PPU College of Engineering and Technology
The Home of Competent Engineers and Researchers

دائرة الهندسة الميكانيكية

هندسة الميكاترونكس

درجة البكالوريوس

مشروع التخرج

نظام إطفاء الحريق باستخدام الجرار الزراعي

فريق العمل

إياد إبراهيم فهد وزوز

محمد ناصر عقل صلاح

بإشراف
م.مجدي زلوم

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
Acc. ١٢٠٩٧٥ الرقم التسلسلي
Class. ..... رقم التصنيف

فلسطين – الخليل

كانون أول، 2012

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

إطفاء الحريق باستخدام الجرار الزراعي

فريق العمل

محمد ناصر عقل صلاح **إياد إبراهيم فهد وزوز**

بناءً على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة الميكانيكي في كلية الهندسة والتكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع مشرف المشروع **توقيع رئيس الدائرة**

م . مجدي زلوم ..... م. محمد عوض .....

لجنة المناقشين

أ.د. كريم طهبوب ..... م. زهير وزوز .....

الإهداء

إلى كل من رضي بالله ربا....وبالإسلام دينا....ومحمد صلى الله عليه وسلم نبيا ورسولا.....

إلى شهدائنا الغوالي.....شهداء فلسطين وخليل الرحمن....

الى الآباء والأمهات الذين ربوا أبناءهم على مائدة القرآن الكريم....

إلى الباحثين عن المعرفة.....التواقين للحقيقة.....

إلى كل من ساهم في رقي مستوانا ورفع مدخراتنا المعرفية.....إلى كل أساتذتنا ومعلمينا

إلى كل من سالت من عينيه دمعة حسرة وألم مما يعانيه شعبنا من آلام وجراح....إلى كل

هؤلاء....وإلى كل ابناء

فلسطين نهدي جهدنا

الشكر والتقدير

إلى دوحة العلم التي أينعت ففاضت ثمّ فاضت، إلى أساتذتي الأفاضل الذين زرعت ألسنتهم علماً غادقاً، الذين حباهم الله بدقة الحس وسلامة الذوق، فأفرغوا على العلم حلة من الجمال والبهاء في سبيل الوصول به وبنا نحو درجة الكمال تبعاً لتطور الحياة في هذا العصر، وما دخل عليها من تغير في النظم والتقاليد، ولا ننسى أن نخص بالشكر كلاً من :

- جامعة بوليتكنك فلسطين الموقرة، وكلية الهندسة والتكنولوجيا، ودائرة الهندسة الميكانيكية بكافة طاقمها العامل على تخريج الأجيال وبناة الغد.

- جميع الأساتذة بالجامعة ونخص بالذكرالأستاذ مجدي زلوم، والاستاذ محمد عوض ، والاستاذ حسين عمرو اللذين بذلو الجهد النفيس للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.

- طاقم وحدة الدفاع المدني ببيت لحم ونخص بالذكر الضابط ابراهيم عايش وجميع العاملين بوحده الدفاع المدني ببيت لحم .

ملخص المشروع

تتلخص فكرة هذا المشروع في تصميم نظام إطفاء للحريق في القرى و المناطق الريفية في مدينة الخليل وهو عبارة عن نظام كامل لإطفاء الحريق والمقترح من دائرة الهندسة الميكانيكية لبنائه على أرض الواقع و تنفيذه في المناطق و القرى النائية و التي تجد صعوبة إلى حد ما في وصول طواقم الدفاع المدني إليها و إطفاء الحرائق التي تحصل في تلك المناطق - بحيث يشمل المشروع تصميم كافة التفاصيل والعناصر اللازمة والمستخدمة في هذا النظام.

ويتميز التصميم الميكانيكي للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على سهولة و سرعة إطفاء الحرائق بشكل أسرع وتوزيع هذه الجرارات المزودة بهذا النظام بشكل متناسق و متوافر في تلك المناطق من الناحية الوظيفية ، إضافة إلى إهتمام الدفاع المدني لتنفيذ المشروع و توزيعه على القرى و المناطق النائية في محافظة الخليل يعمل بذلك على زيادة سلامة و أمن المواطن في تلك المناطق و سهولة وسرعة السيطرة على الحرائق في المحاصيل الزراعية ، وتكمن أهمية المشروع في إمكانية تنفيذه بسهولة في القرى لتوافر عدد كبير من الجرارات الزراعية و الحفاظ على أمن المواطن الفلسطيني في تلك المناطق و تفادي حصول أضرار جسيمة في الأراضي و الثروة النباتية في حال تأخر طواقم الدفاع المدني في الوصول إلى تلك المناطق.

سيتم تنفيذ هذا المشروع - إن شاء الله - بناءا على دراسة مكونات المشروع و الجزء المسؤول عن توليد الطاقة الميكانيكية الكافية لعمل مضخات ضخ المياه من نوع (centrifugal pump) وسيتم الإطلاع على بعض مشاريع التخرج السابقة، وسيتضمن المشروع دراسة كاملة و تفصيلية من تحديد و تحليل للعناصر الميكانيكية و الكهربائية المستخدمة في هذا المشروع .

الرئيسية..... i
شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج ii
الإهداء..... iii
الشكر و التقدير..... iv
ملخص المشروع باللغة العربية v
الوحده الاولى : المقدمة..... ١
١.١ المقدمة..... ١
١.٢ وصف المشروع..... ١
١.٣ أهداف المشروع..... ٢
١.٤ أهمية المشروع ٢
١.٥ تحديد الاحتياجات..... ٣
١.٦ الوصف الوظيفي ٤
الوحده الثانية : مكونات المشروع و اختيار المضخة ٥
٢.١ مقدمة ٥
٢.٢ الجرار الزراعي ٥
٢. ٣ عمود مأخذ القدرة (PTO shaft) ٥
٢.٤ خزان مياه ٦
٢.٥ مضخة لضخ المياه ٦
٢.٦ أنابيب مياه و موصول في نهايتها "nozzle" ٧
٢.٧ اختيار المضخة ٨
الوحدة الثالثة : النموذج الحسابي ١٣
٣.١ مقدمه ١٣
٣.٢ النموذج الحسابي ١٤
٣.٣ التمثيل حسابي ٢٣
الوحدة الرابعة : التصميم الميكانيكي ٢٧
٤.١ مقدمة ٢٧
٤.٢ التحليل الميكانيكي ٢٨
الوحدة الخامسة : النتائج ٣١
٥.١ مقدمة ٣١
٥.٢ نتائج المشروع المتوقعة عند تنفيذه ٣١

فهرس الأشكال

الشكل	الصفحة
شكل (٢.١) الجرار الزراعي	٥
شكل (٢.٢) عمود مأخذ القدرة	٦
شكل (٢.٣) خزان مياه	٦
شكل (٢.٤) مضخة طاردة المركزية	٧
الشكل (٢.٥) أنابيب مياه و موصول في نهايتها " nozzle"	٧
شكل (٢.٦) رسم توضيحي لأطوال و أقطار الأنابيب	٩
شكل (٢.٧) أقطار الأنابيب و معامل الاحتكاك .	١٠
شكل (٢.٨) منحنى اختيار المضخات	١١
شكل (٢.٩) شكل عام للمضخة المطلوبة	١٢
شكل (٣.١) رسم توضيحي للنظام	١٣
جدول (٣.١) معامل الخشونة للأنابيب	١٦
جدول (٣.٢) معامل الفقدان في الاكواع	١٨
شكل (٣.٣) القاذف (النوزل)	١٩
شكل (٣.٤) المقذوفات	٢٠
شكل (٤ .١) pto shaft	٢٧
شكل (٤ .٢) شكل عام للشافت	٢٧

الـــــوحـــــــــدة الأولـــــــــى

الـــــمـــــقـــــدمـــــــة

١.١ مقدمة :

السيطرة على الحرائق تعتمد على عدة عوامل من اهمها توفر المعدات اللازمة لعملية الاطفاء وكادر كافي من الاطفائيين على مستوى عالي من الخبرة في السيطره على الحرائق و اخمادها و الخروج منها بأقل الخسائر على المستويين المادي و البشري ، و لكن ذلك كله لا يتم الا بتوفر أهم عنصر إضافة إلى العنصريين السابقين و هو عنصر الوقت حيث أن تأخر دقيقة واحدة في إطفاء الحريق كافي لأن يتسبب بكوارث جسيمة لا يحمد عقباها .

لذا توجهت المؤسسات المسؤولة عن إطفاء الحريق و على رأسها الدفاع المدني لإيجاد الحلول المناسبة لتفادي حدوث هذه الكوارث إيماناً منها بواجبها و حرصها كل الحرص على المواطن الفلسطيني و ما يملكه من موارد زراعية و حيوانية تكفل له العيش الكريم و حرصها على البيئة و الحد من تلوثها و الحفاظ عليها .

كان من هذه المشاكل التي حرص الدفاع المدني على إيجاد حل لها مشكلة الحرائق في المناطق النائية ، لذا عمل بالتعاون مع جامعة بوليتكنك فلسطين لعمل نظام إطفاء حريق في المناطق النائية و الريفية بواسطة الجرار الزراعي حيث ان وظيفته الاساسيه هي العمل على حصر الحريق في الاراضي الزراعية ، تم اختيار الجرار الزراعي كعنصر رئيسي للمشروع لأنه متوفر بكثرة في هذه المناطق و لسهولة تنقله في المناطق الوعرة الغير معبدة و إمتياز عجلاته بقدرة على تجاوز العطبات و الأراضي الغير مستوية و الأراضي المختلفة من حيث مستوى الأرض و إرتفاعها وباعتباره مصدر القدرة ومزود المضخه بالطاقه اللازمه لعمليه الضخ .

١.٢ وصف المشروع

يعمل المشروع على استغلال الطاقة الميكانيكة الدورانية القادمة من شافت الجرار الزراعي بواسطة وصله تدعى PTO shaft تربط ما بين الـ drive shaft للجرار الزراعي والمضخة و تقوم هذه الوصلة

بنقل الحركة الدورانية القادمة من الجرار الزراعي إلى المضخة فتؤدي إلى دوران ريش المضخة فينتج عنه فرق في الضغط ما بين الخزان و المضخة ، يعمل هذا الفرق في الضغط على سحب سائل الإطفاء من الخزان المرافق للجرار الزراعي ثم يدفعه إلى الخارج عن طريق خرطوم الإطفاء و الذي يكون في نهايته قاذف " nozzle " الأمر الذي يساعد في التحكم في سرعته السائل المتدفق و بالتالي يؤثر أيضاً على المسافة التي يصل لها سائل الإطفاء .

١.٣ أهداف المشروع :

إن المشروع يهدف إلى تحقيق الأمن و السلامة في الأماكن الريفية التي يصعب وصول الإطفائيات إليها و توفير وقت واستدراك الحرائق بحيث يستهدف المشروع حرائق الاراضي الزراعيه في هذه المناطق و الحد من انتشارها عن طريق حصر الحريق ، فلو فرضنا أن جلب الاطفائية يتطلب الاتصال بوحدة الدفاع المدني و من دوره الدفاع المدني يقوم بتجهيز سيارة الاطفائية و تفقدها بشكل كامل و من ثم الذهاب إلى المنطقة التي وقع فيها الحريق و هذا يستغرق وقتاً لأسباب عدة منها بعد المسافة و زحمة الطريق في بعض الأحيان إضافة إلى أن طريق القرى و المناطق الريفية تكون وعرة ناهيك عن الحواجز وجدار الفصل العنصري و هذا كله يساعد في تأخر وصول الاطفائية و من هنا فإن تنفيذ هذا المشروع في هذه المناطق يوفر وقتاً أكثر و يساعد في إطفاء الحرائق بشكل أسرع و إنزاك الحرائق بشكل أفضل و لان تكلفة تنفيذ المشروع في هذه المناطق بسيطة لحد ما حيث أن الجرارات الزراعية متوافرة بشكل كبير هناك فان تنفيذ مثل هذا المشروع في هذه المناطق يكون مفيداً و مساعد بدرجة كبيرة .

١.٤ أهمية المشروع :

يمكن توضيح أهمية هذا المشروع فى النقاط الأساسية التالية :

١ – أهمية المشروع للمناطق النائية و الريفية حيث أن تنفيذ هذا المشروع ينعكس على زيادة الأمن و السلامة في المناطق الريفية و حمايتها من الحرائق بشكل أسرع .

٢ – أهميته بالنسبة للدفاع المدني حيث أن تنفيذ هذا المشروع يساعد الدفاع المدني و يوفر عليه الوصول إلى هذه المناطق .

٣ – إنشاء وحدة إطفاء خاصة بكل قرية من خلال هذا المشروع و بالتالي وحدة إطفاء ذاتية في كل قرية خاصة بها .

٤ – أهمية المشروع لسكان القرى حيث أن هذا المشروع يعمل على إطفاء حرائق المحاصيل الزراعيه بشكل أسرع و بالتالي تفادي الأضرار الناتجة في حالة تأخر وصول الاطفائية .

٥ – اهميه المشروع للبيئه بحيث يحد من تلوثها .

١.٥ تحديد الاحتياجات

تهدف مرحلة تحديد الاحتياجات إلى معرفة الحاجة اللازمة لعمل المشروع و النظر في الوسائل المتبعة في إطفاء الحريق و معرفة الهدف من اختيار هذا المشروع و العمل به .

وبعد النظر الى الطرق و الوسائل المتبعة في إطفاء الحريق لوجدنا ان البعض منها تقليدي الى حد ما ، فلو تم فرض وقوع حريق في المناطق الريفية البعيدة عن المدن لوجدنا انه من غير المجدي استخدام الماء و نقلها بالأوعية و اطفاء الحريق بها و يستغرق الاطفاء بهذه الطريقة وقت و جهد اضافة الى صعوبة السيطرة على الحريق بهذه الطريقة ، و عملية تجهيز الاطفائية و الخروج بها من المدينة إلى القرى أو المناطق النائية يتطلب وقت و ذلك لبعد المسافة من المدينة إلى تلك المناطق بالاضافه الى أن الطرق في المناطق الريفية غير معبدة و وعرة مما يؤدي الى تاخر عمليه الاطفاء وبالتالي عدم السيطره على الحرائق ، بالإضافة إلى وجود الحواجز الاسرائيلية التي تمنع وصول الاطفائية إلى تلك المناطق و كذلك اعتداءات المستوطنين المتكررة على الثروه الزراعيه للفلاح الفلسطيني ، فكان من البديهي ايجاد حل لهذه المشكلة في تلك المناطق و الحل المقترح وجود نظام اسعاف اولي للحريق بواسطه الجرار الزراعي بحيث يكون النظام متنقل وبه سوائل اطفاء مزود بمضخة مياه و انابيب و فوهة لحصر الحريق وعدم انتشارها من اجل الحد من الخسائر في الثروات النباتية للمواطن الفلسطيني و تم اختيار الجرار الزراعي نظراً لكثرته و قدرته على التنقل في المناطق النائيه والزراعيه .

١.٦ الوصف الوظيفي للمشروع

في هذا الجزء سوف يتم التطرق إلى جمع المعلومات من الجهات المختصة في إطفاء الحرائق لمعرفة احتياجاتها و دراسة حاجات هذه الجهات للمشروع و جمع الحقائق و البيانات والآراء من المستفيدين لفهم احتياجاتهم. و إعداد دراسة للنظام بحيث تحتوي على أهداف ومحددات النظام و المخرجات الوظيفية له. و عند التوجه إلى الجهة المعنية (الدفاع المدني) و اخذ بعض الاستفسارات حول هذه المشكلة في المناطق الداخلية ، تم اخذ المعلومات اللازمة و التي بناءً عليها سوف يتم عمل المشروع بحيث يكون المشروع يراعي ما يلي :

١. اقتصار المشروع على إطفاء حرائق الأعشاب و الحقول الزراعية عن طريق حصر الحرائق و ترطيبها محيط الحريق و عدم التطرق إلى الحرائق التي تتطلب وجود رغوات خاصة نظراً لان هذه الرغوات بحاجة إلى ناس على مستوى عالي من الخبرة في طواقم الدفاع المدني .
٢. حصر النيران و تطويقها على مسافة ٣-٦ م .
٣. أن يكون النظام قادر على حصر الحرائق في مساحات من الأراضي تصل اقصى مسحه لها إلى ٣-٥ دونم من الأراضي الزراعية.
٤. أن يكون النظام قادر على تزويد معدل تدفق مناسب لإطفاء الحريق يتراوح من ٢٠ – ٣٠ لتر في الدقيقة و يعتمد ذلك على مدى جفاف الأعشاب و كثافتها في المنطقة المراد إطفاء الحريق فيها .
٥. أن يتوافر في النظام كميات مياه كافية لإطفاء الحرائق في تلك المناطق و تصل إلى ١٠٠٠ لتر من المياه .
٦. أن يكون النظام قادر على العمل و الاستمرار في إطفاء الحرائق لمدة لا تقل عن نصف ساعة زمنية بحيث تغطي هذه الحرائق المناطق المعرضة للحريق و السيطرة على الحرائق و إطفاء الحرائق من خلال حصرها و العمل على منع انتشارها في هذه الفترة الزمنية .
٧. أن يتوافر شخصين من المتطوعين الأول يقوم بقيادة الجرار الزراعي و الآخر يقوم بتوجيه المياه من اجل حصر النيران و ترطيب المكان المحيط بالحريق .
٨. توافر فوهة بسرعة معينة من اجل توفير سرعة مناسب لإطفاء الحريق و تكون أبعاد هذه الفوهة ٢٠ ملم عند المدخل و ٢ ملم عند المخرج .
٩. أن يحتوي النظام على أنابيب مياه بطول ٢٥ م ومساحه مقطع ٢٠ ملم قادرة على الوصول إلى الحريق و الدخول بها في الحدائق و المناطق الزراعية.
١٠. أن يكون النظام قادرة على الحركة بسهولة و بطريقة جيدة من اجل إدراك الحرائق و إطفائها و عدم التأخر في الوصول إلى الحرائق .

الـــــــــوحـــــــــدة الـــــــثـــــــانـــــيـــــــة

مكونات المشروع و اختيار المضخة

٢.١ مقدمة

إن المشروع يتكون من عدة أجزاء مختلفة يقوم عليها النظام ، ترتبط هذه المكونات مع بعضها البعض لتنجز الهدف الرئيسي من النظام ، وهذا سنقوم بسرد وإيضاح هذه المكونات وخصائصها وأهميه هذه الأجزاء ودورها في المشروع .

٢.٢ الجرار الزراعي

شكل (٢.١) الجرار الزراعي

الجرارات الزراعية هي وسائل النقل ذات محرك عالي القدرة، مجهزة بعجلات ، ليقوم بمهام زراعية أو ريفية. وحيث أن معظم الأعمال التي يقوم بها تتلخص بالجر إما للمحاريث أو الآلات الضخمة و في هذا المشروع تم استخدام الجرار الزراعي لتوافره في المناطق الريفية بكثرة و قدرته على التنقل بسهولة في الطرق الوعرة بمعنى آخر استغلال الجرار الزراعي كوسيلة لإطفاء الحريق بالإضافة إلى استخدامه كالآلة زراعية .

٢. ٣ عمود مأخذ القدرة (PTO shaft)

تعبير لطريقة أخذ القدرة من مصدر الطاقة مثل المحركات و التي يمكن ان تستخدم لتزويد المرفقات بالطاقة الميكانيكية و هي نوع من أنواع عمود الإدارة (drive shaft) و تتميز بسهولة فصلها و وصلها . و

تم استخدامه في المشروع لتغذية المضخة الطاردة المركزية بالطاقة الميكانيكية اللازمة لضخ المياه و إطفاء الحريق و تقدر سرعته ب ١٠٠٠ لفة في الدقيقة .

شكل (٢.٢) عمود مأخذ القدرة

٢.٤ خزان مياه

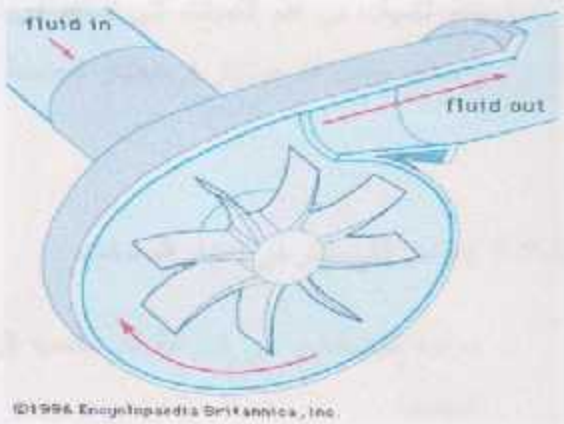
خزان يحتوي على سائل الإطفاء و هو الماء و يكون مرفق بالجرار الزراعي و موصول بالجرار الزراعي و يكون على عجلات ليسهل جره مع الجرار الزراعي كما هو مبين في الشكل (٢.٧) و يجب ان يحتوي الخزان على مخزون من الماء يقدر ب ١٠٠٠ لتر كحد أدنى .

شكل (٢.٣) خزان مياه

٢.٥ مضخة لضخ المياه

المضخة أداة تستخدم لتحريك الموائع ضمن نظام الأنابيب و رفع ضغط السائل.أو يمكن أن تعرف بأنها آلة تستخدم وسائل متعدد لنقل الطاقة لزيادة ضغط المائع العامل. تزيح المضخة الحجم بفعل فيزيائي أو ميكانيكي و في هذا المشروع تم استخدام المضخة الطاردة المركزية لقدرتها العالية

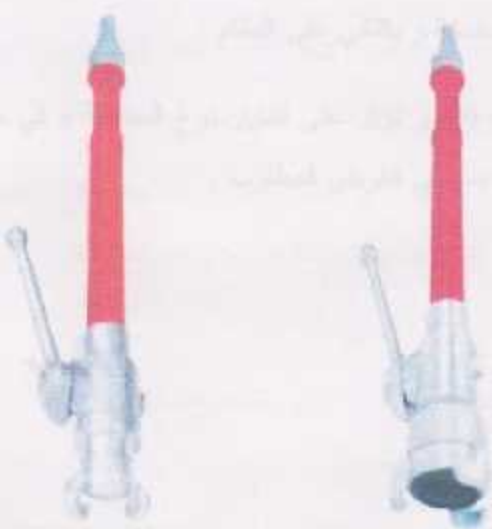
على تحريك المياه و تعطي ضغط أكثر مدى أطول في ضخ المياه و الشكل (٢.٨) يوضح شكل المضخة .



شكل (٢.٤) مضخة طاردة المركزية

٢.٦ أنابيب مياه و موصول في نهايتها "nozzle"

توصل أنابيب المياه مع الـ nozzle و الـ nozzle عبارة عن فوهة بمدخلين بحيث يدخل المائع المدخل الأول وهو مدخل واسع حوالي ١ انش بضغط عالي و سرعة قليلة و يخرج من المدخل الثاني بسرعة عالية و ضغط قليل و بعد يقدر عند المخرج حوالي ٦ ملم مما يساعد في زيادة وصول الماء إلى بعد أعلى و مدى أطول.



الشكل (٢.٥) أنابيب مياه و موصول في نهايتها " nozzle"

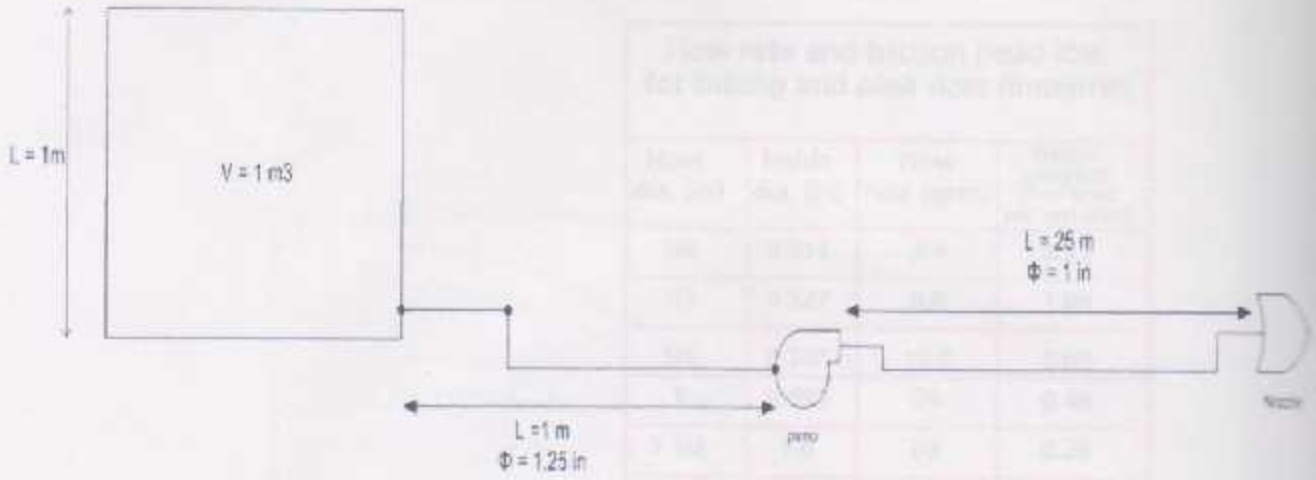
٢.٧ اختيار المضخة

في العادة تبدأ عملية اختيار المضخة بتحديد معدل التدفق المطلوب (Q) و معدل الـ head (H) ، و تعتبر هذه الكميات من أهم الكميات التي تساعد في اختيار المضخة و التي يتوقع عملها بشكل جيد ففي النظام ، و هنالك عوامل أخرى تؤثر في اختيار المضخة سوف يتم توضيحها كما يلي .

٢.٧.١ العوامل التي تؤثر في اختيار المضخات :

١. سرعة المضخة و هي السرعة التي تنسب إلى سرعة الشافت و ما هي السرعة المطلوبة لعمل المضخة .
٢. أقل فعالية تشغيل و التي يجب أن تكون محددة و معلومة ضمن اعتبارات الشركة المصنعة .
٣. الإزاحة السكونية (Hs) و التي تتأثر في مكان وجود المضخة و ارتفاعها عن مستوى قاع الخزان و ذلك لتجنب حدوث ظاهرة التكهف .
٤. نوع المضخة (طاردة مركزية ، محورية ، و غيرها) و ذلك لغرض معرفة طريقة وضعها و تثبيتها في النظام الفعلي .
٥. المسافة المناسبة للمضخة و بعدها عن الشافت .
٦. نوع المائع المستخدم ، أي تحديد كثافة المائع و معامل لزوجته و مقدرة المضخة على سحب العوالق و الدقائق الصلبة الصغيرة الموجودة في المائع .
٧. تجنب ظاهرة حدوث القدرة العالية(non-overloading power) ، و التي تؤثر على عمل المضخة و بالتالي على النظام .

كل هذه الأمور تؤثر على اختيار نوع المضخة و في حالة عدم وجود كل هذه الامور يكون اختيار أي نوع لا يستوفي الغرض المطلوب .



شكل (٢.٦) رسم توضيحي لأطوال و أقطار الأنابيب

و الان يجب حساب الهيد و معرفته لكي يعرف اختيار المضخة و يمكن ذلك من خلال المعادلة التالية

$H = Hs + Hf$ ..... معادلة (7.2)

حيث ان :

H = Total head (m).

HS : Static head from center line of pump to the last point that can fluid reach (m) .

Hf : friction head in pipes (m)

و ذلك لان ارتفاع الماء من مركز المضخة الى النقطة المطلوبة يساوي2 متر و ارتفاع الماء من على مركز المضخة يساوي ١ متر و هو ارتفاع الخزان و بالتالي فان hs يساوي $Hs = 2 - 1$

و بالتالي $hs = 1\ m$.

و بالنسبة لـ Hf فانها تمثل بالمعادلة التالية :

$Hf = \sum pipe\ length * friction\ cof. + \sum pipe\ length * fitting\ cof.$ ..... معادلة (7.3)

حيث تمثل هذه المعادلة أطوال الأنابيب مضروبة في معامل الاحتكاك بالإضافة إلى أطوال الأنابيب مضروبة في معامل احتكاك الاكواع و بالتالي لكل طول في الشكل له قطر و له معامل يمكن حسبانه

بالعودة الى جدول (٧.٢) و بالتالى يمكننا حساب ذلك لكل طول من الانابيب و على فرض ان معامل معامل احتكاك الاكواع يساوي 0.3 .

Flow rate and friction head loss for tubing and pipe sizes (Imperial)			
Nom. dia. (in)	Inside dia. (in)	Flow rate (gpm)	Friction head loss (ft of head per feet pipe)
1/4	0.311	2.4	2.15
1/2	0.527	6.8	1.08
3/4	0.745	13.6	0.69
1	0.995	24	0.48
1 1/2	1.6	63	0.26
2	2.067	105	0.19
2 1/2	2.469	149	0.15
3	3.068	230	0.117
4	4.026	400	0.084
6	6.065	900	0.051
8	8.125	1615	0.036
10	10.25	2570	0.027
12	12.25	3675	0.022
14	13.5	4460	0.0194

شكل (٧.٢) أقطار الأنابيب و معامل الاحتكاك .

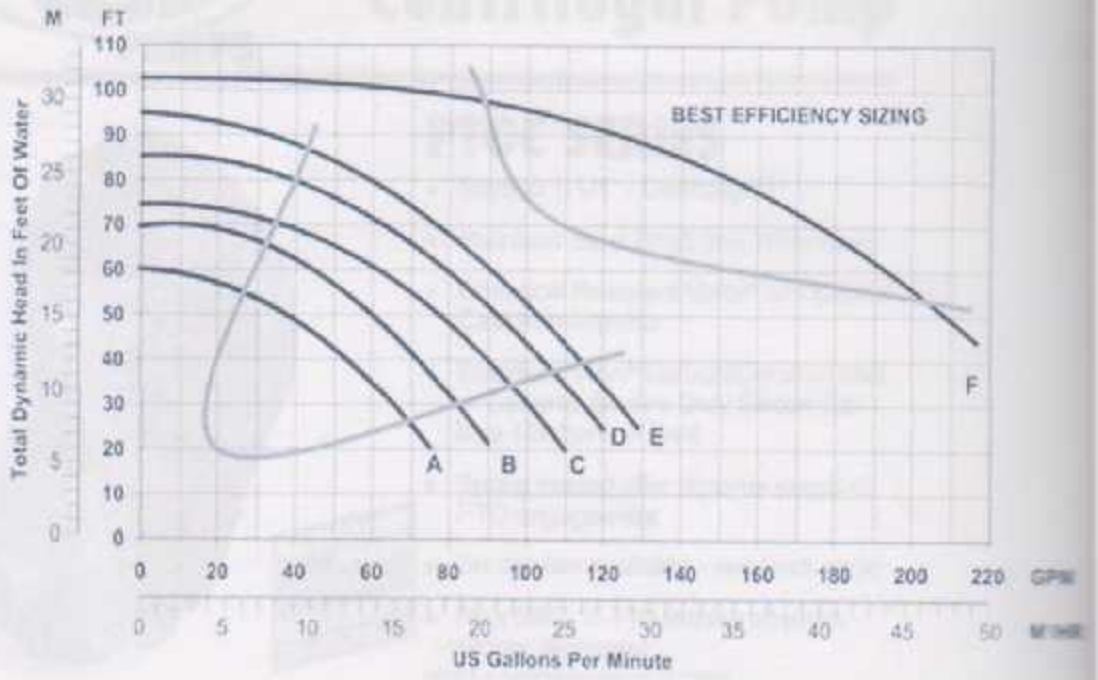
و بالعودة الى معادلة ٧.٣ و تطبيق الاطوال و الاقطار و بقسمة الاطوال على ٠.٣ للتحويل الى قدم فان الناتج يكون كما يلي :

(1/0.3) *0.26 +0.3*(1/0.30) +(25/0.3) *0.48 +0.3*(25/0.3) = ٦٦.٨ ft=33.1 *0.3 = 20.1 m

و بالتالي تصبح معادلة (7.2)

H = 20.1 + 1 = 21.1 m

و الان بعد معرفة الهيد الكلي و تقدير معدل التدفق بمقدار ٢٠ لتر في الدقيقة و الذي يعادل ٥ جالونات في الدقيقة و هو التدفق المطلوب و المحدد من الدفاع المدني نعود الى منحنى اختيار المضخات كما هو في الشكل التالي :



Key

A -0.7 KW B -1.5 KW C-1.8KW D-2.1KW E-2.4KW F-4KW

شكل (٢.٨) منحنى اختيار المضخات

وبعد الرجوع إلى منحنى اختيار المضخات فان المضخة التي تتوافق مع الحسابات التي قمنا بإجرائها هي المضخة B في الشكل السابق

و بالتالي فان قدرة المضخة سوف تكون

Power – 1.5KW = 1.5 *1000=1500/746 = 2 hp

و سوف يتم اختيار مضخة قدرتها ٢ حصان من نوع المضخة الطاردة المركزية و قادرة على استيعاب ثبات المحرك الزراعي و الذي يعمل بسرعة ١٠٠٠ لفة في الدقيقة .

فيما يلي شكل عام للمضخة المطلوبة

ACE PUMPS

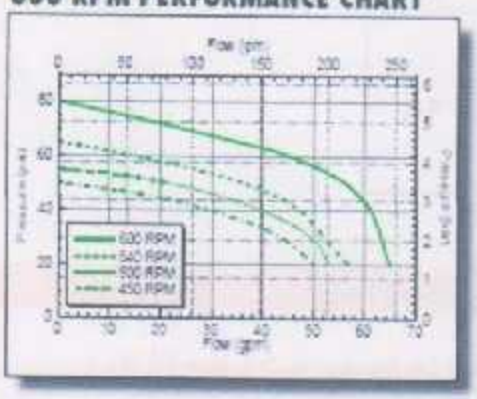
PTO Belt Driven Centrifugal Pump

PTOC SERIES

- Suction 1-1/4" - Discharge 1"
- Stainless Steel Shaft and Wear Ring
- Chemical Resistant Valox® or Optional Cast Iron Impeller
- Standard Viton® Carbon/Ceramic seal or Optional Severe Duty Silicon Carbide Mechanical Seal
- Spring loaded idler absorbs shock of PTO engagement.
- Six models available - see back page
- New BAC-15-PIN feature ensures proper alignment

Valox® is a registered trademark of GE Plastics
Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers

600 RPM PERFORMANCE CHART



1000 RPM PERFORMANCE CHART

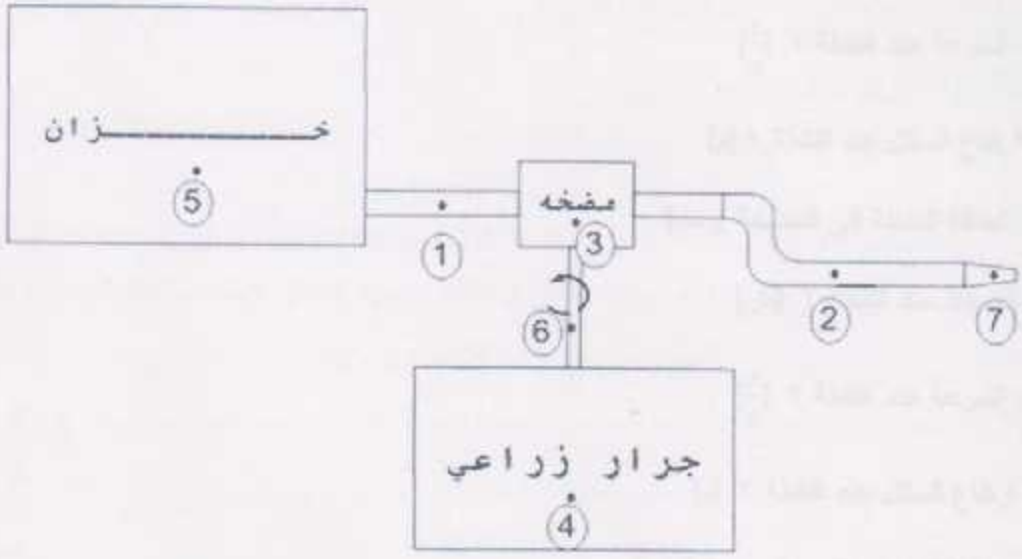
شكل (٢.٩) شكل عام للمضخة المطلوبة

الـــــوحـــــدة الـــــثالـــثه

الـــنـــمـــوذج الـــحـــسـابي

٣.١ مقدمه

حسب ما تقدم فان المشروع يتكون من عده اجزاء رئيسيه (جرار زراعي ، خزان ، مضخه ، توزيل ، بالاضافه الى الانابيب) سيتم ربط هذه الاجزاء ببعضها البعض حسب الشكل (٣.١) وبناء عليه سيتم عمل نموذج حسابي للمشروع يظهر خصائص (التدفق ، الضغط ، السرعه) سائل الاطفاء (الماء) اثناء جريانه خلال اجزاء النظام ، سيتم تجزيء هذا الفصل الى جزئين ، نستعرض في الجزء الاول القوانين والمعادلات التي سنقوم باستخدامها لوصف خصائص سائل الاطفاء من حيث تدفقه وسرعته وظغطه واقصى مسافه يمكن ان يصل اليها ، ثم في الفصل الثاني سيتم تطبيق هذه المعادلات حسب معطيات النظام والخروج بنتائج نظريه لهذه الخصائص



شكل (٣.١) رسم توضيحي للنظام

يوضح الشكل النظام الذي سوف نقوم بناء عليه بعمل النموذج الحسابي حيث توضح الأرقام :

١- المائع الخارج من الخزان والداخل إلى المضخة .
٢- المائع الخارج من المضخة .
٣- مضخة ضخ الماء وهي مضخة طارده مركزية.
٤- الجرار الزراعي .
٥- الخزان الذي يحتوي سائل الإطفاء .
٦- الشافت الذي سوف نأخذ منه الطاقة وهو من نوع pto .
٧- Nozzle.

٣.٢ النموذج الحسابي

نبدأ بالجزء الأول الذي سيتم من خلاله عرض المعادلات اللازمة وشرح وتفسير رموز كل معادله ، سيتم البدء بمعادله برنولي حيث ينص مبدأ برنولي على أن " ضغط المائع المثالي يقل إذا زادت سرعته "أي أن العلاقة بين ضغط المائع وسرعته علاقة عكسية ، تلزم هذه المعادلة في إيجاد قيم بعض الخصائص الفيزيائية التي تتغير من نقطه إلى أخرى نتيجة لوجود خسائر ناتجة عن وجود لكواع وناتجة أيضا عن خسائر الاحتكاك في الأنابيب .

$$\frac{p_1}{\delta}+\frac{v_1^2}{2g}+z_1=\frac{p_2}{\delta}+\frac{v_2^2}{2g}+z_2+\sum f\frac{l}{d}\frac{v^2}{2g}+\sum k_l\frac{v^2}{2g} \quad \text{.....(3.1)}$$

p_1 : الضغط عند النقطة ١ [بار]

δ : الوزن المعياري $[\frac{\text{نيوتن}}{\text{م}^3}]$

v_1 : السرعة عند النقطة ١ $[\frac{\text{م}}{\text{ث}}]$

z_1 : ارتفاع السائل عند النقطة ١ [م]

P_{in} : الطاقة الداخلة إلى المضخة [وات]

p_2 : الضغط عند النقطة ٢ [بار]

v_2 : السرعة عند النقطة ٢ $[\frac{\text{م}}{\text{ث}}]$

z_2 : ارتفاع السائل عند النقطة ٢ [م]

P_{out} : الطاقة الخارجة من المضخة [وات]

f : معامل مفاقيد الاحتكاك

l : طول الأنبوب [م]

v : سرعه المائع في الأنبوب $[\frac{\text{م}}{\text{ث}}]$

d : قطر الأنبوب [م]

g : تسارع الجاذبية الارضيه $[\frac{\text{م}}{\text{ث}^2}]$

k_l : معامل مفاقيد الاحتكاك في أل Elbow

لحساب الوزن المعياري للمائع المستخدم الذي يعتمد على كثافه المائع وتسارع الجاذبيه الارضيه نستخدم هذه المعادلة :

$$\delta_{\text{الماء}} = \rho g \quad \text{.....(3.2)}$$

ρ : كثافة المائع [$\frac{\text{كغم}}{\text{م}^3}$]

يمكن حساب الضغط عند النقطة ١ وهو الضغط الهيدروستاتيكي والضغط الهيدروستاتيكي هو الضغط الذي يمارس من قبل السائل في حاله الاتزان نظرا لقوه الجاذبية الارضيه ويمكن تمثيل الضغط الهيدروستاتيكي حسب القانون التالي :

$$p_1 = \rho g h + p_0 \quad \text{.....(3.3)}$$

p_0 : الضغط على سطح الماء في الخزان [بار] .

h : ارتفاع المائع في الخزان [م] .

سيتم حساب السرعة في النقطة ١ في الشكل (٣.١) من خلال معرفه التدفق ومساحه المقطع حيث أن السرعة حسب القانون التالي تزداد بزيادة التدفق (علاقة طرديه) وتقل بزيادة مساحه المقطع (علاقة عكسية) .

$$\dot{V} = Q = v * A \quad \text{.....(3.4)}$$

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{.....(3.5)}$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad \text{.....(3.6)}$$

حيث أن:

$\dot{V}$: مشتقه الحجم بالنسبة للزمن (التدفق) وتقاس بوحدة[$\frac{\text{م}^3}{\text{ث}}$] .

A : مساحه مقطع الأنبوب حيث تتناسب تناسبا طرديا مع مربع قطر الأنبوب وتقاس بوحدة [م^2] .

v : سرعه المائع في الأنبوب [$\frac{\text{م}}{\text{ث}}$] .

حساب الضغط عند النقطة ١ في الشكل (٣.١) يتم بالاعتماد على قيمه الطاقة الخارجة من المضخة بالاضافه إلى قيمه التدفق في نقطه ٢ حيث انه حسب معادله الاستمراريه ($Q1 = Q2$) فان التدفق قبل المضخه يساوي التدفق بعد المضخه فان الضغط في نقطه ٢ في الشكل (٣.١) حسب القانون التالي :

$$p = \frac{Power\ of\ pump}{Q} \quad \text{.....(3.7)}$$

p : الضغط [بار]

Q : التدفق $[\frac{m^3}{s}]$

يمكن تعريف الاحتكاك على انه القوة المقاومة التي تحدث عند تحرك سطحين متلاصقين باتجاهين متعاكسين ، يعتبر الاحتكاك قوة تطبق في الاتجاه العكسي لسرعة الجسم . يتم حساب مفاقيد الاحتكاك في الانابيب $\sum f \frac{l}{d}\frac{v^2}{2g}$ عن طريق معرفه كل من (قطر الأنبوب ، طول الأنبوب ، سرعه المائع داخل الأنبوب ، بالاضافه إلى نوع الماده المصنع منها الأنبوب) ، سيتم تقسيم ايجاد معامل الاحتكاك f الى خطوات مترابطه ثم بمعرفه كل من طول الأنبوب وقطره وسرعه السائل داخله يتم ايجاد مفاقيد الاحتكاك $\sum f \frac{l}{d}\frac{v^2}{2g}$.

معامل الاحتكاك هو كمية عددية تستخدم للتعبير عن النسبة بين قوة احتكاك بين جسمين و القوة الضاغطة بينهما ، يعتبر معامل الاحتكاك كمية تجريبية ، أي انه يجب قياسه عن طريق التجربة و لا يمكن حسابه بالمعادلات الرياضية .

خطوات ايجاد معامل الاحتكاك f :

١ – ايجاد معامل خشونه السطح الداخلي ϵ حيث انه كلما زادت الخشونه زاد الاحتكاك ويعتمد معامل الخشونه بشكل اساسي على نوع الماده المصنوعه منها الانابيب يمكن ايجاد معامل الخشونه من خلال جدول (٣.١) ثم نقوم بتقسيم معامل الخشونه ϵ على قطر الانابيب المستخدمه لكي يتم لاحقا استخدامه في ال diagram moody .

جدول (٣.١) معامل الخشونه للانابيب

Equivalent Roughness for New Pipe: [From Moody (Ref. 7) and Colebrook (Ref. 8)]

Pipe	Equivalent Roughness, ε	
	Feet	Millimeters
Riveted steel	0.003–0.03	0.9–9.0
Concrete	0.001–0.01	0.3–3.0
Wood stave	0.0006–0.003	0.18–0.9
Cast iron	0.00085	0.26
Galvanized iron	0.0005	0.15
Commercial steel or wrought iron	0.00015	0.045
Drawn tubing	0.000005	0.0015
Plastic, glass	0.0 (smooth)	0.0 (smooth)

٢ – رقم رينولد ينسب هذا الرقم إلى عالم فيزياء إيرلندي اسمه أوزبورن رينولدز ويعرف على إنه نسبة قوى القصور الذاتي إلى قوى اللزوجة ، يستخدم رقم رينولدز لعدد من الحالات التي تتحرك فيها موائع نسبة إلى سطح صلب ما. فتدخل في تعريف الرقم خواص المائع ،ككثافته ولزوجته ، بالإضافة إلى سرعة الجريان وطول مميّز يتغيّر تعريفه بحسب الشكل الهندسي للسطح . نحسب رقم رينولد عن طريق القانون التالي :

$$N_R = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad \text{.....(3.8)}$$

v : سرعه المائع $[\frac{م}{ث}]$

d : قطر الأنبوب[م]

ρ : كثافة المائع$[\frac{كغ}{م^3}]$

μ : اللزوجه

٣- ثم من أل moody diagram والموجود في اخر جزء من الكتاب (جزء الملاحق) وهو عباره عن مخطط يوضح العلاقه ما بين رقم رينولد ومعامل الخشونه لسطح الانابيب الداخلي إلى قطر الانابيب $\frac{\varepsilon}{D}$ نستطيع حساب معامل الاحتكاك f ومن ثم التعويض في القانون $\Sigma f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$ وايجاد مقدار مفاقيد الاحتكاك.

٤- المفاقيد في Elbow (الاكواع) تعتمد على سرعه المائع في الانابيب وتعتمد على معامل فقدان في هذه الاكواع والوصلات k_l نستطيع حساب قيمته من جدول (٣.٢) ثم تعوض قيمه هذا المعامل بالاضافه للسرعة في القانون التالي :

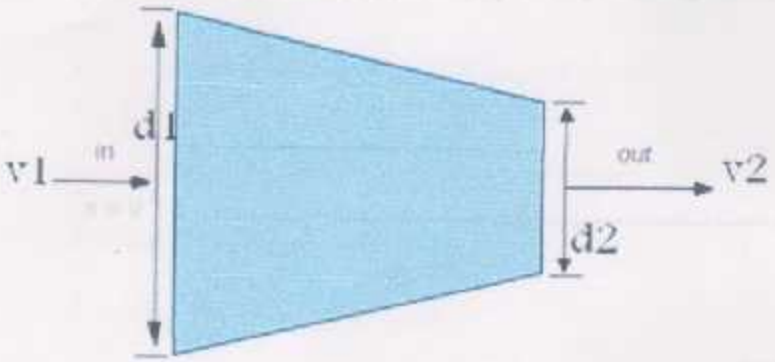
$$\sum k_l \frac{v^2}{2g}$$

جدول (٣.٢) معامل الفقدان في الاكواع

Loss Coefficients for Pipe Components: $\left(h_L = K_L \frac{V^2}{2g}\right)$

Component	K_L	
a. Elbows:		
Regular 90°, flanged	0.3	
Regular 90°, threaded	1.5	
Long radius 90°, flanged	0.2	
Long radius 90°, threaded	0.7	
Long radius 45°, flanged	0.2	
Regular 45°, threaded	0.4	
b. 180° return bends:		
180° return bend, flanged	0.2	
180° return bend, threaded	1.5	
c. Tees:		
Line flow, flanged	0.2	
Line flow, threaded	0.9	
Branch flow, flanged	1.0	
Branch flow, threaded	2.0	
d. Union, threaded	0.08	
e. Valves:		
Globe, fully open	10	
Angle, fully open	2	
Gate, fully open	0.15	
Gate, $\frac{1}{2}$ closed	0.26	
Gate, $\frac{1}{4}$ closed	2.1	
Gate, $\frac{1}{8}$ closed	17	
Swing check, forward flow	2	
Swing check, backward flow	∞	
Ball valve, fully open	0.05	
Ball valve, $\frac{1}{3}$ closed	5.5	
Ball valve, $\frac{2}{3}$ closed	210	

يتم استخدام القاذف (Nozzle) لكي يتم زيادة السرعة حيث انه حسب معادله الاستمرارية للسائل الغير قابل للانضغاط فان التدفق الداخل يساوي التدفق الخارج ، والتدفق هو عبارة عن حاصل ضرب السرعة في مساحه المقطع وبما أن العلاقة ما بين السرعة والمساحة علاقة عكسية فانه عندما تقل مساحه المقطع تزداد السرعة وهذا ما يفعله القاذف (النوزل) ، لكي يتم حساب السرعة الخارجة من القاذف يجب أن تكون السرعة الداخلة له معلومه لدينا من خلال معادله برنولي وبمعرفه مساحه مقطع الداخل إلى النوزل ومساحه مقطع الخارج منه يتم إيجاد السرعة في مخرج النوزل كما في معادله (٣.١١) والقوانين التالية تمثل معادله الاستمرارية للسائل الغير قابل للانضغاط .



شكل (٣.٣) النوزل

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

$$\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2$$

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

$$v_2 = v_1 \frac{A_1}{A_2} \quad \text{.....(3.9)}$$

حيث أن :

v_1 : سرعه المائع الداخل للنوزل .

v_2 : سرعه المائع الخارج من النوزل .

A_1 : مساحه مقطع مدخل النوزل .

A_2 : مساحه مقطع مخرج النوزل .

ρ : كثافة المائع .

حساب المسافة الأفقية التي يصل لها سائل الإطفاء يتم بالاعتماد على سرعه هذا السائل عند خروجه من القاذف (النوزل) وبالاعتماد أيضا على الفترة الزمنية التي يقطعها (زمن التحليق) كما هو مبين في المعادلة (3.10) التاليه :

$$x = v * t \quad \text{.....(3.10)}$$

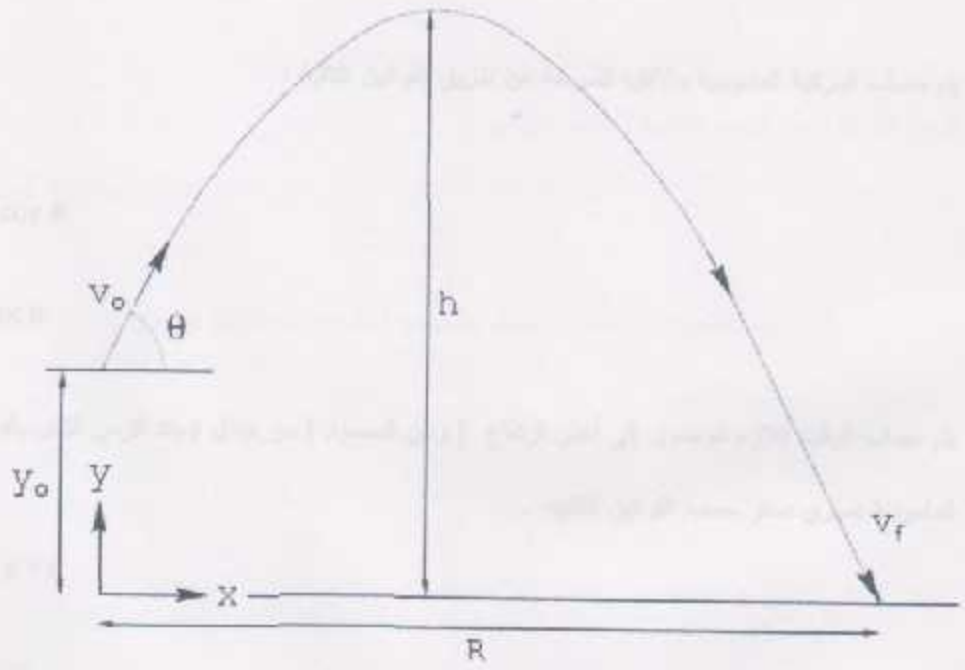
حيث أن :

x : المدى الافقي الذي يصل له سائل الإطفاء .

v : سرعه سائل الاطفاء .

t : (زمن التحليق) الزمن اللازم لوصول سائل الاطفاء الى سطح الارض.

لحساب أقصى مدى يمكن أن يصل له سائل الإطفاء لا بد لنا من أن نوظف قوانين المقذوفات كالتالي



شكل (٣.٤) المقذوفات

حيث أن :

المسافه العاموديه لانطلاق القذيفه بالنسبة لسطح الارض : y_o

السرعة الاوليه لسائل الإطفاء عند خروجه من أل نوزل : v_o

زاويه انطلاق المائع بالنسبة لمحور السينات : θ

أقصى ارتفاع يصل له سائل الإطفاء : h

أقصى مدى يصل له سائل الاطفاء : R

يمكن وصف حركه الجسم (المائع) في الشكل السابق (شكل ٣.٤) عن طريق المعادلات التالية :

$x = x_o + v_{xo} * t$ ..... (3.11)

$y = y_o + v_{yo} * t - 0.5 * g * t^2$ ..... (3.12)

يتم حساب المركبة العامودية والأفقية للسرعة عن طريق القوانين التالية :

$v_{xo} = v_o * \cos\theta$

$v_{yo} = v_o * \sin\theta$

يتم حساب الوقت اللازم للوصول إلى أعلى ارتفاع (زمن الصعود) من خلال إيجاد الزمن الذي يكون عنده السرعة العامودية تساوي صفر حسب القوانين التاليه .

$v_y = v_{yo} - g * t$

$(v_y = 0)$

$t_{rise} = \frac{v_{yo}}{g}$ ..... (3.13)

يتم حساب اقصى ارتفاع (h) عن طريق تعويض زمن الصعود من المعادله (3.13) في معادله (3.12)

$$h = y_o + v_{yo} \cdot t - 0.5 \cdot g \cdot t^2 \quad \text{.....(3.14)}$$

يتم حساب الزمن اللازم للسقوط من اقصى ارتفاع عن طريق حل معادله (3.12) لجسم انخلص من اقصى ارتفاع بسرعه اوليه صفر

$$y = y_o + v_{yo} \cdot t - 0.5 \cdot g \cdot t^2$$

حيث ان :

١- المركبه العاموديه للمسافه عندما يلامس الجسم الارض تساوي صفر $(y = 0)$

٢- المركبه العاموديه الاوليه للمسافه $(y_o = h)$

٣- المركبه العاموديه الاوليه للسرعه تساوي صفر $(v_{yo} = 0)$

يمكننا حساب زمن السقوط حسب المعطيات السابقه من معادله(3.12) كالتالي :

$$0 = h - 0.5 \cdot g \cdot t2$$

$$t_{fall} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \quad \text{.....(3.15)}$$

الزمن الكامل لرحله الجسم المقذوف تحسب كالتالي

$$t_{flight} = t_{rise} + t_{fall}$$

يتم حساب اقصي مدى يمكن أن يصل له الجسم المقذوف عن طريق تعويض (t_{flight}) الزمن الكلي في معادله (3.10) فيكون الناتج :

$$R = v_{x_o} \cdot t_{flight}$$

٣.٣ التمثيل الحسابي

سيتم في هذا الجزء من الفصل الثالث استخدام المعادلات والقوانين الموجودة في النموذج الحسابي وتطبيقيها على النظام للتأكد من أنها تحقق النتائج وبشكل رئيسي أن الماء المقذوف من النوزل يصل مداه ما بين ٣ - ٦ أمتار أفقيا . المعطيات لدينا من اختيار المضخة والوصف الوظيفي تفيد بان تدفق المضخة ٣٠ لتر / دقيقه وان قطر الأنابيب هو ١ انش أي ما يعادل ٢.٥ سنتيمتر وان قطر الداخل للقاذف هو ٢٥ مليمتر والخارج منه ٢ مليمتر ، (علما بان قيم الاقطار للانابيب والقاذف هي قيم مقترحه من قبل الدفاع المدني) وبالتالي يمكننا حساب السرعه عند مدخل القاذف وذلك بالاعتماد على تدفق المضخه ومساحه مقطع الانبوب كالتالي :

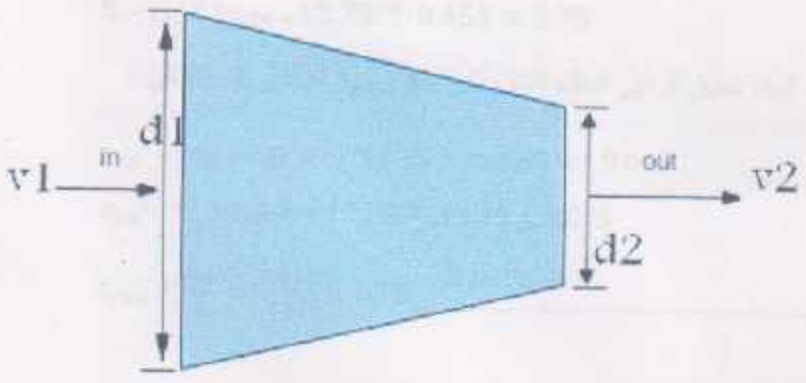
اولا مساحه مقطع الانبوب هي :

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} 0.025^2 = 4.9 * 10^{-4}\ m^2$$

يمكن حساب سرعه جريان الماء بالانبوب كالتالي :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{30\left[\frac{L}{min}\right] * \left[\frac{1m^3}{1000\,L}\right] * \left[\frac{1\,min}{60\,sec}\right]}{4.9 * 10^{-4}\ m^2} = 1.02[m/sec]$$

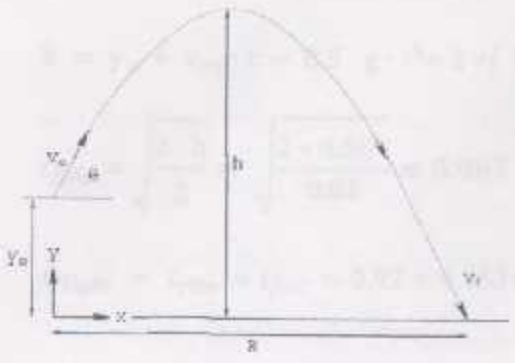
يمكن إيجاد السرعة في مخرج القاذف بمعرفه قيمه اقطار المدخل والمخرج للقاذف وقميه السرعة عند المدخل ، وقد اقترح علينا الضابط ابراهيم عايش من الدفاع المدني ان تكون قيمه اقطار القاذف ب ٢٥ مليمتر عند المدخل و ٢ مليمتر عند المخرج ، وبناءً عليه عند تطبيق معادله الاستمراريه للسائل الغير قابل للانضغاط تكون قيمة السرعة عند المخرج كالتالي :



$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

$$v_2 = v_1 \frac{d_1}{d_2}$$

$$v_2 = 1.02 \frac{25}{2} = 12.75\ [\text{m/sec}]$$



لحساب المسافه الافقيه التي يصل اليها الماء نطبق قوانين المقذوفات ، سيتم تطبيق قوانين المقذوفات عند زاويه 0 لحساب اقل مدى يمن ان يصل إليه الماء ، وعند زاويه 45 لحساب اقصي مدى ممكن ان يصل اليه الماء ، لحساب المدى سواءً كان اقصى او اقل مدى أفقي يلزمني معرفه زمن التحليق والمركبه الابتدائيه للسرعه الافقيه ، نبدأ بحساب اقل مدى (عندما تكون زاويه الاطلاق 0) كالتالي :

$v_{xo} = v_o * cos\,\theta = 12.75 * \cos 0 = 12.75$

$v_{yo} = v_o * sin\,\theta = 12.75 * cos\,0 = 0$

زمن الصعود ..... $t_{rise} = \frac{v_{yo}}{g} = \frac{0}{9.81} = 0$

لحساب زمن السقوط يلزمني حساب اقصى ارتفاع كالتالي :

$h = y_o + v_{yo} \cdot t - 0.5 \cdot g \cdot t^2 = 1 + 0 + 0 = 1$

$t_{fall} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 * 1}{9.81}} = 0.451$

زمن التحليق ..... $t_{flight} = t_{rise} + t_{fall} = 0 + 0.451 = 0.451\ sec$

المدى الذي سيصل اليه الماء عند زاويه 0 هو كالتالي :

$R = v_{xo} * t_{flight} = 12.75 * 0.451 = 5.75$

لحساب اقصى مدى ممكن ان يصل اليه الماء نطبق قوانين المقذوفات ولكن عند زاويه اطلاق 45 كالتالي :

$v_{xo} = v_o * cos\,\theta = 12.75 * \cos 45 = 9.015$

$v_{yo} = v_o * sin\,\theta = 12.75 * cos\,45 = 9.015$

زمن الصعود الى اعلى ارتفاع ..... $t_{rise} = \frac{v_{yo}}{g} = \frac{9.015}{9.81} = 0.92$

لحساب زمن السقوط يلزمني حساب اقصى ارتفاع كالتالي :

$$h = y_o + v_{yo} \cdot t - 0.5 \cdot g \cdot t^2 = 1 + (9.015 * 0.92) - (0.5 * 9.81 * 0.92^2) = 4.589$$

$$t_{fall} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 * 4.589}{9.81}} = 0.967$$

زمن التحليق ..... $t_{flight} = t_{rise} + t_{fall} = 0.92 + 0.9674 = 1.887\ sec$

المدى الذي سيصل اليه الماء عند زاويه 45 هو كالتالي :

$$R = v_{xo} * t_{flight} = 12.75 * 1.887 = 24.06\ m$$

نلاحظ بأن المدى يتراوح ما بين 5.75 الى 24.06 وهي قيمه كبيره جداً عن ما هو مطلوب ، وبما أن المدى الافقي يعتمد بشكل رئيسي على سرعه الماء الخارجه من القاذف ، سنقوم بتقليلها عن طريق زياده قطر المخرج للقاذف مع تثبيت قطر المدخل (١ انش) أي ما يعادل ٢.٥ سنتيمتر . وبالرجوع بالخطوات بشكل عكسي . بفرض ان اقل مدى نريده هو ٣ امتار (عندما تكون زاويه الاطلاق صفر) ، عندما تكون زاويه الاطلاق صفر فأن زمن التحليق يقتصر على زمن النزول من فوهه القاذف الى سطح الارض وذلك لان المركبه العاموديه للسرعة تساوي صفر وبالتالي فأن زمن الصعود الى اعلى ارتفاع يساوي صفر حسب القانون التالي :

زمن الصعود ..... $t_{rise} = \frac{v_{yo}}{g} = \frac{0}{9.81} = 0$

أعلى ارتفاع قد يصله الماء عندما تكون الزاوية صفر هو الارتفاع الابتدائي عند لحظه الإطلاق ، لان رحل التحليق للماء عندما تكون زاوية الإطلاق صفر هي رحله نزول وبالتالي فان أقصى ارتفاع هو ارتفاع القاذف عن سطح الأرض وهو ١ متر وعليه فان زمن السقوط يكون كالتالي :

$$t_{fall} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 * 1}{9.81}} = 0.451$$

نستطيع حساب السرعة الابتدائية (v_o) عن طريق تعويض كل من المدى الأفقي وزاويه الاطلاق في القانون التالي:

$$R = v_{xo} * t_{flight} = v_o * cos\,0 * t_{rise} + t_{fall} = v_o * 0.451 = 3$$

$$v_o = \frac{3}{0.451} = 6.65\ m/sec$$

يتم حساب قيمه قطر الخارج من القاذف عن طريق تعويض كل من السرعة الداخلة والخارجة من القاذف وقيمه قطر الداخل للقاذف في معادلة الاستمرارية للسائل الغير قابل للانضغاط كالتالي :

$$v_1 d_1 = v_2 d_2$$

$$d_2 = \frac{1.02*2.5}{6.65} = 0.383\ [\text{cm}]$$

نستطيع حساب اقصى مدى يمكن ان يصل اليه الماء في هذه الحاله (عندما يكون قطر المدخل للنوزل ٢٥ مليمتر والمخرج ٣.٨٣ مليمتر والسرعه الخارجه من النوزل هي ٦.٦٥ متر لكل ثانيه) كالتالي:

$$v_{xo} = v_o * cos\,\theta = 6.65 * \cos 45 = 4.7\ \text{m/sec}$$

$$v_{yo} = v_o * sin\,\theta = 6.65 * cos\,45 = 4.7\ m/sec$$

$t_{rise} = \frac{v_{yo}}{g} = \frac{4.7}{9.81} = 0.48\ sec$ ..... زمن الصعود الى اعلى ارتفاع

لحساب زمن السقوط يلزمني حساب اقصى ارتفاع كالتالي :

$$h = y_o + v_{yo} \cdot t - 0.5 \cdot g \cdot t^2 = 1 + (6.65 * 0.48) - (0.5 * 9.81 * 0.48^2) = 3.06$$

$$t_{fall} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 * 3.06}{9.81}} = 0.789$$

$t_{flight} = t_{rise} + t_{fall} = 0.47 + 0.789 = 1.26\ sec$ ..... زمن التحليق

المدى الذي سيصل اليه الماء عند زاويه 45 هو كالتالي :

$$R = v_{xo} * t_{flight} = 6.65 * 1.26 = 8.37\ m$$

نلاحظ ان قيمه المدى الافقي عند تغير قيمه اقطار القاذف اصبحت تتراوح ما بين ٣ امتار و ٨ امتار وهي بذلك قريبه من ما هو مطلوب لذلك نعتمد بان قيمه اقطار النوزل هي (٢٥ مليمتر عند المدخل و ٤ مليمتر عند المخرج).

الـــــوحـــــدة الـــــرابعة

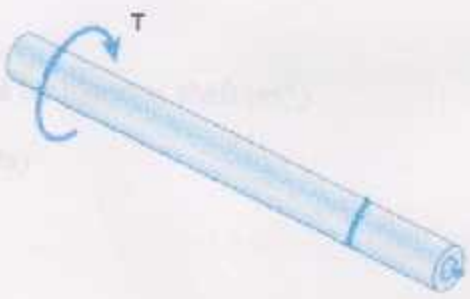
التحليل الميكانيكي

٤.١ مقدمة

إن التحليل الميكانيكي للآلات الميكانيكي يدرس القوى المؤثرة على الجزء الميكانيكي و ما أبعاد هذا الجزء المناسبة لتفادي حدوث أي خطر على أي جزء ميكانيكي و بالتالي الآلة الميكانيكية ككل ، في هذا الفصل سوف يتم شرح التحليل الميكانيكي للـ "pto shaft" و ما هي أبعاده المناسبة و فحصه باختبارات التصميم الميكانيكي .

شكل (٤ .١) pto shaft

يوضح الشكل (٤.١) الشكل العام للـ pto shaft بشكل مبسط حيث سيتم وصل احد اطرافه مع عمود الإدارة الخلفي للجرار الزراعي و الطرف الثاني سيتم وصله بالمضخة لتزويدها بالطاقة الكافية لتشغيلها و ضخ المياه و سيتم إجراء التحليلات الميكانيكية اللازمة للشافت .



شكل (٤ .٢) شكل عام للشافت

يوضح الشكل (٢ . ٤) صورة مكبرة للجزء الذي سوف يتم إجراء التحليلات الميكانيكية عليه و كما هو مبين في الشكل العزم الميكانيكي (T) و الذي يأتي للشافت من عمود الإدارة الخلفي للجرار الزراعي .

حيث يتعرض الشافت إلى عملية الحدرجة أو الفتل بالإنكليزية(Torsion) و هي واحدة من الجهود الرئيسية التي يمكن أن يخضع لها جسم ما، إلى جانب الشد ، الضغط ،القص. الحـــدرجـــة تصف وتميـــز التواء جسم مرن عندما يقع تحت تأثير عزم دوران الحدرجة.

فيما يلي سوف يتم تحليل الشافت بناءً على تحليل زاوية الالتواء للشافت و إيجاد قيمة قطر الشافت و موافقته مع معامل الأمان nd و هو رقم يتم ضربه في أقصى حمل يتم التصميم على أساسه من أجل ضمان أمان المنشأ أو الآلة التي يتم تصميمها.

٤.٢ التحليل الميكانيكي

سيتم التحليل للشافت بناءً على طريقتين و هما :

١- زاوية الالتواء (Twisting angle) .

٢- التحليل الميكانيكي من خلال نظرية إجهاد القص الأعظم (maximum shear- stress theory)

٤.٢.١ زاوية الالتواء (Twisting angle)

يمكن تمثيل زاوية الالتواء بالمعادلة ٤.١ التالية:

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \qquad (٤.١)$$

حيث تمثل الرموز :

Θ : Angle of Twist (rad or degree)

T : torque (N.m)

L : length of shaft (m)

J : Polar Moment of Inertia for Circular shaft (m^4)

G: modules of rigidly (GPa)

أما الإجهاد المطبق على الشافت و هو من نوع Torsional Shear Stress

يمكن تمثيله بالمعادلة التالية :

$$\tau = \frac{Tr}{J} \quad \text{.....(٤.٢)}$$

حيث تمثل الرموز :

τ : Torsional Shear Stress(N.m)

r : radius of shaft (m)

T : torque (N.m)

J : Polar Moment of Inertia for Circular shaft (m^4)

وتمثل (J)عزم القصور الذاتي أو الكتلة الزاوية و هي مقياس مقاومة الشافت للتغيرات في معدل دورانه حيث يمكن وصف مدى صعوبة أو سهولة تغيير سرعة الدوران لجسم من خلال عزم القصور الذاتي. لو فرضنا قرصين متساويين في الكتلة وأحدهما ذو قطر أو اسطوانة أوسع من الآخر سنلاحظ أن القرص ذو القطر الأوسع يحتاج لبذل جهد أكبر لتدويره لسرعة دورانية متساوية والعكس صحيح حيث يظل القرص ذو القطر الأكبر محافظا على دورانه لفترة أطول من الأخر.

و يمكن تمثيل القصور الذاتي القطبي للشافت بالمعادلة التالية :

$$J = \frac{\pi}{32} d^4 \quad \text{.....(٤.٣)}$$

حيث تمثل الرموز :

J : Polar Moment of Inertia for Circular shaft (m^4)

d: diameter of shaft (m)

بضرب معادلة ١.٤ بـــ $\pi / ١٨٠$ و تعويض معادلة ٤.٣ في معادلة ١.٤ تنتج المعادلة التالية :

$$\theta = \frac{583.6 * T * l}{d^4 * G} \quad \text{.....(٤.٤)}$$

و بالتالي قيمة قطر الشافت يمكن تمثيلها بالمعادلة التالية :

$$d^4 = \frac{583.6 * T * l}{\theta * G} \quad \text{.....(٤.٥)}$$

و بناءً على معادلة (٤.٥) يمكن حساب قيمة قطر الشافت المتوافق مع العزم الدوراني الذي تم استنتاجه في الفصل الثالث .

4.1.2 نظرية إجهاد القص الأعظم ((maximum –shear- stress theory (mss)

تعتبر هذه النظرية سهلة الاستخدام وهي تعطي دائما جانبا من الأمان – وتستخدم في المواد (المرنة)على حسب هذه النظرية يحدث الانهيار عندما يصبح إجهاد القص τ .max الأعظم مساويا لمقاومة الخضوع (Sy) في القص مقسوماً على ضعف معامل الأمان (nd) كما هو موضح في المعادلة التالية.

$$\tau .max = \frac{Sy}{2nd} \quad \text{.....(٤.٦)}$$

حيث تمثل الرموز :

Sy :yielding strength (MPa)

nd : factor of safety

و من علاقة القص الأعظم بالعزم كما هو مبين في المعادلة (7.4) التالية يمكن استنتاج قطر الشافت من خلال الربط بين المعادلة ٦.٤ و المعادلة ٧.٤ .

$$\tau.max = \frac{16*T}{\pi*d^3} \quad \text{.....(٤.٧)}$$

بعد الربط بين المعادلتين السابقتين يمكن استنتاج أن قطر الشافت يساوي حسب المعادلة التالية :

$$d^3 = \frac{16*T*2*nD}{sy} \quad \text{.....(٤.٨)}$$

الـــوحـــدة الخـــامـــسة

الـــنـــتـائـــــج

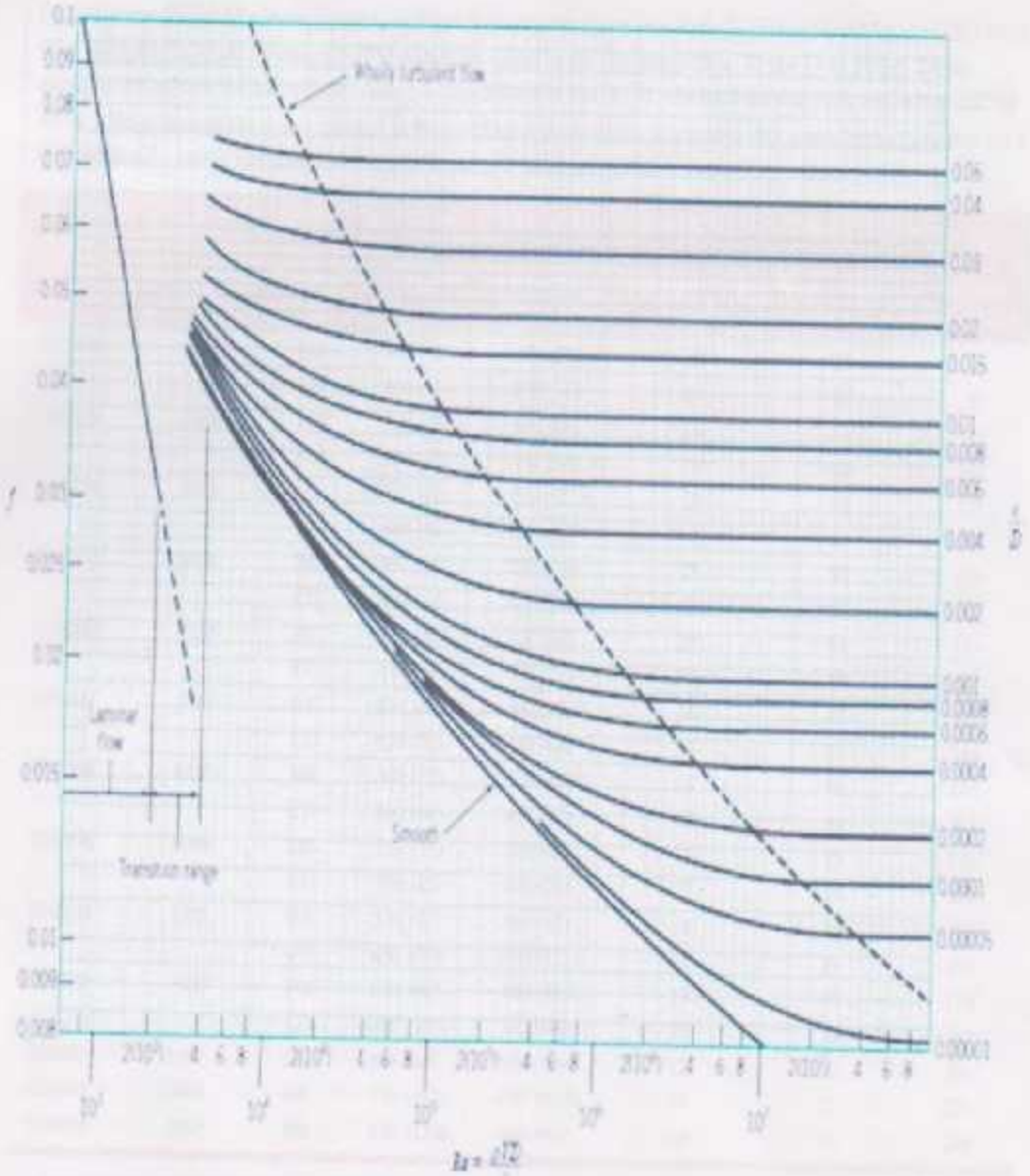
٥.١ مقدمة

في هذا الفصل سوف يـتم تلخـيص اهـم النتـائج التـي يمكـن الحصـول عليهـا مـن تنفيـذ المشروع في المناطق النائية و التي يمكن تلخيصها في نتائج المشروع.

٥.٢ نتائج المشروع المتوقعة عند تنفيذه

١. الحفاظ على أمن و سلامة المواطن الفلسطيني في المناطق النائية .
٢. الحفاظ على الثروة النباتية و تشمل المراعي و الاشجار الحرجيـة و الحفـاظ علـى البيئـة مـن التلوث .
٣. حماية المحاصيل الزراعية و الحد من الخسائر في الثروة الزراعية و خسائر المزراعين .
٤. مساعدة طواقم الدفاع المدني و الحد من انتشار الحرائق قبل وصول الاطفائية .

الملاحق



Friction factor as a function of Reynolds number and relative roughness for round pipes—the Moody chart

Moody diagram مخطط مودي

Table A-20

Deterministic ASTM Minimum Tensile and Yield Strengths for Some Hot-Rolled (HR) and Cold-Drawn (CD) Steels [The strengths listed are estimated ASTM minimum values in the size range 18 to 32 mm ($\frac{3}{4}$ to $1\frac{1}{4}$ in). These strengths are suitable for use with the design factor defined in Sec. 1–10, provided the materials conform to ASTM A6 or A568 requirements or are required in the purchase specifications. Remember that a numbering system is not a specification.] *Source:* 1990 SAE Handbook, p. 2.15.

1 UNS No.	2 SAE and/or AISI No.	3 Processing	4 Tensile Strength, MPa (kpsi)	5 Yield Strength, MPa (kpsi)	6 Elongation in 2 in, %	7 Reduction in Area, %	8 Brinell Hardness
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	329 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	132
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

لحساب قيمة ال (tensile strength)

Table A–4

Optional SI Units for Bending Deflection $y = f(Fl^3/EI)$ or $y = f(wl^4/EI)$ and Torsional Deflection $\theta = Tl/GJ$

Bending Deflection					Torsional Deflection				
F, wl	l	I	E	y	T	l	J	G	θ
N*	m	m⁴	Pa	m	N · m*	m	m⁴	Pa	rad
kN*	mm	mm⁴	GPa	mm	N · m*	mm	mm⁴	GPa	rad
kN	m	m⁴	GPa	mm	N · mm	mm	mm⁴	MPa (N/mm²)	rad
N	mm	mm⁴	kPa	m	N · m	cm	cm⁴	MPa (N/mm²)	rad

*Basic solution.
†Often preferred.

Table A–5

Physical Constants of Materials

Material	Modulus of Elasticity E		Modulus of Rigidity G		Poisson's Ratio ν	Unit Weight w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lbf/in³	lbf/ft³	kN/m³
Aluminum (all alloys)	10.4	71.7	3.9	26.9	0.333	0.098	169	26.6
Beryllium copper	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Brass	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Carbon steel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Cast iron (gray)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Copper	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Douglas fir	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Glass	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Lead	5.5	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Magnesium	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molybdenum	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Nickel silver	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Nickel steel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Phosphor bronze	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Stainless steel (18-8)	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0
Titanium alloys	16.5	114.0	6.2	42.4	0.340	0.160	276	43.4

لحساب قيمة (modulus of rigidity)

١-Sighley's , mechanical engineering ,eighth edition.

٢- Dopey , electrical drive, third edition.

٣- mohammad awad , hydraulic machines notes, second edition .

٤- Hugh Jack, automation manufacturing systems with plcs , second edition.

٥-http://www.ehow.com/how_7512021_calculate-pulley-sizes.html#ixzz2FWGGLxpt [2/10/2012]

٦- http://ar.wikipedia.org

٧-Manson , fluid mechanics , third edition