زاوية قطاع البلل للرشاش المحوري بالتقدير الدائري

2/ زمن الإضافة أو زمن البلل :

$$Tw = \frac{Dw}{V}$$

$$Tw = \frac{2.78\ Dw \times Dg}{2\ \pi\ r\ Cg}$$

حيث أن :

Tw ≡ زمن البلل لنقطة ما تبعد مسافة r من المحور

$$Cg = \frac{Qs}{A}$$

Cg ≡ سعة النظام الكلية

7/ إيجاد قطر الخط الفرعي :

يمكن إيجاد قطر الخط الفرعي بإتباع الخطوات التالية :

أ) تحدد نسبة الفاقد الكلي المسموح به في الخط hl التي تتراوح بين 25 – 30 % من الضاغط في نهاية الخط

$$hl = (25 - 30)\ \%\ He$$

ب) نحدد فاقد الإحتكاك على طول الخط الفرعي Hf

$$hl = 1.1\ Hf \pm Dh_2$$

ج) نحسب قطر الخط الفرعي d من معادلة هيزن ويليامز

في حالة عدم وجود رشاش مدفعي في نهاية الخط الفرعي :

$$Hf = 1.22 \times 10^{10} \times 0.548 \times L \times \left(\frac{Qs}{CHw}\right)^{1.852} \times d^{-4.87}$$

أما في حالة وجود رشاش مدفعي في نهاية الخط الفرعي :

$$Hf = 1.22 \times 10^{10} \times 0.548 \times Rg \times \frac{Qt}{CHw}^{1.852} \times d^{-4.87}$$

حيث أن :

CHw ≡ معامل هيزن ويليامز للخط الفرعي

د) نختار القطر المناسب والمتوفر في السوق وبناء على القطر المختار نعيد حساب فاقد الإحتكاك الفعلي للقطر المختار .

8/ إيجاد قدرة التشغيل المطلوبة :

يمكن حساب القدرة اللازمة لتشغيل النظام المحوري أولاً بحساب ضاغط التشغيل المطلوب عند قاعدة المحور من المعادلة:

$$Hv = Hc + 1.1\ Hf \pm DH_2 + Hrs + Hr$$

حيث أن :

Hv ≡ ضاغط التشغيل المطلوب عند قاعدة المحور

He ≡ الضاغط المطلوب عند نهاية خط الرش

Hf ≡ فاقد الإحتكاك في خط الرش مضاف إليه 15% من قيمة الفواقد الثانوية

DH2 ≡ الضاغط الناتج من فرق المنسوب سواء كان منسوب الأرض صاعداُ (+) أو هابطاً (−)

Hrs ≡ الضاغط المفقود نتيجة الإحتكاك في منظمات الضغط وتتراوح قيمته بين (3−5) .

Hr ≡ الضاغط الناتج من فرق الإرتفاع بين إرتفاع البرج أو المحور وطول الأنبوب الساقط ويساوي المسافة بين سطح الأرض والرشاش المعلق في الأنبوب الساقط

ويتم حساب قدرة المضخة عند قاعدة المحور

$$Pp = \frac{Hv \times Qt}{102 \times Ep}$$

حيث أن :

Pp ≡ قدرة المضخة اللازمة للجهاز المحوري (kw)

Ep ≡ كفاءة المضخة

Qt ≡ التصرف الكلي المطلوب عند بداية الخط الفرعي (L/S)

Hv ≡ ضاغط التشغيل المطلوب عند قاعدة المحور والناتج من المضخة (m)

9/ البرنامج :

يتطلب تشغيل البرنامج إستخدام برنامج إكسل وذلك لإجراء العمليات الحسابية .

4-6 إفتراضات البرنامج :

في هذا البرنامج :

1- تم إستخدام رشاش مدفعي لري الأركان .
2- إستخدام وسائل إضافة السماد أو المبيدات الحشرية .
3- عدم إعتبار لإستخدام المسافة غير المتساوية بين الرشاشات .
4- وحدات القياس المستخدمة لقياس البيانات هي وحدات النظام العالمي.
5- إستخدام البرنامج لحساب الإقتصاديات والتكاليف .

حالة وجود رشاش مدفعي في نهاية الخط :

جدول (4-1) يوضح الإفتراضات في حالة وجود رشاش مدفعي

Input:				
Etc	12	mm/day		
Dn	60	Mm		
Nt	6			
St	55	M		
Lo	10	M		
Rag	20	M		
Θ	40.76	Deg	0.711683	Red
S1	10	M		
Ss	5	M		
Pe	275	Kpa		
He	28.03262	M		
Hr	1.5	M		
Hl	0.25	from He	7.008155	M
Ti	0.7	from Il		
Ea	0.75			
CHw	120			
Ep	0.8			
r sp50	50	رقم الرشاش		
			الارض افقية والتربة ثقيلةورقم عائلة التسرب0.1	
ΔHz	0			
Dg	22	mm/rev		
Dag	40			
Hrg	3.5	M		

تابع لجدول (4-1) يوضح الإفتراضات في حالة وجود رشاش مدفعي

process:								
II	5	Day						
Ti	3.5	Day	84	Hr				
Dg	80	Mm	0.08	M				
RL	330	M						
L	340	M						
R	340	M						
Rg	360	M						
Ai	363167.8	m2						
Qs	345.8741	m3/hr	96.07614	L/s				
Qt	387.762	m3/hr	107.7117	L/s				
Qg	11.63552	L/s						
Hf	6.37105	M						
d	227.5	Mm	8.956693	In	10	In	254	Mm
Hf act	3.725377	M						
r sp50	255	M						
Qsp 50	7.629576	m3/hr	2.119327	L/s				
X50	0.75							
Hsp50	0.789917	0.210083	28.81526	M				
Psp50	282.6777	Kpa						
dsp50	16.81302	0.126053	0.355039	10.81449	mm			
Ra	53.85583	mm/hr						
Ram	68.57143	mm/hr						
Nrev	3.636364	4						
Dgrev	22	mm/rev						
Trev	23.1	Hr						
V	89.75971	m/hr						
Hv	37.13053	M						
Hp	49.01215	Kw						
Rag	0.040873	147.1438	mm/hr					
Ag	0.498178	Ha	4981.778	m2				
ΔA	5.487026	0.05487						

تابع لجدول (4-1) يوضح الإفتراضات في حالة وجود رشاش مدفعي

out put:		
340	m	نصف قطر المساحة المروية
96.07614	L/s	تصرف النظام بدون تشغيل الرشاش المدفعي
11.63552	L/s	تصرف الرشاش المدفعي
10	in	قطر خط الرش
2.119327	L/s	تصرف الرشاش
282.6777	kpa	ضغط الرشاش
10.81449	mm	قطر الفوهة
68.57143	mm/hr	معدل الاضافة في نهاية الخط
49.01215	kw	قدرة المضخه اللازمه عند المحور
22	mm/rev	العمق المضاف في الدورة الواحدة
3.636364	Rev	عدد الدورات
23.1	hr	زمن الدورة الواحدة
89.75971	m/hr	سرعة الدوران
147.1438	mm/hr	معدل الاضافة للرشاش المدفعي
4981.778	m2	المساحة التي يرويها الرشاش المدفعي عند كل ركن
0.05487		نسبة الزيادة في المساحة المروية نتيجة استخدام الرشاش المدفعي

تابع لجدول (4-1) يوضح الإفتراضات في حالة وجود رشاش مدفعي

No	r(m)	Qsp(L/S)	X	Hsp (m)	Psp (kpa)	dsp (mm)	Dw (m)	Ra(mm/hr)	Tw (hr)	Asp (m2)
1	10	0.083111	0.0294	31.55267	309.5317	2.093546	10.88161	5.49916623	0.12123	314.2857
2	15	0.124666	0.0441	31.45023	308.5268	2.566145	11.12316	8.06962594	0.123921	471.4286
3	20	0.166222	0.0588	31.34806	307.5244	2.96554	11.32376	10.5688897	0.126156	628.5714
4	25	0.207777	0.0735	31.24624	306.5256	3.318273	11.49832	13.0105538	0.128101	785.7143
5	30	0.249333	0.0882	31.14486	305.5311	3.63794	11.65446	15.4034952	0.129841	942.8571
6	35	0.290888	0.1029	31.04401	304.5417	3.932612	11.79672	17.7540279	0.131426	1100
7	40	0.332443	0.1176	30.94377	303.5584	4.207539	11.92807	20.0668948	0.132889	1257.143
8	45	0.373999	0.1324	30.84424	302.582	4.466365	12.05055	22.345796	0.134253	1414.286
9	50	0.415554	0.1471	30.74549	301.6133	4.711738	12.16568	24.5936993	0.135536	1571.429
10	55	0.45711	0.1618	30.64761	300.6531	4.945653	12.27459	26.8130365	0.136749	1728.571

11	60	0.498665	0.1765	30.55069	299.7022	5.169659	12.37816	29.0058328	0.137903	1885.714
12	65	0.540221	0.1912	30.45479	298.7615	5.384982	12.47711	31.1737985	0.139006	2042.857
13	70	0.581776	0.2059	30.36001	297.8317	5.592616	12.572	33.3183927	0.140063	2200
14	75	0.623331	0.2206	30.26642	296.9136	5.793378	12.6633	35.4408725	0.14108	2357.143
15	80	0.664887	0.2353	30.1741	296.0079	5.987946	12.75143	37.5423287	0.142062	2514.286
16	85	0.706442	0.25	30.08312	295.1154	6.176895	12.83672	39.6237141	0.143012	2671.429
17	90	0.747998	0.2647	29.99356	294.2368	6.360712	12.91945	41.6858655	0.143934	2828.571
18	95	0.789553	0.2794	29.90548	293.3728	6.539817	12.99987	43.729522	0.14483	2985.714
19	100	0.831108	0.2941	29.81897	292.5241	6.714572	13.07821	45.7553383	0.145702	3142.857
20	105	0.872664	0.3088	29.73407	291.6912	6.885295	13.15466	47.7638977	0.146554	3300
21	110	0.914219	0.3235	29.65086	290.875	7.052263	13.22939	49.755721	0.147387	3457.143
22	115	0.955775	0.3382	29.5694	290.0759	7.215722	13.30255	51.7312751	0.148202	3614.286
23	120	0.99733	0.3529	29.48976	289.2945	7.375888	13.37427	53.6909799	0.149001	3771.429
24	125	1.038886	0.3676	29.41197	288.5315	7.532957	13.44468	55.6352143	0.149785	3928.571
25	130	1.080441	0.3824	29.33611	287.7873	7.6871	13.51388	57.5643215	0.150556	4085.714
26	135	1.121996	0.3971	29.26223	287.0624	7.838474	13.58198	59.4786131	0.151315	4242.857
27	140	1.163552	0.4118	29.19036	286.3574	7.98722	13.64906	61.3783732	0.152062	4400
28	145	1.205107	0.4265	29.12056	285.6727	8.133465	13.71521	63.263862	0.152799	4557.143
29	150	1.246663	0.4412	29.05286	285.0086	8.277323	13.7805	65.1353185	0.153527	4714.286
30	155	1.288218	0.4559	28.98732	284.3656	8.4189	13.84499	66.9929635	0.154245	4871.429
31	160	1.329774	0.4706	28.92395	283.744	8.558292	13.90875	68.8370017	0.154955	5028.571
32	165	1.371329	0.4853	28.8628	283.1441	8.695586	13.97184	70.6676244	0.155658	5185.714
33	170	1.412884	0.5	28.80389	282.5662	8.830864	14.03431	72.4850109	0.156354	5342.857
34	175	1.45444	0.5147	28.74724	282.0105	8.964199	14.09619	74.2893304	0.157044	5500
35	180	1.495995	0.5294	28.69289	281.4772	9.09566	14.15755	76.0807439	0.157727	5657.143
36	185	1.537551	0.5441	28.64083	280.9665	9.22531	14.2184	77.8594056	0.158405	5814.286
37	190	1.579106	0.5588	28.59109	280.4786	9.353209	14.2788	79.6254637	0.159078	5971.429
38	195	1.620662	0.5735	28.54367	280.0134	9.479411	14.33878	81.3790625	0.159746	6128.571
39	200	1.662217	0.5882	28.49857	279.571	9.603969	14.39835	83.1203429	0.16041	6285.714
40	205	1.703772	0.6029	28.4558	279.1514	9.726929	14.45756	84.8494438	0.16107	6442.857
41	210	1.745328	0.6176	28.41535	278.7545	9.848337	14.51642	86.5665028	0.161725	6600
42	215	1.786883	0.6324	28.3772	278.3803	9.968237	14.57496	88.2716573	0.162378	6757.143
43	220	1.828439	0.6471	28.34135	278.0286	10.08667	14.63319	89.9650453	0.163026	6914.286
44	225	1.869994	0.6618	28.30777	277.6992	10.20367	14.69114	91.6468061	0.163672	7071.429
45	230	1.911549	0.6765	28.27644	277.3918	10.31928	14.74881	93.3170813	0.164314	7228.571
46	235	1.953105	0.6912	28.24732	277.1062	10.43353	14.80622	94.9760149	0.164954	7385.714
47	240	1.99466	0.7059	28.22038	276.842	10.54645	14.86338	96.6237548	0.165591	7542.857
48	245	2.036216	0.7206	28.19559	276.5987	10.65809	14.9203	98.2604526	0.166225	7700
49	250	2.077771	0.7353	28.17288	276.376	10.76846	14.97699	99.8862647	0.166856	7857.143
50	255	2.119327	0.75	28.15222	276.1733	10.87761	15.03345	101.501352	0.167485	8014.286

عدم وجود رشاش مدفعي في نهاية الخط :

جدول (4-2) يوضح إفتراضات البرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

Input:

Nt	6			
St	54	M		
Lo	12	M		
S1	12	M		
Ss	6	M		
Pe	250	Kpa		
He	25.4842	M		
Hl	25%	from He	6.37105	M
CHw	140			
Ep	80%			
ΔHz				
dL	8	In	203.2	Mm
Ra	8	M		
Trev	72	Hr		
Dg	65	Mm	0.065	

تابع لجدول (4-2) يوضح إفتراضات البرنامج في حالةعدم وجود رشاش مدفعي

process:				
Rl	324	M		
L	336	M		
R	344	M		
Ai	371763.5	m2		
Qs	335.6198	m3/hr	93.22773	L/S
Hf	6.0934	M		
He	25.4842	M		
Hv	31.5776	M		
v	28.28571	m/hr		

تابع لجدول (4–2) يوضح إفتراضات البرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

output:				
344	m			نصف قطر دائرة الرش
371763.5	m2	37.17635	Ha	المساحة المروية
335.6198	m3/hr	93.22773	L/s	تصرف النظام
6.0934		M		فاقد الاحتكاك
25.4842		m		الضغط عند نهاية الخط
31.5776		M		الضغط عند بداية الخط
28.28571		m/hr		سرعة الدوران
		Hr		زمن الري
				مواصفات الرشاش (50) رشاش علي مسافات متساوية

تابع لجدول (4–2) يوضح افتراضات البرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

	No. Sp	r, (m)	Qsp, (Lit/S)	(qi−q⁻)	X	Hsp,m	Psp, kPa	dsp, mm	Dw, m	Ra, mm/hr	Tw, hr	Asp, m^2
	1	12	0.1	−1.4	0.0	31.2	305.9	2.5	11.0	6.2	0.4	452.571
	2	18	0.2	−1.3	0.1	31.0	303.9	3.0	11.3	9.1	0.4	678.857
	3	24	0.2	−1.3	0.1	30.8	302.0	3.5	11.5	11.9	0.4	905.143
	4	30	0.3	−1.2	0.1	30.6	300.0	3.9	11.7	14.6	0.4	1131.43
	5	36	0.3	−1.2	0.1	30.4	298.1	4.3	11.8	17.2	0.4	1357.71
	6	42	0.4	−1.1	0.1	30.2	296.2	4.6	12.0	19.9	0.4	1584
	7	48	0.5	−1.0	0.1	30.0	294.2	5.0	12.1	22.4	0.4	1810.29
	8	54	0.5	−1.0	0.2	29.8	292.3	5.3	12.3	25.0	0.4	2036.57
	9	60	0.6	−0.9	0.2	29.6	290.4	5.6	12.4	27.5	0.4	2262.86
	10	66	0.6	−0.9	0.2	29.4	288.5	5.8	12.5	30.0	0.4	2489.14
	11	72	0.7	−0.8	0.2	29.2	286.7	6.1	12.6	32.4	0.4	2715.43
	12	78	0.7	−0.8	0.2	29.0	284.8	6.4	12.7	34.8	0.4	2941.71
	13	84	0.8	−0.7	0.2	28.8	282.9	6.6	12.8	37.2	0.5	3168
	14	90	0.9	−0.7	0.3	28.7	281.1	6.9	12.9	39.6	0.5	3394.29
	15	96	0.9	−0.6	0.3	28.5	279.3	7.1	13.0	41.9	0.5	3620.57
	16	102	1.0	−0.5	0.3	28.3	277.5	7.3	13.1	44.2	0.5	3846.86
	17	108	1.0	−0.5	0.3	28.1	275.7	7.6	13.2	46.5	0.5	4073.14
	18	114	1.1	−0.4	0.3	27.9	273.9	7.8	13.2	48.8	0.5	4299.43
	19	120	1.1	−0.4	0.3	27.7	272.1	8.0	13.3	51.1	0.5	4525.71
	20	126	1.2	−0.3	0.4	27.6	270.4	8.2	13.4	53.3	0.5	4752
	21	132	1.2	−0.3	0.4	27.4	268.7	8.4	13.5	55.6	0.5	4978.29
	22	138	1.3	−0.2	0.4	27.2	267.0	8.6	13.6	57.8	0.5	5204.57
	23	144	1.4	−0.1	0.4	27.0	265.3	8.8	13.6	60.0	0.5	5430.86
	24	150	1.4	−0.1	0.4	26.9	263.6	9.0	13.7	62.1	0.5	5657.14
	25	156	1.5	0.0	0.5	26.7	262.0	9.2	13.8	64.3	0.5	5883.43
	26	162	1.5	0.0	0.5	26.5	260.4	9.4	13.8	66.4	0.5	6109.71
	27	168	1.6	0.1	0.5	26.4	258.8	9.6	13.9	68.6	0.5	6336
	28	174	1.6	0.1	0.5	26.2	257.2	9.8	14.0	70.7	0.5	6562.29
	29	180	1.7	0.2	0.5	26.1	255.6	9.9	14.0	72.8	0.5	6788.57
	30	186	1.8	0.3	0.5	25.9	254.0	10.1	14.1	74.8	0.5	7014.86
	31	192	1.8	0.3	0.6	25.7	252.5	10.3	14.2	76.9	0.5	7241.14
	32	198	1.9	0.4	0.6	25.6	251.0	10.5	14.2	78.9	0.5	7467.43

	33	204	1.9	0.4	0.6	25.4	249.5	10.6	14.3	81.0	0.5	7693.71
	34	210	2.0	0.5	0.6	25.3	248.0	10.8	14.3	83.0	0.5	7920
	35	216	2.0	0.5	0.6	25.1	246.5	11.0	14.4	85.0	0.5	8146.29
	36	222	2.1	0.60	0.65	24.97	244.98	11.15	14.47	87.02	0.51	8372.57
	37	228	2.16	0.65	0.66	24.82	243.50	11.32	14.53	89.01	0.51	8598.86
	38	234	2.21	0.71	0.68	24.67	242.03	11.49	14.59	90.98	0.52	8825.14
	39	240	2.27	0.77	0.70	24.52	240.56	11.65	14.65	92.94	0.52	9051.43
	40	246	2.33	0.82	0.72	24.37	239.10	11.81	14.70	94.90	0.52	9277.71
	41	252	2.38	0.88	0.73	24.22	237.63	11.97	14.76	96.84	0.52	9504.00
	42	258	2.44	0.94	0.75	24.07	236.16	12.14	14.82	98.77	0.52	9730.29
	43	264	2.5	0.99	0.77	23.92	234.68	12.29	14.87	100.69	0.53	9956.57
	44	270	2.55	1.05	0.78	23.77	233.19	12.45	14.93	102.60	0.53	10182.86
	45	276	2.61	1.11	0.80	23.62	231.69	12.61	14.98	104.50	0.53	10409.14
	46	282	2.67	1.16	0.82	23.46	230.18	12.77	15.03	106.39	0.53	10635.43
	47	288	2.72	1.22	0.84	23.31	228.65	12.93	15.09	108.28	0.53	10861.71
	48	294	2.78	1.28	0.85	23.15	227.09	13.08	15.14	110.16	0.54	11088.00
	49	300	2.84	1.33	0.87	22.99	225.50	13.24	15.19	112.03	0.54	11314.29
	50	306	2.89	1.39	0.89	22.82	223.89	13.39	15.24	113.90	0.54	11540.57
Sum			75.2	0		1338.9	13135	24.67	318.5	3180.5	11.26	299829
Max			2.89			31.179	305.9	12.39	16.56		0.586	
Min			0.11			22.822		2.453				
$\bar{X}$			1.5			53.556		0.493				
$(xi-\bar{x})$				0								
Cu			90%									

7.4 تطبيق برنامج Epanet:

أولاً . مرحلة التمثيل الهيدروليكي لتحديد التصرفات والضغط باستخدام Epanet:

لتشغيل البرنامج نقوم إتباع الخطوات التالية:

1. رسم الشبكة مثل ماهي علي الواقع وبنفس حساب خطوط المواسير وأقطارها.
2. تجميع جميع البيانات التي تخص المنظومة وإنزالها في جداول لتسهيل المراجعة عند حدوث خطأ.
3. اختيار قائمة (File) ، ثم نختار (New) لفتح صفحة جديدة.
4. اختيار قائمة (Project) من شريط الأدوات ، قم أختر (Defaults) :

أ. اختر (ID Labels) ثم قم بإدخال رموز علي جميع العلامات المجودة .

ب. اختر (Priorities)وقم بإدخال جميع البيانات المتوفرة.

ت. اختر (Hydraulic) وقم بتعديل البيانات.

5. اختيار أداة الرسم المطلوبة من شريط الأدوات.

أ. مثلاً اختر (Junctions) وإختر المكان المطلوب لوضعها ثم أنثر علي الشاشة لرسمها.

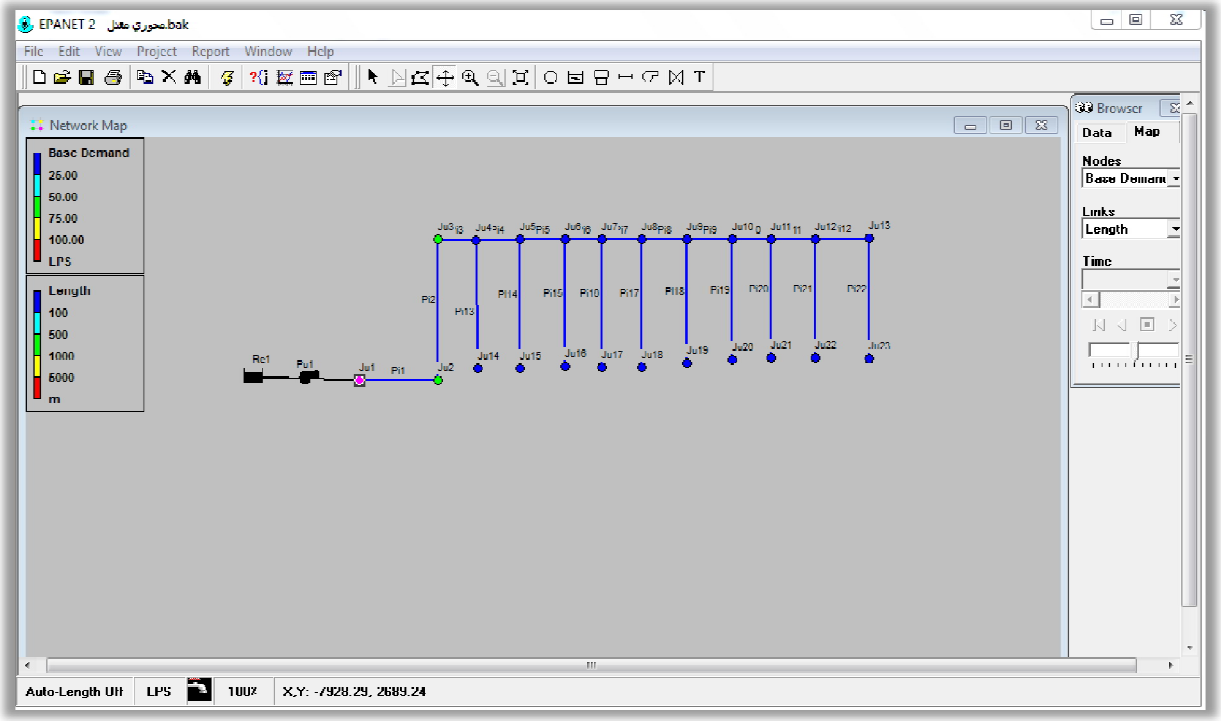
ب. اختر (Pipe) وقم بتوصيل جميع النقاط التي نرسمها حسب الخريطة المطلوبة.

6. أدخل البيانات الموجودة في صندوق إدخال البيانات.

أ. اختر (Options) من قائمة (View) .

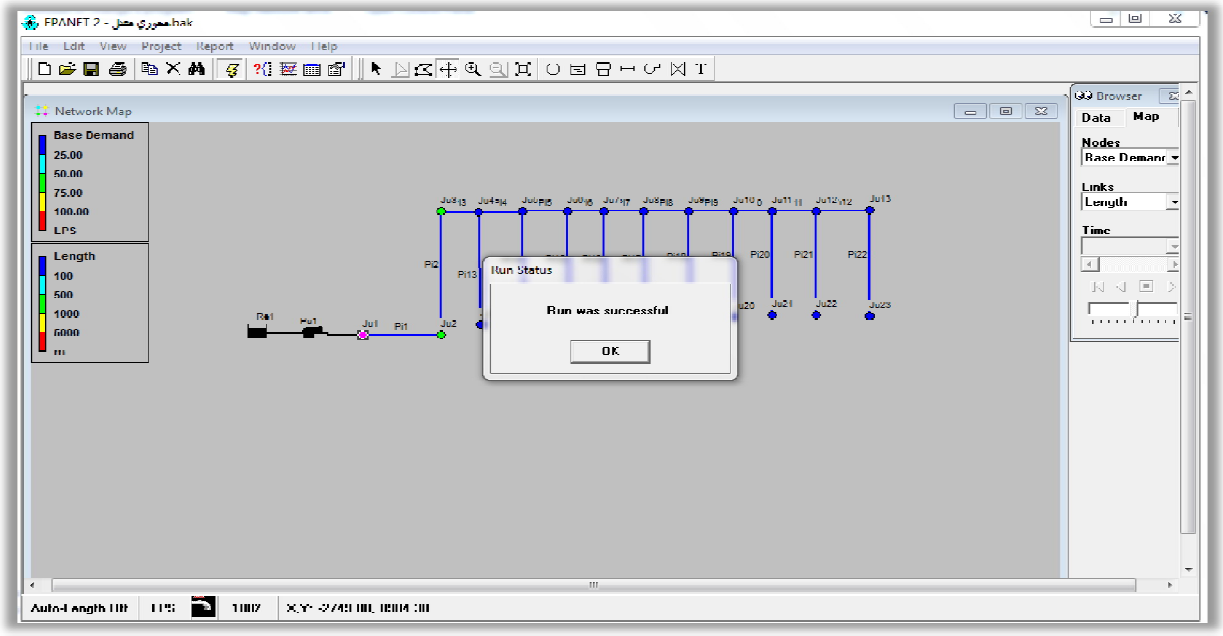
ب. حدد من الخيارات ماهو مطلوب إظهاره علي الرسم حسب التصميم من حيث الألوان وحجم الخط والنتائج التي نرغب بإظهارها.

ت. اختر (Map) من قائمة (Browsers) علي يمين شاشة الرسم ومن ثم نحدد أي البيانات نود إظهارها.



الشكل رقم (4-1): يوضح منظومة الري المحوري بدون رشاش مدفعي علي برنامج Epanet

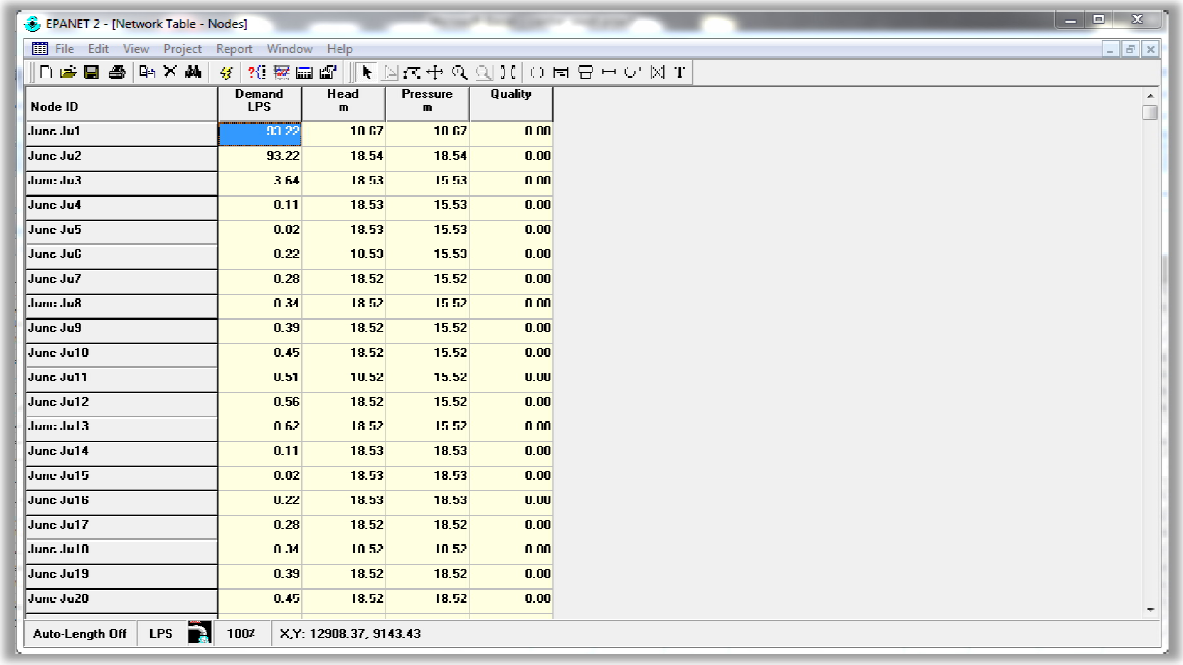
7. أختر (Run) من شريط الأدوات لتشغيل البرنامج.



الشكل رقم (4-2): يوضح المنظومة النهائية

8. أختر (Report) ، ثم أختر (Table) لإعطاء جميع القراءات المطلوبة.

جدول رقم (4-3): يوضح النتائج النهائية على Epanet



ثالنياً. مرحلة التحليل وذلك لحساب كفاءة التوزيع (Cu):

هنا نقوم بحساب تدفق الرشاشات علي طول الخط ومنها يتم حساب كفاءة إنتظامية مياه الري داخل خطوط المنظومة بالمعادلات التالية:

1. حساب تغير تدفق النقاطات علي طول الخط:

$$\gamma q =$$

حيث:

qmax ≡ التدفق الأعظمي للنقاط (L/h).

qmin ≡ التدفق الأصغري للنقاط (L/h).

qavg ≡ التدفق المتوسط للنقاط في الحقل.

2. حساب التدفق في الضاغط:

γH

حيث:

H max ≡ الضاغط الأعظمي للنقاط (L/h).

Hmin ≡ الضاغط الأصغري للنقاط (L/h).

Havg ≡الضاغط المتوسط للنقاط في الحقل.

3. نحسب (Cu) للخط حسب العلاقة:

$Cu = 1$

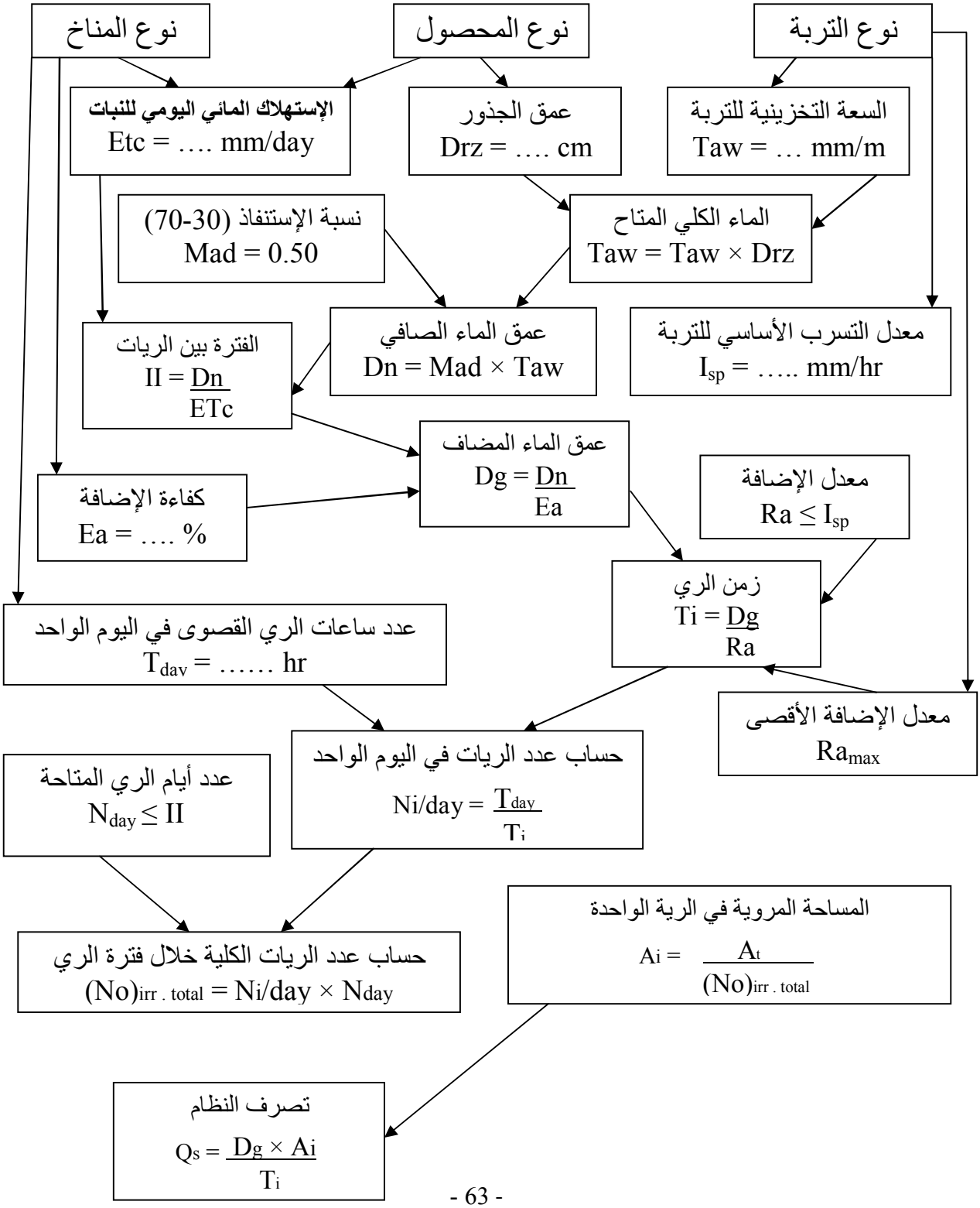
إستخدام برنامج ال Epanet:

تشتمل البيانات البيانات المطلوبة لتشغيل البرنامج علي مايلي:

1. النقاط حيث يجب إدخال جميع بيانات النقاط من موقع النقاط علي الخريطة علي المحاور وإرتفاع النقطة والطلب الأساسي ومعامل النقاط.
2. الخطوط يجب إدخال كل من طول الخط وقطر الأنبوب المستخدم والطلب الأساسي للخطوط .
3. الخزان يجب إدخال الوصف والضاغط الكلي.
4. الطلمبة يجب إدخال الوصف ومنحنى الطلمبة.

الشكل (4-3)

خطوات إيجاد الإحتياجات المائية للري للمحصول المطلوب



الفصل الخامس

النتائج والمناقشة

5-1 بناء نموذج الحاسوب :

تم تصميم النموذج الهدروليكي لجهاز الري المحوري باستخدام الشفرة الموضحة في الجدول ادناه علي برنامج اكسل ، وكما مبين في الجدول يعتمد البرامج علي ادخال حزمة من المدخلات وعلي ضوء العلاقات الهيدروليكية لنظام الري المحوري يتم تحديد مواصفات جهاز الري المحوري ، وخاصة التصرف وسرعة الجهاز وكفاءة النظام وقطر الخط المستقيم والضغط عند نهاية الخط .

لأغراض الحساب يستخدم البرنامج المدخلات التالية :

أ) في حالة وجود رشاش مدفعي في نهاية الخط :

جدول (5-1) يوضح مدخلات البرنامج في حالة وجود رشاش مدفعي

Input:				
Etc	9	mm/day		
Dn	75	mm		
Nt	8			
St	41.6	m		
Lo	0	m		
Rag	20	m		
Θ	40.76	deg	0.71168254	Red
S1	6	m		
Ss	4	m		
Pe	275	kpa		
He	20	m		
Hr	2.5	m		
Hl	25%	from He	5	M
Ti	70%	from II	8	Day
Ea	82%			
CHw	120			

Ep	80%			
r sp50	50	رقم الرشاش		
			الارض افقية والتربة ثقيلةورقم عائلة التسرب0.1	
ΔHz	0			
Dg	40	mm/rev		
Dag	40			
Hrg	3.5	m		
hs	16	m	قطر الفرعي(d)	203

شفرة البرنامج :

جدول (5–2) يوضح حساب البرنامج في حالة وجود رشاش مدفعي

process:								
II	8.333333333	day						
Ti	8	192	hr					
Dg	91.46341463	mm	0.091463	M				
RL	332.8	m						
L	332.8	m						
R	332.8	m						
Rg	352.8	m						
Ai	347949.4394	m2						
Qs	165.7533534	m3/hr	46.0426	L/s				
Qt	186.2742576	m3/hr	51.74285	L/s				
Qg	5.700251164	L/s						
Hf	4.545454545	m						
d	195	mm	7.677165	In	8.0555556	in	203	mm
Hf act	3.737146921	m						
r sp50	202	m						
Qsp 50	2.418449619	m3/hr	0.671792	L/s				
X50	0.606971154							
H_{sp50}	0.827656275	0.172344	20.64407	M				
P_{sp50}	202.5183642	kpa						
d_{sp50}	14.23089471	0.047207	0.217271	6.618066	mm			
Ra	26.39941292	mm/hr						
Ram	33.61280488	mm/hr						
N_{rev}	2.286585366	4						

dg_{rev}	40	mm/rev						
T_{rev}	83.968	hr						
V	24.90284756	m/hr						
Hv	42.61086161	m						
Hp	86.55506375	kw						
Rag	0.020023855	72.08588	mm/hr					
Ag	0.487929549	ha	4879.295	m2				
ΔA	5.609200579	0.056092						

يقدم البرنامج كعرض للمخرجات في شكل جداول كما يلي :

جدول (5-3) يوضح مخرجات البرنامج في حالة وجود رشاش مدفعي

out put:		
B32=	M	نصف قطر المساحة المروية
=D35	L/s	تصرف النظام بدون تشغيل الرشاش المدفعي
=B37	L/s	تصرف الرشاش المدفعي
=F39	In	قطر خط الرش
=D42	L/s	تصرف الرشاش
=B45	Kpa	ضغط الرشاش
=B46	Mm	قطر الفوهة
=B48	mm/hr	معدل الاضافة في نهاية الخط
=B54	Kw	قدرة المضخه اللازمه عند المحور
=B50	mm/rev	العمق المضاف في الدورة الواحدة
=B49		عدد الدورات
=B51	Hr	زمن الدورة الواحدة
=B52	m/hr	سرعة الدوران
=C55	mm/hr	معدل الاضافة للرشاش المدفعي

المساحة التي يرويها الرشاش المدفعي عند كل ركن	m2	=D56
نسبة الزيادة في المساحة المروية نتيجة استخدام الرشاش المدفعي		=C57

جدول (5-4) يوضح العمليات الحسابية للبرنامج في حالة وجود رشاش مدفعي

No. Sp	r(m)	Qsp (L/S)	X	Hsp (m)	Psp (kpa)	dsp (mm)
1	10	=2*K2*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K2/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M2-(2*M2^3/3)+(M2^5/5)))))+$B$12	=9.81*N2	=(30.46*(L2/(O2^0.5))^0.5)
2	15	=2*K3*$B$10*$D$35 /$B$32^2	=K3/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M3-(2*M3^3/3)+(M3^5/5)))))+$B$12	=9.81*N3	=(30.46*(L3/(O3^0.5))^0.5)
3	20	=2*K4*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K4/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M4-(2*M4^3/3)+(M4^5/5)))))+$B$12	=9.81*N4	=(30.46*(L4/(O4^0.5))^0.5)
4	25	=2*K5*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K5/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M5-(2*M5^3/3)+(M5^5/5)))))+$B$12	=9.81*N5	=(30.46*(L5/(O5^0.5))^0.5)
5	30	=2*K6*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K6/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M6-(2*M6^3/3)+(M6^5/5)))))+$B$12	=9.81*N6	=(30.46*(L6/(O6^0.5))^0.5)
6	35	=2*K7*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K7/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M7-(2*M7^3/3)+(M7^5/5)))))+$B$12	=9.81*N7	=(30.46*(L7/(O7^0.5))^0.5)
7	40	=2*K8*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K8/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M8-(2*M8^3/3)+(M8^5/5)))))+$B$12	=9.81*N8	=(30.46*(L8/(O8^0.5))^0.5)
8	45	=2*K9*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K9/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M9-(2*M9^3/3)+(M9^5/5)))))+$B$12	=9.81*N9	=(30.46*(L9/(O9^0.5))^0.5)
9	50	=2*K10*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K10/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M10-(2*M10^3/3)+(M10^5/5)))))+$B$12	=9.81*N10	=(30.46*(L10/(O10^0.5))^0.5)
10	55	=2*K11*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K11/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M11-(2*M11^3/3)+(M11^5/5)))))+$B$12	=9.81*N11	=(30.46*(L11/(O11^0.5))^0.5)
11	60	=2*K12*$B$10	=K12/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M12-(2*M12^3/3)+(M12^5/5)))))+$B$12	=9.81*N12	=(30.46*(L12/(O12^0.5))^0.5)

		*$D$35/$B$32^2				
12	65	=2*K13*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K13/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M13-(2*M13^3/3)+(M13^5/5)))))+$B$12	=9.81*N13	=(30.46*(L13/(O13^0.5))^0.5)
13	70	=2*K14*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K14/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M14-(2*M14^3/3)+(M14^5/5)))))+$B$12	=9.81*N14	=(30.46*(L14/(O14^0.5))^0.5)
14	75	=2*K15*$B$1 *$D$35/$B$32^2	=K15/$B$32	=($B$40* (1(1.875* (M15-(2*M15^3/3)+(M15^5/5)))))+$B$12	=9.81*N15	=(30.46*(L15/(O15^0.5))^0.5)
15	80	=2*K16*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K16/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M16-(2*M16^3/3)+(M16^5/5)))))+$B$12	=9.81*N16	=(30.46*(L16/(O16^0.5))^0.5)
16	85	=2*K17*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K17/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M17-(2*M17^3/3)+(M17^5/5)))))+$B$12	=9.81*N17	=(30.46*(L17/(O17^0.5))^0.5)
17	90	=2*K18*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K18/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M18-(2*M18^3/3)+(M18^5/5)))))+$B$12	=9.81*N18	=(30.46*(L18/(O18^0.5))^0.5)
18	95	=2*K19*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K19/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M19-(2*M19^3/3)+(M19^5/5)))))+$B$12	=9.81*N19	=(30.46*(L19/(O19^0.5))^0.5)
19	100	=2*K20*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K20/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M20-(2*M20^3/3)+(M20^5/5)))))+$B$12	=9.81*N20	=(30.46*(L20/(O20^0.5))^0.5)
20	105	=2*K21*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K21/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M21-(2*M21^3/3)+(M21^5/5)))))+$B$12	=9.81*N21	=(30.46*(L21/(O21^0.5))^0.5)
21	110	=2*K22*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K22/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M22-(2*M22^3/3)+(M22^5/5)))))+$B$12	=9.81*N22	=(30.46*(L22/(O22^0.5))^0.5)
22	115	=2*K23*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K23/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M23-(2*M23^3/3)+(M23^5/5)))))+$B$12	=9.81*N23	=(30.46*(L23/(O23^0.5))^0.5)
23	120	=2*K24*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K24/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M24-(2*M24^3/3)+(M24^5/5)))))+$B$12	=9.81*N24	=(30.46*(L24/(O24^0.5))^0.5)
24	125	=2*K25*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K25/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M25-(2*M25^3/3)+(M25^5/5)))))+$B$12	=9.81*N25	=(30.46*(L25/(O25^0.5))^0.5)
25	130	=2*K26*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K26/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M26-(2*M26^3/3)+(M26^5/5)))))+$B$12	=9.81*N26	=(30.46*(L26/(O26^0.5))^0.5)

26	135	=2*K27*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K27/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M27-(2*M27^3/3)+(M27^5/5)))))+$B$12	=9.81*N27	=(30.46*(L27/(O27^0.5))^0.5)
27	140	=2*K28*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K28/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M28-(2*M28^3/3)+(M28^5/5)))))+$B$12	=9.81*N28	=(30.46*(L28/(O28^0.5))^0.5)
28	145	=2*K29*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K29/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M29-(2*M29^3/3)+(M29^5/5)))))+$B$12	=9.81*N29	=(30.46*(L29/(O29^0.5))^0.5)
29	150	=2*K30*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K30/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M30-(2*M30^3/3)+(M30^5/5)))))+$B$12	=9.81*N30	=(30.46*(L30/(O30^0.5))^0.5)
30	155	=2*K31*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K31/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M31-(2*M31^3/3)+(M31^5/5)))))+$B$12	=9.81*N31	=(30.46*(L31/(O31^0.5))^0.5)
31	160	=2*K32*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K32/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M32-	=9.81*N32	=(30.46*(L32/(O32^0.5))^0.5)
32	165	=2*K33*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K33/$B$32	(2*M33^3/3)+(M33^5/5)))))+$B$12	=9.81*N33	=(30.46*(L33/(O33^0.5))^0.5)
33	170	=2*K34*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K34/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M34-(2*M34^3/3)+(M34^5/5)))))+$B$12	=9.81*N34	=(30.46*(L34/(O34^0.5))^0.5)
34	175	=2*K35*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K35/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M35-(2*M35^3/3)+(M35^5/5)))))+$B$12	=9.81*N35	=(30.46*(L35/(O35^0.5))^0.5)
35	180	=2*K36*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K36/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M36-(2*M36^3/3)+(M36^5/5)))))+$B$12	=9.81*N36	=(30.46*(L36/(O36^0.5))^0.5)
36	185	=2*K37*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K37/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M37-(2*M37^3/3)+(M37^5/5)))))+$B$12	=9.81*N37	=(30.46*(L37/(O37^0.5))^0.5)
37	190	=2*K38*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K38/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M38-(2*M38^3/3)+(M38^5/5)))))+$B$12	=9.81*N38	=(30.46*(L38/(O38^0.5))^0.5)
38	195	=2*K39*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K39/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M39-(2*M39^3/3)+(M39^5/5)))))+$B$12	=9.81*N39	=(30.46*(L39/(O39^0.5))^0.5)
39	200	=2*K40*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K40/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M40-(2*M40^3/3)+(M40^5/5)))))+$B$12	=9.81*N40	=(30.46*(L40/(O40^0.5))^0.5)

40	205	=2*K41*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K41/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M41-(2*M41^3/3)+(M41^5/5)))))+$B$12	=9.81*N41	=(30.46*(L41/(O41^0.5))^0.5)
41	210	=2*K42*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K42/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M42-(2*M42^3/3)+(M42^5/5)))))+$B$12	=9.81*N42	=(30.46*(L42/(O42^0.5))^0.5)
42	215	=2*K43*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K43/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M43-(2*M43^3/3)+(M43^5/5)))))+$B$12	=9.81*N43	=(30.46*(L43/(O43^0.5))^0.5)
43	220	=2*K44*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K44/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M44-(2*M44^3/3)+(M44^5/5)))))+$B$12	=9.81*N44	=(30.46*(L44/(O44^0.5))^0.5)
44	225	=2*K45*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K45/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M45-(2*M45^3/3)+(M45^5/5)))))+$B$12	=9.81*N45	=(30.46*(L45/(O45^0.5))^0.5)
45	230	=2*K46*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K46/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M46-(2*M46^3/3)+(M46^5/5)))))+$B$12	=9.81*N46	=(30.46*(L46/(O46^0.5))^0.5)
46	235	=2*K47*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K47/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M47-(2*M47^3/3)+(M47^5/5)))))+$B$12	=9.81*N47	=(30.46*(L47/(O47^0.5))^0.5)
47	240	=2*K48*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K48/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M48-(2*M48^3/3)+(M48^5/5)))))+$B$12	=9.81*N48	=(30.46*(L48/(O48^0.5))^0.5)
48	245	=2*K49*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K49/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M49-(2*M49^3/3)+(M49^5/5)))))+$B$12	=9.81*N49	=(30.46*(L49/(O49^0.5))^0.5)
49	250	=2*K50*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K50/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M50-(2*M50^3/3)+(M50^5/5)))))+$B$12	=9.81*N50	=(30.46*(L50/(O50^0.5))^0.5)
50	255	=2*K51*$B$10 *$D$35/$B$32^2	=K51/$B$32	=($B$40* (1-(1.875* (M51-(2*M51^3/3)+(M51^5/5)))))+$B$12	=9.81*N51	=(30.46*(L51/(O51^0.5))^0.5)

تابع لجدول (5–4) يوضح العمليات الحسابية للبرنامج في حالة وجود رشاش مدفعي

Dw (m)	Ra (mm/hr)	Tw (hr)	Asp (m2)
=2.59+0.56*P2+0.023*O2	=((7200*K2*$D$35)/(($B$32^2)*Q2))	=Q2/$A$74	=2*(22/7)*K2*$B$10
=2.59+0.56*P3+0.023*O3	=((7200*K3*$D$35)/(($B$32^2)*Q3))	=Q3/$A$74	=2*(22/7)*K3*$B$10
=2.59+0.56*P4+0.023*O4	=((7200*K4*$D$35)/(($B$32^2)*Q4))	=Q4/$A$74	=2*(22/7)*K4*$B$10
=2.59+0.56*P5+0.023*O5	=((7200*K5*$D$35)/(($B$32^2)*Q5))	=Q5/$A$74	=2*(22/7)*K5*$B$10
=2.59+0.56*P6+0.023*O6	=((7200*K6*$D$35)/(($B$32^2)*Q6))	=Q6/$A$74	=2*(22/7)*K6*$B$10
=2.59+0.56*P7+0.023*O7	=((7200*K7*$D$35)/(($B$32^2)*Q7))	=Q7/$A$74	=2*(22/7)*K7*$B$10
=2.59+0.56*P8+0.023*O8	=((7200*K8*$D$35)/(($B$32^2)*Q8))	=Q8/$A$74	=2*(22/7)*K8*$B$10
=2.59+0.56*P9+0.023*O9	=((7200*K9*$D$35)/(($B$32^2)*Q9))	=Q9/$A$74	=2*(22/7)*K9*$B$10
=2.59+0.56*P10+0.023*O10	=((7200*K10*$D$35)/(($B$32^2)*Q10))	=Q10/$A$74	=2*(22/7)*K10*$B$10
=2.59+0.56*P11+0.023*O11	=((7200*K11*$D$35)/(($B$32^2)*Q11))	=Q11/$A$74	=2*(22/7)*K11*$B$10
=2.59+0.56*P12+0.023*O12	=((7200*K12*$D$35)/(($B$32^2)*Q12))	=Q12/$A$74	=2*(22/7)*K12*$B$10
=2.59+0.56*P13+0.023*O13	=((7200*K13*$D$35)/(($B$32^2)*Q13))	=Q13/$A$74	=2*(22/7)*K13*$B$10
=2.59+0.56*P14+0.023*O14	=((7200*K14*$D$35)/(($B$32^2)*Q14))	=Q14/$A$74	=2*(22/7)*K14*$B$10
=2.59+0.56*P15+0.023*O15	=((7200*K15*$D$35)/(($B$32^2)*Q15))	=Q15/$A$74	=2*(22/7)*K15*$B$10
=2.59+0.56*P16+0.023*O16	=((7200*K16*$D$35)/(($B$32^2)*Q16))	=Q16/$A$74	=2*(22/7)*K16*$B$10
=2.59+0.56*P17+0.023*O17	=((7200*K17*$D$35)/(($B$32^2)*Q17))	=Q17/$A$74	=2*(22/7)*K17*$B$10
=2.59+0.56*P18+0.023*O18	=((7200*K18*$D$35)/(($B$32^2)*Q18))	=Q18/$A$74	=2*(22/7)*K18*$B$10
=2.59+0.56*P19+0.023*O19	=((7200*K19*$D$35)/(($B$32^2)*Q19))	=Q19/$A$74	=2*(22/7)*K19*$B$10
=2.59+0.56*P20+0.023*O20	=((7200*K20*$D$35)/(($B$32^2)*Q20))	=Q20/$A$74	=2*(22/7)*K20*$B$10
=2.59+0.56*P21+0.023*O21	=((7200*K21*$D$35)/(($B$32^2)*Q21))	=Q21/$A$74	=2*(22/7)*K21*$B$10

=2.59+0.56*P22+0.023*O22	=((7200*K22*$D$35)/(($B$32^2)*Q22))	=Q22/$A$74	=2*(22/7)*K22*$B$10
=2.59+0.56*P23+0.023*O23	=((7200*K23*$D$35)/(($B$32^2)*Q23))	=Q23/$A$74	=2*(22/7)*K23*$B$10
=2.59+0.56*P24+0.023*O24	=((7200*K24*$D$35)/(($B$32^2)*Q24))	=Q24/$A$74	=2*(22/7)*K24*$B$10
=2.59+0.56*P25+0.023*O25	=((7200*K25*$D$35)/(($B$32^2)*Q25))	=Q25/$A$74	=2*(22/7)*K25*$B$10
=2.59+0.56*P26+0.023*O26	=((7200*K26*$D$35)/(($B$32^2)*Q26))	=Q26/$A$74	=2*(22/7)*K26*$B$10
=2.59+0.56*P27+0.023*O27	=((7200*K27*$D$35)/(($B$32^2)*Q27))	=Q27/$A$74	=2*(22/7)*K27*$B$10
=2.59+0.56*P28+0.023*O28	=((7200*K28*$D$35)/(($B$32^2)*Q28))	=Q28/$A$74	=2*(22/7)*K28*$B$10
=2.59+0.56*P29+0.023*O29	=((7200*K29*$D$35)/(($B$32^2)*Q29))	=Q29/$A$74	=2*(22/7)*K29*$B$10
=2.59+0.56*P30+0.023*O30	=((7200*K30*$D$35)/(($B$32^2)*Q30))	=Q30/$A$74	=2*(22/7)*K30*$B$10
=2.59+0.56*P31+0.023*O31	=((7200*K31*$D$35)/(($B$32^2)*Q31))	=Q31/$A$74	=2*(22/7)*K31*$B$10
=2.59+0.56*P32+0.023*O32	=((7200*K32*$D$35)/(($B$32^2)*Q32))	=Q32/$A$74	=2*(22/7)*K32*$B$10
=2.59+0.56*P33+0.023*O33	=((7200*K33*$D$35)/(($B$32^2)*Q33))	=Q33/$A$74	=2*(22/7)*K33*$B$10
=2.59+0.56*P34+0.023*O34	=((7200*K34*$D$35)/(($B$32^2)*Q34))	=Q34/$A$74	=2*(22/7)*K34*$B$10
=2.59+0.56*P35+0.023*O35	=((7200*K35*$D$35)/(($B$32^2)*Q35))	=Q35/$A$74	=2*(22/7)*K35*$B$10
=2.59+0.56*P36+0.023*O36	=((7200*K36*$D$35)/(($B$32^2)*Q36))	=Q36/$A$74	=2*(22/7)*K36*$B$10
=2.59+0.56*P37+0.023*O37	=((7200*K37*$D$35)/(($B$32^2)*Q37))	=Q37/$A$74	=2*(22/7)*K37*$B$10
=2.59+0.56*P38+0.023*O38	=((7200*K38*$D$35)/(($B$32^2)*Q38))	=Q38/$A$74	=2*(22/7)*K38*$B$10
=2.59+0.56*P39+0.023*O39	=((7200*K39*$D$35)/(($B$32^2)*Q39))	=Q39/$A$74	=2*(22/7)*K39*$B$10
=2.59+0.56*P40+0.023*O40	=((7200*K40*$D$35)/(($B$32^2)*Q40))	=Q40/$A$74	=2*(22/7)*K40*$B$10
=2.59+0.56*P41+0.023*O41	=((7200*K41*$D$35)/(($B$32^2)*Q41))	=Q41/$A$74	=2*(22/7)*K41*$B$10
=2.59+0.56*P42+0.023*O42	=((7200*K42*$D$35)/(($B$32^2)*Q42))	=Q42/$A$74	=2*(22/7)*K42*$B$10
=2.59+0.56*P43+0.023*O43	=((7200*K43*$D$35)/(($B$32^2)*Q43))	=Q43/$A$74	=2*(22/7)*K43*$B$10
=2.59+0.56*P44+0.023*O44	=((7200*K44*$D$35)/(($B$32^2)*Q44))	=Q44/$A$74	=2*(22/7)*K44*$B$10
=2.59+0.56*P45+0.023*O45	=((7200*K45*$D$35)/(($B$32^2)*Q45))	=Q45/$A$74	=2*(22/7)*K45*$B$10

=2.59+0.56*P46+0.023*O46	=((7200*K46*$D$35)/(($B$32^2)*Q46))	=Q46/$A$74	=2*(22/7)*K46*$B$10
=2.59+0.56*P47+0.023*O47	=((7200*K47*$D$35)/(($B$32^2)*Q47))	=Q47/$A$74	=2*(22/7)*K47*$B$10
=2.59+0.56*P48+0.023*O48	=((7200*K48*$D$35)/(($B$32^2)*Q48))	=Q48/$A$74	=2*(22/7)*K48*$B$10
=2.59+0.56*P49+0.023*O49	=((7200*K49*$D$35)/(($B$32^2)*Q49))	=Q49/$A$74	=2*(22/7)*K49*$B$10
=2.59+0.56*P50+0.023*O50	=((7200*K50*$D$35)/(($B$32^2)*Q50))	=Q50/$A$74	=2*(22/7)*K50*$B$10

ب) في حالة عدم وجود رشاش مدفعي في نهاية الخط :

جدول (5-5) يوضح مدخلات البرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

Input:				
Nt	6			
St	54	m		
Lo	12	m		
S1	12	m		
Ss	6	m		
Pe	250	kpa		
He	25.4842	m		
Hl	25%	from He	6.37105	M
CHw	140			
Ep	80%			
ΔHz				
dL	8	in	203.2	Mm
Ra	8	m		
Trev	72	hr		
Dg	65	mm	0.065	M

شفرة البرنامج :

جدول (5-6) يوضح حساب البرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

process:				
Rl	=B2*B3	M		
L	=B21+B4	M		
R	=B22+B14	M		
Ai	=3.1415926538979*(B23^2)	m2		
Qs	=(D16*B24)/B15	m3/hr	=B25/3.6	L/S
Hf	=1.22*(10^10)*0.548*B22*((D25/B10)^1.852)*(D13^-4.87)	M		
He	=B8	M		
Hv	=B27+B26	M		
V	=(22/7)*2*B21/(B15)	m/hr		

جدول (5-7) يوضح مخرجات البرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

output:				
=E28	m			نصف قطر دائرة الرش
=E29	m2	=D39/10000	ha	المساحة المروية
=E30	m3/hr	=G30	L/s	تصرف النظام
=E31		m		فاقد الاحتكاك
=E32		m		الضغط عند نهاية الخط
=E33		m		الضغط عند بداية الخط
=E34		m/hr		سرعة الدوران
		hr		زمن الري
				مواصفات الرشاش (50) رشاش علي مسافات متساوية

جدول (5–8) يوضح العمليات الحسابية للبرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

	No. Sp	r, m	Qsp, (Lit/S)	(qi-q¯)	X	Hsp,m	Psp, kPa	dsp, mm
	1	12	=2*L2*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M2-M55	=L2/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O2-(O2^3/3)+(O2^5/5)))	=9.81*P2	=30.46*(M2/((Q2)^(0.5)))^0.5
	2	18	=2*L3*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M3-M55	=L3/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O3-(O3^3/3)+(O3^5/5)))	=9.81*P3	=30.46*(M3/((Q3)^(0.5)))^0.5
	3	24	=2*L4*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M4-M55	=L4/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O4-(O4^3/3)+(O4^5/5)))	=9.81*P4	=30.46*(M4/((Q4)^(0.5)))^0.5
	4	30	=2*L5*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M5-M55	=L5/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O5-(O5^3/3)+(O5^5/5)))	=9.81*P5	=30.46*(M5/((Q5)^(0.5)))^0.5
	5	36	=2*L6*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M6-M55	=L6/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O6-(O6^3/3)+(O6^5/5)))	=9.81*P6	=30.46*(M6/((Q6)^(0.5)))^0.5
	6	42	=2*L7*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M7-M55	=L7/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O7-(O7^3/3)+(O7^5/5)))	=9.81*P7	=30.46*(M7/((Q7)^(0.5)))^0.5
	7	48	=2*L8*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M8-M55	=L8/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O8-(O8^3/3)+(O8^5/5)))	=9.81*P8	=30.46*(M8/((Q8)^(0.5)))^0.5
	8	54	=2*L9*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M9-M55	=L9/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O9-(O9^3/3)+(O9^5/5)))	=9.81*P9	=30.46*(M9/((Q9)^(0.5)))^0.5
	9	60	=2*L10*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M10-M55	=L10/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O10-(O10^3/3)+(O10^5/5)))	=9.81*P10	=30.46*(M10/((Q10)^(0.5)))^0.5
	10	66	=2*L11*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M11-M55	=L11/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O11-(O11^3/3)+(O11^5/5)))	=9.81*P11	=30.46*(M11/((Q11)^(0.5)))^0.5
	11	72	=2*L12*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M12-M55	=L12/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O12-(O12^3/3)+(O12^5/5)))	=9.81*P12	=30.46*(M12/((Q12)^(0.5)))^0.5
	12	78	=2*L13*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M13-M55	=L13/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O13-(O13^3/3)+(O13^5/5)))	=9.81*P13	=30.46*(M13/((Q13)^(0.5)))^0.5
	13	84	=2*L14*$E$6*$E$31/(	=M14-M55	=L14/$C	=$C$34-	=9.81*	=30.46*(M14/((Q14)^(

			$C$29^2)		$29	(1.875*$C$32*(O14-(O14^3/3)+(O14^5/5)))	P14	0.5)))^0.5
	14	90	=2*L15*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M15-M55	=L15/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O15-(O15^3/3)+(O15^5/5)))	=9.81*P15	=30.46*(M15/((Q15)^(0.5)))^0.5
	15	96	=2*L16*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M16-M55	=L16/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O16-(O16^3/3)+(O16^5/5)))	=9.81*P16	=30.46*(M16/((Q16)^(0.5)))^0.5
	16	102	=2*L17*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M17-M55	=L17/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O17-(O17^3/3)+(O17^5/5)))	=9.81*P17	=30.46*(M17/((Q17)^(0.5)))^0.5
	17	108	=2*L18*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M18-M55	=L18/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O18-(O18^3/3)+(O18^5/5)))	=9.81*P18	=30.46*(M18/((Q18)^(0.5)))^0.5
	18	114	=2*L19*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M19-M55	=L19/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O19-(O19^3/3)+(O19^5/5)))	=9.81*P19	=30.46*(M19/((Q19)^(0.5)))^0.5
	19	120	=2*L20*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M20-M55	=L20/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O20-(O20^3/3)+(O20^5/5)))	=9.81*P20	=30.46*(M20/((Q20)^(0.5)))^0.5
	20	126	=2*L21*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M21-M55	=L21/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O21-(O21^3/3)+(O21^5/5)))	=9.81*P21	=30.46*(M21/((Q21)^(0.5)))^0.5
	21	132	=2*L22*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M22-M55	=L22/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O22-(O22^3/3)+(O22^5/5)))	=9.81*P22	=30.46*(M22/((Q22)^(0.5)))^0.5
	22	138	=2*L23*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M23-M55	=L23/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O23-(O23^3/3)+(O23^5/5)))	=9.81*P23	=30.46*(M23/((Q23)^(0.5)))^0.5
	23	144	=2*L24*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M24-M55	=L24/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O24-(O24^3/3)+(O24^5/5)))	=9.81*P24	=30.46*(M24/((Q24)^(0.5)))^0.5
	24	150	=2*L25*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M25-M55	=L25/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O25-(O25^3/3)+(O25^5/5)))	=9.81*P25	=30.46*(M25/((Q25)^(0.5)))^0.5
	25	156	=2*L26*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M26-M55	=L26/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O26-(O26^3/3)+(O26^5/5)))	=9.81*P26	=30.46*(M26/((Q26)^(0.5)))^0.5
	26	162	=2*L27*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M27-M55	=L27/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O27-(O27^3/3)+(O27^5/5)))	=9.81*P27	=30.46*(M27/((Q27)^(0.5)))^0.5

	27	168	=2*L28*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M28-M55	=L28/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O28-(O28^3/3)+(O28^5/5)))	=9.81*P28	=30.46*(M28/((Q28)^(0.5)))^0.5
	28	174	=2*L29*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M29-M55	=L29/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O29-(O29^3/3)+(O29^5/5)))	=9.81*P29	=30.46*(M29/((Q29)^(0.5)))^0.5
	29	180	=2*L30*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M30-M55	=L30/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O30-(O30^3/3)+(O30^5/5)))	=9.81*P30	=30.46*(M30/((Q30)^(0.5)))^0.5
	30	186	=2*L31*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M31-M55	=L31/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O31-(O31^3/3)+(O31^5/5)))	=9.81*P31	=30.46*(M31/((Q31)^(0.5)))^0.5
	31	192	=2*L32*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M32-M55	=L32/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O32-(O32^3/3)+(O32^5/5)))	=9.81*P32	=30.46*(M32/((Q32)^(0.5)))^0.5
	32	198	=2*L33*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M33-M55	=L33/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O33-(O33^3/3)+(O33^5/5)))	=9.81*P33	=30.46*(M33/((Q33)^(0.5)))^0.5
	33	204	=2*L34*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M34-M55	=L34/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O34-(O34^3/3)+(O34^5/5)))	=9.81*P34	=30.46*(M34/((Q34)^(0.5)))^0.5
	34	210	=2*L35*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M35-M55	=L35/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O35-(O35^3/3)+(O35^5/5)))	=9.81*P35	=30.46*(M35/((Q35)^(0.5)))^0.5
	35	216	=2*L36*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M36-M55	=L36/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O36-(O36^3/3)+(O36^5/5)))	=9.81*P36	=30.46*(M36/((Q36)^(0.5)))^0.5
	36	222	=2*L37*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M37-M55	=L37/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O37-(O37^3/3)+(O37^5/5)))	=9.81*P37	=30.46*(M37/((Q37)^(0.5)))^0.5
	37	228	=2*L38*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M38-M55	=L38/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O38-(O38^3/3)+(O38^5/5)))	=9.81*P38	=30.46*(M38/((Q38)^(0.5)))^0.5
	38	234	=2*L39*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M39-M55	=L39/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O39-(O39^3/3)+(O39^5/5)))	=9.81*P39	=30.46*(M39/((Q39)^(0.5)))^0.5
	39	240	=2*L40*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M40-M55	=L40/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O40-(O40^3/3)+(O40^5/5)))	=9.81*P40	=30.46*(M40/((Q40)^(0.5)))^0.5
	40	246	=2*L41*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M41-M55	=L41/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O41-(O41^3/3)+(O41^5/5)))	=9.81*P41	=30.46*(M41/((Q41)^(0.5)))^0.5

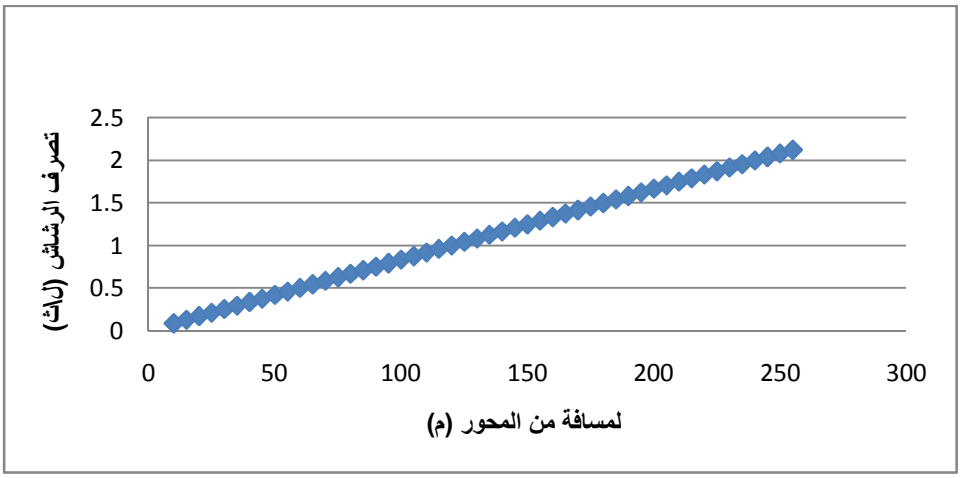
	41	252	=2*L42*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M42-M55	=L42/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O42-(O42^3/3)+(O42^5/5)))	=9.81*P42	=30.46*(M42/((Q42)^(0.5)))^0.5
	42	258	=2*L43*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M43-M55	=L43/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O43-(O43^3/3)+(O43^5/5)))	=9.81*P43	=30.46*(M43/((Q43)^(0.5)))^0.5
	43	264	=2*L44*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M44-M55	=L44/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O44-(O44^3/3)+(O44^5/5)))	=9.81*P44	=30.46*(M44/((Q44)^(0.5)))^0.5
	44	270	=2*L45*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M45-M55	=L45/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O45-(O45^3/3)+(O45^5/5)))	=9.81*P45	=30.46*(M45/((Q45)^(0.5)))^0.5
	45	276	=2*L46*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M46-M55	=L46/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O46-(O46^3/3)+(O46^5/5)))	=9.81*P46	=30.46*(M46/((Q46)^(0.5)))^0.5
	46	282	=2*L47*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M47-M55	=L47/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O47-(O47^3/3)+(O47^5/5)))	=9.81*P47	=30.46*(M47/((Q47)^(0.5)))^0.5
	47	288	=2*L48*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M48-M55	=L48/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O48-(O48^3/3)+(O48^5/5)))	=9.81*P48	=30.46*(M48/((Q48)^(0.5)))^0.5
	48	294	=2*L49*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M49-M55	=L49/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O49-(O49^3/3)+(O49^5/5)))	=9.81*P49	=30.46*(M49/((Q49)^(0.5)))^0.5
	49	300	=2*L50*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M50-M55	=L50/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O50-(O50^3/3)+(O50^5/5)))	=9.81*P50	=30.46*(M50/((Q50)^(0.5)))^0.5
	50	306	=2*L51*$E$6*$E$31/($C$29^2)	=M51-M55	=L51/$C$29	=$C$34-(1.875*$C$32*(O51-(O51^3/3)+(O51^5/5)))	=9.81*P51	=30.46*(M51/((Q51)^(0.5)))^0.5
Sum			=SUM(M2:M51)	=SUM(N2:N51)		=SUM(P2:P51)	=9.81*P52	=30.46*(M52/((Q52)^(0.5)))^0.5
Max			=MAX(M2:M51)			=MAX(P2:P51)	=9.81*P53	=30.46*(M53/((Q53)^(0.5)))^0.5
Min			=MIN(M2:M51)			=MIN(P2:P51)		=MIN(R2:R51)
$\bar{X}$			=M52/50			=P52/25		=R52/50
$(x_i-\bar{x})$				=ABS(N52)				
Cu			=(1-(N56)/50*M55)*100					

تابع لجدول (5–8) يوضح العمليات الحسابية للبرنامج في حالة عدم وجود رشاش مدفعي

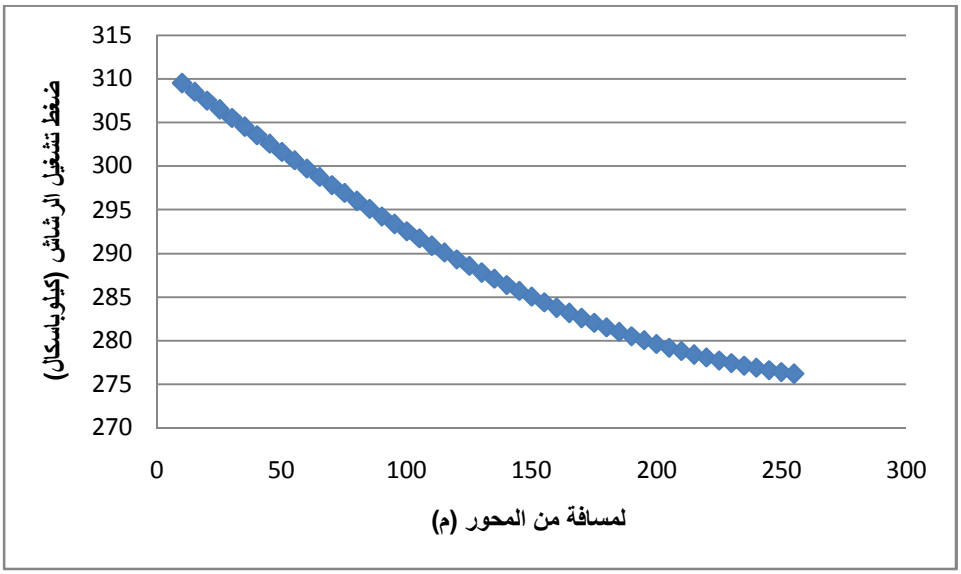
dsp (mm)	Dw (m)	Tw (hr)	Asp (m2)
=(30.46*(L2/(O2^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P2+0.023*O2	=Q2/$A$74	=2*(22/7)*K2*$B$10
=(30.46*(L3/(O3^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P3+0.023*O3	=Q3/$A$74	=2*(22/7)*K3*$B$10
=(30.46*(L4/(O4^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P4+0.023*O4	=Q4/$A$74	=2*(22/7)*K4*$B$10
=(30.46*(L5/(O5^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P5+0.023*O5	=Q5/$A$74	=2*(22/7)*K5*$B$10
=(30.46*(L6/(O6^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P6+0.023*O6	=Q6/$A$74	=2*(22/7)*K6*$B$10
=(30.46*(L7/(O7^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P7+0.023*O7	=Q7/$A$74	=2*(22/7)*K7*$B$10
=(30.46*(L8/(O8^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P8+0.023*O8	=Q8/$A$74	=2*(22/7)*K8*$B$10
=(30.46*(L9/(O9^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P9+0.023*O9	=Q9/$A$74	=2*(22/7)*K9*$B$10
=(30.46*(L10/(O10^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P10+0.023*O10	=Q10/$A$74	=2*(22/7)*K10*$B$10
=(30.46*(L11/(O11^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P11+0.023*O11	=Q11/$A$74	=2*(22/7)*K11*$B$10
=(30.46*(L12/(O12^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P12+0.023*O12	=Q12/$A$74	=2*(22/7)*K12*$B$10
=(30.46*(L13/(O13^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P13+0.023*O13	=Q13/$A$74	=2*(22/7)*K13*$B$10
=(30.46*(L14/(O14^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P14+0.023*O14	=Q14/$A$74	=2*(22/7)*K14*$B$10
=(30.46*(L15/(O15^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P15+0.023*O15	=Q15/$A$74	=2*(22/7)*K15*$B$10
=(30.46*(L16/(O16^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P16+0.023*O16	=Q16/$A$74	=2*(22/7)*K16*$B$10
=(30.46*(L17/(O17^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P17+0.023*O17	=Q17/$A$74	=2*(22/7)*K17*$B$10
=(30.46*(L18/(O18^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P18+0.023*O18	=Q18/$A$74	=2*(22/7)*K18*$B$10
=(30.46*(L19/(O19^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P19+0.023*O19	=Q19/$A$74	=2*(22/7)*K19*$B$10
=(30.46*(L20/(O20^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P20+0.023*O20	=Q20/$A$74	=2*(22/7)*K20*$B$10
=(30.46*(L21/(O21^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P21+0.023*O21	=Q21/$A$74	=2*(22/7)*K21*$B$10
=(30.46*(L22/(O22^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P22+0.023*O22	=Q22/$A$74	=2*(22/7)*K22*$B$10
=(30.46*(L23/(O23^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P23+0.023*O23	=Q23/$A$74	=2*(22/7)*K23*$B$10
=(30.46*(L24/(O24^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P24+0.023*O24	=Q24/$A$74	=2*(22/7)*K24*$B$10
=(30.46*(L25/(O25^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P25+0.023*O25	=Q25/$A$74	=2*(22/7)*K25*$B$10
=(30.46*(L26/(O26^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P26+0.023*O26	=Q26/$A$74	=2*(22/7)*K26*$B$10
=(30.46*(L27/(O27^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P27+0.023*O27	=Q27/$A$74	=2*(22/7)*K27*$B$10
=(30.46*(L28/(O28^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P28+0.023*O28	=Q28/$A$74	=2*(22/7)*K28*$B$10
=(30.46*(L29/(O29^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P29+0.023*O29	=Q29/$A$74	=2*(22/7)*K29*$B$10
=(30.46*(L30/(O30^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P30+0.023*O30	=Q30/$A$74	=2*(22/7)*K30*$B$10
=(30.46*(L31/(O31^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P31+0.023*O31	=Q31/$A$74	=2*(22/7)*K31*$B$10
=(30.46*(L32/(O32^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P32+0.023*O32	=Q32/$A$74	=2*(22/7)*K32*$B$10
=(30.46*(L33/(O33^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P33+0.023*O33	=Q33/$A$74	=2*(22/7)*K33*$B$10
=(30.46*(L34/(O34^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P34+0.023*O34	=Q34/$A$74	=2*(22/7)*K34*$B$10
=(30.46*(L35/(O35^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P35+0.023*O35	=Q35/$A$74	=2*(22/7)*K35*$B$10
=(30.46*(L36/(O36^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P36+0.023*O36	=Q36/$A$74	=2*(22/7)*K36*$B$10
=(30.46*(L37/(O37^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P37+0.023*O37	=Q37/$A$74	=2*(22/7)*K37*$B$10
=(30.46*(L38/(O38^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P38+0.023*O38	=Q38/$A$74	=2*(22/7)*K38*$B$10
=(30.46*(L39/(O39^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P39+0.023*O39	=Q39/$A$74	=2*(22/7)*K39*$B$10

=(30.46*(L40/(O40^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P40+0.023*O40	=Q40/$A$74	=2*(22/7)*K40*$B$10
=(30.46*(L41/(O41^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P41+0.023*O41	=Q41/$A$74	=2*(22/7)*K41*$B$10
=(30.46*(L42/(O42^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P42+0.023*O42	=Q42/$A$74	=2*(22/7)*K42*$B$10
=(30.46*(L43/(O43^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P43+0.023*O43	=Q43/$A$74	=2*(22/7)*K43*$B$10
=(30.46*(L44/(O44^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P44+0.023*O44	=Q44/$A$74	=2*(22/7)*K44*$B$10
=(30.46*(L45/(O45^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P45+0.023*O45	=Q45/$A$74	=2*(22/7)*K45*$B$10
=(30.46*(L46/(O46^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P46+0.023*O46	=Q46/$A$74	=2*(22/7)*K46*$B$10
=(30.46*(L47/(O47^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P47+0.023*O47	=Q47/$A$74	=2*(22/7)*K47*$B$10
=(30.46*(L48/(O48^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P48+0.023*O48	=Q48/$A$74	=2*(22/7)*K48*$B$10
=(30.46*(L49/(O49^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P49+0.023*O49	=Q49/$A$74	=2*(22/7)*K49*$B$10
=(30.46*(L50/(O50^0.5))^0.5)	=2.59+0.56*P50+0.023*O50	=Q50/$A$74	=2*(22/7)*K50*$B$10

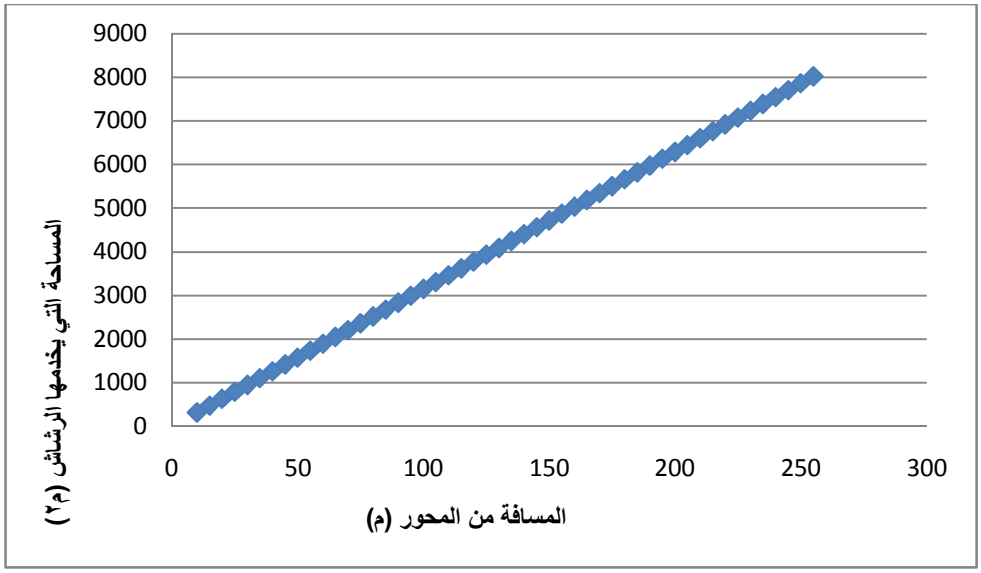
يعمل البرنامج على عرض النتائج في شكل منحنيات توضح العلاقة بين المسافة من المحور (بالمتر) وكل من تصرف الرشاش الواحد وزمن البلل وضغط تشغيل الرشاش والمساحة التي يخدمها الرشاش وقطر فوهة الرشاش ومعدل الإضافة وقطر دائرة بلل الرشاش الواحد كما يلي :



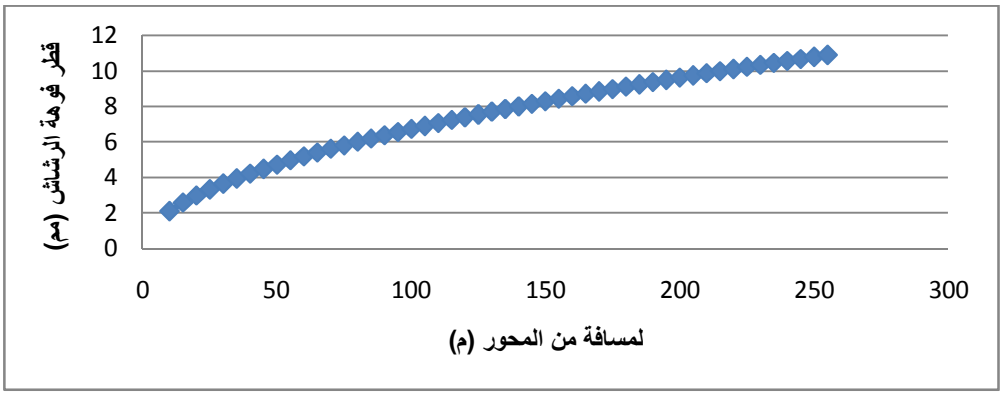
الشكل (5-1) منحنى العلاقة بين المسافة من المحور وتصرف الرشاش



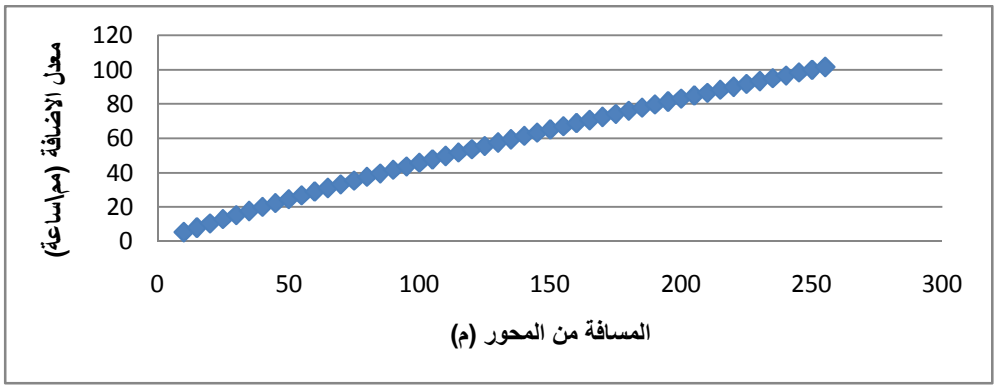
الشكل (5-2) منحنى العلاقة بين المسافة من المحور ضغط تشغيل الرشاش



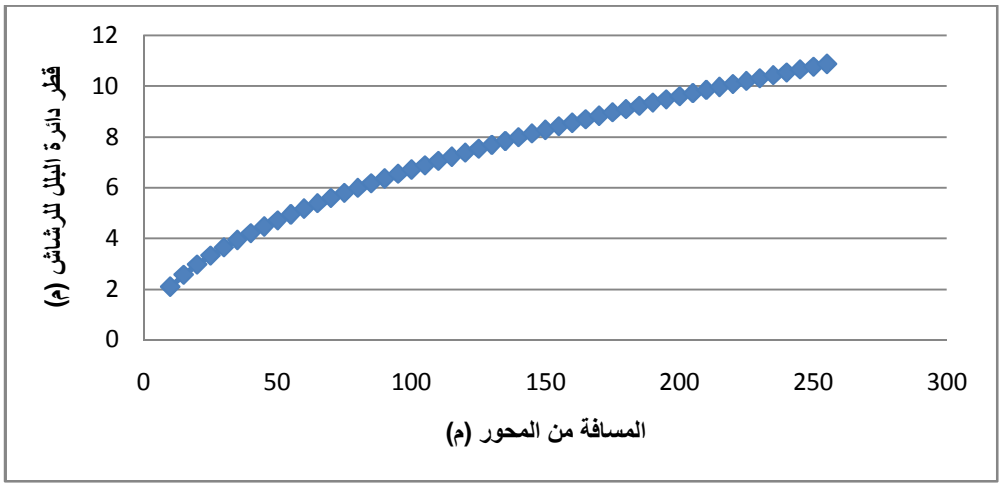
الشكل (5-3) منحنى العلاقة بين المسافة من المحور والمساحة التي يخدمها الرشاش



الشكل (5-4) منحنى العلاقة بين المسافة من المحور وقطر فوهة الرشاش



الشكل (5-5) منحنى العلاقة بين المسافة من المحور ومعدل الإضافة للرشاش



الشكل (5-6) منحنى العلاقة بين المسافة من المحور وقطر دائرة البلل للرشاش

جدول (5–9) يوضح المقارنة بين نموذج الدراسة ومشروع أم دوم :

المؤشرات		النموذج	Epanet للنموذج			أم دوم			Epanet لمزرعة ام دوم
		X1		(X1-X̄1)	(X1-X̄1)2	X2	(X2-X̄2)	(X2-X̄2)2	
V(m/hr)	1	24.9		-60.9941	3720.283	34	-73.2066	5359.203	
Ti(hr)	2	192		106.1059	11258.46	180	72.79343	5298.883	
Qs(m3/hr)	3	165.76		79.86588	6378.558	321.2	213.9934	45793.19	
Dg(mm)	4	91.4		5.505875	30.31466	94	-13.2066	174.4136	
Qsp(m3/hr)	5	0.033		-85.8611	7372.133	0.0526	-107.154	11481.97	
Hv(m)	6	42.61		-43.2841	1873.515	30.5	-76.7066	5883.899	
Trev	7	83.9		-1.99412	3.976535	60	-47.2066	2228.461	
Hp(kw)	8	86.55		0.655875	0.430172	137.9	30.69343	942.0863	
Cu	9		0.88						0.9
	∑				30637.67			77162.1	
					85.89413	X̄1			
					107.2066	X̄2			

N	8			
S2p=ss1+ss2 /n1+n2-2			7699.984	
Sd̄=((s2p/n1) +(s2p/n2))^0.5			43.87478	
t=(X̄1-X̄2)/sd̄		-0.48576		
			من الجدول	
f=(n1+(n2-2))		14		
A	1%			
T	2.977			

قيمة (t) المحسوبة اصغر من الجدولية عند مستوي معنوي (1%) القيمة علي مستوى معنوي مقبول

من الجدول أعلاه نجد أنه من المؤشرات التي تم علي أساسها المقارنة بين النموذج وبيانات مزرعة أم دوم بعد تمثيلهما علي برنامج Epanet وجدول الحاسب الآلي نلاحظ أنه لاتوجد فروقات معنوية .

الفصل السادس

المراجع والملاحق

1.6 المراجع :

1. الحاج حسين، مروان؛ عبد الناصر الضرير(2008)" الري والصرف الزراعي" ، منشورات جامعة حلب، 384 صفحة.

2. كوينكا، ريتشارد(2004)" تصميم نظم الري المنظور الهندسي"، ترجمة د. أحمد إبراهيم العمود و آخرون، منشورات جامعة الملك سعود، 623 صفحة .

3. حسين محمد بن غازي (1997)" نظم الري بالتنقيط".النشر العلمي والمطابع ،جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.

4. محمود حسان عبد العزيز (1980) " أساسيات هندسة الري والصرف " . الناشر عمادة شؤون المكتبات، جامعة الرياض.

5. Rossman, L, A. (2000),"EPAENT 2 USER MANUAL ", Environmental Protection Agency (EPA), United States.200P.
6. Valiantzas, J.D., (1988), "Analatyical approach for direct drip lateral hydraulic calculation",Irrig. and Drain. Engreg., Vol.124, No. 6, PP.300-305.
7. Hathoot, H.M., Al-Amoud, A.I. and Al-misned, A.S. (1999), "Effect of Energy Loss Due to Emitters on the Design of Trickle Irrigation Lateral", King Saud University, Riyadh, Suadia Arabia, 16 P.
8. Anonymous 1991, Theme Paper on water Conservation. Water resouces day 1991. CWC, New Delhi.
9. Keller, J and R.D. Blisner 1990. Sprinkler and Drip irrigation. Published by Van Host rand Reinhold, New York.

2.6 الملاحق :

1/ الإحتياجات المائية للري :

مثال (1) :

input:			
عمق الجذور	Drz	100	Cm
الكثافة الظاهرية	ρ	1.65	gm/cm3
السعة الحقلية	ΘFc	0.14	
نقطة الزبول	Θwp	0.05	
نسبة الاستنفاذ	Mad	0.3	
الاستهلاك المائي للمحصول	Etc	9.2	mm/day
كفاءة الرى	Ea	0.8	
زمن الري	Ti	8	Hr
المساحة الكلية	At	5	Ha

output:					
الماء الكلي المتاح	TaW	14.85	Cm	148.5	Mm
عمق الماء الصافي	Dn	4.455	Cm	44.55	Mm
الفترة بين الريات	II	4.842391	5	day	
عمق الماء الصافي الفعلى	Dnac	46	Mm		
الاستنفاذ الفعلى	Madac	0.309764			
عمق الماء المضاف	Dg	57.5	Mm		
تصريف النظام	Qs	359.375	m3/hr	99.82639	L/s
المساحة المروية	Ai	1	Ha		
تصريف النظام	Qs	71.875	m3/hr		

مثال (2) :

input:			
المساحة الكلية	At	6	Ha
السعة التخزينية للتربة	C	110	mm/day
عمق الجذور	Drz	90	Cm
الاستهلاك المائي للمحصول	Etc	10	mm/day
نسبة الاستنفاذ	Mad	45%	
تصرف النظام	Qs	25	L/s
كفاءة الري	Ea	80%	

output:				
الماء الكلي المتاح	Taw	99	mm	
عمقالماء الصافي	Dn	44.55	mm	
الفترة بين الريات	II	4.455	4	day
عمق الماء الصافي الفعلى	Dnac	40	mm	
الاستنفاذ الفعلى	Madac	0.40404		
عمق الماء المضاف	Dg	50	mm	
مساحة الري اليومية	Aday	1.5	ha	
زمن الري	Ti	8.333333	hr	

جدول(A) بعض الخصائص الفيزيائية لأنواع مختلفة من التربة :

نوع التربة	معدل التسرب mm/hr	السعة الحقلية(%)	نقطة الذبول(%)	الماء الكلي المتاحmm/m
رملية	50	15	7	80
	(250-25)	(20-10)	(10-3)	(100-60)
لومية رملية	25	21	9	120
	(76-13)	(27-15)	(12-6)	(150-90)
لومية	13	31	14	170
	(20-8)	(36-25)	(17-11)	(200-140)
لومية طينية	8	36	18	190
	(15-2.5)	(42-31)	(20-15)	(230-180)
طينية طمية	2.5	40	20	200
	(5-o.3)	(45-35)	(23-18)	(230-180)
طينية	0.5	44	21	230
	(1-0.1)	(49-39)	(24-19)	(250-200)

جدول (B) عمق الجذور لبعض المحاصيل :

المحصول	عمق الجذور(cm)
برسيم	(180-120)
ليمون	(120-60)
تفاح	(120-80)
مشمش	(140-60)
موز	(60-30)
شعير	(110-90)
فاصوليا	(90-50)
بنجر	(60-40)
جذر	(60-40)

المحصول	عمق الجذور(cm)
شمام	(120-60)
قرنبيط	60
الكرز	(120-80)
الحمضيات	(150-90)
الذرة	(120-60)
القطن	(180-60)
خيار	(60-40)
خس	(50-20)
بصل	(60-30)

المحصول	عمق الجذور(cm)
عشب	(80-30)
فول سوداني	(80-40)
فلفل	(90-60)
بطاطس	(90-60)
فول الصويا	(90-60)
السبانخ	(60-40)
قصب السكر	(110-50)
القمح	(110-80)
طماطم	(120-60)

جدول (C) كفاءة الاضافة واقصى ساعات التشغيل اليومية لنظام الرش لظروف مناخية مختلفة

المناخ	بارد	متوسط	حار	صحراوى
متوسط و اعلي درجة حرارة (T)	(26.5-15.5)	(32-26.5)	(37.5-32)	37.5<
متوسط الرطوبة النسبية (RH)	70%	60%	50%	40%
كفاءة الاضافة (Ea)	85%	80%	75%	65%
اقصى ساعات تشغيل في اليوم (Tday)	16	14	12	10

2/ هيدروليكا نظام الري :

Input				
عدد الابراج	Nt	6		
المسافة بين الابراج	St	48	m	
قطر دائرة الرش للرشاش الاخير	Dw	10	m	
المساحة المروية	Ai	28	ha	280000 m2
عمق الماء الصافي	Dn	70	mm	
كفاءة الاضافة	Ea	80%		
الاستهلاك المائي للمحصول	Etc	10	mm/day	
زمن الري	Ti	75%	from II	
اقصى عمق يحرج من جهاز الرش	dg_{max}	38	mm/rev	

process:				
R	298.481	m		
ra	5			
L	293.481	m		
RL	288	m		
Lo	5.481003	m		
II	7	day		
Ti	5.25		126	hr
Dg	87.5	mm	0.0875	m
Nrev	2.302632	rev		
Trev	54.72	hr		
v	33.08271	m/hr		
Tmax	0.302273	hr		
Qs	194.4444	m3/hr	54.01235	L/s
Ra	130.2893	mm/hr		
Ram	165.8228	mm/hr		

output:		
طول الكابولي الطرفي	5.481002898	m
اقصى معدل اضافة	165.8227794	mm/hr
غدد الدورات	2.302631579	rev
زمن الدورة	54.72	hr
سرعة الدوران المناسبة	33.08270677	m/hr

3.6 مصطلحات الدراسة:

Water requirements for irrigation	الإحتياجات المائية للري
Selection of sprinklers	إختيار الرشاشات
Pump selection	إختيار المضخة
Hydrostatic design stress (S)	أدنى جهد شد تصميمي
Types of sprinkler	أنواع الرشاشات
Types of sprinkler irrigation system	أنواع نظم الري بالرش
Sprinkler discharge	تصرف الرشاش
Design	تصميم
Pressure variation	تغير الضغط
Surface run off	الجريان السطحي
Lateral	خط فرعي
Sprinkler	رشاشات
Fixed spray nozzles	رشاشات ثابتة
Rotary impact sprinkler	رشاشات دوارة
Rain gum sprinkler	رشاشات مدفعية
Wetted sector angle	زاوية قطاع البلل
Irrigation time	زمن الري
Field capacity	السعة الحقلية
Total dynamic head	الضاغط الديناميكي الكلي
Velocity head	ضاغط السرعة
Pressure head	ضاغط الضغط
Sprinkler operating pressure	ضغط تشغيل الرشاش
Irrigation depth	عمق الري
Gross irrigation depth	عمق الري الإجمالي
Net irrigation depth	عمق الري الصافي
Friction loss	فاقد الإحتكاك

Irrigation interval	الفترة بين الريات
Evaporation losses	فواقد التبخر
Minor losses	الفواقد الثانوية
Pump power	قدرة المضخة
Design efficiencies	كفاءات التصميم
Application efficiencies	كفاءة الإضافة
Total available water	الماء المتاح الكلي
Hazen–William coefficient	معامل هيزن – ويليام
Application rate	معدل الإضافة
Soil infiltration rate	معدل تسرب التربة
Dimension ratio	نسبة البعد
Center pivot system	نظام محوري
Rain gun system	نظام مدفعي
Conventional sprinkler systems	نظم الرش التقليدية
Wilting point	نقطة الذبول
Hydraulics	هيدروليكا