وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل /كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

# إعداد نظام خبير لتشغيل سدة متعددة الأغراض والمنشآت

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة جامعة بابل وهي جزءٌ من متطلبات
نيل درجة ماجستير علوم في الهندسة المدنية

من قبل

قيس حاتم محمد السعدي

تشرين الأول / 2002

Ministry of education and scientific research
Babylon university / College of engineering
Civil engineering department

# Developing an expert system to operate multi-porpuse multi- unit barrage

Thesis presented to college of engineering Babylon university as a part of requirements of obtainment the master's degree in civil engineering

By
***Qais Hatem Mohammed***

October \ 2002

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَقُلْ رَّبِّ زِدْنِي عِلْماً

صَدَقَ اللهُ الْعَظِيمِ

سورة طه،

الآية(114)

***الاهداء..***

**الى الرسول الكريم ..**

**أهدي ثمرة جهدي هذا..**

## شكر وتقدير

أشكر أستاذيّ القديرين الدكتور عبد الهادي أحمد الدلوي والدكتور أحمد عبد الصاحب المشرفين على هذا البحث اللذين بذلا الكثير من وقتهما وراحتهما، ولم يبخلا علي بالرأي والمشورة والتوجيهات القيمة لرفع مستوى البحث حتى خرج بهذه الصورة.

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى عميد كلية الهندسة، ورئيس قسم الهندسة المدنية ومنتسبيه بجامعة بابل لتعاونهم في انجاز هذا البحث.

كما اشكر المهندسين أمجد جمال محمود وحيدر حسين علوان اللذين أسديا النصح لي في مراحل البحث.

وأتقدم بجزيل الشكر إلى المهندسة وفاء من مكتب العامر التي بذلت جهدا كبيرا في طباعة هذا البحث.

قيس حاتم محمد

السعدي

2002

## إقرار المشرفين على الرسالة

نقر أنّ إعداد الرسالة الموسومة بـ(إعداد نظام خبير لتشغيل سدة متعددة الأغراض والمنشآت) من قبل الطالب (قيس حاتم محمد السعدي) تم تحت اشرافنا في قسم الهندسة المدنية في كلية الهندسة – جامعة بابل، وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الهندسة المدنية/الموارد المائية.

التوقيع:
المشرف الاول:أ.م.د.عبد الهادي احمد عزيز الدلوي
التاريخ: / /2002

التوقيع:
المشرف الثاني:أ.د. احمد عبد الصاحب محمد علي
التاريخ: / /2002

# قرار لجنة المناقشة

**نحن أعضاء لجنة المناقشة، اطلعنا على الرسالة الموسومة بـ(إعداد نظام خبير لتشغيل سدة متعددة الأغراض والمنشآت) وقد ناقشنا الطالب (قيس حاتم محمد السعدي) في محتوياتها وفي ما له علاقة بها فوجدناها مستوفية للشروط لقبولها جزءً من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الهندسة المدنية/الموارد المائية.**

**التوقيع:** **التوقيع:**
**الاسم:** **الاسم:**

**التوقيع:** **التوقيع:**
**الاسم:** **الاسم:**

**التوقيع:**
**الاسم:**

**مصادقة عمادة كلية الهندسة**

**التوقيع:**
**الاسم:**
**التاريخ:**

**الخلاصة :**

تشغيل المنشآت الهيدروليكية الكبيرة المعقدة (متعددة المكونات والاغراض) يتطلب وجود عدد من المختصين قد يكون ضروريا عليهم اتخاذ قرارات يصعب بلورتها الى اجراءات عملية انية في الوقت المناسب .

يتضمن هذا البحث حلا لذلك من خلال استخدام احدى تقنيات الذكاء الصناعي وهي تقنية النظام الخبير، اذ يهدف النظام الخبير الى مساعدة المشغل في اتخاذ القرارات الملائمة والصائبة الخاصة بمهمته .

لقد اعتمدت سدة الهندية كانموذج للدراسة حيث تحتوي هذه السدة على ستة نواظم (خمسة منها صدرية)، محطة كهرومائية وهويسي ملاحة.

لقد تم في البحث تطوير نظام خبير بلغة Visual basic يمكنه ايجاد (فتحة وعدد بوابات الناظم لامرار تصريف معين، عدد الوحدات المشغلة للمحطة الكهرومائية، القدرة الكهربائية المنتجة وعدد الزوارق التي يمكنها المرور عبر هويس الملاحة).

ان النظام الخبير المعد يعطي نتائج اقرب الى القيم الحقلية من نتائج النظام الخبير (ESOHIP) والذي يعني( The Expert System for Operation of Hindiya Barrage Irrigation Project) ويعتبر اول نظام خبير يتناول سدة الهندية واعده الباحث حيدر حسين علوان،ويرجع سبب ابتعاد نتائج النظام (ESOHIP) عن القيم الحقلية الى اعتماد الباحث على النموذج الهيدروليكي في اعداده. وتختلف القدرة الكهربائية المنتجة والمقدرة بواسطة النظام الخبير (ESOMB) عن القدرة المنتجة الفعلية وذلك لتباين معامل كفاءة المحطة الكهرومائية المقدّر عن الحقيقي، ويمكن تطوير النظام الخبير المعد باضافة قواعد معرفة وسيطرة جديدة او بتعديل القواعد المثبتة فيه بشكل يسير دون الحاجة الى هيكلية جديدة او اعادة برمجة.

# المحتويات


| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| الخلاصة | I |
| قائمة الجداول | V |
| قائمة الأشكال | VI |
| قائمة الرموز | XII |
| الفصل الأول: المقدمة | |
| 1-1: تمهيد | 1 |
| 2-1: أهداف البحث | 1 |
| 3-1: فصول البحث | 2 |
| الفصل الثاني: الذكاء الصناعي والنظم الخبيرة | |
| 1-2: إدارة المشاريع | 3 |
| 2-2: أنظمة تشغيل الحاسوب ولغات البرمجة | 4 |
| 3-2: الذكاء الصناعي | 4 |
| 4-2: النظام الخبير | 7 |
| 5-2: الدراسات السابقة الخاصة بالنظم الخبيرة | 10 |
| الفصل الثالث: الحالة التطبيقية | |
| 1-3: منشأ سدة الهندية الجديدة | 12 |
| 2-3: منشآت المشروع | 14 |
| 3-3: التشغيل الهيدروليكي لمشروع سدة الهندية الجديدة | 27 |
| 1-3-3: توزيعات المياه | 27 |
| 2-3-3: التشغيل الهيدروليكي لمنشآت المشروع | 27 |

| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| 4-3: الخلاصة | 49 |
| الفصل الرابع: النظام الخبير | |
| 4-1: المقدمة | 52 |
| 4-2: ميزات النظام الخبير | 52 |
| 4-3: آلية النظام الخبير | 52 |
| 4-3-1: بيانات السدة (Barrage data) | 54 |
| 4-3-1-1: بيانات الناظم الرئيس (Main barrage data) | 55 |
| 4-3-1-2: بيانات نواظم صدر الحلة، الكفل، بني حسن، الحسينية الجديد (Hilla, Kifil, Beni Hassan,New Hussainiya head regulators data ) | 58 |
| 4-3-1-3: بيانات ناظم صدر الحسينية القديم (Old Hussainiya head regulator data) | 58 |
| 4-3-1-4: بيانات محطة الطاقة (Power plant data) | 63 |
| 4-3-1-5: بيانات هويس ملاحة الفرات (Euphrates navigation lock data) | 63 |
| 4-3-1-6: بيانات هويس ملاحة الحلة (Hilla navigation lock data) | 70 |
| 4-3-2: تشغيل السدة (Barrage operation) | 75 |
| 4-3-2-1: تشغيل محطة الطاقة (Power plant operation) | 75 |
| 4-3-2-2: تشغيل الناظم الرئيس (Main barrage operation) | 78 |
| 4-3-2-3: تشغيل نواظم صدر الحلة، الكفل، بني حسن، الحسينية الجديد (Hilla, Kifil, Beni Hassan, New Hussainiya head regulators operation) | 81 |
| [illegible] الحسينية القديم (niya head | 81 |


المحتويات


| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| 4-3-2-5: تشغيل هويس ملاحة الفرات (Euphrates navigation lock operation) | 83 |
| 4-3-2-6:تشغيل هويس ملاحة الحلة (Hilla navigation lock operation) | 90 |
| 4-3-3: ملخص النتائج (Results summary) | 90 |
| 4-3-4: التعليمات (Help) | 90 |
| 4-3-5: خروج (Exit) | 90 |

4-4: تطبيق النظام الخبير لحالات تشغيل افتراضية 93
1-4-4: تشغيل المحطة الكهرومائية والناظم الرئيس 93
2-4-4: تشغيل ناظم صدر شط الحلة 93
3-4-4: تشغيل ناظم صدر جدول الكفل 93
4-4-4: تشغيل ناظم صدر بني حسن 93
5-4-4: تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم 93
6-4-4: تشغيل ناظم صدر الحسينية الجديد 93
7-4-4: تشغيل هويس ملاحة الفرات 97
8-4-4: تشغيل هويس ملاحة شط الحلة 97
5-4: امكانات النظام الخبير (ESOMB ) 100
6-4: مناقشة 110
الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات
1-5: الاستنتاجات 113
2-5: التوصيات 113
المصادر 114

# Abstract

The operation of large complex hydraulic structures (multi-purposes, multi-units) needs the presence of a number of specialists to take decisions that should be converted to instantaneous actions at appropriate time.

This research includes a solution for that problem by using one of the artificial intelligence techniques which is the expert system technique. The expert system enables the user to take the suitable correct decisions which concern his job.

The Hindiya barrage has been taken as a case study since it consists of six head regulators, hydroelectric power plant, and two navigation locks.

In this research, the modification of an expert system in visual basic language was performed such that it finds the number and the opening of regulator gates to pass a specific discharge, number of hydropower plant units, the produced electric power, and the number of boats that could use the navigation lock.

This expert system admits development by adding new knowledge bases and new control bases or by correction of the existing bases in easy way without needing a complete programming process.

# الفصل الأول
# المقدمة

## 1-1: تمهيد

تحظى المياه بأهمية كبيرة في حياة الإنسان وذلك لاستخدامها في شتى مجالات الحياة، في المقدمة منها الاستعمالات المنزلية والصحية اليومية، فضلاً عن الزراعة والصناعة وتوليد الطاقة الكهربائية. وعليه فقد أصبحت مهمة استغلال المياه واستثمارها بشكل جيد أمرا يشغل بال العاملين في هذا المجال. ولأجل ذلك يتم بناء السدود والخزانات.

مما لا يخفى عن الأذهان أن أداء أي مشروع يتعلق بالمياه والمنشآت المختلفة لخزن المياه أو السيطرة عليها وتوزيعها لا يعتمد على طريقة تصميمه وتنفيذه فحسب بل وعلى طريقة تشغيله ايضا حيث إن التشغيل السئ قد يؤدي إلى فشل المنشأ في أداء مهمته، وقد يؤدي في بعض الأحيان إلى انهيار المنشأ نفسه. وتبرز صعوبة التشغيل في المشاريع التي تحتوي على اكثر من منشأ حيث تكون عملية التشغيل معقدة إلى حد ما نظرا لاحتوائها على حسابات كثيرة ومتشعبة، إضافة إلى ضرورة المقارنة بالعديد من المعايير التصميمية. ولتسهيل إدارة مثل هذه المشاريع من قبل كوادر جديدة ليس لها خبرة واسعة في هذا المجال كان اللجوء إلى الحاسوب (والى الأنظمة الخبيرة بالذات).

إن المجموعة الصدرية لمشروع سدة الهندية –على سبيل المثال- تحتوي على ست منظومات (خمس منها صدرية) بالإضافة إلى هويسين للملاحة ومحطة كهرومائية. إن تشغيل مثل هذه المجموعة يحتاج إلى إجراء العديد من الحسابات المعقدة التي تستلزم وقتا طويلا حيث يرتبط تشغيل المحطة الكهرومائية بتشغيل الناظم الرئيس ويرتبط تشغيل هويس ملاحة الفرات بتشغيل الناظم الرئيس ويرتبط تشغيل هويس ملاحة الحلة بتشغيل ناظم صدر شط الحلة، كما أن حدوث أي تغيير في بيانات المشروع يتطلب إعادة الحسابات بموجب البيانات الجديدة، يضاف إلى ذلك الخطأ المحتمل أثناء تلك الحسابات. كل هذا يبرز أهمية - بل وضرورة - إعداد نظام خبير لتشغيل هذه المجموعات المترابطة من مفاصل تلك المشاريع مثل مشروع سدة الهندية بما يؤمن سرعة ودقة تحليل البيانات وبلورتها بشكل إجراءات عملية مناسبة توفر الوقت والجهد وتتجاوز الأخطاء المحتملة.

## 2-1: أهداف البحث

تتلخص أهداف البحث في تطوير نظام خبير لتشغيل مشروع يضم نواظم صدرية ومحطة كهرومائية وهويس للملاحة مثل مشروع سدة الهندية. ويهدف النظام الخبير إلى جعل التشغيل أدق واسهل وأسرع في الاستجابة للتغيرات الحاصلة في البيانات وكذلك لتجاوز الأخطاء المحتملة. ويؤمن النظام الخبير في الوقت نفسه معلومات وافية عن مشروع سدة الهندية يمكن الوصول لها بسهولة.

## 3-1: فصول البحث

يتضمن البحث خمسة فصول. الفصل الثاني يختص بالذكاء الصناعي والنظم الخبيرة السابقة و أسباب اختيار لغة (Visual basic) لبناء النظام الخبير. والفصل الثالث يصف المنشآت الهيدروليكية للمجموعة الصدرية لمشروع سدة الهندية ويستعرض أسس التشغيل الهيدروليكي للمجموعة الصدرية وخبرات الإنسان المتراكمة في هذا المجال. ويصف الفصل الرابع آلية النظام الخبير المستندة إلى إمكانيات لغة (Visual basic) وتطبيق النظام الخبير لحالات تشغيل افتراضية متوقعة. ويستعرض الفصل الخامس الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل إليها من خلال تطوير النظام الخبير لتشغيل المشروع.

## الفصل الثاني
## الذكاء الصناعي والنظم الخبيرة

### 2-1: إدارة المشاريع

إن كفاءة إدارة المشاريع من العوامل المهمة لنجاح أي مشروع. فالتشغيل الجيد يتيح للمشروع تأدية الأغراض التي صمم من اجلها على اكمل وجه في حين أن التشغيل السيء قد يقود إلى إلحاق أضرار كبيرة تؤدي إلى انهيار المشروع.

إن صعوبة إدارة أي مشروع تتناسب مع حجمه وعدد المنشآت التي يحتويها. وفي ظل التطور العلمي الحاصل نلاحظ أن كل أنواع المشاريع خطت أشواطا نحو التقدم، فظهرت المشاريع الضخمة متعددة الأغراض والمنشآت. ومن هنا زادت عملية إدارة المشاريع صعوبة وتعقيدا واستهلاكا للوقت. لذلك بدأ المختصون ومنذ إدراكهم لهذه المشكلة في البحث عن حل لها مستفيدين مما توّصل إليه العلم. وتوجهوا إلى استغلال الحاسوب الذي أتاح المرونة الكافية للتعامل مع شتى أنواع المشاريع، وبذلك ظهرت أنظمة إدارة المشاريع. وفيما يلي بعض الأمثلة على أنظمة إدارة المشاريع على الحاسوب.

جدول (2-1): بعض أنظمة إدارة المشاريع على الحاسوب. (بطرس:1989)

| اسم النظام | وصف النظام | السعة الدنيا لذاكرة الحاسبة (kb) |
|---|---|---|
| Arremis Project Package. | معالجة المعلومات ونظام التقارير لإدارة المشاريع. | 640 |
| Calms database contact management. | يقوم بإدارة التعهدات والعمل على الورشات مع دفاتر التصاميم والعمولات ومراقبة الجودة. | 1000 |
| DNA diagrbl network analysis. | طريقة في إدارة الأعمال لخلق وضبط ومراقبة عدد كبير من المهمات بسرعة وسهولة. | 512 |
| Hornet project management system. | تحليل الجداول مع إدارة الموارد. | 512 |
| Korkus vax. | نظام تخطيط متعدد الفوائد. | 512 |
| Project helper. | نظام للتصميم يتضمن الاشراف على تخطيط المشروع. | 320 |
| Qwiknet professional. | نظام إدارة متطور يتيح المراقبة والاشراف على المشاريع المرتفعة القيمة والمعقدة. | 512 |
| Micro planner 6. | نظام تخطيط بواسطة الجداول البيانية. | 512 |

### 2-2: أنظمة تشغيل الحاسوب ولغات البرمجة

اخترعت لغة بيسك في بداية الستينات من القرن الماضي على أيدي الأستاذين جون كيميني وتوماس كرتز في كلية دارتموث في الولايات المتحدة الأمريكية (شلال:1987)، وقد لاقت هذه اللغة انتشارا واسعا بسبب سهولتها وسرعة تعلمها وفعاليتها. وبمرور الزمن تطورت هذه اللغة إلى ( Quick basic ) التي هي عبارة عن مزيج من لغة بيسك ولغة فورتران، وقد تميزت هذه اللغة بالسرعة العالية واختصار الخطوات البرمجية. وتعمل لغة(Quick basic ) ضمن بيئة نظام التشغيل ( MS-DOS ). وبعد ظهور نظام التشغيل ( Windows) والتطور

الحاصل في قدرات الحاسبة ظهرت لغة (Visual basic) التي تعني بيسك المرئية، والسبب يعود إلى انه عند استخدام هذه اللغة توضع أجزاء البرنامج ضمن أيقونات تستحدث من قبل المبرمج تمكنه من الوصول إلى جزء البرنامج المخزون ورؤيته. وتعمل لغة (Visual basic) ضمن بيئة (Windows).

تم اعتماد لغة (Visual basic) لبناء نظام خبير لتشغيل مشروع سدة الهندية الجديدة وذلك للميزات التالية التي تتمتع بها لغة (Visual basic):

1- لغة مرنة وسهلة التعلم.

2- لغة علمية.

## 2-3: الذكاء الصناعي

ترجع جذور الذكاء الصناعي الى منتصف العام 1949، حيث بدأ الامر بنوع من المصادفة، فكان المبلغ الذي وفرته جامعة الينويز الامريكية لفريق من الاساتذة الذين عكفوا على صنع كومبيوتر لم يكف خلافا للتقديرات الاولية فتفتق ذهن احد اعضاء الفريق، وكان يدعى ارثر صموئيل (Arther Samual) عن فكرة ذكية. لماذا لا يصنع الفريق كمبيوترا صغيرا ويبرمجه ليلعب "الداما" ويعرضه في احد المهرجانات المقبلة ويتحدى به محبي اللعبة من الزائرين؟. فقد يثير ذلك اهتمام الناس على نطاق واسع ويساعد على جمع التبرعات لدعم المشروع الكبير. وكان من الطبيعي ان تفشل خطته وتتبدد معها أحلام الفريق لان الذي تبنى الفكرة وعكف على كتابة البرنامج (وهو صموئيل نفسه) لم يكن يحسن البرمجة ولا لعب "الداما". الاّ ان احلامه اخذت مسارا جديدا فانغمس بحماس شديد في عالم الكومبيوترات الى ان اتيحت له الفرصة للاشتراك في مؤتمر (Dartmouth) الشهير الذي اطلق فكرة الذكاء الصناعي كفكرة قابلة للتحقيق. وكان المنطلق الاساس الذي تمحور حوله البحث والافتراض بان أي وجه من وجوه التعلم وغيره من مظاهر الذكاء يمكن ـ مبدئيا ـ وصفه بدقة ووضع معايير له الى الحد الذي يسمح للآلة بمحاكاته (بطرس:1989). وكما ورد في (المطلبي:1999) هي وسيلة فعالة لدراسة تشغيل نظام معقد بجمع خبرة وقرارات المخطط او مهندس التصميم مع النموذج. وبناء على ما تتطلبه برامج الذكاء الصناعي من سعة لذاكرة الحاسبة فقد اقتصر في بادئ الأمر استخدام هذه البرامج على تلك الموجودة في المختبرات والمراكز الكبيرة لقابلياتها الفائقة. أما في الوقت الحاضر ونتيجة التطور الحاصل في مجال الإلكترونيات فقد ظهرت حاسبات صغيرة تتميز بذاكرة من السعة بحيث تسمح لها استيعاب برامج ضخمة مثل برامج الذكاء الصناعي.

إن الذكاء الصناعي قد مر أثناء تطوره بثلاث مراحل متميزة و هي كآلاتي :

**المرحلة الأولى**: وفيها كانت جهود الباحثين مختصة بالخيال العلمي( كالإنسان الآلي ) (Chadwick:1990). وخلال هذه المرحلة وبالتحديد عام 1959 اجتمع فريق من العلماء في مؤتمر ( Dartmouth) بهانوفر ( ولاية نيوهامبشاير بالولايات المتحدة ) لدراسة أسس استجابة الحاسوب لتفكير الانسان، حيث طورت برامج فكرية لأغراض عامة. وكانت فكرة المؤتمر هي قدرة الحاسوب على اكتساب الذكاء وذلك من خلال وضع معايير لتمثيل مبادئ الذكاء داخله. وخلال هذا المؤتمر تم الإعلان عن ابتكار الآلة المسماة المنظر المنطقي (Logic theoristic) من قبل العالم (Herbert Simon) وفريقه، وكانت هذه الآلة تستطيع إثبات النظريات الرياضية. ولتسهيل عمليات تطوير مثل هذه البرامج طورت لغة الحاسوب الرمزية المعالجة(List processing) (LISP)، حيث وفرت هذه اللغة إمكانية تصميم الرموز على العكس مما كان معتادا في تلك الفترة، حيث كانت البرمجة تتم باستخدام لغة الآلة الثنائية، الصفر والواحد (بطرس:1989).

**المرحلة الثانية**: خلال هذه المرحلة تكرست جهود الباحثين لإيجاد طرق تمثيل مختلف أنواع المعرفة داخل برامج الحاسوب حيث أنجزت التدابير اللازمة للتحكم بشكل المعرفة داخل الحاسوب ومنها القواعد، الهياكل، شبكة الكلمات والمواضيع.

وفي أواخر العقد السابع من القرن الماضي أجريت دراسة من قبل ( Stanford University's Heuristic Programming Project.) لبناء نظام خبير يقوم بدور اختصاصي تشخيص الامراض. لقد أنجزت أولا التقنيات التي تمكّن الباحث من صنع هيكل النظام الخبير أولا، ومن ثم تم بناء النظام الخبير [MYCIN] الذي يقوم بتشخيص الأمراض ليمثل أول نظام خبير شامل ينجز بمستوى خبرة الإنسان ويجهز المستخدمين بتفسير الاستجابات. ومعظم النظم الخبيرة التي طورت بعد [MYCIN] استخدمت [MYCIN] لتعريف النظام الخبير (Gilles and David:1989). وقد تميز هذا النظام بأنه قادر على فصل التقنيات عن المعرفة الطبية نفسها. هذه النظرية (نظرية فصل معرفة الاستجابات الفيزيائية عن المعرفة التطبيقية) استخدمت لمدى كبير في تطوير أدوات النظم الخبيرة (Harmon:1985).

**المرحلة الثالثة:** خلال هذه المرحلة من مراحل تطور الذكاء الصناعي انحصرت معظم تقنيات الذكاء الصناعي المبتكرة ضمن مجال التطبيقات الموجهة [ Oriented applications]. وفي الثمانينات من القرن العشرين اتسع وبشكل مميز استخدام النظم الخبيرة من قبل الشركات وذلك لدور هذه البرامج في تخفيض كلف الانتاج وزيادة الارباح. ولا تزال برامج الذكاء الصناعي في تقدم مستمر حيث يتوقع لها الدخول في جميع مجالات العلوم وفي فروع الحياة كافة.

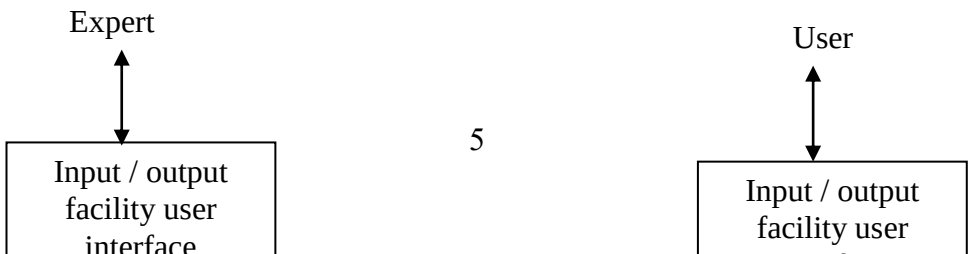
ان المبادئ الاساسية لاغلب برامج الذكاء الصناعي هي (Celal:1986):

1- البحث: لا يمكن لبرامج الذكاء الصناعي محاكاة العقل البشري الا بعد ان يتمكن من ايجاد الحلول للمشاكل المعروضة عليه. ان ايجاد الحلول (تحديد قيمة المجاهيل) يتم بعدة طرق، منها تطبيق معادلة معلومة لايجاد مجهول معين، او استخدام طريقة التجربة والخطأ. ان تطبيق طريقة التجربة والخطأ يجب ان لا يكون عشوائيا، ويجب الاستفادة من القيمة المجربة لتخمين القيمة التالية.
2- تمييز التفاصيل: للتعامل مع الواقع يحتاج الحاسوب الى آلية تمكّنه من تمييز التفاصيل، حيث ان الطريقة التي يعمل بها برنامج الذكاء الصناعي هي انه "اذا كانت الحالة (س) فافعل الرد (ص)". ان تعامل الحاسوب مع المشكلة يعتمد على تحديدها اولاً أي تمييز التفاصيل ثم يعمل على ايجاد حل لها .
3- تقديم المعرفة: يعد تقديم المعرفة من اهم واجبات الذكاء الصناعي واكثرها فعالية. فالحاسوب يحتاج نموذجا داخليا للعالم لحل المسائل. هذا النموذج يحتوي مثلاً وصفا مناسبا للاجسام والعلاقات بين هذه الاجسام. ان جميع المعلومات يجب ان تخزن بطريقة بحيث تكون في متناول اليد.
4- التعلم: من اهم مميزات العقل البشري قدرته على التعلم. ولكي يصبح بامكان برامج الذكاء الصناعي اداء مهمتها يجب ان تمتلك القدرة على التعلم وبذلك تتمكن من استثمار التجارب.

## 2-4:النظام الخبير

"النظام الخبير" عبارة عن برنامج في الحاسوب يستخدم في حل مسائل في مجال معين بالاستناد الى ما توصل اليه العلم او ماتوفر من الخبرة العملية، وذلك عن طريق اجراء محاورة بين المستخدم والنظام الخبير عبر واجهات الحوار (Waterman:1985).

يتكون النظام الخبير من اربعة اجزاء كما ورد في (Fisher and Schultz:1991) والمبينة في الشكل (2-1).



الشكل (2-1): الهيكل الأساس للنظام الخبير (Fisher and Schultz:1991)

وفيما يأتي تعريف بالأجزاء الرئيسة للنظام الخبير:

أ- وسيلة اكتساب المعرفة Knowledge acquisition facility

يعرف (Robert:1987) وسيلة اكتساب المعرفة بأنها الحصول على المعرفة للمجال المعين بواسطة مصدرها (عادة إنساني) وبناء هذه المعرفة في نظام الحاسوب. إن هذه الفعالية تقوم على أساس أن معظم جهودها تبذل في بناء نظام قاعدة المعرفة.

ب- قاعدة المعرفة Knowledge base

تتكون قاعدة المعرفة من قواعد فرعية تستمد أساسياتها من قواعد علمية مثبتة أو من دراسات علمية قابلة للتغير بمرور الزمن.

ج- ماكنة الاستنتاج Inference engine

ورد في (Rasheed 1997) أن ماكنة الاستنتاج ( أو بتعبير آخر مدير المعرفة أو هيكل السيطرة) هي المسؤولة عن إدارة النظام والسيطرة على وسائل اتصال المستخدم ( User interfaces) وعن خزن المعرفة في قاعدتها، ثم اعطاء الحلول وتبيين الأسباب الكامنة وراء كل توجيه ربما يوصي به النظام.

إن وظيفة ماكنة الاستنتاج هي طرح سلسلة من الأفكار ومناقشتها بصورة منطقية مع المستخدم عن طريق واجهات الحوار للوصول إلى الحل الأمثل لمشكلة ما.

د- وسيلة اتصال المستخدم User interface

هي الواجهة التي يتحاور من خلالها المستخدم مع النظام الخبير، وتستخدم أما لإدخال التفاصيل لحل مسألة ما أو لإدخال معلومات لتطوير قواعد معرفة النظام الخبير(Myers:1987).

يمتاز النظام الخبير عن برامج الحاسوب الاعتيادية بما يلي:(الزنكنة:2000)

1- بالإضافة إلى قدرة الأنظمة الخبيرة على إنجاز العمليات التي تقوم بها البرامج الاعتيادية فإنها تستغل خبرة الإنسان العملية من خلال واجهات الحوار لحل المسائل التي تتطلب تّوفر الخبرة لحلها، وذلك من خلال إعطاء التوجيهات والإرشادات إضافة إلى الحلول، في حين تكتفي الأنظمة الاعتيادية بإعطاء الحل فقط.
2- إن الميزة الثانية للنظم الخبيرة هي أن قواعد المعرفة مفصولة هيكلياً عن آلية الاستنتاج. وهذه الميزة تسمح لغير ذوي الخبرة بتطوير قواعد المعرفة للنظم الخبيرة بسهولة ويسر وذلك لسلاسة لغة النظام الخبير، إذ إن قواعد المعرفة غالباً ما توضع بالصيغة التالية:
إذا صحت مجموعة من الشروط فنفذ الاستنتاج المقابل لها.
3- إظهار بعض التوجيهات وصيغ الشرح والأسباب الكامنة وراء اقتناء كل حل. وهذا يعني أن بإمكان المستخدم طلب تفسير لأي قرار مأخوذ.

4- تسمح النظم الخبيرة للمستخدم بالتأني أثناء اتخاذ القرارات، فعند استخدام البرامج الاعتيادية لحل مسألة فإن المستخدم يدخل البيانات ثم يحصل على النتائج بشكل بيانات تظهر على الشاشة، لذلك تشبه البرامج الاعتيادية بالصناديق السوداء (Black boxes) (التي تخفي ما بداخلها من بيانات). بينما في النظم الخبيرة يظهر وصف بياني للقرار يوضح آلية اتخاذ القرار، لذلك تشبه النظم الخبيرة بالصناديق الزجاجية (Glass boxes) (التي تبين ما بداخلها من بيانات). (Gilles and David:1989).

تعد النظم الخبيرة حلا مناسبا للتطبيقات التي تتوفر فيها الشروط التالية( Gilles and David: 1989):

1- توفر خبرات الإنسان الخاصة بالتطبيق.
2- لا تتطلب المسألة وقتا طويلا من خبرة الإنسان المخزونة في النظام لاتخاذ القرار.
3- المسألة معّرفة جيدا، ولها حدود واضحة.
4- حل المسألة يتضمن المعرفة الاستكشافية Heuristic knowledge التي تستند إلى معرفة الإنسان الخبير.

فإذا توفرت الشروط أعلاه في التطبيق صار النظام وسيلة كفوءة في تشغيله.

تبنى النظم الخبيرة عادة لأحد الأسباب التالية:(Gilles and David:1989)

1- فقدان الإنسان الخبير بسبب التقاعد، التنقلات الوظيفية، السفر، الخ...
2- ندرة خبراء المجال الخاص بالتطبيق وتراكم معرفة الشخص الخبير.
3- يتطلب اتخاذ آراء مختلفة وأفكار واسعة في كل مرة.
4- تباين كفاءة الفنيين.

يمكن تقسيم النظم الخبيرة إلى أنواع حسب الوظيفة التي تؤديها إلى ما يلـــي( Roth et al.: 1983):

1- التشخيص. ويقسم على نوعين:
- التشخيص الطبي.
- تشخيص مشاكل الإلكترونيات.
2- الإصلاح. وتستخدم نظم الإصلاح في:
- صيانة الحاسوب.
- صيانة شبكة الاتصالات.
- تصليح المعدات في مجال الطيران والفضاء.
3- التعليم.
4- التفسير.
5- التنبؤ.
6- التصميم والتخطيط.
7- المتابعة والسيطرة. وتستخدم نظم المتابعة والسيطرة لتغطية خمس وظائف وهي:
- القياس.
- التفسير.
- تحليل النموذج.
- التخطيط.
- التوقعات.

## 2-5:الدراسات السابقة الخاصة بالنظم الخبيرة

من المفيد التعرف على عدد من البحوث السابقة الخاصة بتطبيقات النظم الخبيرة في مجال الهندسة المدنية بشكل خاص للخروج ببعض النتائج المهمة لبناء وتطوير النظام الخبير الخاص بتشغيل مشروع متعدد الأغراض والمنشآت. وفيما يلي استعراض لبعض الأنظمة الخبيرة التي قام بتطويرها مهندسون في مختلف مجالات الهندسة المدنية:

أ- النظام الخبير BOVAC

طور C.N. Kostem (Kostem:1986) النظام الخبير BOVAC الذي يقوم بتقييم الجسور الخرسانية المسلحة من خلال حساب تأثير المركبات وأحمالها المسلطة على الجسر. ويستعمل النظام الخبير مجموعة من الطرق في تقييم الجسور يُذكر منها على سبيل المثال:

طريقة AASHTO التي تُستخدم فيها Finite element الخطية وغير الخطية واستخدام قاعدة بيانات لجسور مقيّمة مسبقا. والنظام الخبير بالإضافة إلى عرض نتائج الطريقة التي يختارها المستخدم يعرض نتائج طريقتين أخريين دائما وهما:

(AASHTO واستخدام قاعدة بيانات) مبينا الطريقة الأكثر كفاءة في التطبيق. وقد بني هذا النظام الخبير باستخدام لغة FORTRAN.

ب- النظام الخبير HOWSAFE

طور R. E. Levitt (Levitt:1986) النظام الخبير HOWSAFE لتشخيص أماكن الضعف والقوة في متانة المنشآت، والإجراءات الأمنية اللازمة للتخلص من العوامل المسببة للضعف في المنشأ وتثبيت العوامل التي تسبب قوة المنشأ. وقد تم استخدام لغة ( Deciding factor) لبناء هذا النظام.

جـ- النظام الخبير Pilot

طور A.D. Fayegh and O.R. Samuell (Fayegh and Samuell:1986 ) النظام الخبير Pilot لتخمين فترة العودة للفيضان التصميمي للمنشآت التي يتطلب تصميمها معرفة أكبر تصريف يجب تمريره عبرها، مثل البرابخ ( Culverts) والجسور والسدود وغيرها.

يشتمل النظام على قاعدة معرفة خاصة بالتطبيق وبرنامج سيطرة، وقد فصلت قاعدة المعرفة في ملف خاص يمكن تحديثه بسهولة، ويقوم برنامج السيطرة بتقديم المعرفة للمستخدم عند تشغيل النظام. وقد استخدمت لغة ( C) لبناء هذا النظام الخبير.

د-النظام الخبير ERPM

طور Ibraheem Ali Omar (Omar:1999) النظام الخبير ERPM لتشخيص التدهور الحاصل في أرضية الطرق التي تتحمل قوى كبيرة نتيجة الحركة المرورية والمؤثرات الجوية التي تؤدي بمرور الزمن إلى حدوث تدهور في عمل الأرضيات، إذ إن التشخيص المبكر يخفض، وقد يمنع، نسبة من التدهور، ويجعل أعمال الصيانة أنجح وأجدى اقتصاديا. وقد تم الاعتماد على نظام (CRYSTAL) لبناء النظام الخبير هذا، وهو هيكل جاهز للنظام الخبير له القابلية على اكتساب المعرفة.

هـ- النظام الخبير ESORSA

طور أحمد حارث المطلبي (المطلبي:1999) النظام الخبير ESORSA لتشغيل خزان متعدد الأغراض، حيث يقوم النظام بإسداء النصيحة المناسبة في مجال تشغيل الخزانات بالاستفادة من معرفة الخبراء والبحوث السابقة التي تناولت سياسة تشغيل الخزانات. ويهتم النظام بوجه خاص بالتشغيل الأمثل للخزانات في درء خطر الفيضان وسد الاحتياجات المائية وتوليد الطاقة الكهربائية من خلال المحطة الكهرومائية. وقد بني النظام الخبير هذا باستخدام نظام CRYSTAL.

و-النظام الخبير Admiral

طور أمجد جمال محمود (الزنكنة:2000) النظام الخبير Admiral لتشغيل المجموعة الصدرية لمشروع الضلوعية، حيث يقوم النظام بتشغيل ناظم الصدر لمشروع الضلوعية، وتشغيل منشأ كسح الترسبات الملحق به، وإيجاد مناسيب المياه مقدم ومؤخر السد الغاطس ومنسوب المياه في القناة الرابطة. وقد تم بناء النظام بلغة Visual C++.

ز- النظام الخبير ESOHIP

طور حيدر حسين علوان (علوان:2001) النظام الخبير ESOHIP لتشغيل مشروع سدة الهندية. وقد اعتمد الباحث على بيانات النموذج الهيدروليكي في بناء هذا النظام. وقد تناول النظام ايجاد فتحة البوابة اللازمة لامرار تصريف معين خلال الناظم الرئيس، ناظم صدرشط الحلة، ناظم صدر الكفل، ناظم صدر بني حسن، ناظم صدر الحسينية وناظم صدر مشروع المسيب. وقد افترض الباحث ان عدد البوابات المشغلة في كل ناظم لامرار أي تصريف كان هو عدد ثابت ويساوي عدد بوابات الناظم.

**5-4 : امكانات النظام الخبير (ESOMB )**

من امكانات النظام الخبير ما يلي:

ا – السهولة والسرعة: حيث يمكن تشغيل النظام الخبير **(ESOMB)** من قبل كوادر جديدة ليس لها خبرة واسعة في مجال الحاسبات، وعندما يراد تغيير الحالة التشغيلية للمشروع فان العملية لا تتطلب الكثير من الوقت. ومثال على ذلك عندما يراد تغيير التصريف المار عبر أي ناظم فان عملية التغيير تتلخص بكتابة القيمة الجديدة للتصريف في الخانة المخصصة لذلك ثم النقر على الاختيار (Check the required discharge) ثم النقر على الاختيار (Calculate no. of gates) ثم النقر على الاختيار(Calculate opening) وعندئذ يحصل على عدد البوابات وفتحة كل بوابة وهذا لا يستغرق سوى ثوان معدودة.

ب-الدقة: يمكن ملاحظة دقة النظام الخبير من خلال الجدول (4-2) والاشكال من (4-83) الى (4-89) التي تبين مقارنة لنتائج النظام الخبير(ESOMP) مع القيم الحقلية. حيث لا يتجاوز معدل مجموع مربعات الأخطاء للمقدار (عدد البوابات * فتحة كل بوابة) للقيم المقدّرة من النظام الخبير **(ESOMB)** عن القيم الحقيقية عن (0.00366) بالنسبة للنواظم الصدرية. كما لا يتجاوز معدل مجموع مربعات الأخطاء للمقدار (القدرة الكهربائية المنتجة) المقدرة من النظام الخبير **(ESOMB)** عن الحقيقية عن (1.97957) بالنسبة للمحطة الكهرومائية. والجدول (4-3) يوضح قيم معدل مجموع مربع الاخطاء لنتائج النظام الخبير(ESOMB) بالاعتماد على القيم المذكورة في الجدول (4-2) . ويعرف معدل مجموع مربعات الأخطاء كما يلي:

$$MSSE = \frac{\sum_{N_R}^{I=1}\left(O_I - ESOMB_I\right)^2}{N_R} \qquad \ldots(4\text{-}1)$$

حيث :

MSSE : معدل مجموع مربعات الأخطاء.

$O_I$ : القيمة الحقلية.

$ESOMB_I$ : القيمة من النظام الخبير.

$N_R$ : عدد القيم الحقلية.

جـ-يمكن الاطلاع على البيانات التصميمية لمنشآت المشروع وتغييرها بسرعة لا تتعدى ثواني معدودة ودون الحاجة الى جهد كبير.

جدول (4-2)

نتائج تشغيل النظام الخبير(ESOMB)

| **تطبيق النظام الخبير(ESOMB) على المحطة الكهرومائية** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **التصريف الكلي ($m^3/s$)** | **تصريف المحطة الكهرومائية ($m^3/s$)** | **الشحنة الصافية (m)** | **القيم الحقلية** | | **النظـــــام الخبيـــــر (ESOMB)** | |
| | | | **عدد الوحدات المشغلة** | **القدرة الكلية المنتجة (ميكاواط)** | **عدد الوحدات المشغلة** | **القدرة الكلية المنتجة (ميكاواط)** |
| 138 | 138 | 6.04 | 2 | 6.360 | 2 | 7.277 |
| 150 | 150 | 5.95 | 3 | 8.100 | 3 | 7.792 |
| 250 | 250 | 5.92 | 4 | 12.320 | 4 | 12.922 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.384 | 4 | 12.520 | 4 | 4.38 | 350 | 350 |
| 15.087 | 4 | 12.480 | 4 | 3.84 | 450 | 450 |
| 13.878 | 4 | 12.080 | 4 | 3.49 | 455.44 | 550 |
| 12.525 | 4 | 11.600 | 4 | 3.22 | 445.52 | 650 |
| 11.315 | 4 | 11.040 | 4 | 2.99 | 433.44 | 750 |
| 10.236 | 4 | 10.400 | 4 | 2.79 | 420.20 | 850 |
| 9.259 | 4 | 9.800 | 4 | 2.61 | 406.32 | 950 |
| 8.423 | 4 | 9.320 | 4 | 2.46 | 392.16 | 1050 |
| 6.952 | 4 | 8.480 | 4 | 2.19 | 363.60 | 1250 |
| 5.740 | 4 | 7.600 | 4 | 1.96 | 335.44 | 1450 |
| 4.734 | 4 | 6.800 | 4 | 1.76 | 308.08 | 1650 |
| 3.909 | 4 | 6.040 | 4 | 1.59 | 281.60 | 1850 |
| 3.542 | 4 | 5.760 | 4 | 1.51 | 268.68 | 1950 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 1965 |

جدول (4-2) (تتمة أ )

| تطبيق النظام الخبير (ESOMB) على النواظم الصدرية | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| الناظم | التصريف ($m^3/s$) | القيم الحقلية | | النظام الخبير (ESOMB) | |
| | | عدد البوابات | فتحة البوابة (m) | عدد البوابات | فتحة البوابة (m) |
| النواظم السطحية | 40 | 1 | 1.04 | 1 | 1.03 |
| | 200 | 1 | 2.56 | 1 | 2.56 |
| | 400 | 1 | 4.62 | 1 | 4.60 |
| | 600 | 2 | 3.37 | 2 | 3.37 |
| | 800 | 2 | 4.49 | 2 | 4.49 |
| | 1000 | 2 | 5.68 | 2 | 5.68 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1200 | 3 | 4.65 | 3 | 4.63 |
| | 1400 | 3 | 5.56 | 3 | 5.53 |
| | 1600 | 3 | 6.49 | 3 | 6.50 |
| | 1800 | 4 | 5.70 | 4 | 5.65 |
| | 2000 | 5 | 5.24 | 5 | 6.50 |
| | 2200 | 5 | 5.89 | 5 | 5.93 |
| | 2400 | 6 | 5.65 | 6 | 5.61 |
| ناظم صدر شط الحلة | 10 | 1 | 0.71 | 1 | 0.71 |
| | 30 | 1 | 1.12 | 1 | 1.12 |
| | 50 | 1 | 1.65 | 1 | 1.65 |
| | 70 | 1 | 2.23 | 1 | 2.22 |
| | 90 | 1 | 2.81 | 1 | 2.83 |
| | 110 | 1 | 3.48 | 1 | 3.50 |
| | 130 | 1 | 4.20 | 1 | 4.21 |
| | 150 | 2 | 2.49 | 2 | 2.50 |

جدول (4-2) (تتمة ب )

| الناظم | التصريف ($m^3/s$) | القيم الحقلية | | النظام الخبير (ESOMB) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | عدد البوابات | فتحة البوابة (m) | عدد البوابات | فتحة البوابة (m) |
| ناظم صدر شط الحلة | 170 | 2 | 2.94 | 2 | 2.94 |
| | 190 | 2 | 3.45 | 2 | 3.42 |
| | 210 | 2 | 3.96 | 2 | 3.96 |
| | 230 | 3 | 3.08 | 3 | 3.06 |
| | 250 | 3 | 3.50 | 3 | 3.54 |
| | 270 | 3 | 4.10 | 3 | 4.12 |
| | 290 | 4 | 3.66 | 4 | 3.63 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 310 | 4 | 4.37 | 4 | 4.31 |
| ناظم حسن الكفل | 3 | 1 | 0.33 | 1 | 0.33 |
| | 6 | 1 | 0.56 | 1 | 0.56 |
| | 9 | 1 | 0.81 | 1 | 0.81 |
| | 12 | 1 | 1.08 | 1 | 1.08 |
| | 15 | 1 | 1.36 | 1 | 1.36 |
| | 18 | 1 | 1.67 | 1 | 1.67 |
| | 21 | 1 | 2.00 | 1 | 2.00 |
| | 24 | 1 | 2.38 | 1 | 2.36 |
| | 27 | 2 | 1.39 | 2 | 1.39 |
| | 30 | 2 | 1.6 | 2 | 1.61 |
| | 33 | 2 | 1.86 | 2 | 1.86 |
| | 36 | 2 | 2.14 | 2 | 2.15 |

جدول (4-2) (تتمة جـ )

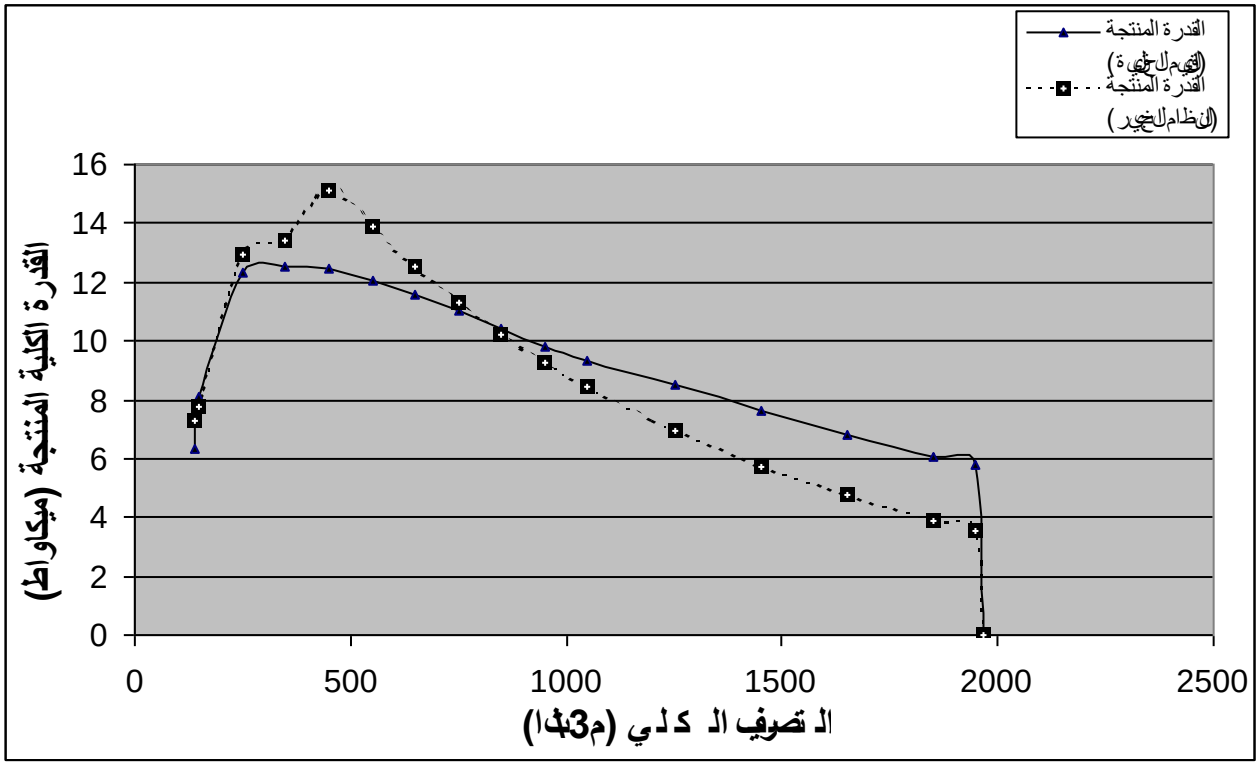
| **الناظم** | **التصريف ($m^3/s$)** | **القيم الحقلية** | | النظام الخبير **(ESOMB)** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **عدد البوابات** | **فتحة البوابة (m)** | **عدد البوابات** | **فتحة البوابة (m)** |
| ناظم حسن بابي | 5 | 1 | 0.27 | 1 | 0.27 |
| | 8 | 1 | 0.43 | 1 | 0.43 |
| | 11 | 1 | 0.61 | 1 | 0.61 |
| | 14 | 1 | 0.79 | 1 | 0.79 |
| | 17 | 1 | 1.00 | 1 | 1.00 |
| | 20 | 1 | 1.23 | 1 | 1.23 |
| | 23 | 1 | 1.48 | 1 | 1.48 |
| | 26 | 1 | 1.77 | 1 | 1.77 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.09 | 1 | 2.09 | 1 | 29 | |
| 1.23 | 2 | 1.23 | 2 | 32 | |
| 1.45 | 2 | 1.47 | 2 | 35 | |
| 1.72 | 2 | 1.72 | 2 | 38 | |
| 2.05 | 2 | 2.05 | 2 | 41 | |
| 2.33 | 2 | 2.32 | 2 | 43 | |
| 0.35 | 1 | 0.35 | 1 | 5 | ناظم صبر الحسينية الجنابية |
| 0.58 | 1 | 0.58 | 1 | 9 | |
| 0.82 | 1 | 0.82 | 1 | 13 | |
| 1.09 | 1 | 1.09 | 1 | 17 | |
| 1.38 | 1 | 1.38 | 1 | 21 | |
| 1.69 | 1 | 1.70 | 1 | 25 | |
| 2.04 | 1 | 2.05 | 1 | 29 | |

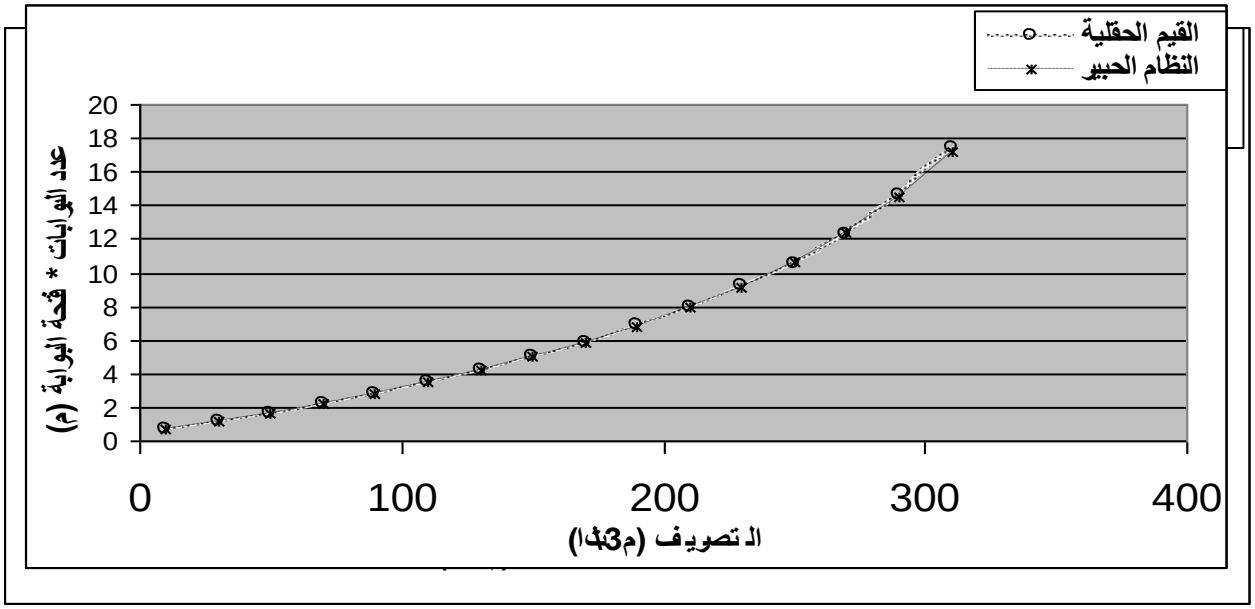
جدول (4-2) (تتمة د )

| **النظام الخبير (ESOMB)** | | **القيم الحقلية** | | **التصريف ($m^3/s$)** | **الناظم** |
|---|---|---|---|---|---|
| **فتحة البوابة (m)** | **عدد البوابات** | **فتحة البوابة (m)** | **عدد البوابات** | | |
| 1.22 | 2 | 1.23 | 2 | 33 | ناظم صبر الحسينية الجنابية |
| 1.44 | 2 | 1.44 | 2 | 37 | |
| 1.70 | 2 | 1.69 | 2 | 41 | |
| 1.99 | 2 | 2.00 | 2 | 45 | |
| 2.35 | 2 | 1.58 | 3 | 49 | |
| 1.86 | 3 | 1.87 | 3 | 53 | |
| 0.95 | Side gate | 0.94 | Side gate | 3 | صبر الحسينية |
| 1.11 | Side gate | 1.11 | Side gate | 4 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.31 | Side gate | 1.30 | Side gate | 5 | |
| 1.53 | Side gate | 1.53 | Side gate | 6 | |
| 1.79 | Side gate | 1.80 | Side gate | 7 | |
| 2.10 | Side gate | 2.10 | Side gate | 8 | |
| 2.45 | Side gate | 2.44 | Side gate | 9 | |
| 2.86 | Side gate | 2.88 | Side gate | 10 | |
| 3.38 | Side gate | 3.36 | Side gate | 11 | |
| 2.02 | Middle gate | 2.00 | Middle gate | 12 | |
| 2.47 | Middle gate | 2.52 | Middle gate | 13 | |
| 3.17 | Middle gate | 3.16 | Middle gate | 14 | |

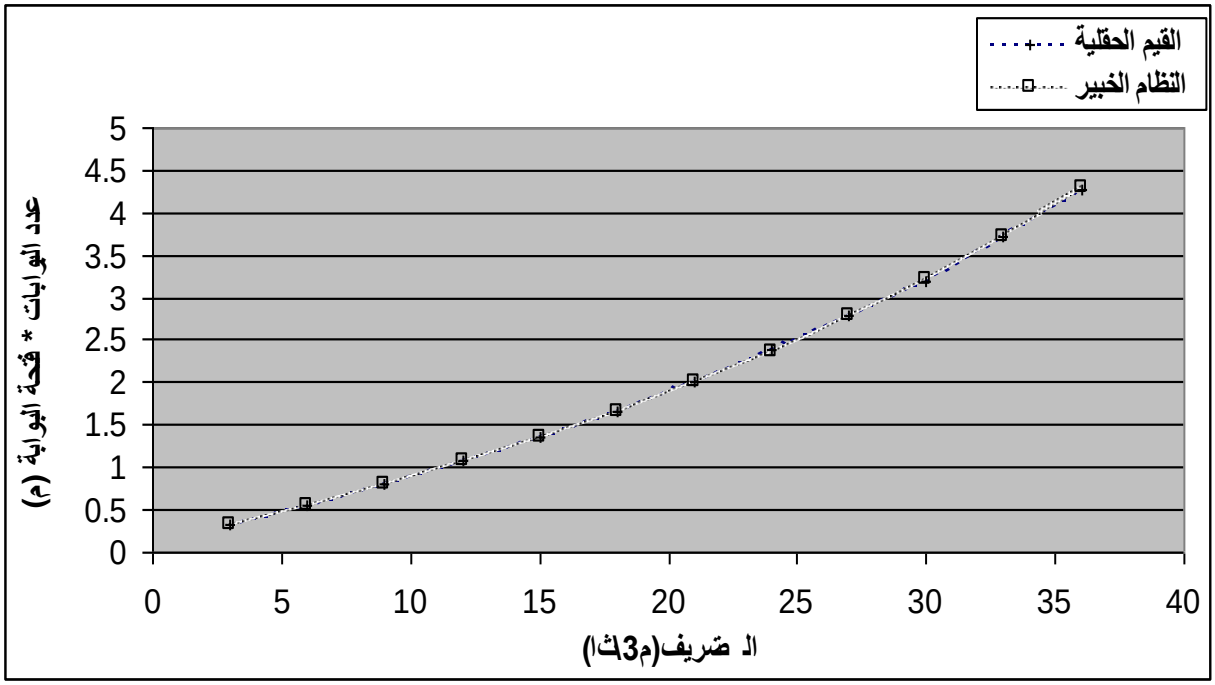



شكل (4-83): مقارنة القدرة الكهربائية المنتجة (النظام الخبير) بالقدرة الكهربائية المنتجة (القيم الحقلية)

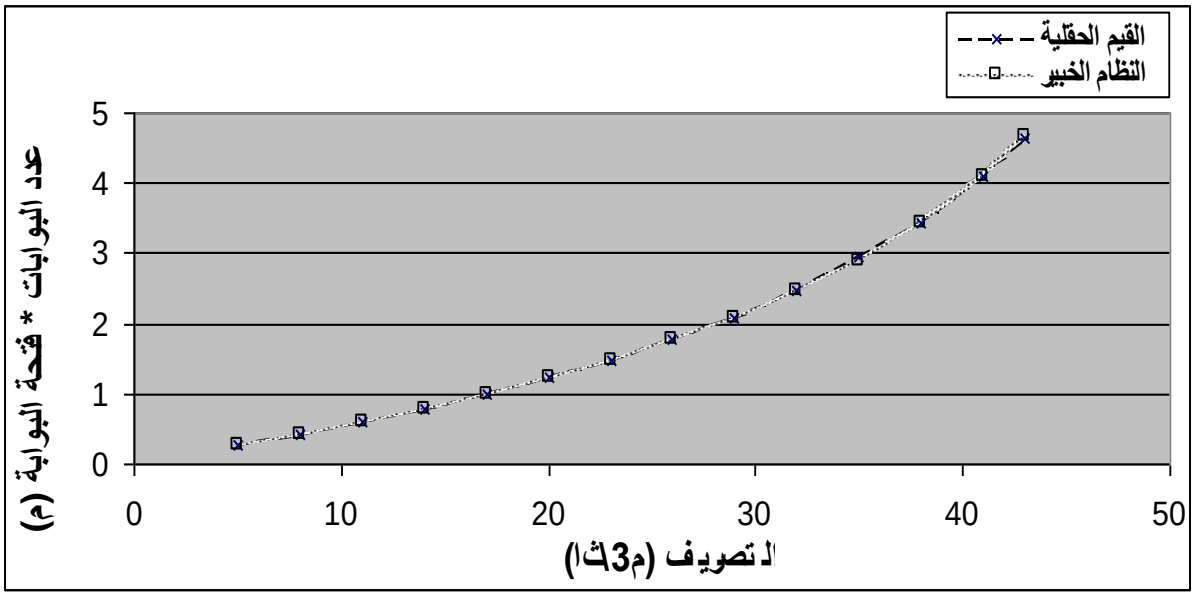



شكل (4-84): مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) للناظم الرئيس

شكل (4-85): مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير **(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر شط الحلة

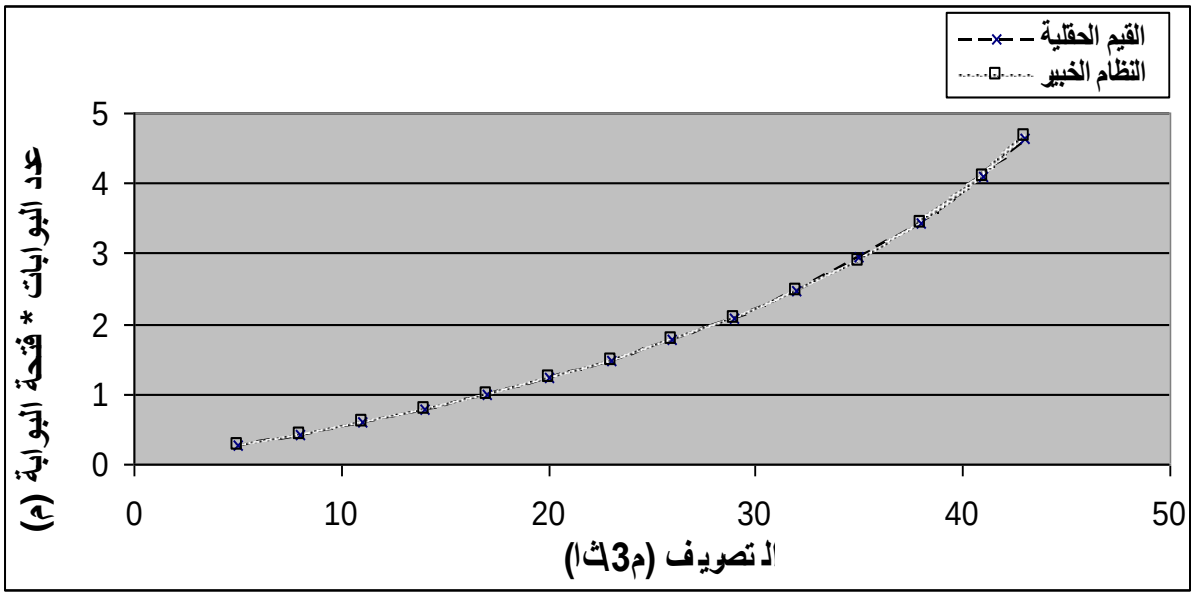


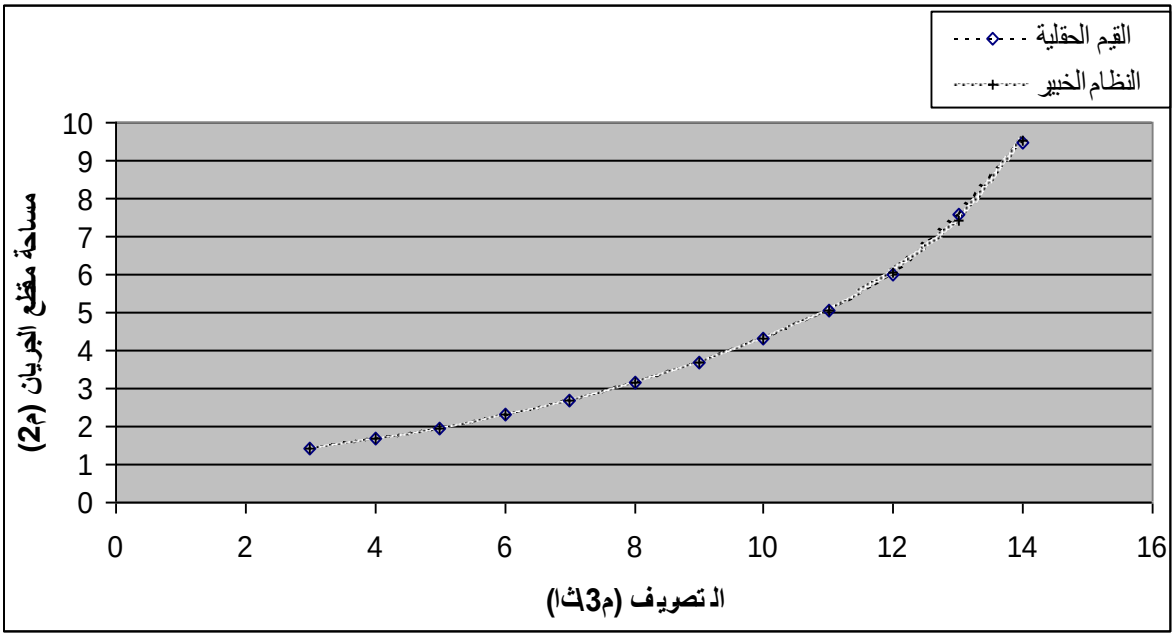

شكل (4-86): مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير **(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر الكفل




شكل (4-87): مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير **(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر بني حسن

شكل (4-88): مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير **(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر الحسينية الجديد






شكل (4-89): مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير **(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر الحسينية القديم

جدول(4-3)
معدل مجموع مربعات الأخطاء للنظام الخبير (ESOMB)

| اسم المنشأ | معدل مجموع مربعات الأخطاء |
|---|---|
| المحطة الكهرومائية | 1.97957 |
| الناظم الرئيس | 0.00366 |
| ناظم صدر شط الحلة | 0.00056 |
| ناظم صدر الكفل | 0.00005 |
| ناظم صدر بني حسن | 0.00004 |
| ناظم صدر الحسينية الجديد | 0.00017 |
| ناظم صدر الحسينية القديم | 0.00035 |

**4-6 : مناقشة**

ا – يلاحظ من الجدول (4-2) ان القدرة الكهربائية المنتجة تزداد بزيادة التصريف الكلي المار عبر الناظم الرئيس والمحطة الكهرومائية حتى تصل الى (15.087 ميكاواط) عند تصريف مقداره (450 م$^3$\ثا). ولكن بعد تجاوز التصريف الكلي هذا المقدار تتناقص القدرة المنتجة وذلك لسببين هما:

اولاً: تناقص التصريف المار عبر المحطة الكهرومائية نتيجة لتناقص التصريف المار عبر العنفة المفردة للمحطة كما مبين في الشكل (3-21).

ثانياً: تناقص الشحنة الصافية نتيجة لزيادة منسوب المؤخر.

ب-يلاحظ من الجدول (4-2) توقف المحطة الكهرومائية عن العمل عند تصريف كلي مقداره (1965 م$^3$\ثا) وذلك لان الشحنة الصافية اقل من الحد الادنى المبين في الجدول (3-4).

جـ-يلاحظ من الجدول (4-2) اختلاف القدرة الكهربائية المنتجة والمقدّرة بواسطة النظام الخبير (ESOMB) عن القدرة المنتجة الفعلية وذلك لتباين معامل كفاءة المحطة الكهرومائية المقدّر عن معامل كفاءة المحطة الكهرومائية الحقيقي. والجدول(3-4) يوضح معدل مجموع مربعات الاخطاء للمحطة الكهرومائية.

د -ان اعتماد النظام الخبير(ESOMB)على قواعد المعرفة المستوحاة من القيم الحقلية ادى الى كون نتائجه اقرب الى القيم الحقلية من نتائج النظام الخبير (ESOHIP) والذي يعني ( The Expert System for Operation of Hindiya Barrage Irrigation Project) الذي اعتمد على قواعد المعرفة المستوحاة من النموذج الهيدروليكي. والجدول (4-4) يبين مقارنة بين القيم الحقلية ونتائج النظام الخبير (ESOMB) ونتائج النظام الخبير (ESOHIP). والجدول (4-5) يبين قيم معدل مربع الخطا للنظام الخبير (ESOHIP) والنظام الخبير (ESOMB) بالاعتماد على القيم المذكورة في الجدول (4-4).

جدول (4-4)
مقارنة لنتائج النظام الخبير (ESOMB)

| الناظم | التصريف (m3/s) | القيم الحقلية | | | النظام الخبير (ESOHIP) | | | النظام الخبير (ESOMB) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $n^+$ | $d^{++}$ | n*d | n | d | n*d | n | d | n*d |
| الناظم الرئيس | 200 | 1 | 2.56 | 2.56 | 6 | 0.24 | 1.44 | 1 | 2.56 | 2.56 |
| | 350 | 1 | 4.08 | 4.08 | 6 | 0.43 | 2.58 | 1 | 4.09 | 4.09 |
| | 550 | 1 | 6.19 | 6.19 | 6 | 0.65 | 3.90 | 1 | 6.19 | 6.19 |
| | 1000 | 2 | 5.68 | 11.36 | 6 | 1.36 | 8.16 | 2 | 5.68 | 11.36 |
| | 1300 | 3 | 5.07 | 15.21 | 6 | 1.70 | 10.20 | 3 | 5.08 | 15.24 |
| | 1600 | 3 | 6.49 | 19.47 | 6 | 2.15 | 12.90 | 3 | 6.50 | 19.5 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2400 | 6 | 5.65 | 33.90 | 6 | 3.72 | 22.32 | 6 | 5.61 | 33.66 |
| ناظم صدر شط الحلة | 105 | 1 | 3.32 | 3.32 | 6 | 0.45 | 2.70 | 1 | 3.32 | 3.32 |
| | 176 | 2 | 3.09 | 6.18 | 6 | 0.90 | 5.40 | 2 | 3.08 | 6.16 |
| | 220 | 2 | 4.29 | 8.58 | 6 | 1.35 | 8.10 | 2 | 4.27 | 8.54 |
| | 255 | 3 | 3.66 | 10.98 | 6 | 1.80 | 10.80 | 3 | 3.68 | 11.04 |
| | 285 | 4 | 3.51 | 14.04 | 6 | 2.23 | 13.38 | 4 | 3.48 | 13.92 |
| | 310 | 4 | 4.37 | 17.48 | 6 | 2.74 | 16.44 | 4 | 4.31 | 17.24 |
| ناظم صدر جدول الكفل | 5 | 1 | 0.48 | 0.48 | 2 | 0.10 | 0.20 | 1 | 0.49 | 0.49 |
| | 11 | 1 | 0.99 | 0.99 | 2 | 0.23 | 0.46 | 1 | 0.99 | 0.99 |
| | 18 | 1 | 1.67 | 1.67 | 2 | 0.44 | 0.88 | 1 | 1.67 | 1.67 |
| | 27.5 | 2 | 1.43 | 2.86 | 2 | 0.87 | 1.74 | 2 | 1.42 | 2.84 |
| | 33 | 2 | 1.85 | 3.70 | 2 | 1.37 | 2.74 | 2 | 1.86 | 3.72 |

$^{+}$ n : عدد البوابات المشغلة.

$^{++}$ d : فتحة البوابة (م).

جدول (4-4) (تتمة)

| الناظم | التصريف (م3\ثا) | القيم الحقلية | | | النظـــام الخبيـــر (ESOHIP) | | | النظـــام الخبيـــر (ESOMB) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | n | d | n*d | n | d | n*d | n | d | n*d |
| ناظم صدر بني حسن | 6 | 1 | 0.32 | 0.32 | 2 | 0.10 | 0.20 | 1 | 0.32 | 0.32 |
| | 12 | 1 | 0.67 | 0.67 | 2 | 0.24 | 0.48 | 1 | 0.67 | 0.67 |
| | 20 | 1 | 1.22 | 1.22 | 2 | 0.41 | 0.82 | 1 | 1.23 | 1.23 |
| | 31 | 1 | 2.34 | 2.34 | 2 | 0.85 | 1.70 | 1 | 2.33 | 2.33 |
| ناظم صدر الحسينية الجديد | 9 | 1 | 0.58 | 0.58 | 3 | 0.10 | 0.30 | 1 | 0.58 | 0.58 |
| | 18.5 | 1 | 1.20 | 1.20 | 3 | 0.24 | 0.72 | 1 | 1.19 | 1.19 |
| | 30.8 | 1 | 2.22 | 2.22 | 3 | 0.48 | 1.44 | 1 | 2.21 | 2.21 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 44 | 2 | 1.91 | 3.82 | 3 | 0.85 | 2.55 | 2 | 1.91 | 3.82 | |
| 53 | 3 | 1.87 | 5.49 | 3 | 1.30 | 3.90 | 3 | 1.86 | 5.58 | |

جدول(4-5)
قيم معدل مجموع مربعات الأخطاء للنظام الخبير (ESOHIP) والنظام الخبير (ESOMB)

| اسم الناظم | معدل مجموع مربعات الأخطاء | |
|---|---|---|
| | النظام الخبير (ESOHIP) | النظام الخبير (ESOMB) |
| الناظم الرئيس | 31.62141 | 0.008500 |
| صدر شط الحلة | 0.462133 | 0.012933 |
| صدر الكفل | 0.631880 | 0.000180 |
| صدر بني حسن | 0.155025 | 0.000050 |
| صدر الحسينية الجديد | 1.011640 | 0.001660 |

# الفصل الخامس
# الاستنتاجات والتوصيات

## 5-1 : الاستنتاجات

فيما يلي الاستنتاجات الخاصة بتشغيل النظام الخبير (ESOMB) الذي يعني ( The Expert System to Operate Multi Purposes Multi Structures Barrage) على مشروع سدة الهندية:

1- النظام الخبير كفوء ويعطي نتائج دقيقة وبسرعة ملائمة للتشغيل الجيد.
2- نتائج النظام الخبير(ESOMB) اقرب الى القيم الحقلية من نتائج النظام الخبير (ESOHIP) والذي يعني( The Expert System for Operation of Hindiya Barrage Irrigation Project).
3- تختلف القدرة الكهربائية المنتجة والمقدرة بواسطة النظام الخبير (ESOMB) عن القدرة المنتجة الفعلية وذلك لتباين معامل كفاءة المحطة الكهرومائية المقدّر عن الحقيقي، بسبب اختصار المجموعة الكبيرة من منحنيات اداء المولدات الكهربائية بمعادلة واحدة.
4- يمكن اعتماد النظام الخبير (ESOMB) لتشغيل أي منظومة مشابهة ، بعد ادخال المعلومات الخاصة بتلك المنظومة.

## 5-2 : التوصيات

في ضوء ما تقدم، يمكن اقتراح التوصيات التالية :-

أ - تطوير النظام الخبير لحساب الاحتياجات المائية لمشروع سدة الهندية الجديدة بالاعتماد على مساحة الأراضي المزروعة ونوعية المحاصيل الزراعية.

ب - تطوير النظام الخبير لحساب منسوب الماء والتصريف في المواقع المختلفة على نهر الفرات من مؤخر سدة الفلوجة (التي تبعد (135كم) مقدم سدة الهندية الجديدة) نزولاً، وتشغيل نواظم صدور الانهر والجداول المتفرعة من نهر الفرات في ضوء ذلك.

جـ- تطوير النظام الخبير (ESOMB) باضافة قاعدة بيانات أخرى ليشمل طرق صيانة السدود المتعددة المنشآت والأغراض.

د - وضع قاعدة معرفة جديدة لتشغيل النواظم القاطعة الموجودة على مجرى الفروع الخارجة من سدة الهندية.

هـ- يمكن تجهيز المشروع بنظام سيطرة مركزي يقوم بقراءة البيانات الياً وارسالها إلى الحاسوب واجراء الحسابات وتنفيذ النتائج بصورة آلية أيضاً.

## الفصل الثالث
## الحالة التطبيقية

### 1-3: منشأ سدة الهندية الجديدة

تبرز أهمية عمل النظام الخبير بأهمية ودرجة تعقيد عملية تشغيل المشروع الذي يطبق عليه ذلك النظام، والتي بدورها تعتمد على تعقيد منشآت المشروع.

إن مشروع ري سدة الهندية هو أحد أهم مشاريع الري في القطر. وتتجسد أهميته في الأغراض المتعددة التي أنشئ من أجلها المشروع من توزيع وسيطرة على مياه الري (وتوليد الطاقة الكهربائية في سدة الهندية الجديدة).

في ضوء ما تقدم، فقد تم اختيار مشروع ري سدة الهندية كحالة تطبيقية للنظام الخبير الذي يمكن استعماله لتشغيل أي ناظم. ولفهم كيفية عمل النظام الخبير لابد من معرفة تفاصيل المشروع المطبق عليه ذلك النظام.

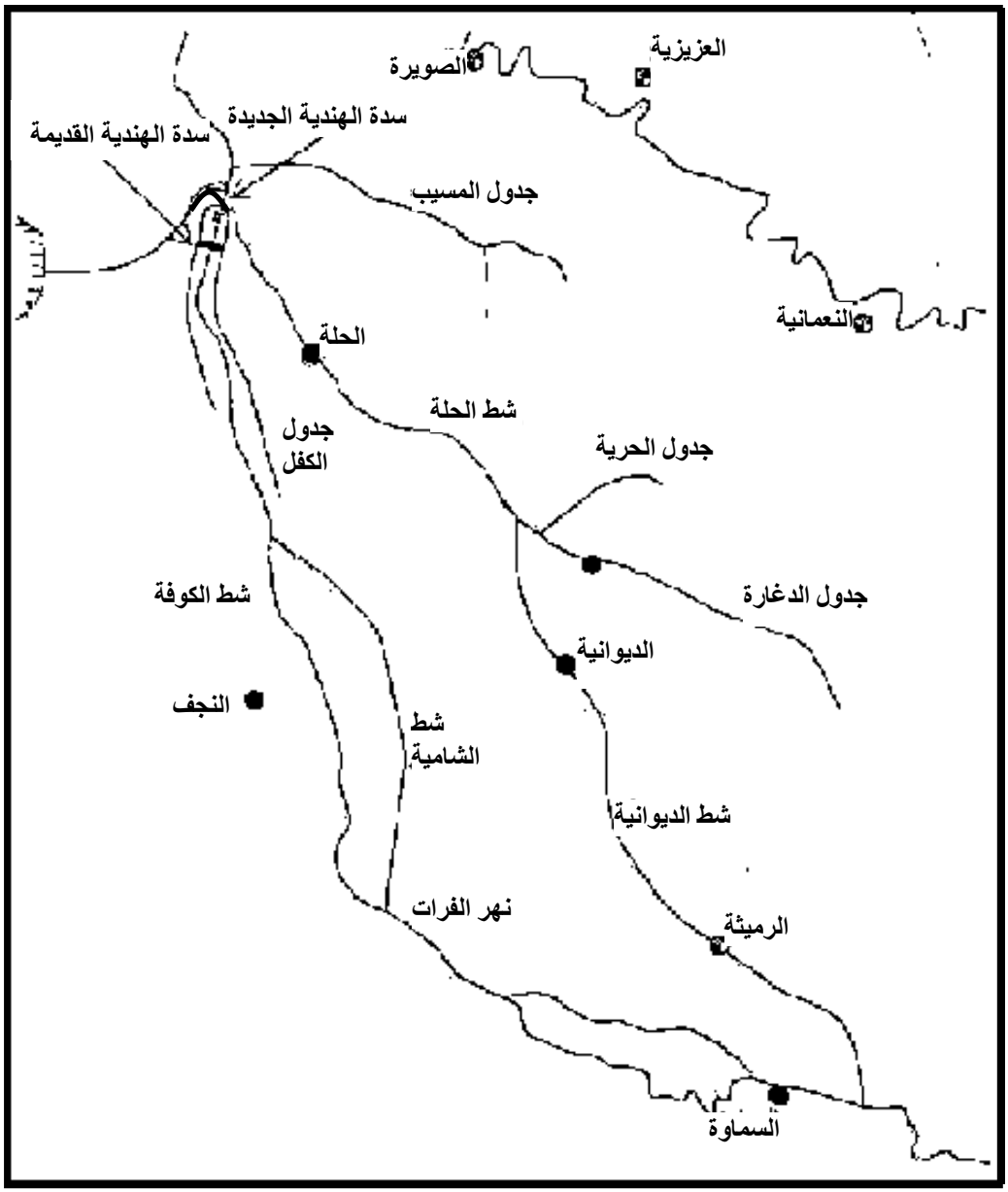
يقع مشروع ري سدة الهندية على نهر الفرات ويبعد حوالي (80كم) جنوب مدينة بغداد وضمن الحدود الإدارية لمحافظة بابل. ويبين الشكل (3-1) موقع سدة الهندية على نهر الفرات.

لقد تم بناء السدة مرتين. المرة الأولى في عام 1913 حيث قامت الحكومة العثمانية بالتعاقد مع المهندس (وليم ويلكوكس) لتصميم والاشراف عليه بناء السدة. وقد تم بناء السدة على اليابسة في الضفة اليسرى لنهر الفرات ثم حول مجرى الماء اليها بعد اكتمالها. وقد تم تدشين السدة بتأريخ 1913/12/12 (علوان:2001). وقد أدت وظيفتها بشكل جيد.

بعد مرور عدة عقود كان لابد من اجراء بعض الفحوصات للتأكد من سلامة السدة وامكانيتها على أداء مهمتها، وقد كشفت تلك الفحوصات ضرورة بناء سدة جديدة، ولذلك تم تكليف الشركة الفرنسية للاستشارات الهندسية (SOGREAH) لاعداد تصاميم المشروع.

لقد تم اختيار موقع السدة الجديدة مقدم السدة القديمة بحوالي (1.7كم) وبوشر بالأعمال التنفيذية في 1987/12/7 وافتتحت في 1989/12/2 (علوان:2001)، وبذلك انتفت الحاجة إلى السدة القديمة التي بقيت أثراً تأريخياً لا غير.

إن الهدف الرئيس لانشاء سدة الهندية هو الحفاظ على منسوب المياه عند مقدمتها عند منسوب (31.90 م) فوق مستوى سطح البحر وهو المنسوب اللازم توفره لاجل تشغيل محطة المسيب الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية. أما الهدف الثاني فهو لأغراض الري حيث تقوم السدة بتوزيع المياه على ما يقارب (500,000) هكتار من خلال امرار المياه إلى القنوات الرئيسة التي تأخذ مياهها من مقدم السدة.ويبين الجدول (3-1) الأراضي المرواة من كل واحدة من تلك القنوات.




شكل(3-1): موقع سدة الهندية على نهر الفرات

جدول (3-1)
الأراضي المرواة من القنوات الرئيسة التي تأخذ مياهها من سدة الهندية.
(SOGREAH:1985-a)

| ت | اسم القناة | المساحة المرواة (هكتار) |
|---|---|---|
| 1 | شط الحلة | 420,000 |
| 2 | الكفل | 25,000 |
| 3 | بني حسن | 30,000 |
| 4 | الحسينية الجديدة والقديمة | 25,000 |

**3-2: منشآت المشروع**

يتضمن المشروع المنشآت التالية (SOGREAH:1986)

أ- المنشآت الرئيسة وتتضمن : الناظم الرئيس، المحطة الكهرومائية وهويس الملاحة على نهر الفرات.

ب – سلم الأسماك .
جـ- منشآت ري الجانب الأيسر وتتضمن : ناظم صدر شط الحلة وقناته الرابطة، ناظم صدر الكفل، منشأ حماية الأسماك على قناة الكفل الرابطة، حوض التهدئة لقناة الكفل وقناة الكفل الرابطة.
د- هويس الملاحة على شط الحلة والقناة الملاحية.
هـ- منشآت ري الجانب الأيمن وتتضمن : الذراع الأيمن لنهر الفرات، جامع النفايات الطافية، القناة الرابطة لناظم صدر بني حسن، ناظم صدر الحسينية القديم، ناظم صدرالحسينية الجديد والقناة الرابطة للحسينية الجديد.
و- قنوات الاقتراب عند المقدم والمؤخر.
ز- القناة الجانبية.
ح- جدار الغلق.
ط- أعمال الحماية.
ي- المعدات الملحقة.

يبين الشكل (3-2) مخططا توضيحيا لمنشآت المشروع. وفيما يلي وصف لمنشآت المشروع وبقدر تعلق الأمر بالتفاصيل التي تهم البحث. ويبين الجدول (3-2) الخواص الرئيسة لنواظم مشروع سدة الهندية الجديدة.

جدول (3-2)

الخواص الرئيسة لنواظم مشروع سدة الهندية الجديدة (SOGREAH:1986)

| الفقرة | الناظم الرئيس | ناظم صدر شط الحلة | ناظم صدر جدول الكفل | ناظم صدر بني حسن | ناظم صدر الحسينية الجديد |
|---|---|---|---|---|---|
| **ـ الصفات الهيدروليكية** | | | | | |
| الفيضان التصميمي ($م^3$/ثا) | 2500.00 | 326.00 | 36.12 | 45.00 | 55.00 |
| المنسوب الفيضاني عند المقدم (م)* | 32.55 | 32.55 | 32.55 | 32.55 | 32.55 |
| المنسوب الفيضاني عند المؤخر (م) | 31.15 | 31.65 | 31.72 | 31.60 | 31.66 |
| منسوب الماء الاعتيادي عند المقدم (م) | 31.90 | 31.90 | 31.90 | 31.76 | 31.76 |
| عدد الفتحات | 6 | 6 | 2 | 2 | 3 |
| عرض الفتحة (م) | 16.00 | 6.00 | 4.50 | 6.00 | 6.00 |
| منسوب العتبة (م) | 25.40 | 27.40 | 29.40 | 29.40 | 29.40 |
| منسوب حوض التسكين(م) | 21.40 | 26.10 | 28.70 | 26.90 | 26.90 |
| **ـخواص البوابات** | | | | | |
| عدد البوابات | 6 | 6 | 2 | 2 | 3 |
| نوع البوابة | فولاذية نصف قطرية | فولاذية نصف قطرية | فولاذية نصف قطرية | فولاذية نصف قطرية | فولاذية نصف قطرية |
| منسوب العتبة (م) | 25.40 | 27.40 | 29.40 | 29.40 | 29.40 |
| منسوب القمة (م) | 32.15 | 32.80 | 32.80 | 32.80 | 32.80 |
| العرض المؤثر للبوابة (م) | 16.00 | 6.00 | 4.50 | 6.00 | 6.00 |
| الارتفاع المؤثر للبوابة (م) | 6.75 | 5.40 | 3.40 | 3.40 | 3.40 |
| آلية التشغيل | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية |

(*) المناسيب مقاسة بـ(متر فوق مستوى سطح البحر عند الفاو)

جدول(3-2) (تتمة)

| الفقرة | الناظم الرئيس | ناظم صدر شط الحلة | ناظم صدر جدول الكفل | ناظم صدر بني حسن | ناظم صدر الحسينية الجديدة |
|---|---|---|---|---|---|
| **-بوابات الغلق العلوية** | | | | | |
| نوع البوابة | متدحرجة | مستوية منزلقة | مستوية منزلقة | مستوية منزلقة | مستوية منزلقة |
| منسوب العتبة (م) | 25.40 | 27.40 | 29.40 | 29.40 | 29.40 |
| منسوب القمة (م) | 32.40 | 32.80 | 32.80 | 32.80 | 32.80 |
| العرض المؤثر (م) | 16.00 | 6.00 | 4.50 | 6.00 | 6.00 |
| الارتفاع المؤثر (م) | 7.00 | 5.40 | 3.40 | 3.40 | 3.40 |
| **-بوابات الغلق السفلية** | | | | | |
| نوع البوابة | منزلقة | مستوية منزلقة | مستوية منزلقة | مستوية منزلقة | مستوية منزلقة |
| منسوب العتبة (م) | 21.40 | 26.10 | 28.70 | 28.10 | 28.10 |
| منسوب القمة (م) | 28.40 | 31.90 | 32.00 | 31.90 | 31.90 |
| العرض المؤثر (م) | 16.00 | 6.00 | 4.50 | 6.00 | 6.00 |
| الارتفاع المؤثر (م) | 7.00 | 5.80 | 3.30 | 3.80 | 3.80 |

تستعمل بوابات الغلق المزودة عند كل ناظم في حالات الفحص، الإدامة والاصلاح. وقد تم تبطين جزء القناة الواقع خلف كل ناظم من النواظم المذكورة في الجدول (3-2) ببلاطات خرسانية لتأمين التالي: (SOGREAH:1986)

1- تكوين منطقة تستعمل كحوض تسكين لتشتيت الطاقة .

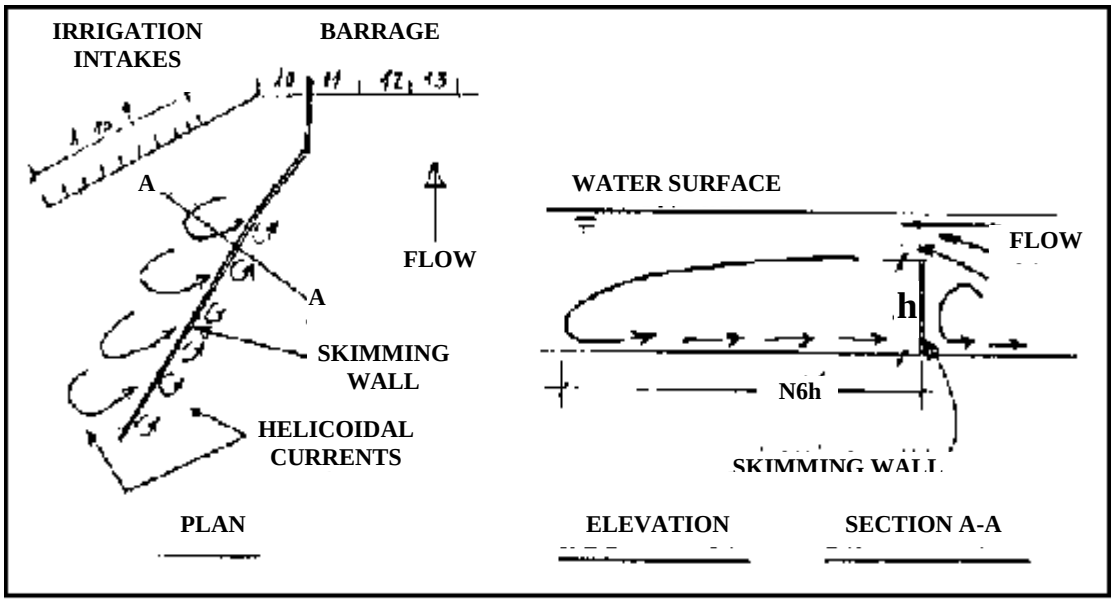
2- لحماية المجرى الواقع خلف الناظم مباشرة من التآكل نتيجة الجريان الشديد.

3- لزيادة طول مسار الارتشاح.

واستخدم أسلوب دك الحجارة لتكوين منطقة انتقالية بين جزء القناة المبطن بالبلاطات الخرسانية والآخر غير المبطن. ويوضح الشكل (3-3) أعمال الحماية عند الناظم الرئيس لسدة الهندية الجديدة.

يبين الشكل (3-2) موقع الجدار القاشط(Skimming wall) المنشأ أمام ناظمي صدر شط الحلة والكفل، وقد أنشئ هذا الجدار لضمان ما يلي:(SOGREAH:1986)

1- عند التشغيل الطبيعي لمنشآت ري الجانب الأيسر يجبر هذا المنشأ الماء على الجريان بالقرب من السطح وبذلك يقل تركيز الرسوبيات إلى حد كبير.
2- في حالة تشغيل الناظم الرئيس ومنشآت ري الجانب الأيسر سوية يمكّن وجود الجدار القاشط من غسل الرسوبيات ذات الأقطار الحبيبية الكبيرة التي من المحتمل أن تكون قد تجمعت عند مقدمة الجدار القاشط خلال مواسم الجفاف.
3- خلال حالات التصريف الفيضاني لسدة الهندية يخلق الجدار القاشط تيارات ثانوية حلزونية كما مبين في الشكل (3-4) والتي تسمح بابقاء المنطقة الواقعة أمام مأخذ منشآت ري الجانب الأيسر خالية من الرسوبيات.



شكل (3-4): التيارات الثانوية الحلزونية عند الجدار القاشط (SOGREAH:1986)

يظهر في الشكل (3-2) الذراع الميت (Dead arm) لنهر الفرات الذي يقع بين سداد الغلق ( Closure dyke) والسداد المغمورة ( Submerged dyke) . ويُعدُّ الذراع حوض ترسيب نظراً لانخفاض سرعة الجريان خلاله.

تظهر في الجدول (3-3) الخواص الرئيسة لناظم صدر الحسينية القديم الذي أنشئ مع سدة الهندية القديمة.

جدول (3-3)
الخواص الرئيسة لناظم صدر الحسينية القديم (علوان:2001)

| الفقرة | الوحدة | القيمة |
|---|---|---|
| التصريف | م$^3$\ثا | 15.00 |
| منسوب الماء الاعتيادي مقدم الناظم | م | 32.00 |
| منسوب الماء مؤخر الناظم | م | 31.82 |
| عدد الفتحات | - | 3 |
| منسوب العتبة | م | 28.10 |
| عدد البوابات | - | 3 |
| عرض البوابة الوسطية | م | 3.00 |
| ارتفاع البوابة الوسطية | م | 4.00 |
| عرض البوابتين الجانبيتين | م | 1.50 |
| ارتفاع البوابتين الجانبيتين | م | 4.00 |
| آلية التشغيل | - | يدوي |

يلتقي فرع الحسينية القديم بالجديد بعد مسافة (1400 م) من طول الأخير ليكونا نهر الحسينية الذي يستمر بمسيره باتجاه مدينة كربلاء.

تقع المحطة الكهرومائية على الجانب الأيمن للناظم الرئيس كما هو موضح في الشكل (3-2). وتتكون المحطة من أربع عنفات من نوع البصلة لتوليد الطاقة الكهربائية. ويبين الشكل(3-5) مخططاً توضيحياً لأجزاء عنفة المحطة الكهرومائية لسدة الهندية الجديدة. ويبين الجدول (3-4) الخواص الهيدروليكية لعنفة المحطة الكهرومائية لسدة الهندية الجديدة.

شكل (3-2): مخطط توضيحي لمنشآت مشروع سدة الهندية
(SOGREAH:1986)

16

شكل (3-3): أعمال الحماية عند الناظم الرئيس لسدة الهندية الجديدة
(SOGREAH:1986)

19

شكل (3-5): أجزاء عنفة المحطة الكهرومائية لسدة الهندية الجديدة (SOGREAH:1986)

22

شكل (3-6): أعمال الحماية للمحطة الكهرومائية
(SOGREAH:1986)

25

جدول (3-4)
الخواص الهيدروليكية لعنفة المحطة الكهرومائية (SOGREAH :1986)

| الفقرة | الوحدة | البيانات |
|---|---|---|
| **1. البيانات المقدرة** | | |
| 1-1 الشحنات المقدرة للعنفة، التصاريف المقدرة للعنفة والقدرة المقدرة للعنفة | | |
| - أصغر شحنة صافية | م | 1.50 |
| - أكبر تصريف عند أصغر شحنة | م$^3$\ثا | 73.68 |
| - الشحنة الاعتيادية | م | 4.30 |
| - أكبر شحنة صافية | م | 6.20 |
| - أصغر تصريف عند أكبر شحنة | م$^3$\ثا | 11.50 |
| - أصغر تصريف عند الشحنة الاعتيادية | م$^3$\ثا | 13.50 |

| | | |
|---|---|---|
| - التصريف الاعتيادي عند الشحنة الصافية الاعتيادية | م$^3$\ثا | 102.45 |
| - أكبر تصريف | م$^3$\ثا | 114.80 |
| - أدنى قدرة منتجة عند الشحنة الاعتيادية | كيلو واط | 440 |
| - القدرة المنتجة الاعتيادية | كيلو واط | 3900 |
| - أقصى قدرة منتجة | كيلو واط | 4430 |
| - الشحنة الصافية عند أقصى قدرة منتجة | م | 6.20-4.45 |
| 2-1 السرعة الدورانية المعدلة | 1\د | 93.80 |
| **2. البيانات المضمونة** | | |
| 2-1 القدرة المنتجة الاعتيادية عند الشحنة الاعتيادية | كيلو واط | 3900 |
| 2-2 القدرة المنتجة عند أكبر شحنة وأصغر تصريف | كيلو واط | 730 |
| **3. أوطأ منسوب للمؤخر** | م | 25.75 |

لقد بطنت المنطقة الواقعة خلف المحطة الكهرومائية ببلاطات خرسانية لأغراض حماية تلك المنطقة من التآكل نتيجة التيار الشديد وإيجاد منطقة تعمل كحوض تسكين، ولزيادة طول خط الارتشاح. والشكل (3-6) يبين أعمال الحماية للمحطة الكهرومائية.

يقع هويس الملاحة لنهر الفرات كما هو موضح في الشكل (3-2) بين المحطة الكهرومائية والذراع الميت لنهر الفرات. ويتكون الهويس من غرفة الهويس المزودة بنظام خاص لتزويد الماء لملء الهويس وتفريغه مكون من بربخين جانبيين متصلين بغرفة الهويس بواسطة منافذ معايرة. ويتيح هذا النظام تشتيت الطاقة بصورة منتظمة، وامكانية تغيير زمن ملأ أو تفريغ الهويس بواسطة فتحات المعايرة، وامكانية حجز النفايات بواسطة حاجز النفايات الطافية الموضوع عند مؤخر البربخ (SOGREAH :1986).

يقع هويس ملاحة شط الحلة المنشأ بصورة منفردة على الجانب الأيسر لناظم صدر شط الحلة. وتوجد قناة ملاحية علوية وأخرى سفلية تربطان هويس الملاحة بالبركة مقدم الناظم من جهة وبالقناة الرابطة لشط الحلة من جهة أخرى. ويملأ الهويس بواسطة بوابته العلوية ويفرغ بواسطة بوابته السفلية. ويقسم هويس الملاحة لشط الحلة إلى ثلاثة أجزاء رئيسة، الجزء العلوي ويحيط ببوابة الغلق وببوابة الهويس العلويتان، الجزء المركزي والجزء السفلي ويحيط بوابة الغلق وبوابة الهويس السفلية،على التوالي.

يوضح الجدول (3-5) الخواص الهيدروليكية لهويس ملاحة نهر الفرات وشط الحلة.

الجدول (3-5)

الخواص الهيدروليكية لهويسي نهر الفرات وشط الحلة (SOGREAH :1985-b)

| الفقرة | الوحدة | هويس نـهر الفرات | هويس شط الحلة |
|---|---|---|---|
| **1. أبعاد الهويس** | | | |
| الطول | م | 200 | 60 |
| العرض | م | 20 | 9 |
| **2. الخواص الرئيسة لبوابتي الهويس** | | | |
| 2-1 البوابة العلوية | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| النوع | | مستوية | مستوية |
| العرض | م | 20.00 | 9.00 |
| الارتفاع | م | 4.40 | 3.40 |
| منسوب العتبة | م | 28.40 | 29.40 |
| منسوب القمة | م | 32.80 | 32.80 |
| آلية التشغيل | | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية |
| 2-2 بوابة الغلق العلوية | | | |
| النوع | - | مستوية منزلقة | مستوية منزلقة |
| العرض | م | 20.00 | 9.00 |
| منسوب العتبة | م | 28.40 | 29.40 |
| منسوب القمة | م | 32.80 | 32.80 |
| آلية التشغيل | - | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية |
| 2-3 البوابة السفلية | | | |
| النوع | - | مستوية | مستوية |
| العرض | م | 20.00 | 9.00 |
| الارتفاع | م | 9.70 | 5.75 |
| منسوب العتبة | م | 23. | 27.05 |
| منسوب القمة | م | 32.00 | 32.80 |

جدول (3-5) (تتمة)

| الفقرة | الوحدة | هويس نهر الفرات | هويس شط الحلة |
|---|---|---|---|
| آلية التشغيل | | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية |
| 2-4 بوابة الغلق السفلية | | | |
| النوع | - | مستوية | مستوية منزلقة |
| العرض | م | 20.00 | 9.00 |
| منسوب العتبة | م | 23.10 | 27.05 |
| منسوب القمة | م | 31.40 | 31.90 |
| آلية التشغيل | - | الاسطوانات الهيدروليكية | الاسطوانات الهيدروليكية |
| 2-5 بوابات البربخ | | | |
| العرض | م | 3.00 | - |
| الارتفاع | م | 3.00 | - |
| منسوب العتبة | م | 20.80 | - |
| العدد | - | 4 | - |
| 2-6 بوابات غلق البربخ | | | |
| العرض | م | 3.00 | - |
| الارتفاع | م | 3.00 | - |
| **3. شروط الملاحة** | | | |
| 3-1 المناسيب العلوية | | | |
| أعلى منسوب | م | 32.55 | 32.55 |
| أوطأ منسوب | م | 30.90 | 30.90 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2-3 المناسيب السفلية | | | |
| أعلى منسوب | م | 31.15 | 31.65 |
| أوطأ منسوب | م | 25.70 | 28.00 |
| 3-3 أكبر شحنة عند الهويس | م | 6.20 | 3.90 |
| 4-3 أصـغر عمـق عنـد عتبـة بوابـة الهويس العلوية | م | 2.50 | 1.50 |

**3-3: التشغيل الهيدروليكي لمشروع سدة الهندية الجديدة**

**3-3-1: توزيعات المياه**

من أهداف سدة الهندية ارواء الأراضي الزراعية والتي تقارب (500000 هكتار) عن طريق الأنهر الخمسة الرئيسة (شط الحلة ونهر الكفل في الجانب الأيسر والحسينية الجديدة والقديمة وبني حسن في الجانب الأيمن). إن السدة تسمح بحجز المياه ليرتفع منسوبها إلى الحد الذي يسمح بتشغيل النواظم لتلك الأنهر وبالتالي السيطرة على عملية توزيع المياه.

إن نجاح تشغيل المشروع يتطلب وضع خطة تتضمن كميات المياه المطلوبة لكل نهر على مدار السنة، وهذا يتطلب التنسيق مع الجهات المرتبطة بالمشروع والتي تشمل إدارة تشغيل محطة التوليد الكهرومائية وإدارة تشغيل سدة الفلوجة حول التصاريف المطلقة منها ودائرة ري كربلاء المسؤولة عن ري الأراضي الواقعة أيمن سدة الهندية ودائرة ري بابل المسؤولة عن ري الأراضي الزراعية الواقعة في محافظات (بابل، القادسية والمثنى).

يتم اعتماد احدى الطرق التالية في تجهيز وتوزيع المياه ضمن شبكة الري:

أ- التجهيز المستمر.

ب- التجهيز بالمراشنة.

جـ- التجهيز حسب الطلب.

د- دمج أي طريقتين.

يعتمد تشغيل سدة الهندية بصورة أساس على أسلوب التجهيز المستمر لنهر الفرات على مدار السنة كونه أحد النهرين الاساسيين في العراق. وفي حالة انخفاض الاحتياجات المائية يتم التشغيل بنفس الأسلوب ولكن بتصاريف أوطأ وبما يؤمن تغطية تلك الاحتياجات. أما تجهيز المآخذ الموزعة على يمين ويسار السدة فالتجهيز يختلف من مأخذ إلى آخر. ويعتبر شط الحلة أهم الفروع الخمسة وبالتالي فأن تجهيزه يكون مستمراً، لكن كمية المياه المطلقة فيه تختلف من موسم لآخر حسب الحاجة. أما الكفل فيعتمد اسلوب التجهيز حسب الطلب والتجهيز المستمر. أما المآخذ الموجودة في الجانب الأيمن فيعتمد فيها اسلوب التجهيز بالمراشنة.

**3-3-2: التشغيل الهيدروليكي لمنشآت المشروع**

يتضمن التشغيل الهيدروليكي لمنشآت المشروع تشغيل النواظم الستة، تشغيل المحطة الكهرومائية، وتشغيل هويسي الملاحة.

يشتمل التشغيل الهيدروليكي لنواظم السدة الستة إيجاد عدد ومواقع البوابات وفتحاتها. حيث يفتح عدد معين من الفتحات يكفي لامرار التصريف المطلوب ويحدد موقعها لتكون البوابات المفتوحة متناظرة حول الخط المركزي للناظم بقدر الامكان. ويراعى التناوب في موقع البوابات المشغلة لتفادي تجمع الرسوبيات بشكل كبير.

لإيجاد عدد وفتحات البوابات استخدمت معادلة الجريان خلال الفتحات والتي هي :

$$Q_R = C_D A\sqrt{2gH} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}1)$$

حيث :

$Q_R$ = التصريف المطلوب امراره عبر الناظم (م$^3$\ ثا).

$A$ = مساحة مقطع الجريان في الناظم (م$^2$).

$g$ = التعجيل الأرضي (م\ثا$^2$).

$H$ = الشحنة وتساوي فرق المنسوب بين المقدم والمؤخر (م).

$C_D$ = معامل التصريف.

ويمكن ايجاد مساحة مقطع الجريان في الناظم باستخدام المعادلة التالية :

$$A = n\, G_W\, d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}2)$$

حيث :

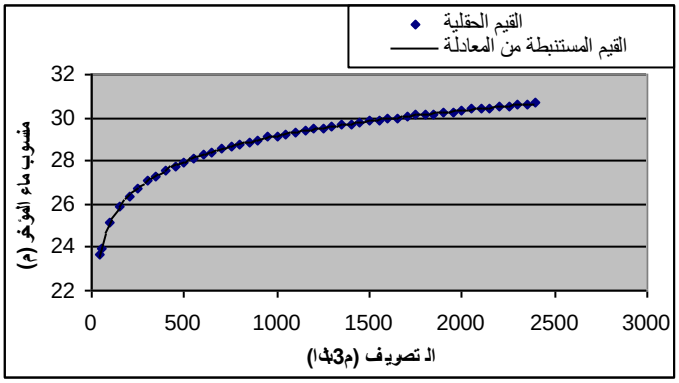
$n$= عدد البوابات المشغلة في الناظم.

$G_W$= عرض البوابة في الناظم (م).
d= فتحة البوابة (م).

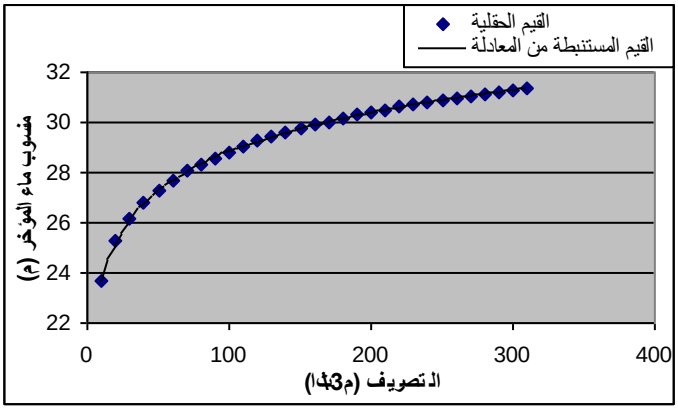
وتُهمل شحنة الاقتراب (م) التي تساوي ($\frac{V_O^{\ 2}}{2g}$) و ($V_O$) هي سرعة الاقتراب (م\ثا) حيث يدخل تأثيرها ضمن تقدير معامل التصريف.

في حالة نواظم سدة الهندية يتطلب تطبيق معادلة الجريان خلال الفتحات ايجاد قيمة الشحنة ومعامل التصريف أولاً. وقد أُتبع الأسلوب التالي لايجاد تلك القيم:

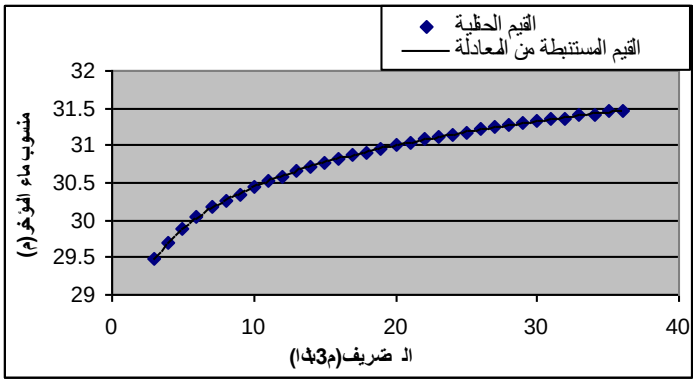
أ- من البيانات الحقلية رُسم منحني المعايرة (التصريف- منسوب الماء في النهر) للأنهر الستة (نهر الفرات، شط الحلة، نهر الكفل، نهر الحسينية القديم، نهر الحسينية الجديد ونهر بني حسن). وباستخدام البرنامج الاحصائي (Excel) وُجدت العلاقة بين التصريف ومنسوب الماء لتلك الأنهر. وأُدرجت النتائج التي تم التوصل اليها (المعادلات المستنبطة من البيانات وقيم مربع معامل الارتباط المناظرة لها) في الجدول (3-6). والأشكال من (3-7) إلى (3-12) توضح العلاقة بين التصريف ومنسوب الماء للأنهر الستة.




شكل (3-7): منحني المعايرة (التصريف - منسوب الماء) لنهر الفرات

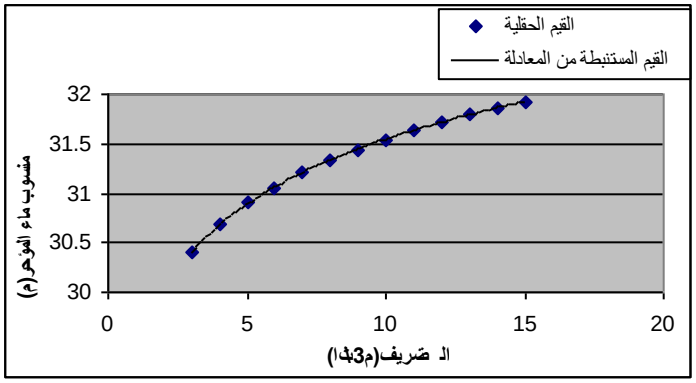



شكل (3-8): منحني المعايرة (التصريف - منسوب الماء) لشط الحلة

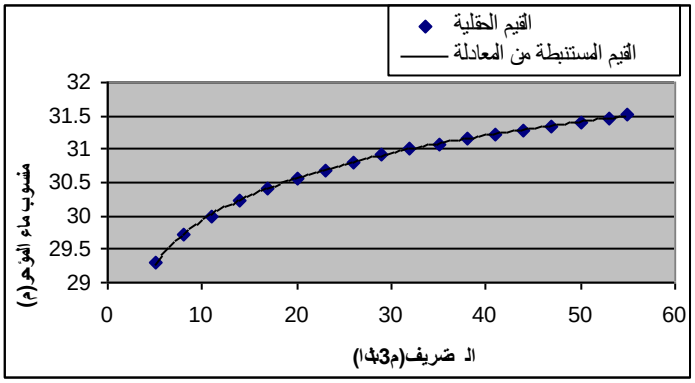


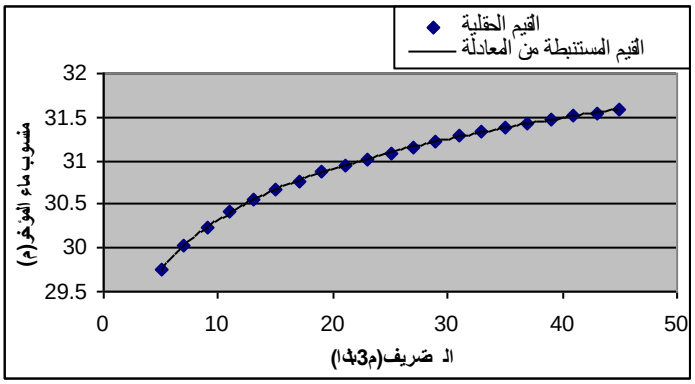

شكل (3-9): منحني المعايرة (التصريف - منسوب الماء) لنهر الكفل

شكل (3-10): منحني المعايرة (التصريف - منسوب الماء) لنهر الحسينية القديم




شكل (3-11): منحني المعايرة (التصريف - منسوب الماء) لنهر الحسينية الجديد






شكل (3-12): منحني المعايرة (التصريف - منسوب الماء) لنهر بني حسن

ب- من البيانات الحقلية رسم منحني (الشحنة – معامل التصريف) للأنهر الستة لسدة الهندية. وباستخدام البرنامج الاحصائي وُجدت العلاقة بين الشحنة ومعامل التصريف لتلك الأنهر وأُدرجت النتائج التي تم التوصل اليها (المعادلات وقيم مربع معامل الارتباط المناظرة لها) في الجدول (3-7). والأشكال من (3-13) إلى (3-18) توضح العلاقة بين الشحنة ومعامل التصريف لتلك الأنهر.

بعد ايجاد قيم منسوب الماء في أنهر السدة ومعامل التصريف لنواظمها يصبح بالامكان تطبيق معادلة الجريان خلال الفتحات لإيجاد عدد البوابات وفتحاتها. ولايجاد أصغر عدد يجب تشغيله من البوابات تستخدم المعادلة (3-15):

$$n_M = Int(\frac{Q_R}{C_D G_W d_M \sqrt{2gH}} + 0.5) \qquad \text{..... (3-15)}$$

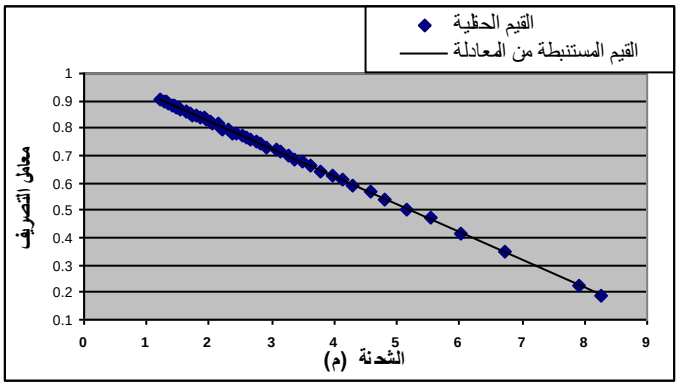
حيث :

$n_M$ = أصغر عدد يجب تشغيله من البوابات.

Int= دالة تقريب العدد الحقيقي إلى اقرب عدد صحيح اصغر او يساوي العدد الحقيقي.

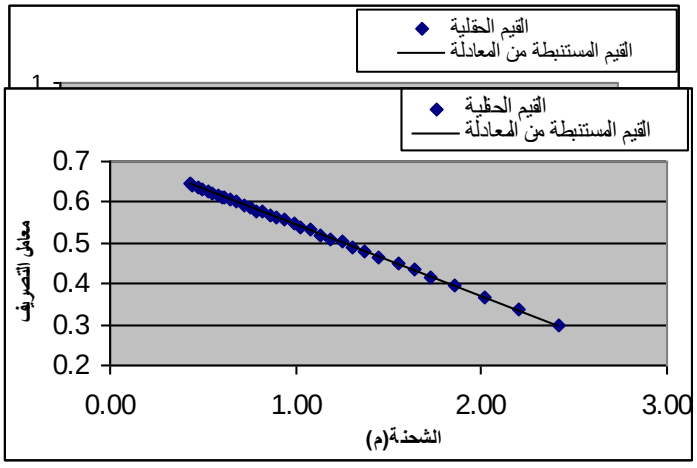
$d_M$ = الفرق بين منسوب الماء مقدم الناظم ومنسوب عتبة الناظم(م).

يوضح الشكل (3-19) المخطط الانسيابي لتشغيل نواظم سدة الهندية الجديدة.

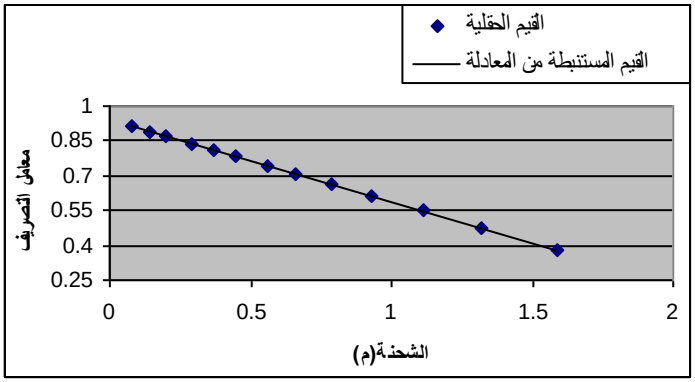



شكل (3-13): منحني المعايرة (الشحنة - معامل التصريف) للناظم الرئيس

شكل (3-14): منحني المعايرة (الشحنة - معامل التصريف) لناظم صدر شط الحلة

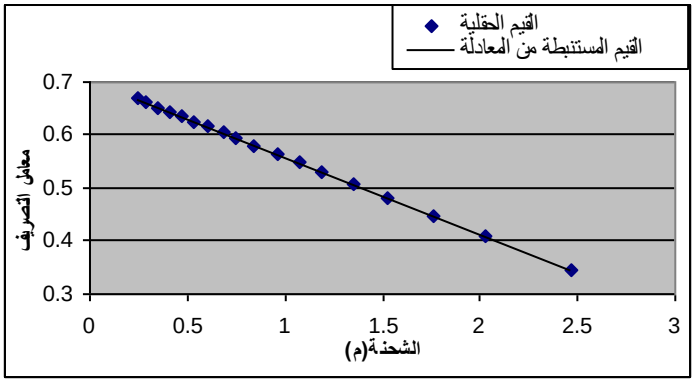


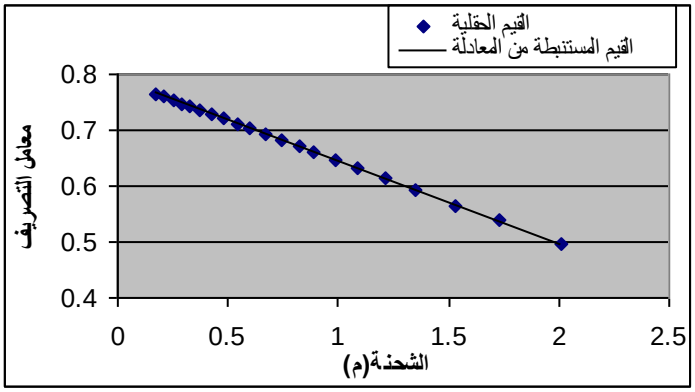

شكل (3-15) : منحني المعايرة (الشحنة - معامل التصريف) لناظم صدر نهر الكفل




شكل (3-16): منحني المعايرة (الشحنة - معامل التصريف) لناظم صدر نهر الحسينية القديم

شكل (3-17): منحني المعايرة (الشحنة - معامل التصريف) لناظم صدر نهر الحسينية الجديد



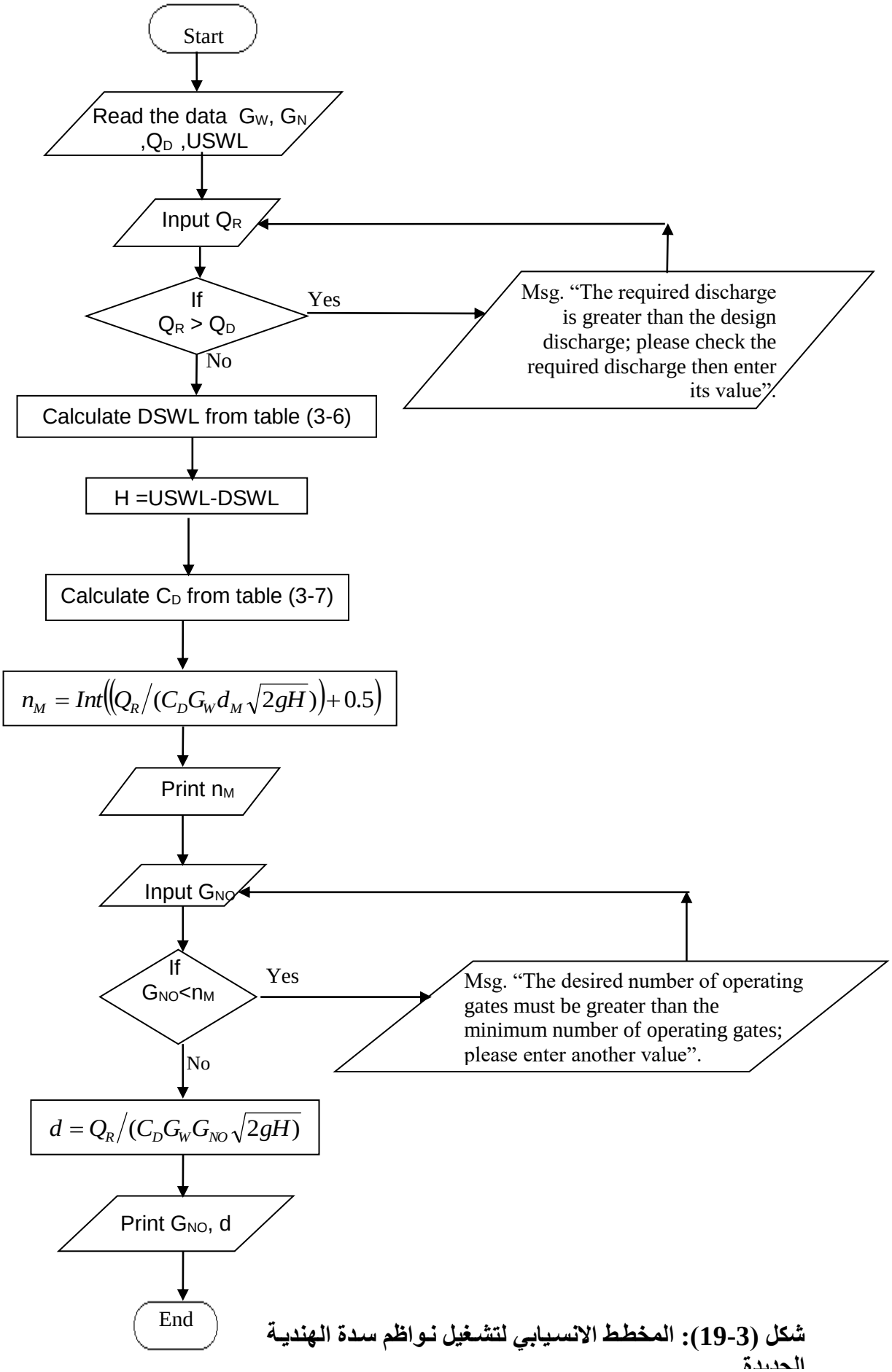

شكل (3-18): منحني المعايرة (الشحنة - معامل التصريف) لناظم صدر نهر بني حسن

جدول (3-6)
معادلات منسوب الماء لأنهر المشروع

| النهر | معادلة منسوب الماء في النهر | رقم المعادلة | مربع معامل الارتباط ($R^2$) |
|---|---|---|---|
| الفرات | $DSWL = 1.719\ln(Q) + 17.271$ | 3-3 | $R^2$=0.9998 |
| شط الحلة | $DSWL = 2.2307\ln(Q) + 18.570$ | 4-3 | $R^2$=0.9999 |
| الكفل | $DSWL = 0.8034\ln(Q) + 28.594$ | 5-3 | $R^2$=0.9999 |
| الحسينية القديم | $DSWL = 0.9427\ln(Q) + 29.373$ | 6-3 | $R^2$=0.9999 |
| الحسينية الجديد | $DSWL = 0.9262\ln(Q) + 27.79$ | 7-3 | $R^2$=0.9998 |
| بني حسن | $DSWL = 0.8384\ln(Q) + 28.397$ | 8-3 | $R^2$=0.9999 |

جدول (3-7)
معادلات معامل التصريف لنواظم المشروع

| النهر | معادلة معامل التصريف لناظم صدر النهر | رقم المعادلة | مربع معامل الارتباط ($R^2$) |
|---|---|---|---|
| الفرات | $CD = -0.101H + 1.0272$ | 9-3 | $R^2$=0.9998 |
| شط الحلة | $CD = -0.0967H + 0.9782$ | 10-3 | $R^2$=0.9999 |
| الكفل | $CD = -0.1745H + 0.7195$ | 11-3 | $R^2$=0.9998 |
| الحسينية القديم | $CD = -0.3523H + 0.9404$ | 12-3 | $R^2$=0.9999 |
| الحسينية الجديد | $CD = -0.1447H + 0.7033$ | 13-3 | $R^2$=0.9999 |
| بني حسن | $CD = -0.1476H + 0.7923$ | 14-3 | $R^2$=0.9999 |




**شكل (3-19): المخطط الانسيابي لتشغيل نواظم سدة الهندية الجديدة**

حيث :
$C_D$ = معامل التصريف.
d = فتحة البوابة (م) .
DSWL = منسوب الماء مؤخر الناظم (م).
$G_N$ = عدد بوابات الناظم.
$G_W$ = عرض البوابة (م).
H = الشحنة وتساوي فرق المنسوب بين المقدم والمؤخر (م).
$G_{NO}$ = عدد البوابات المشغلة.
$n_M$ = ادنى عدد يجب تشغيله من البوابات.
$Q_D$= التصريف التصميمي للناظم ($م^3$\ثا).
$Q_R$ = التصريف المطلوب امراره ($م^2$\ثا).
USWL = منسوب الماء مقدم الناظم(م).

يرتبط تشغيل المحطة الكهرومائية ارتباطاً مباشراً بتشغيل الناظم الرئيس للسدة، حيث يستثمر التصريف المراد امراره الى نهر الفرات في توليد الطاقة الكهربائية ثم يحول التصريف الفائض- إن وجد- إلى الناظم الرئيس. ويجب ايقاف المحطة الكهرومائية وتشغيل الناظم الرئيس وحده عند تحقق أحد الشروط التالية:
أ- منسوب الماء مؤخر الناظم الرئيس أوطأ من (25.75م).
ب- التصريف المطلوب امراره إلى النهر أقل من (11.5 $م^3$\ثا).
جـ- الشحنة الصافية للمحطة الكهرومائية أقل من (1.5 م) أو أكبر من (6.2 م).
وتحسب الشحنة الصافية للمحطة بطرح خسائر الشحنة من الشحنة الكلية. وتحسب خسائر الشحنة باستخدام المعادلة (3-16) (SOGREAH :1986):

$$H_L = 0.222(\frac{Q_{HO}}{100})^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}16)$$

حيث :
$H_L$ = خسائر الشحنة (م) .
$Q_{HO}$ = التصريف المارعبر وحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية ($م^3$\ثا) .
وتحسب القدرة الكهربائية المنتجة باستخدام المعادلة (3-17): (علي:1994)

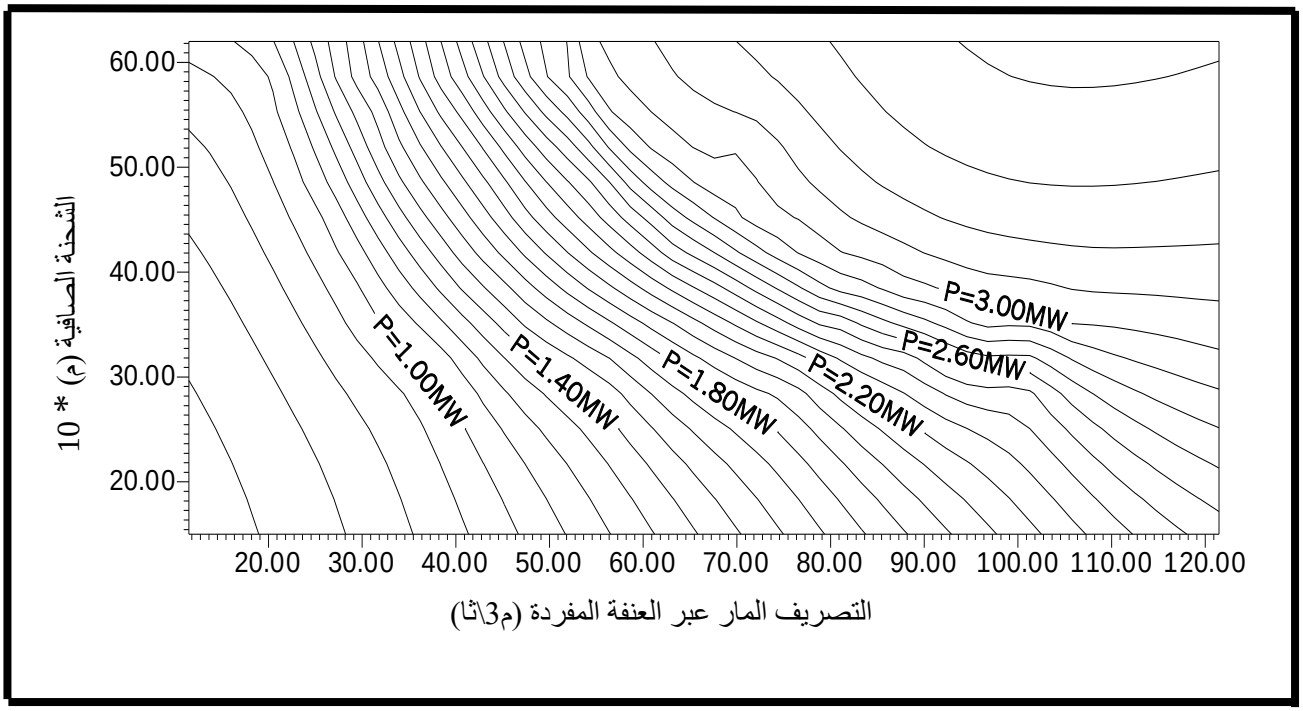
$$P = \frac{Q_H * H_N * 9.81 * Eff}{1000} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}17)$$

حيث :
P = القدرة الكهربائية المنتجة (ميكا واط).
$Q_H$ = تصريف المحطة الكهرومائية ($م^3$\ثا).
$H_N$ = الشحنة الصافية (م).
Eff = معامل كفاءة المحطة الكهرومائية.

لإيجاد مقدار معامل الكفاءة لمحطة سدة الهندية الكهرومائية فقد حُلِل الشكل (3-20). وكانت المعادلة التي حُصِل عليها هي المعادلة (3-18) وبمربع معامل ارتباط مقداره ($R^2$=0.932) والمعادلة هي:

$$Eff=0.1 -6.61E\text{-}3\ Q_H +1.58E\text{-}4\ Q_H^{\ 2} -1.31E\text{-}6\ Q_H^{\ 3} + 5.1E21\ H_N^{\ -50} +3.283E\text{-}10\ Q_H^{\ 4.5} \ldots\ldots\ldots (3\text{-}18)$$

حيث:
Eff : معامل كفاءة المحطة الكهرومائية.
$Q_H$ : تصريف المحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا).
$H_N$ : الشحنة الصافية (م).




شكل (3-20): منحني التصريف، الشحنة والطاقة المنتجة للمحطة الكهرومائية

وفي حالة فرض قيمة ثابتة لمعامل الكفاءة وهي (0.89) فان مربع معامل الارتباط يساوي (0.982)، لذلك تم الاعتماد على القيمة الثابتة لايجاد القدرة المنتجة. ويمكن تحديد عدد الوحدات المشغلة للمحطة الكهربائية باستخدام الجدول (3-8). ويراعى عند تشغيل المحطة الكهرومائية عند أي شحنة صافية كون التصريف المار خلال وحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية ضمن الحدود المسموحة والمبينة في الشكل (3-21). لذلك حُلِل الشكل (3-21) باستخدام البرنامج الاحصائي (Excel) وحُصِل على المعادلتين (3-19) ذات مربع معامل ارتباط مقداره (0.9998) والمعادلة (3-20) ذات مربع معامل ارتباط مقداره(0.998).

$$MAQ_{hh}=-6.8207H_n^2+54.253H_n+7.5493 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3\text{-}19)$$

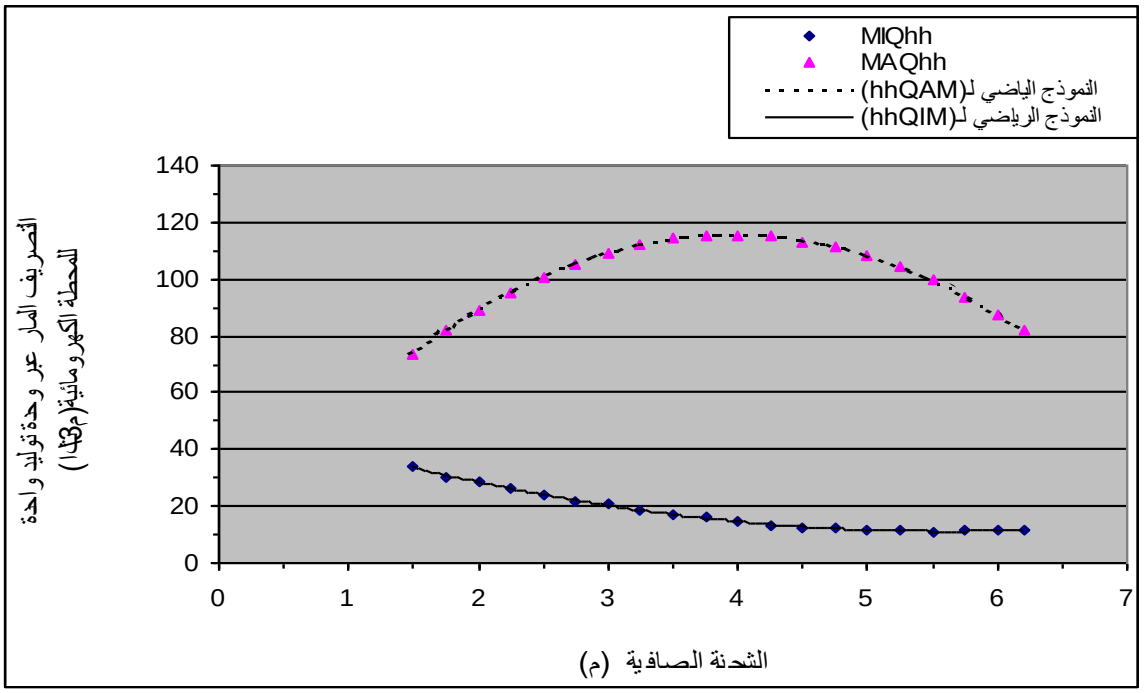
$$MIQ_{hh}=1.3273H_n^2-14.914H_n+53.078 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3\text{-}20)$$

حيث:
$MAQ_{HH}$ : أكبر تصريف يقابل الشحنة الصافية المتوفرة ويمر خلال أي وحدة توليد واحدة للمحطة (م$^3$\ثا).
$MIQ_{HH}$ : أصغر تصريف يقابل الشحنة الصافية المتوفرة ويمر خلال أي وحدة توليد واحدة للمحطة (م$^3$\ثا).
$H_N$ : ألشحنة الصافية (م).

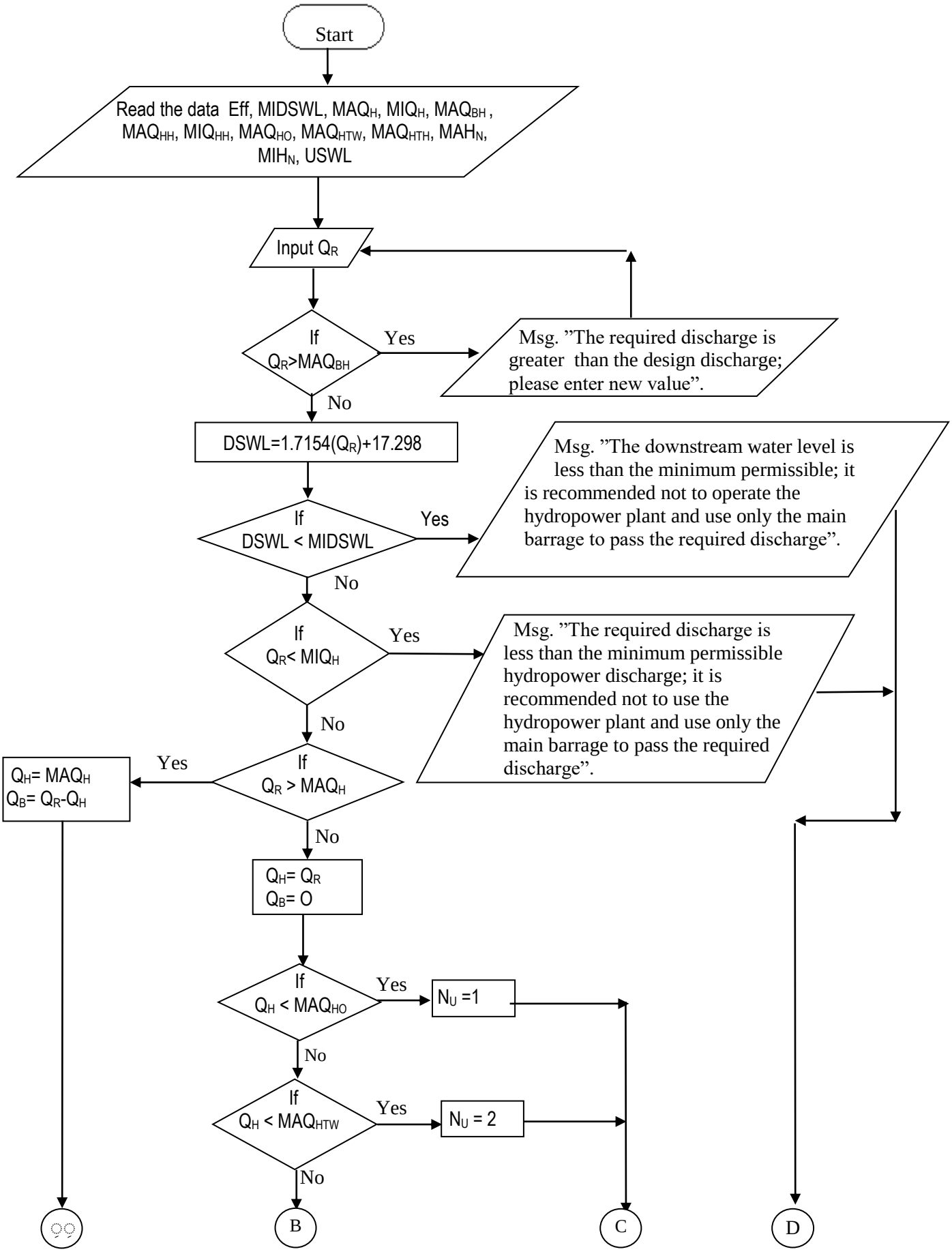
يبين الشكل (3-22) المخطط الانسيابي المستخدم لتشغيل المحطة الكهرومائية والناظم الرئيس.

جدول(3-8)
العلاقة بين عدد الوحدات المشغلة والتصريف
(SOGREAH:1986)

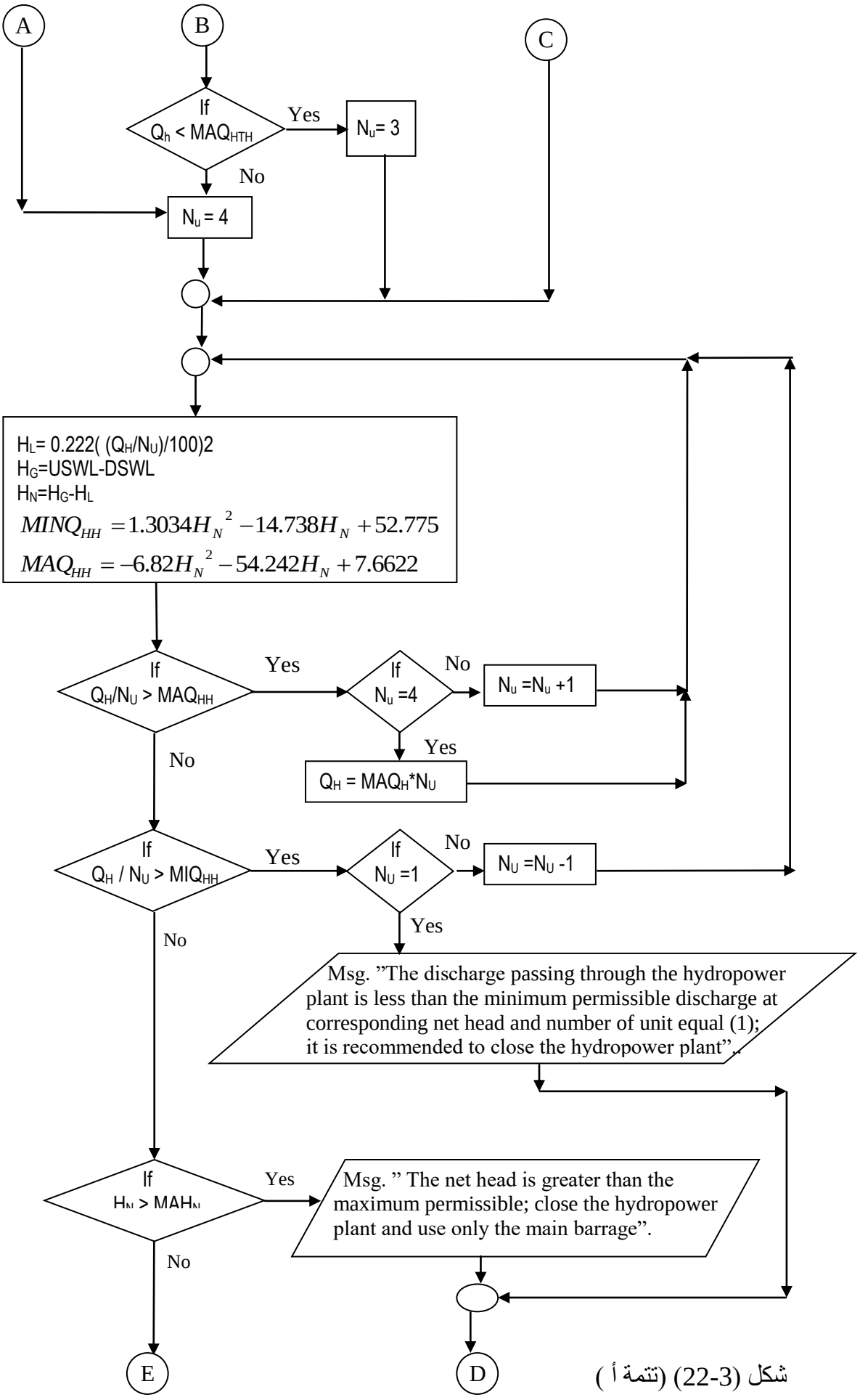
| القدرة الكهربائية المنتجة (ميكاواط) | عدد الوحدات المشغلة | التصريف المار خلال المحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا) |
|---|---|---|
| 0 | 0 | دون الـ(15.00) |
| 3.75-0.65 | 1 | 72-15 |
| 7.20-3.75 | 2 | 140-72 |
| 10.30-7.20 | 3 | 210-140 |
| 15.00-10.30 | 4 | 385-210 |
| 15.00-15.00 | 4 | 413-385 |
| 12.80-15.00 | 4 | 455-413 |



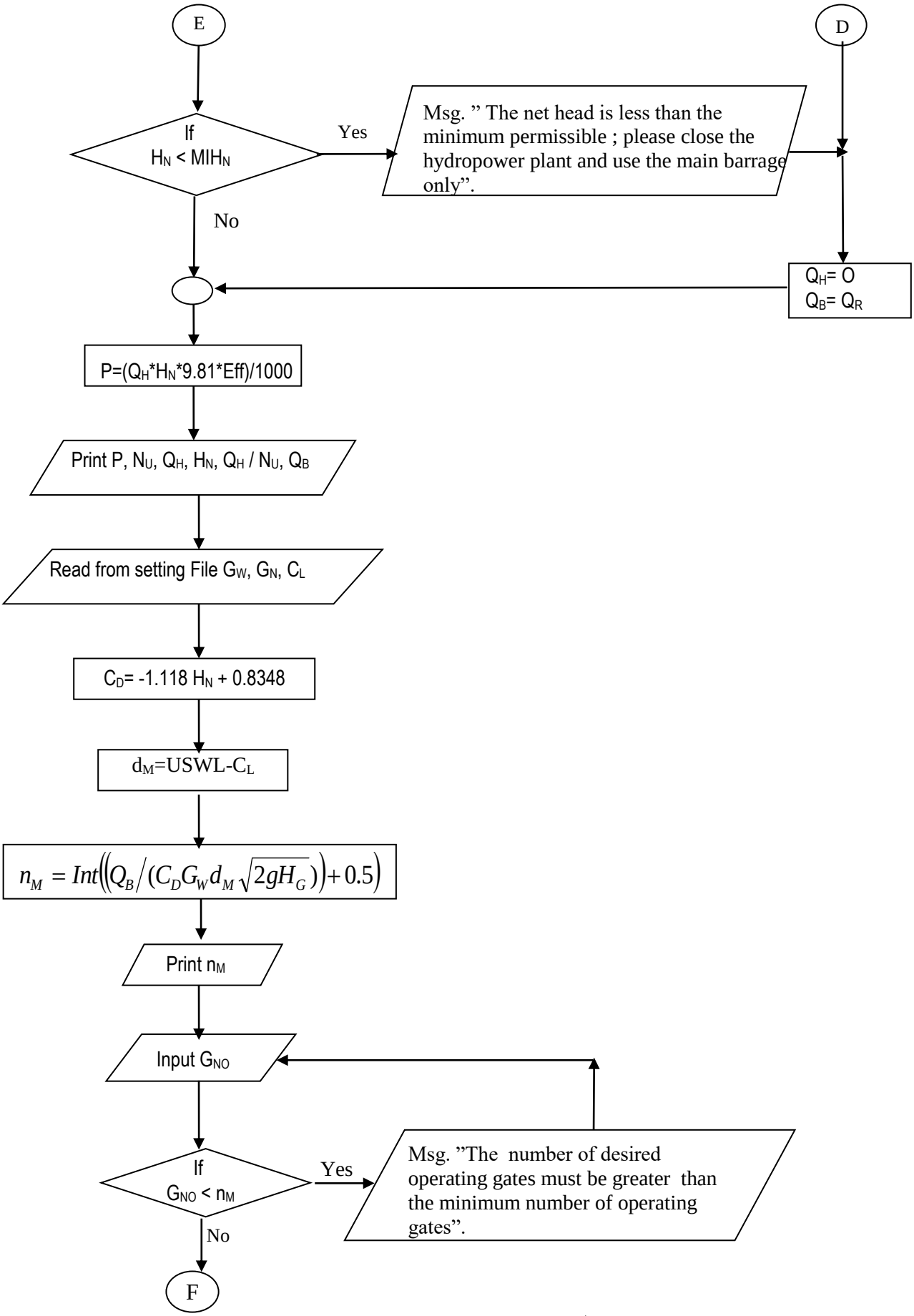

شكل(3-21) : القيم المسموحة للتصاريف المارة خلال وحدة التوليد الواحدة للمـــحطة الكهرومائية عند كل شحنة صافية.



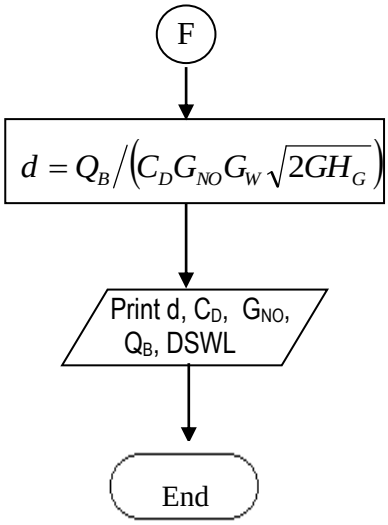

شكل(3-22)المخطط الانسيابي لتشغيل الناظم الرئيس والمحطة الكهرومائية




شكل (3-22) (تتمة أ )




شكل (3-22) (تتمة ب)




شكل(3-22) (تتمة جـ)

حيث :

Eff : معامل كفاءة المحطة الكهرومائية.

MIDSWL : أوطأ منسوب للمياه مؤخر الناظم الرئيس تعمل عنده المحطة الكهرومائية (م).

$MAQ_H$ : أكبر تصريف ممكن امراره عبر المحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا).

$MIQ_H$ : أصغر تصريف ممكن امراره عبر المحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا).

$MAQ_{BH}$ : التصريف التصميمي للمحطة والناظم معاً (م$^3$\ثا).

$MAQ_{HH}$ : أكبر تصريف مسموح يقابل الشحنة الصافية المتوفرة ويمر خلال أي وحدة توليد واحدة للمحطة (م$^3$\ثا).

$MIQ_{HH}$ : أصغر تصريف مسموح يقابل الشحنة الصافية المتوفرة ويمر خلال أي وحدة توليد واحدة للمحطة (م$^3$\ثا).

$MAQ_{HO}$ : أكبر تصريف ممكن امراره عبر وحدة واحدة من الوحدات الأربع للمحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا).

$MAQ_{HTW}$ : أكبر تصريف ممكن امراره عبر وحدتين من الوحدات الأربع للمحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا).

$MAQ_{HTH}$ : أكبر تصريف ممكن امراره عبر ثلاث وحدات من الوحدات الأربع للمحطة (م$^3$\ثا).

$MAH_N$ : أكبر شحنة صافية يمكن للمحطة الكهرومائية أن تعمل عندها (م).

$MIH_N$ : أصغر شحنة صافية يمكن للمحطة الكهرومائية أن تعمل عندها (م).

USWL : منسوب الماء مقدم الناظم (م).

$Q_R$ : التصريف المطلوب امراره (م$^3$\ثا).

DSWL : منسوب الماء مؤخر الناظم (م).

$Q_B$ : تصريف الناظم الرئيس (م$^3$\ثا).

$Q_H$ : تصريف المحطة الكهرومائية(م$^3$\ثا).

$N_U$ : عدد الوحدات المشغلة.

$H_L$ : خسائر الشحنة (م).

$H_G$ : الشحنة الكلية (م).

$H_N$ : الشحنة الصافية (م).

P : القدرة الكهربائية المنتجة (ميكاواط).

$G_W$ : عرض البوابة (م).

$G_N$ : عدد بوابات الناظم.

$C_L$ : منسوب عتبة بوابة الناظم (م).

$C_D$ : معامل التصريف.

$d_M$ : الفرق بين منسوب الماء مقدم الناظم ومنسوب عتبة الناظم (م).

$n_M$ : أدنى عدد يجب تشغيله من البوابات.
Int : دالة تقريب العدد الحقيقي إلى اقرب عدد صحيح اصغر او يساوي العدد الحقيقي.
$G_{NO}$ : عدد البوابات المرغوب بفتحها في الناظم.
d : فتحة البوابة (م).

ان برنامج تشغيل هويسي الملاحة يتناول إيجاد عدد الزوارق التي يمكنها المرور باستخدام الهويس كما يتناول الجدول الزمني اللازم لرفع أو خفض الزوارق. ويوضح الجدول (3-9) المواصفات اللازم توفرها في الزوارق التي يمكنها استخدام هويسي ملاحة نهر الفرات وشط الحلة. ويبين الجدول (3-10) الزمن اللازم لرفع أو خفض زورق . ويوضح الشكل (3-23) المخطط الانسيابي المستخدم لتشغيل هويس نهر الفرات أو هويس شط الحلة.

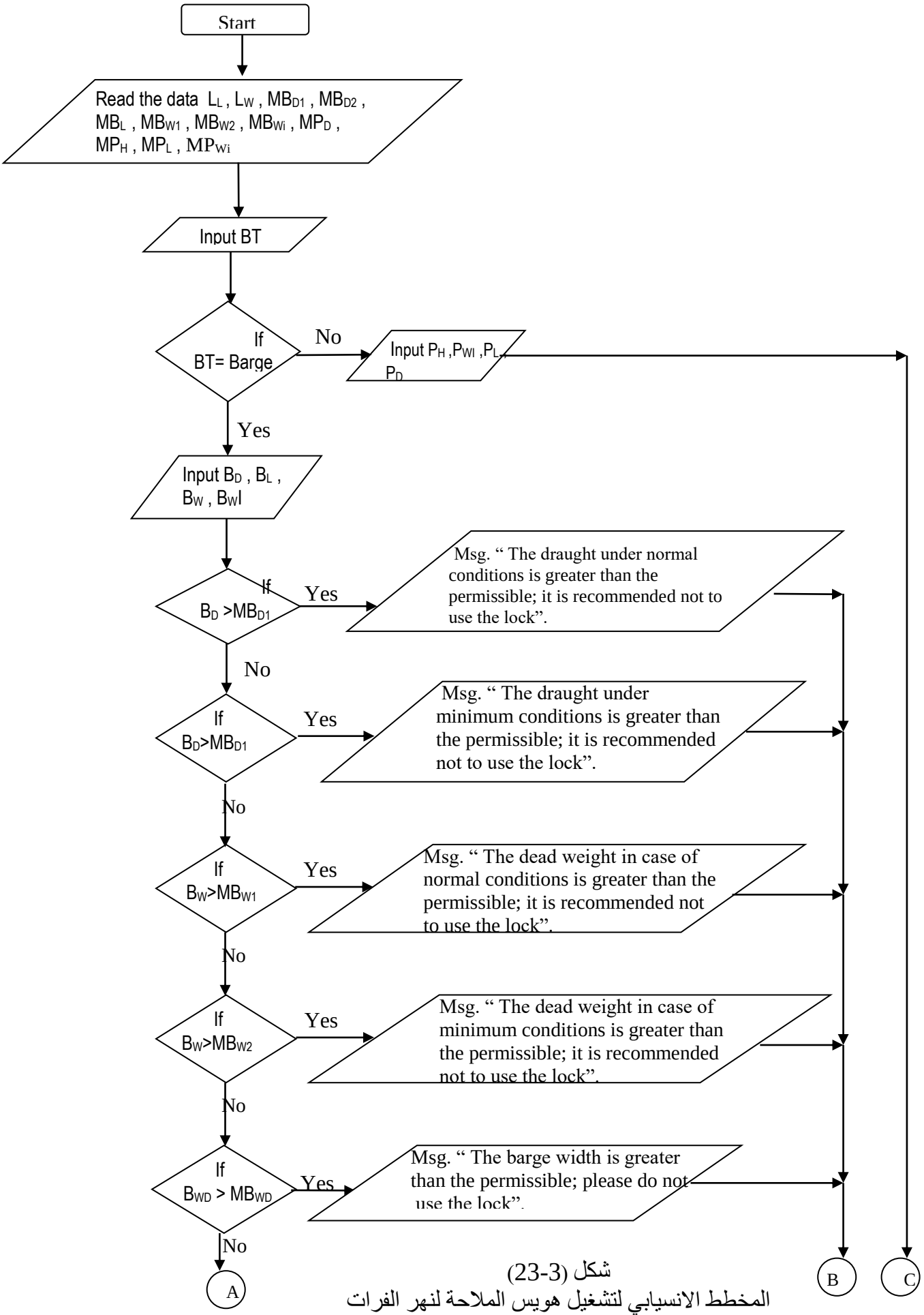
جدول (3-9): المواصفات اللازم توفرها في الزوارق التي يمكنها استخدام هويسي الملاحة لنهر الفرات وشط الحلة (SOGREAH :1986)

| نوع الزورق | الفقرة | الوحدة | هويس نهر الفرات | هويس شط الحلة |
|---|---|---|---|---|
| قارب نقل البضائع | الطول | م | 40 | 17 |
| | العرض | م | 7.5 | 3 |
| | الجزء الغاطس عند الظروف الاعتيادية | م | 2 | 1 |
| | الجزء الغاطس عند الظروف الدنيا | م | 1.5 | 0.75 |
| | الوزن الميت عندما يكون الجزء الغاطس (2م) | طن | 468 | 150 |
| | الوزن الميت عندما يكون الجزء الغاطس (1.5م) | طن | 320 | 100 |
| قارب قطر | الطول | م | 24 | 10 |
| | العرض | م | 7 | 3 |
| | الجزء الغاطس | م | 1 | 0.5 |
| | القدرة الحصانية | قدرة حصانية | 700 | 300 |

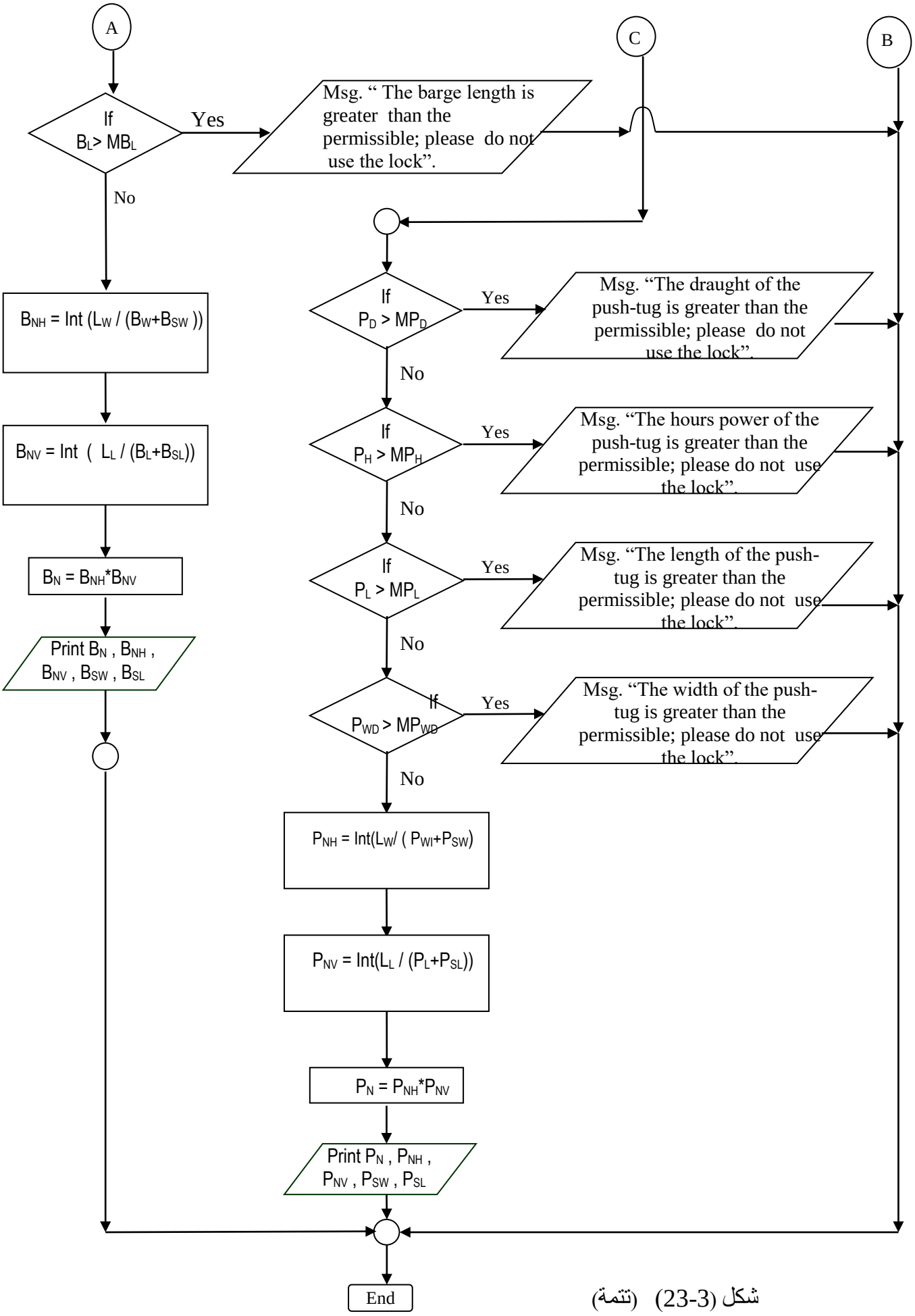
جدول (3-10) : الزمن اللازم لرفع أو خفض زورق (SOGREAH : 1986)

| الفقرة | الزمن (دقيقة) |
|---|---|
| الاقتراب من الهويس | 6 إلى 7 |
| الارساء وغلق بوابة الهويس | 3 |

| | |
|---|---|
| ملء أو تفريغ الهويس | 7 |
| اطلاق المرساة ، فتح البوابة | 3 |
| املاء الهويس | 5 |
| الزمن الكلي | 25 |




شكل (3-23)
المخطط الانسيابي لتشغيل هويس الملاحة لنهر الفرات وشط الحلة


A
C
B
If $B_L > MB_L$
Yes
Msg. " The barge length is greater than the permissible; please do not use the lock".
No
$B_{NH} = Int (L_W / (B_W+B_{SW}))$
$B_{NV} = Int ( L_L / (B_L+B_{SL}))$
$B_N = B_{NH}*B_{NV}$
Print $B_N$ , $B_{NH}$ , $B_{NV}$ , $B_{SW}$ , $B_{SL}$
If $P_D > MP_D$
Yes
Msg. "The draught of the push-tug is greater than the permissible; please do not use the lock".
No
If $P_H > MP_H$
Yes
Msg. "The hours power of the push-tug is greater than the permissible; please do not use the lock".
No
If $P_L > MP_L$
Yes
Msg. "The length of the push-tug is greater than the permissible; please do not use the lock".
No
If $P_{WD} > MP_{WD}$
Yes
Msg. "The width of the push-tug is greater than the permissible; please do not use the lock".
No
$P_{NH} = Int(L_W/ ( P_{WI}+P_{SW})$
$P_{NV} = Int(L_L / (P_L+P_{SL}))$
$P_N = P_{NH}*P_{NV}$
Print $P_N$ , $P_{NH}$ , $P_{NV}$ , $P_{SW}$ , $P_{SL}$
End

شكل (3-23) (تتمة)

حيث :
LL : طول الهويس (م).
LW : عرض الهويس (م).
$MB_{D1}$ : اكبر مقدار للجزء الغاطس من قارب نقل البضائع عند الظروف الاعتيادية (م).
$MB_{D2}$ : اكبر مقدار للجزء الغاطس من قارب نقل البضائع عند الظروف الدنيا (م).
$MB_L$ : أقصى طول لقارب نقل البضائع يمكنه المرور عبر الهويس (م).
$MB_{W1}$: القيمة العظمى لوزن قارب نقل البضائع التي تقابل $MB_{d1}$ (طن).
$MB_{W2}$: القيمة العظمى لوزن قارب نقل البضائع التي تقابل $MB_{d2}$ (طن).
$MB_{WD}$ : أقصى عرض لقارب نقل البضائع يمكنه المرور عبر الهويس (م).
$MP_D$ : أقصى مقدار للجزء الغاطس من قارب القطر (م).
$MP_H$ : أقصى قدرة لقارب القطر (قدرة حصانية).
$MP_L$ : أقصى طول لقارب القطر (م).
$MP_{WD}$: أقصى عرض لقارب القطر (م).
BT : نوع الزورق.
$B_D$ : مقدار الجزء الغاطس من قارب نقل البضائع (م).
$B_L$ : طول قارب نقل البضائع (م).
$B_W$ : وزن قارب نقل البضائع (طن).
$B_{WD}$ : عرض قارب نقل البضائع (م).
$B_{NH}$ : عدد طوابير قارب نقل البضائع.
$B_{SW}$ : مسافة الامان لقارب نقل البضائع باتجاه عرضه (م).
$B_{NV}$ : عدد قوارب نقل البضائع في كل طابور.
$B_{SL}$ : مسافة الامان لقارب نقل البضائع باتجاه طوله (م).
$P_{NH}$ : عدد طوابير قارب القطر.
$P_{SW}$ : مسافة الامان لقارب القطر باتجاه عرضه (م).
$P_{NV}$ : عدد قوارب القطر في كل طابور.
$P_{SL}$ : مسافة الامان لقارب القطر باتجاه طوله (م).
$P_D$ : مقدار الجزء الغاطس من قارب القطر (م).
$P_H$ : قدرة قارب القطر (قدرة حصانية).
$P_L$ : طول قارب القطر (م).
$P_{WD}$ : عرض قارب القطر (م).
$B_N$ : عدد قوارب نقل البضائع.
$P_N$ : عدد قوارب القطر.

**3-4: الخلاصة**

لما كان من الضروري وضع خطة متكاملة لتشغيل السدود متعددة الاغراض والمنشآت تحقق توفير المياه المطلوبة للري بالاوقات والتصاريف المطلوبة، ونتيجة لاخذ مشروع سدة الهندية الجديدة كحالة تطبيقية للنظام الخبير، فقد استُعرضت في الفصل الثالث منشآت مشروع سدة الهندية واساليب التشغيل الهيدروليكي لها. ويبين الشكل (3-24) المخطط الانسيابي للنظام الخبير.

# الفصل الرابع
# النظام الخبير

## 4-1: المقدمة

إن كفاءة إدارة المشاريع من العناصر الأساسية لنجاح أي مشروع. ونظراً لكون صعوبة عملية التشغيل تعتمد على تعقيد منشآت المشروع فقد ظهر عدد من المعضلات التي تواجه المشغل المسؤول عن إدارة المشروع المتعدد الأغراض والمنشآت والتي تحتاج إلى حل آني. ولتسهيل عملية التشغيل، ولجعل عملية اتخاذ القرار لحظية، فقد بني النظام الخبير الذي يتيح للمسؤول التشغيل الآمن والكفوء، من خلال إجراء محاورة مع النظام الخبير عن طريق واجهات الحوار. ونظراً لصعوبة تشغيل سدة الهندية فقد أُخذت كحالة تطبيقية للنظام الخبير.

سمي هذا النظام بـ (ESOMB. System) الذي يعني (The Expert System to Operate Multi Purposes Multi Structures Barrage)

أي نظام خبير لتشغيل سدة متعددة الأغراض متعددة المنشآت.

## 4-2: ميزات النظام الخبير

لقد تم اعتماد المبادئ التالية في إعداد النظام الخبير :

أ- بني النظام الخبير بالاعتماد على قواعد المعرفة المقتنات والمار ذكرها في الفصل الثالث.

ب- يمكن للنظام الخبير استيعاب الاستفسارات المراد رأي الخبراء فيها عبر واجهات الحوار.

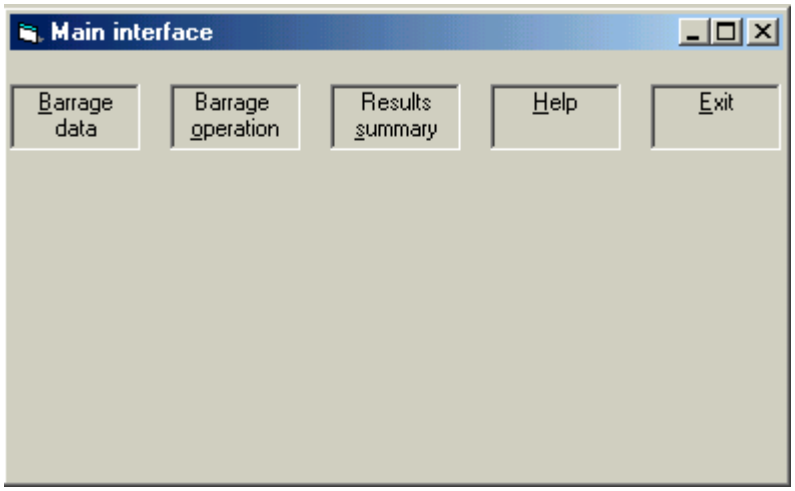
جـ- توجه آلية الاستنتاج تنبيهات للمشغل في حال وقوعه بالأخطاء التي قد يرتكبها أثناء التشغيل. كما تعطي التوضيحات لاتخاذ ما يمكن لتصحيح الأخطاء.

د- بعد إجراء جميع الحسابات والعمليات بدون أخطاء تظهر المعلومات المستفسر عنها في واجهات الحوار وحسب الأماكن المخصصة لها.

## 4-3: آلية النظام الخبير

عند بناء النظام الخبير أُخذ بالاعتبار كون عملية اكتساب المعرفة من وإلى النظام سهلة وغير مربكة للمشغل. وقد وضعت آلية عمل النظام الخبير (ESOMB System) لتعمل بشكل تلقائي وبدون صعوبات. فعند تشغيل النظام الخبير تظهر واجهة الحوار الرئيسة والمبينة في الشكل (4-1). ويلاحظ من الشكل (4-1) أن واجهة الحوار الرئيسة تحتوي على خمسة اختيارات تقوم بالمهمات المسندة إليها عند النقر. ويبين الجدول (4-1) مهام اختيارات واجهة الحوار الرئيسة.

شكل (4-1): واجهة الحوار الرئيسة



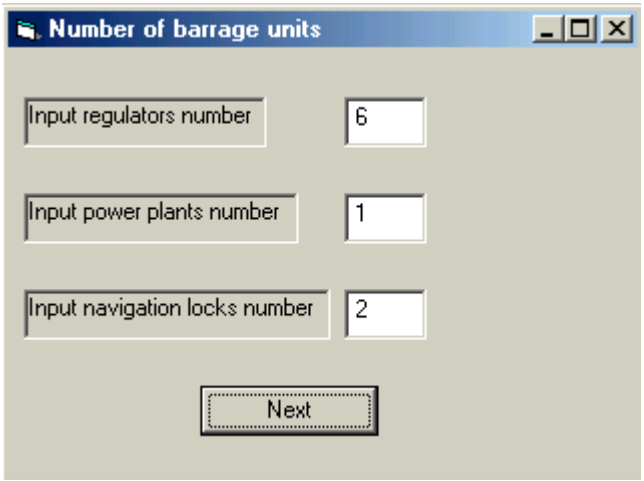
جدول (4-1)
مهام إختيارات الواجهة الرئيسة

| الاختيار | المهمة |
|---|---|
| Barrage data | يقوم بتهيئة النظام الخبير لتشغيل المشروع، حيث يقدم للمشغل واجهات حوار من خلالها يستطيع تحديد بيانات النظام الخبير الخاصة بمنشآت المشروع. |
| Barrage operation | يقوم هذا الاختيار باتخاذ قرارات التشغيل، مستنداً على قاعدة معرفة النظام الخبير واجابات المشغل على استفسارات النظام الخبير، ثم خزنها في السجل الخاص بقرارات التشغيل (Results). |
| Results summary | يستعرض السجل الخاص بقرارات التشغيل السابقة. |
| Help | يعرض معلومات النظام الخبير الخاصة بالمشروع ومنشآته ويساعد المشغل على فهم آلية تشغيل النظام الخبير. |
| Exit | يقوم هذا الاختيار بانهاء عملية تشغيل النظام الخبير ويعود بالمشغل إلى نظام تشغيل الحاسوب (Windows). |

فيما يلي تفصيل بآلية تشغيل اختيارات الواجهة الرئيسة:

### 4-3-1: بيانات السدة (Barrage data)

يقوم هذا الاختيار بتهيئة النظام الخبير لتغيير البيانات الخاصة بمنشآت المشروع، حيث أن لكل منشأ واجهة حوار خاصة ببياناته وعلى أساسها يتم تشغيل ذلك المنشأ. وعند الضغط على هذا الاختيار تظهر واجهة حوار ذات عنوان عدد منشآت السدة ( Number of barrage units ) والمبينة في الشكل (4-2) وتستخدم هذه الواجهة لادخال عدد الوحدات. وعند النقر على الاختيار (Next) الموجود في واجهةعدد منشآت السدة تظهر واجهة ذات عنوان اسماء منشآت السدة ( Names of barrage units) والمبينة في الشكل (4-3) وتستخدم هذه الواجهة لادخال اسماء منشآت السدة.

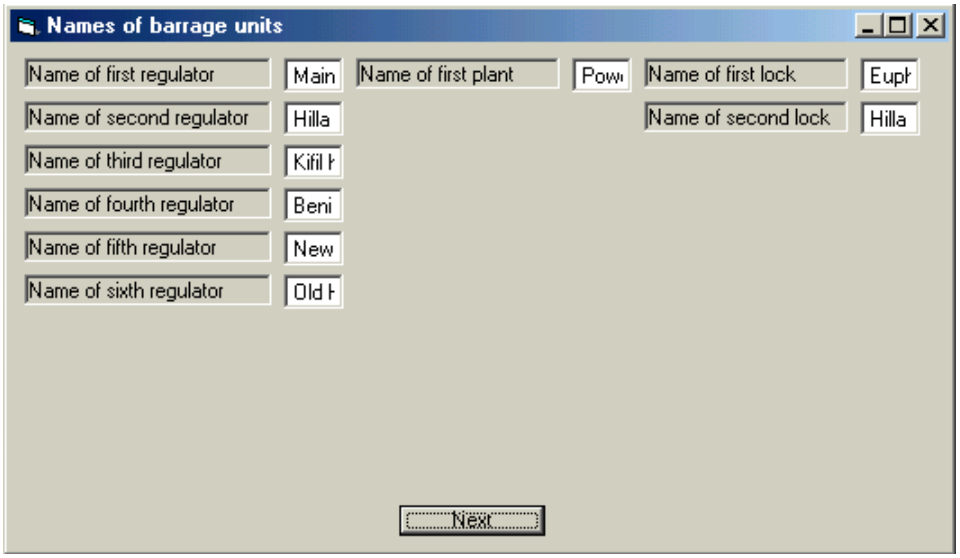


شكل (4-2): واجهة عدد منشآت السدة
شكل (4-3): واجهة اسماء منشآت السدة

وعند النقر على الاختيار الموجود في واجهة اسماء منشآت السدة تظهر واجهة حوار ذات عنوان (Barrage data) كما مبين في الشكل (4-4).

توجد في هذه الواجهة قائمة بأسماء المنشآت التي يمكن إحضار واجهات بياناتها وتغيير ما تحتويه من بيانات. وهذه المنشآت هي :

1- الناظم الرئيس.
2- ناظم صدر شط الحلة.
3- ناظم صدر الكفل.
4- ناظم صدر بني حسن.
5- ناظم صدر الحسينية الجديد.
6- ناظم صدر الحسينية القديم.




7- المحطة الكهرومائية.
8- هويس ملاحة الفرات.
9- هويس ملاحة شط الحلة.

يتم إحضار واجهة بيانات كل منشأ من خلال تأشير ذلك المنشأ ثم نقر اختيار(Next). ويمكن التعامل مع تلك الواجهات كما يلي :

### 4-1-3-1: بيانات الناظم الرئيس (Main barrage data)

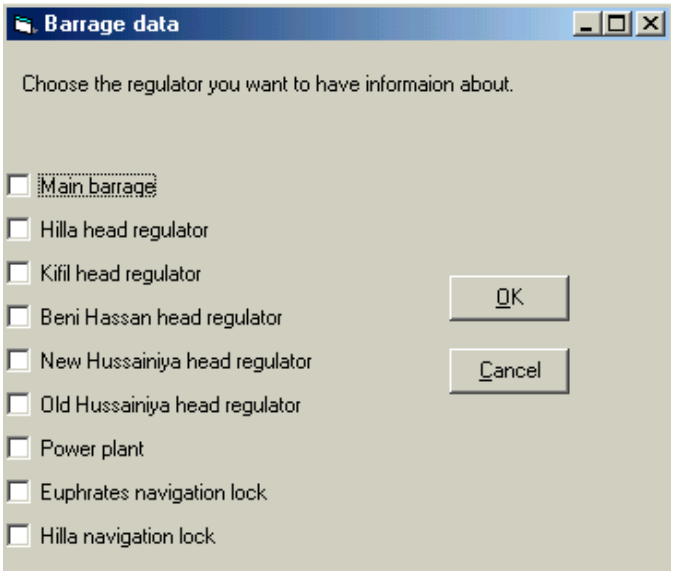
يمكن تغيير بيانات الناظم الرئيس من خلال الواجهة المبينة في الشكل(4-5) والتي تحتوي على قائمتين هما:

أ - Hydraulic design : تضم هذه القائمة ما يلي، وكما هو مبين في الشكل (4-6).

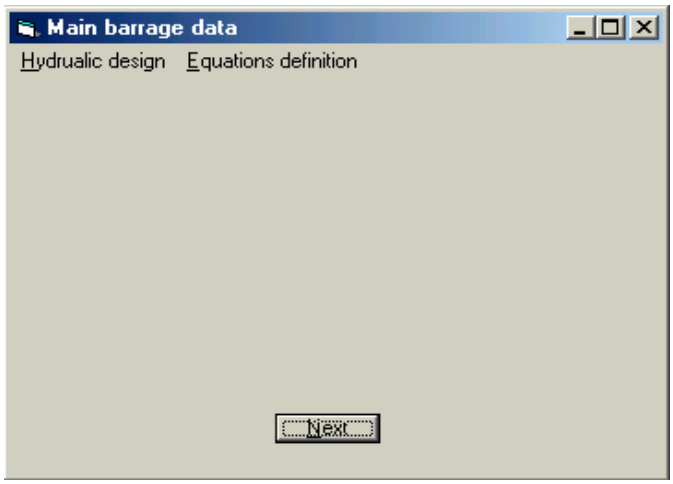
1-Hydraulic conditions: عند النقر عليه يظهر إطار بيان الصفات الهيدروليكية المبين في الشكل (4-7).

2- Gates : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان صفات بوابات الناظم والمبين في الشكل (4-8).

3- Upstream stop log : عند النقر عليه يظهر إطار بيان صفات الواح الغمر للمقدم والمبين في الشكل (4-9).

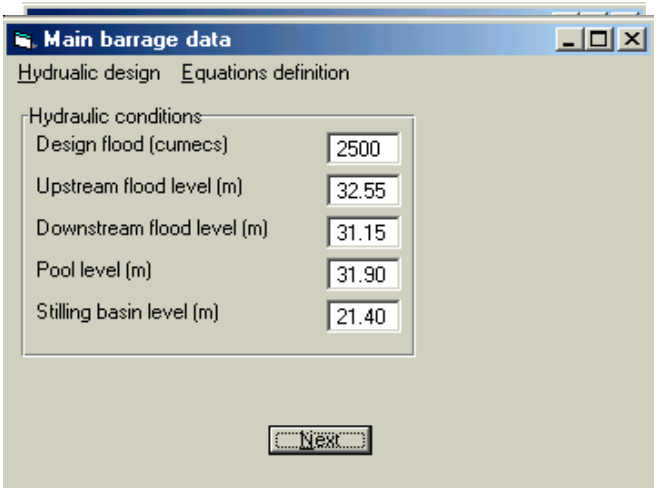



شكل (4-4): واجهة حوار البيانات الرئيسة



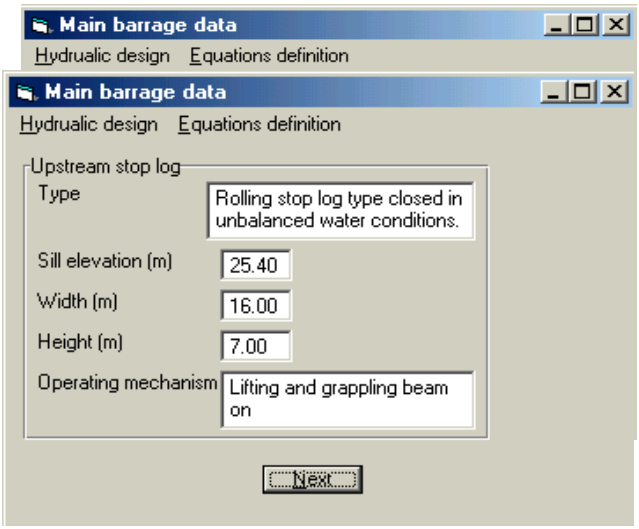

شكل (4-5): واجهة بيانات الناظم الرئيس

شكل (4-6): واجهة بيانات الناظم الرئيس/القائمة الأولى




شكل (4-7): إطار بيان الصفات الهيدروليكية للناظم الرئيس

شكل (4-8): إطار بيان صفات بوابات الناظم الرئيس




شكل (4-9): إطار بيان صفات الواح الغمر للمقدم للناظم الرئيس

4- Downstream stop log : عند النقر عليه يظهر إطار بيان صفات الواح الغمر للمؤخر والمبين في الشكل (4-10).

ب- Equations definition : تضم هذه القائمة ما يلي، وكما هو مبين في الشكل(4-11).

1- Discharge coefficient equation : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار تحديد معادلة معامل تصريف الناظم الرئيس، وكما هو مبين في الشكل (4-12). ويمكن تحديد تلك المعادلة بتأشير نوع المعادلة ثم ادخال المتغيرات في الأماكن المخصصة لها. ويمكن رؤية المتغيرات التي قد تكون غير ظاهرة بالكامل من خلال تحريك المؤشر عليها.

2- Downstream water level equation : عند النقر عليه يظهر إطار تحديد معادلة منسوب المؤخر للناظم الرئيس، والمبين في الشكل (4-13).

### 4-3-1-2: بيانات نواظم صدر الحلة، الكفل، بني حسن، الحسينية الجديد (Hilla, Kifil, Beni Hassan,New Hussainiya head regulators data)

يمكن التحاور مع واجهة بيانات كل منشأ من المنشآت التالية بصورة مشابهة لواجهة بيانات الناظم الرئيس. وهذه المنشآت هي :

1- ناظم صدر شط الحلة.
2- ناظم صدر جدول الكفل.
3- ناظم صدر بني حسن.
4- ناظم صدر الحسينية الجديد.

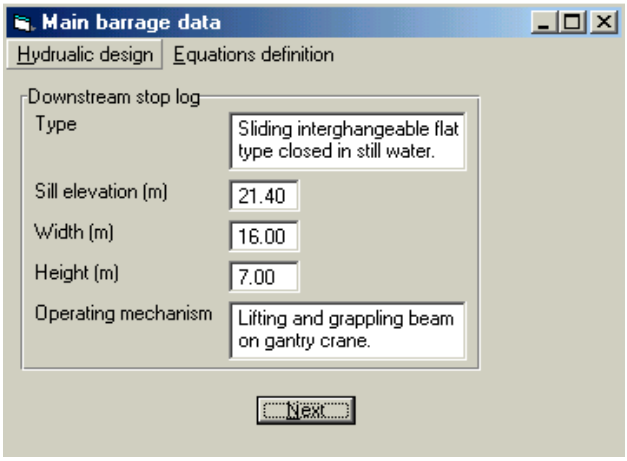
### 4-3-1-3: بيانات ناظم صدر الحسينية القديم (Old Hussainiya head regulator data)

يمكن الاستفسار عن بيانات ناظم صدر الحسينية القديم من خلال الواجهة المبينة في الشكل(4-14). وتحتوي تلك الواجهة على قائمة واحدة هي "Regulator data" وتضم هذه القائمة ما يلي، وكما مبين في الشكل (4-15).

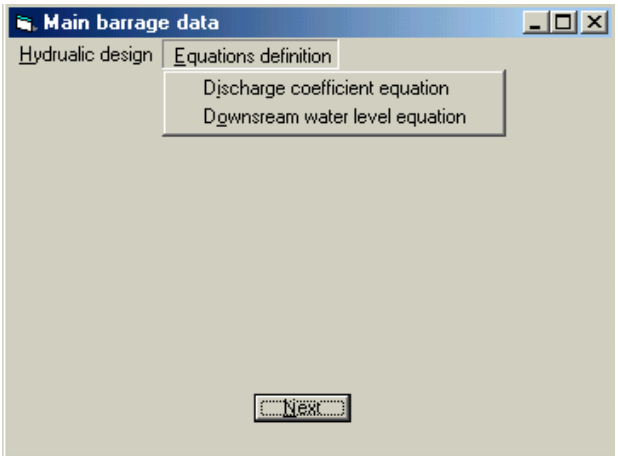
أ- Hydraulic design : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان التصميم الهيدروليكي للناظم والمبين في الشكل (4-16). ويمتاز ناظم صدر الحسينية القديم بأن له ثلاث بوابات، الوسطية ذات أبعاد (4م) ارتفاعاً و (3م) عرضاً أما الجانبيتان فأبعاد كل منهما هي (4م) ارتفاعاً و (1.5م) عرضاً.

ب- Discharge coefficient equation : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار لتحديد معادلة معامل التصريف كما مبين في الشكل (4-17).

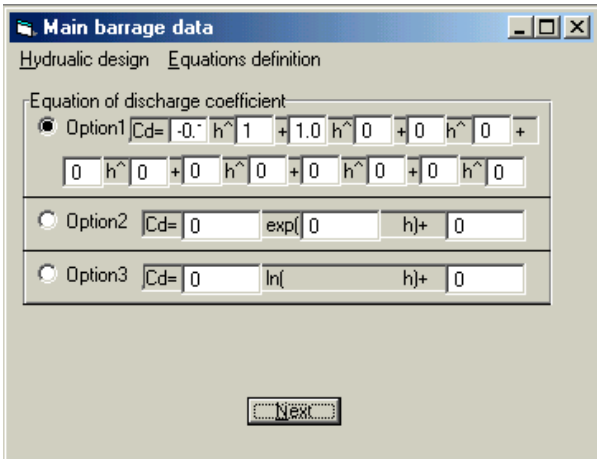
جـ- Downstream water level equation : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار لتحديد معادلة منسوب المؤخر لناظم صدر الحسينية القديم كما مبين في الشكل (4-18).



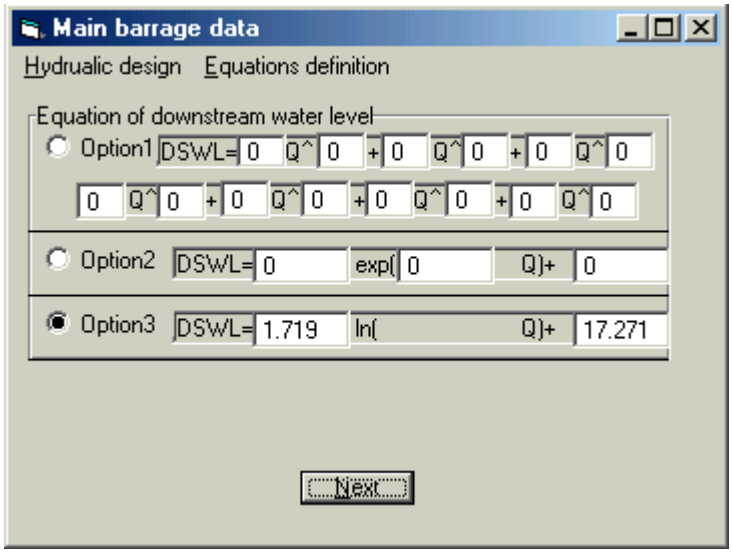

شكل (4-10): إطار بيان صفات الواح الغمر للمؤخر للناظم الرئيس




شكل (4-11): واجهة بيانات الناظم الرئيس/القائمة الثانية

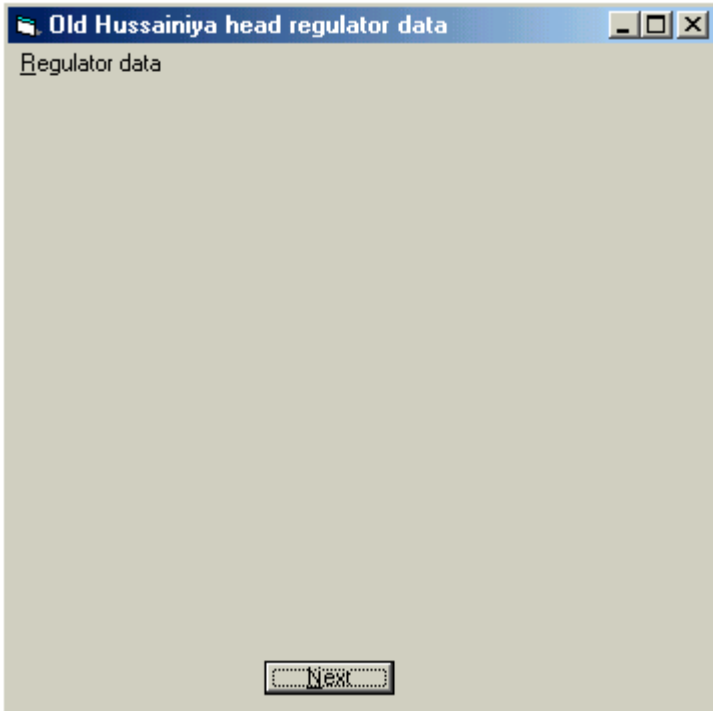


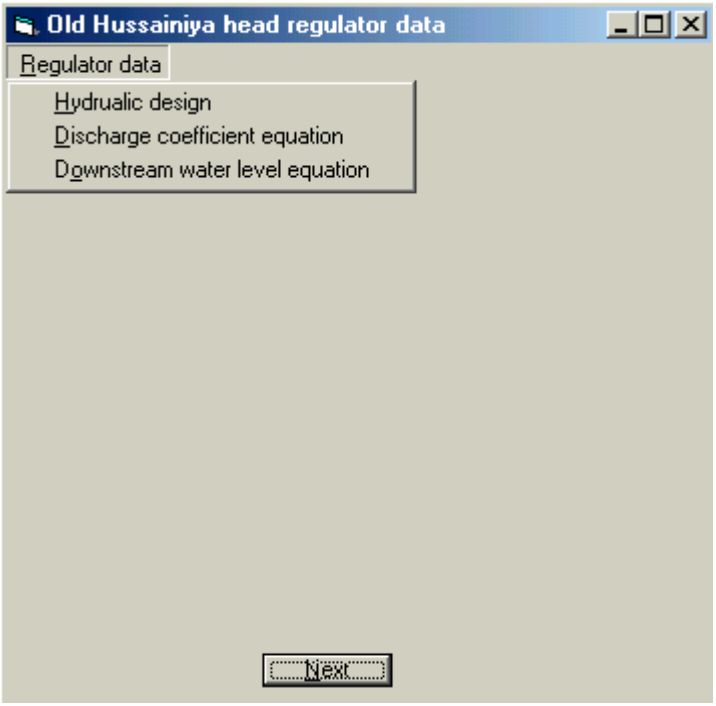

شكل (4-12): إطار تحديد معادلة معامل التصريف للناظم الرئيس




شكل (4-13): إطار تحديد معادلة منسوب المؤخر للناظم الرئيس

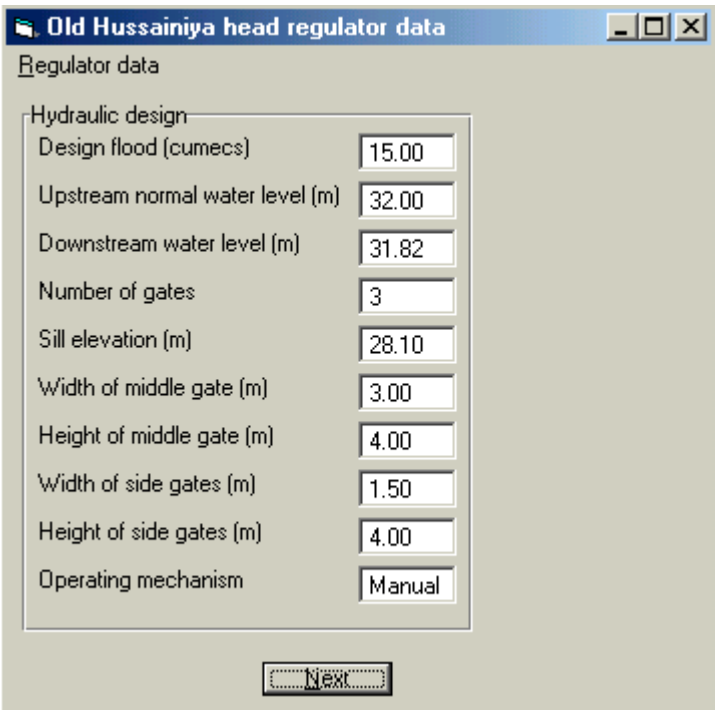
شكل (4-14): واجهة بيانات ناظم صدر الحسينية القديم



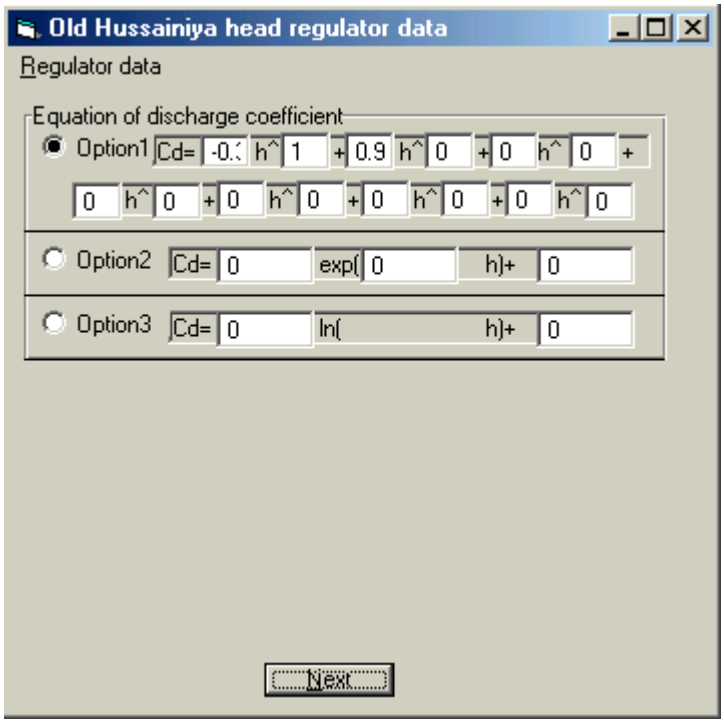



شكل (4-15): واجهة بيانات ناظم صدر الحسينية القديم / قائمة الاختيارات

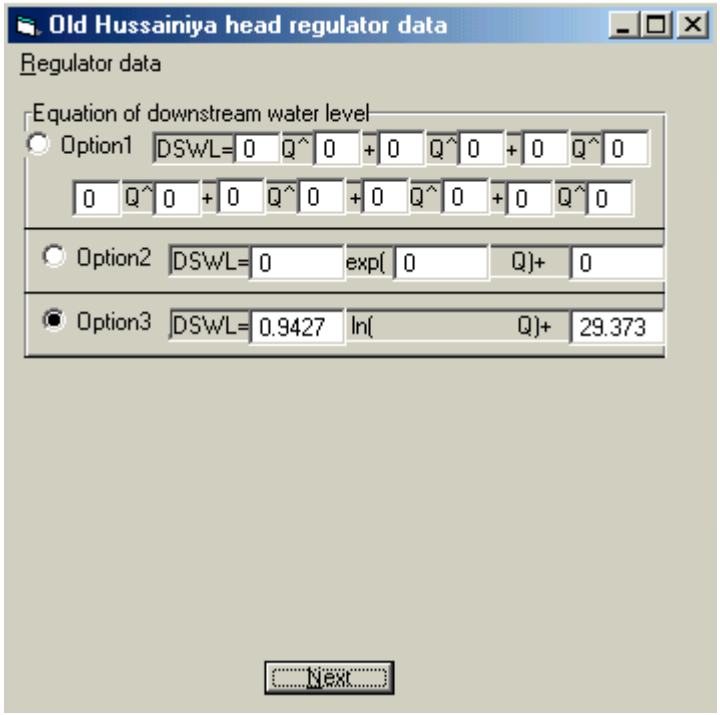
شكل (4-16): إطار بيان التصميم الهيدروليكي لناظم صدر الحسينية القديم



شكل (4-17): إطار تحديد معادلة معامل التصريف لناظم صدر الحسينية القديم




شكل (4-18): إطار تحديد معادلة منسوب المؤخر لناظم صدر الحسينية القديم



### 4-1-3-4 : بيانات محطة الطاقة (Power plant data)

يمكن الاستفسار عن بيانات المحطة الكهرومائية من خلال الواجهة المبينة في الشكل (4-19). وتحتوي هذه الواجهة على قائمتين هما :

أ - Data : تضم هذه القائمة ما يلي، وكما هو مبين في الشكل (4-20).

1- General data : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار تحديد البيانات العامة للمحطة الكهرومائية، وكما مبين في الشكل (4-21).

2- Rated data : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار تحديد البيانات المقدّرة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية، وكما مبين في الشكل (4-22).

3- Guaranteed data : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار تحديد البيانات المضمونة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية، كما مبين في الشكل (4-23).

ب- Equations definition : تضم هذه القائمة ما يلي، وكما هو مبين في الشكل (4-24).

1- Equation of maximum discharge corresponding to the available net head : عند النقر على هذا الاختيار يظهر الإطار المبين في الشكل (4-25)، والذي يمكن من خلاله تحديد معادلة التصريف الأكبر المقابل لشحنة الماء الصافية المتوفرة.

2- Equation of minimum discharge corresponding to the available net head : عند النقر على هذا الاختيار يظهر الإطار المبين في الشكل (4-26)، والذي يمكن من خلاله تحديد معادلة التصريف الأصغر المقابل لشحنة الماء الصافية المتوفرة.

3- Head loss : عند النقر على هذا الاختيار يظهر الإطار المبين في الشكل (4-27). ويمكن من خلال هذا الاطار تحديد معادلة خسائر الشحنة الحاصلة عند وحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية.

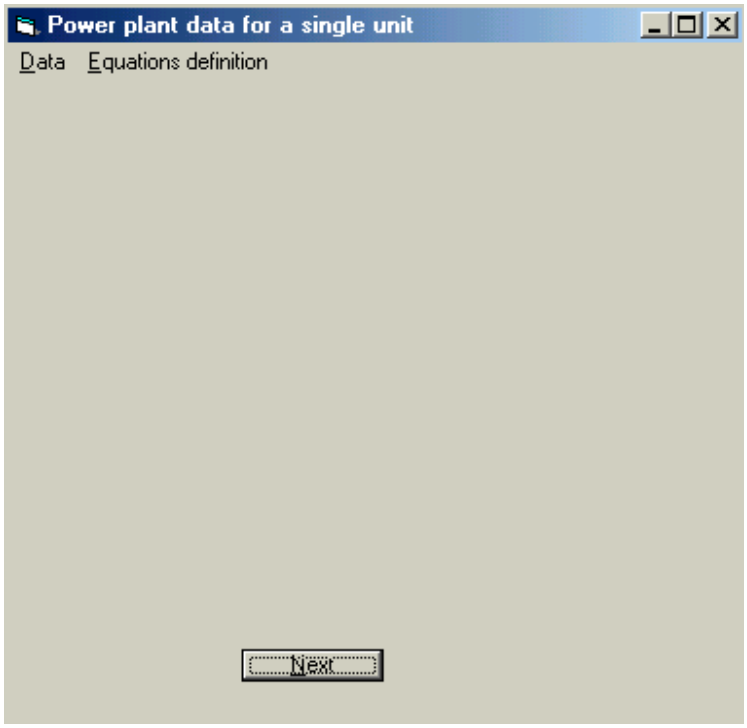
### 4-1-3-5 : بيانات هويس ملاحة الفرات Euphrates navigation lock (data)

يمكن الاستفسار عن بيانات هويس ملاحة الفرات وتحديدها عن طريق واجهة الحوار المبينة في الشكل (4-26). وتحتوي هذه الواجهة على ثلاث قوائم، كما مبين في الشكل (4-28) .

أ – Lock data : تضم هذه القائمة ما يلي، وكما مبين في الشكل (4-29).

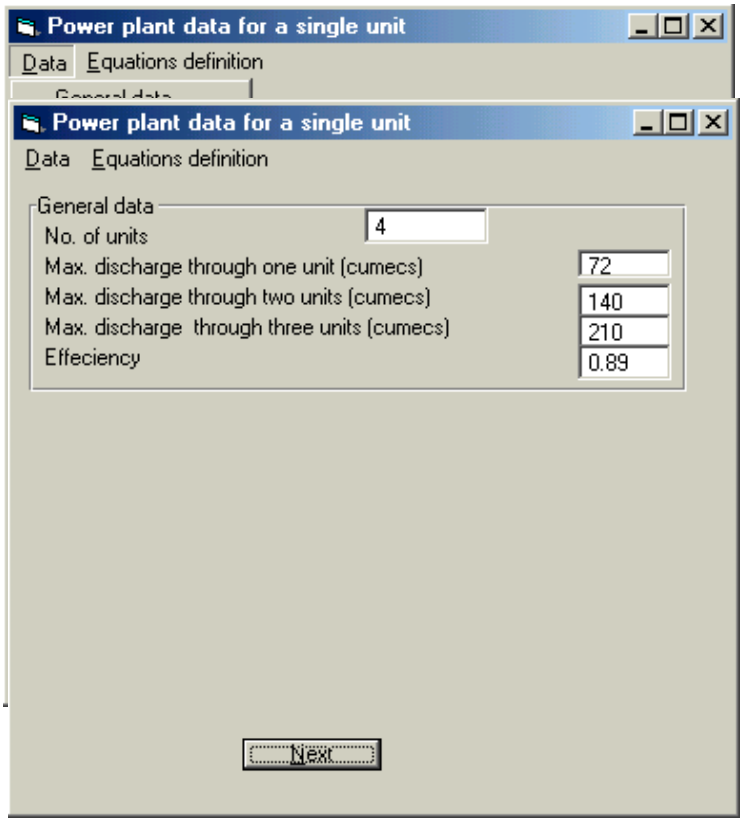
1 - Lock dimensions: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار تحديد أبعاد هويس الملاحة كما مبين في الشكل (4-30).

2- Upstream lock gate: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان صفات بوابة الهويس العلوية كما مبين في الشكل (4-31).

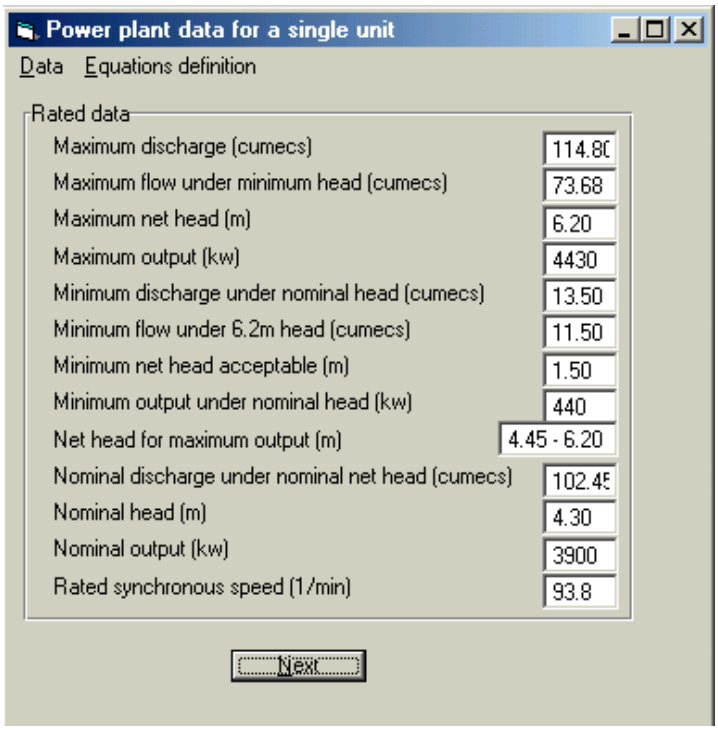


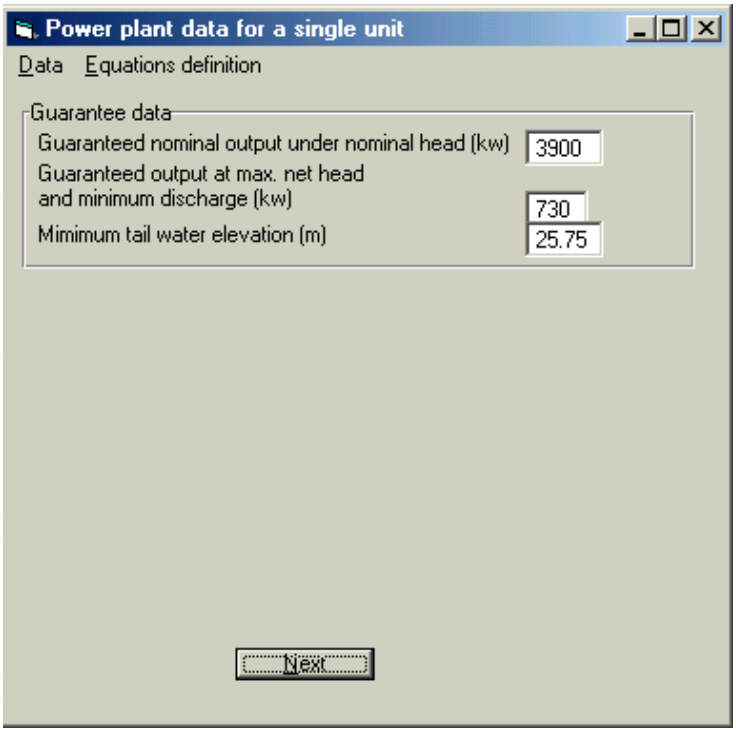

شكل (4-19): واجهة بيانات المحطة الكهرومائية

شكل (4-20): واجهة بيانات المحطة الكهرومائية / القائمة الأولى



شكل (4-21): إطار تحديد البيانات العامة للمحطة الكهرومائية

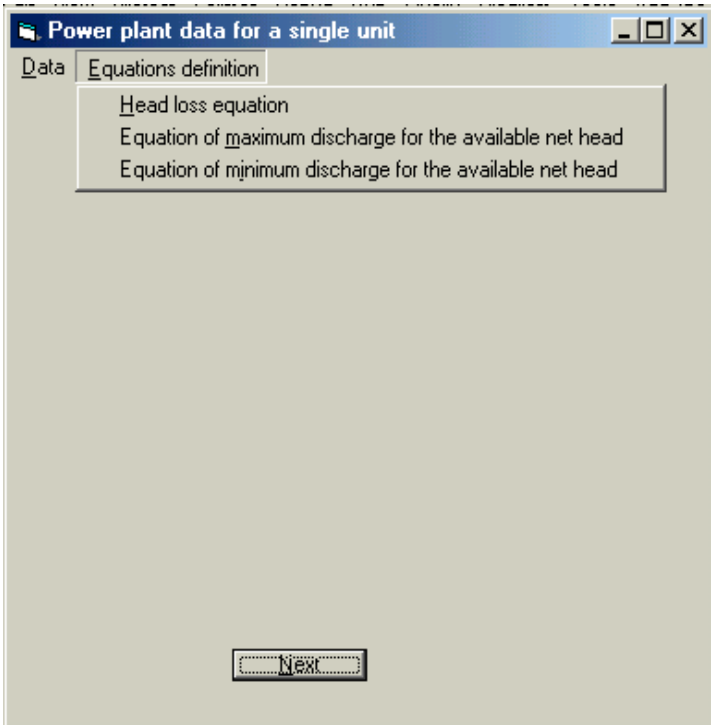


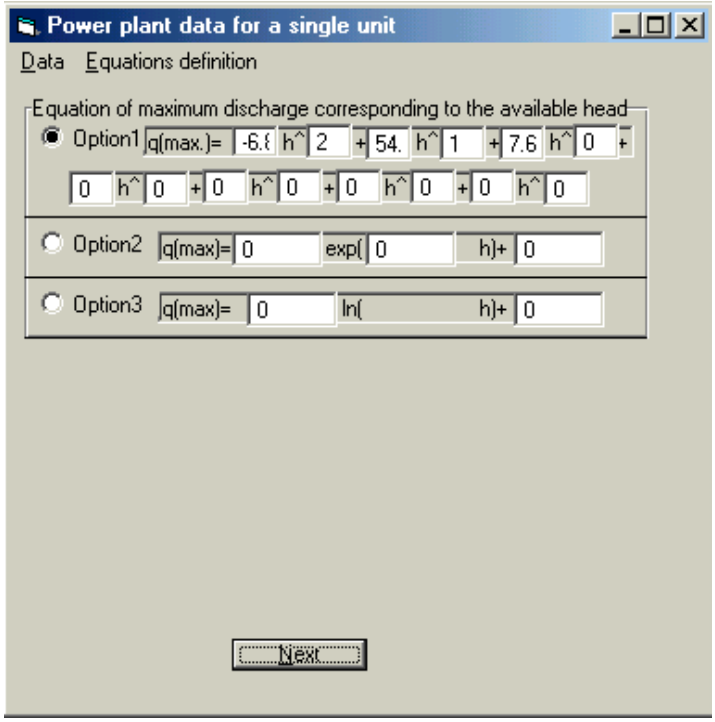

شكل (4-22): اطار تحديد البيانات المقدرة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية

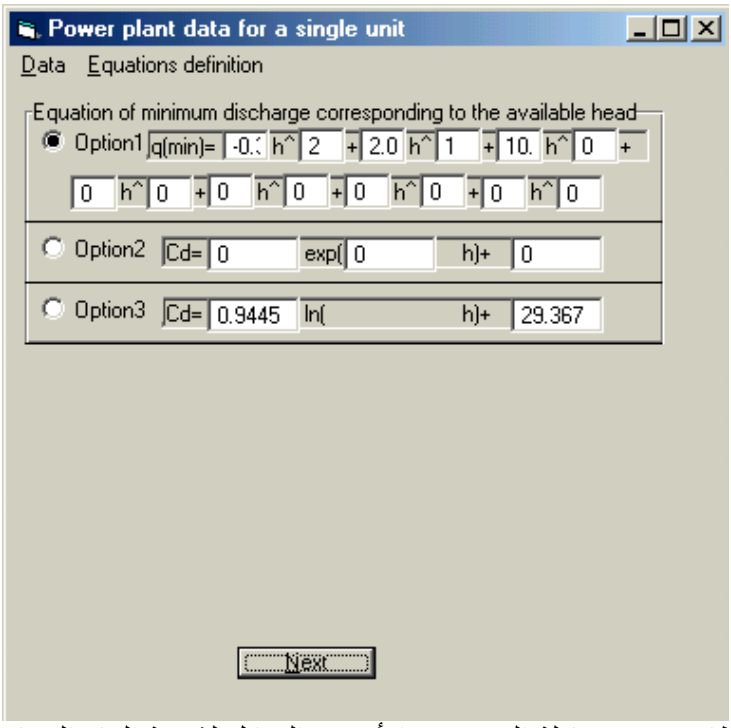
شكل (4-23): اطار تحديد البيانات المضمونة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية

شكل (4-24): واجهة بيانات المحطة الكهرومائية / القائمة الثانية



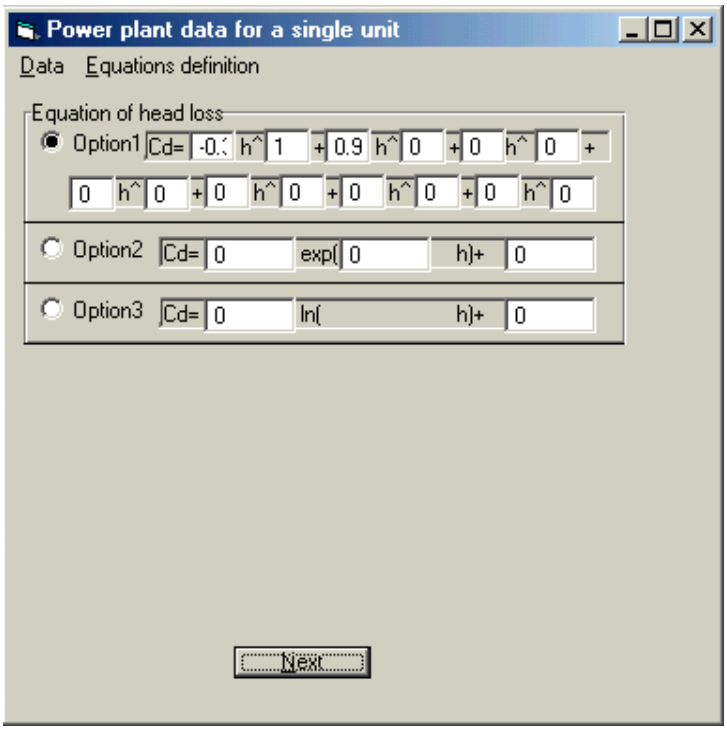

شكل (4-25): إطار تحديد معادلة التصريف الأكبر المقابل لشحنة الماء الصافية المتوفرة

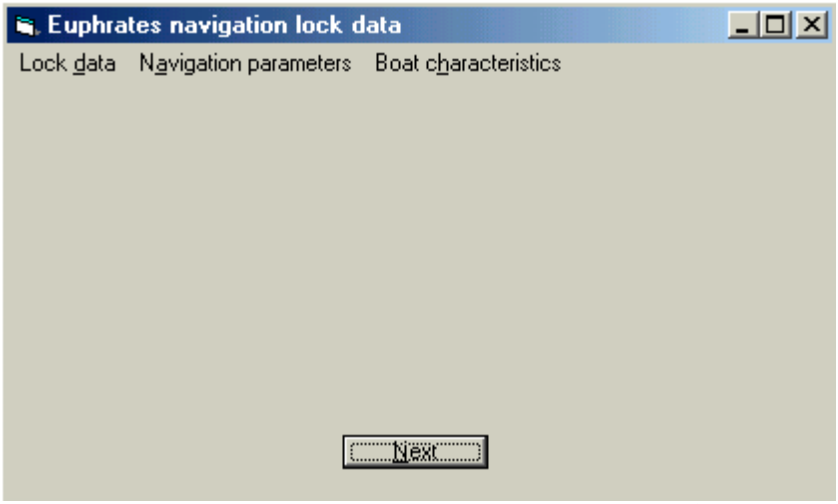




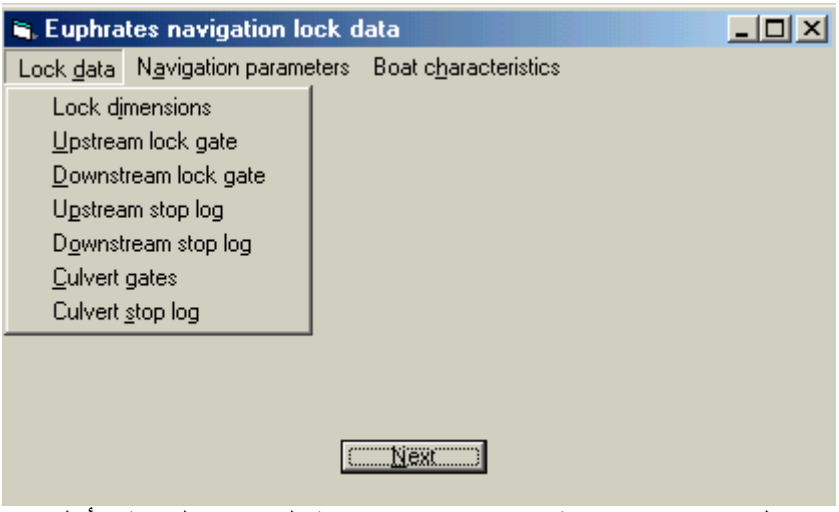

شكل (4-26): إطار تحديد معادلة التصريف الأصغر المقابل لشحنة الماء الصافية المتوفرة

شكل (4-27): إطار تحديد معادلة خسائر الشحنة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية

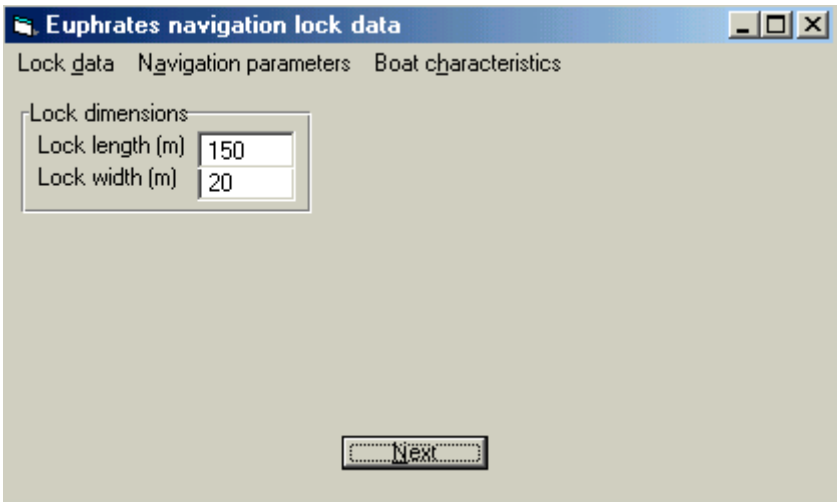




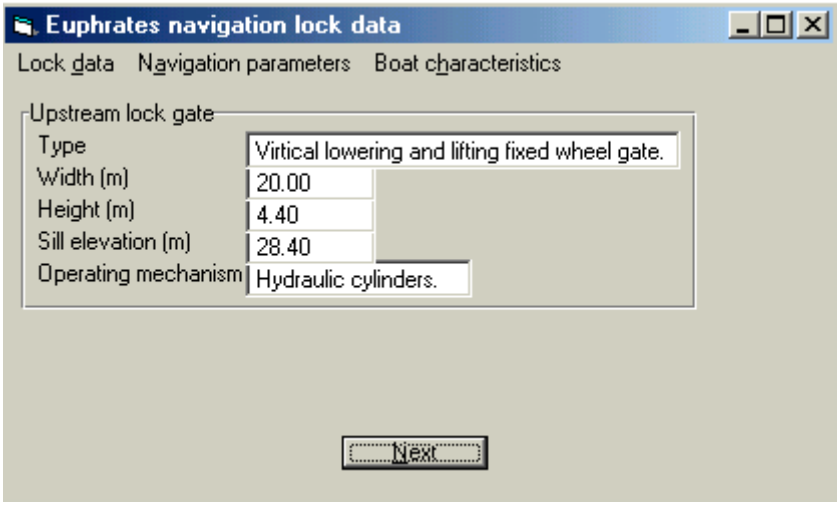

شكل (4-28): واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات




شكل (4-29): واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات / القائمة الأولى



شكل (4-30): إطار بيان أبعاد هويس ملاحة الفرات
شكل (4-31): إطار بيان صفات بوابة الهويس العلوية



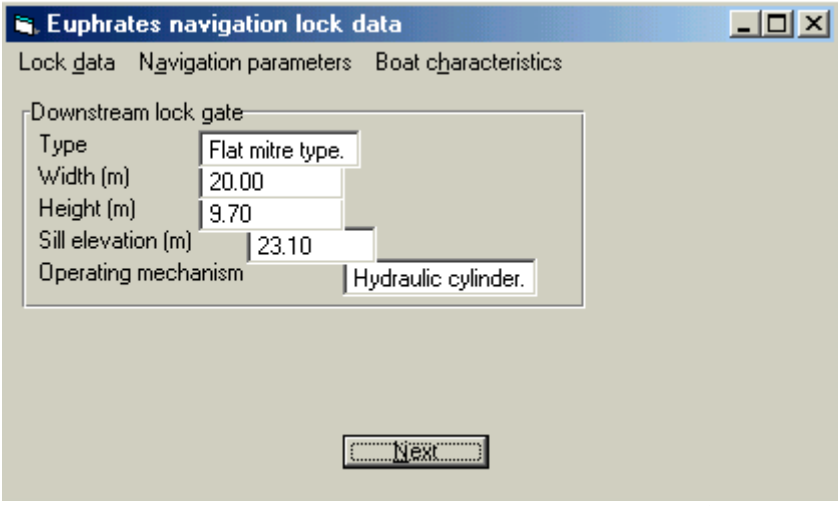
3- Downstream lock gate: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان صفات بوابة الهويس السفلية، كما هو مبين في الشكل (4-32).
4- Upstream stop log: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان صفات ألواح الغمر للمقدم، كما هو مبين في الشكل (4-33).
5- Downstream stop log: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان صفات ألواح الغمر للمؤخر، كما هو مبين في الشكل (4-34).
6- Culvert gates: بالنقر عليه يظهر إطار بيان صفات البرابخ المستخدمة لملء الهويس أو تفريغه، كما هو مبين في الشكل (4-35).
7- Culvert stop log : عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان صفات الواح الغمر لمنظومة البرابخ، كما هو مبين في الشكل (4-36).

ب- Navigation parameters: تضم هذه القائمة ما يلي، وكما مبين في الشكل(4-37).
1-Navigation conditions: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار بيان شروط الملاحة الواجب توفرها لتشغيل الهويس، كما هو مبين في الشكل (4-38).
2- Locking cycle: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار يوضح زمن دورة ملاحية واحدة، كما هو مبين الشكل (4-39).

جـ- Boat characteristics: يستفاد من هذه القائمة لمعرفة صفات القارب الذي يمكنه المرور خلال الهويس. وتضم هذه القائمة ما يلي، وكما هو مبين في الشكل (4-40).
1- Barge : عند النقر على هذا الاختيار يظهر الإطار المبين في الشكل (4-41)، والذي يوضح صفات قارب نقل البضائع الذي يمكنه المرور خلال الهويس.
2- Push -tug: عند النقر على هذا الاختيار يظهر إطار يوضح صفات قارب القطر الذي يمكنه المرور خلال الهويس، كما هو مبين في الشكل (4-42).

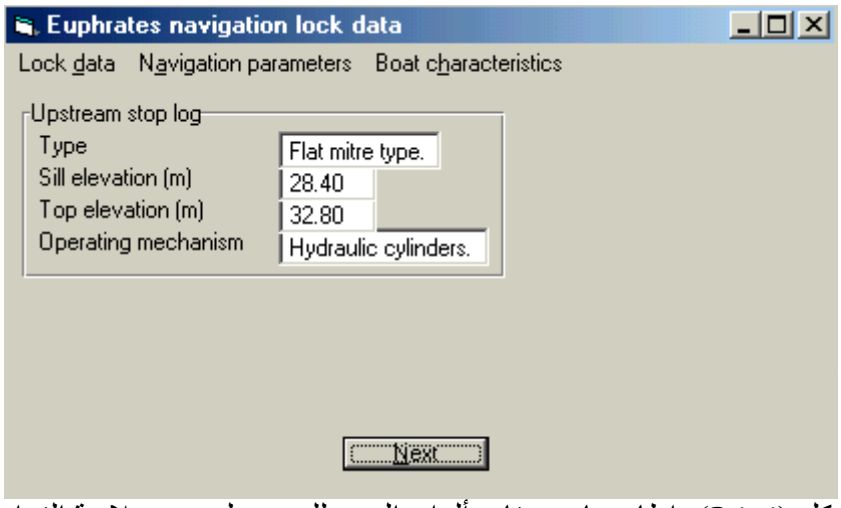
### 4-3-1-6: بيانات هويس ملاحة الحلة (Hilla navigation lock data)

يمكن الاستفسار عن بيانات هويس ملاحة شط الحلة من خلال الواجهة المبينة في الشكل(4-43)، والتي تشابه واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات فيما عدا إن القائمة الأولى لواجهة بيانات هويس شط الحلة لا تحتوي على الاختيارين ( Culvert) أو( Culvert stop Log ) وذلك لأن هويس شط الحلة يملأ ويفرغ بواسطة رفع بوابتي الهويس العلوية والسفلية بخلاف هويس ملاحة الفرات الذي يمتلك منظومة برابخ لغرض ملئه وتفريغه بسبب كبر حجمه.

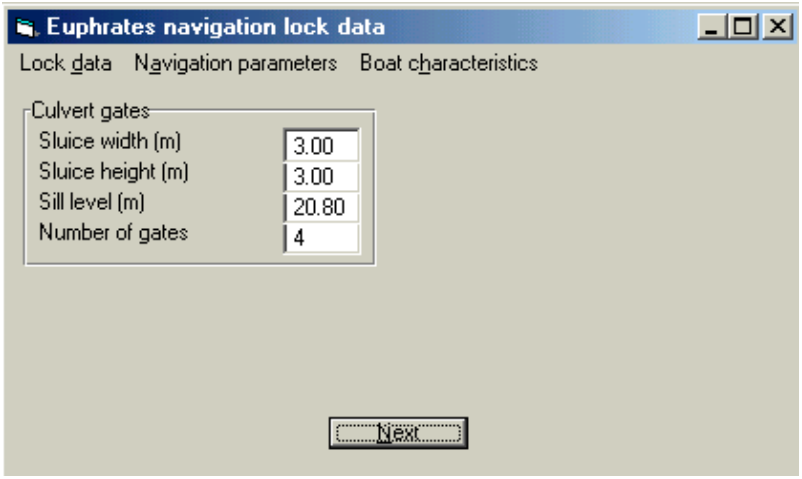



شكل (4-32): إطار بيان صفات بوابة الهويس السفلية

شكل (4-33): إطار بيان صفات ألواح الغمر للمقدم لهويس ملاحة الفرات

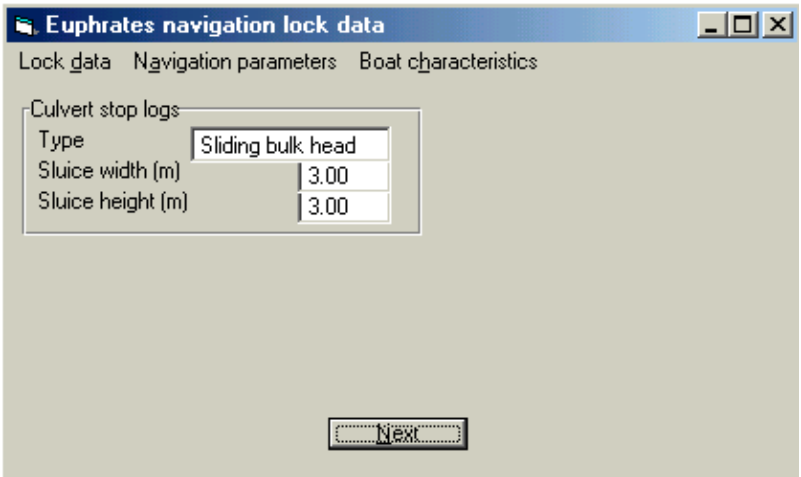


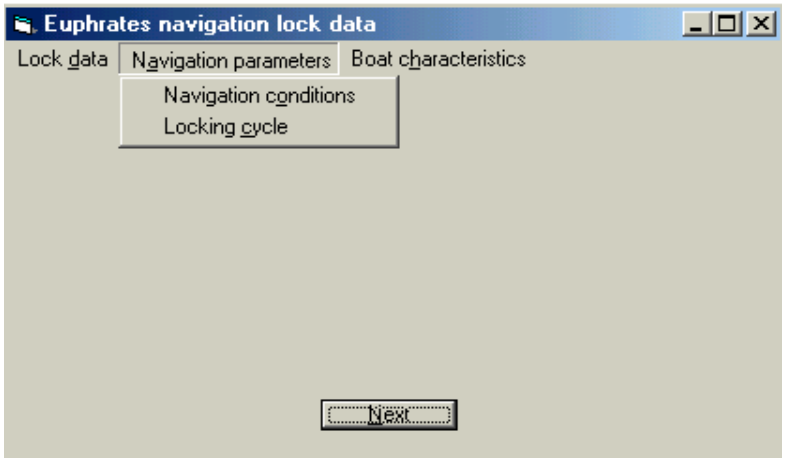

شكل (4-34): إطار بيان صفات ألواح الغمر للمؤخر لهويس ملاحة الفرات

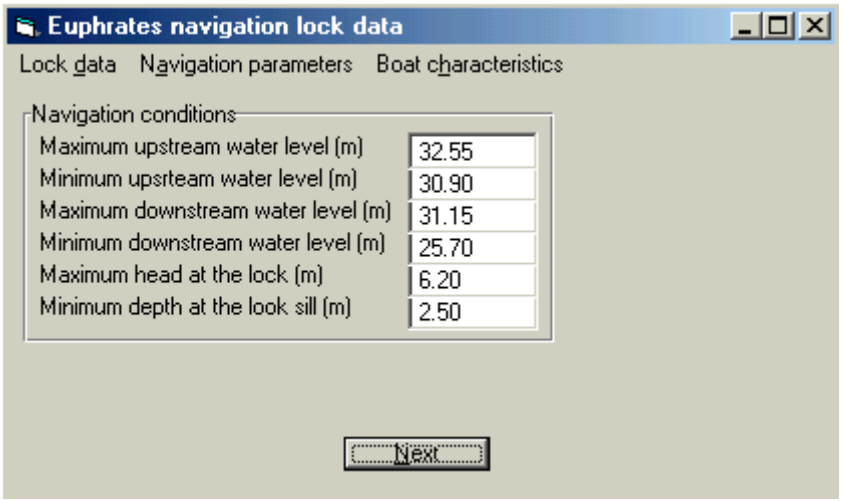



شكل (4-35): إطار بيان صفات منظومة البرابخ لهويس ملاحة الفرات

شكل (4-36): إطار بيان صفات ألواح الغمر لمنظومة البرابخ لهويس ملاحة الفرات



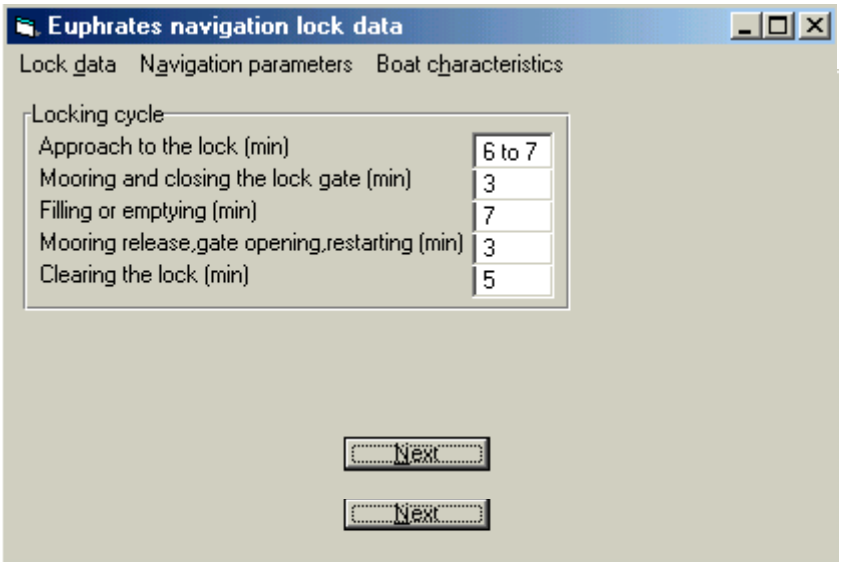


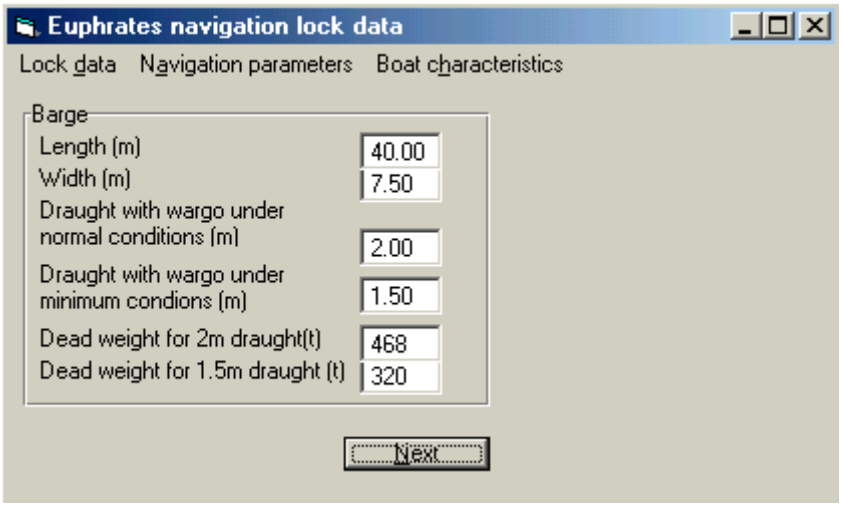

شكل (4-37): واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات / القائمة الثانية

شكل (4-38): إطار بيان شروط الملاحة لهويس الفرات

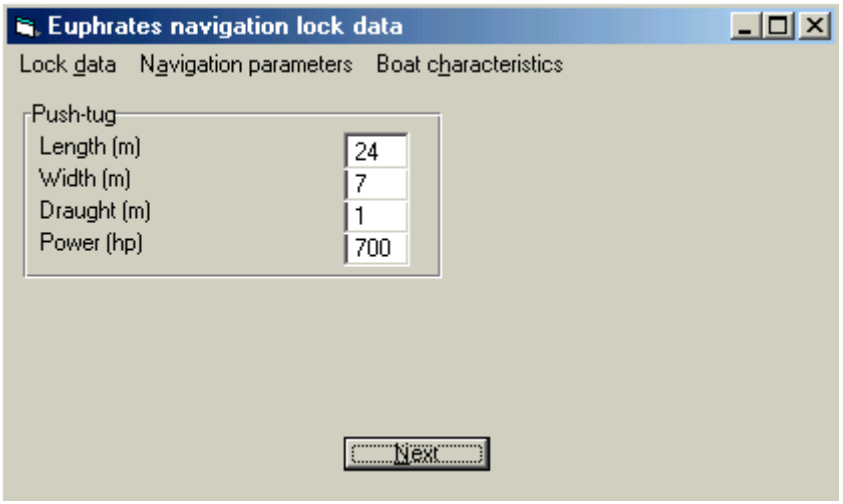
شكل (4-39): زمن الدورة الملاحية لهويس ملاحة الفرات



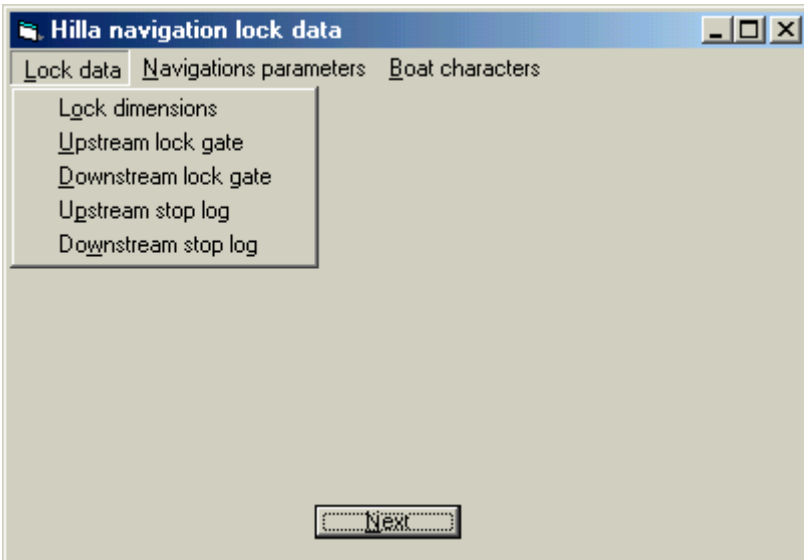
شكل (4-40): واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات / القائمة الثالثة




شكل (4-41): إطار بيان صفات قارب نقل البضائع المار عبر هويس ملاحة الفرات




شكل (4-42): إطار بيان صفات قارب القطر المار عبر هويس ملاحة الفرات




شكل (4-43): واجهة بيانات هويس ملاحة شط الحلة / القائمة الأولى

### 4-3-2: تشغيل السدة (Barrage operation)

عند الرغبة بتشغيل منشآت مشروع سدة الهندية تشغيلاً آمناً وكفوءً وباستخدام قواعد المعرفة الخاصة بكل منشأ يتم النقر على اختيار (Barrage operation) الموجود في الواجهة الرئيسة للنظام الخبير. وعند النقر على هذا الاختيار تظهر واجهة الحوار المبينة في الشكل (4-44). وتظهر في هذه الواجهة قائمة بأسماء منشآت المشروع التي يمكن احضار واجهات تشغيلها وذلك عن طريق تأشير اسم ذلك المنشأ ثم نقر اختيار (Next)، ماعدا المحطة الكهرومائية حيث أن تشغيلها يتم أما عن طريق تأشيرها مباشرة أو تأشير الناظم الرئيس، لأن التشغيل الأمثل يتطلب استغلال الماء المراد امراره إلى مؤخر الناظم الرئيس لتوليد الطاقة الكهربائية. وفيما يلي تفصيل بكيفية التعامل مع واجهات حوار تشغيل مشروع سدة الهندية:

#### 4-3-2-1: تشغيل محطة الطاقة (Power plant operation)

يتم تشغيل المحطة الكهرومائية لمشروع سدة الهندية باستخدام واجهة الحوار المبينة في الشكل (4-45). وفيما يلي خطوات تشغيل هذه الواجهة:

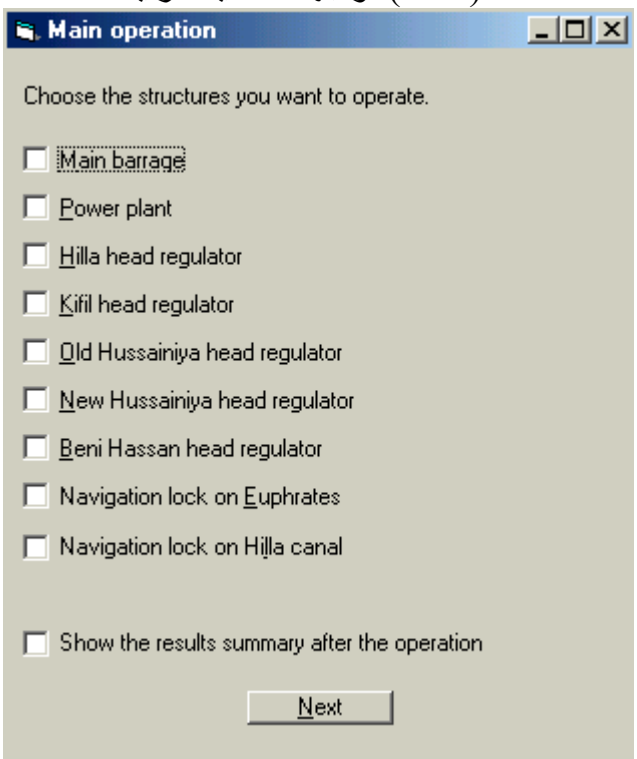
أ - تستفسر واجهة الحوار عن مقدار التصريف المرغوب بامراره إلى مؤخر الناظم الرئيس، ويتم ادخاله في الخانة المخصصة له.

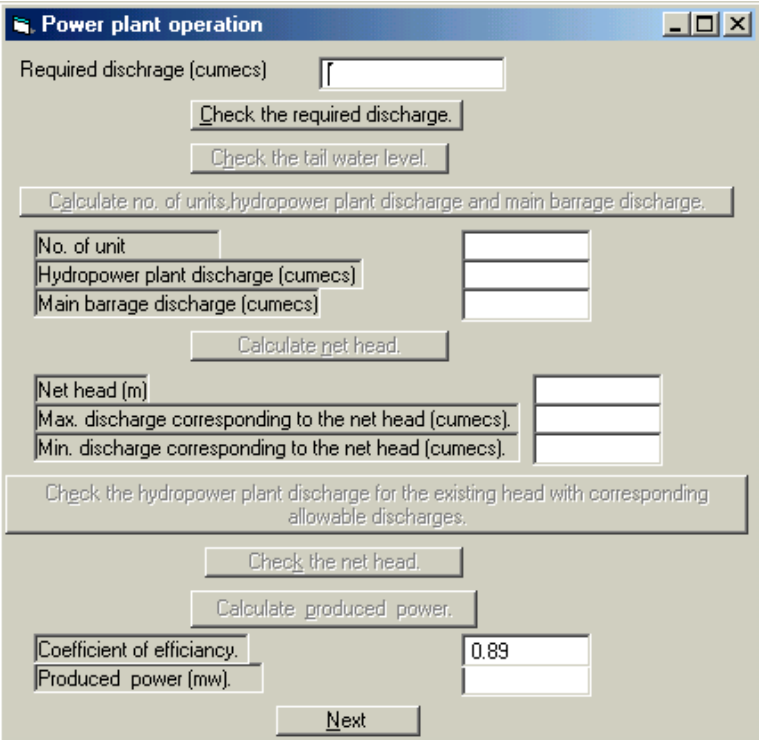
ب-النقر على اختيار (Check the required discharge) . حيث يقوم هذا الاختيار بمقارنة التصريف المطلوب مع الحد الأعلى له. فعند تجاوز هذا الحد تظهر رسالة التنبيه المبينة في الشكل (4-46). وفي حالة كون التصريف المطلوب أقل من الحد الأدنى للتصريف المسموح بامراره عبر المحطة الكهرومائية تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-47). وعند تجاوز الشرطين السابقين تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-48).

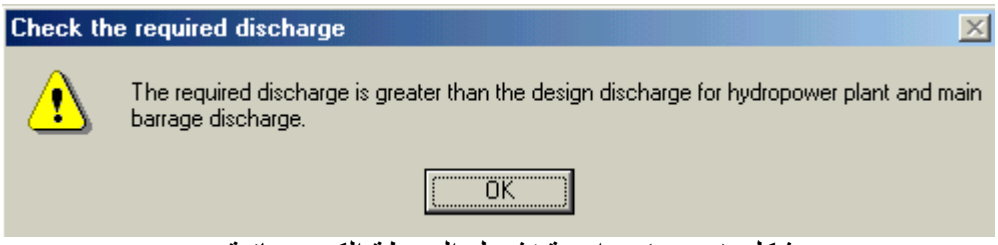
جـ- النقر على اختيار (Check the tail water level) . يقوم هذا الاختيار بمقارنة منسوب الماء مؤخر المحطة الكهرومائية مع الحد الأدنى لذلك المنسوب. فإذا كان المنسوب أدنى من المسموح به تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-49). وإن كان المنسوب أعلى من الحد الأدنى تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-50) .

د - النقر على اختيار ( Calculation no. of units, hydropower plant discharge and main barrage discharge ). يقوم هذا الاختيار بحساب عدد وحدات المحطة الكهرومائية الواجب تشغيلها وفقاً للتصاميم والمخططات، وحساب تصريف كل من المحطة الكهرومائية والناظم الرئيس (إذا كانت المحطة غير كافية لامرار التصريف المطلوب).

شكل (4-44): واجهة التشغيل الرئيسة

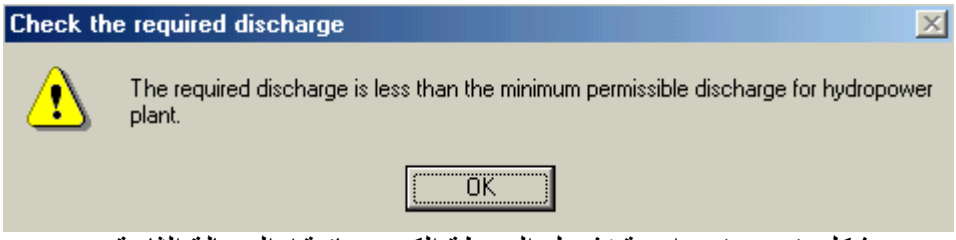




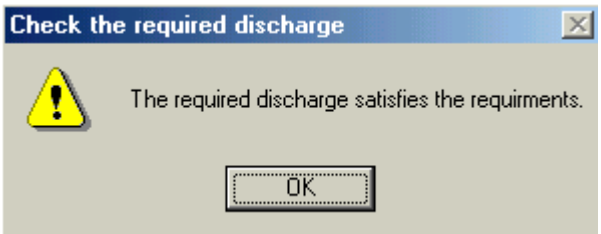

شكل (4-45): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية

شكل (4-46): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الأولى

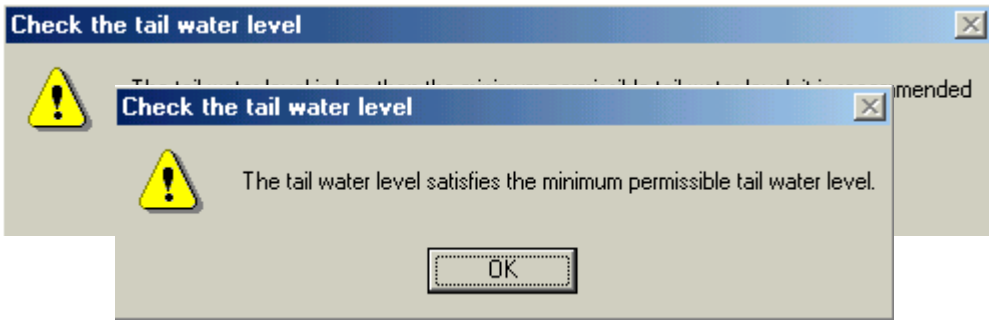



شكل (4-47): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الثانية

شكل (4-48): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الثالثة



شكل (4-49): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية /الرسالة الرابعة




شكل (4-50): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الخامسة

هـ- النقر على اختيار (Calculate net head). يقوم هذا الاختيار بحساب الشحنة الصافية عند المحطة الكهرومائية وحساب كل من التصريف الأصغر والتصريف الأكبر المناظر للشحنة الصافية المتولدة.

و- النقر على اختيار ( Check the hydropower plant discharge for existing net head with corresponding allowable discharges). يقوم هذا الاختيار بمقارنة تصريف المحطة الكهرومائية مع التصريف الأصغر والتصريف الأكبر المناظرين لشحنة الماء الصافية. ففي حالة كون التصريف المار محصوراً ضمن هذين الحدين تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-51). وعندما يكون التصريف اكبر من هذا النطاق تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-52)، وان كان اصغر من هذا النطاق تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-53) وكل من هاتين الرسالتين تحتوي على اختيار (OK) وبالنقر عليه يجعل تصريف الماء ضمن الحدود المقبولة.

ز- النقر على اختيار (Check the net head). يقوم هذا الاختيار بمقارنة الشحنة الصافية مع الحد الأدنى والحد الأعلى للشحنة فعندما تكون الشحنة المتولدة ضمن هذين الحدين تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-54). وإذا كانت الشحنة الصافية اكبر من الحدود المسموحة تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-55). واذا كانت الشحنة الصافية اصغر من الحدود المسموحة تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-56).

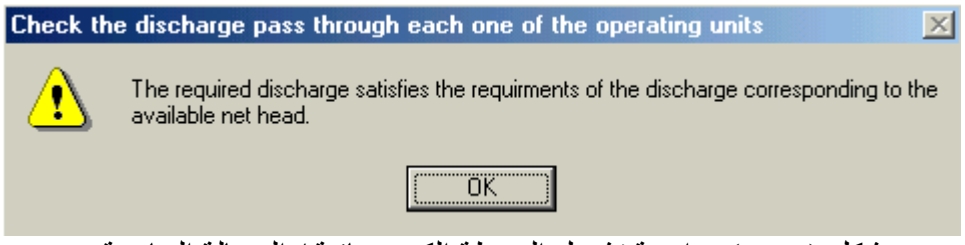
حـ- النقر على اختيار (Calculate produced power) . يقوم هذا الاختيار بحساب القدرة الكهربائية المتولدة من المحطة الكهرومائية وفتح واجهة تشغيل الناظم الرئيس إن كان تصريف الناظم الرئيس لا يساوي صفراً، وإن كان يساوي صفراً فيتجاوز واجهة تشغيل الناظم الرئيس إلى الواجهة التالية في تنفيذ البرنامج.

ط - النقر على اختيار (Next) لاظهار الواجهة التالية في تنفيذ البرنامج.

### 4-2-3-2: تشغيل الناظم الرئيس (Main barrage operation)

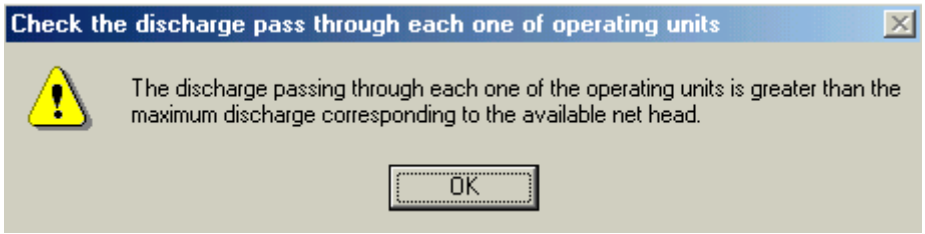
إذا كان التصريف المطلوب امراره مؤخر الناظم الرئيس والمحطة الكهرومائية أكبر من التصريف التصميمي للمحطة الكهرومائية، أو كانت الظروف الواجب تحققها لتشغيل المحطة الكهرومائية غير متوفرة، فأن واجهة تشغيل الناظم الرئيس والمبينة في الشكل (4-57) سوف تظهر. وفيما يلي خطوات تشغيل هذه الواجهة :

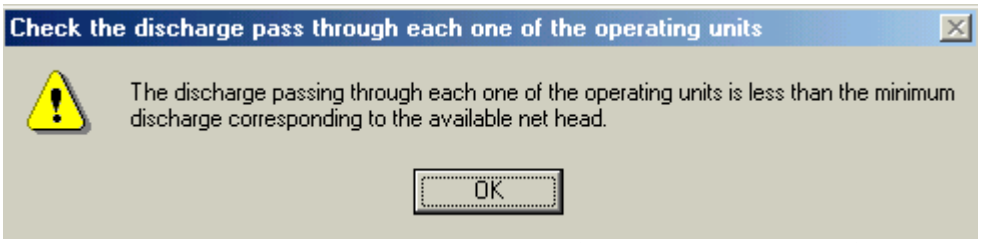
أ- تستدعي هذه الواجهة التصريف المطلوب امراره عبر الناظم الرئيس تلقائياً من واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية.



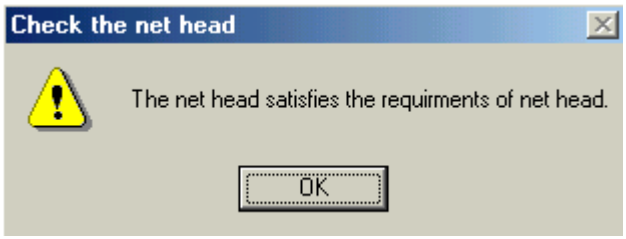

شكل (4-51): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة السادسة

شكل (4-52): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة السابعة

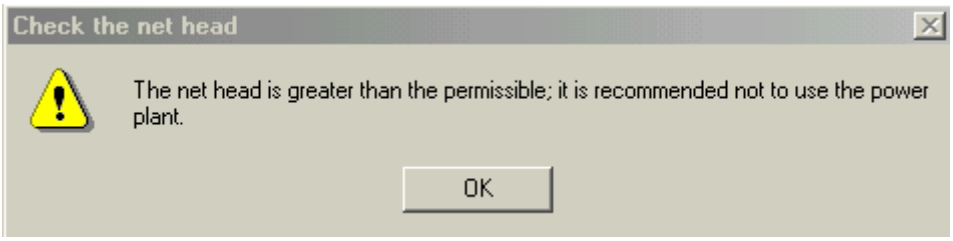





شكل (4-53): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الثامنة



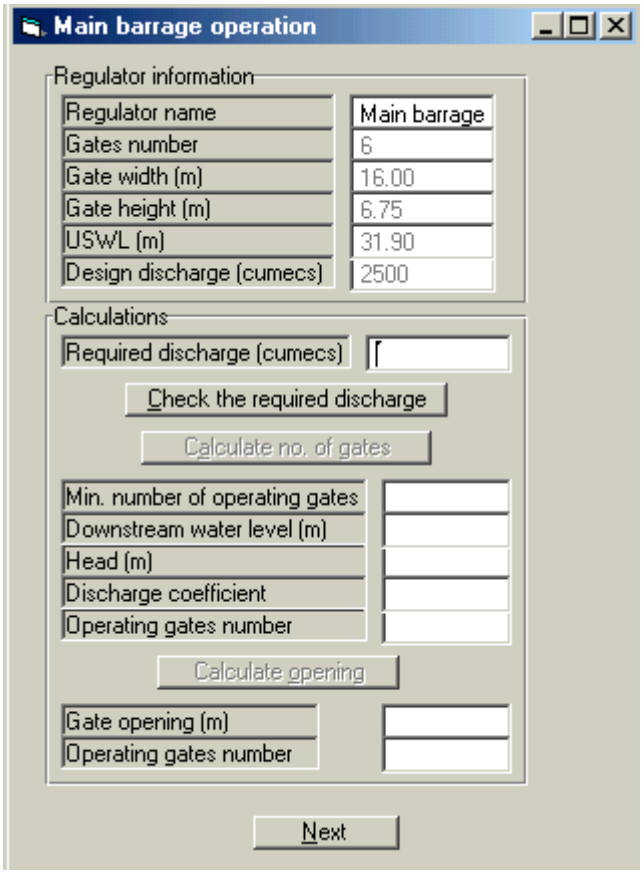

شكل (4-54): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة التاسعة




شكل (4-55): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة العاشرة

شكل (4-56): واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الحادية عشرة

شكل (4-57): واجهة تشغيل الناظم الرئيس




ب- النقر على (Check no. of gates). يقوم هذا الاختيار بمقارنة التصريف المطلوب امراره عبر الناظم الرئيس مع التصريف التصميمي للناظم الرئيس. فأن كان التصريف أقل أو يساوي التصريف التصميمي تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-58). وإن كان التصريف أكبر من التصريف التصميمي تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-59).

جـ- النقر على اختيار (Calculate no.of gates). يقوم هذا الاختيار بحساب منسوب الماء مؤخر الناظم، الشحنة، معامل التصريف وأقل عدد يجب تشغيله من البوابات.

د- ادخال عدد البوابات المرغوب تشغيلها في الخانة المخصصة لذلك، مع الأخذ بنظر الاعتبار أن يكون العدد أكبر أو يساوي أقل عدد يجب تشغيله من البوابات المحسوب في الخطوة (جـ).

هـ- النقر على اختيار (Calculate opening). يقوم هذا الاختيار بحساب فتحة البوابة اعتماداً على عدد البوابات المرغوب تشغيلها.

و- النقر على اختيار (Next) لاظهار الواجهة التالية في التنفيذ.

### 4-2-3-3 : تشغيل نواظم صدر الحلة، الكفل، بني حسن، الحسينية الجديد (Hilla, Kifil, Beni Hassan, New Hussainiya head regulators) (operation

يمكن التحاور مع واجهة تشغيل كل منشأ من المنشآت التالية بصورة مشابهة للتحاور مع واجهة تشغيل الناظم الرئيس. وهذه المنشآت هي :

1- ناظم صدر شط الحلة.

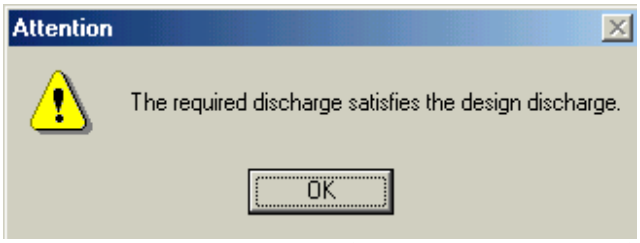
2- ناظم صدر جدول الكفل.
3- ناظم صدر بني حسن.
4- ناظم صدر الحسينية الحديد.

### 4-2-3-4 : تشـغيل نـاظم صـدر الحسـينية القـديم (Old Hussainiya head regulator operation)

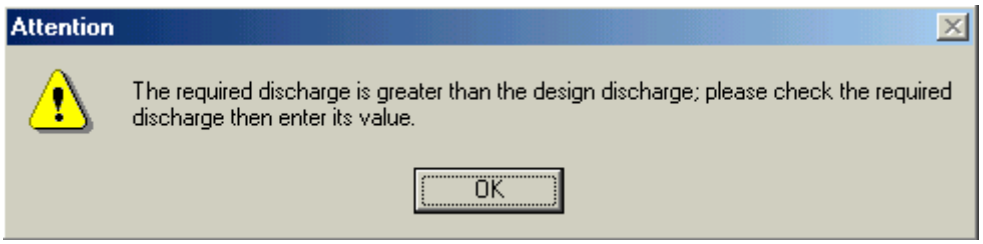
من الممكن تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم من خلال استخدام واجهة الحوار المبينة في الشكل (4-60). وفيما يلي خطوات تشغيل هذه الواجهة :

أ- تستفسر الواجهة عن كمية التصريف المرغوب بامراره عبر الناظم، ويتم ادخال القيمة المطلوبة في الخانة المخصصة لذلك.

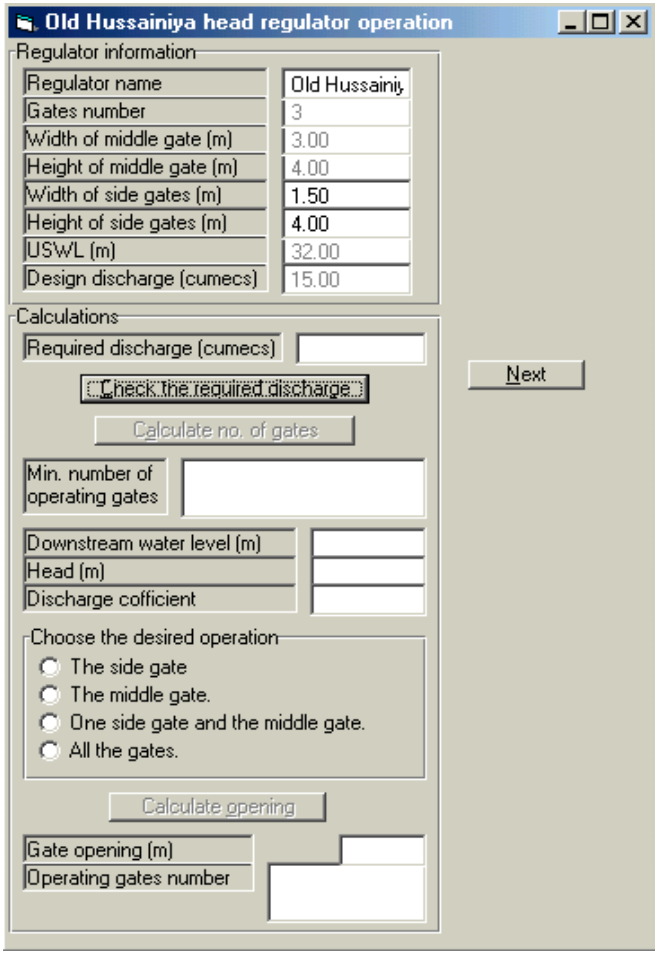
شكل (4-58): واجهة تشغيل الناظم الرئيس / الرسالة الأولى




شكل (5-59): واجهة تشغيل الناظم الرئيس / الرسالة الثانية



شكل (4-60): واجهة تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم




ب- يتم النقر على اختيار (Check the required discharge). يقوم هذا الاختيار بمقارنة التصريف المطلوب مع أكبر تصريف يمكن امراره عبر هذا الناظم. فإن كان التصريف أصغر أو يساوي الحد الأدنى ظهرت الرسالة المبينة في الشكل (4-61).وإن كان التصريف أكبر من الحد الأعلى ظهرت الرسالة المبينة في الشكل (4-62).

جـ- النقر على اختيار (Calculate no. of gates). يقوم هذا الاختيار بحساب منسوب الماء مؤخر الناظم، الشحنة، معامل التصريف ومن ثم أقل عدد من البوابات المشغلّة.

د- النقر على أحد الاختيارات الموجودة في إطار (Choose the desired operation) وذلك لتحديد أي من البوابات سيتم تشغليها.

هـ- النقر على اختيار (Calculate opening). يقوم هذا الاختيار بإيجاد فتحة البوابة اعتماداً على عدد البوابات المراد تشغيلها.

### 4-2-3-5: تشغيل هويس ملاحة الفرات (Euphrates navigation lock operation)

يمكن تشغيل هويس ملاحة الفرات باستخدام واجهة الحوار المبينة في الشكل (4-63) وفيما يلي خطوات تشغيل تلك الواجهة :

أ- تستفسر واجهة الحوار عن أربع قيم هي منسوب الماء مقدم الهويس، منسوب الماء مؤخر الهويس، الشحنة والعمق عند عتبة الهويس. وتقوم هذه الواجهة باستدعاء البيانات بصورة تلقائية إلا في حالة عدم تشغيل الناظم الرئيس حيث يُدخل منسوب الماء مؤخر الهويس والشحنة بصورة يدوية.

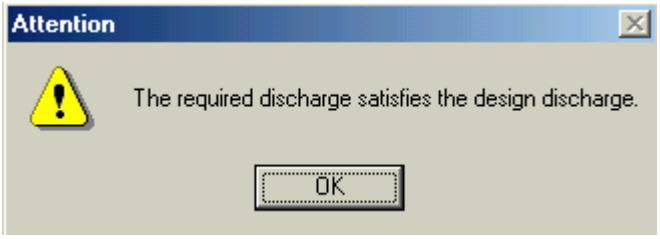
ب- النقر على اختيار (Check the conditions). يقوم هذا الاختيار بمقارنة الظروف الملاحية الحقلية مع الظروف الملاحية اللازم توفرها. ففي حالة تحقق الشروط تظهر الرسالة المبينة في الشكل (4-64). أما في حالة عدم تحقق تلك الشروط فتظهر احدى الرسائل المبينة في الشكل (4-65).

جـ- النقر على قائمة (Boat type) . والنقر على نوع القارب المرغوب بملاحقته. كما مبين في الشكل (4-66).

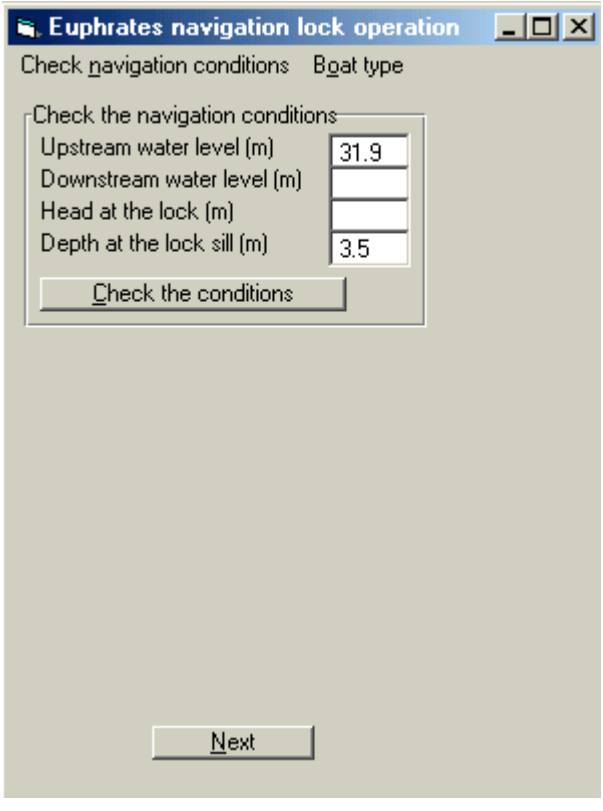
د- ادخال بيانات القارب في الخانات المخصصة لذلك. كما مبين في الشكل (4-67).

هـ- النقر على اختيار ( Check the boat characteristics). يقوم هذا الاختيار بمقارنة بيانات القارب المدخلة مع البيانات الواجب توفرها. فعند تحقق الشروط تظهر احدى الرسالتين المبينتين في الشكل (4-68). وعند عدم تحقق الشروط تظهر احدى الرسائل المبينة في الشكل (4-69).

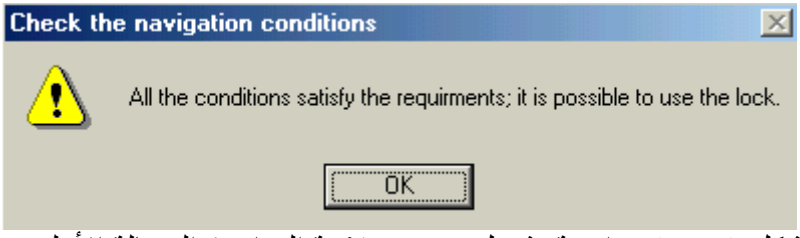
شكل (4-61): واجهة تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم / الرسالة الأولى



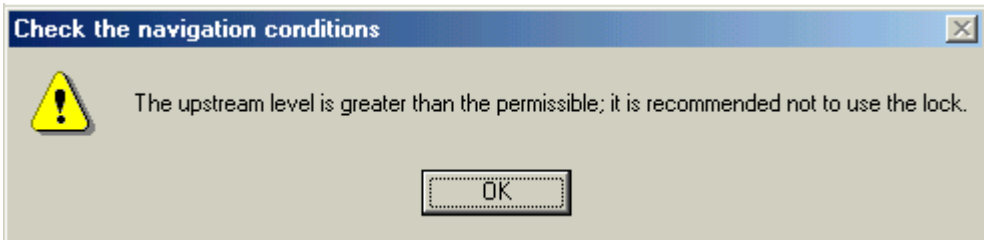
شكل (4-62): واجهة تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم / الرسالة الثانية

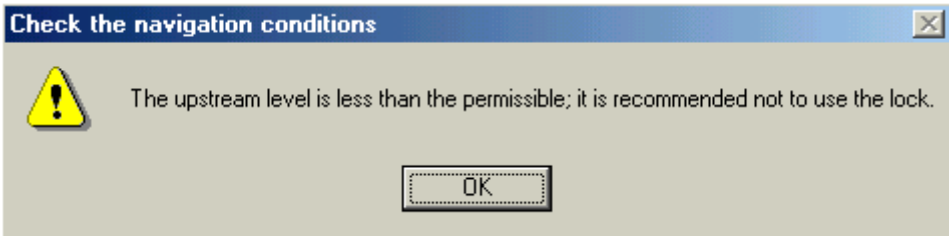


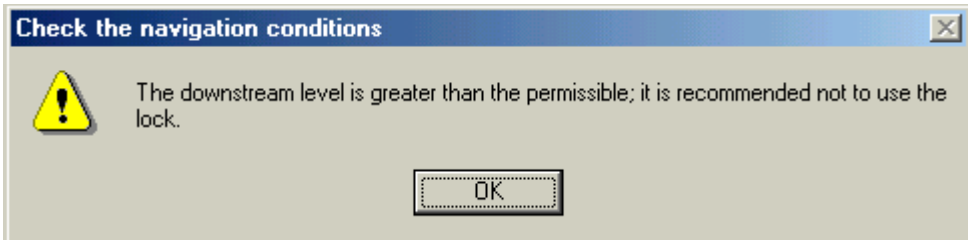
شكل (4-63): واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات

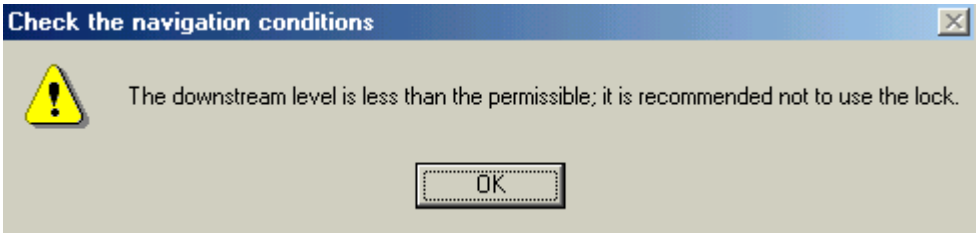



شكل (4-64): واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسالة الأولى

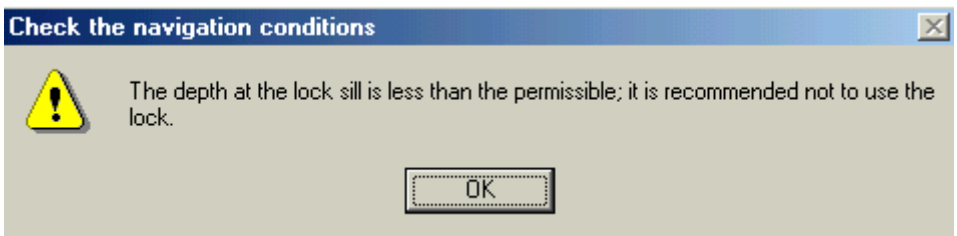


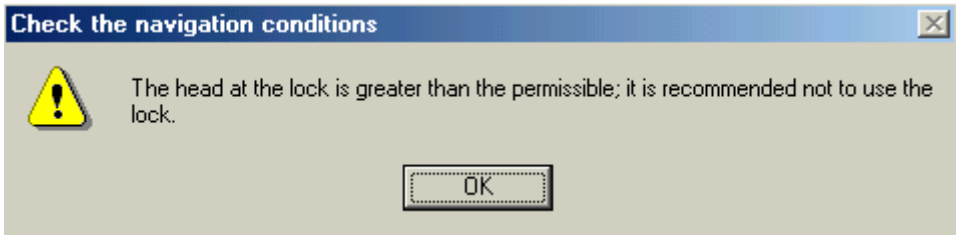




شكل (4-65): واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بشروط الملاحة

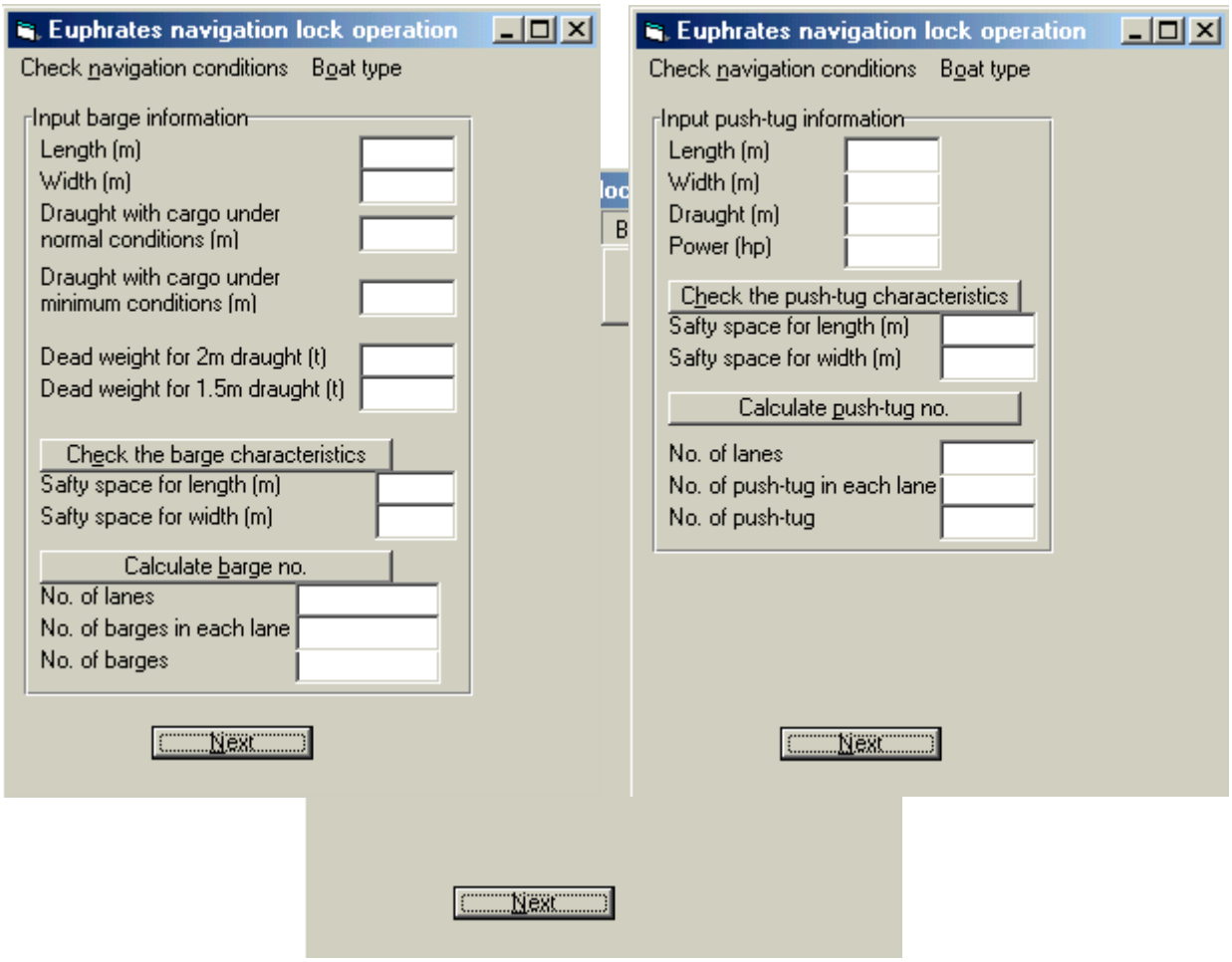


شكل (4-65) تتمة

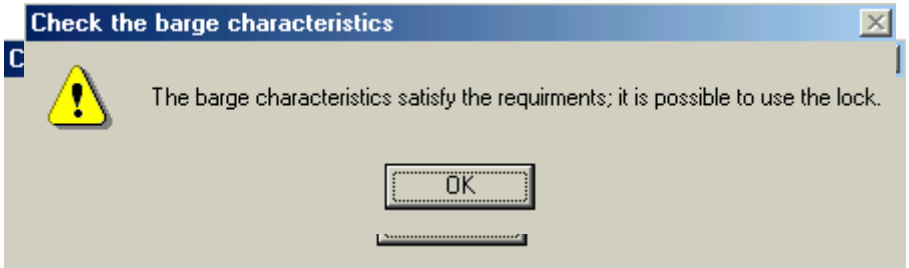
شكل (4-66): واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / قائمة اختيار نوع القارب



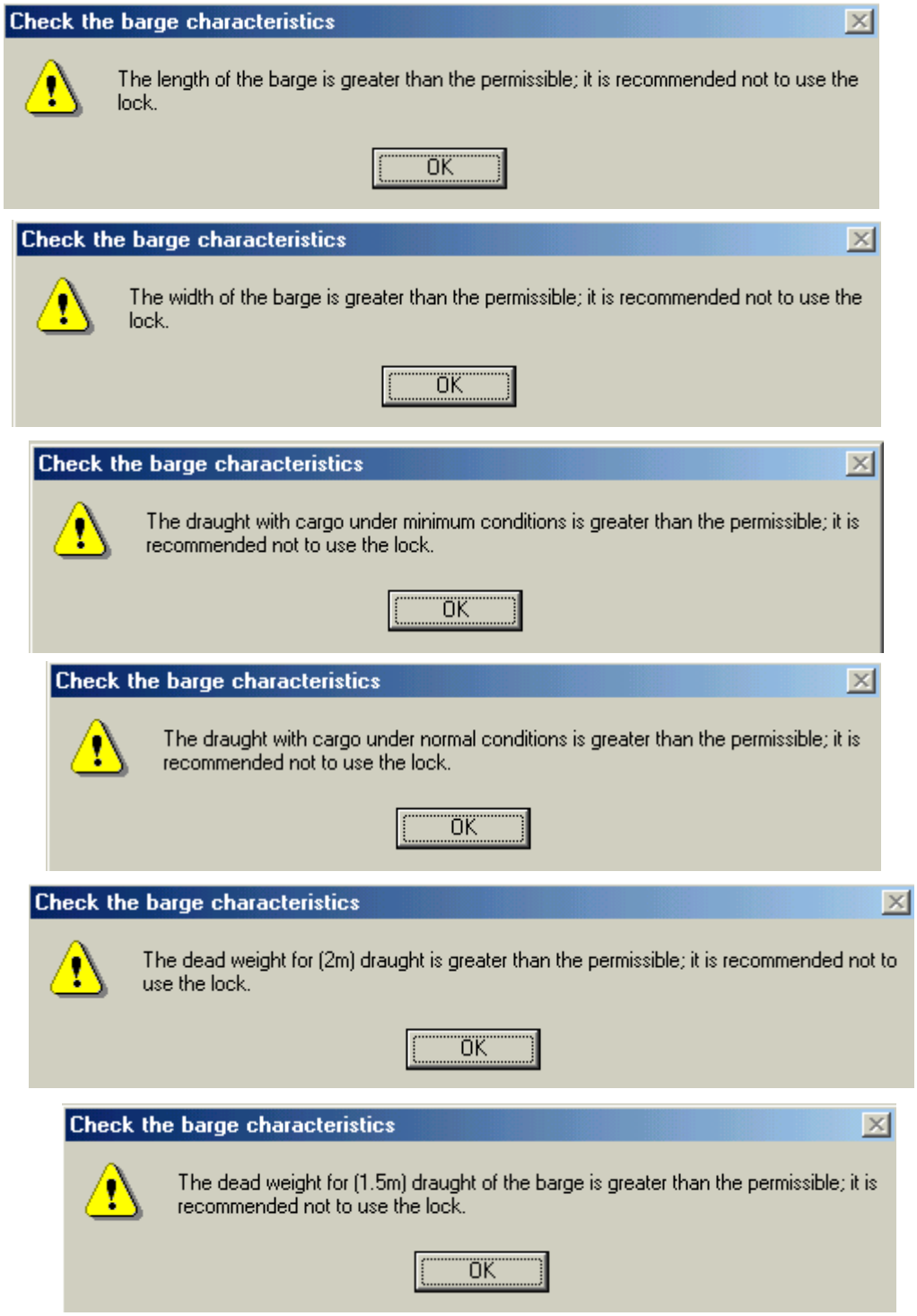

شكل (4-67): واجهتي ادخال بيانات القارب لهويس ملاحة الفرات



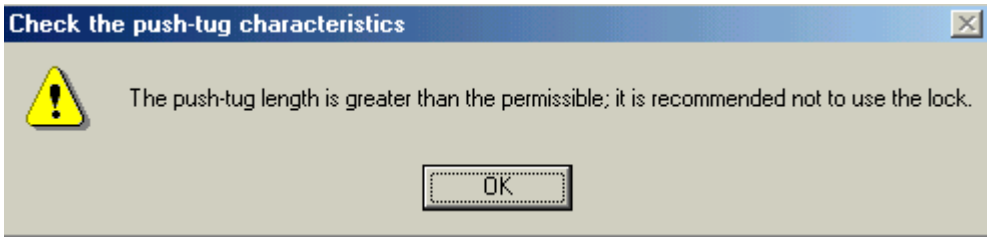

شكل (4-68): واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بتحقق صفات

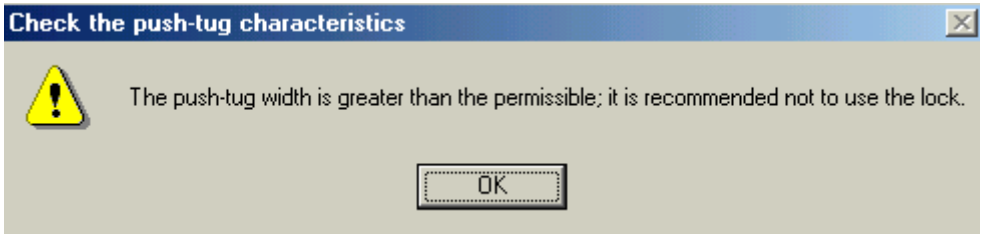


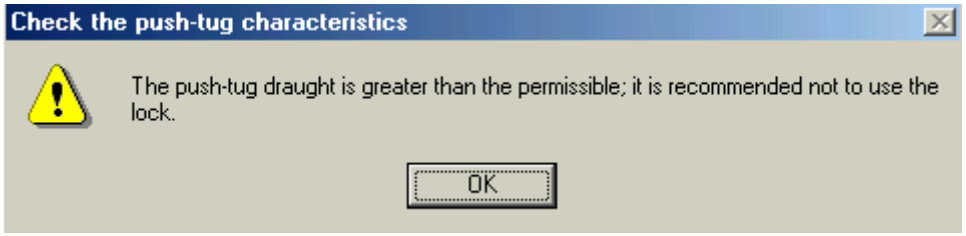
القارب

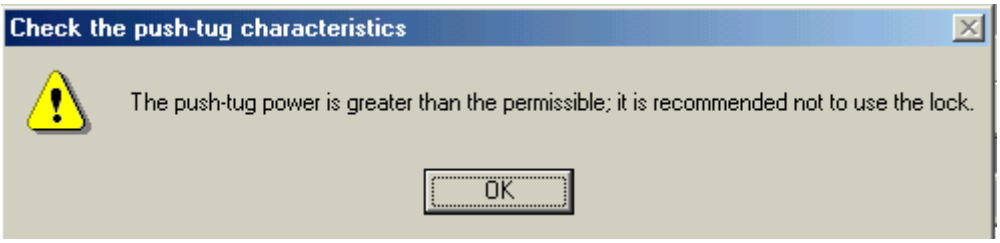



شكل (4-69 ( أ ) ) : واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بقارب نقل البضائع




شكل ( 4 – 69 ( ب ) ): واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بقارب القطر

و- ادخال المسافات البينية بين قارب وآخر.
**ز**- النقر على اختيار (Calculate number of boats). يقوم هذا الاختيار بحساب عدد طوابير القوارب، عدد القوارب في كل طابور وعدد القوارب الممكن مرورها دفعة واحدة باستخدام هويس الملاحة.

### 4-3-2-6: تشغيل هويس ملاحة الحلة (Hilla navigation lock operation)

يمكن تشغيل هويس الملاحة لشط الحلة باتباع نفس خطوات تشغيل هويس ملاحة الفرات.

### 4-3-3: ملخص النتائج (Results summary)

عند النقر على اختيار (Results summary) الموجود في الواجهة الرئيسة يتم الانتقال إلى الواجهة (Results summary)، والمبينة في الشكل (4-70). والتي تتيح للمستخدم معرفة حالات التشغيل السابقة عن طريق ادخال التاريخ والنقر على اختيار (Get) كما يمكن الوصول إلى هذه الواجهة من خلال تأشير الاختيار ( Show the results summary after operation) الموجود في واجهة التشغيل الرئيسة . كما يمكن خزن نتائج التشغيل التي حصل عليها المشغل في ملف اسمه (Results) بواسطة النقر على اختيار (Save).

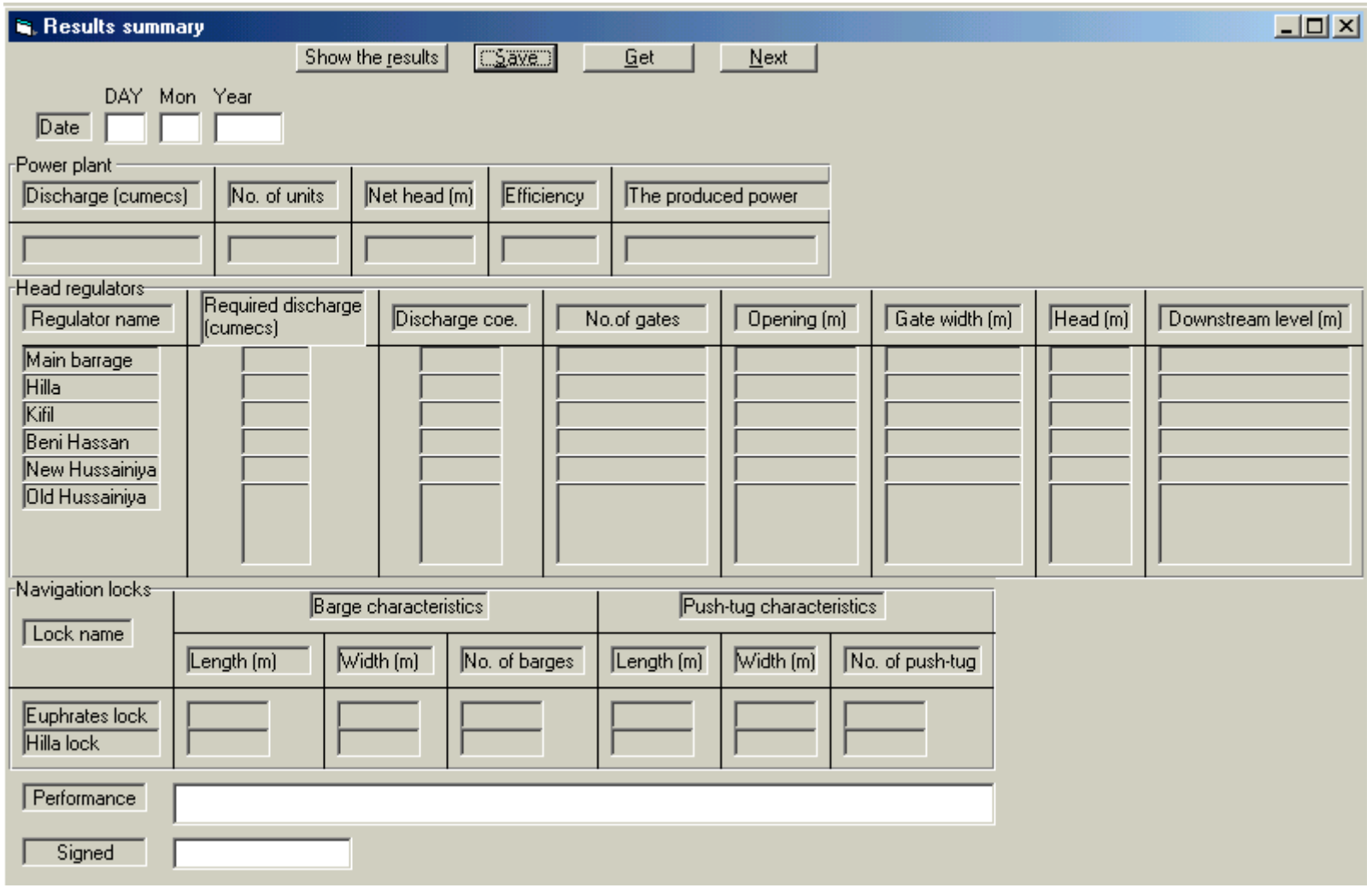
### 4-3-4: التعليمات (Help)

عند النقر على الاختيار (Help) الموجود في الواجهة الرئيسة للنظام الخبير تظهر واجهة الحوار (Help) ، والمبينة في الشكل (4-71).

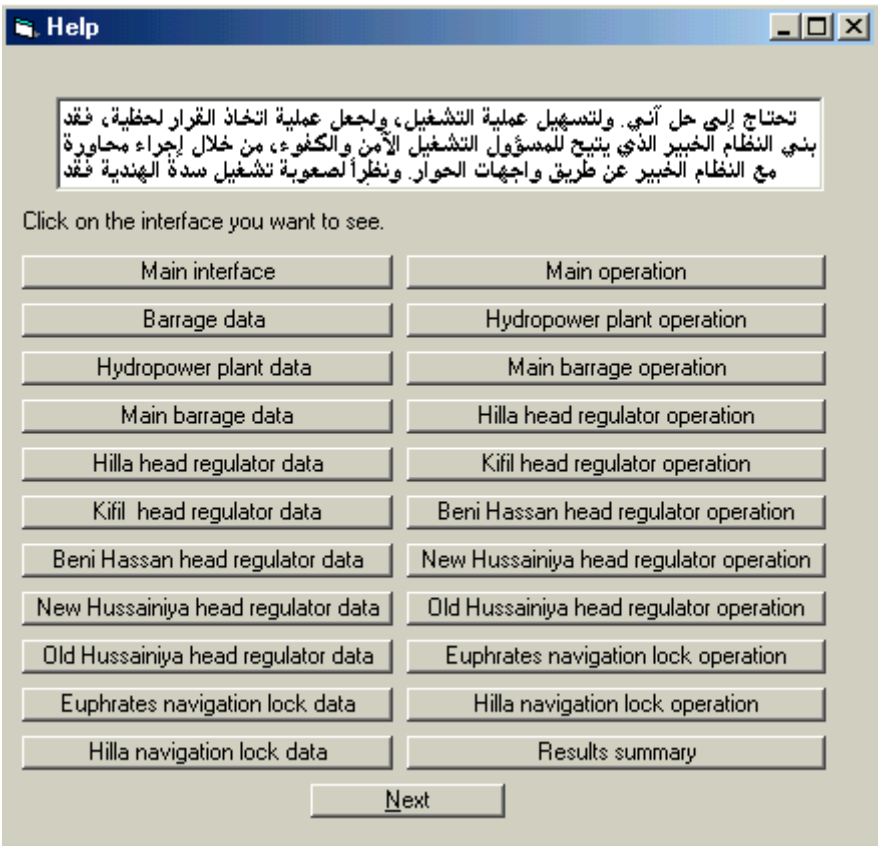
ان واجهة المساعدة تتيح للمستخدم التعرف على منشآت المشروع وطريقة تشغيلها، كما يمكن من خلال هذه الواجهة رؤية أي واجهة موجودة في النظام عن طريق نقر اسم ذلك المنشأ الموجود في واجهة (Help) .

### 4-3-5: خروج (Exit)

عند النقر على الاختيار(Exit) الموجود في الواجهة الرئيسة للنظام الخبير يتم الخروج من النظام والعودة إلى نظام التشغيل (Windows).




شكل (4-70): واجهة ملخص النتائج




شكل (4-71): واجهة المساعدة للنظام الخبير

## 4-4: تطبيق النظام الخبير لحالات تشغيل افتراضية

فيما يلي نماذج تشغيلية لجميع منشآت مشروع سدة الهندية:

### 4-4-1: تشغيل المحطة الكهرومائية والناظم الرئيس

بافتراض أن التصريف المراد امراره إلى مؤخر الناظم الرئيس والمحطة الكهرومائية هو (800م$^3$/ثا)، فأن نتائج تشغيل المحطة الكهرومائية ستظهر كما في الشكل (4-70). وعند النقر على اختيار"Next" ، تظهر نتائج تشغيل الناظم الرئيس كما في الشكل (4-73 ).

### 2-4-4 : تشغيل ناظم صدر شط الحلة

بافتراض أن التصريف المراد امراره في شط الحلة هو (200م$^3$\ثا) ، فأن نتائج تشغيل ناظم صدر شط الحلة ستظهر كما في الشكل (4-74).

### 3-4-4 : تشغيل ناظم صدر جدول الكفل

بافتراض أن التصريف المراد امراره في جدول الكفل هو (20 م$^3$\ ثا )، فأن نتائج تشغيل ناظم صدر جدول الكفل ستظهر كما في الشكل (4-75).

### 4-4-4 : تشغيل ناظم صدر بني حسن

عندما يراد امرار تصريف مقداره (30م$^3$\ ثا ) في جدول بني حسن، فأن نتائج تشغيل ناظم صدر جدول بني حسن ستظهر كما في الشكل (4-76).

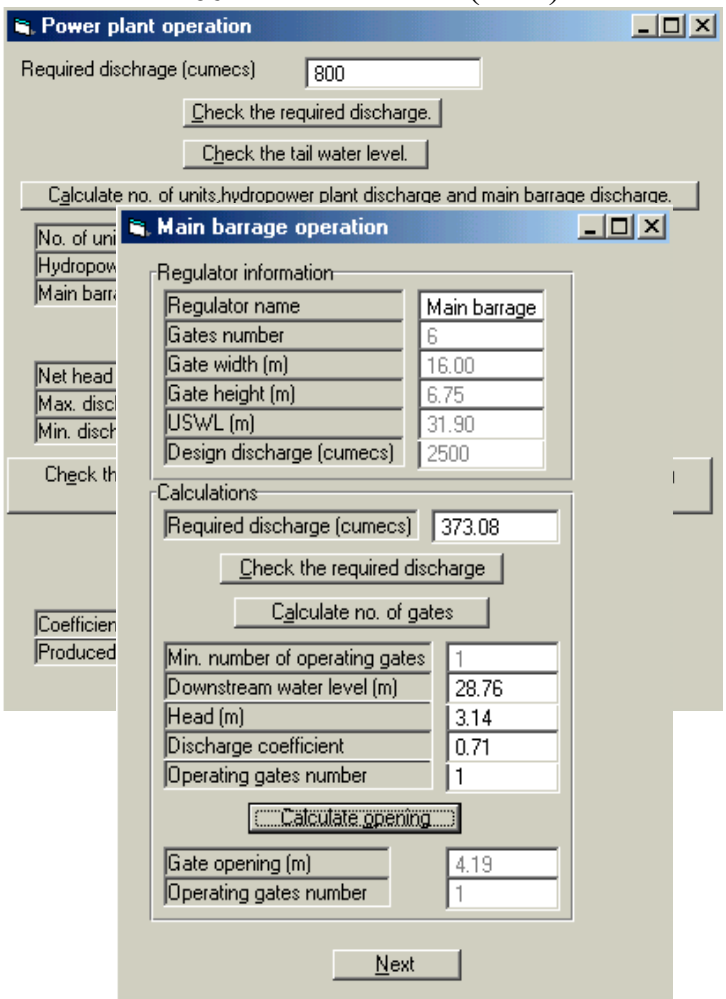
### 5-4-4 : تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم

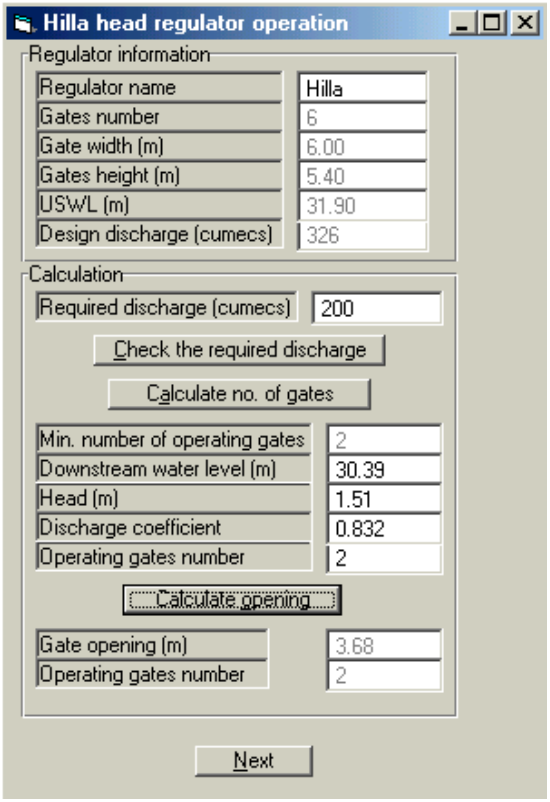
بافتراض أن التصريف المراد امراره من خلال ناظم الحسينية القديم هو (15م$^3$\ثا)، فأن نتائج تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم ستظهر كما في الشكل (4-77).

### 6-4-4 : تشغيل ناظم صدر الحسينية الجديد

عندما يراد امرار تصريف مقداره (40م$^3$\ثا) خلال ناظم الحسينية الجديد، فأن نتائج تشغيل ناظم الحسينية الجديد ستظهر كما في الشكل (4-78).

شكل (4-72): تشغيل المحطة الكهرومائية

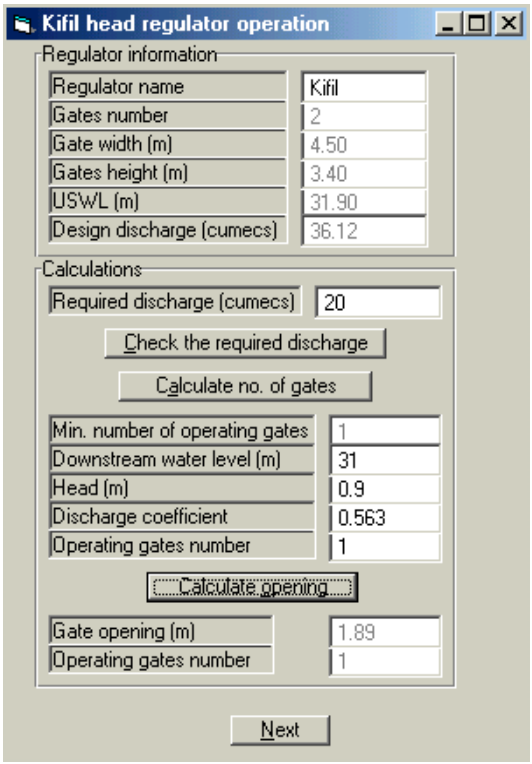


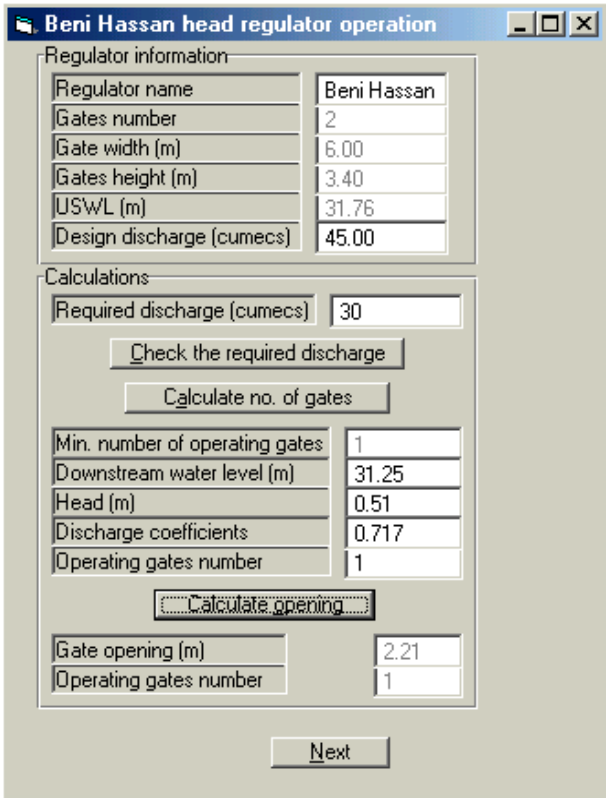



شكل (4-73): تشغيل الناظم الرئيس

شكل (4-74): تشغيل ناظم صدر شط الحلة

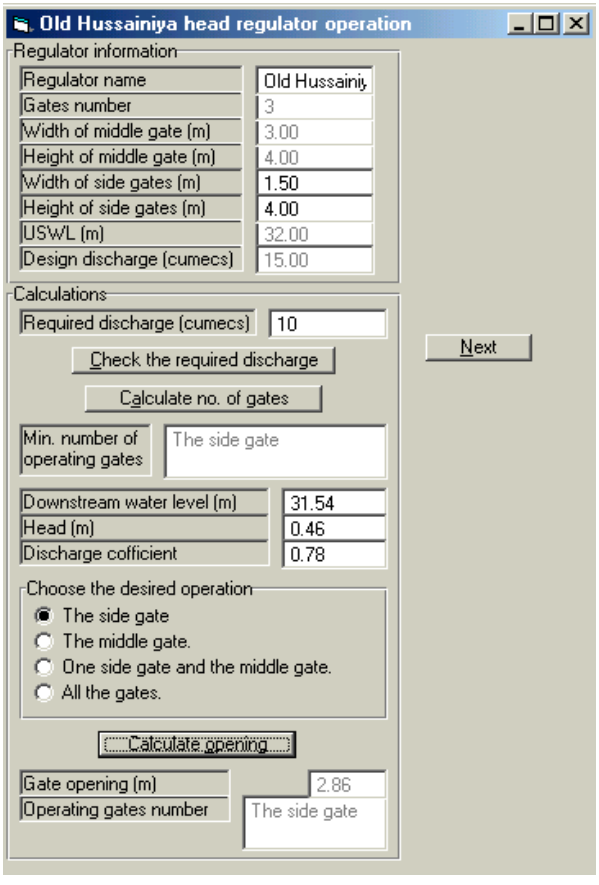
شكل (4-75): تشغيل ناظم صدر جدول الكفل

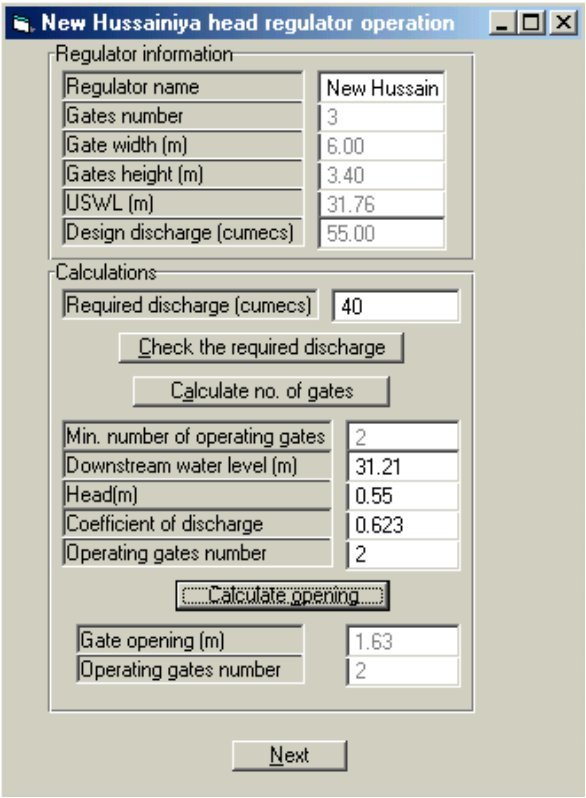





شكل (4-76): تشغيل ناظم صدر بني حسن

شكل (4-77): نتائج تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم





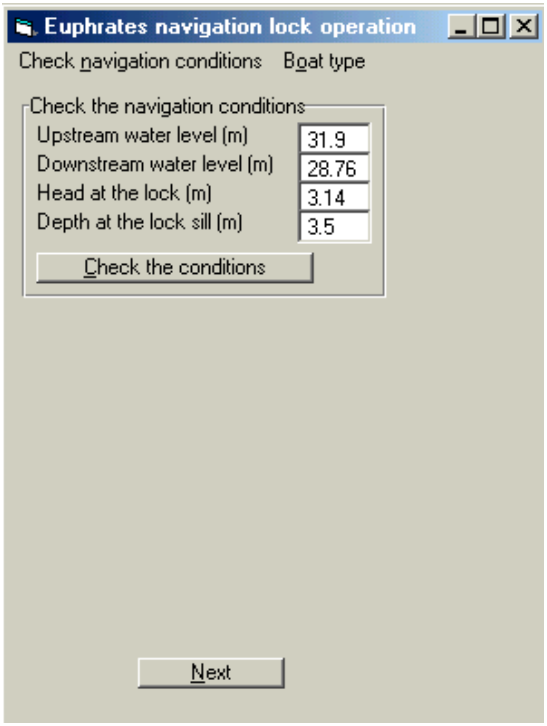

شكل (4-78): نتائج تشغيل ناظم صدر الحسينية الجديد

### 4-4-7 : تشغيل هويس ملاحة الفرات

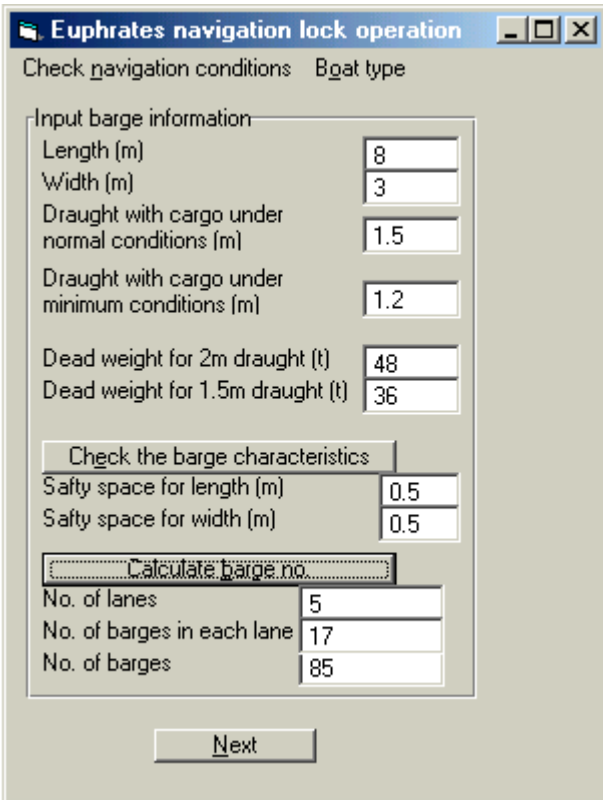
عندما يراد استخدام هويس ملاحة الفرات لامرار قارب نقل البضائع فأن الشكلين (4-79) و(4-80) يوضحان نتائج التشغيل.

### 4-4-8 : تشغيل هويس ملاحة شط الحلة

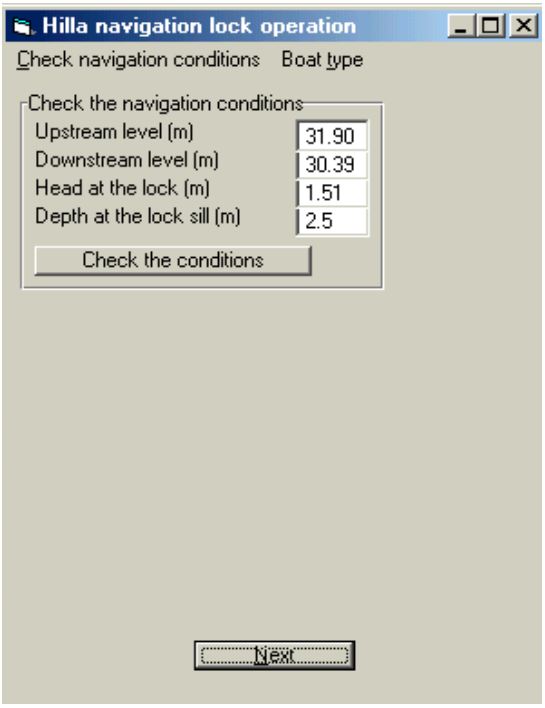
عندما يراد استخدام هويس ملاحة شط الحلة لامرار قارب قطر فأن الشكلين (4-81) و (4-82) يوضحان نتائج التشغيل.




شكل (4-79): مقارنة الشروط الملاحية لهويس ملاحة الفرات

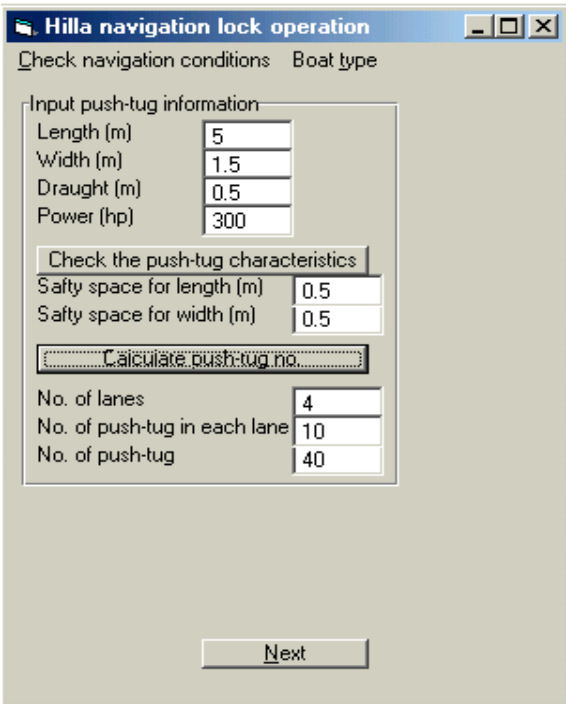



شكل(4-80): تشغيل هويس ملاحة الفرات لامرار قارب نقل البضائع




شكل(4-81): مقارنة الشروط الملاحية لهويس ملاحة شط الحلة

شكل(4-82) : تشغيل هويس ملاحة شط الحلة لامرار قارب قطر



## المصادر العربية


- بطرس، انطوان، "الذكاء الصناعي وإدارة المشاريع بواسطة الكومبيوتر"، بيروت، لبنان، المجلد(6)، العدد (7)، ص20-22، أيلول (سبتمبر)،(1989) .

- حلبي، د. أنيس وفيق حلبي، "Help Compiler VB"، دار الراتب الجامعية/ سوفنير، الطبعة الأولى، (1999).

- الزنكنة، أمجد جمال محمود، "إعداد نظام خبير لتشغيل المجموعة الصدرية لمشروع ري الضلوعية"، اطروحة ماجستير مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة بغداد، (2000).

- شلال، محمد علي شلال، عبد الاله الديوتجي، " مبادئ علم الحاسبات الالكترونية والبرمجة بلغة بيسك"، الجامعة التكنلوجية، (1987).

- علوان، حيدر حسين، "نظام خبير لتشغيل مشروع ري سدة الهندية"، اطروحة ماجستير مقدمة الى الجامعة التكنلوجية، (2001).

- علي, د.احمد عبد الصاحب، "خطة تشغيل السد العظيم"، مركز الفرات لدراسات وتصاميم مشاريع الري، وزارة الري، بغداد، (1994).

- علي ، د.احمد عبد الصاحب، "دراسة توليد الطاقة الكهربائية في سد العظيم"، مركز الفرات لدراسات وتصاميم مشاريع الري، وزارة الري، بغداد، (1997).

- المطلبي، أحمد حارث، "تطوير نظام خبير لتشغيل خزان متعدد الأغراض"، اطروحة ماجستير مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة بغداد، (1999).

- الملائكة، د. جميل، "مبادئ ميكانيك الموائع –الجزء الاول"، الطبعة الاولى، الشركة العراقية للطباعة الفنية المحدودة، بغداد، (1982).

- الملائكة، د. جميل، "مبادئ ميكانيك الموائع –الجزء الثاني"، الطبعة الاولى، الدار العربية للطباعة، بغداد، (1982).


## المصادر الأجنبية


- Celal, N.W., Kostem, C.N., and Maher, M.L., "Expert system in civil engineering", American Society of Civil Engineering, New York, 1986.

- Chadwick, R. Johnson, "Expert system for personal computers", Addison-Wesley puplishing company, England, 1990.

- Fayegh, A.D., and Samuell, O.R., "An expert system for flood estimation", Expert system in civil engineering, American Society of Civil Engineers, New York, (1986).

- Fisher, H. and Schultz, G.A, "An expert system for real time operation of a multi- purpose multi-unit reservoir system", Institute for

Hydrology, Water Management and Environmental Eng., Ruhr University Bochum, Germany, (1991).

- Gilles, G. Party and Chapman, D.R., "Dynamic modeling and expert systems in waste water engineering", Lewis Publishers, New York, (1989).

- Harmon, Oaul, "Expert systems: artificial intelligence in business", John Wiley and Sons., New York, (1985).

- Kostem, C.N., "Design of an expert system for the rating of highway bridges", Expert system in civil engineering, American Society of Civil Engineering, New York, 1986.

- Levitt, R.E., "Hawsafe : a microcomputer – based expert system to evaluate the safety of a construction firm", Expert system in civil engineering, American Society of Civil Engineering , New York, 1986.

- Myers, D.R., Finar, M.J., and Treloar, B.G., "Use of DSPL for distillation column design", Proceeding of the NSF-AAAL workshop on artificial intelligence in process engineering, Columbia University, New York, U.S.A., (1987).

- Omar, I.Ali, "Expert system approach to diagnose failures in rigid highway pavements", M.Sc. Thesis, Baghdad University, (1999).

- Rasheed, S.M., "Developing an integrated management system for selecting method and equipment of excavating irrigation project with expert system implementation", M.Sc. Thesis, College of Eng., University of Baghdad, (1997).

- Robert, K., "Expert system technology", Prentice-Hall, England, (1987).

- Roth, F.H., Dewar, J.S. and Pearson, R.G., "Building expert system", Addision – Wesely publishing company, U.S.A., (1983).

- SOGREAH, "New Hindiya barrage and related structures; detailed final layout and design criteria", SOGREAH Consulting Engineers- France, (1985-a).

- SOGREAH, "New Hindyia barrage and related structure; geotechnical investigations; final report", SOGREAH Consulting Engineers- France, (1985-b).

- SOGREAH, "New Hinidya barrage and related structures; hydraulic model studies; final report", SOGREAH Consulting Engineers- France, (1986).

- SOGREAH, “New Hindiya barrage and related structures; revised final design and drawings”, SOGREAH Consulting Engineers – France, (1988).
- Waterman, D., “A guide to expert system”, Addison Wesley reading, Massachusettes, U.S.A., (1985).

# قائمة الاشكال


| رقم الشكل | عنوان الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-2 | الهيكل الأساس للنظام الخبير | 7 |
| 1-3 | موقع سدة الهندية على نهر الفرات | 14 |
| 2-3 | مخطط توضيحي لمنشآت مشروع سدة الهندية | 16 |
| 3-3 | أعمال الحماية عند الناظم الرئيس لسدة الهندية الجديدة | 19 |
| 4-3 | التيارات الثانوية الحلزونية عند الجدار القاشط | 20 |
| 5-3 | أجزاء عنفة المحطة الكهرومائية لسدة الهندية الجديدة | 22 |
| 6-3 | أعمال الحماية للمحطة الكهرومائية | 25 |
| 7-3 | منحني المعايرة ( التصريف- منسوب الماء ) لنهر الفرات | 30 |
| 8-3 | منحني المعايرة ( التصريف- منسوب الماء ) لشط الحلة | 30 |
| 9-3 | منحني المعايرة ( التصريف- منسوب الماء ) لنهر الكفل | 30 |
| 10-3 | منحني المعايرة ( التصريف- منسوب الماء ) لنهر الحسينية القديم | 31 |
| 11-3 | منحني المعايرة ( التصريف- منسوب الماء ) لنهر الحسينية الجديد | 31 |
| 12-3 | منحني المعايرة ( التصريف- منسوب الماء ) لنهر بني حسن | 31 |
| 13-3 | منحني المعايرة ( الشحنة - معامل التصريف ) للناظم الرئيس | 33 |
| 14-3 | منحني المعايرة ( الشحنة - معامل التصريف ) لناظم صدر شط الحلة | 33 |
| 15-3 | منحني المعايرة ( الشحنة - معامل التصريف ) لناظم صدر نهر الكفل | 33 |
| 16-3 | منحني المعايرة ( الشحنة - معامل التصريف ) لناظم صدر نهر الحسينية القديم | 34 |
| 17-3 | منحني المعايرة ( الشحنة - معامل التصريف ) لناظم صدر نهر الحسينية الجديد | 34 |
| 18-3 | منحني المعايرة ( الشحنة - معامل التصريف ) لناظم صدر نهر بني حسن | 34 |
| 19-3 | المخطط الانسيابي لتشغيل نواظم سدة الهندية الجديدة | 36 |



# قائمة الاشكال



| | | |
|---|---|---|
| 20-3 | منحني التصريف، الشحنة والطاقة المنتجة للمحطة الكهرومائية | 38 |

| رقم الشكل | عنوان الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 21-3 | القيم المسموحة للتصاريف المارة خلال وحدة التوليد الواحدة للمـــحطة الكهرومائية عند كل شحنة صافية | 40 |
| 22-3 | المخطط الانسيابي لتشغيل الناظم الرئيس والمحطة الكهرومائية | 41 |
| 23-3 | المخطط الانسيابي لتشغيل هويس الملاحة لنهر الفرات | 47 |
| 24-3 | المخطط الانسيابي للنظام الخبير | 51 |
| 1-4 | واجهة الحوار الرئيسة | 53 |
| 2-4 | واجهة عدد منشآت السدة | 56 |
| 3-4 | واجهة اسماء منشآت السدة | 54 |

| | | |
|---|---|---|
| 4-4 | واجهة حوار البيانات الرئيسة | 56 |
| 5-4 | واجهة بيانات الناظم الرئيس | 56 |
| 6-4 | واجهة بيانات الناظم الرئيس/القائمة الأولى | 56 |
| 7-4 | إطار بيان الصفات الهيدروليكية للناظم الرئيس | 57 |
| 8-4 | إطار بيان صفات بوابات الناظم الرئيس | 57 |
| 9-4 | إطار بيان صفات الواح الغمر للمقدم للناظم الرئيس | 57 |
| 10-4 | إطار بيان صفات الواح الغمر للمؤخر للناظم الرئيس | 59 |
| 11-4 | واجهة بيانات الناظم الرئيس/القائمة الثانية | 59 |
| 12-4 | إطار تحديد معادلة معامل التصريف للناظم الرئيس | 59 |
| 13-4 | إطار تحديد معادلة منسوب المؤخر للناظم الرئيس | 60 |
| 14-4 | واجهة بيانات ناظم صدر الحسينية القديم | 60 |
| 15-4 | واجهة بيانات ناظم صدر الحسينية القديم / قائمة الاختيارات | 61 |
| 16-4 | إطار بيان التصميم الهيدروليكي لناظم صدر الحسينية القديم | 61 |
| 17-4 | إطار تحديد معادلة معامل التصريف لناظم صدر الحسنينية القديم | 62 |
| 18-4 | إطار تحديد معادلة منسوب المؤخر لناظم صدر الحسينية القديم | 62 |
| 19-4 | واجهة بيانات المحطة الكهرومائية | 64 |
| 20-4 | واجهة بيانات المحطة الكهرومائية / القائمة الأولى | 64 |
| 11-4 | إطار تحديد البيانات العامة للمحطة الكهرومائية | 65 |
| 22-4 | اطار تحديد البيانات المقدّرة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية | 65 |


## قائمة الاشكال


| رقم الشكل | عنوان الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 23-4 | اطار تحديد البيانات المضمونة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية | 66 |
| 24-4 | واجهة بيانات المحطة الكهرومائية / القائمة الثانية | 66 |
| 25-4 | إطار تحديد معادلة التصريف الأكبر المقابل لشحنة الماء الصافية المتوفرة | 67 |
| 26-4 | إطار تحديد معادلة التصريف الأصغر المقابل لشحنة الماء الصافية المتوفرة | 67 |
| 27-4 | إطار تحديد معادلة خسائر الشحنة لوحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية | 68 |
| 28-4 | واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات | 68 |
| 29-4 | واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات / القائمة الأولى | 69 |
| 30-4 | إطار بيان أبعاد هويس ملاحة الفرات | 69 |
| 31-4 | إطار بيان صفات بوابة الهويس العلوية | 69 |
| 32-4 | إطار بيان صفات بوابة الهويس السفلية | 71 |
| 33-4 | إطار بيان صفات الواح الغمر للمقدم لهويس ملاحة الفرات | 71 |
| 34-4 | إطار بيان صفات الواح الغمر للمؤخر لهويس ملاحة الفرات | 71 |
| 35-4 | إطار بيان صفات منظومة البرابخ لهويس ملاحة الفرات | 72 |
| 36-4 | إطار بيان صفات الواح الغمر لمنظومة البرابخ لهويس ملاحة الفرات | 72 |

| | | |
|---|---|---|
| 4-37 | واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات / القائمة الثانية | 72 |
| 4-38 | إطار بيان شروط الملاحة لهويس الفرات | 73 |
| 4-39 | زمن الدورة الملاحية لهويس ملاحة الفرات | 73 |
| 4-40 | واجهة بيانات هويس ملاحة الفرات / القائمة الثالثة | 73 |
| 4-41 | إطار بيان صفات قارب نقل البضائع المار عبر هويس ملاحة الفرات | 74 |


## قائمة الاشكال


| رقم الشكل | عنوان الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 4-42 | إطار بيان صفات قارب القطر المار عبر هويس ملاحة الفرات | 74 |
| 4-43 | واجهة بيانات هويس ملاحة شط الحلة / القائمة الأولى | 74 |
| 4-44 | واجهة التشغيل الرئيسة | 76 |
| 4-45 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية | 76 |
| 4-46 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الأولى | 77 |
| 4-47 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الثانية | 77 |
| 4-48 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الثالثة | 77 |
| 4-49 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية /الرسالة الرابعة | 77 |
| 4-50 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الخامسة | 77 |
| 4-51 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة السادسة | 79 |
| 4-52 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة السابعة | 79 |
| 4-53 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الثامنة | 79 |
| 4-54 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة التاسعة | 79 |
| 4-55 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة العاشرة | 80 |
| 4-56 | واجهة تشغيل المحطة الكهرومائية / الرسالة الحادية عشرة | 80 |
| 4-57 | واجهة تشغيل الناظم الرئيس | 80 |
| 4-58 | واجهة تشغيل الناظم الرئيس / الرسالة الأولى | 82 |
| 4-59 | واجهة تشغيل الناظم الرئيس / الرسالة الثانية | 82 |
| 4-60 | واجهة تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم | 82 |
| 4-61 | واجهة تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم / الرسالة الأولى | 84 |
| 4-62 | واجهة تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم / الرسالة الثانية | 84 |
| 4-63 | واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات | 84 |
| 4-64 | واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسالة الأولى | 85 |
| 4-65 | واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بشروط الملاحة | 85 |

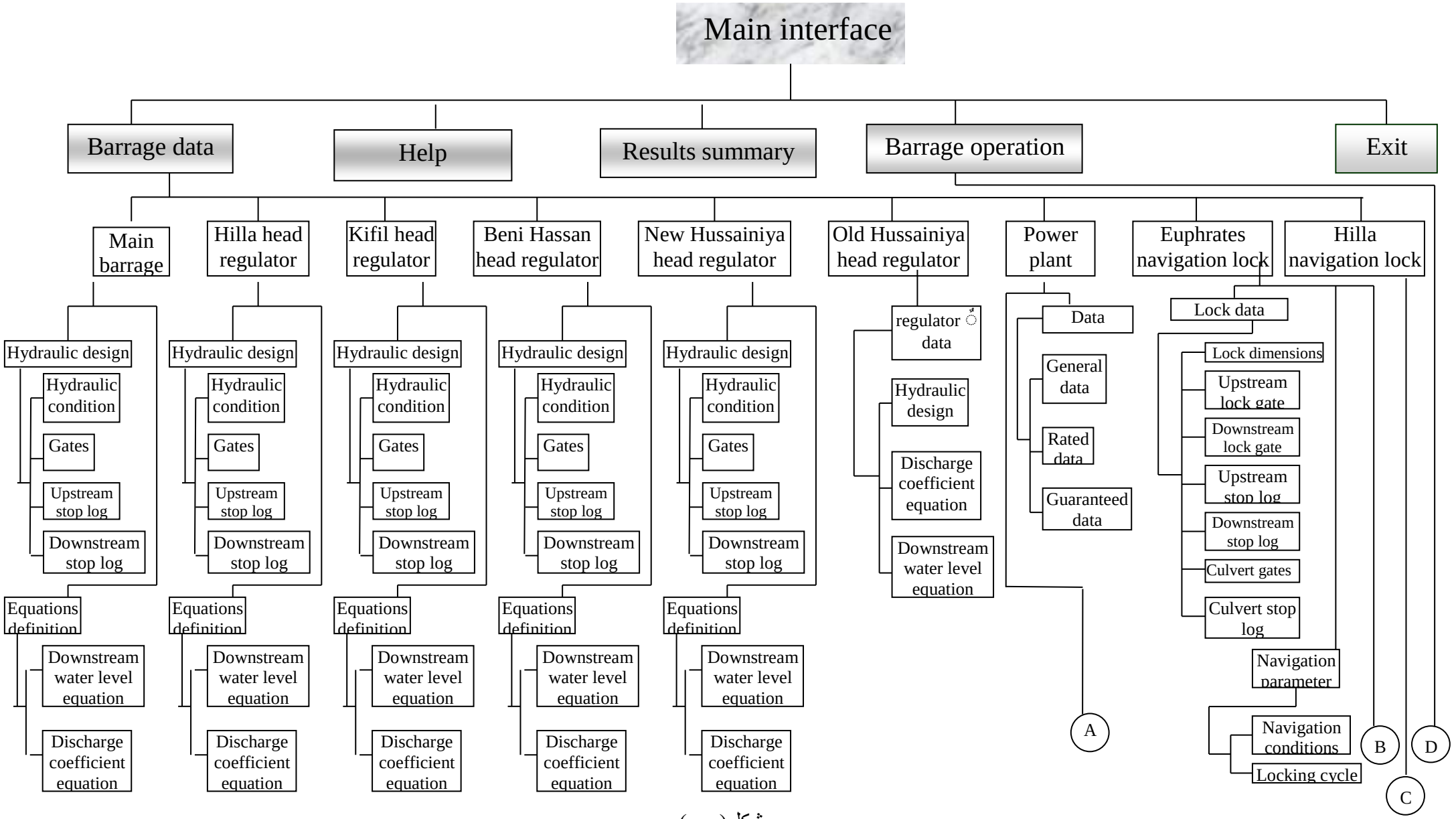

## قائمة الاشكال


| رقم الشكل | عنوان الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 4-66 | واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / قائمة اختيار نوع القارب | 86 |
| 4-67 | واجهتي ادخال بيانات القارب لهويس ملاحة الفرات | 87 |

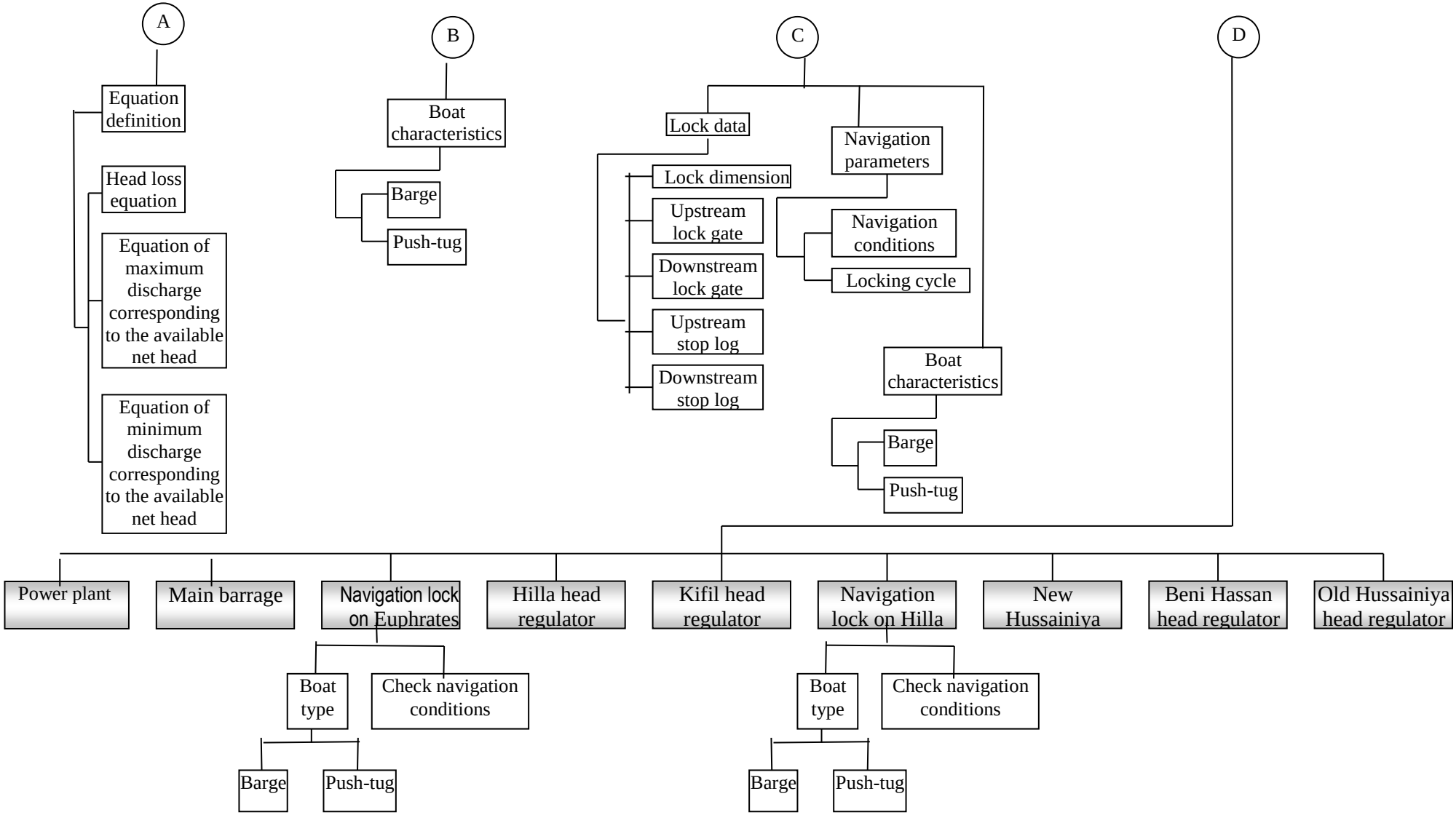
| | | |
|---|---|---|
| 4-68 | واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بتحقق صفات القارب | 87 |
| 4-69أ | واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بقارب نقل البضائع | 88 |
| 4-69ب | واجهة تشغيل هويس ملاحة الفرات / الرسائل التنبيهية الخاصة بقارب القطر | 89 |
| 4-70 | واجهة ملخص النتائج | 91 |
| 4-71 | واجهة المساعدة للنظام الخبير | 92 |
| 4-72 | تشغيل المحطة الكهرومائية | 94 |
| 4-73 | تشغيل الناظم الرئيس | 94 |
| 4-74 | تشغيل ناظم صدر شط الحلة | 95 |
| 4-75 | تشغيل ناظم صدر جدول الكفل | 95 |
| 4-76 | تشغيل ناظم صدر بني حسن | 96 |
| 4-77 | تشغيل ناظم صدر الحسينية القديم | 96 |
| 4-78 | تشغيل ناظم صدر الحسينية الجديد | 96 |
| 4-79 | مقارنة الشروط الملاحية لهويس ملاحة الفرات | 98 |
| 4-80 | تشغيل هويس ملاحة الفرات لامرار قارب نقل البضائع | 98 |
| 4-81 | مقارنة الشروط الملاحية لهويس ملاحة شط الحلة | 99 |
| 4-82 | تشغيل هويس ملاحة شط الحلة لامرار قارب قطر | 99 |
| 4-83 | مقارنة القدرة الكهربائية المنتجة (النظام الخبير) بالقدرة الكهربائية المنتجة (القيم الحقلية) | 106 |
| 4-84 | مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) للناظم الرئيس | 106 |


## قائمة الاشكال


| رقم الشكل | عنوان الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 4-85 | مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير**(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر شط الحلة | 107 |
| 4-86 | مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير**(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر الكفل | 107 |
| 4-87 | مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير**(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر بني حسن | 108 |
| 4-88 | مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير**(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر الحسينية الجديد | 108 |
| 4-89 | مقارنة فتحة البوابة (النظام الخبير**(ESOMB)**) بفتحة البوابة (القيم الحقلية) لناظم صدر الحسينية القديم | 109 |




شكل(3-24)
تركيب النظام الخبير


A
Equation definition
Head loss equation
Equation of maximum discharge corresponding to the available net head
Equation of minimum discharge corresponding to the available net head
B
Boat characteristics
Barge
Push-tug
C
Lock data
Lock dimension
Upstream lock gate
Downstream lock gate
Upstream stop log
Downstream stop log
Navigation parameters
Navigation conditions
Locking cycle
Boat characteristics
Barge
Push-tug
D
Power plant
Main barrage
Navigation lock on Euphrates
Hilla head regulator
Kifil head regulator
Navigation lock on Hilla
New Hussainiya
Beni Hassan head regulator
Old Hussainiya head regulator
Boat type
Check navigation conditions
Barge
Push-tug
Boat type
Check navigation conditions
Barge
Push-tug

شكل(3-24) تتمة

# قائمة الجداول


| رقم الجدول | عنوان الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-2 | بعض أنظمة إدارة المشاريع على الحاسوب | 3 |
| 1-3 | الأراضي المرواة من القنوات الرئيسة التي تأخذ مياهها من سدة الهندية | 14 |
| 2-3 | الخواص الرئيسة لنواظم مشروع سدة الهندية الجديدة | 17 |
| 3-3 | الخواص الرئيسة لناظم صدر الحسينية القديم | 21 |
| 4-3 | الخواص الهيدروليكية لعنفة المحطة الكهرومائية | 23 |
| 5-3 | الخواص الهيدروليكية لهويسي نهر الفرات وشط الحلة | 26 |
| 6-3 | معادلات منسوب الماء لأنهر المشروع | 35 |
| 7-3 | معادلات معامل التصريف لنواظم المشروع | 35 |
| 8-3 | العلاقة بين عدد الوحدات المشغلة والتصريف | 40 |
| 9-3 | المواصفات اللازم توفرها في الزوارق التي يمكنها استخدام هويسي الملاحة لنهر الفرات وشط الحلة | 46 |
| 10-3 | الزمن اللازم لرفع أو خفض زورق | 46 |
| 1-4 | مهام أختيارات الواجهة الرئيسة | 54 |
| 2-4 | نتائج تشغيل النظام الخبير(ESOMB) | 101 |
| 3-4 | معدل مجموع مربعات الأخطاء للنظام الخبير (ESOMB) | 109 |
| 4-4 | مقارنة لنتائج النظام الخبير (ESOMB) | 111 |
| 5-4 | قيم معدل مجموع مربعات الأخطاء للنظام الخبير (ESOHIP) والنظام الخبير (ESOMB) | 112 |

# قائمة الرموز

| الرموز | تفاصيل الرموز |
|---|---|
| A | مساحة مقطع الجريان في الناظم (م$^2$) |
| $B_D$ | مقدار الجزء الغاطس من قارب نقل البضائع (م) |
| $B_L$ | طول قارب نقل البضائع (م) |
| $B_N$ | عدد قوارب نقل البضائع |
| $B_{NH}$ | عدد طوابير قارب نقل البضائع |
| $B_{NV}$ | عدد قوارب نقل البضائع في كل طابور |
| $B_{SL}$ | مسافة الامان لقارب نقل البضائع باتجاه طوله (م) |
| $B_{SW}$ | مسافة الامان لقارب نقل البضائع باتجاه عرضه (م) |
| BT | نوع الزورق |
| $B_W$ | وزن قارب نقل البضائع (طن) |
| $B_{WD}$ | عرض قارب نقل البضائع (م) |
| $C_D$ | معامل التصريف |
| $C_L$ | منسوب عتبة بوابة الناظم (م) |
| d | فتحة البوابة (م) |
| $d_M$ | الفرق بين منسوب الماء مقدم الناظم ومنسوب عتبة الناظم(م) |
| DSWL | منسوب الماء مؤخر الناظم (م) |
| Eff | معامل كفاءة المحطة الكهرومائية |
| $ESOMB_I$ | القيمة من النظام الخبير |
| g | التعجيل الأرضي (م\ثا$^2$) |
| $G_N$ | عدد بوابات الناظم |
| $G_{NO}$ | عدد البوابات المرغوب بفتحها في الناظم |
| $G_W$ | عرض البوابة في الناظم (م) |
| H | الشحنة وتساوي فرق المنسوب بين المقدم والمؤخر (م) |
| $H_G$ | الشحنة الكلية (م) |
| $H_L$ | خسائر الشحنة (م) |
| $H_N$ | الشحنة الصافية (م) |
| Int | دالة تقريب العدد الحقيقي إلى اقرب عدد صحيح اصغر او يساوي العدد الحقيقي |

# قائمة الرموز

| الرموز | تفاصيل الرموز |
|---|---|
| $L_L$ | طول الهويس (م) |
| $L_W$ | عرض الهويس (م) |
| $MAH_N$ | أكبر شحنة صافية يمكن للمحطة الكهرومائية |

| | |
|---|---|
| | أن تعمل عندها (م) |
| $MAQ_{BH}$ | التصريف التصميمي للمحطة والناظم معاً (م$^3$\ثا) |
| $MAQ_H$ | أكبر تصريف ممكن امراره عبر المحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا) |
| $MAQ_{HH}$ | أكبر تصريف يقابل الشحنة الصافية المتوفرة ويمر خلال أي وحدة توليد واحدة للمحطة (م$^3$\ثا). |
| $MAQ_{HO}$ | أكبر تصريف ممكن امراره عبر وحدة واحدة من الوحدات الأربع للمحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا) |
| $MAQ_{HTH}$ | أكبر تصريف ممكن امراره عبر ثلاث وحدات من الوحدات الأربع للمحطة (م$^3$\ثا) |
| $MAQ_{HTW}$ | أكبر تصريف ممكن امراره عبر وحدتين من الوحدات الأربع للمحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا) |
| $MB_{D1}$ | اكبر مقدار للجزء الغاطس من قارب نقل البضائع عند الظروف الاعتيادية (م) |
| $MB_{D2}$ | اكبر مقدار للجزء الغاطس من قارب نقل البضائع عند الظروف الدنيا (م) |
| $MB_L$ | أقصى طول لقارب نقل البضائع يمكنه المرور عبر الهويس (م) |
| $MB_{W1}$ | القيمة العظمى لوزن قارب نقل البضائع التي تقابل $MB_{d1}$ (طن) |
| $MB_{W2}$ | القيمة العظمى لوزن قارب نقل البضائع التي تقابل $MB_{d2}$ (طن) |
| $MB_{WD}$ | أقصى عرض لقارب نقل البضائع يمكنه المرور عبر الهويس (م) |
| MIDSWL | أوطأ منسوب للمياه مؤخر الناظم الرئيس تعمل عنده المحطة الكهرومائية (م) |
| $MIH_N$ | أصغر شحنة صافية يمكن للمحطة الكهرومائية أن تعمل عندها (م) |

## قائمة الرموز

| الرموز | تفاصيل الرموز |
|---|---|
| $MIQ_H$ | أصغر تصريف ممكن امراره عبر المحطة الكهرومائية (م$^3$\ثا) |
| $MIQ_{HH}$ | أصغر تصريف يقابل الشحنة الصافية المتوفرة ويمر خلال أي وحدة توليد واحدة للمحطة (م$^3$\ثا). |
| $MP_D$ | أقصى مقدار للجزء الغاطس من قارب القطر (م) |
| $MP_H$ | أقصى قدرة لقارب القطر (قدرة حصانية) |
| $MP_L$ | أقصى طول لقارب القطر (م) |
| $MP_{WD}$ | أقصى عرض لقارب القطر (م) |

| | |
|---|---|
| MSSE | معدل مجموع مربعات الأخطاء |
| n | عدد البوابات المشغلة في الناظم |
| $n_M$ | أدنى عدد يجب تشغيله من البوابات |
| $N_R$ | عدد القيم الحقلية |
| $N_U$ | عدد الوحدات المشغلة |
| $O_I$ | القيمة الحقلية |
| P | القدرة الكهربائية المنتجة (ميكا واط) |
| $P_D$ | مقدار الجزء الغاطس من قارب القطر (م) |
| $P_H$ | قدرة قارب القطر (قدرة حصانية) |
| $P_L$ | طول قارب القطر (م) |
| $P_N$ | عدد قوارب القطر |
| $P_{NH}$ | عدد طوابير قارب القطر |
| $P_{NV}$ | عدد قوارب القطر في كل طابور |
| $P_{SL}$ | مسافة الامان لقارب القطر باتجاه طوله (م) |
| $P_{SW}$ | مسافة الامان لقارب القطر باتجاه عرضه (م) |
| $P_{WD}$ | عرض قارب القطر (م) |
| $Q_B$ | تصريف الناظم الرئيس ($م^3$\ثا) |
| $Q_D$ | التصريف التصميمي للناظم ($م^3$\ثا) |
| $Q_H$ | تصريف المحطة الكهرومائية ($م^3$\ثا) |
| $Q_{HO}$ | التصريف المار عبر وحدة التوليد الواحدة للمحطة الكهرومائية ($م^3$\ثا) |

## قائمة الرموز

| الرموز | تفاصيل الرموز |
|---|---|
| $Q_R$ | التصريف المطلوب امراره في الناظم ($م^3$\ثا) |
| $R^2$ | مربع معامل الارتباط |
| USWL | منسوب الماء مقدم الناظم (م) |
| $V_O$ | سرعة الاقتراب (م\ثا) |