جامعة الملك سعود
قسم علم الإحصاء وبحوث العمليات/ علم الإدارة

نظام المحاكاة

Arena

بالأمثلة

تأليف: د. عدنان ماجد عبد الرحمن بري

استاذ علم الإحصاء وبحوث العمليات / علم الإدارة المشارك

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وبعد.

نتج هذا الكتاب من تدريس مادة المحاكاة (2) لطلاب مرحلة البكالريوس في قسم علم الإحصاء وبحوث العمليات بجامعة الملك سعود لسنوات عديدة.

يقوم هذا الكتاب بعرض لغة المحاكاة ARENA عن طريق أمثلة، والتي تعرض على شكل مراحل في حلها، لتعريف الطالب على بناء نماذج محاكاة عن طريق هذا البرنامج.

يحتاج الطالب الذي يدرس هذه المادة، إلى دراسة مادة مقدمة النمذجة والمحاكاة، والتي تدرس في المحاكاة (1) والتي يوجد لها كتاب مستقل قمت بتأليفه سابقا.

تدريس هذه المادة يجب ان يقوم على التدرج في عرض النظام ونمذجته، وذلك بعرض هيكل بسيط أولى للنظام ووضع نموذج على شكل أساسيات Bare Bones ثم إثراء النظام ومن ثم النموذج بتفاصيل أكثر حتى نقترب بقدر المستطاع من النظام الحقيقي في تصرفه.

بناء النماذج والذي هو مادة مستقلة، ولها كتاب قمت بتأليفه، مهم جدا لكي يستطيع الطالب معرفة فن وعلم بناء النماذج والتي هي الأساس في المحاكاة.

هذا وأسأل الله تعالى أن يفيد بهذا الكتاب طلاب العلم من العرب، ويكون إنشاء الله عونا ومدخلا لدراسة كتب بلغات أجنبية في لغات المحاكاة.

إن المكتبة العلمية العربية فقيرة جدا وتحتاج إلى الكثير والكثير من أمثال هذا الكتاب، وإني أهيب بزملائي في الجامعات والكليات العربية إلى نجدة هذه المكتبة. وإني أعتذر عن الكثير من الهفوات النحوية والإملائية الواردة في

الكتاب (وجميع كتبي الاخرى) ولكن إذا ظللنا نخاف من التأليف باللغة العربية لعدم الوقوع في هذه الهفوات فسوف نظل دائما فقراء من ناحية الكتب العلمية.

المؤلف

عدنان ماجد عبدالرحمن بري

استاذ علم الإحصاء وبحوث العمليات/علم الإدارة المشارك

الرياض

ربيع الأول 1425 هـ

أبريل 2004 م

المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة	10
مكونات ARENA	10
أمثلة على العمليات الأساسية	11
مثال 1	11
وحدة ولد (توليد) Create	11
الإستخدامات العادية	11
نافذة خواص Create في طور مخطط الإنسياب	13
نافذة خواص Create في طور صفحة النشر	16
وحدة تخلص (إنهاء) Dispose	19
الإستخدامات العادية	19
نافذة خواص Dispose في طور مخطط الإنسياب	19
نافذة خواص Dispose في طور صفحة النشر	19
وحدة الكائن Entity	21
نافذة التجهيز Setup	23
الإجراء	25
التقرير	25
مثال 2	28
وحدة العملية Process	28
الإستخدامات العادية	28
نافذة خواص Process في طور مخطط الإنسياب	29
نافذة خصائص Process في طور صفحة النشر	34
نافذة حوار الموارد لوحدة العملية Process– Resources Dialog	38
وحدات البيانات Data Modules	41
وحدة المورد Resource Module	41
وحدة الطابور Queue Module	41
الرسوم المتحركة	45
مثال 3	52
وحدة القرار Decide Module	52
الإستخدامات العادية	52
نافذة خواص Decide في طور مخطط الإنسياب	53
نافذة خصائص Decide في طور صفحة النشر	54
مثال 4	65
وحدة أسند Assign Module	65
الإستخدامات العادية	65

نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب 65
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 66
مثال 5 74
وحدة حزم Batch Module 74
الإستخدامات العادية 74
نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب 75
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 76
وحدة فصل Separate Module 77
الإستخدامات العادية 78
نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب 78
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 79
وحدة تسجيل Record Module 87
الإستخدامات العادية 87
نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب 87
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 89
وحدة توقيت Schedule Module 91
إستخداماتها 91
وحدة المجموعة Set Module 92
إستخداماتها 92
وحدة متغير Variable Module 92
إستخداماتها 93
العمليات المتطورة 94
وحدات مخطط الإنسياب Flowchart Modules 94
وحدة تأخير Delay Module 94
إستخداماتها 94
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 94
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 95
وحدة إسقاط (إيداع) Dropoff Module 96
إستخداماتها 96
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 96
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 97
وحدة إمساك (منع) Hold Module 98
إستخداماتها 98
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 98
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 99
وحدة تطابق Match Module 100
إستخداماتها 100

نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 100
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 101
وحدة إلتقاط Pickup Module 102
إستخداماتها 102
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 102
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 103
وحدة قراءة وكتابة ReadWrite Module 103
إستخداماتها 103
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 103
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 105
وحدة إطلاق (فك) Release Module 106
إستخداماتها 106
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 107
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 108
وحدة إزالة Remove Module 108
إستخداماتها 108
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 108
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 109
وحدة إمساك (أخذ) Seize Module 110
إستخداماتها 110
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 110
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 113
وحدة بحث Search Module 114
إستخداماتها 114
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 114
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 115
وحدة الإشارة Signal Module 116
إستخداماتها 116
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 116
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 116
وحدة تخزين Store Module 116
إستخداماتها 117
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 117
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 117
وحدة إخرج مخزون Unstore Module 118
إستخداماتها 118
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب 118

نافذة الخصائص في طور صفحة النشر 118
وحدات البيانات المتطورة 119
وحدة المجموعات المتطورة Advanced Set Module 119
وحدة تعبير Expression Module 119
وحدة فشل Failure Module 120
وحدة ملف File Module 120
وحدة مجموعة حالة StateSet Module 120
وحدة إحصاء Statistic Module 120
وحدة تخزين Storage Module 120
الوحدات المتقدمة Advanced Modules 121
وحدات القوالب Blocks (من مكونات لغة SIMAN) 121
وحدات العناصر Elements (من مكونات لغة SIMAN) 122
وحدات الحزم Packaging 122
حالات دراسة Case Studies 123
طابور الصف الواحد 123
أحمد وبكر للخدمة السريعة 132
خدمات الإسعاف 134
محاكاة ورشة تصليح تلفزيون 141
كم تستغرق مكالمة 100 شخص 144
محاكاة بنك 151
وحدة محطة Station Module 153
وحدة مسار Route Module 154
تحليل المدخلات في Arena 157
حالة دراسة 168
مشكلة إتصالات 168
ملحق 1 : العمال 179
ملحق 2: الدوال الرياضية 180
ملحق 3: متغيرات تراكيب SIMAN 182
ملحق 4: جدول مختصر للمتغيرات 184
ملحق 5: مكتبة الرسومات 201

إهداء:

إلى المكتبة العلمية العربية

ذلك المحيط الجاف

أهدي هذه القطرة.

مقدمة:

تختص Arena في تحليل و نمذجة ومحاكاة العمليات Process Analysis, Modeling and Simulation لدعم قرارات الأعمال Business Decision Support.

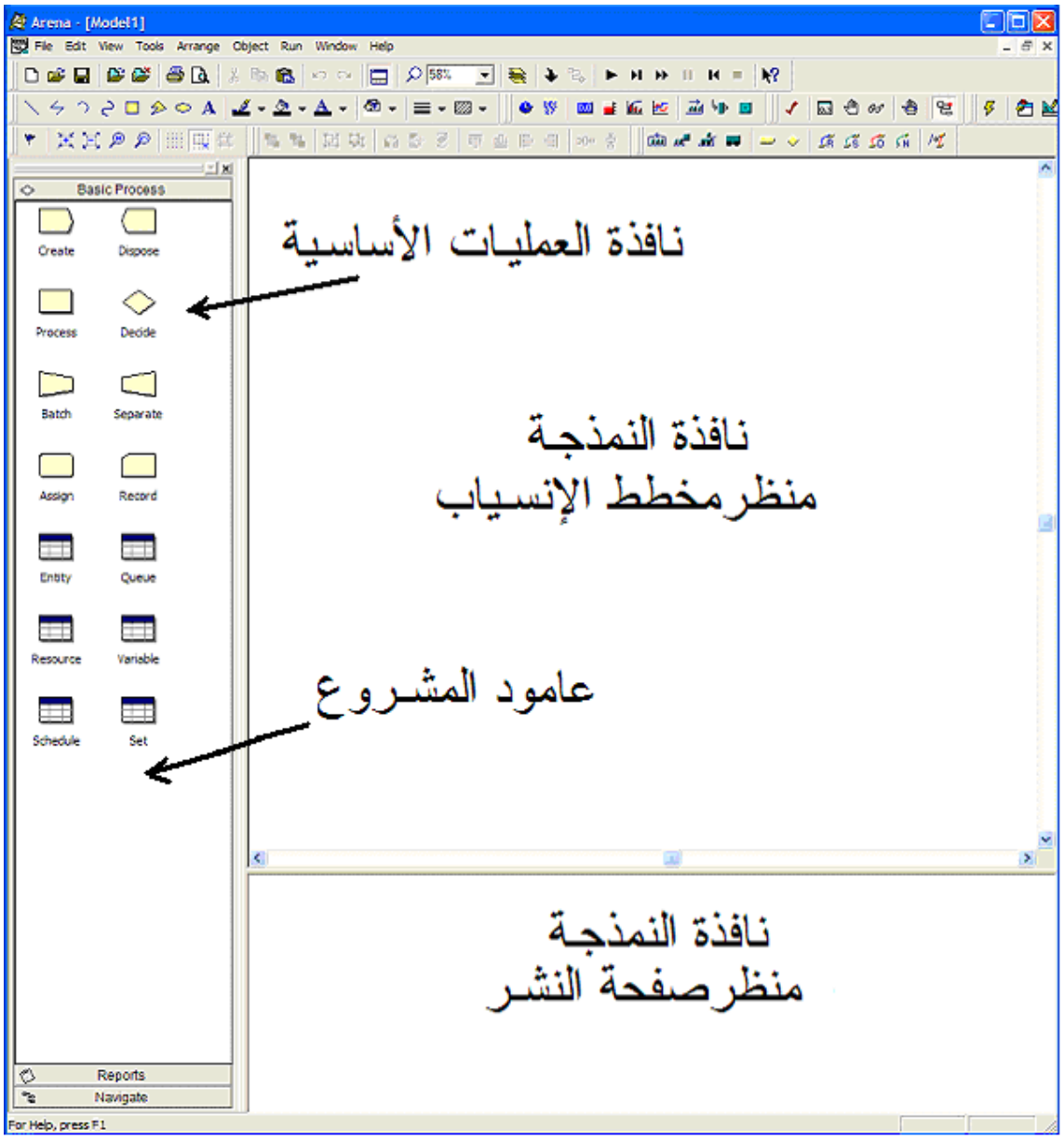
والعملية Process هي أي إجراء أو عمل يتم على كائن في النظام بواسطة مورد Resource من موارد النظام.

والكائنات هي أشياء حركية تتفاعل مع مكونات النظام ومع بعضها البعض وتقوم بإستخدام موارد النظام. وقد يكون هناك أكثر من نوع واحد من الكائنات في النظام الواحد.

تقوم Arena بنمذجة العمليات وذلك بمتابعة كائنات تمر بمراحل من العمليات في النظام .

مكونات Arena:

شغل برنامج Arena فتظهر نافذة النمذجة منظر مخطط الإنسياب والتي يتم فيه إدخال النموذج على شكل مخطط إنسياب ونافذة النمذجة منظر صفحة النشر ويظهر فيه خواص مكونات النموذج على شكل صفحة نشر وعامود المشروع Project Bar ويحوي على لوحة العمليات الأساسية Basic Process Panel ولوحة التقارير Reports Panel ونافذة التجوال Navigate Panel كمايمكن إضافة لوحات اخرى بالضغط بزر الفارة الأيمن داخل عامود المشروع فتظهر نافذة حوار أختار منها ...Attach فتظهر قائمة من الملفات تحوي لوحات متطورة مثل العمليات المتطورة Advanced Process Panel ولوحة القوالب Blocks Panel ولوحة العناصر Elements Panel وغيرها.


Arena - [Model1]
File Edit View Tools Arrange Object Run Window Help
Basic Process
Create
Dispose
Process
Decide
Batch
Separate
Assign
Record
Entity
Queue
Resource
Variable
Schedule
Set
Reports
Navigate
For Help, press F1
نافذة العمليات الأساسية
نافذة النمذجة
منظرمخطط الإنسياب
عامود المشروع
نافذة النمذجة
منظرصفحة النشر

أولا: أمثلة على العمليات الأساسية:

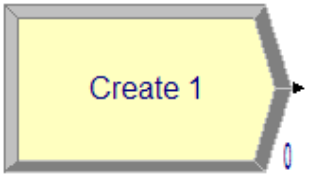
مثال 1:

سوف نبدأ ببناء نموذج أولي بسيط ثم نزيده تفاصيل أكثر حتى نصل إلى إستعراض معظم مكونات Arena.

لبناء نموذج نحتاج إلى توليد الكائنات التي تتفاعل في النظام ومن ثم نحتاج إلى التخلص من هذه الكائنات.

لتوليد كائنات نستخدم وحدة Create Module وللتخلص منها نستخدم الوحدة Dispose Module

وحدة ولد (توليد) Create Module



يتم توليد الكائنات بوحدة Create Module إسم الوحدة يكتب في داخلها وفي الطرف الأيمن السفلي يوجد عدد التوليد (ويظهر حاليا صفر) كما يوجد مخرج واحد من الوحدة ( ) .

نحصل على هذة الوحدة من سحب أيقونتها من نافذة العمليات الأساسية Basic Process والتي توجد في برنامج Arena وهذه النافذة تختص بالعمليات الأساسية والتي تعتبر أهم وأول العمليات في Arena والأكثر شيوعا في معظم الأنظمة.

تتولد الكائنات بناء على موقت Schedule او على ازمنة مابين توليد Inter Creation Time (ICT). وتتحرك الكائنات في النظام لتتم عليها عملية أو عمليات مختلفة. ويتحدد نوع الكائن أثناء توليده في هذه الوحدة.

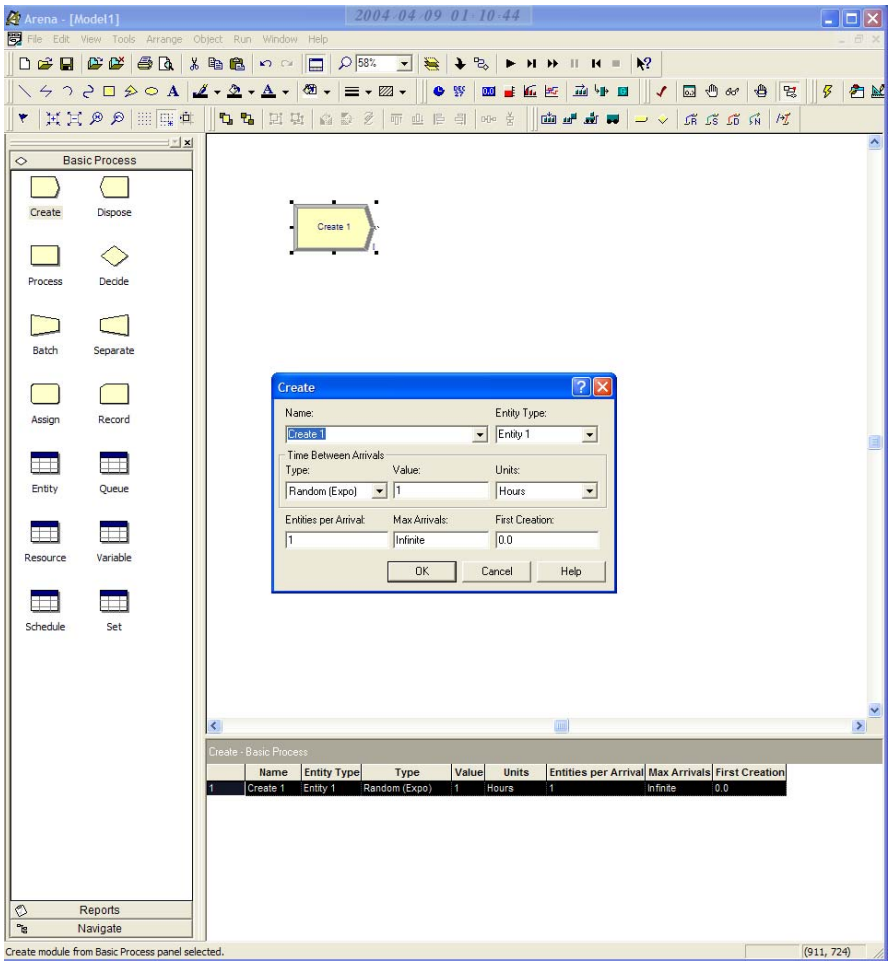
وتستخدم الوحدة Create غالبا كالتالي:

- كبداية لإنتاج قطعة في خط تصنيع.
- وصول وثيقة (مثل طلب أو أمر صرف أو إستمارة الخ) لعملية تجارية.
- وصول زبون لعملية خدمة (مثل مطعم أو بنك أو بقالة أو موظف إعلام الخ).

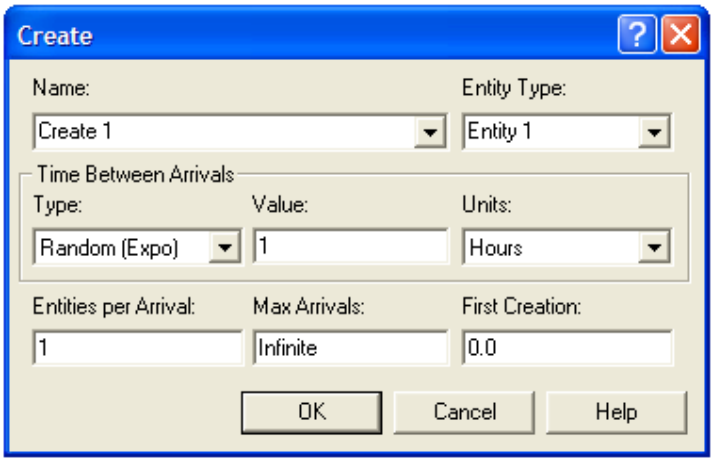
لإظهار نافذة خواصها نسحب وحدة Create ونضغط عليها بالفارة مرتين

فتظهر نافذة خواص Create التالية

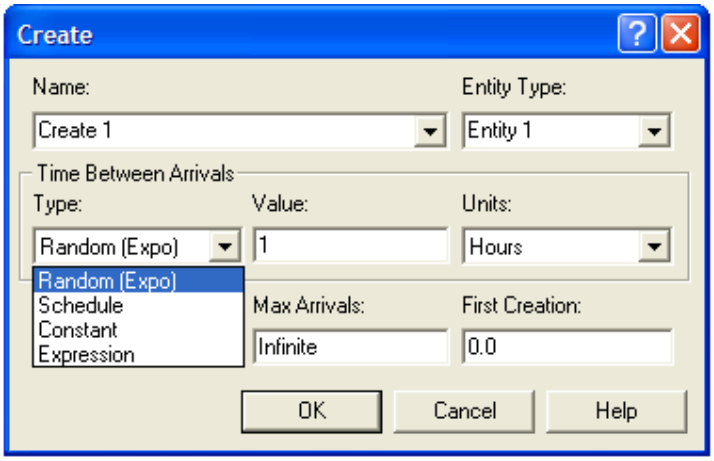
نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب:



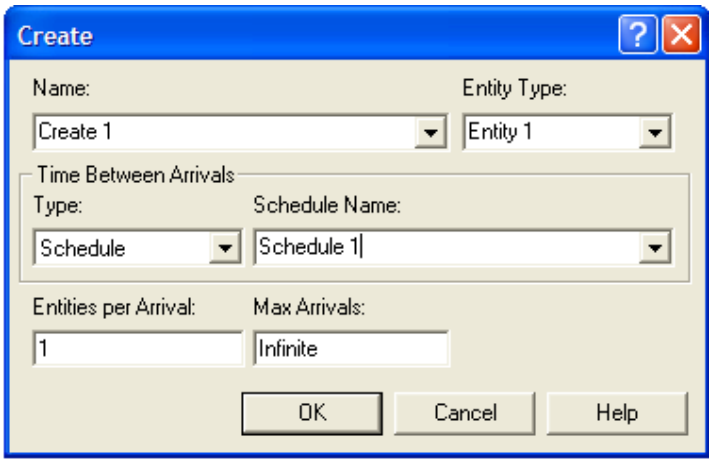
والتي نكبرها في الشكل التالي:



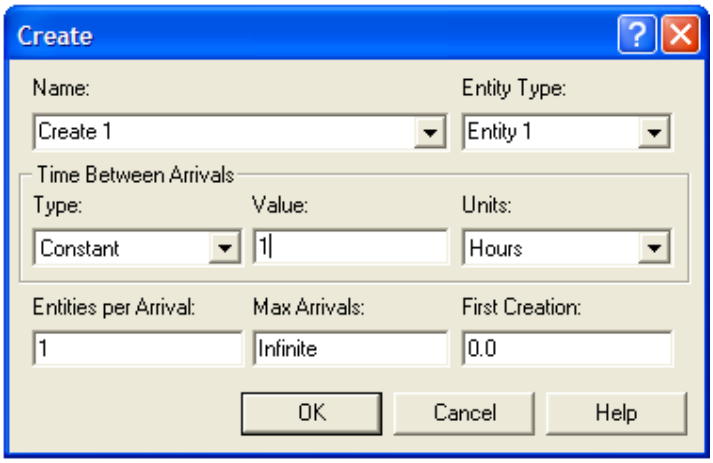
نافذة حوار نوع Type عشوائي Random(Expo)



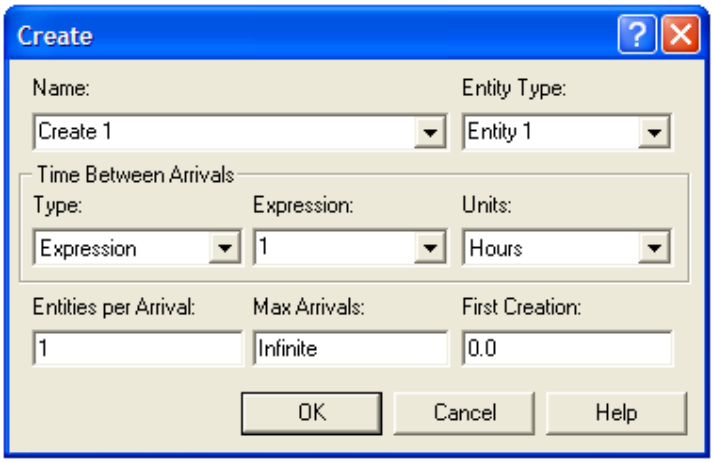
نافذة حوار نوع Type توقيت (جدولة) Schedule



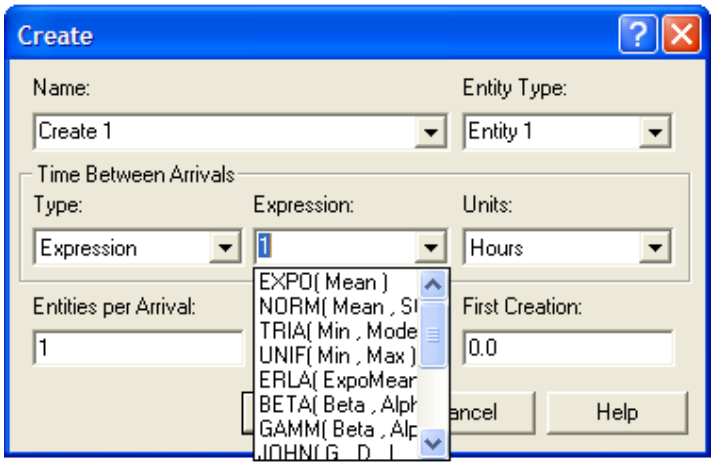
نافذة الحوار نوع Type ثابت Constant



نافذة حوار نوع Type تعبير Expression

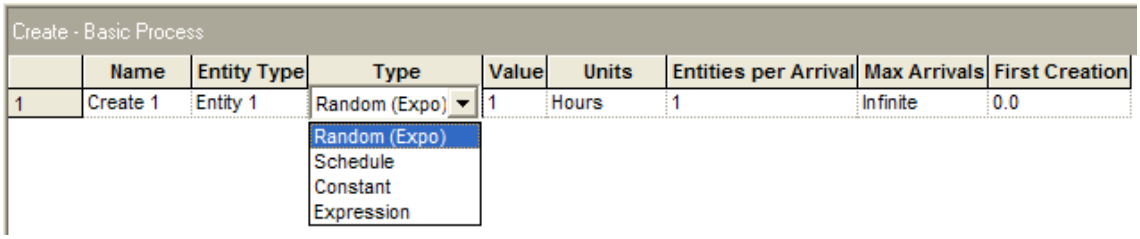


نافذة حوار نوع Type تعبير Expression تعبير Expression

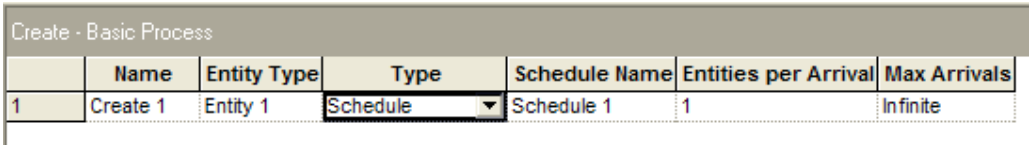


نافذة الخواص في طور صفحة النشر:

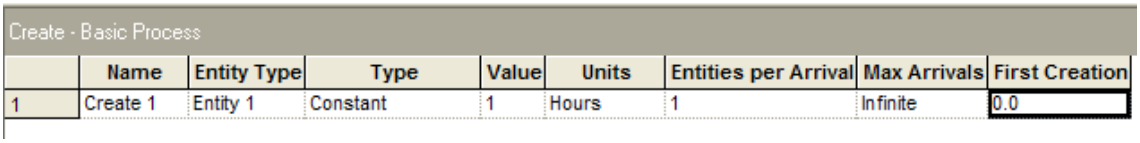
نافذة حوار نوع Type عشوائي Random(expo)



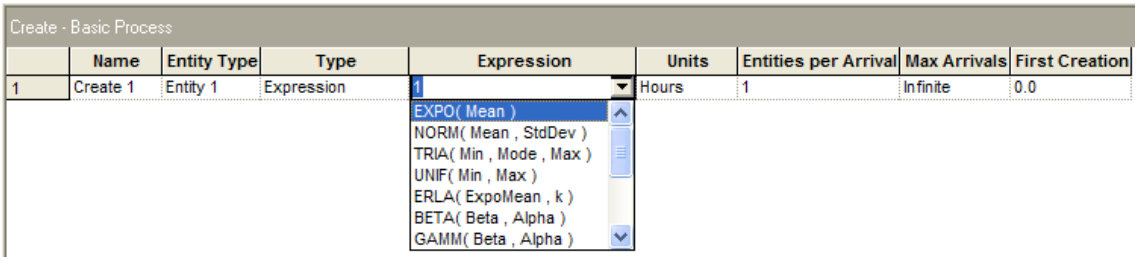
نافذة حوار نوع Type توقيت (جدولة) Schedule



نافذة الحوار نوع Type ثابت Constant



نافذة حوار نوع Type تعبير Expression

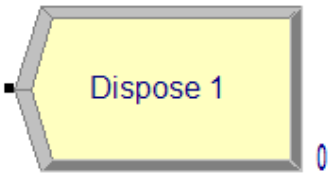


ونفصل نوافذ الخصائص كالآتي:

المطلوب	الوصف
إسم Name	وهو معرف للوحدة Module Identifier وحيد لايتكرر ويظهر على شكل الوحدة.
نوع الكائن Entity Type	إسم الكائن الذي سيولد.
نوع Type	نوع "سيل الوصول" Arrival Streem الذي سيولد ويشمل "عشوائي" Random أو "موقت" Schedule أو "ثابت" Constant أو "تعبير" Expression.
قيمة Value	ويستخدم فقط عندما يكون النوع "عشوائي" (فيعطي المتوسط) أو "ثابت" (وتعطى قيمة ثابتة مثل 20).
إسم التوقيت Schedule Name	ويعرف "إسم التوقيت" الذي سيستخدم. "التوقيت" يعرف نمط وصول الكائنات

	للنظام. ويستخدم فقط عندما يكون النوع "توقيت".
تعبير Expression	أي توزيع أو قيمة تحدد "زمن مابين التوليد". ويستخدم فقط عندما يكون النوع "تعبير".
وحدات Units	وحدات الزمن المستخدمة لـ"مابين التوليد" أولـ"زمن أول توليد" First Creation Time ولايستخدم عندما يكون النوع "توقيت".
كائن لكل وصول Entities per Arrival	عدد الكائنات التي ستدخل النظام عند كل توليد.
أقصى وصول Max Arrival	أقصى عدد للكائنات التي ستولد. وعندما يصل عدد الكائنات المولدة لهذا الرقم يتوقف التوليد.
أول توليد First Creation	زمن البدئ لتوليد أول كائن يدخل النظام. ولايستخدم عندما يكون النوع "توقيت".

وحدة تخلص (إنهاء) Dispose Module

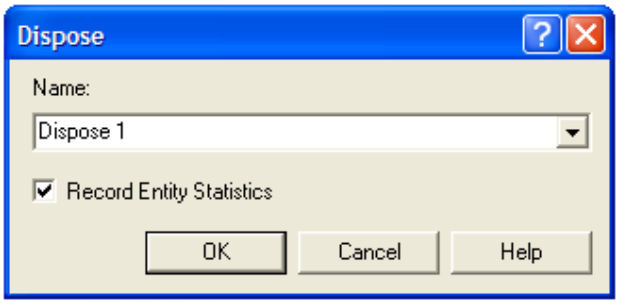


وتستخدم هذه الوحدة لإنهاء وجود الكائن في النظام بعد إتمام مهامه.

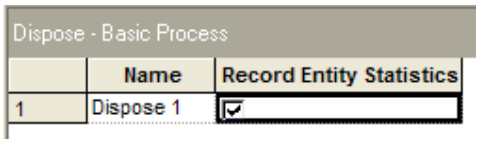
ويستخدم غالبا:

- أجزاء مصنعة تغادر المصنع للسوق.
- إنهاء عملية تجارية.
- زبائن يغادرو بقالة.

ونافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب:



ونافذة الخواص في طور صفحة النشر:

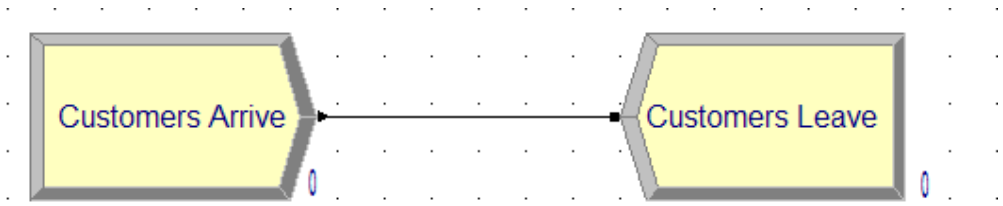


وتحوي:

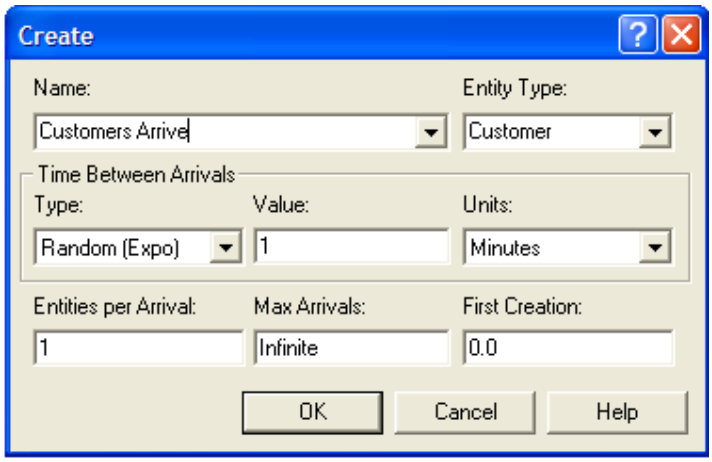
المطلوب	الوصف
إسم Name	إسم وحيد لتعريف الوحدة وتظهر على شكل الوحدة.

سجل إحصاءات الكائن Record وتحدد فيما إذا كانت إحصاءات الكائن Entity Statistics القادم تسجل أولا.

سوف نقوم في هذا المثال بإستعراض الوحدتين Create و Dispose. لزبائن يصلو ويغادرو نظام ما



ننظر إلى نافذة خواص Create بطور مخطط الإنسياب:



لاحظ إسم Name وحدة التوليد Customers Arrive ونوع الكائن Entity Type هو Customer زمن مابين الوصول Time Between Arrivals نوعه Type هو Random (Expo) وقيمة متوسط زمن مابين الوصول للتوزيع الأسي Value هي 1 ووحدات الزمن Units هنا دقائق Minutes عدد الكائنات التي تولد عند كل حدث وصول Entities per Arrival هنا 1 وأقصى عدد

للكائنات التي تصل Max Arrival هنا لانهائي Infinite وزمن أو توليد (وصول) First Creation هنا 0.0

ننظر إلى نافذة خواص Create بطور صفحة النشر:

Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
1	Customers Arrive	Customer	Random (Expo)	1	Minutes	1	Infinite	0.0

هذا النموذج البسيط جدا لايحوي سوي كائنات تصل وتغادر. سوف ننظر إلى أحد وحدات البيانات Data Modules وهي

وحدة الكائن Entity Module

بالضغط على وحدة الكائن في عامود المشروع تحت نافذة العمليات الأصلية

والذي له الشكل يظهر في نافذة النموذج (منظر صفحة النشر) السطر التالي:

Entity - Basic Process

	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
1	Customer	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	☑

Double-click here to add a new row.

ولتوضيحه نقسمه إلى سطرين

Entity - Basic Process

	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost
1	Customer	Picture.Report	0.0	0.0	0.0

Double-click here to add a new row.

Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
0.0	0.0	0.0	☑

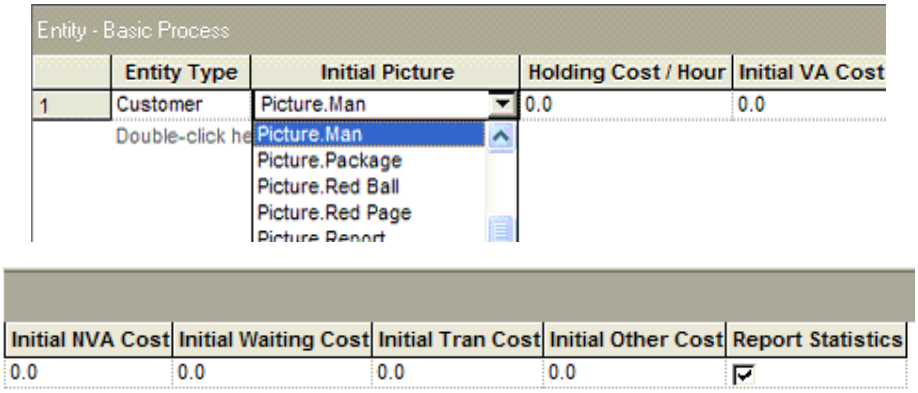
ووحدة الكائن تعرف مختلف أنواع الكائنات وصورها الأولية وتكلفة تعطيلها وتكلفة القيمة المضافة الأولية وقيمة القيمة غير المضافة الأولية وتكلفة الإنتظار

الأولي وتكلفة الإنتقال الأولى وأي تكاليف أولية اخري كما نستطيع تحديد إذا أردنا تسجيل إحصاءات أم لا.

ويستخدم عادة:

- قطع تنتج في مصنع.
- مستندات في مكتب.
- زبائن في بنك.

للنموذج البسيط وحدة بيانات الكائن تختار بالضغط على ويظهر في نافذة النمذجة (صفحة النشر) التالي (قسمت جزئين للتوضيح):



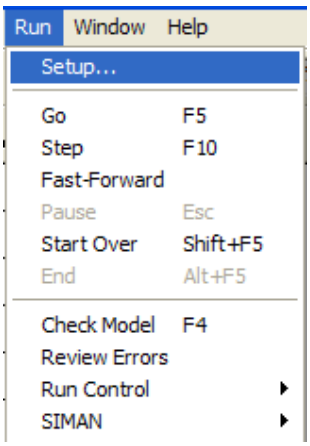
لاحظ في هذا الطور نستطيع إدخال بيانات عن الكائن المتولد مثل إعطائة صورة أولية Initial Picture (هنا أخترنا صورة رجل Picture Man) كما يمكن إدخال التكلفة في الساعة للتعطيل Holding Cost/Hour والقيمة الأولية المضافة Initial VA Cost والقيمة الأولية غير المضافة Initial NVA Cost وتكلفة الإنتظار الأولية Initial Waiting Cost وتكلفة النقل الأولية Initial Tran Cost وأي تكلفة أولية Initial Other Cost (لاحظ ان هذة القيم يمكن أن تتغير بواسطة تعبير أو متغير أثناء المحاكاة أوبواسطة وحدة أسند Assign

(Module) وأخير إذا أردنا إحصاءات عن هذه الوحدة نؤشر في Report Statistics.

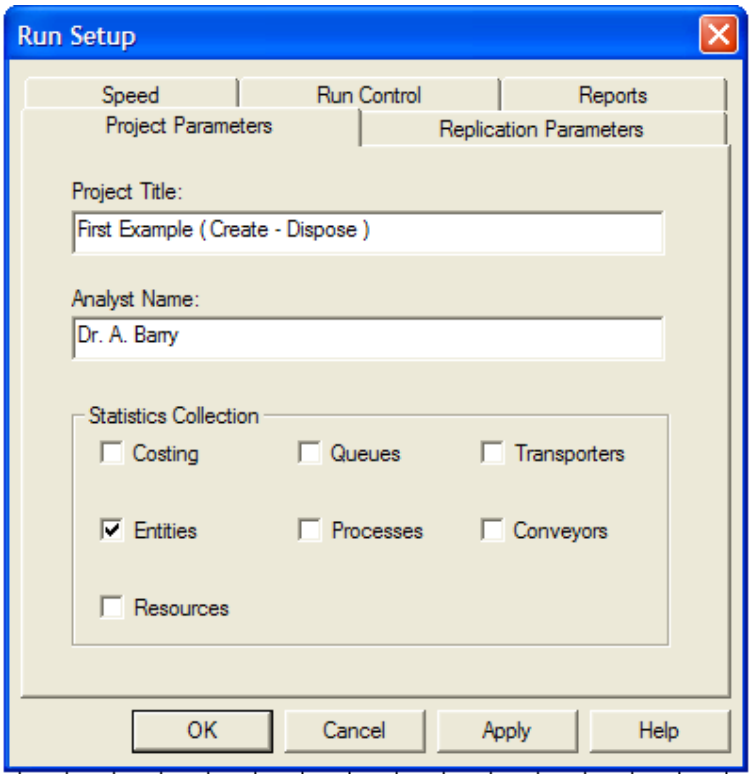
نافذة التجهيز Setup:

قبل إجراء النموذج لابد أن نقوم بتجهيزه كالتالي:

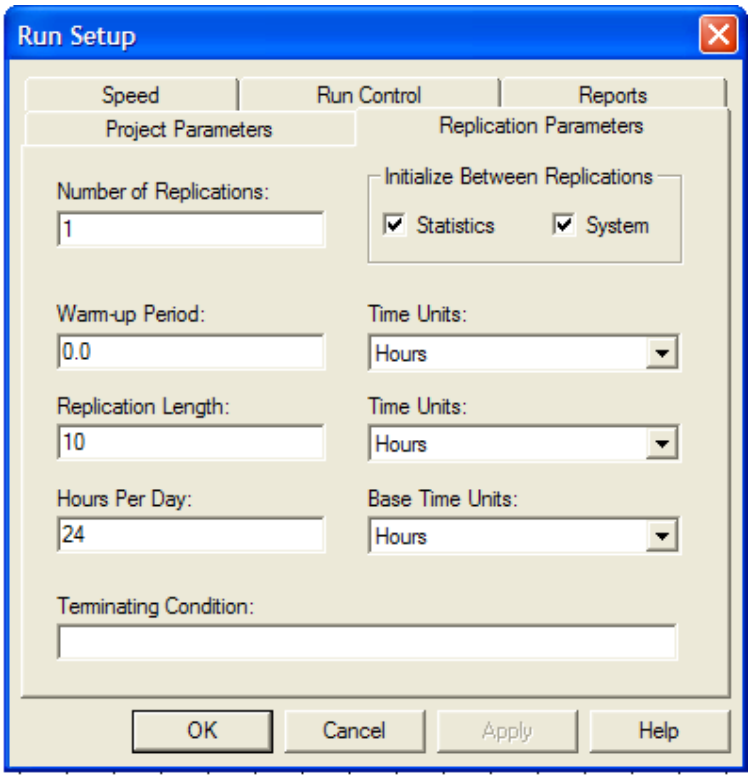
من القائمة الرئيسة نختار Run ثم Setup...



فتظهر نافذة حوار التجهيز



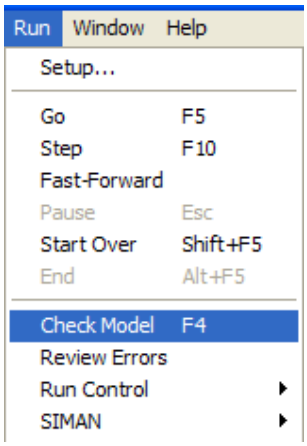
في معالم المشروع Project Parameters أدخلنا عنوان المشروع Project Title وإسم محلل النظام Analyst Name وفي الإحصاءات المجمعة Statistics Collection أخترنا "كائنات" Entities (ليس لدينا سواها في هذا النموذج). في معالم التكرار (عدد مرات إجراء المحاكاة) Replication Parameters



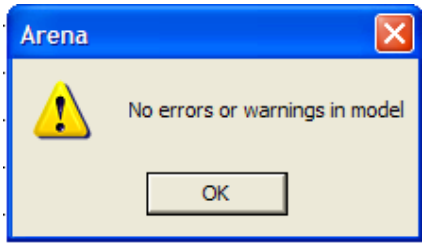
عدد مرات التكرار Number of Replications هنا 1 فترة التحمية (أو التسخين) Warm-up Period هنا 0.0 ووحداتها Time Units بالساعة (فترة التسخين هو الزمن الذي نجري فيه المحاكاة بدون تسجيل أي إحصائيات وذلك تحسبا للفترة الإنتقالية Transient State التي يمر بها النموذج حتى يصل إلى مرحلة التوازن Steady State). طول التكرار Replication Length هنا 10 ساعات. عدد الساعات في اليوم Hours Per Day هنا 24 ووحداته ساعة (الغرض من هذا هو تحديد ساعات يوم العمل مثلا قد يكون 8 ساعات). والوحدة الأساسية للزمن Base Time Units وهنا ساعة Hours . بقية القيم مثل السرعة Speed والتحكم بألإجراء Run Control والتقارير Reports نبقيها في قيمها الإفتراضية Default.

الإجراء:

قبل إجراء المحاكاة نقوم بالتأكد من النموذج وذلك بالضغط على مفتاح F4 أو نختار Run من القائمة الرئيسة ثم Check Model



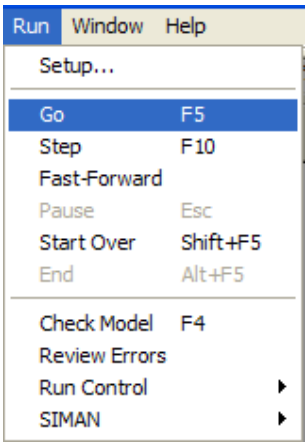
إذا كان النموذج سليم من الناحية المنطقية تظهر النافذة



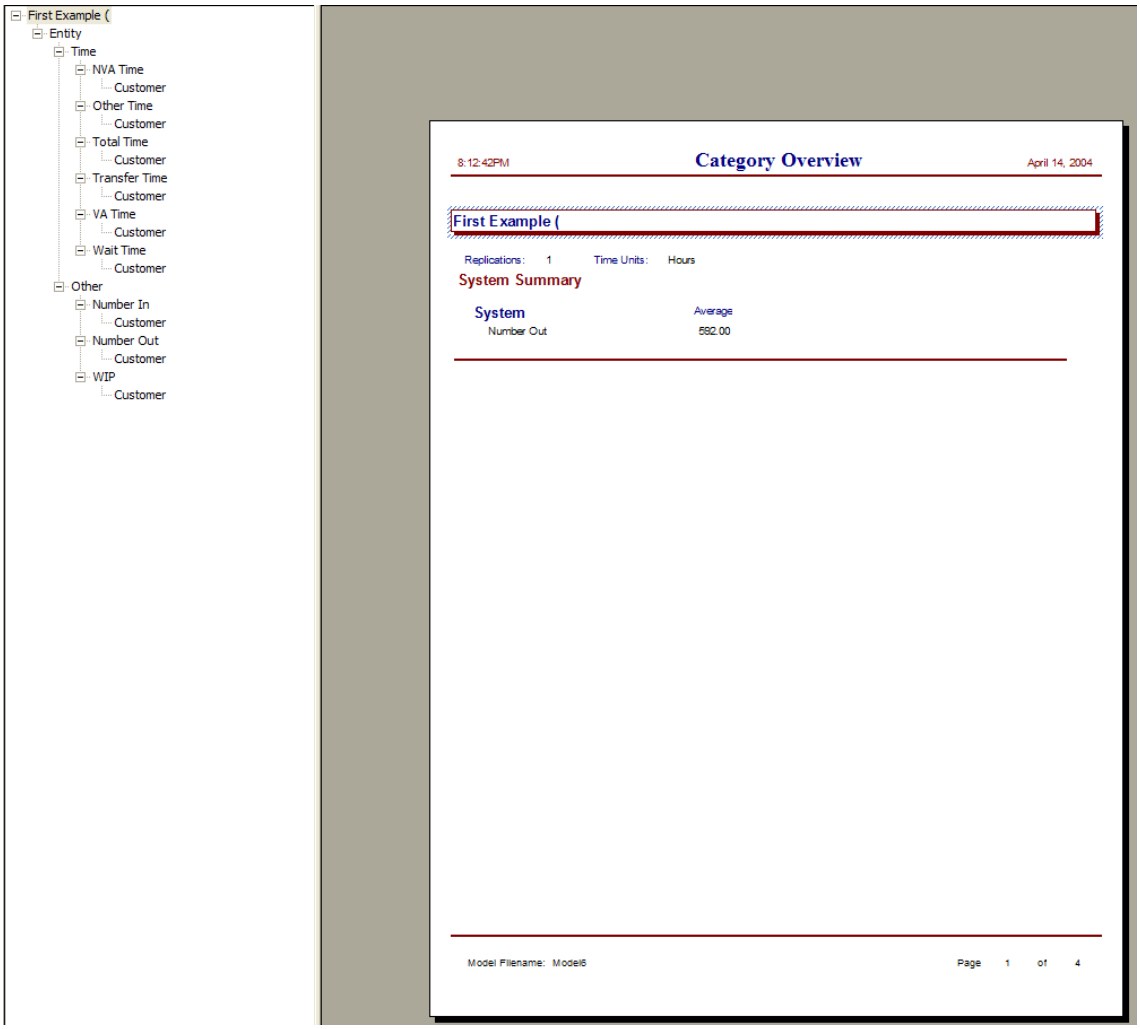
مع الرسالة " لاتوجد أخطاء أو تحذيرات في النموذج"

لإجراء النموذج إما نضغط مفتاح F5 أو على ▶ من قائمة الأدوات القياسية

في القائمة الرئيسة أو من Run ثم Go



التقرير

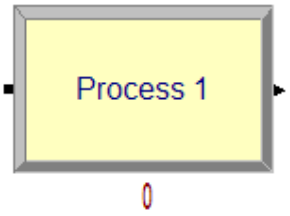


تمرين: يترك للطالب تصفح التقرير وتفسير النتائج.

مثال 2:

سوف نطور النموذج السابق بحيث نجعل في النظام مورد Resource يستخدمه الكائنات عند دخولهم النظام لهذا الغرض نستخدم وحدة العملية Process Module والتي تقوم بعمل ما على أو للكائنات ولها التركيب التالي:

وحدة العملية Process Module:



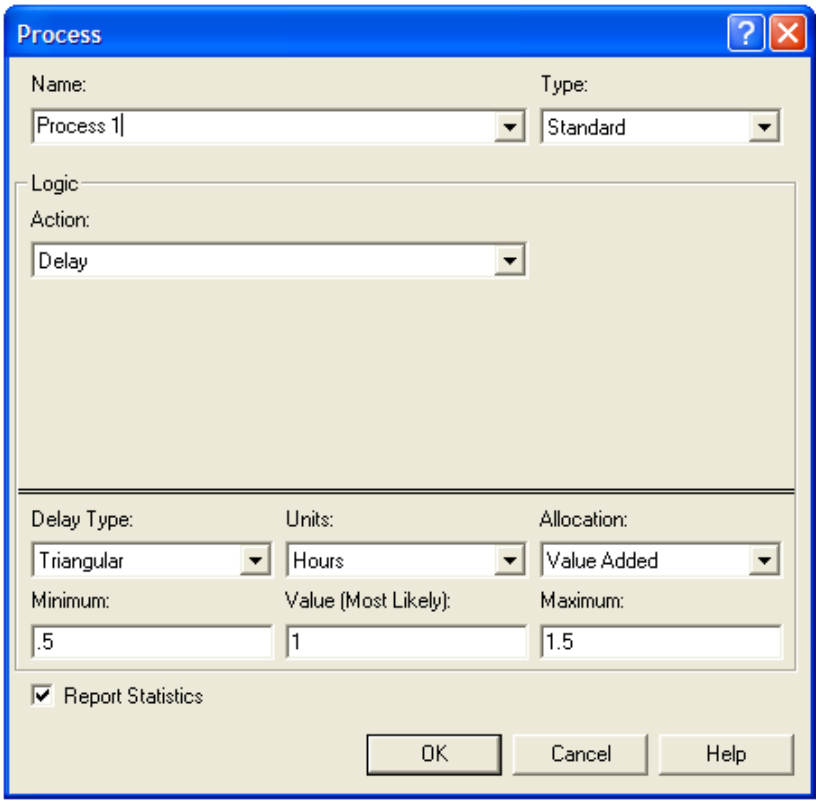
إسم الوحدة يكتب في داخلها ومحتوى الوحدة يكتب في اسفلها وهو حاليا صفر وللوحدة مدخل واحد ( ) ومخرج واحد ( ).

وهذة الوحدة تقوم بالمعالجة أو العمل في المحاكاة وتحوي خيارات لإمساك وترك الموارد المتاحة. كمايوجد بها خيار إستخدام نموذج فرعي Submodel وتحديد التسلسل المنطقي الذي يعطى بواسطة المستخدم Hierarchical User-defined Logic. زمن المعالجة يعطى للكائن في هذه الوحدة ويمكن ان يكون "قيمة مضافة" Value Added (وهذا يعني أن العملية تزيد من قيمة أو ترفع من شأن أو تضيف شيئ إلى الكائن) أو "قيمة غير مضافة" Non-value Added أو "إنتقال" Transfer أو "إنتظار" Wait أو اي "شيئ آخر" Other. التكاليف المترتبة على العمل سوف تضاف للفئة المناسبة.

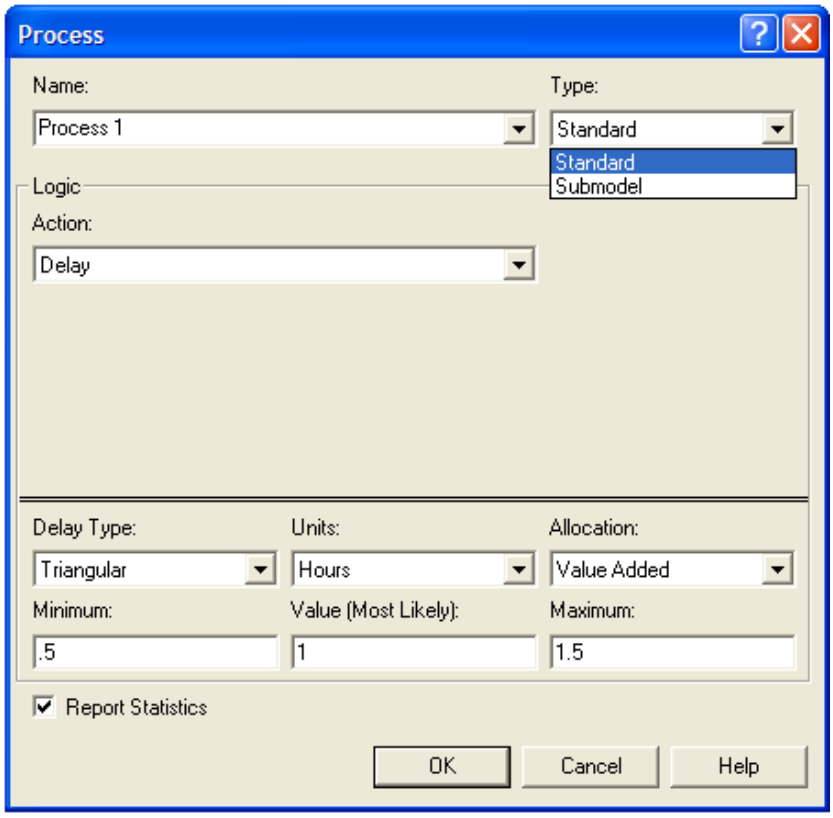
وإستخداماتها تكون غالبا كالتالي:

- معالجة قطعة بآلة.
- مراجعة وثيقة.
- تحقيق طلبات.
- خدمة زبون.

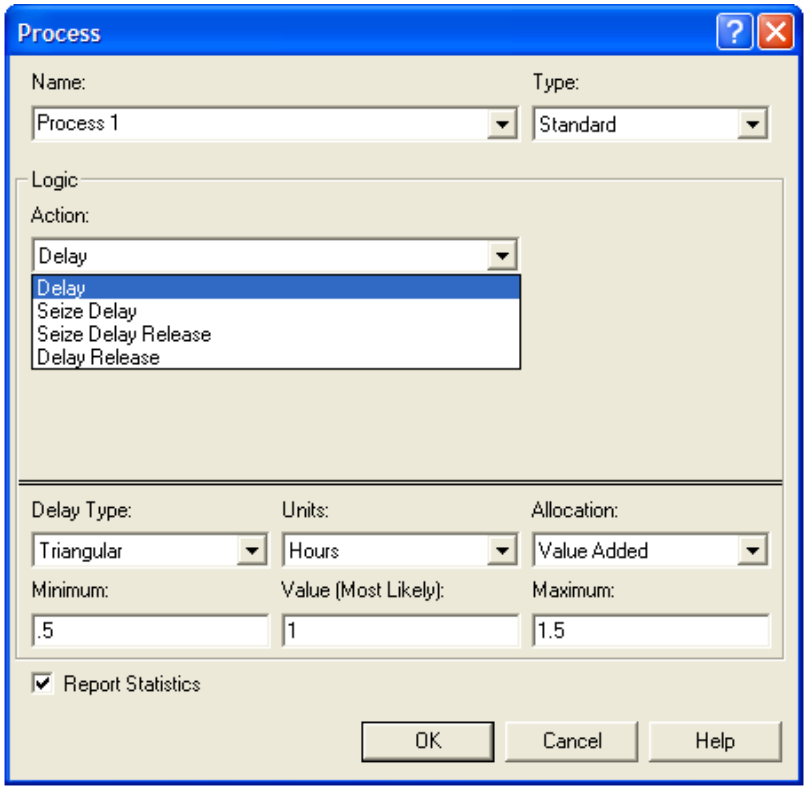
نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب:



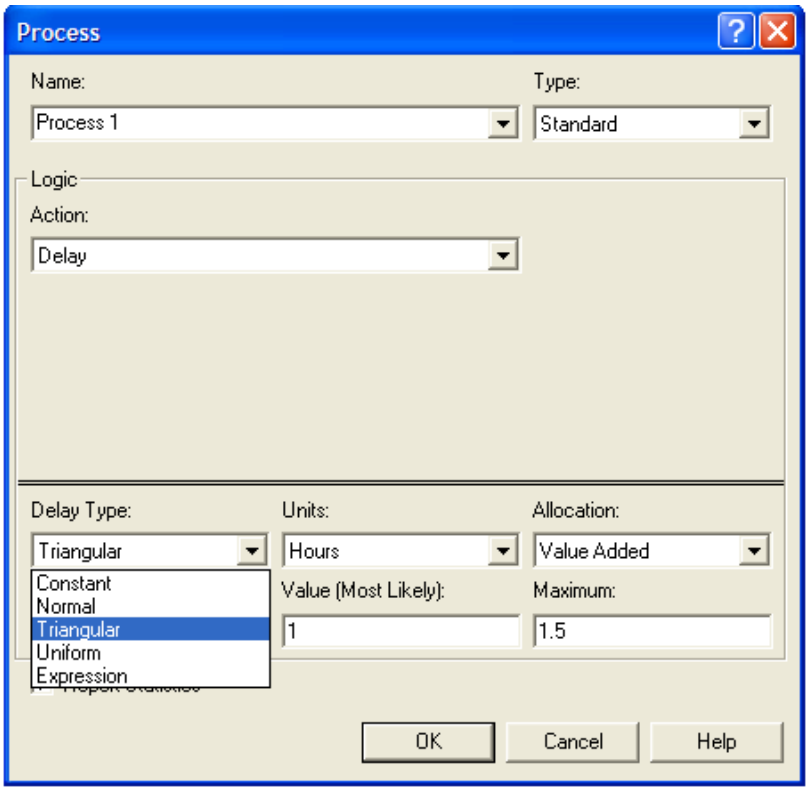
نافذة حوار نوع Type :



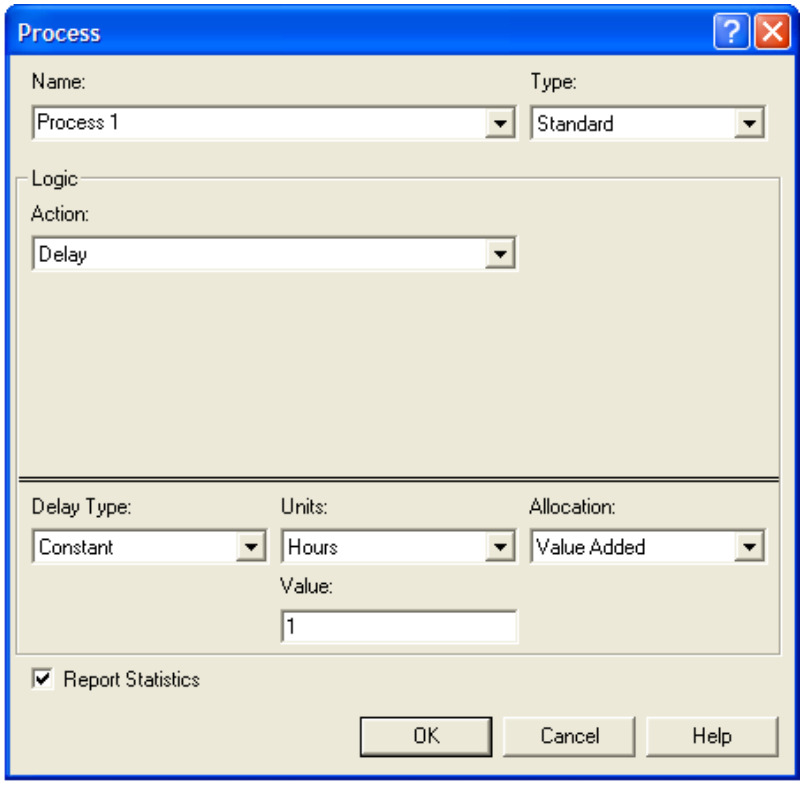
نافذة حوار المنطق Logic تصرف Action :



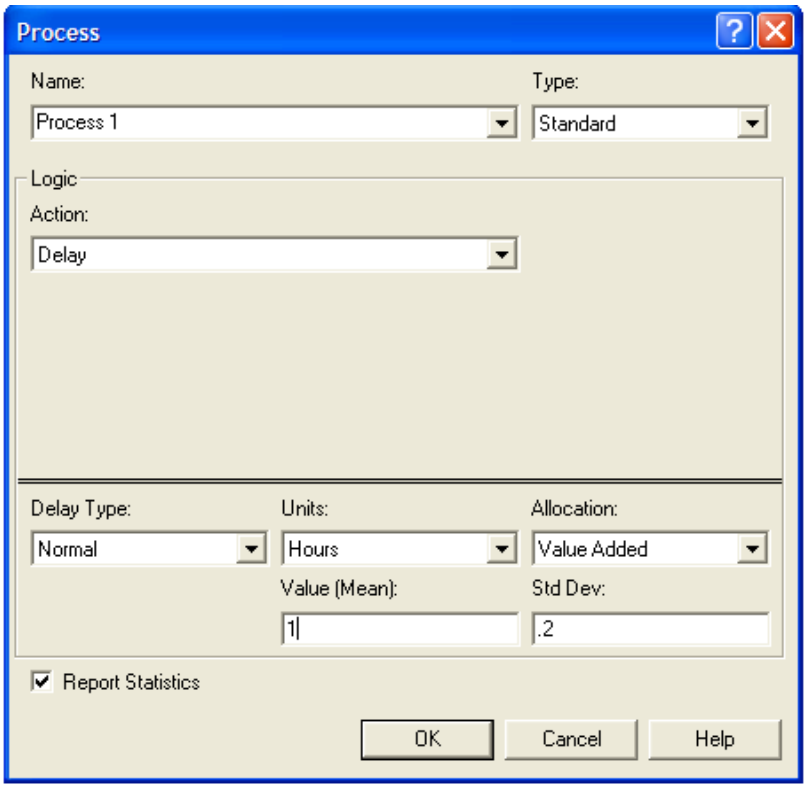
نافذة حوار نوع التأخير Delay Type (توزيع مثلثي Triangular)



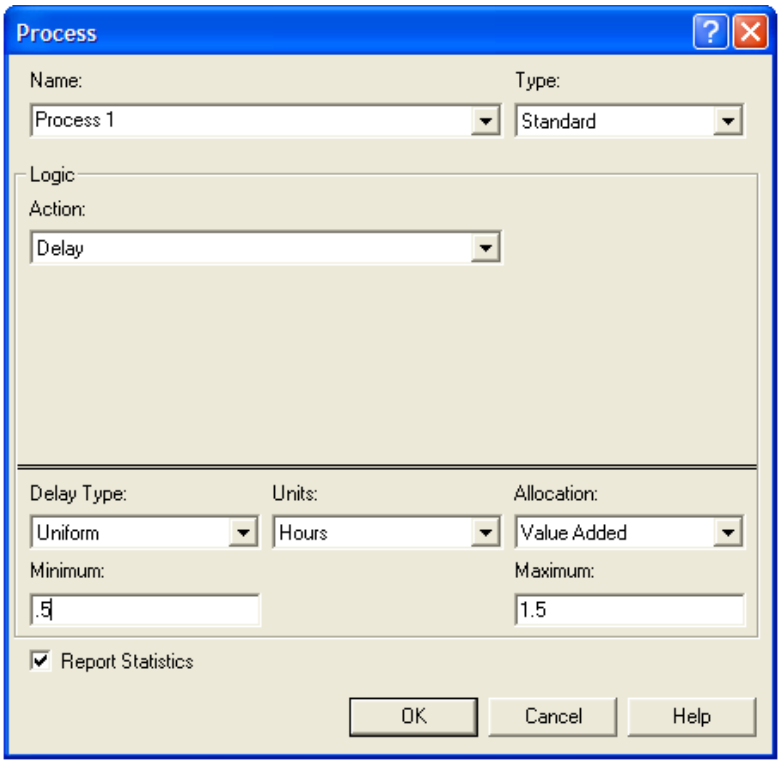
نافذة حوار نوع التأخير Delay Type (ثابت Constant)



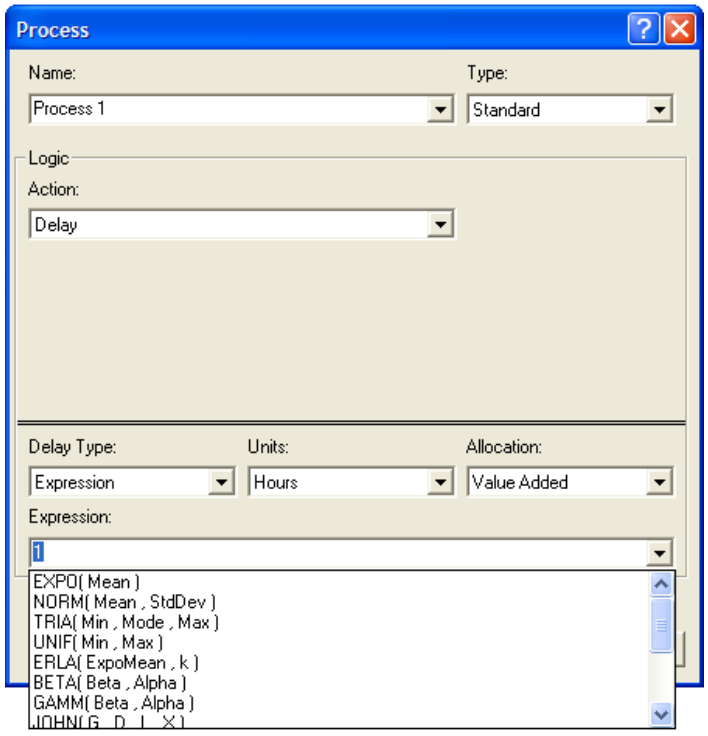
نافذة حوار نوع التأخير Delay Type (طبيعي Normal)



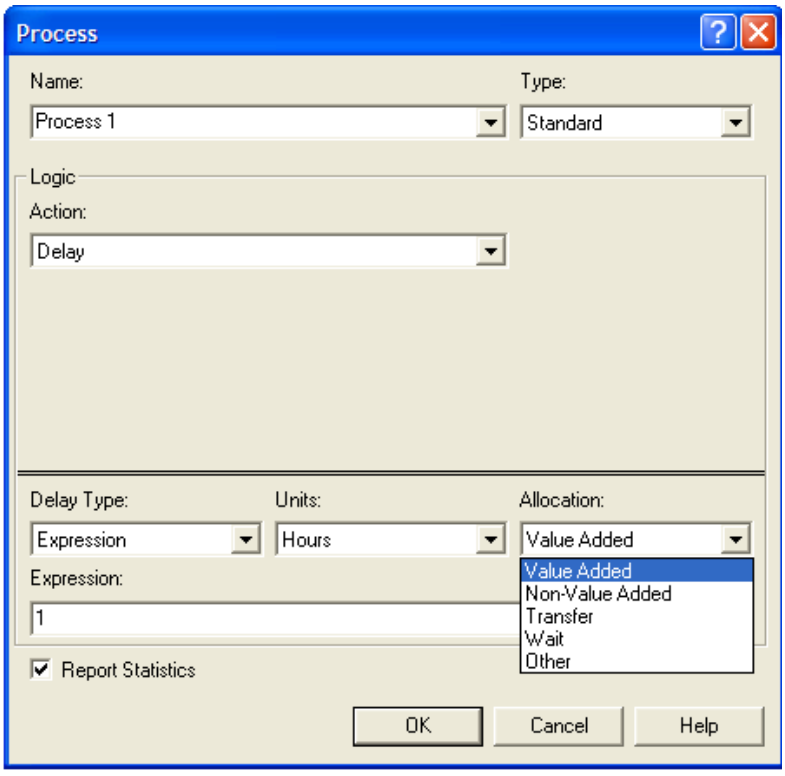
نافذة حوار نوع التأخير Delay Type (متساوي Uniform)



نافذة حوار نوع التأخير Delay Type (تعبير Expression)

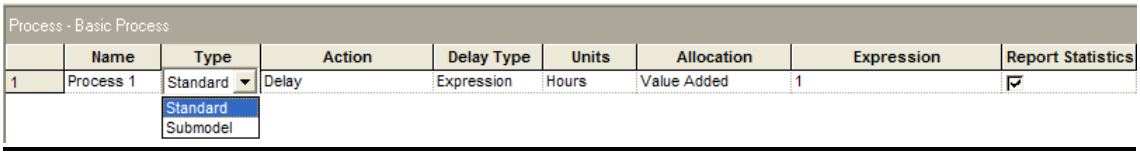


نافذة حوار التعيين Allocation

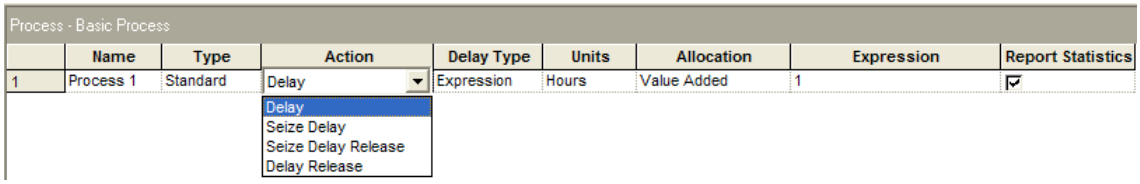


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

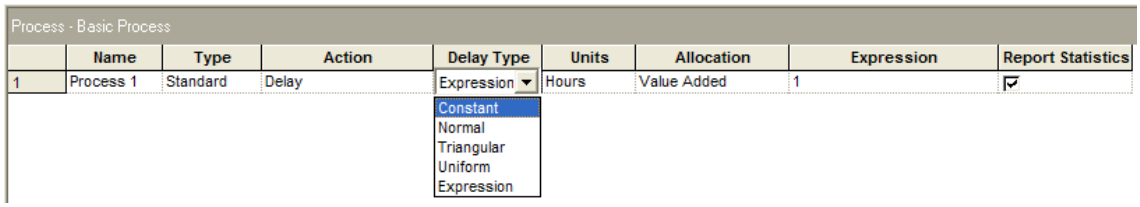
مع نافذة حوار نوع



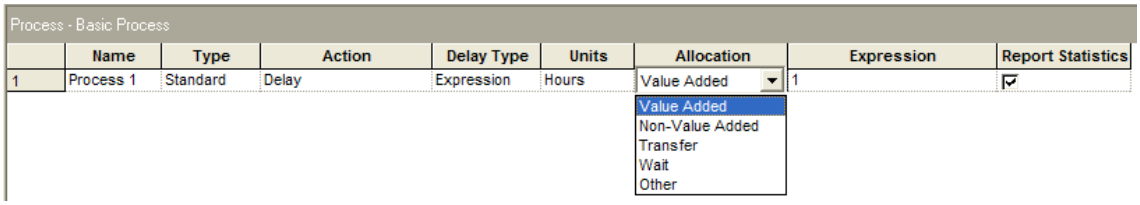
نافذة حوار التصرف



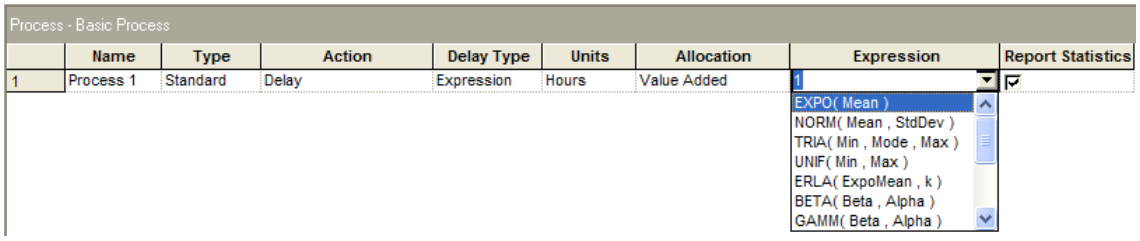
نافذة حوار نوع التأخر (في حالة تعبير)



نافذة حوار التعيين



نافذة حوار تعبير



ونفصل نافذة الخصائص كالآتي:

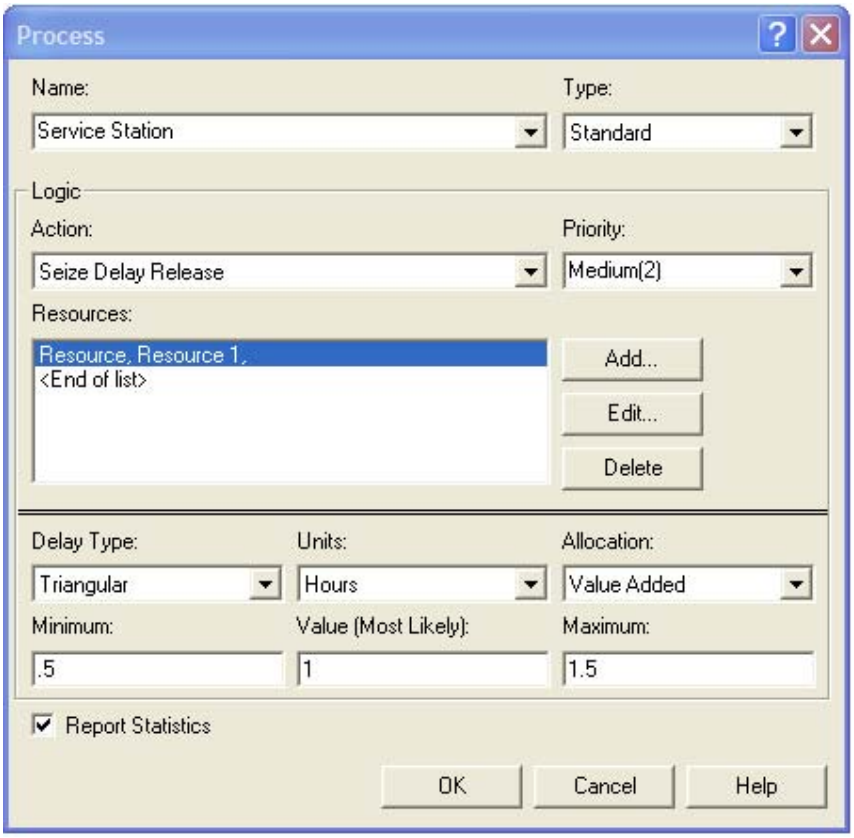
المطلوب	الوصف
إسم Name	وهو معرف للوحدة Module Identifier وحيد لايتكرر ويظهر على شكل الوحدة.
نوع Type	طريقة تحديد المنطق داخل الوحدة. معالجة "قياسية" Standard تحدد ان كل المنطق سوف يخزن داخل وحدة المعالجة ويعرف بواسطة إجراء معين. "نموذج فرعي" Submodel يحدد أن المنطق سوف يعرف بشكل تسلسلي في نموذج فرعي والذي قد يشمل أي عدد من وحدات المنطق.
إجراء Action	نوع المعالجة التي ستحدث داخل الوحدة. "تأخير" Delay يحدد ببساطة انه سيحدث تأخير في العملية بدون إعطاء لمورد. "إمساك تأخر" Seize Delay يعني أن مورد سوف يعطى مع حدوث تأخر ولكن ترك المورد سيتم عند وقت آخر. "إمساك تأخر ترك" Seize Delay Release يعني أن مورد سوف يعطى يتبع بعملية تأخر ثم

	يتم ترك المورد. "تأخر ترك" Delay Release يعني أن المورد قد اعطي سابقا وأنه سيحدث "تأخر" ثم "يترك" المورد. وهذا الأخير يطبق فقط عندما يكون النوع "قياسي".
أولية Priority	قيمة الأولية للكائن الذي ينتظر عند هذه الوحدة للمورد المحدد. ويستخدم عندما يكون كائن أو أكثر من وحدة اخرى ينتظر نفس المورد. ولايستخدم عندما يكون الإجراء "تأخر" أو "تأخر ترك" أو عندما يكون النوع "نموذج فرعي".
موارد Resources	ويعدد الموارد أو مجموعة موارد والتي تستخدم لمعالجة الكائن. لاتستخدم عندما يكون الإجراء "تأخر" أو عندما يكون النوع "نموذج فرعي".
نوع التأخر Delay Type	نوع التوزيع أو طريقة تحديد معالم التأخر. "ثابت" Constant و "تعبير" Expression تحتاج قيمة واحدة بينما التوزيعات "طبيعي" Normal و "متساوي" Uniform و"مثلثي" Triangular تحتاج عدة معالم.
وحدات Units	وحدات الزمن لمعالم التأخر.

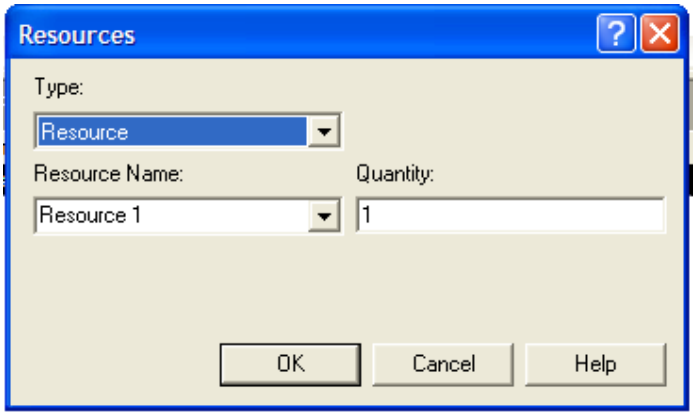
تخصيص Allocation	وتحدد كيفة تخصيص زمن العمل وتكلفة العمل للكائنات. والعمل يمكن ان نعتبره "قيمة مضافة" Value Added أو "قيمة غير مضافة" Non-value Added أو "إنتقال" Transfer أو "إنتظار" Wait أو "غير ذلك" Other والتكلفة الحاصلة سوف تضاف للفئة المناسبة للكائن والعملية.
أصغر قيمة Minimum	خانة المعلم لتحديد القيمة الصغرى للتوزيع "المتساوي" أو "المثلثي".
قيمة Value	خانة المعلم لتحديد المتوسط للتوزيع "طبيعي" أو قيمة "ثابت" لتأخير زمني أو المنوال للتوزيع "مثلثي".
أكبر قيمة Maximum	خانة المعلم لتحديد القيمة الكبرى للتوزيع "متساوي" أو "مثلثي".
الإنحراف المعياري Std Dev	خانة المعلم لتحديد الإنحراف المعياري للتوزيع "طبيعي".
تعبير Expression	خانة المعلم لتحديد "تعبير" تستخدم قيمته بعد تعينها زمن "تأخر" العملية.
أعطي تقرير إحصائي Report Statistics	يحدد فيما إذا كانت المعلومات الإحصائية سوف تجمع ذاتيا أو لا.

نافذة حوار الموارد لوحدة العملية Process Module – Resources Dialog

عند إختيار Seize Delay Release يتغير شكل نافذة الموارد للتالي:



ويجب إضافة نوع المورد فبالضغط على ...Add تظهر نافذة حوار الموارد:



وتحوي:

المطلوب	الوصف
نوع Type	تحديد مورد معين أو إختيار مورد من مجموعة موارد Resource Set.
إسم المورد Resource Name	إسم المورد المطلوب إمساكه و/أو تركه. ويستخدم فقط عندما يكون النوع "مورد".
إسم المجموعةSet Name	إسم مجموعة موارد والتي منها سيتم إمساك و/أو ترك "مورد". يستخدم فقط عندما يكون النوع "مجموعة" Set.
كمية Quantity	عدد الموارد ذات إسم محدد أو من مجموعة محددة والتي سيتم إمساكها و/أو تركها. وللمجموعات، هذه القيمة تعين عدد الموارد المختارة والتي سيتم إمساكها و/أو تركها طبقا لسعة المورد وليس عدد افراد المجموعة التي سوف تمسك/تترك.
قاعدة الإختيار Selection Rule	طريقة الإختيار بين الموارد المتاحة في مجموعة. "دوري" Cyclical ويتم الإختيار بشكل دوري بين الأعضاء المتاحين. "عشوائي" Random ويتم الإختيار عشوائيا من بين الأعضاء.

"ترتيب الأفضل" Preferred Order ويتم إختيار اول عضو متاح الأول ثم الثاني وهكذا. "عضو محدد" Specific Member وهذا الإختيار يحتاج إدخال "قيمة صفة" Attribute Value (والتي تكون قد خزنت في "مجال خزن صفة" Save Attribute Field) لتحديد أي عضو من المجموعة مطلوب. "أكبر سعة متبقية" Largest Remaining Capacity و "اقل عدد مشغول" Smallest Number Busy تستخدم لموارد ذات سعات متعددة وتستخدم فقط عندما يكون النوع "مجموعة".

خزن صفة Save Attribute

إسم الصفة المستخدمة لحفظ رقم الإسناد في مجموعة الأعضاء التي اختيرت.هذه الصفة يمكن ان تستدعى بواسطة قاعدة الإختيار "عضو محدد" Specific Member. لاتستخدم عندما تكون قاعدة الإختيار "عضو محدد". إذا عين النشاط على انه "تأخير ترك" فإن القيمة المحددة تعين أي من اعضاء المجموعة سيتم تركه. وإذا لم تحدد

	صفة فإن الكائن سوف يترك عضو المجموعة الذي أمسك في الآخر.
سند المجموعة Set Index	"رقم الإسناد" Index Number في مجموعة الأعضاء المطلوبين. وتستخدم فقط عندما تكون قاعدة الإختيار هي "عضو محدد". إذا حدد النشاط على انه "تأخير ترك" فإن القيمة المحددة تعرف أي عضو (رقم الإسناد) من المجموعة الذي سيتم تركه.

سوف نقدم وحدتين من وحدات البيانات Data Modules هي:

وحدة المورد Resource Module

ولها الشكل التالي Resource وعند الضغط عليها يظهر السطر في صفحة النشر

Resource - Basic Process

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Server	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	☑

Double-click here to add a new row.

ويعرف الموارد في النظام وتشمل معلومات عن توفر الموارد ونوع السعة ومقدار السعة وتكلفة المورد عند إشغاله لوحدة زمن وتكلفة فراغة وتكلفة كل إستخدام وإسم مجموعة الحالة وفشل المورد وإعطاء إحصاءات.

وحدة الطابور Queue Module

ولها الشكل التالي Queue ويظهر السطر التالي

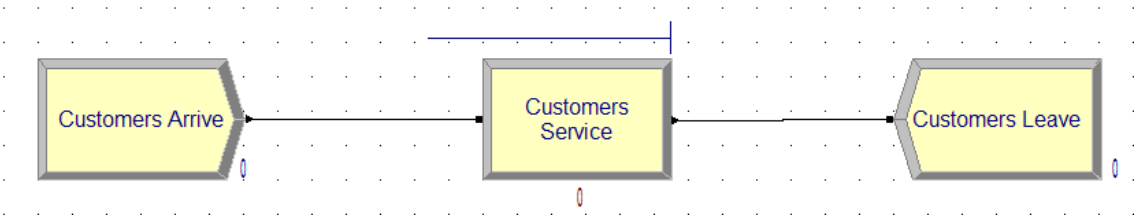
Queue - Basic Process

	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	Service Station.Queue	First In First Out	☐	☑
2	File.Queue	First In First Out	☐	☑

Double-click here to add a new row.

ووحدة الطابور تستخدم لتعريف الطوابير في النظام ولتغيير نظام الطابور وإذا ماكان الطابور مشترك وهل يسجل إحصاءات. لاحظ في الشكل السابق يوجد طابورين Service Station.Queue و File.Queue.

نطور المثال السابق وذلك بوصول زبائن إلى نظام ويلتحقو بطابور وتجرى لهم خدمة معينة ثم ينصرفو من النظام

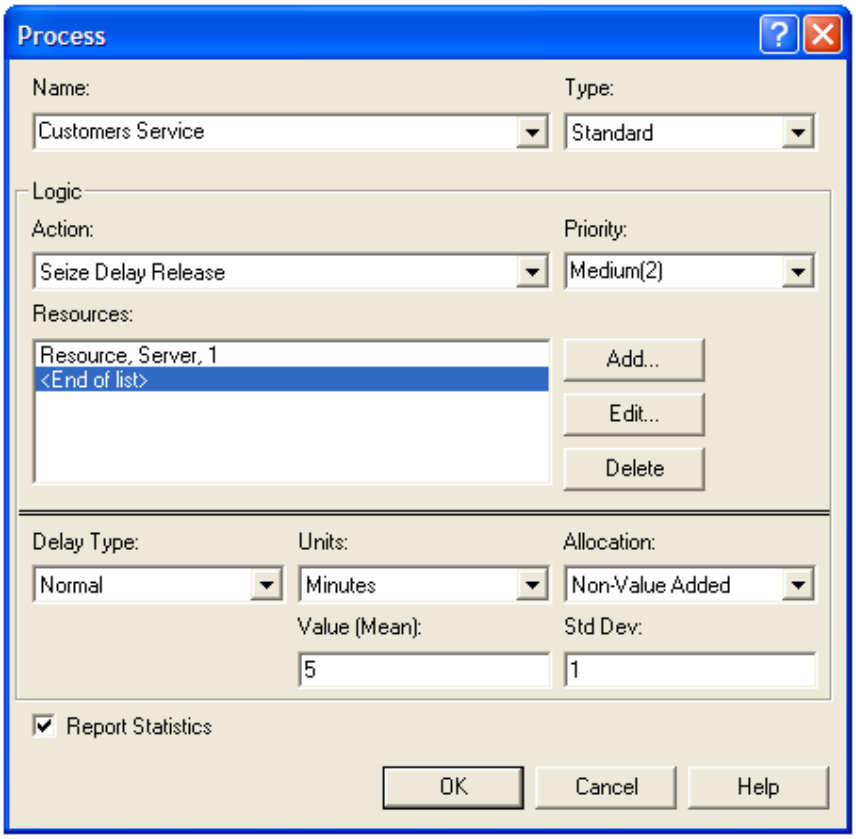


قمنا بتعديل خواص Create كالتالي

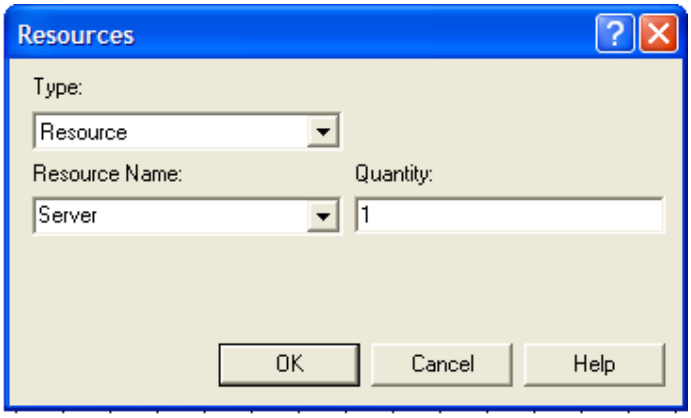
Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
1	Custome	Customer	Random (Expo)	3	Minutes	1	Infinite	0.0

نافذة خواص Process



إسم العملية Customers Service نوعها Standard الإجراء Action "إمساك - تأخير - ترك" Seize Delay Release الأفضلية Priority متوسطة أو 2 Medium(2) الموارد Resources :



النوع "مورد" إسم المورد Resource Name هنا خادم Server كميتها Quantity هنا 1. وبالعودة لنافذة خواص العملية أخترنا نوع التأخير Delay

Type موزع طبيعيا بمتوسط 5 وإنحراف معياري 1 الوحدات الزمنية دقائق والتخصيص "قيمة غير مضافة".

نستطيع أن نشاهد نفس المعلومات من نافذة الخواص لصفحة النشر

Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority	Resources
1	Customer	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows

Delay Type	Units	Allocation	Value	Std Dev	Report Statistics
Normal	Minutes	Non-Value Added	5	1	☑

Queue ننظر إلى نافذة بيانات الطوابير والتي نحصل عليها بالضغط على

Queue - Basic Process

	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	Customers Service.Queue	First In First Out	☐	☑
	Double-click here to add a new row.			

لاحظ إسم الطابور Customer Service Queue اضيف ذاتيا نوع الطابور Type "من يدخل أولا يخرج أولا" First In First Out أو FIFO بقية القيم تركت بقيمها الإفتراضية.

Resource ننظر إلى نافذة بيانات الموارد والتي نحصل عليها بالضغط على

Resource - Basic Process

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour
1	Server	Fixed Capacity	1	0.0
	Double-click here to add a new row.			

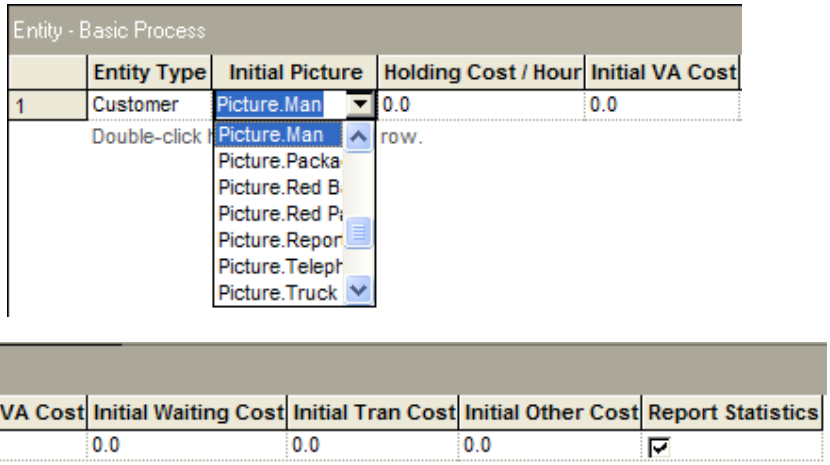
Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
0.0	0.0		0 rows	☑

كالسابق قسمنا جزئين لتوضيح الشكل. كما هو موضح في الشكل إسم Name المورد Server نوعه Type "سعة ثابتة" Fixed Capacity وسعته

Capacity 1 تكلفة عملة بالساعة Busy/Hour 0.0 تكلفة فراغه بالساعة Idle/Hour 0.0 تكلفته للإستخدام الواحد Per Use 0.0 وبقية القيم إفتراضية.

قبل إجراء النموذج نضيف شيئ من الرسوم المتحركة:

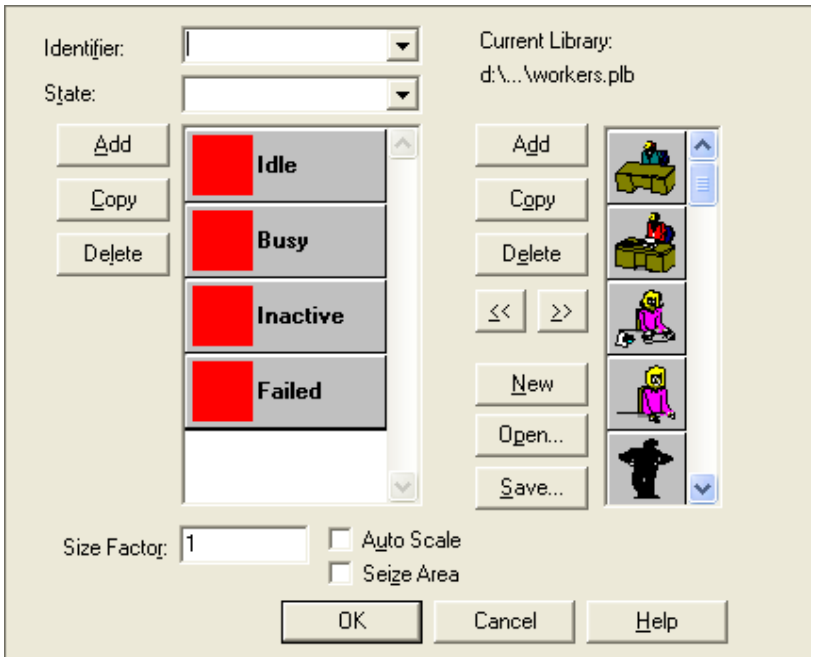
لكي نظهر صور الزبائن وهم يمرو بالنظام نضغط على أيقونة Entity في نافذة العمليات الأساسية من عمود المشروع فيظهر



(جزئناها للإيضاح) من نافذة اللإسقاط تحت Initial Picture نختار صورة رجل Picture Man .

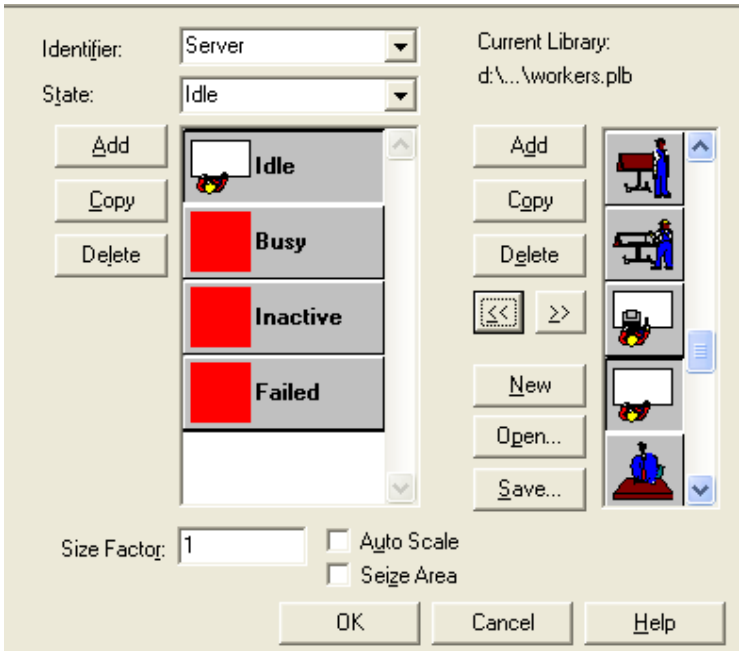
كما يمكن إضافة رسوم متحركة تمثل الخادم وذلك بالضغط على أيقونة Resource والتي يمكن إيجادها من القائمة الرئيسة بإختيار View ثم Toolbars... فتظهر نافذة إختيار القوائم أختار Animate إن لم تكن مختارة فتظهر قائمة أدوات الرسوم المتحركة

عند الضغط على أيقونة Resource تظهر نافذة رسوم الموارد

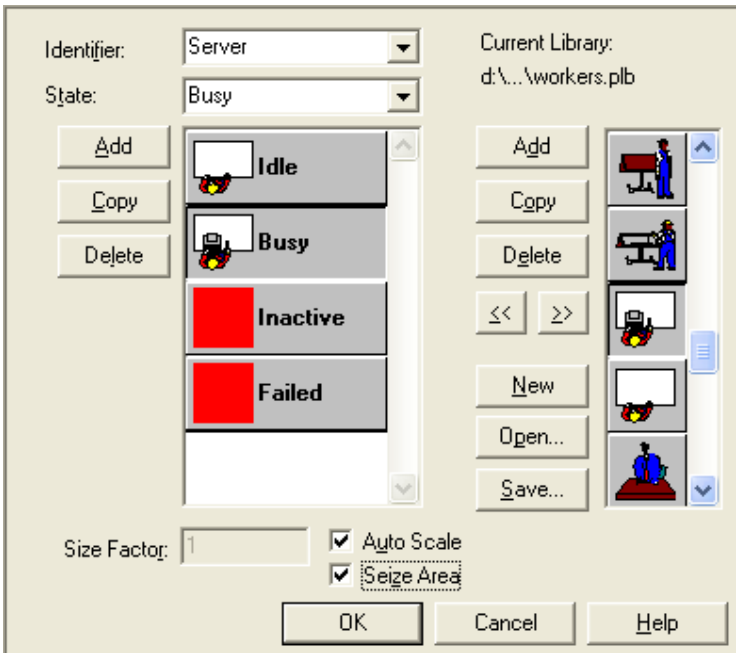


نختار أي وضع الفراغ للخادم ثم من نافذة الرسوم نختار الرسم

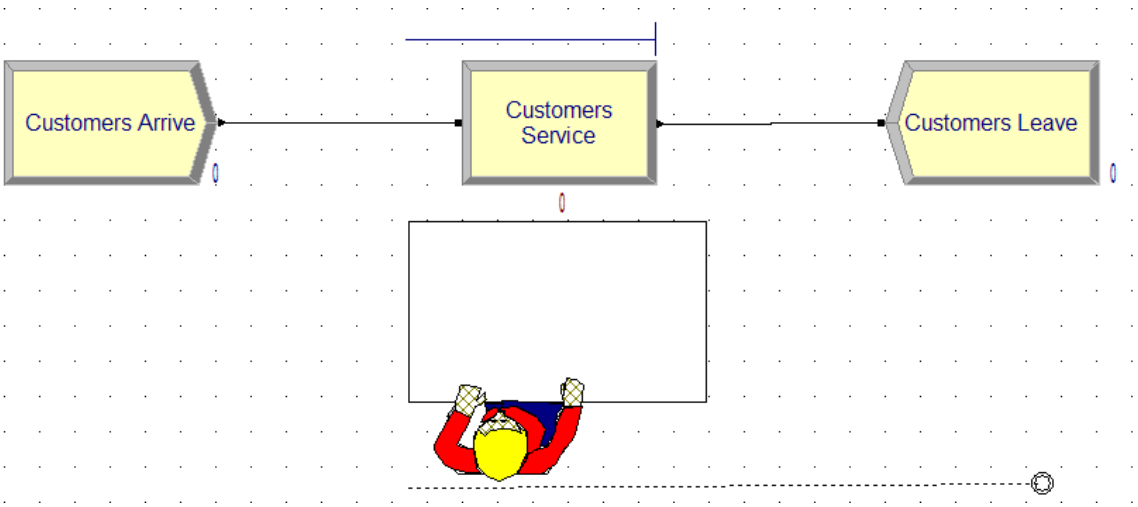
المناسب مثلا ونضغط على فيصبح الشكل



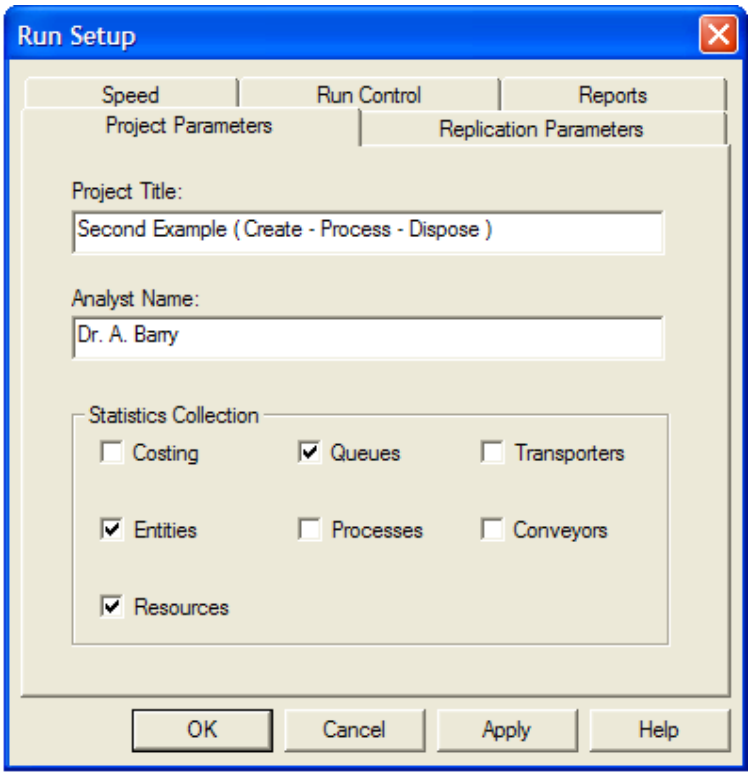
لاحظ أننا أخترنا من Identifier المورد Server ومن State الوضع Idle وهذا سيمثل الخادم في وضع الفراغ. بالمثل لوضع مشغول Busy نقوم بإختيار الشكل المناسب فيصبح

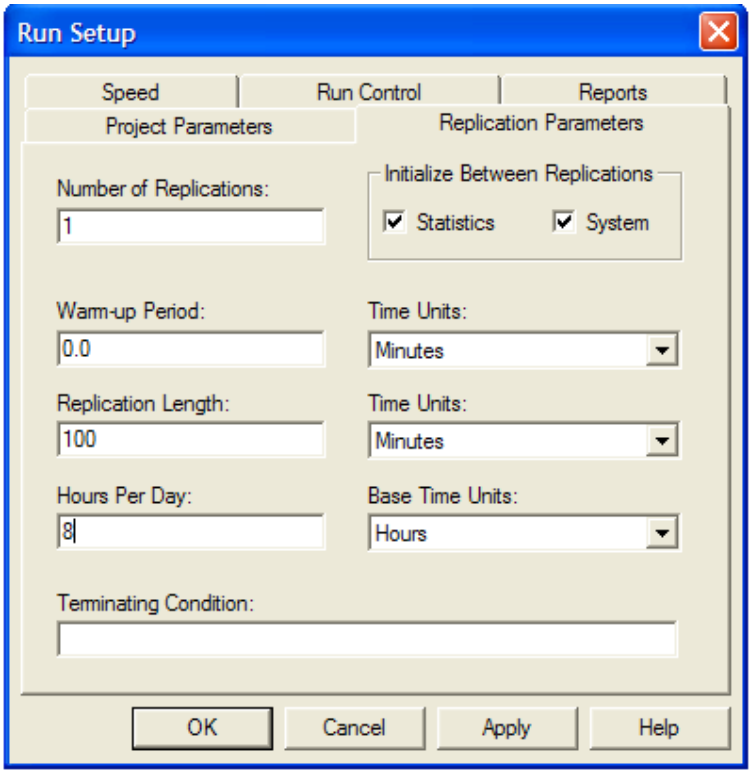


نترك الوضعين الآخرين في الوضع الإفتراضي Default لأننا لن نستخدمهم هنا. نختار Auto Scale و Seize Area ثم OK تختفي نافذة رسوم الموارد ويصبح شكل المؤشر + أضغط في المكان المناسب فتظهر صورة الخادم شكل حجمها كيفما تشاء فيصبح الشكل

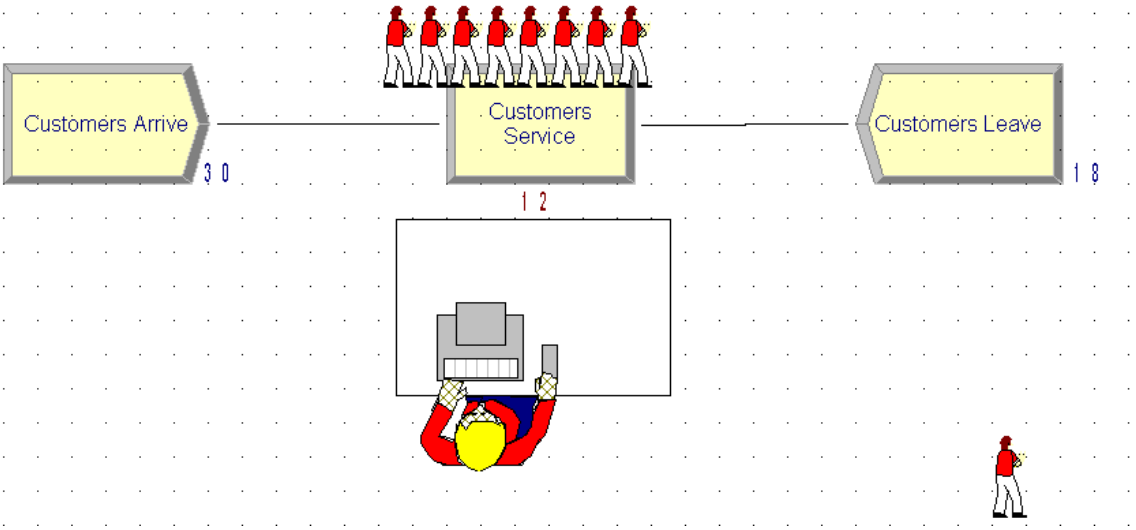


تجهيز الإجراء:

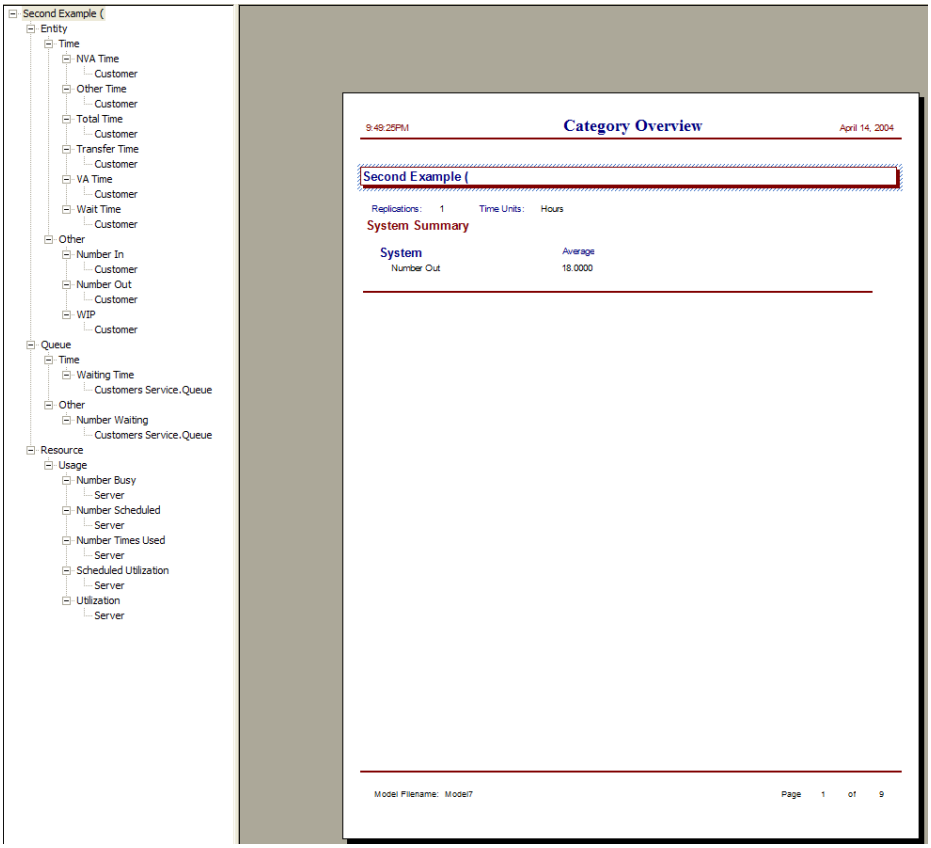




نتحقق من النموذج بالضغط على F4 فنجد أنه لايوجد أخطاء أو تحذيرات ثم نجري المحاكاة بالضغط على F5



التقرير:

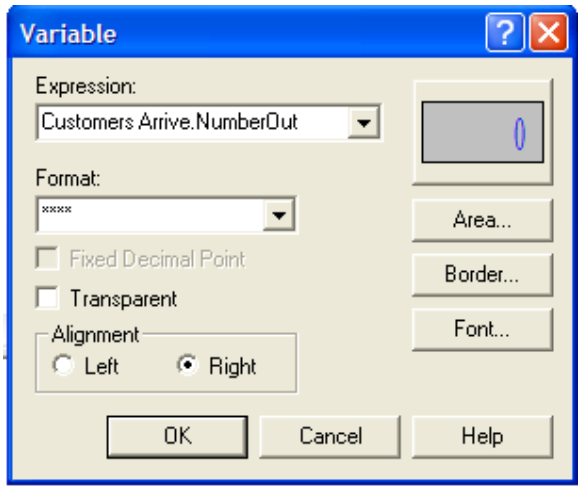


تمرين: تصفح التقرير وأستخرج النتائج.

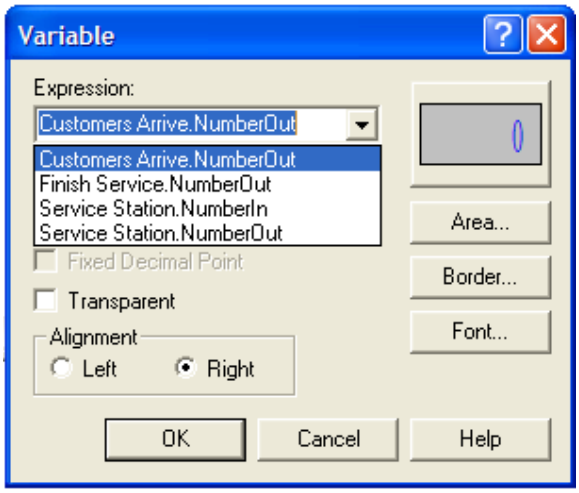
سوف نضيف بعض التحسينات للنموذج وذلك بإضافة ساعة لتبين زمن المحاكاة وكذلك تقويم لإعطاء التاريخ وعددات لعدد الزبائن المغادرين والقادمين رسم المدرج التكراري لعدد الزبائن اللذين أكملو الخدمة ورسم لعدد الزبائن الداخلين.

من قائمة الرسوم المتحركة

بالضغط على تظهر نافذة حوار الساعة بالضغط على تظهر نافذة حوار التقويم بالضغط على تظهر نافذة حوار المتغير

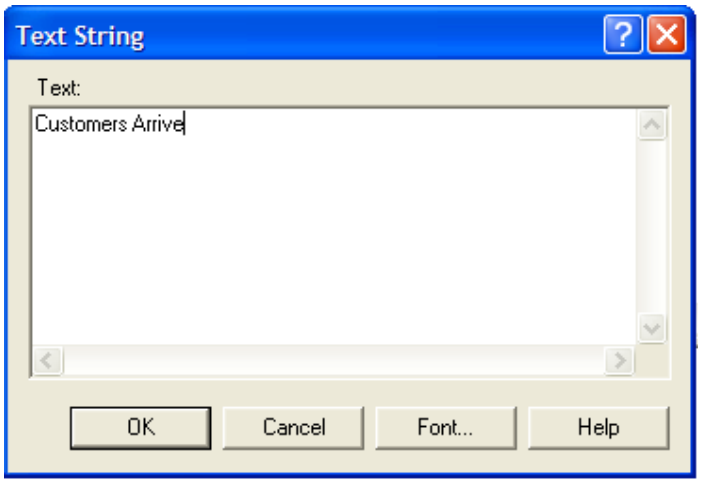


ومنها نختار التعبير من نافذة الإسقاط



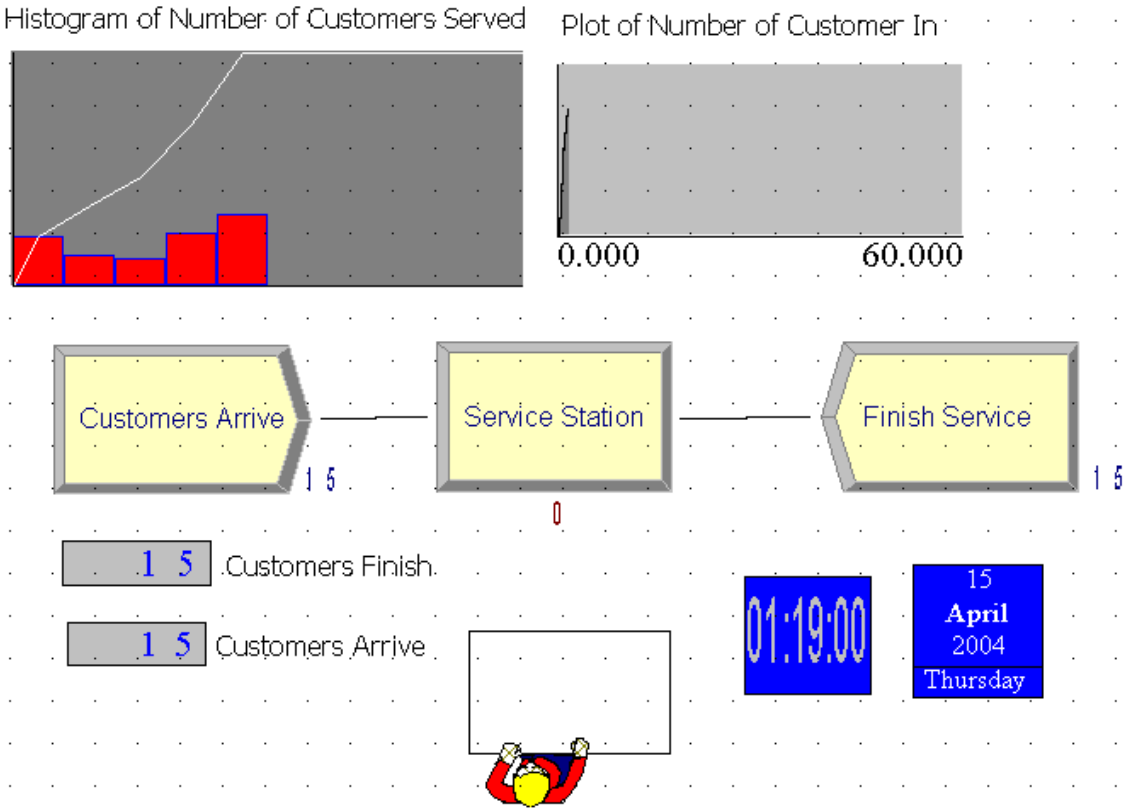
لإضافة نصوص مفسرة نضغط على من قائمة الرسوم

فتظهر نافذة إدخال النصوص



بعد كتابة النص المراد نضغط OK فيصبح مؤشر الفارة + ونضغط في الفراغ المناسب فيظهر النص. لإضافة المدرج التكراري نضغط ندخل البيانات المطلوبة وكذلك للرسم نضغط ندخل البيانات المطلوبة

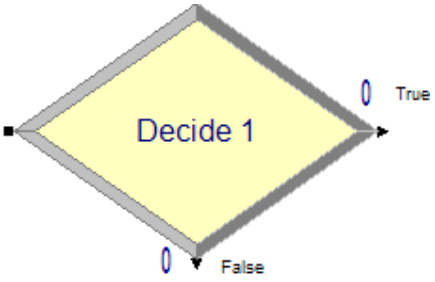
الشكل التالي يبين النموذج بعد إدخال هذه التحسينات.

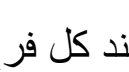


مثال 3:

سوف نطور النموذج السابق بحيث يكون في الإمكان إتخاذ قرار على مرور الكائنات في النظام تبعا لصدفة أو نسبة أو إحتمال وعلى شرط. يقوم بهذا وحدة القرار التي لها التركيب التالي:

وحدة القرار Decide Module



ولهذة الوحدة مدخل واحد ( ) ومخرجين أحدهما للقرار الصح ( ) والآخر للقرار الخطأ () لاحظ عدد القرارات عند كل فرع حاليا مساويا للصفر.

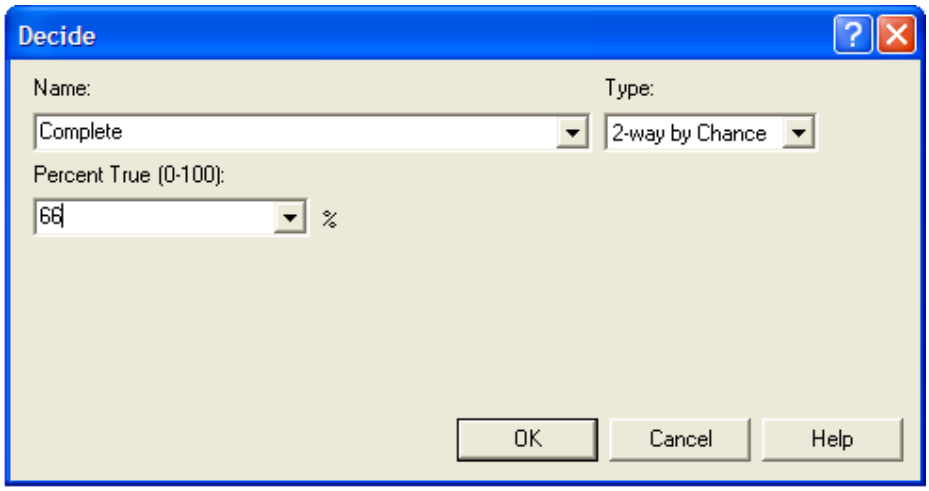
هذه الوحدة تمكن من عمليات أخذ قرار في النظام. وتشمل عدة خيارات لأخذ قرار إعتمادا على شرط أو أكثر (مثل: إذا كان نوع الكائن بطاقة ذهبية) أو على إحتمال أو أكثر (مثل: 75% صح ، 25% خطأ). ويمكن ان تعتمد الشروط على قيم صفات (مثل: الأولية) أو قيم متغير (مثل: العدد المرفوض) أو نوع الكائن أو التعبير.

يوجد مخرجين من وحدة القرار عندما يكون نوعها المحدد، إما طريقين إحتمال او طريقين شرط، ويوجد مخرج واحد للكائنات التي تحقق "صح True" وواحد للكائنات التي تحقق "خطأ False". عندما يحدد عدة طرق إحتمال N-way Chance أو شروط فسيكون هناك عدة مخارج لكل إحتمال أو شرط ومخرج واحد لغير ذلك Else. عدد الكائنات التي تخرج من كل نوع (صح/خطأ) تظهر للطريقين فقط.

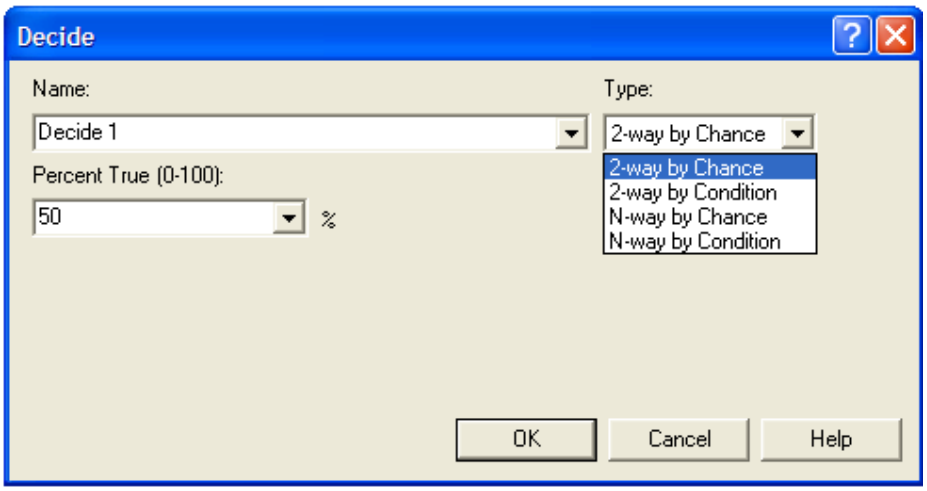
<u>إستخدامات وحدة القرار المعتادة:</u>

- إرسال قطعة غير صالحة لإعادة العمل عليها.
- إرسال الشيكات المقبولة لجهة والغير مقبولة لجهة اخرى.
- إرسال زبائن لهم أفضلية إلى خدمة خاصة.

<u>نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب:</u>

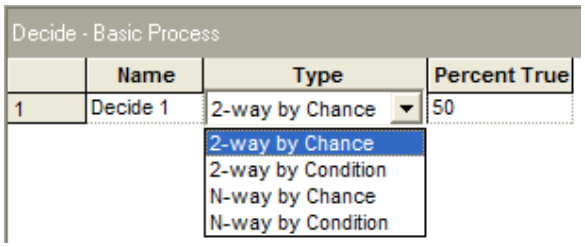


نافذة حوار نوع



نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

مع نافذة الحوار نوع



<u>وتحوي:</u>

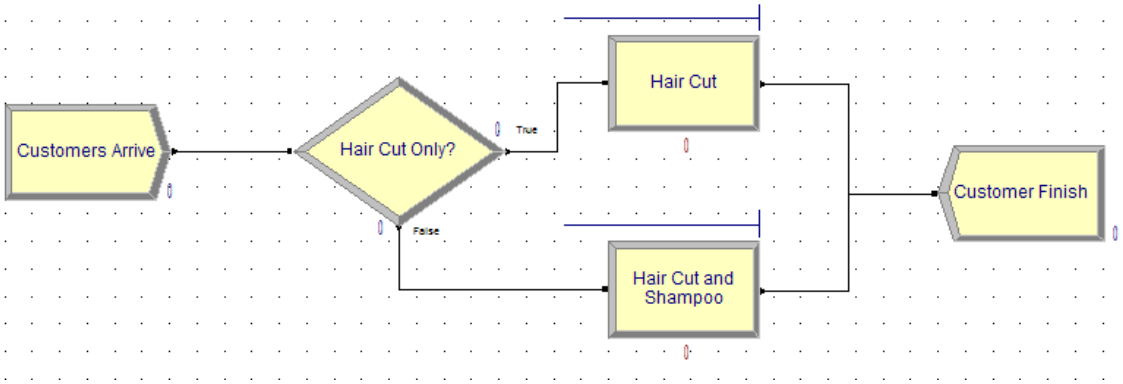
المطلوب	الوصف
إسم Name	إسم وحيد لتعريف الوحدة وتظهر على شكل الوحدة.
نوع Type	وتبين فيما إذا كان القرار يعتمد على "شرط" (مثل: IF X>Y) أو على "إحتمال" أو "نسبة" (مثل: 60%, yes; 40%, no) ويمكن تحديد النوع كطريقين أو عدة طرق. "طريقين" يسمح تعيين شرط واحد أو إحتمال (بالإضافة لمخرج False) "عدة طرق" يسمح لتعيين عدة شروط أو إحتمالات بالإضافة لمخرج Else.
شروط Conditions	تعرف شرط أو اكثر يستخدم لتوجيه الكائنات إلى وحدات مختلفة. ويستخدم فقط عندما يكون النوع "عدة طرق بالشرط".
نسب مئوية Percentages	وتحدد نسبة أو أكثر تستخدم لتوجيه الكائنات إلى وحدات مختلفة. وتستخدم فقط عندما يكون النوع "عدة طرق بإحتمال".
نسبة صح Percent True	وتحدد قيمة لتعيين نسبة الكائنات التي تخرج من مخرج "صح" معطى.

إذا IF	أنواع الشروط المتاحة للتقييم.
مسمى Named	تحدد إما "إسم متغير" أو "صفة" أو "نوع كائن" والذي سيقدر عندما يدخل الكائن الوحدة. ولاتستخدم عنما يكون النوع "تعبير".
هل IS	مقدر للشرط. ويستخدم فقط عندما يكون "شرط صفة" أو "متغير".
قيمة Value	تعبير والذي قد يقارن بصفة أو متغير أو الذي سيقدر كتعبير واحد لتحديد إذا كان "صح" أو "خطأ". لايستخدم لنوع "كائن شرطي". إذا كان النوع "تعبير" فإن هذه القيمة لابد ان تشمل المقدر (مثل: Color<>Red).

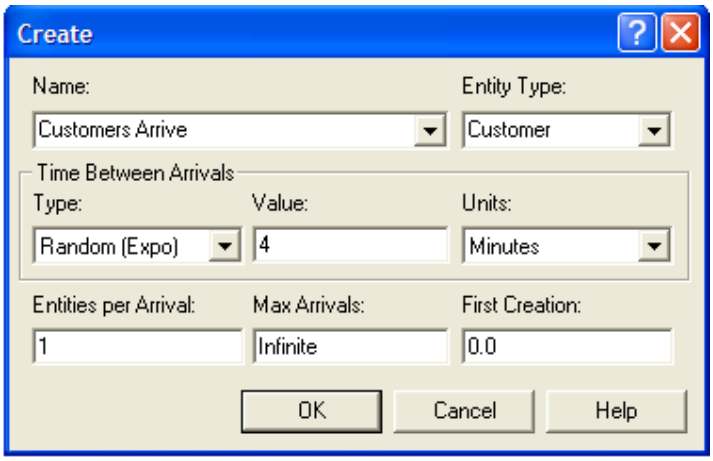
مثال 3:(يتبع)

في هذا المثال سوف نحاكي محل للحلاقة يعمل فيه حلاقين أحدهم يقوم بقص الشعر فقط والآخر يغسل الشعر ويقصه. يصل الزبائن إلى المحل بشكل عشوائي بحيث أن زمن مابين الوصول له توزيه اسي بمعدل 4 زبائن في الدقيقة. 25% من الزبائن يريدو قص شعر فقط. الحلاق الذي يقص الشعر يقوم بذلك في زمن يكون له توزيع طبيعي بمتوسط 3 دقائق وإنحراف معياري 1 دقيقة. حلاق الغسل والقص يقوم بذلك بزمن طبيعي بمتوسط 5 دقائق وإنحراف معياري 2 دقيقة. المطلوب محاكاة هذا النظام وقياس أداؤه.

النموذج:



نافذة خواص Create في طور مخطط الإنسياب

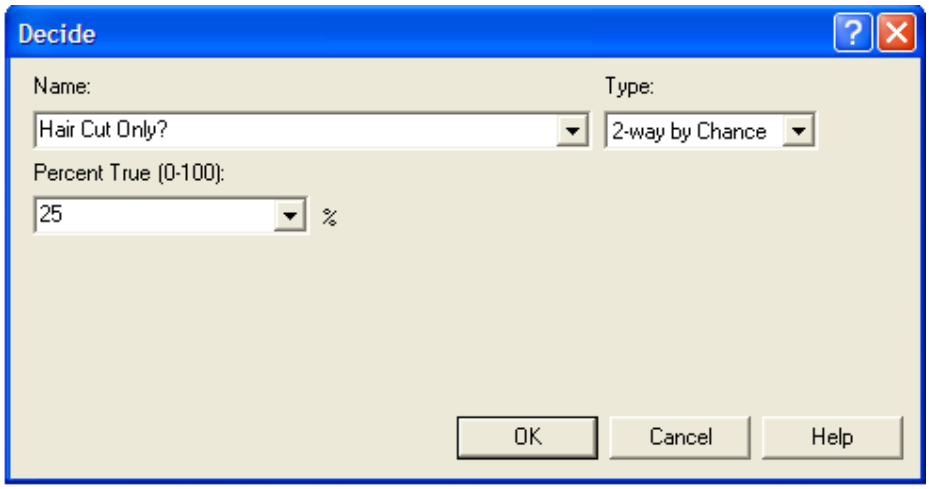


نافذة خواص Create في طور صفحة النشر

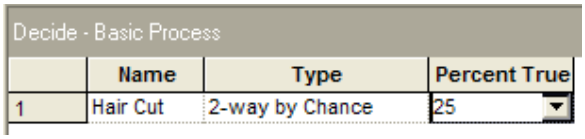
Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
1	Custome	Customer	Random (Expo)	4	Minutes	1	Infinite	0.0

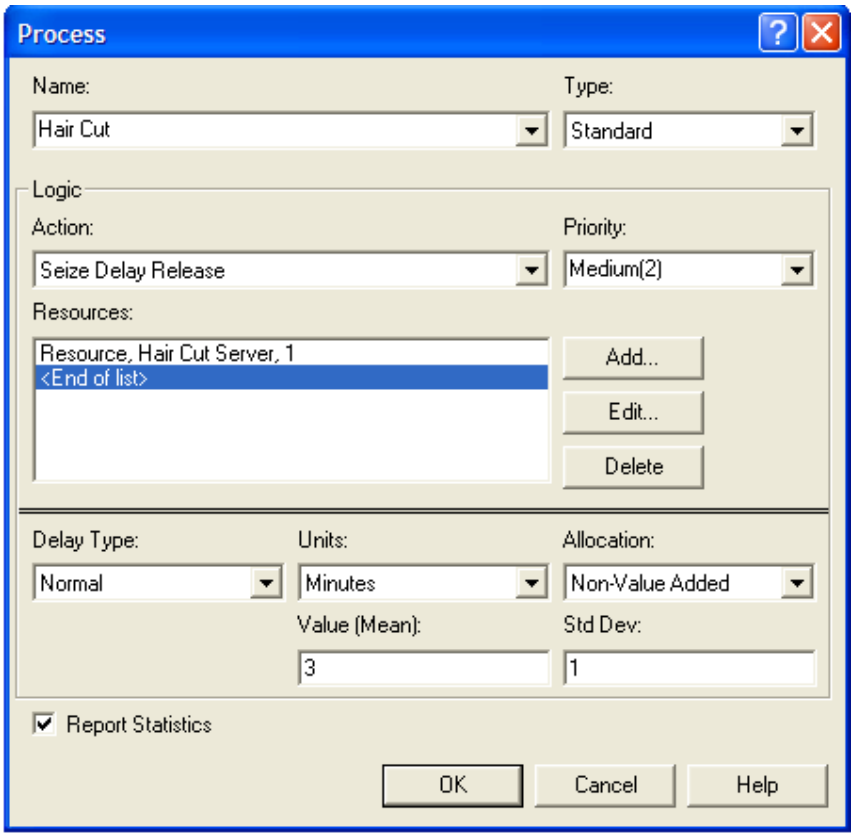
نافذة خواص Decide في طور مخطط الإنسياب



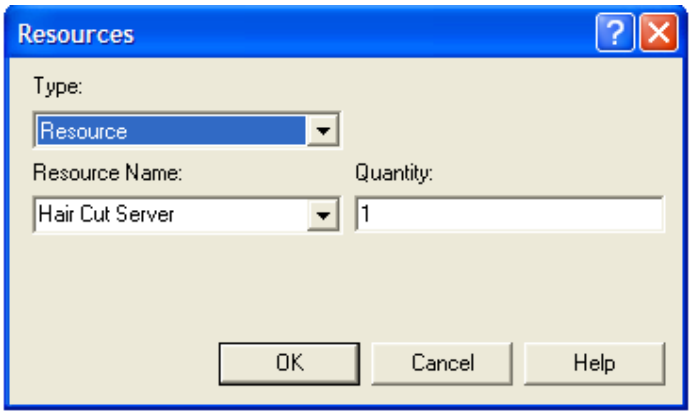
نافذة خواص Decide في طور صفحة النشر



نافذة خواص Process لحلاقة الشعر فقط بطور مخطط الإنسياب



نافذة حوار المورد لحلاق الشعر فقط



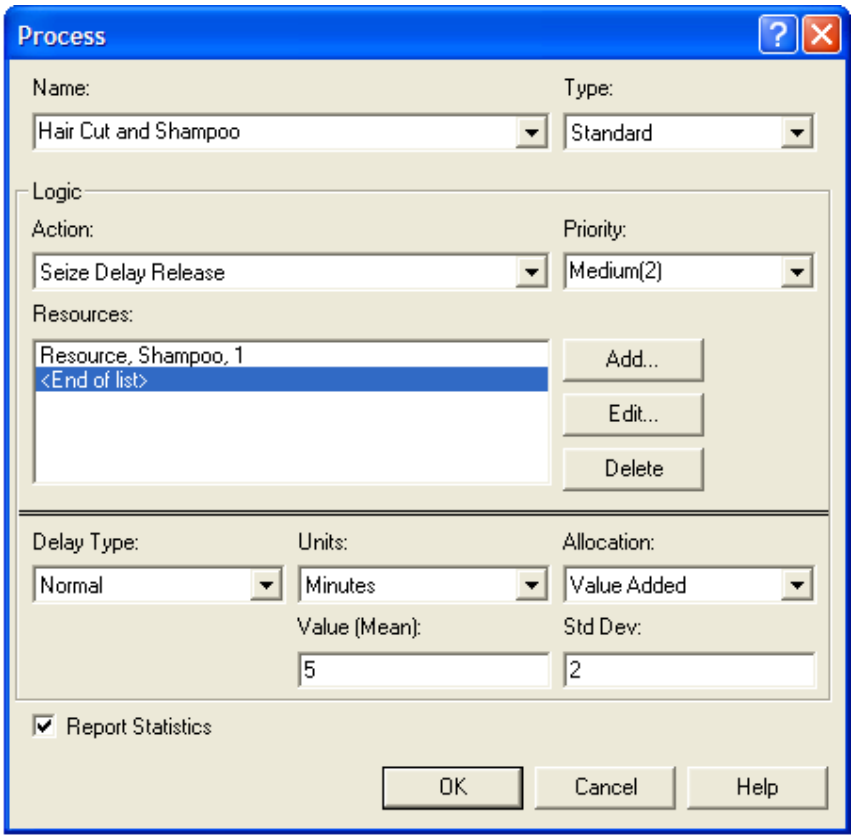
نافذة خواص Process لحلاقة الشعر فقط بطور صفحة النشر

Process - Basic Process

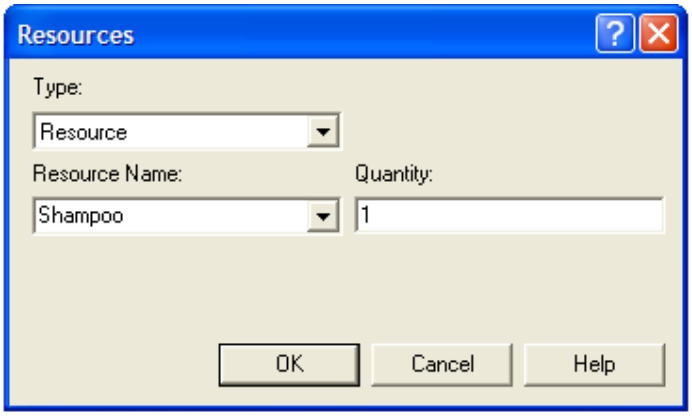
	Name	Type	Action	Priority	Resources
1	Hair Cut	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows
2	Hair Cut and Sh	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows

Delay Type	Units	Allocation	Value	Std Dev	Report Statistics
Normal	Minutes	Non-Value Added	3	1	☑
Normal	Minutes	Value Added	5	2	☑

نافذة حوار Process لغسل وحلاقة الشعر طور مخطط الإنسياب



نافذة حوار المورد لغسل وحلاقة الشعر طور مخطط الإنسياب



نافذة حوارخواص Process لحلاقة الشعر ولغسيل وحلاقة الشعر بطور صفحة النشر

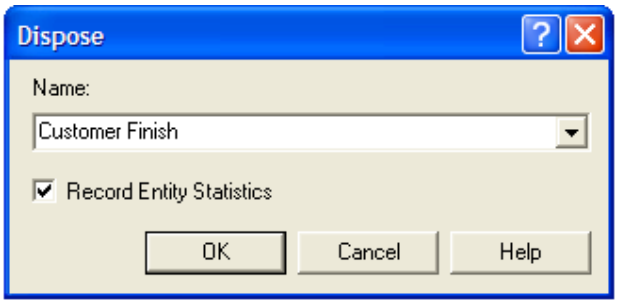
Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority	Resources
1	Hair Cut	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows
2	Hair Cut and Sh	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows

Delay Type	Units	Allocation	Value	Std Dev	Report Statistics
Normal	Minutes	Non-Value Added	3	1	☑
Normal	Minutes	Value Added	5	2	☑

لاحظ في هذا الطور نستطيع تحرير العمليتين معا.

وأخيرا نوافذ حوار خصائص Dispose



نافذة وحدة البيانات للكائنات

Entity - Basic Process

	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost
1	Customer	Picture.Man	0.0	0.0	0.0
	Double-click here to add a new				

Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
0.0	0.0	0.0	☑

نافذة حوار وحدة البيانات للطوابير

Queue - Basic Process

	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	Hair Cut.Queue	First In First Out	☐	☑
2	Hair Cut and Shampoo.Queue	First In First Out	☐	☑
	Double-click here to add a new row.			

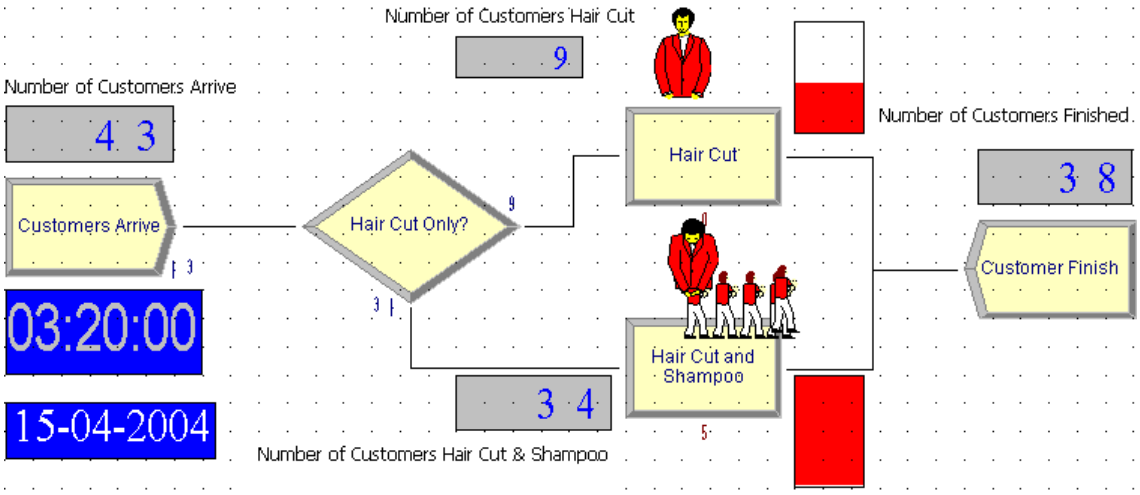
ونافذة حوار وحدة البيانات للموارد

Resource - Basic Process

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Hair Cut Server	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	☑
2	Shampoo	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	☑

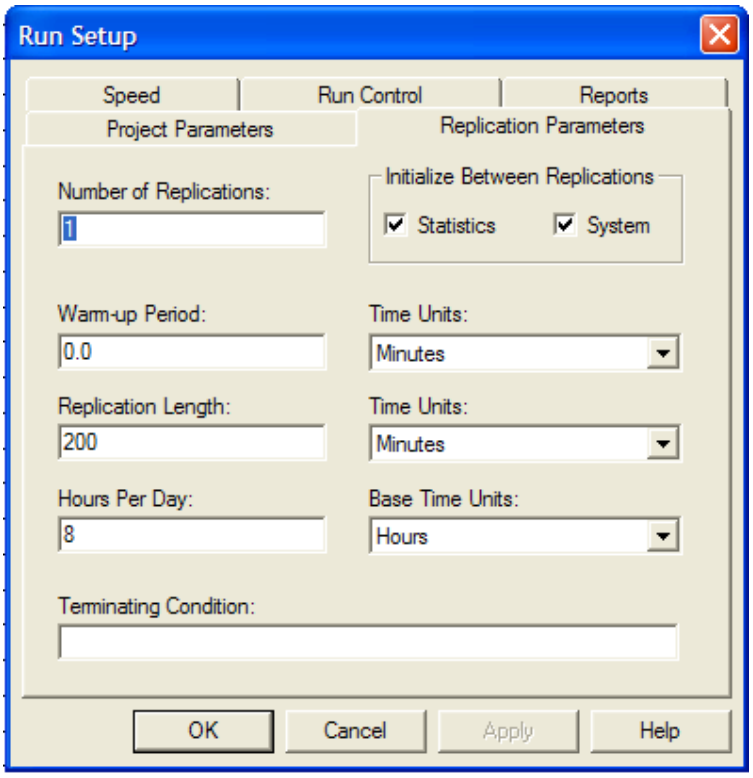
Double-click here to add a new row.

نضيف بعض الرسومات



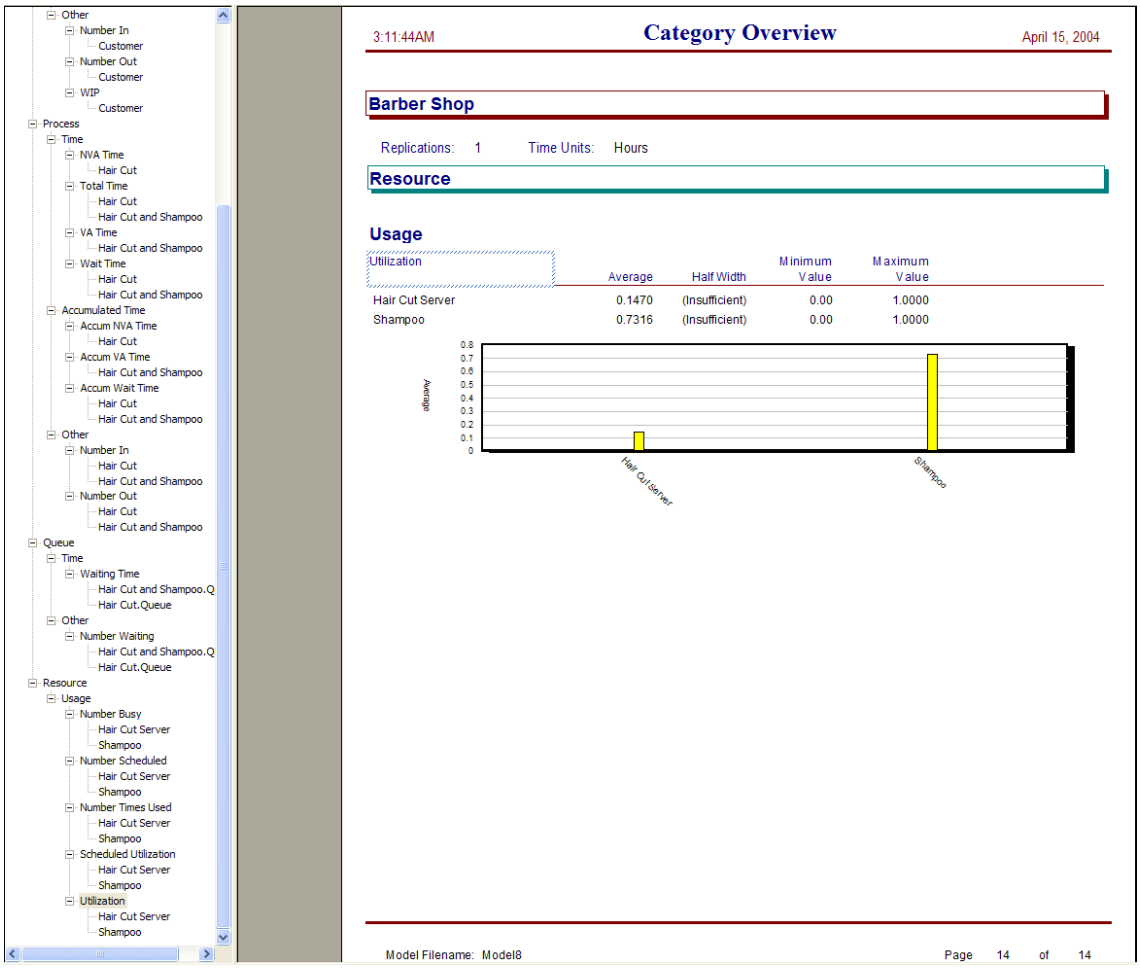
لاحظ هنا أضفنا شاقول افقي Level (ميزان لقياس الإمتلاء) من قائمة الرسوم المتحركة ليبين مقدار إمتلاء وشغول المورد.

وأخيرا قبل إجراء المحاكاة نجهز النموذج



نتحقق من النموذج بالضغط على F4 ثم نجري المحاكاة باضغط على F5.

التقرير



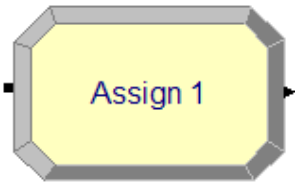
التقرير يتكون من 14 صفحة والصفحة المبينة في الشكل تعطي فعالية الحلاقان.

تمرين: تصفح التقرير واستخرج مقاييس الأداء المطلوبة.

مثال 4:

في هذا المثال سوف نستعرض وحدة أسند Assign Module والتي لها التركيب التالي:

وحدة أسند Assign Module

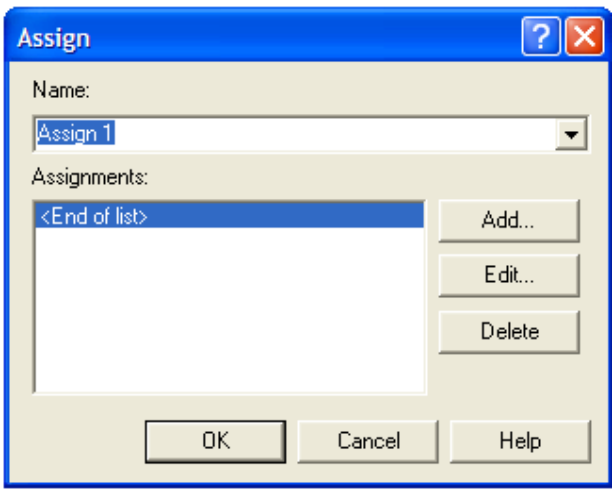


وتستخدم هذه الوحدة لإسناد قيم جديدة لمتغيرات أو كائنات أو صفات أو أنواع كائنات أو صور كائنات أو اي متغيرات نظام. ويمكن إسناد عدة أشياء بوحدة إسناد واحدة.

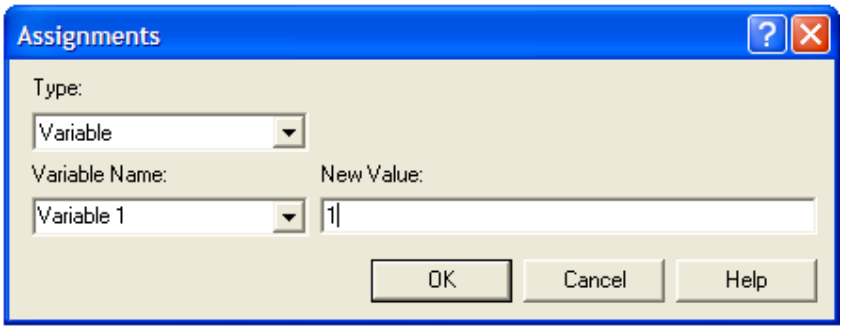
الإستخدامات العادية:

- تراكم عدد أجزاء التجميع المضافة لقطعة تصنع.
- تغير نوع كائن ليمثل نسخة العميل لفاتورة.
- إعطاء زبون أفضلية.

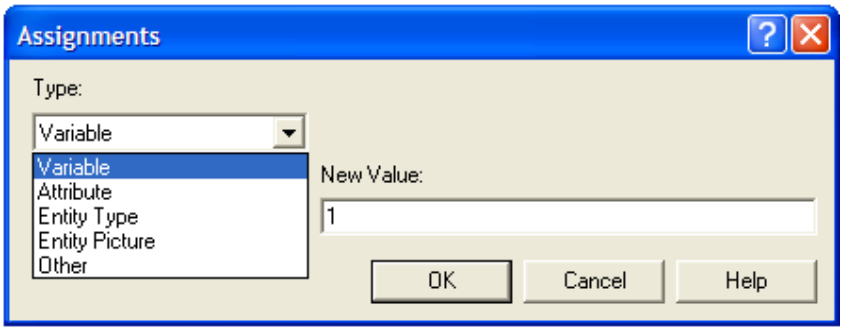
ونافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب:



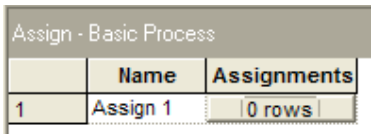
نافذة حوار إسنادات Assignments



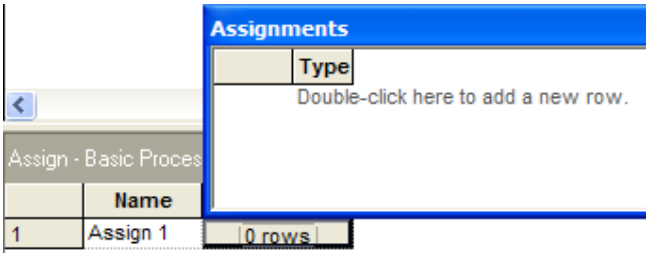
نافذة حوار إسنادات للنوع



نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:



نافذة الحوار للإسنادات



وتحوي:

المطلوب	الوصف
إسم Name	إسم وحيد لتعريف الوحدة وتظهر على

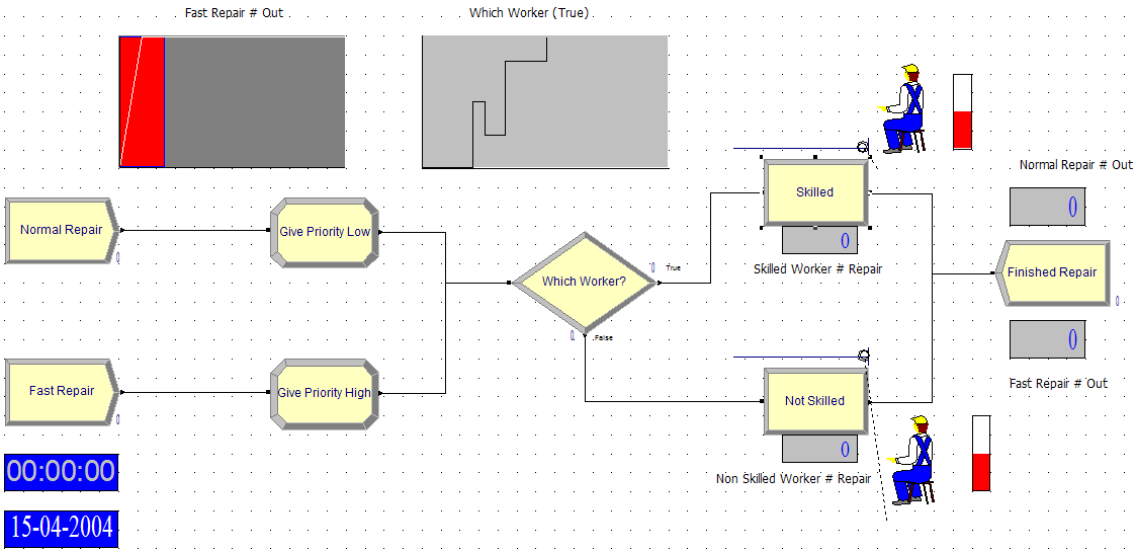
	شكل الوحدة.
إسناد Assignment	ويحدد إسناد أو أكثر والذي سيعطى عندما يدخل كائن الوحدة.
نوع Type	نوع الإسناد الذي سيتم. النوع "غيرذلك" Other يمكن أن تشمل متغيرات نظام مثل سعة المورد أو زمن إنتهاء المحاكاة.
إسم المتغير Variable Name	إسم المتغير الذي ستسند إليه قيمة جديدة عند دخول الكائن الوحدة. ويستخدم فقط عندما يكون النوع "متغير".
إسم الصفة Attribute Name	إسم "صفة الكائن" التي ستسند إليها قيمة جديدة عند دخول الكائن الوحدة. وتستخدم فقط عندما يكون النوع "صفة".
نوع الكائن Entity Type	نوع الكائن الجديد الذي سيسند إليه عند دخولة الوحدة. ويستخدم فقط عندما يكون النوع "نوع كائن" Entity Type
صورة كائن Entity Picture	نوع "صورة كائن" الجديدة والتي ستسند إليه عند دخوله الوحدة. وتستخدم فقط عندما يكون النوع "صورة كائن".
غير ذلك Other	وتعين متغير النظام الخاص والذي

	سيسند إليه قيمة جديدة عند دخول الكائن الوحدة. ويستخدم عندما يكون النوع "غيرذلك".
القيمة الجديدة New Value	قيمة الإسناد للصفة أو المتغير أو غيرذلك من متغيرات النظام. لايستخدم عندما يكون النوع "نوع كائن" أو "صورة كائن".

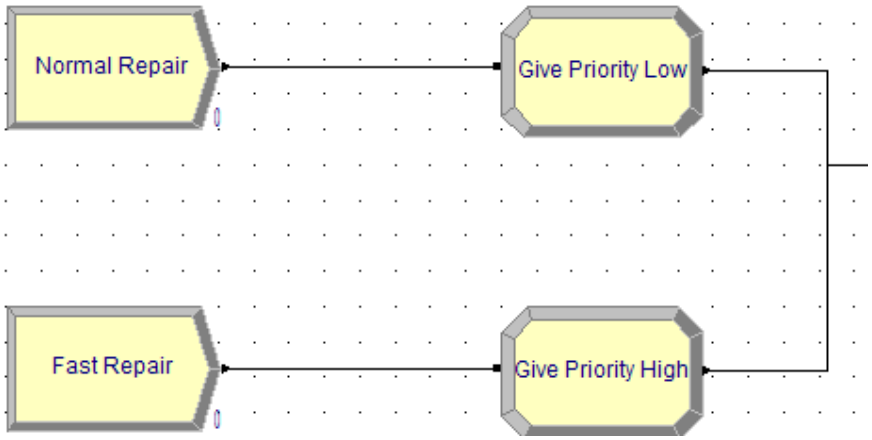
مثال 4: (يتبع)

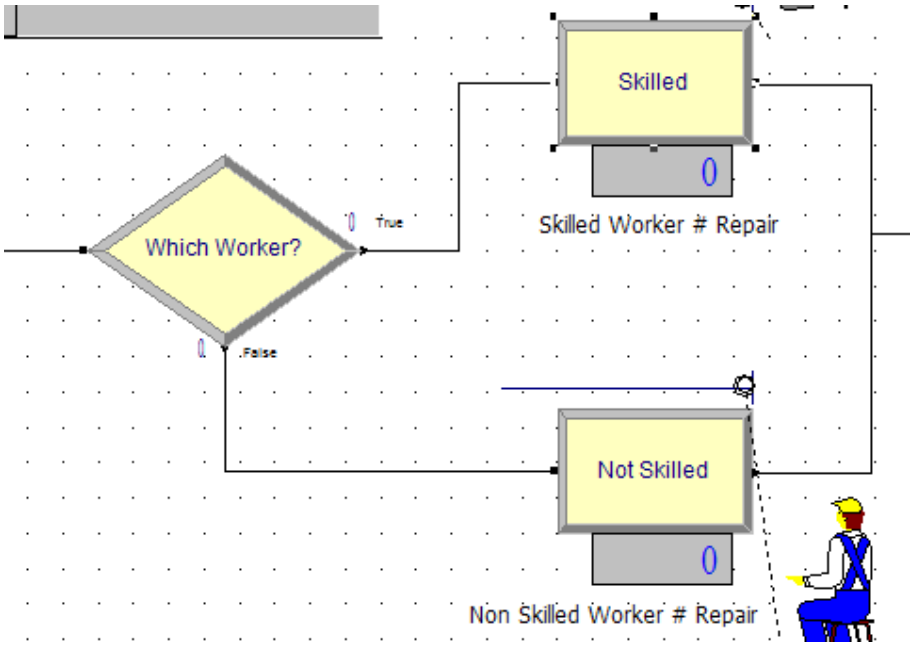
ورشة تصليح معدات ثقيلة. يعمل بها عاملين أحدهم ماهر ويقوم بالتصليحات السريعة للشاحنات الصغيرة ذات الافضلية في التصليح والتي تأتي للورشة بأزمنة مابين وصول موزعة اسيا بمعدل سيارة كل 15 دقيقة ويستغرق في إصلاحها زمن موزع طبيعيا بمتوسط 5 دقائق وإنحراف معياري 1 دقيقة. الشاحنات الكبيرة والتي تأتي لتصليحات جانبية تصل للورشة بأزمنة مابين وصول موزعة اسيا بمعدل سيارة كل 10 دقائق ويقوم بإصلاحها عامل غير ماهر في زمن موزع طبيعي بمتوسط 6 دقائق وإنحراف معياري 1 دقيقة. حاكي النظام وأوجد مقاييس الإداء.

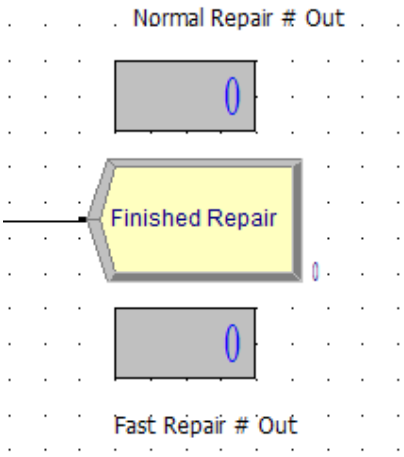
النموذج:



ونقسم الشكل للتوضيح







سوف نبين نوافذ الخصائص في طور صفحة النشر فقط

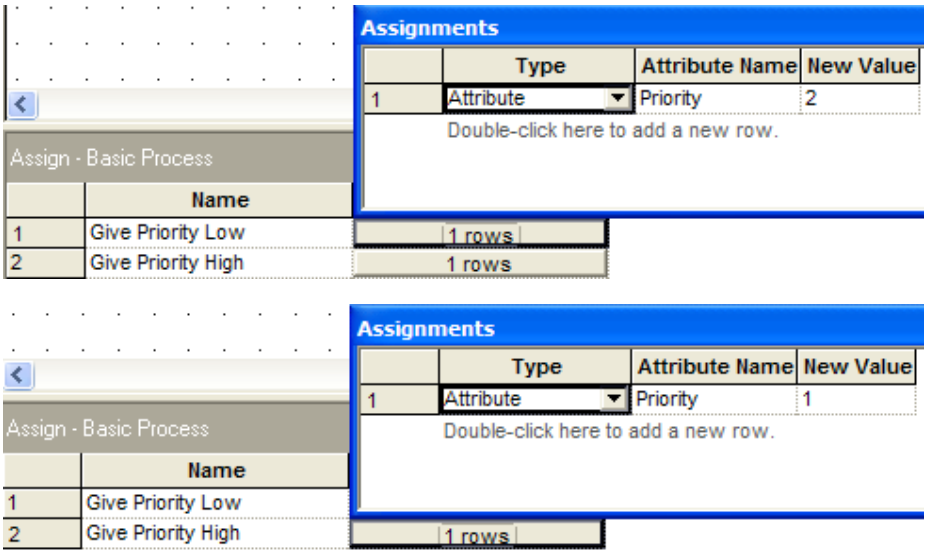
نافذة خصائص Cteate

Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Value
1	Normal Rep	Truck	Random (Expo)	10
2	Fast Repair	Van	Random (Expo)	15

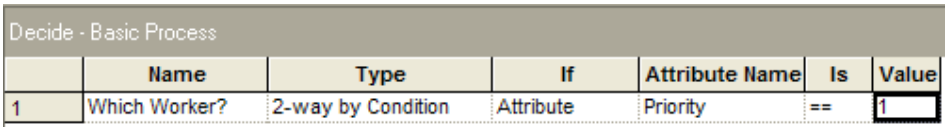
Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
Minutes	1	Infinite	0.0
Minutes	1	Infinite	0.0

نافذة خصائص Assign



لاحظ هنا أسندنا أفضلية حسب نوع الصفة لكل نوع من أنواع الشاحنات.

نافذة خصائص Decide



وحدة Decide قامت بإستخدام صفة الأفضلية لكي ترسل الكائن (الشاحنة) إلى العامل المناسب.

نافذة خصائص Process

Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority
1	Skilled	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)
2	Not Skilled	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Skilled Worker	1

Double-click here to add a new row.

1 rows	Normal	Minutes	Value Added	5	1	☑
1 rows	Normal	Minutes	Value Added	6	1	☑

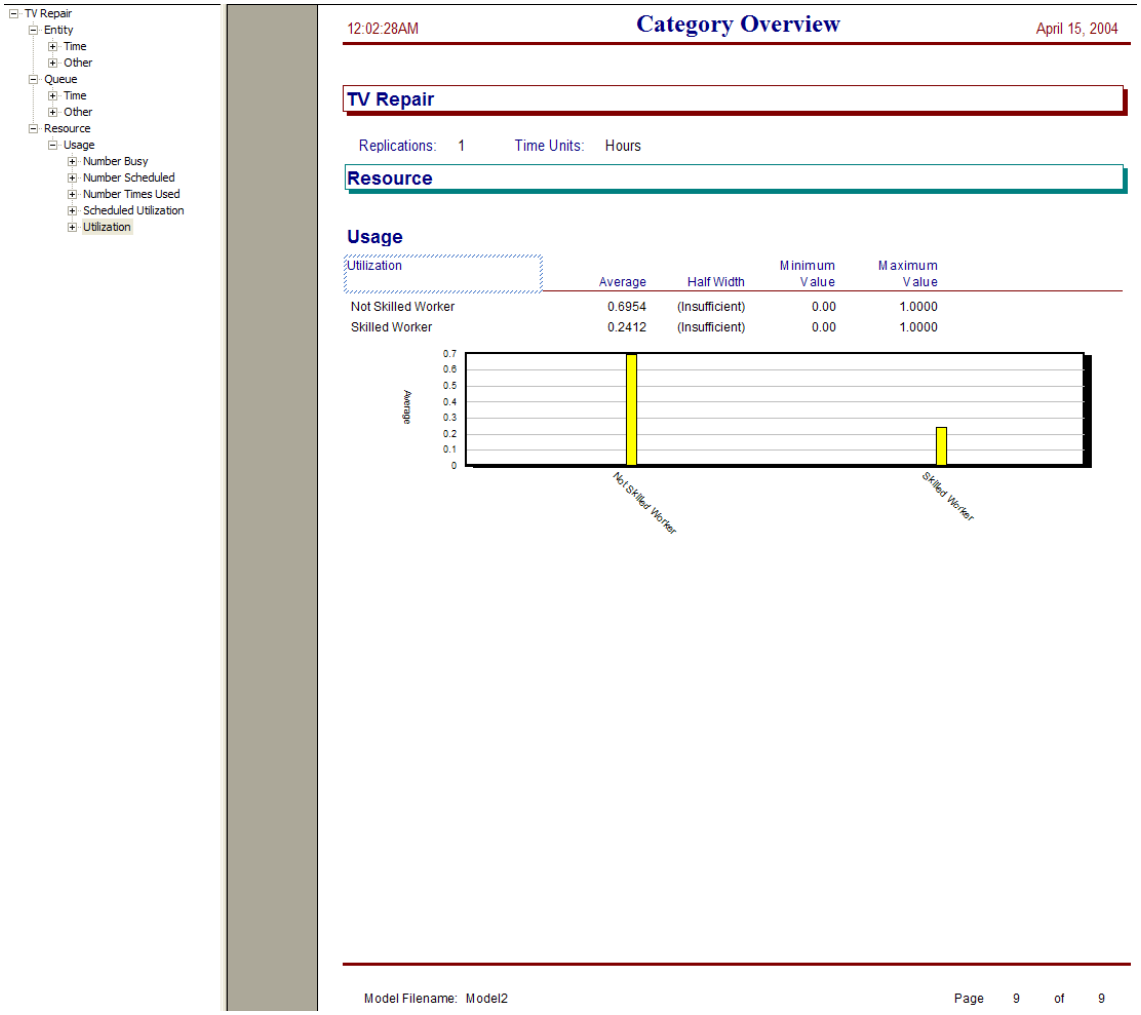
Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Not Skilled Worker	1

Double-click here to add a new row.

1 rows	Normal	Minutes	Value Added	6	1	☑

التقرير

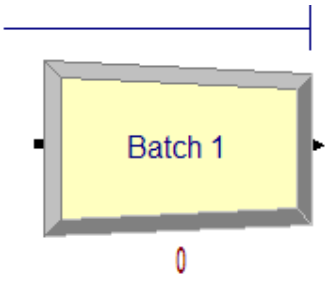


تمرين: يترك للطالب إستخراج النتائج.

مثال 5:

في هذا المثال نستعرض الوحدتين حزم و فصل Batch Module و Separate Module وتقوم الاولى بحزم أو جمع بعض الكائنات التي تحقق صفة أو شرط أو تعبير معين مع بعضها في شكل كائن جديد بشكل دائم أو مؤقت وفي حالة الحزم المؤقت تقوم وحدة فصل بفصلهم إلى مكوناتهم الأصلية. ولهم التراكيب التالية:

وحدة حزم Batch Module



وهذه الوحدة لها مدخل واحد ومخرج واحد ويعطي الرقم في أسفل الوحدة عدد الكائنات التي تحزم.

وتستخدم هذه الوحدة كآلية تجميع داخل نموذج المحاكاة. الحزم يمكن ان تجمع بشكل أبدي أو مؤقت. الحزم المؤقتة يجب ان تفرق أو تفصل بواسطة الوحدة فصل "Separate Module". التحزيم يتم إما على عدد محدد من الكائنات التي تدخل الوحدة أو على كائنات تحقق صفة معينة. الكائنات التي تصل إلى وحدة حزم توضع في طابور حتى يتجمع العدد المطلوب منها. وبعد تجميعها يولد كائن جديد يمثلها.

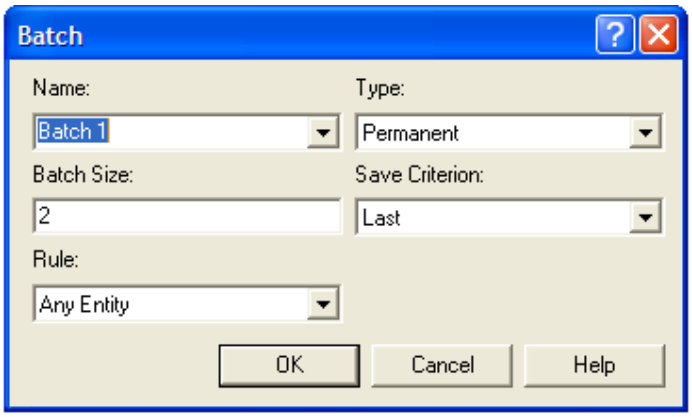
الإستخدامات العادية:

- تجميع عدد من القطع قبل تصنيع جهاز.

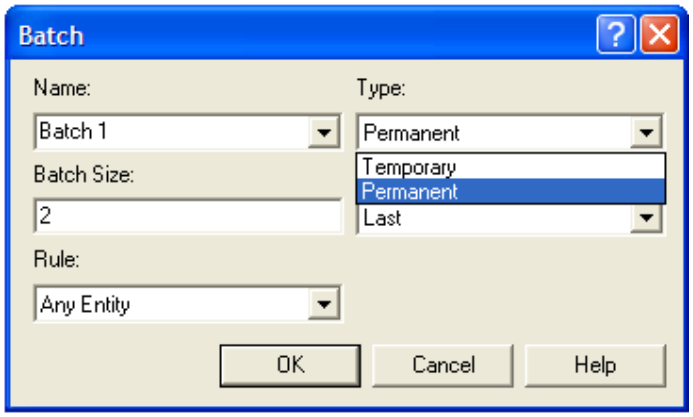
- إعادة تجميع نسخ من صيغة سبق فصلها.

- جمع مريض مع ملفه قبل دخوله على طبيب.

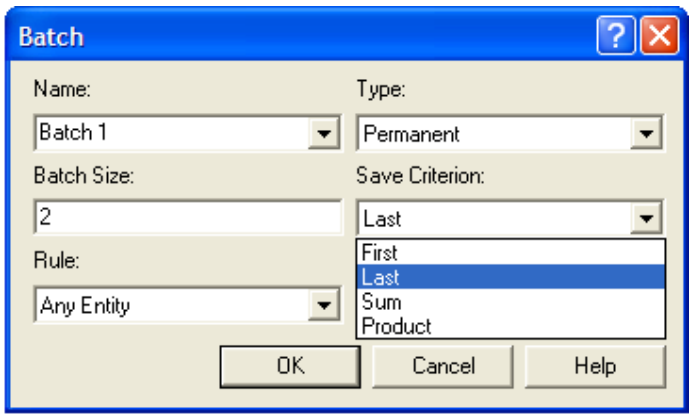
نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب:



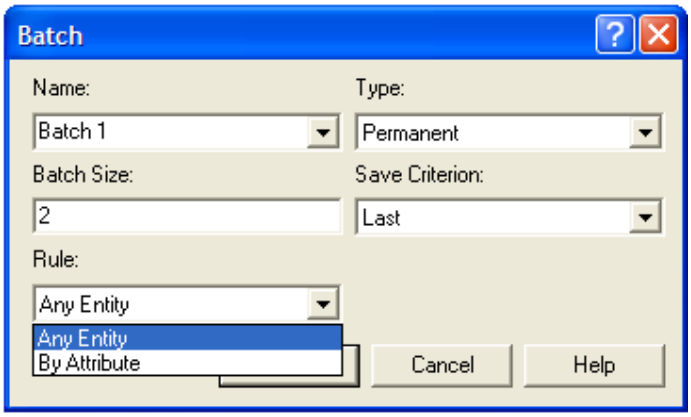
نافذة الحوار للنوع



نافذة الحوار لمعيار الحفظ Save Criterion

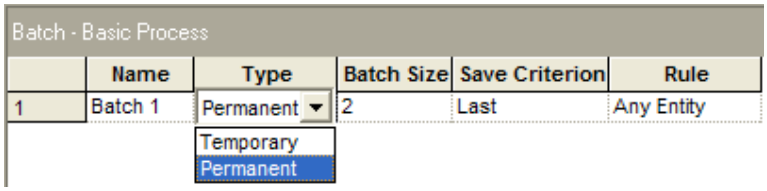


نافذة الحوار للقاعدة

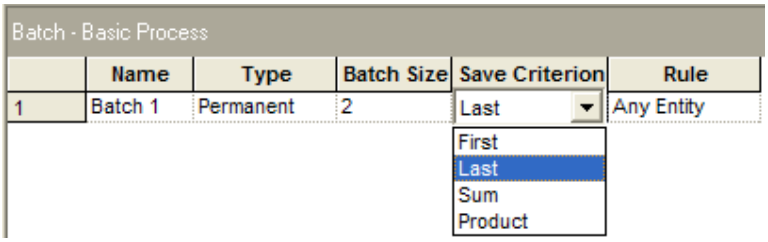


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

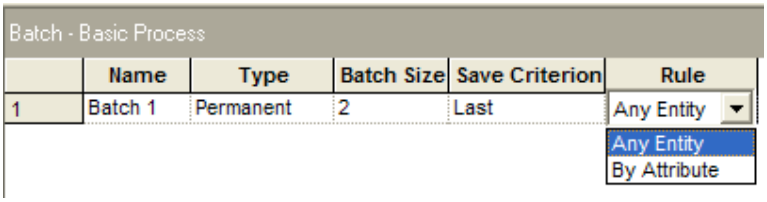
مع نافذة حوار النوع



نافذة حوار معيار الحفظ



نافذة الحوار للقاعدة

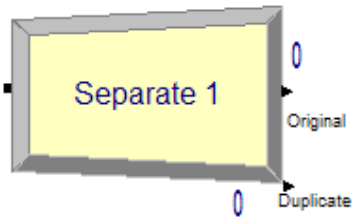


وتحوي:

المطلوب	الوصف
إسم Name	إسم وحيد لتعريف الوحدة وتظهر على

	شكل الوحدة.
نوع Type	طريقة حزم الكائنات معا.
حجم الحزمة Batch Size	عدد الكائنات التي ستحزم.
معيار الحفظ Save Criterion	طريقة إسناد كائن يمثل المجموعة ومعرف بالمستخدم.
قاعدة Rule	وتحدد كيفية حزم الكائنات القادمة للوحدة. "أي وحدة" Any Entity سوف تأخذ أول "حجم حزمة" من الكائنات القادمة وتحزمها معا. "بالصفة" By Attribute تحزم معا "حجم حزمة" كل الكائنات القادمة للنظام والتي لها صفة معينة.
إسم الصفة Attribute Name	إسم الصفة التي يجب على كل الكائنات التي ستحزم معا أن تشترك فيها. وتستخدم عندما تكون القاعدة "بالصفة"

وحدة فصل Separate Module



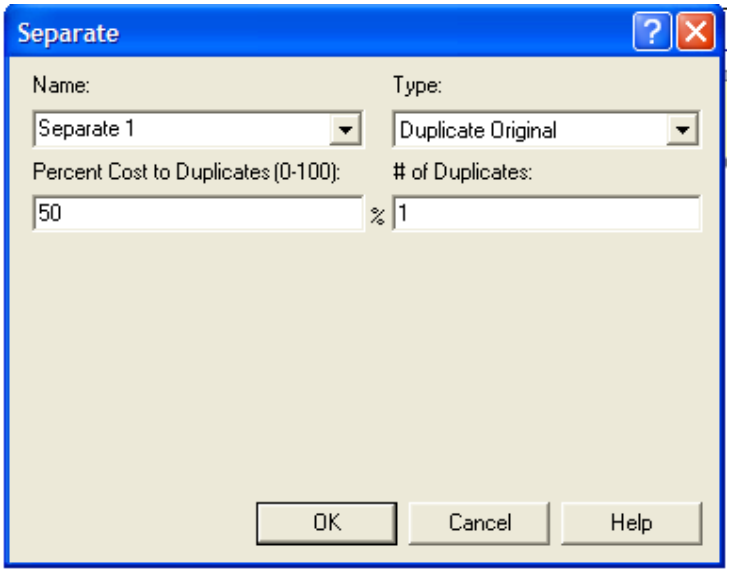
ولها مدخل ومخرجين للنسخ الأصلية ويعطي عددها فوق المخرج وللنسخ المستخرجة ويعطى عددها اسفل الوحدة.

هذه الوحدة يمكن ان تستخدم إما لنسخ كائن قادم إلى عدة نسخ من الكائنات أو لفصل كائنات تم حزمها سابقا. كما تعطى قواعد تخصيص تكاليف وأزمنة للنسخ الناتجة. عند فصل حزم فإن الممثل لتلك الحزم يتم التخلص منه وتسترجع الكائنات الأصلية. وتتحرك الكائنات الناتجة بشكل تتابعي حسب الترتيب الذي تم به تجميعها في الحزمة. عند نسخ كائنات فإن العدد المطلوب من النسخ يتم عمله وإرساله من الوحدة كما أن الكائن الأصلي يغادر الوحدة.

<u>الإستخدامات المعتادة:</u>

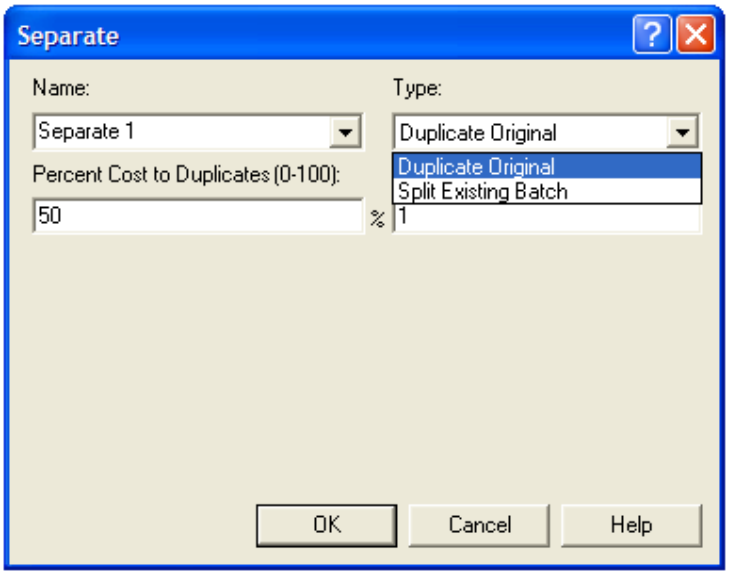
- إرسال كائنات منفصلة تمثل صناديق مستخرجة من حاوية.
- إرسال أصل إستمارة مع نسخها لكي يعمل عليها بالتوازي.
- فصل مجموعة من المستندات جمعت سابقا.

<u>نافذة الخواص في طور مخطط الإنسياب:</u>

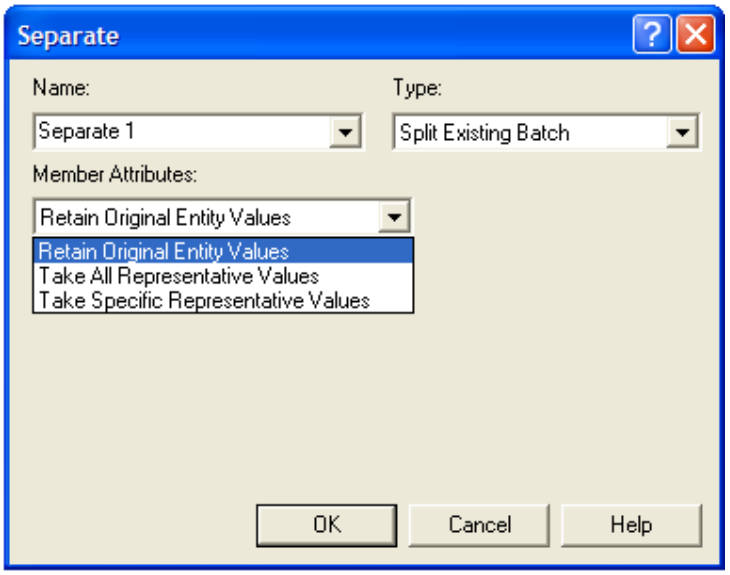


وهي في شكل حوار النوع عند نسخ الأصل.

نافذة حوار النوع

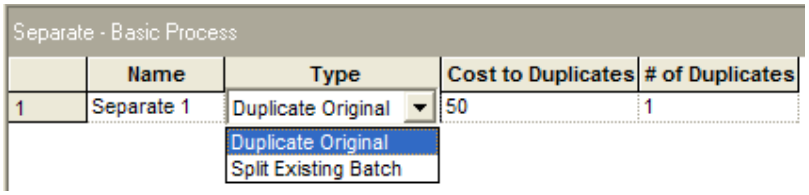


نافذة حوار النوع في حالة فصل حزمة

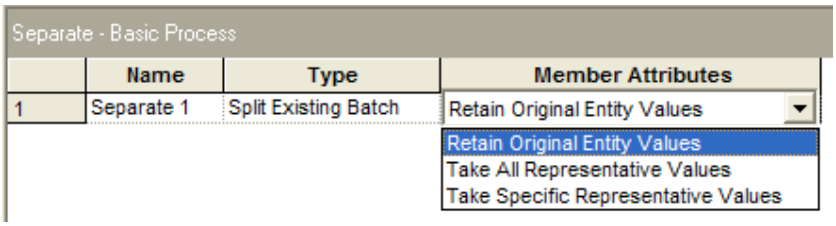


نافذة الخواص في طور صفحة النشر:

مع ظهور نافذة حوار النوع



حوار النوع في حالة فصل حزمة



وتحوي:

المطلوب	الوصف
إسم Name	إسم وحيد لتعريف الوحدة وتظهر على شكل الوحدة.
نوع Type	طريقة فصل الكائنات القادمة. "نسخ الأصل" Duplicate Original ويتم نسخ عدد محدد من الكائن الأصلي. "قسم الحزمة الموجودة" Split Existing Batch وهنا يتم فصل كائن في شكل حزمة جمعت بواسطة الوحدة "حزم" إلى الكائنات الأصلية.
نسبة تكلفة النسخ Percent Cost to Duplicates	تعطي تكلفة وزمن الكائن القادم للنسخ الخارجة وهذه القيمة تحدد كنسبة من التكلفة الأساسية للكائن الأصلي (بين 0-100) وهذه النسبة توزع بالتساوي بين النسخ الناتجة وما يتبقى من نسبة تظل للكائن الأصلي. وتستعمل فقط عندما يكون النوع "نسخ الأصل".

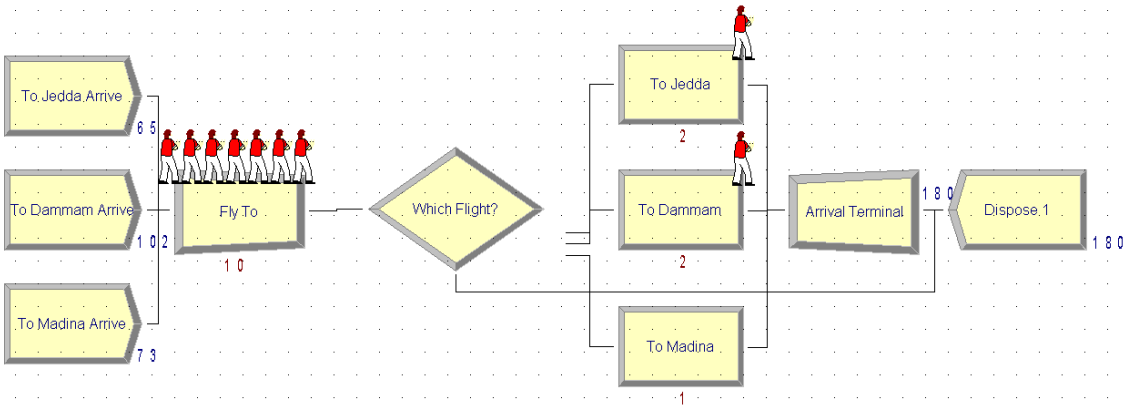
عدد النسخ # of Duplicates	عدد الكائنات الناتجة والتي ستغادر الوحدة بالإضافة إلى الكائن الأصلي. تستعمل فقط عندما يكون النوع "نسخ الأصل".
صفات العضو Member Attributes	طريقة تعيين كيفية إسناد قيم صفات الكائن الممثل للمجموعة إلى الكائنات الأصلية. هذه الإختيارات تعود إلى 6 من الصفات الخاصة (Entity.Type, Entity.Picture, Entity.Station, Entity.Sequence, Entity.HoldCostRate, and Entity.Jobstep) ولكل الصفات المعرفة بالمستخدم. وتستخدم عندما يكون النوع "قسم الحزمة المجمعة".
إسم الصفة Attribute Name	إسم صفة أو صفات الكائن الممثل والتي كانت مسندة للكائنات الأصلية في الحزمة ويستخدم فقط عندما يكون "صفات العضو" هي "Take Specific Representative Value"

ونستعرضهم في المثال التالي:

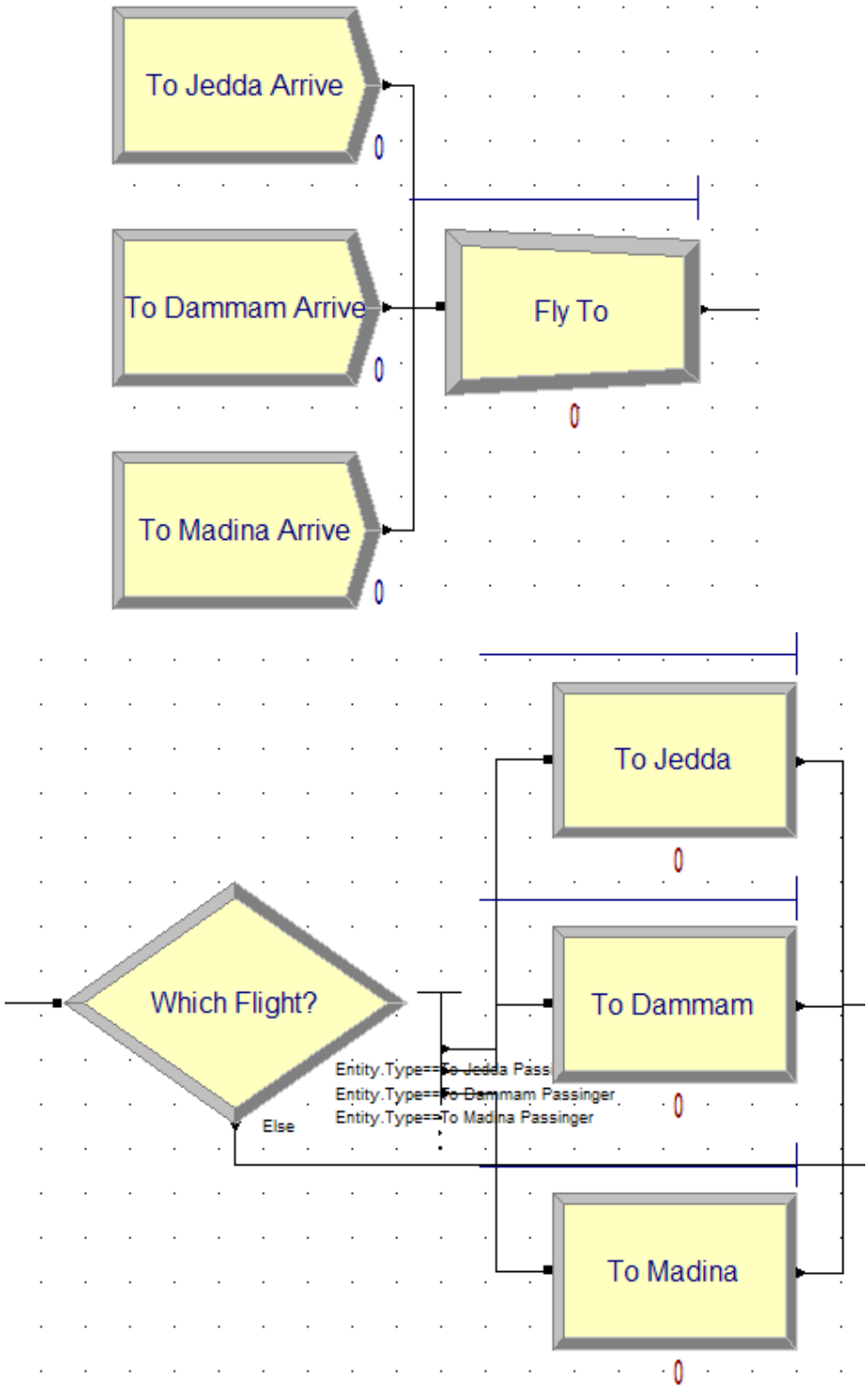
مثال 5(يتبع)

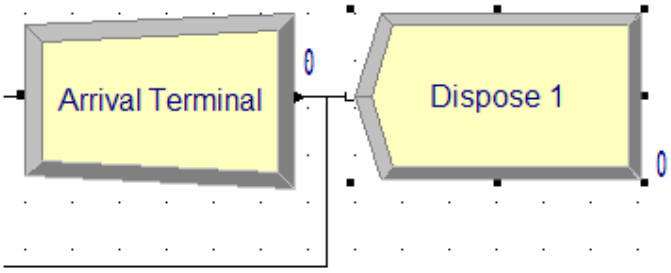
شركة طيران خاصة تمتلك طائرات صغيرة تحمل 10 ركاب فقط. تقوم هذه الشركة برحلات إلى جدة والدمام والمدينة. الركاب المغادرون إلى جده يصلو بأزمنة مابين وصول تتبع التوزيع الاسي بمعدل 7 ركاب في الدقيقة وركاب الدمام يصلو بأزمنة مابين وصول تتبع التوزيع الاسي بمعدل 6 ركاب في الدقيقة و وركاب المدينة يصلو بأزمنة مابين وصول تتبع التوزيع الاسي بمعدل 8 ركاب في الدقيقة. الطائرة لاتقلع حتى يكتمل عدد الركاب. زمن الرحلة لجدة له توزيع متساوي بين 1.9 و 2.2 ساعة وللدمام له ايضا توزيع متساوي بين 0.9 و 1.1 ساعة وللمدينة ايضا توزيع متساوي بين 1.15 و 1.25 ساعة. حاكي النظام وأوجد مقاييس الأداء.

النموذج:



ونقسمه للتوضيح


To Jedda Arrive
0
To Dammam Arrive
0
To Madina Arrive
0
Fly To
0
To Jedda
0
Which Flight?
Entity.Type==To Jedda Pass
Entity.Type==To Dammam Passinger
Entity.Type==To Madina Passinger
Else
To Dammam
0
To Madina
0



نكتفي بعرض خصائص الوحدات بطور صفحة النشر

خصائص Create

Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Value
1	To Jedda Arrive	To Jedda Pa	Random (Expo)	7
2	To Dammam Arrive	To Dammam	Random (Expo)	6
3	To Madina Arrive	To Madina P	Random (Expo)	8

Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
Minutes	1	Infinite	0.0
Minutes	1	Infinite	0.0
Minutes	1	Infinite	0.0

خصائص Batch

Batch - Basic Process

	Name	Type	Batch Size	Save Criterion	Rule	Attribute Name
1	Fly To	Temporary	10	Last	By Attribute	Entity.Type

لاحظ أن نوع الحزم Type مؤقت Temporary. حجم الحزمة Batch Size هو 10 (سعة الطائرة) و معيار حفظ الحزمة Save Criterion هو آخر Last كائن (راكب) يصل والقاعدة (للحفظ) Rule بالصفة By Attribute وإسم الصفة Attribute Name هو نوع الكائن Entity.Type

خصائص Decide

Decide - Basic Process

	Name	Type
1	Which Flight?	N-way by Condition

3 rows

Conditions

	If	Attribute Name	Entity Type
1	Entity Type	Attribute 1	To Jedda Passinger
2	Entity Type	Attribute 2	To Dammam Passinger
3	Entity Type	Attribute 3	To Madina Passinger

Double-click here to add a new row.e to add a new row.

خصائص Process

Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority
1	To Damma	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)
2	To Madina	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)
3	To Jedda	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)

Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Maximum	Report Statistics
1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	0.9	1.1	☑
1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	1.15	1.25	☑
1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	1.9	2.2	☑

نوافذ خصائص الموارد

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Flight Two	1

Double-click here to add a new row.

1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	0.9	1.1	☑
1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	1.15	1.25	☑
1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	1.9	2.2	☑

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Flight Three	1

Double-click here to add a new row.

						Report Statistics
1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	1.15	1.25	☑
1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	1.9	2.2	☑

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Flight One	1

Double-click here to add a new row.

1 rows	Uniform	Hours	Non-Value Added	1.9	2.2	☑

خواص Separate

Separate - Basic Process

	Name	Type	Member Attributes
1	Arrival Terminal	Split Existing Batch	Retain Original Entity Values

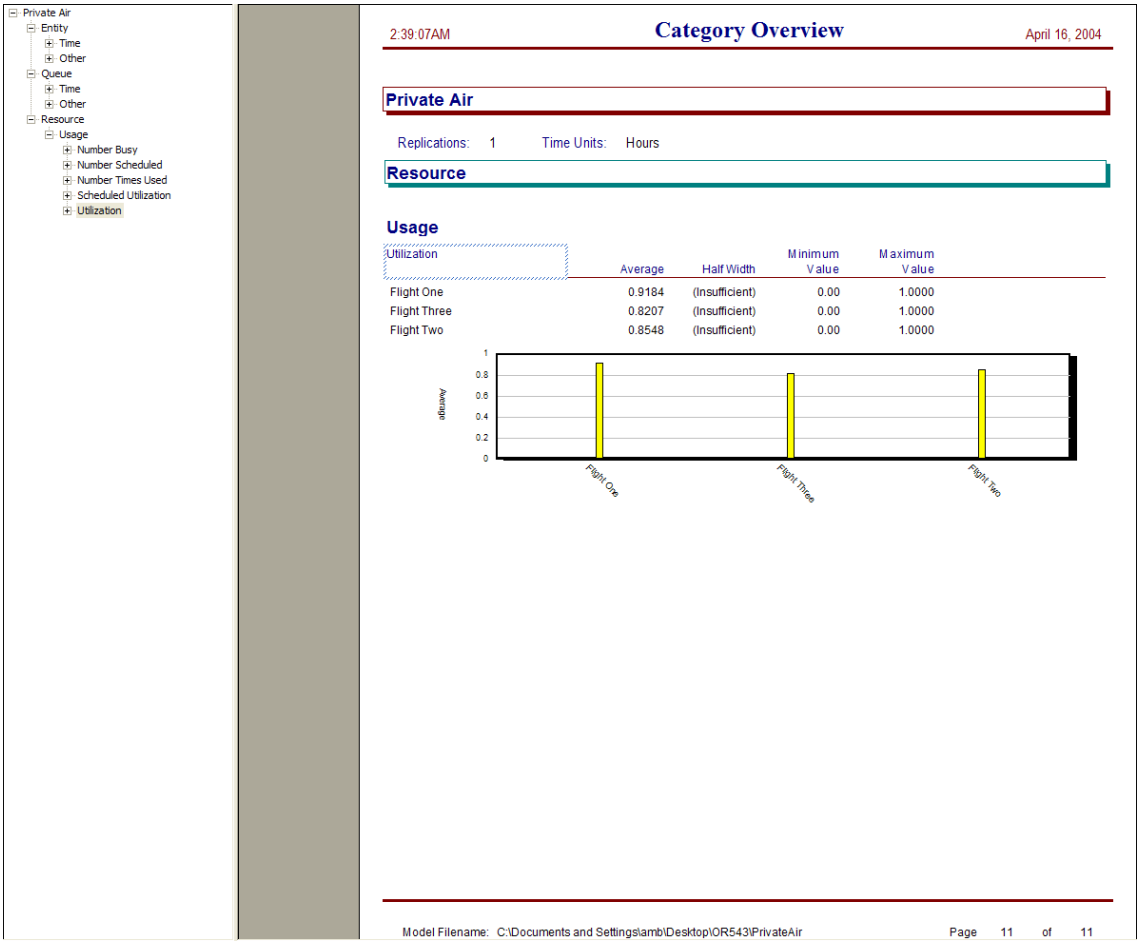
لاحظ هنا نوع الفصل Type هو فصل الحزمة الموجودة Split Existing Batch وصفة الأعضاء Member Attribute هو الإبقاء على قيم الكائنات الأصلية Retain Original Entity Values.

أخيرا خواص Dispose.

Dispose - Basic Process

	Name	Record Entity Statistics
1	Dispose 1	☑

التقرير



تمرين: يترك للطالب إستخراج النتائج.

لإكمال إستعراض مقدرات Arena سوف نقدم بقية الوحدات في لوحة الوحدات الأساسية وهي:

وحدة تسجيل Record Module

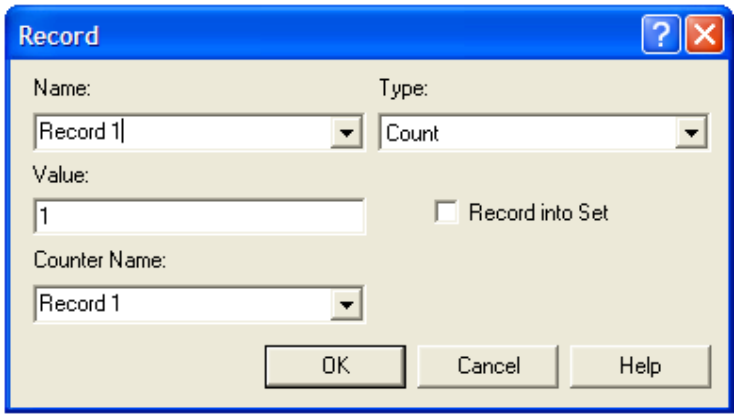
تستخدم هذه الوحدة لجمع إحصائيات في نموذج المحاكاة.

الإستخدامات المعتادة:

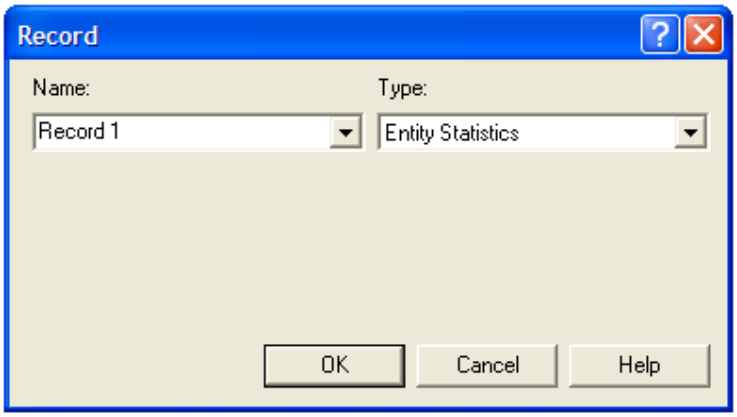
- تجميع عدد المهام التي اكملت كل ساعة.
- عد كم طلب تأخر تحقيقها.
- سجل الزمن الذي قضاه زبون بأفضلية في طابور الفحص الأولي.

نافذة الخواص فطور مخطط الإنسياب:

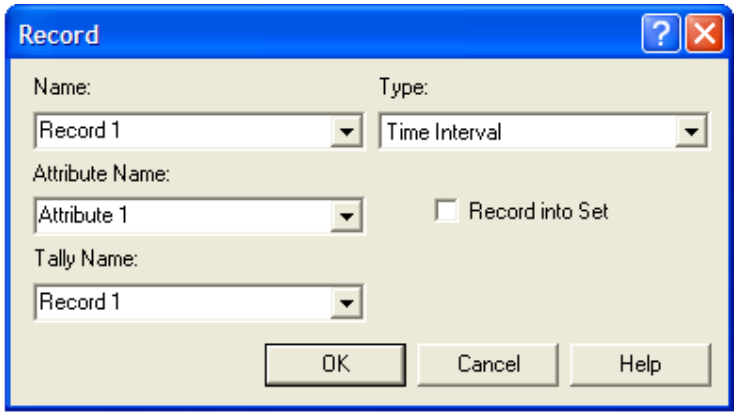
وتظهر النوع عد Count



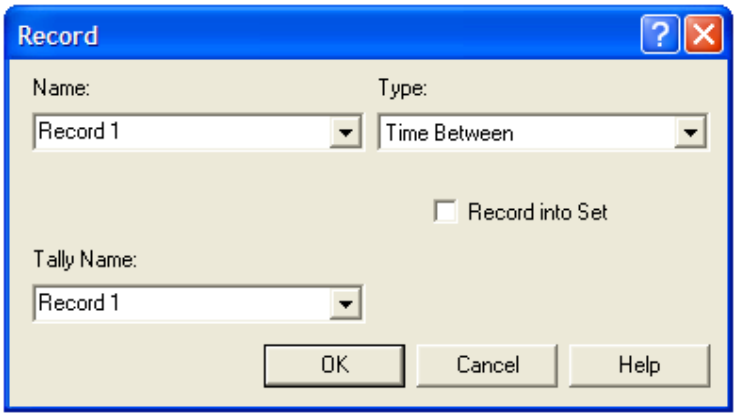
نافذة حوار نوع في حالة إحصائيات الكائن



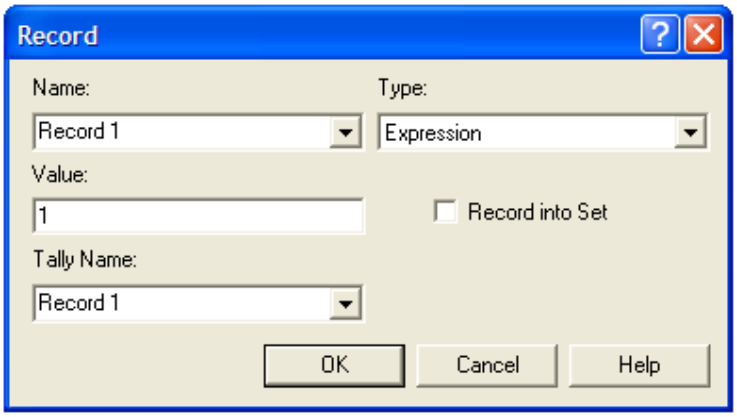
نافذة حوار نوع في حالة فترة زمنية



نافذة حوار نوع في حالة الزمن بين

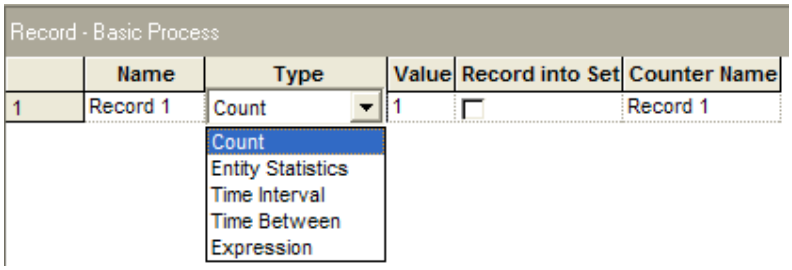


نافذة حوار نوع في حالة تعبير



نافذة الخواص في طور صفحة النشر:

مع نافذة حوار نوع ظاهرة



وتحوي:

المطلوب	الوصف
إسم Name	إسم وحيد لتعريف الوحدة وتظهر على شكل الوحدة.
نوع Type	نوع الإحصاءات مشاهدة أو عد والتي مطلوب جمعها. "عد" Count يزيد أو ينقص قيمة إحصائة مسماة بالقيمة المحددة. "إحصاءات الكائن" Entity Statistics يولد إحصاءات عامة عن الكائن. "فترة زمن" Time Interval

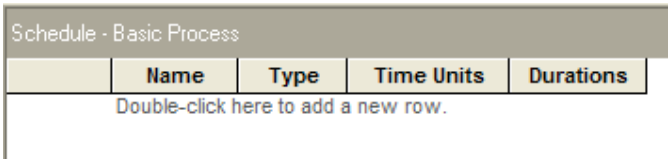
	يحسب ويسجل الفرق بين قيمة صفة محددة وزمن المحاكاة الحالي. "زمن بين" Time Between يتابع ويسجل الزمن بين الكائنات التي تدخل الوحدة. "تعبير" Expression تسجل قيمة التعبير المعطى.
إسم الصفة Attribute Name	لإسم الصفة التي ستستخدم قيمتها لإحصائيات الفترة. وتستخدم فقط إذا كان النوع "فترة".
قيمة Value	القيمة التي ستسجل للإحصائة المشاهدة عندما يكون النوع "تعبير" أو تضاف إلى التعداد عندما يكون النوع "عد".
إسم التسجيل Tally Name	هذه الخانة تعرف إسم رمز التسجيل والذي ستسجل فيه المشاهدات ويستخدم فقط عندما يكون النوع "فترة زمن" أو "زمن بين" أو "تعبير".
إسم العداد Counter Name	ويعرف إسم الرمز للعداد الذي سيزاد أو ينقص. ويستخدم فقط إذا كان النوع "عداد".
سجل في مجموعة Record into Set	ويختار صندوق التأكيد لكي يحدد فيما إذا كان سيستخدم أم لا مجموعة سجل أو مجموعة عداد.

إسم مجموعة سجل Tally Set Name	إسم مجموعة السجل الذي سيستخدم للإحصائات من النوع المشاهد. ويستخدم عندما يكون النوع "فترة زمن" أو "زمن بين" أو "تعبير".
إسم مجموعة عداد Counter Set Name	إسم مجموعة العداد التي ستستخدم لتسجيل نوع الإحصائيات التي تعد وتستخدم عندمايكون النوع "عد".
مؤشر المجموعة Set Index	مؤشر في مجموعة سجل او مجموعة عدد.

وكذلك وحدتين من وحدات البيانات هي:

<u>وحدة توقيت Schedule Module</u>

ولها الشكل Schedule ويظهر السطر التالي



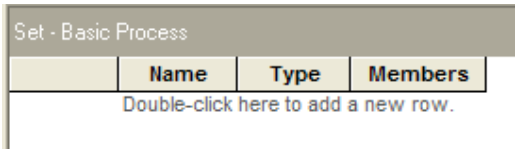
ويستخدم مع وحدة مورد لتعريف توقيت تشغيل للمورد أو مع وحدة التوليد لتعريف توقيت وصول.

وإستخداماته:

- توقيت شغل في مصنع ويشمل التعطيلات للعمال.
- نمط تعطل الآلات.
- حجم الزبائن الواصلين لمتجر.
- عناصر منحنى التعليم للعمال الجدد.

وحدة المجموعة Set Module

وله الشكل Set وسطره



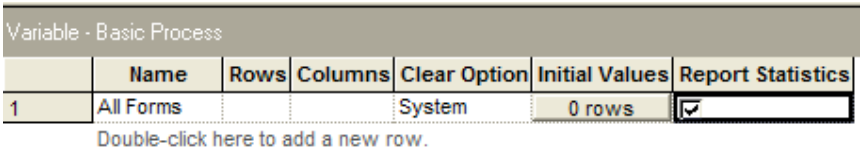
ويعرف مختلف أنواع المجموعات بمافيها الموارد والعدادات والسجلات وأنواع الكائنات وصور الكائنات. كما ان مجاميع الموارد يمكن ان تستخدم في وحدة العملية و والعدادات والسجلات يمكن ان تستخدم في وحدة التسجيل.

وإستخداماتها:

- المكائن التي تقوم بنفس العملية في مصنع ما.
- المشرفين والصرافين في سوبرماركت.
- الموظفين في مكتب.
- مجموعة صور عائدة لمجموعة من أنواع الكائنات.

وحدة متغير Variable Module

ولها الشكل Variable وسطرها



ويعرف أبعاد المتغير Variable Dimension وقيمه الأولية. ويمكن أن تسترجع في مختلف الوحدات (مثل وحدة القرار) أو يعاد إسناد قيم لها (مثل وحدة اسند) ويمكن ان تستخدم في أي تعبير.

إستخداماتها:

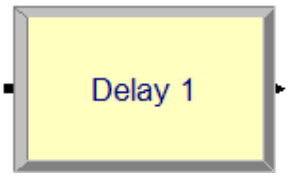
- عدد المستندات المكملة كل ساعة.
- أرقام تسلسلية تعطى لقطع من أجل التعريف.
- الفراغ المتاح في تسهيلة.

سوف نستعرض وحدات العمليات المتطورة و نستخدمها في حالات دراسة Case Studies.

العمليات المتطورة

وحدات مخطط الإنسياب Flowchart Modules

1- وحدة تأخير Delay Module



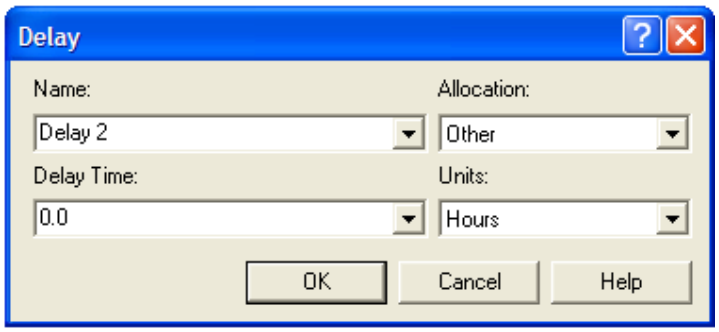
وحدة التأخير تقوم بتأخير الكائن مقدار محدد من الزمن. وأمثلة على إستخدامها

1- التحقق من شيك في بنك.

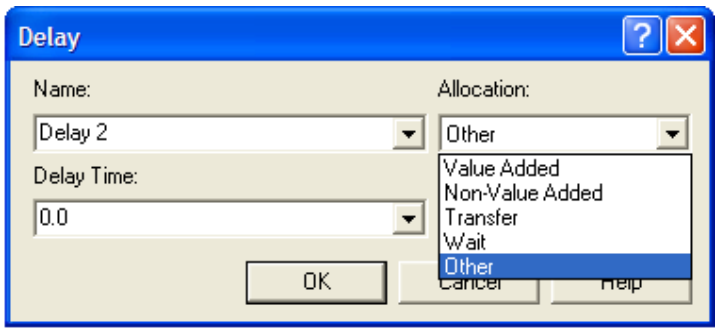
2- تجهيز آلة للعمل.

3- نقل مستند إلى قسم آخر.

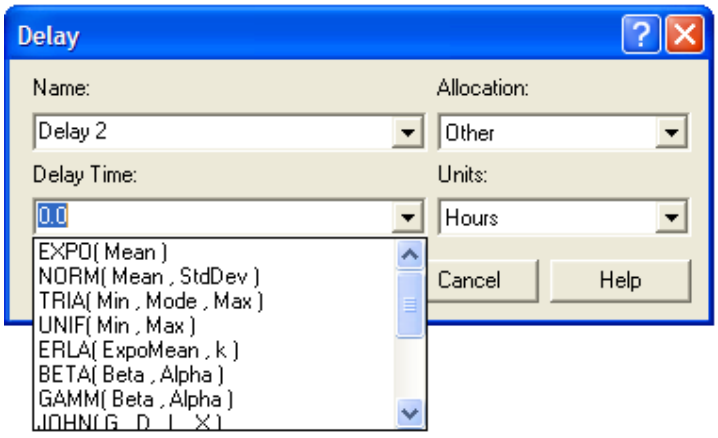
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



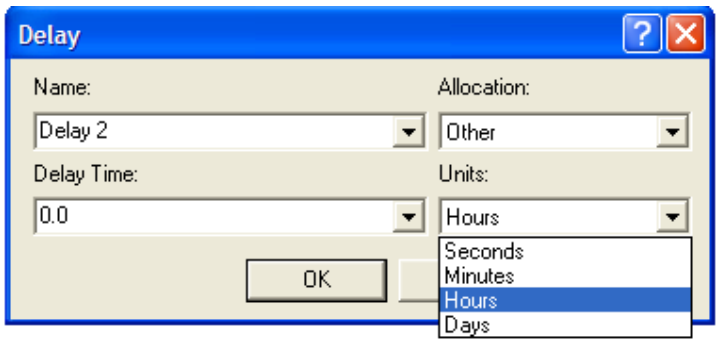
أ) نافذة حوار التعيين Allocation



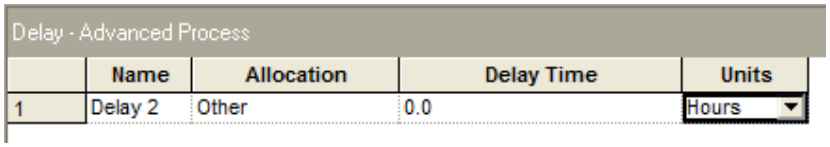
ب) نافذة حوار وقت التأخير Delay Time



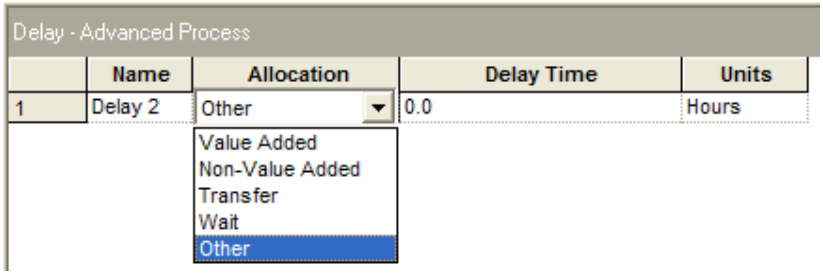
ج) نافذة حوار وحدات الزمن Units



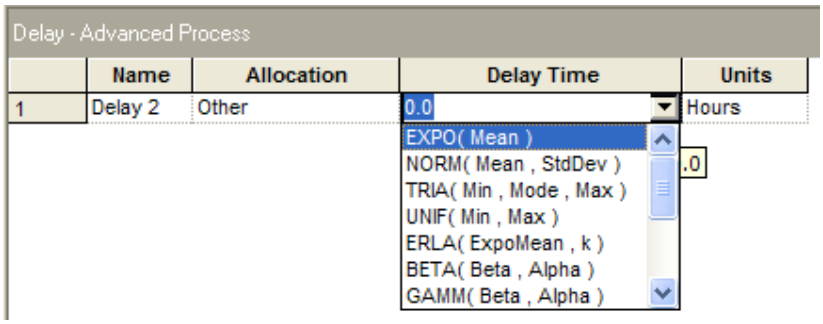
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:



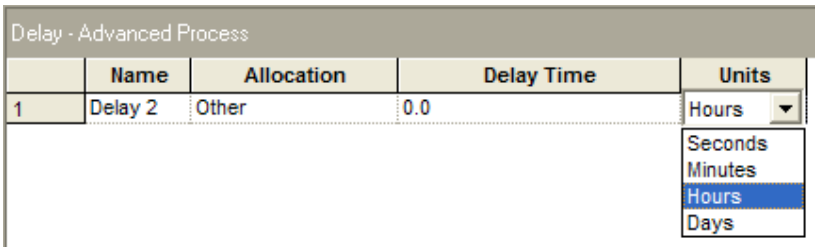
أ) نافذة حوار التعيين Allocation



ب) نافذة حوار وقت التأخير Delay Time



ج) نافذة حوار وحدات الزمن Units



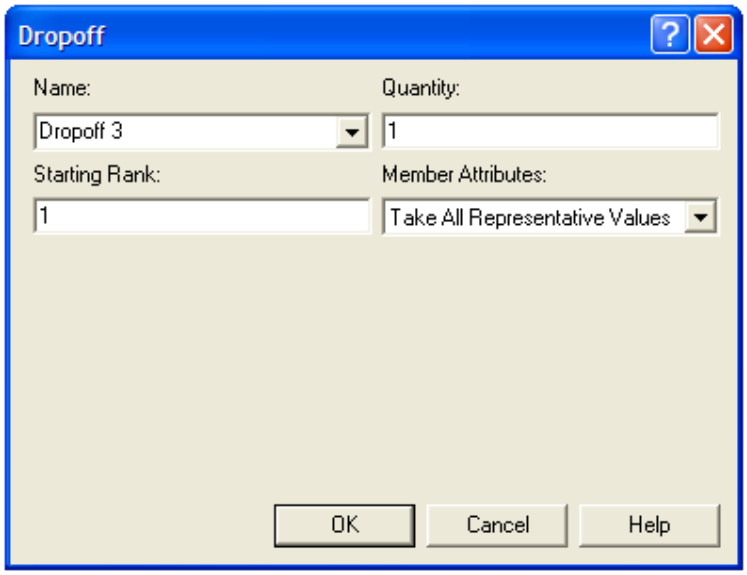
وحدة إسقاط (إيداع) Dropoff Module

وحدة الإسقاط تقوم بإزالة عدد من الكائنات من مجموعة من الكائنات وترسلهم إلى وحدة اخرى تحدد بتوصيلة مخططة Graphical Connection. وأمثلة على إستخداماتها

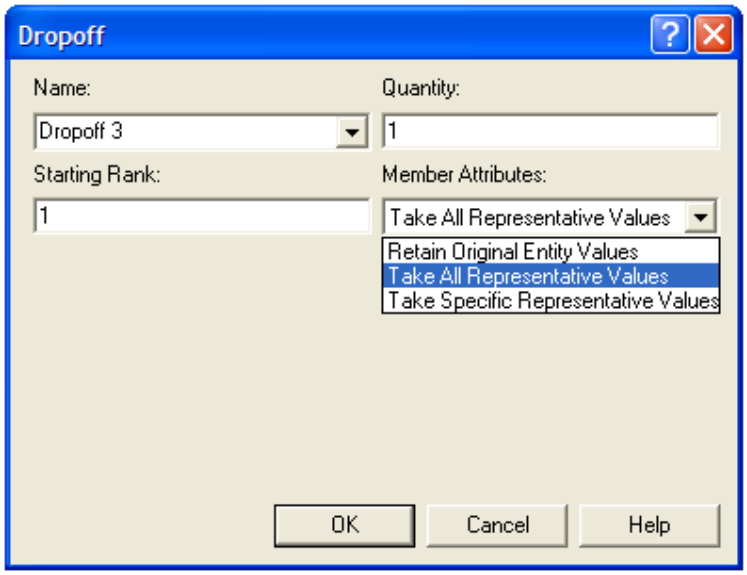
1- تحميل أرفف ببضائع.

2- فصل مستند من عدة صور للإستخدام بواسطة عدة أقسام.

نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



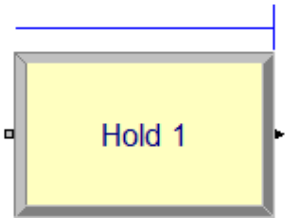
نافذة حوار صفات العضو



نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

ونظهر أيضا نافذة حوار صفات العضو

وحدة إمساك (منع) Hold Module



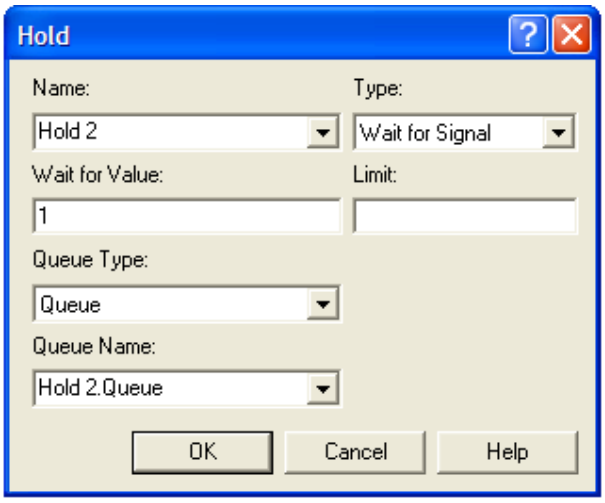
هذه الوحدة تقوم بإمساك كائن في طابور لينتظر إشارة (من وحدة الإشارة في النموذج) أو ليتحقق شرط معين أو يمسك لأمد غير محدد (لكي يزال بعد ذلك بوحدة إزالة). وأمثلة على إستخداماته هي

1- إنتظار إشارة مرور لتتحول إلى اللون الأخضر.

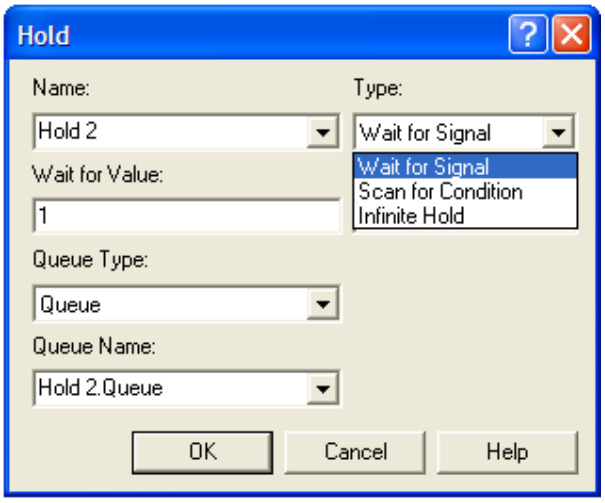
2- مسك مستند حتى يأمر بفسحه.

3- فحص حالة آلة أو عامل حتى تكمل التشغيل.

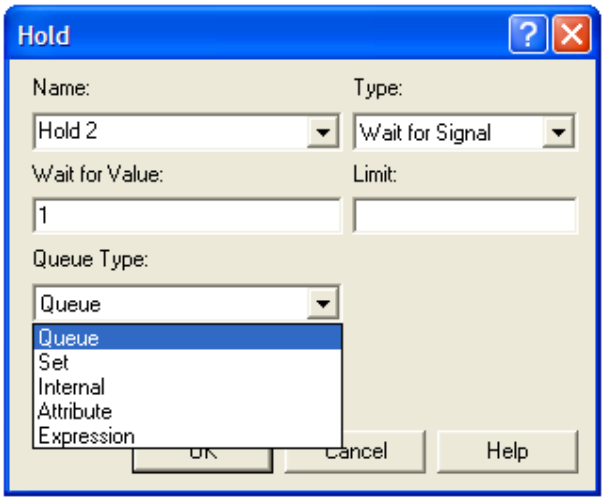
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



نافذة حوار نوع Type

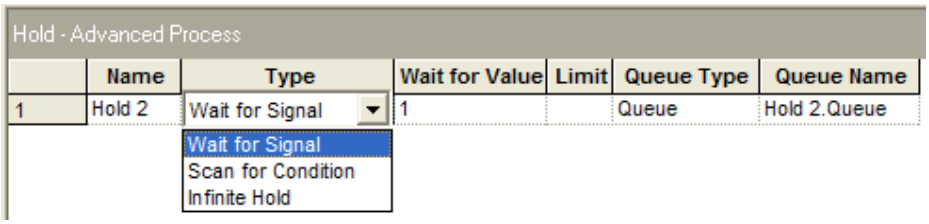


نافذة حوار نوع الطابور Queue Type

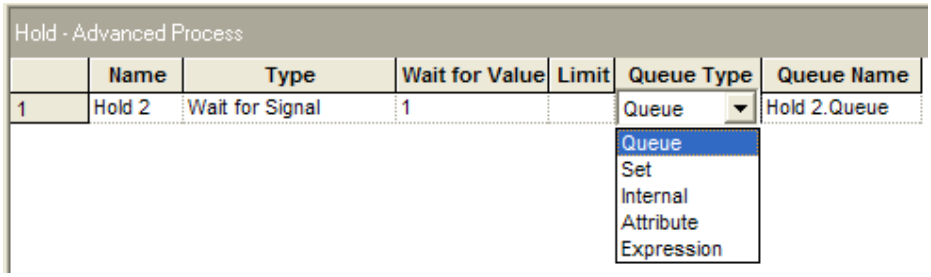


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

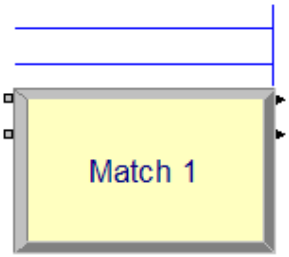
ونظهر أيضا نافذة حوار نوع



نافذة حوار نوع الطابور



وحدة تطابق Match Module



وحدة التطابق تجمع مع بعض عدد محدد من الكائنات المنتظرة في طوابير مختلفة والتي تتفق في صفة معينة. عند دخول كائن وحدة تطابق يوضع في واحد من 5 طوابير وذلك حسب النقطة التي دخل منها الكائن إلى الوحدة وتبقى في الطابور حتى يحصل تطابق ومن ثم تغادر الكائنات التي تم تطابقها الوحدة.

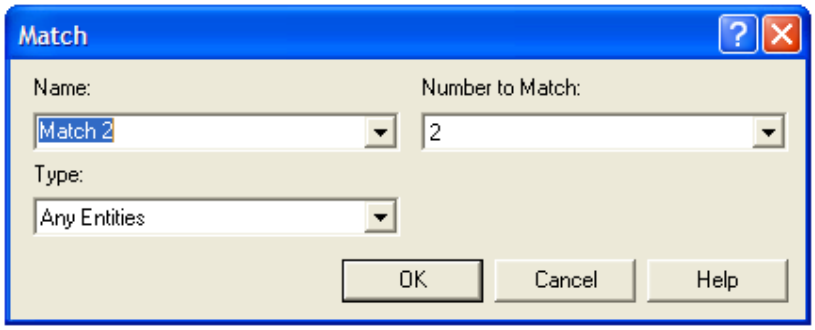
وأمثلة على إستخدامها

1- تجميع قطعة في خط إنتاج.

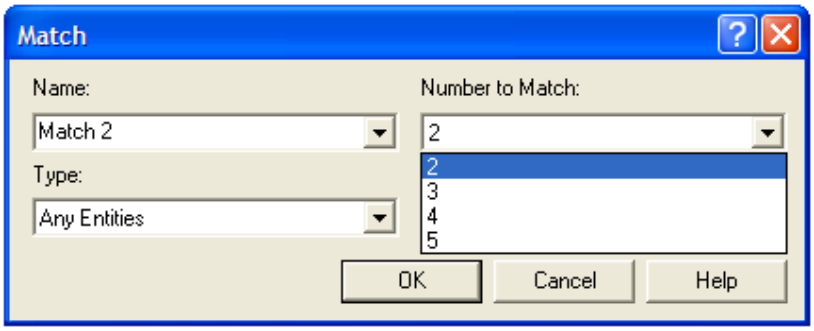
2- تجميع عدة منتجات حسب طلب زبون.

3- تجمع عدد من الركاب في محطة سيارات للسفر لجة معينة.

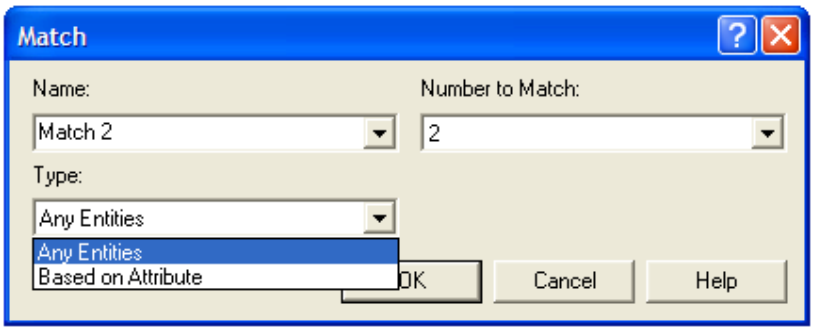
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



نافذة حوار عدد التطابق Number of Match

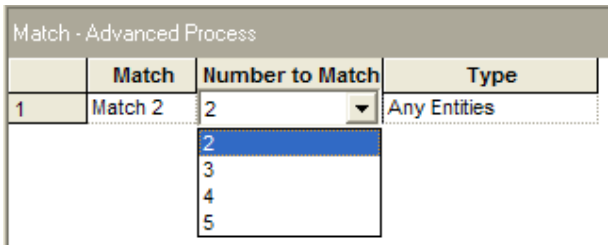


نافذة حوار نوع Type

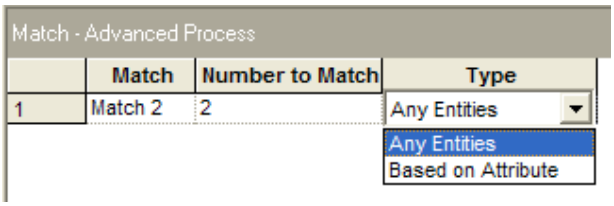


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

وتظهر نافذة حوار عدد التطابق



نافذة حوار النوع



وحدة إلتقاط Pickup Module

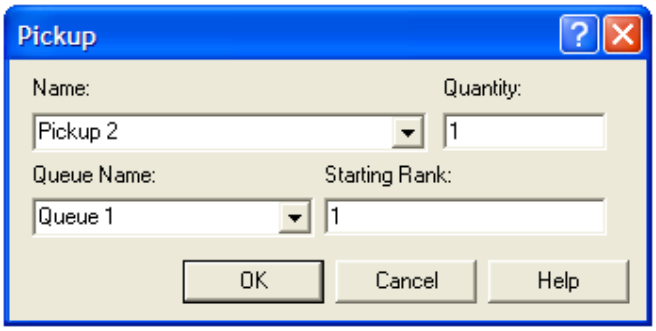
وتقوم هذه الوحدة بإلتقاط عدد من الكائنات المتتابعة من طابور معطى مبتدا عند رتبة معينة في الطابور. الوحدات الملتقطة تضاف إلى نهاية مجموعة قادمة من الكائنات. وأمثلة على إستخداماتها

1- تجميع طلب من طوابير في مواقع مختلفة.

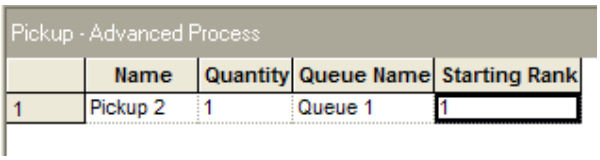
2- تجميع صيغ منتهية من مختلف الأقسام.

3- تجميع التلاميذ بحافلة مدرسة خاصة.

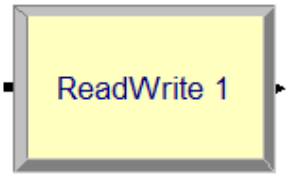
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:



وحدة قراءة وكتابة ReadWrite Module



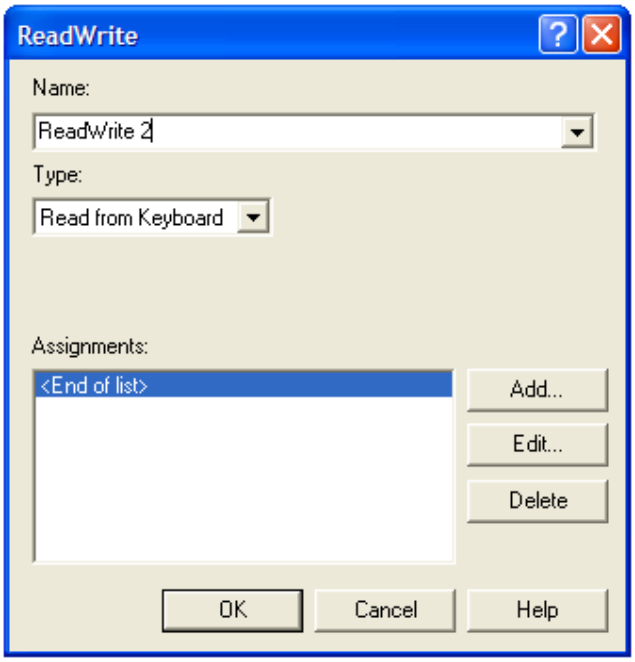
وتستخدم هذه الوحدة لقرائة بيانات من ملف إدخال أو من لوحة المفاتيح وإسناد القيم لمتغيرات أو صفات (أو أي تعبير آخر) وكذلك يستخدم لكتابة بيانات إما لملف إخراج أو إلى الشاشة. وأمثلة على إستخدامها

1- قراءة معلومات وصول ومغادرة رحلات الطيران.

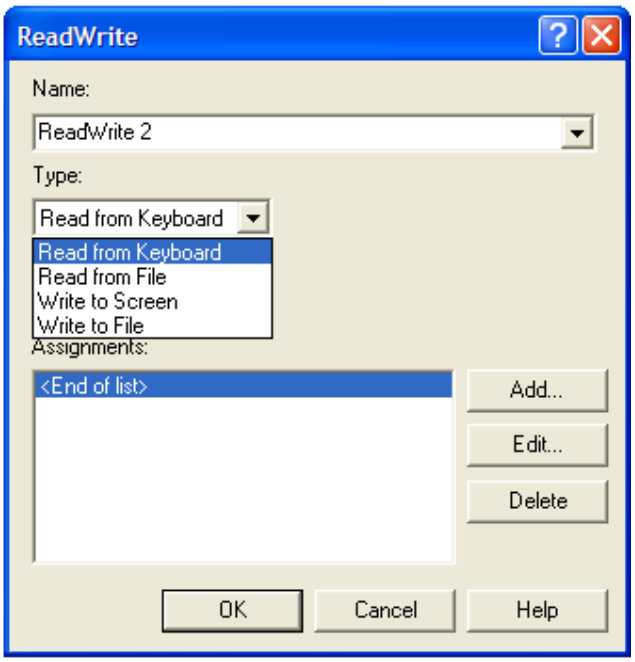
2- الطلب من المستخدم لإدخال بيانات عن النموذج أثناء تشغيل المحاكاة.

3- كتابة معلومات عن طلب في ملف.

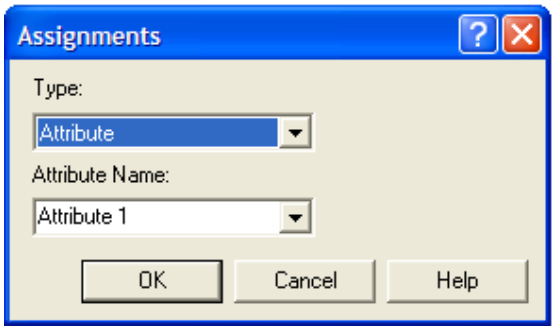
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



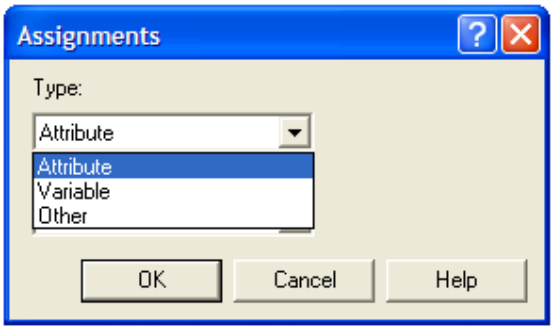
نافذة حوار نوع



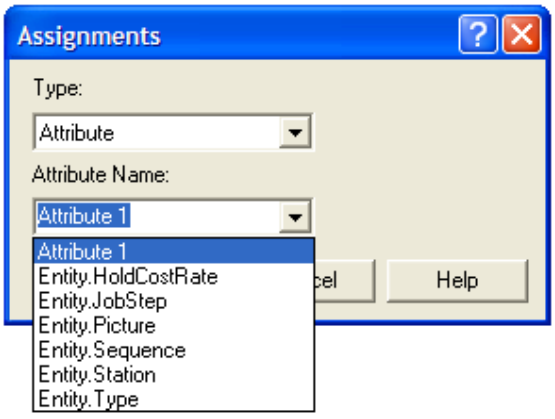
نافذة إضافة ..Add



للنوع

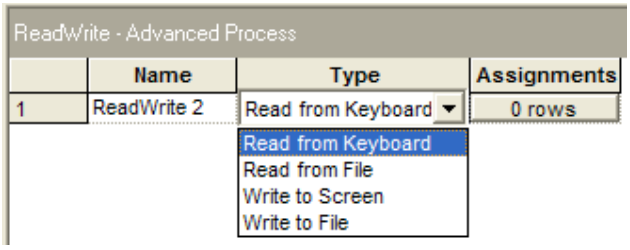


ولإسم الصفة

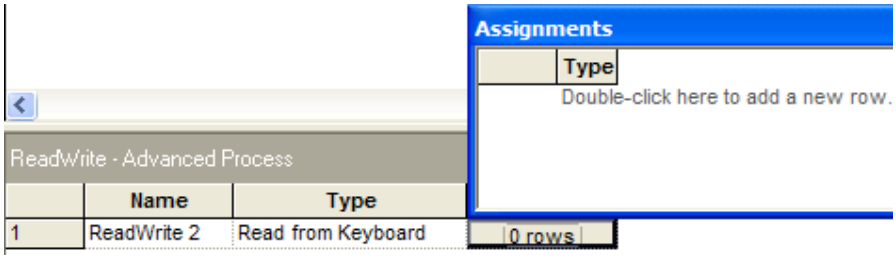


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

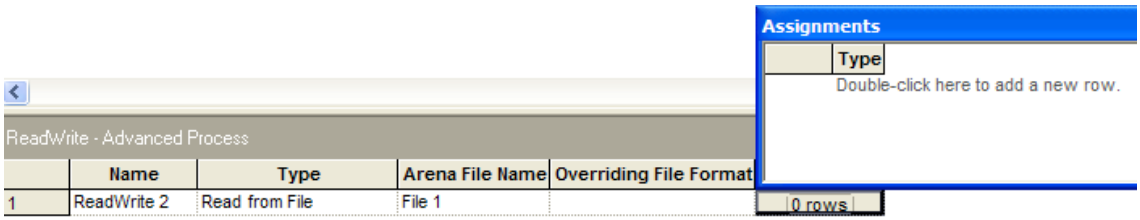
مع إظهار نافذة حوار النوع



نافذة حوارقراءة من لوحة المفاتيح



نافذة حوار قراءة من ملف



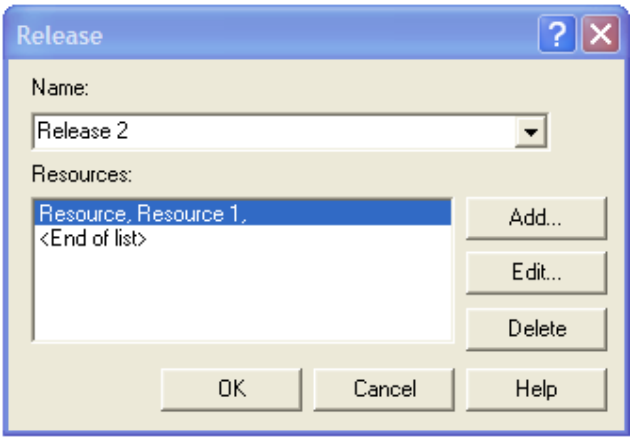
وحدة إطلاق (فك) Release Module

وتستخدم هذه الوحدة لإطلاق وحدات من الموارد والتي كانت ممسكة بكائن. وقد يستخدم لإطلاق موارد منفردة أو من مجموعة. لكل مورد يراد إطلاقة تحدد إسمه وعدد الوحدات المطلوب إطلاقها. عند دخول كائن هذه الوحدة فإنة يترك المورد الذي أمسك به وأي كائن ينتظر في طابور هذا المورد يستطيع إمساكه فورا. وأمثلة على إستخدامه

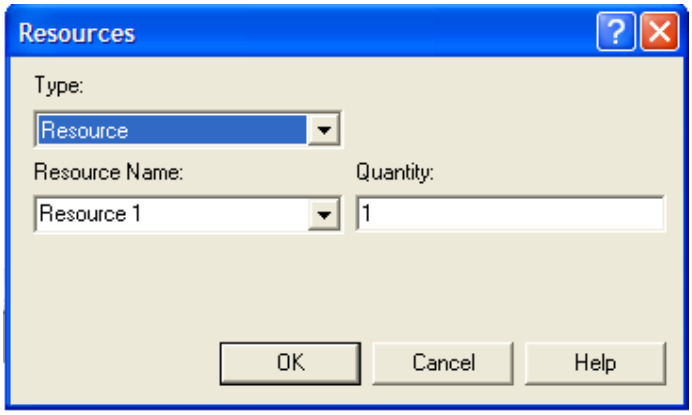
1- إنتهاء من طلب زبون (يطلق الخادم).

2- مغادرة المستشفى (يطلق الأطباء والممرضين وغرفة العلاج).

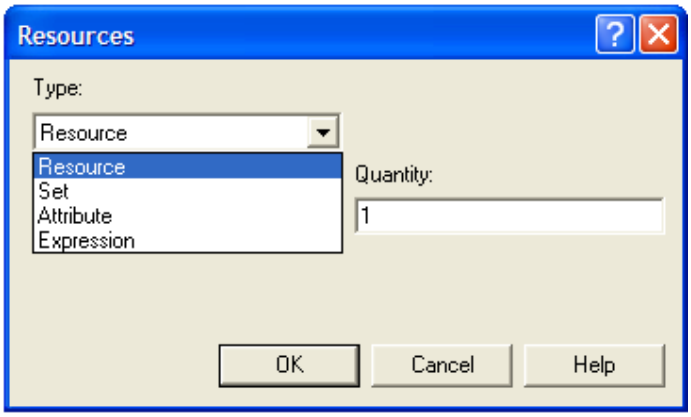
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



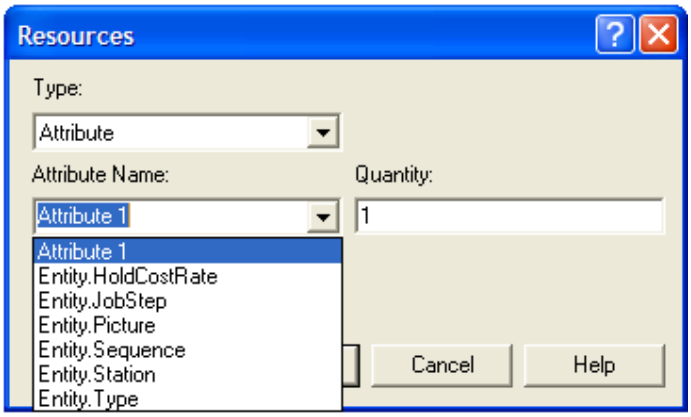
نافذة حوار إضافة ...Add



نافذة حوار نوع

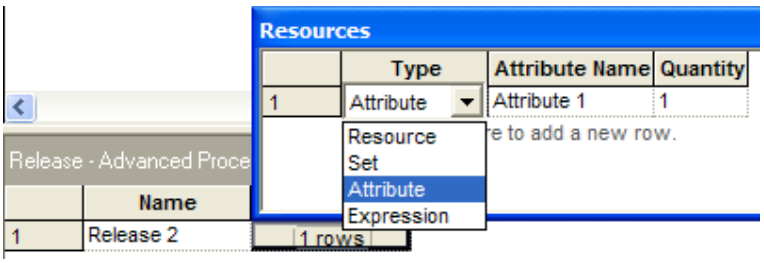


في حالة نوع صفة

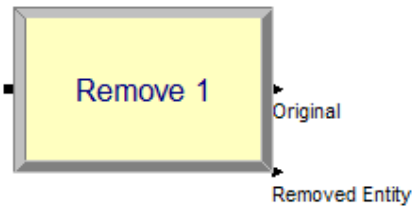


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

مع نافذة حوار نوع صفة



وحدة إزالة Remove Module



ويقوم بإزالة كائن واحد من موقع محدد في طابور وإرساله إلى وحدة معينة.

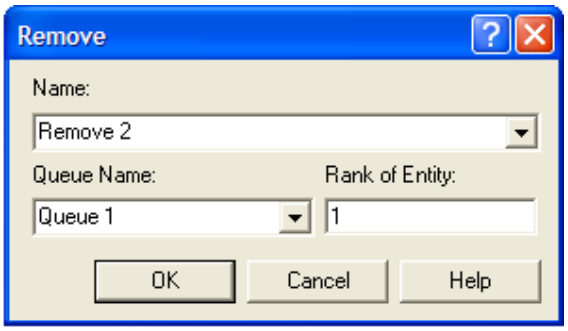
وأمثلة على إستخدامه

1- إزالة طلب لخدمة لايختص بها قسم إلى قسم آخر.

2- إستدعاء مريض في حجرة الإنتظار لعيادة معينة.

3- أخذ راكب من ركاب الإنتظار على جميع الرحلات للسفر.

نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:

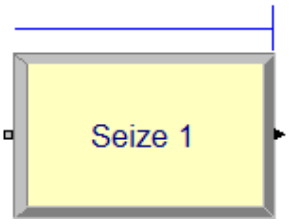


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

Remove - Advanced Process

	Name	Queue Name	Rank of Entity
1	Remove 2	Queue 1	1

وحدة إمساك (أخذ) Seize Module

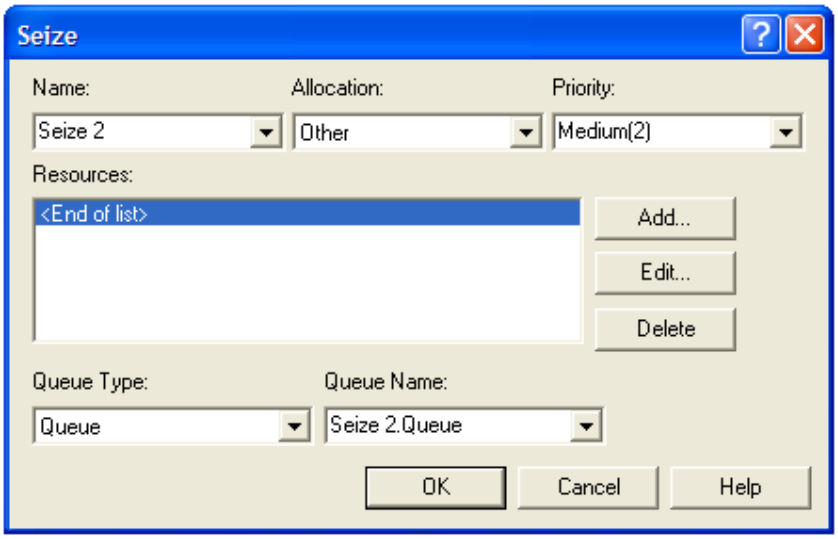


ويقوم بإعطاء الكائن وحدات من مورد أو أكثر تبعا لصفة أو تعبير. عند دخول كائن هذه الوحدة فإنه ينتظر في طابور حتى تتوفر جميع الموارد التي يتطلبها مرة واحدة (معا) كما ان نوع تخصيص إستخدام المورد يحدد هنا. ومن أمثلة إستخدماته

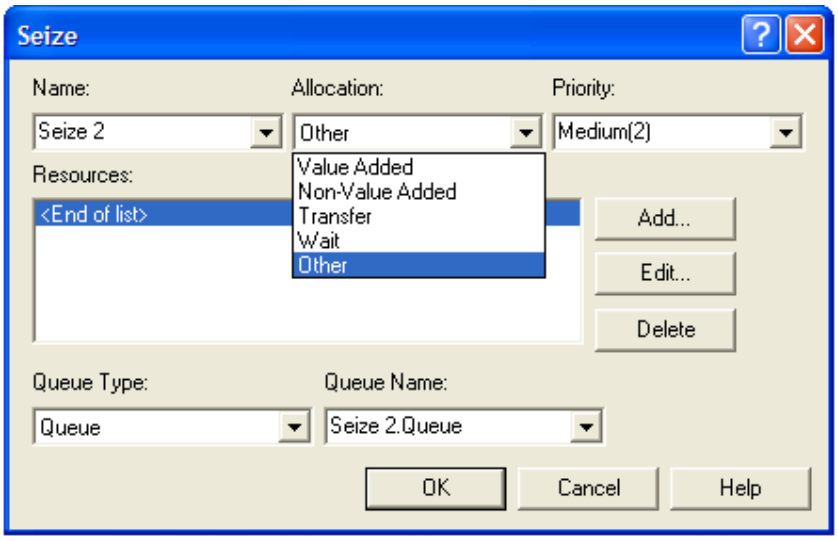
1- بداية طلب زبون (إمسك الخادم).

2- دخول مستشفى (إمساك غرفة وطبيب الخ).

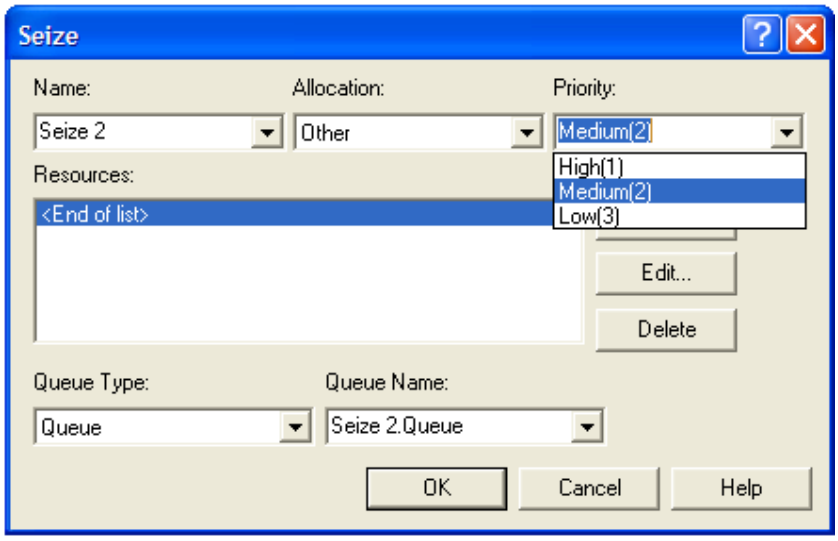
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



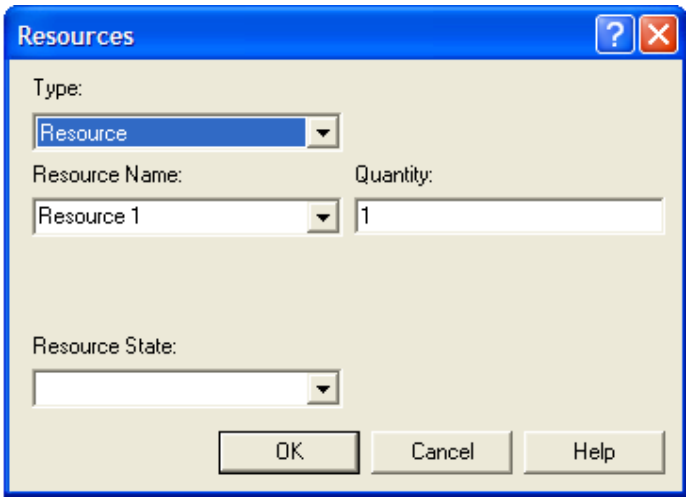
نافذة حوار التعيين



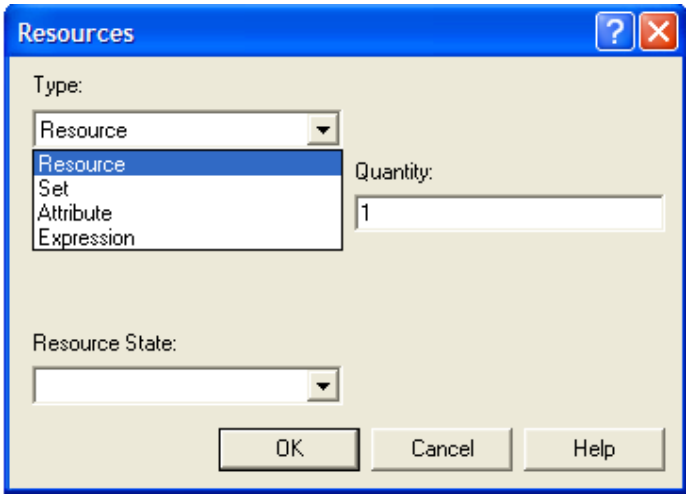
نافذة حوار الأفضلية Priority



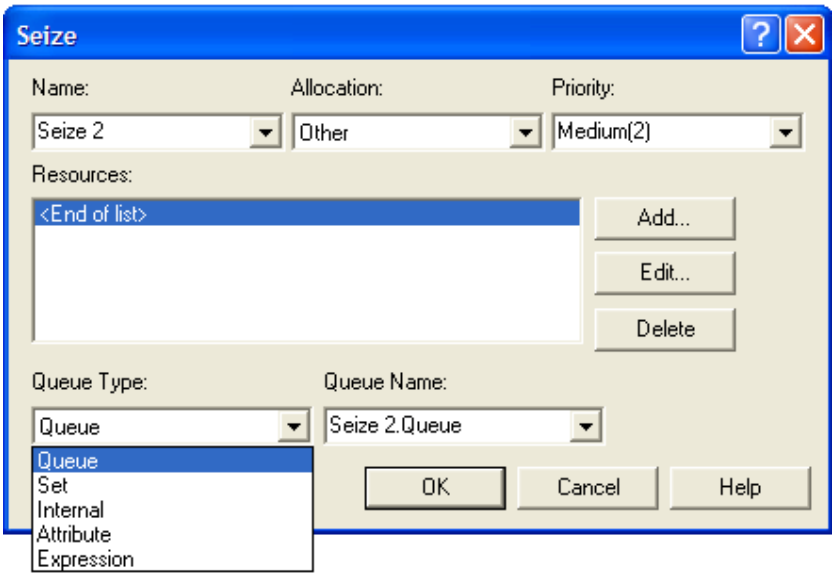
نافذة حوار إضافة



نافذة حوار إضافة نوع

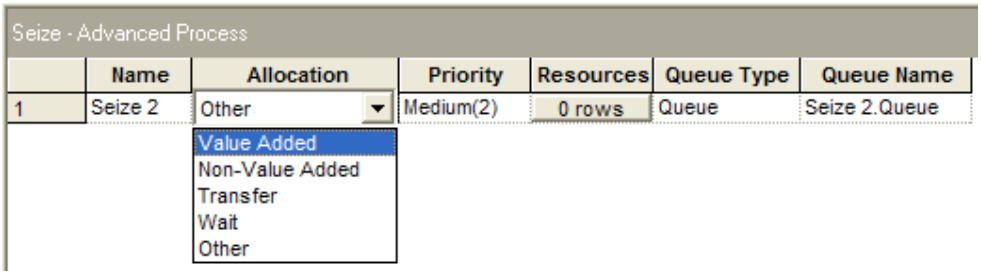


نافذة حوار نوع الطابور

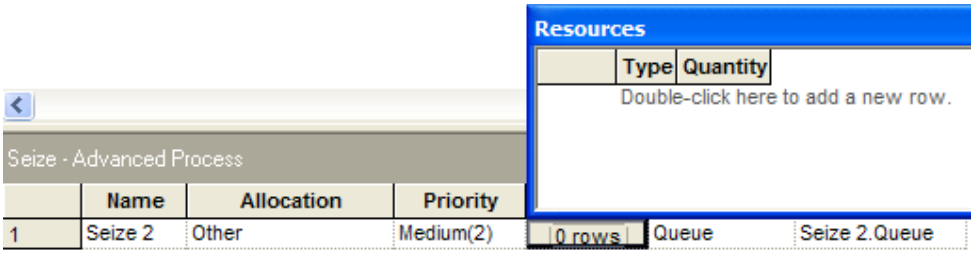


نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:

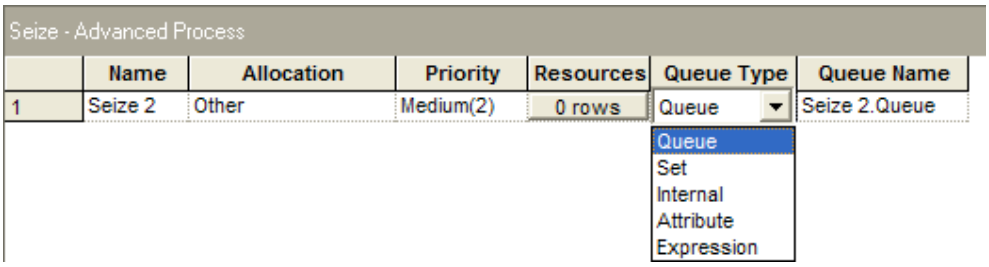
مع إظهار نافذة خصائص التعين



نافذة حوار الموارد



نافذة حوار نوع الطابور



وحدة بحث Search Module

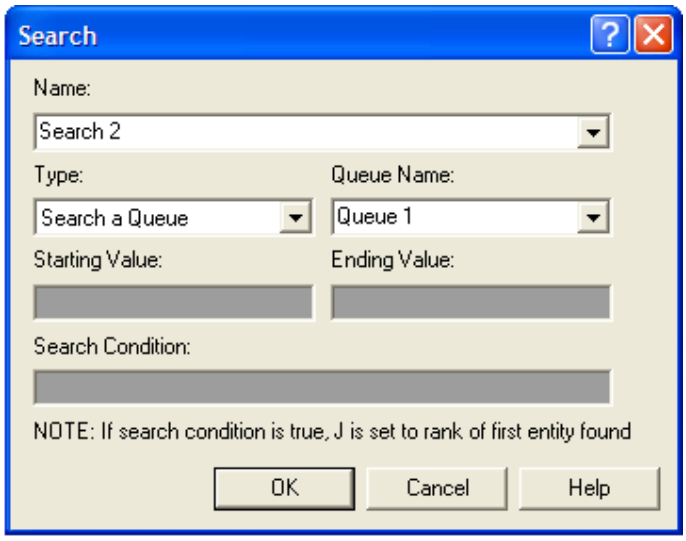
ويقوم بالبحث في طابور أو مجموعة أو تعبير ليجد رتبة الكائن أو قيمة متغير عام (J) يحقق شرط بحث محدد. ويستخدم مثلا في:

1- البحث عن رقم رتبة معينة في طابور.

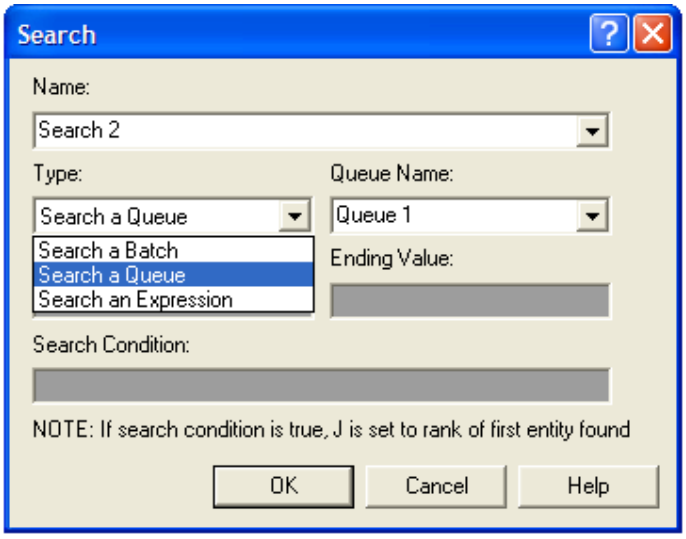
2- البحث في مجموعة عن نوع معين من القطع.

3- تحديد أي من العمليات يدخلها الكائن إعتمادا على توفر المورد (بالبحث في تعبير).

نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:

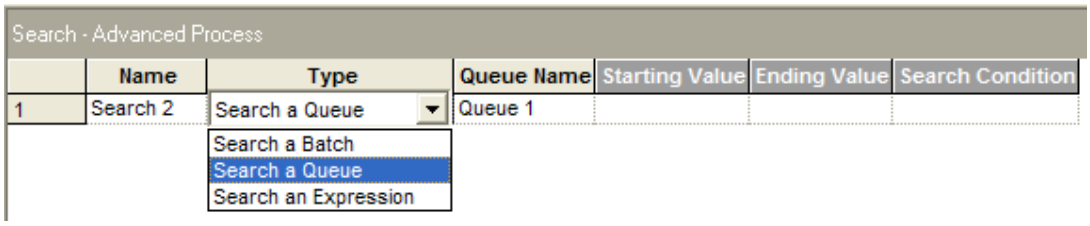


نافذة حوار النوع



نافذة الخصائص في طور صفحات النشر:

مع نافذة حوار النوع



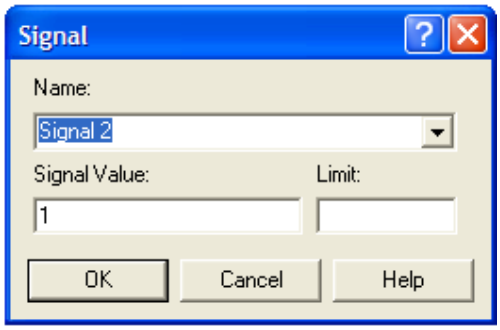
وحدة الإشارة Signal Module

ويقوم بإرسال قيمة إشارة لكل وحدة إنتظار Wait Module (أنظر في القوالب Blocks) في النموذج ويطلق اكبر عدد من الكائنات المحدد. ومن إستخداماته

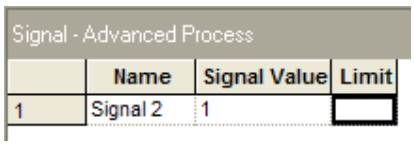
1- تحليل أنماط السير عند تقاطع طرق (يؤشر عندما يتحول الضوء للأخضر).

2- التأشير لعامل لكي يكمل طلب كان ينتظر قطعة غيار.

نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



نافذة الخصائص في طور صفحة نشر:



وحدة تخزين Store Module

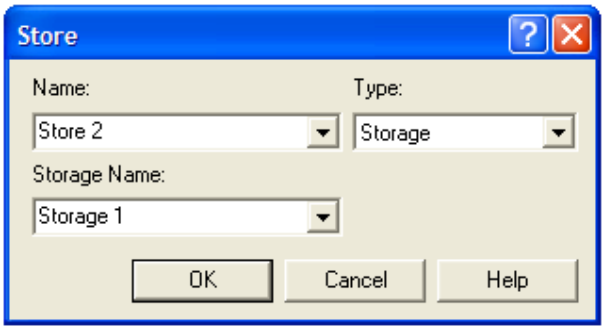
ويضيف كائن إلى مخزن. كما انه يستخدم لعرض صور متحركة للكائنات خلال العمل عليها في وحدات اخرى بالإضافة إلى جمع إحصائيات عن الكائنات.

وأمثلة إستخدامه

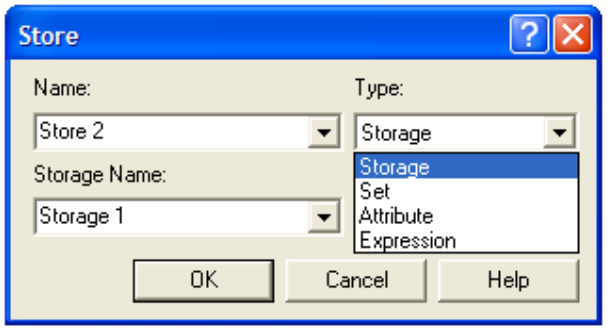
1- عرض صور متحركة عن قطعة تمر بعدة عمليات.

2- تتبع عدد الزبائن داخل بقالة.

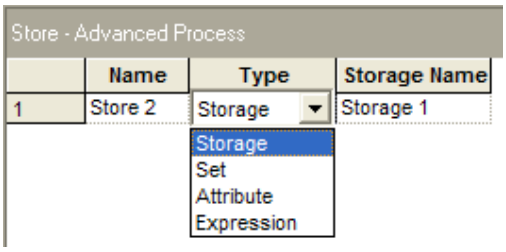
نافذة الخصائص في طور مخطط الإنسياب:



نافذة حوار نوع



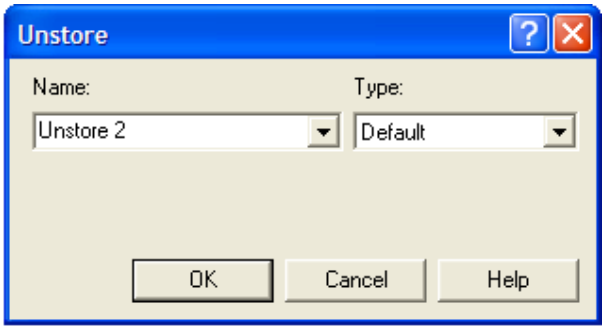
نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:



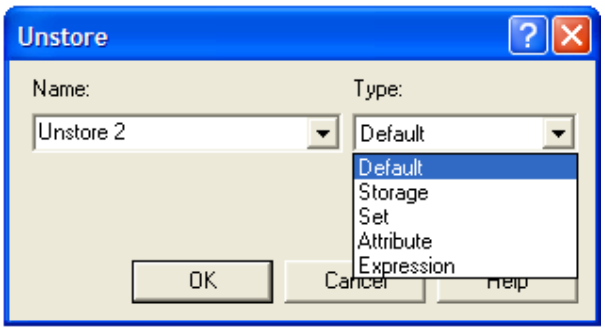
وحدة إخرج مخزون Unstore Module

يقوم بإخراج كائن من مخزن سبق أن دخله من خلال الوحدة مخزن. وله عكس إستخدامات الوحدة مخزن.

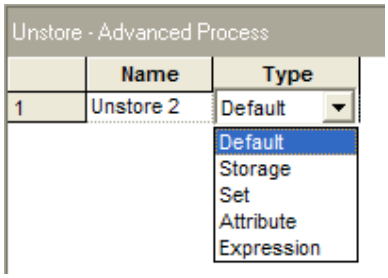
نافذة الخصائص لطور مخطط الإنسياب:



نافذة حوار النوع



نافذة الخصائص في طور صفحة النشر:



وحدات البيانات المتطورة:

وحدة المجموعات المتطورة Advanced Set Module

ويحدد مجموعات الطوابير Queue Sets ومجموعات المخازن Storage Sets وأي مجموعات اخرى كا أنها تعرف أعضاء هذة المجموعات.

والمجموعة Set تعرف مجموعة Group من العناصر المتشابهة والتي تستدعى بإسم مشترك و مؤشر مجموعة Set Index. مجموعات الطوابير يمكن أن تعرف داخل الوحدة أمسك Seize أو أي وحدة من النوع الذي يتعامل مع المواد Material Handling Type Module. مجموعات المخازن يمكن أن تعرف في وحدات تخزين Store وإخراج مخزون Unstore.

وحدة تعبير Expression Module

وهذه الوحدة تعرف تعابير Expressions والقيم التابعة لها. وتستدعى التعابير في النموذج بإستخدام أسمائها. يمكن تعريف التعابير كصفوف Arrays ذات بعد أو بعدين. ويمكن تشكيل التعبير بإستخدام تراكيب من الأعداد الصيحة والأعداد الحقيقية وأسماء رموز وتوزيعات إحصائية (مثل NORM(10,2)) وعمليات حسابية (مثل + و*) وأقواس وعمليات منطقية (مثل > و .GT.) وصفات ومتغيرات. يمكن إستخدام تعبير في تعبير آخر ولكن لايسمح للتعبير في إستخدام نفسه.

وحدة فشل Failure Module

ويستخدم مع الموارد. عند حدوث فشل فإن المورد كله يفشل. وهي مصممة للإستخدام مع الموارد أحادية السعة أو متعددة السعة والتي تفشل كل مكوناتها معا في نفس الوقت.

وحدة ملف File Module

ويجب أن يكون موجودا عندما يراد إستخدام ملف خارجي بواسطة الوحدة ReadWrite. وهذه الوحدة تحدد إسم الملف الخارجي وطريقة الوصول والتشكيل وخواص الملف الاخرى.

وحدة مجموعة حالة StateSet Module

ويستخدم لتحديد حالات مورد أو عدد من الموارد. والحالات يمكن أن تكون مرتبطة بحالة ذاتية Autostate أو بحالات جديدة للمورد. وحدة Resource في العمليات الأساسية تستدعي مجموعة الحالة والتي سوف تستخدم بمورد معين.

وحدة إحصاء Statistic Module

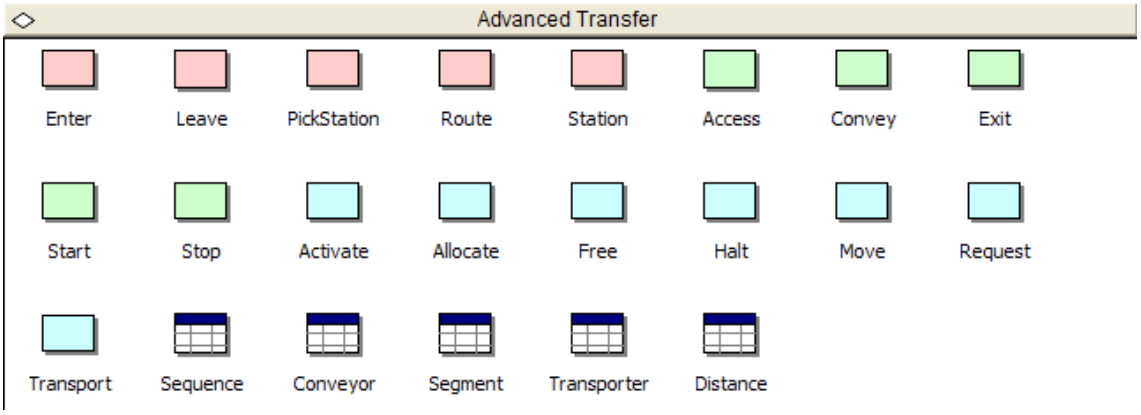
ويستخدم لتحديد إحصائيات إضافية لكي تجمع اثناء المحاكاة.

وحدة تخزين Storage Module

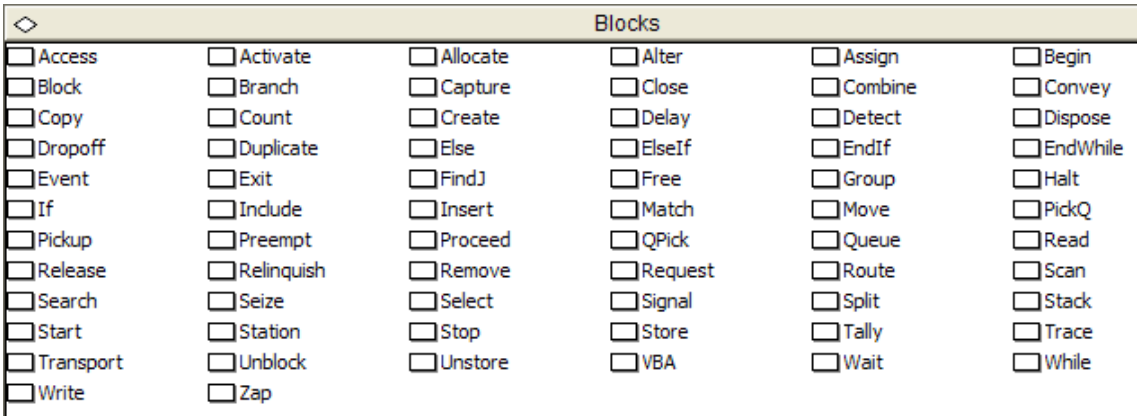
ويعرف إسم مخزن. والمخازن يمكن ان تولد ذاتيا بأي وحدة تستدعيها.

الوحدات المتقدمة Advanced Modules:

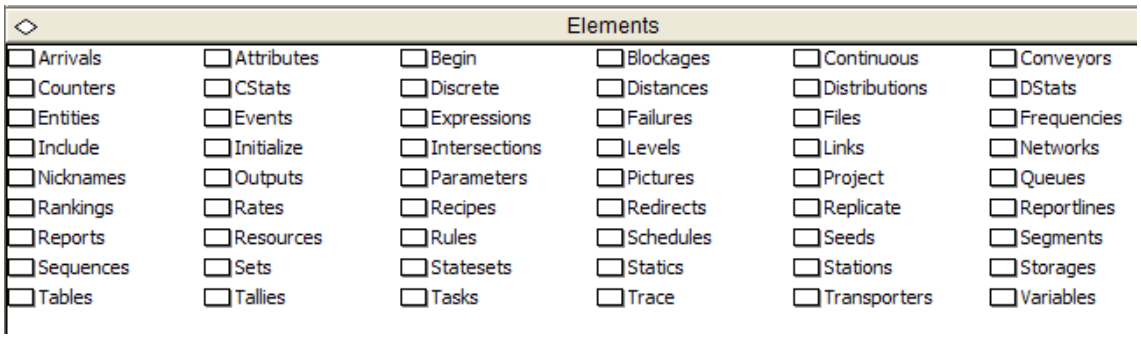
يوجد ببرنامج Arena وحدات اخري (هذة الوحدات في الحقيقة تراكيب لغة SIMAN والتي هي المحرك الخفي في Arena) مثل وحدات الإنتقال المتقدمة Advanced Transfer Modules



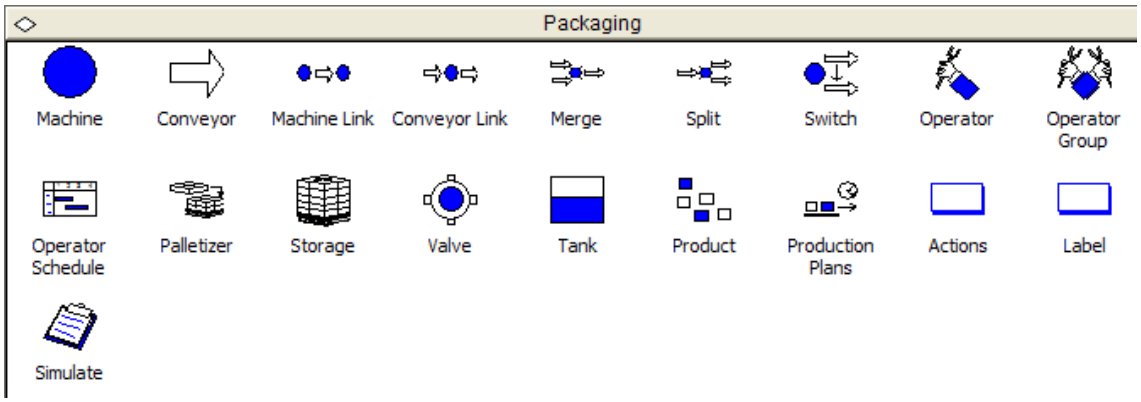
ووحدات القوالب Blocks (من مكونات لغة SIMAN)



ووحدات العناصر Elements (من مكونات لغة SIMAN)



ووحدات الحزم Packaging



وغيرها من الوحدات المتقدمة جدا. سوف نشرح أي وحدة نحتاجها من هذه الوحدات عند اللزوم.

حالات دراسة Case Studies:

طابور الصف الواحد:

محل بقالة صغير له محاسب واحد. يصل الزبائن إلى نقطة الدفع بشكل عشوائي يفصل بينهما أزمنة مابين وصول Interarrival times بين 1 و 8 دقائق وهذه الأزمنة مابين وصول لها نفس الإحتمال كما في الجدول التالي:

جدول توزيع أزمنة مابين الوصول:

Time between Arrivals (Minutes)	Probability	Cumulative Probability
1	0.125	0.125
2	0.125	0.250
3	0.125	0.375
4	0.125	0.500
5	0.125	0.625
6	0.125	0.750
7	0.125	0.875
8	0.125	1.000

أزمنة الخدمة Sevice times تتراوح مابين 1 و 6 دقائق بإحتمالات كما في الجدول التالي:

جدول توزيع أزمنة الخدمة:

Service Time (Minutes)	Probability	Cumulative Probability
1	0.10	0.10
2	0.20	0.30
3	0.30	0.60
4	0.25	0.85
5	0.10	0.95
6	0.05	1.00

المطلوب تحليل النظام بمحاكاة وصول وخدمة 500 زبونا.

بناء النموذج:

النموذج بسيط جدا، زبون يتجه للصراف ويلتحق بطابور:

1- الطابور خالي:

أ- الصراف خالي: يبدأ الخدمة مباشرة وينصرف بعد نهاية خدمته.

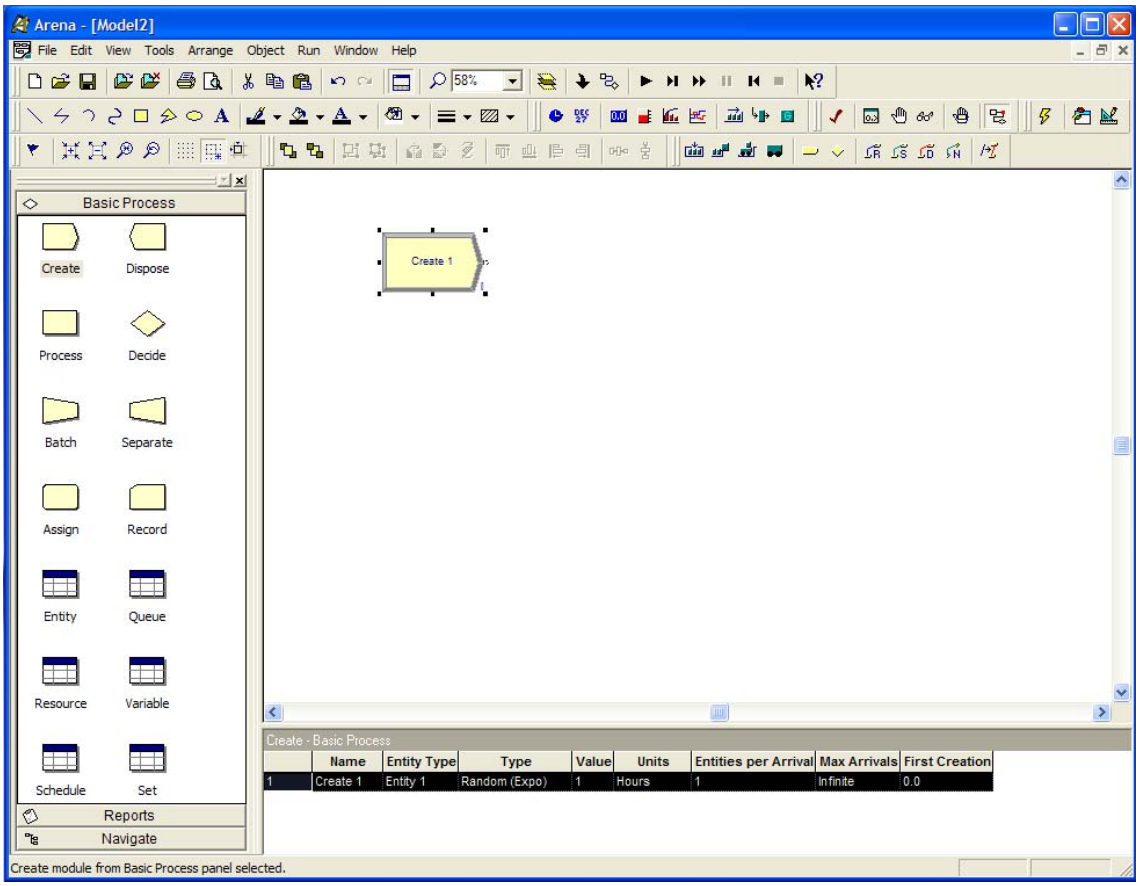
ب- الصراف مشغول: ينتظر حتى خلو الخادم ثم يستلم الخادم ويبدأ الخدمة وينصرف بعد نهاية خدمته.

2- الطابور غير خالي:

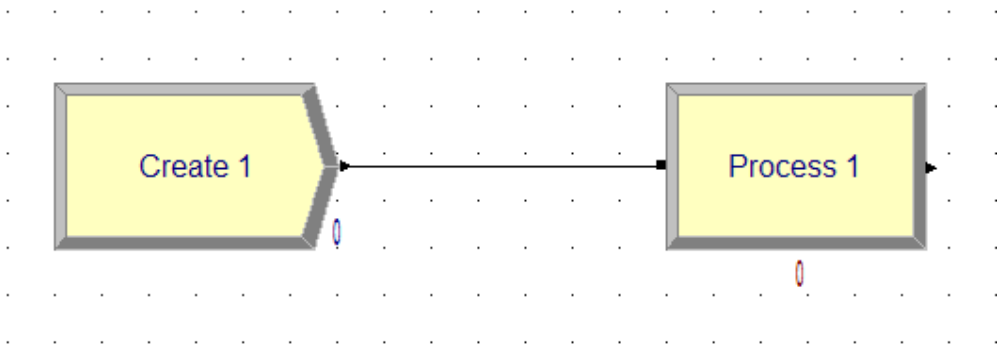
أ- يلتحق بنهاية الطابور وينتظر حتى يصبح الأول في الطابور ويباشر الخدمة وينصرف بعد نهاية خدمته.

ب- لايمكن أن يغادر النظام إلا من خلال نقطة نهاية خدمته.

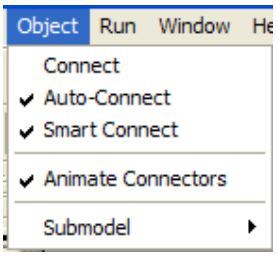
نحتاج إلى توليد زبائن وذلك بإستخدام Create أضغط على وأسحب أيقونة Create



الخادم يمثل بإستخدام Process

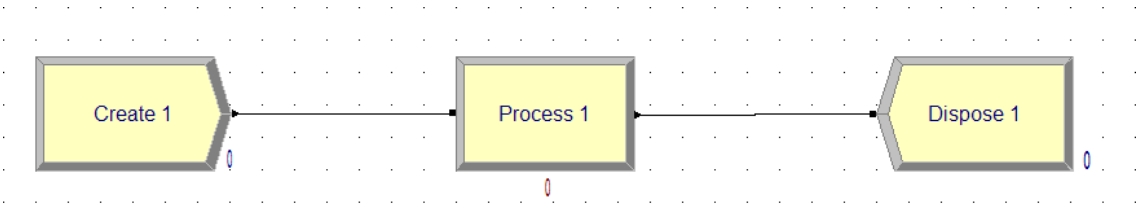


لاحظ الخط الواصل بينهما والذي يحدث تلقائيا (تأكد من أن التوصيل الذاتي مختار كالتالي:



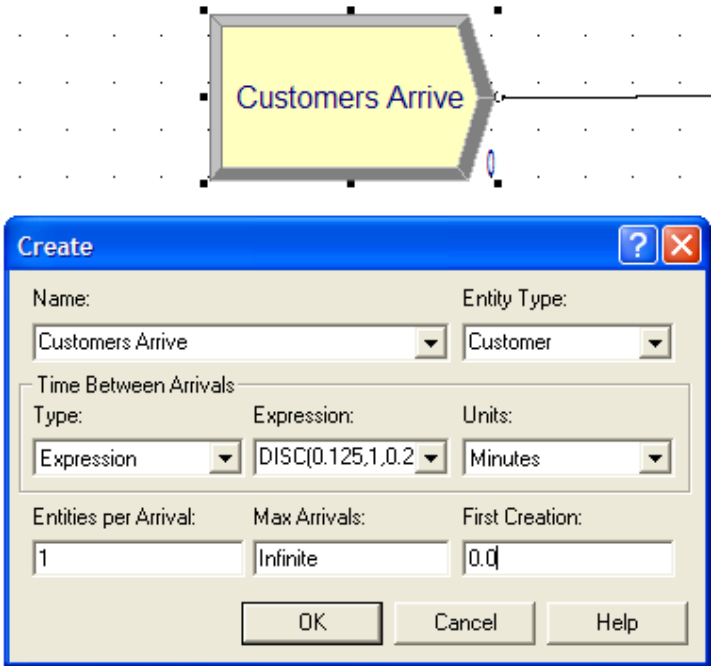
وإلا قم بجميع الإختيارات كماهو موضح في الشكل اعلاه)

ثم ينصرف الزبون ويخرج من النظام من خلال Dispose



الآن ندخل المعلومات عن طريقة التوليد والخدمة والخروج من النظام.

أختار Create وأضغط عليها مرتين فتظهر نافذة خواصها



تعبئ البيانات كما في الشكل.

لاحظ في حوار "نوع" Type أخترنا "تعبير" Expression وفي حوار "تعبير" اخترنا

DISC(P1,V1,…)

والتي تعني أن التوزيع لأزمنة مابين الوصول هو توزيع منفصل معطى بجدول و الزوج P1,V1 هو القيمة الأولى لدالة التوزيع التراكمي والقيمة الأولى الممكنة للمتغير العشوائي "زمن مابين الوصول" والمدخل هو

$$\text{DISC}(F(x_1),x_1,F(x_2),x_2,...,F(x_n),x_n)$$

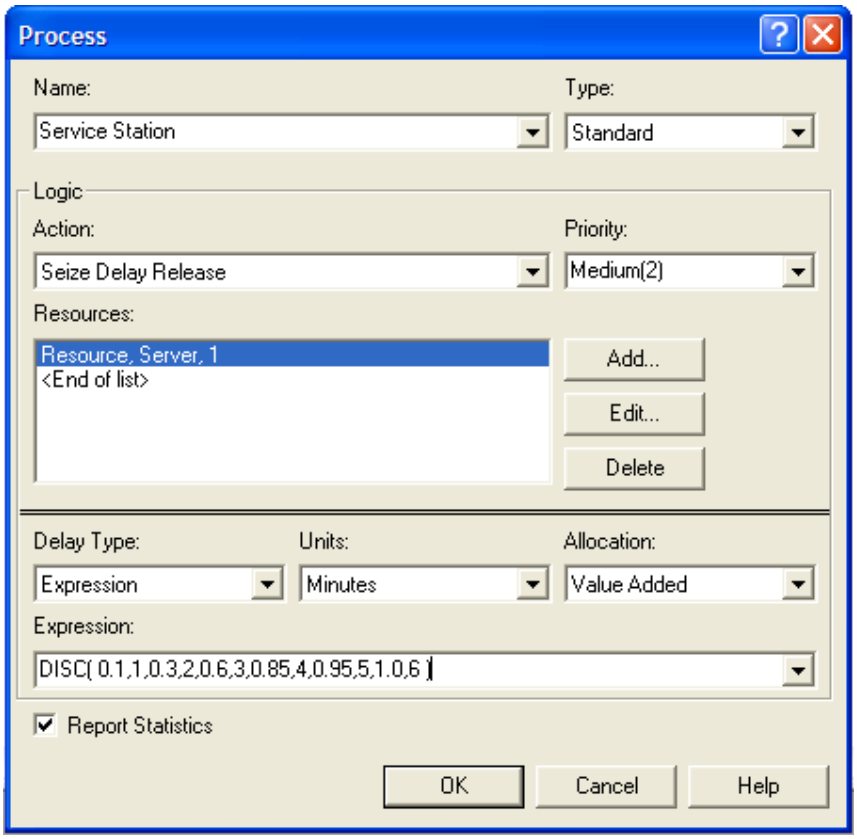
لاحظ بعد الإنتهاء من إدخال المعلومات وعنما تكون Create مختارة يظهر في صفحة النشر هذه المعلومات

Create - Basic Process

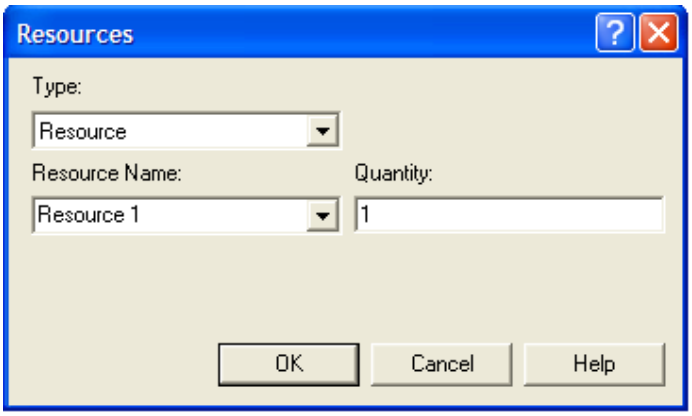
	Name	Entity Type	Type	Expression	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
1	Custome	Customer	Expression	DISC(0.125,1,0.25,2,0.375,	Minutes	1	Infinite	0.0

نستطيع من هنا تغيير الخواص إذا أردنا.

نختار Process ونظهر نافذة خواصها بالضغط مرتين

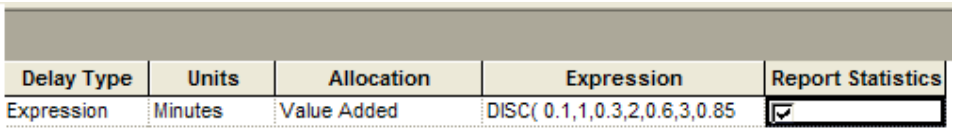


لاحظ في حوار "موارد" Resources ضغطنا على ...Add فظهرت النافذة



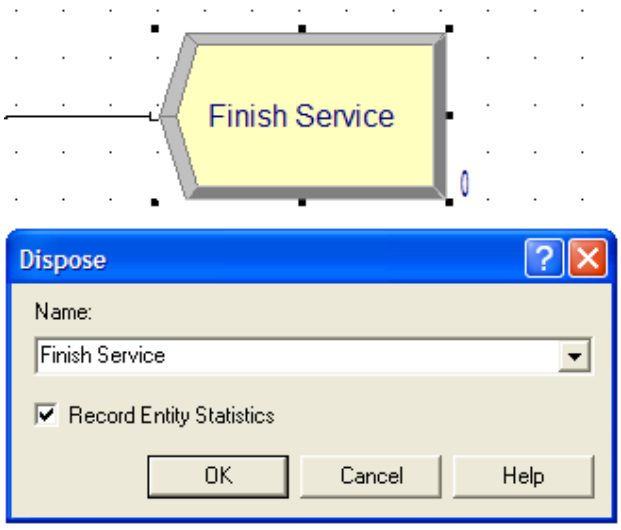
وملئنا المعلومات كماهو موضح.ثم نضغط OK ثم OK.

لاحظ نافذة صفحة النشر (قسمت جزئين للتوضيح)

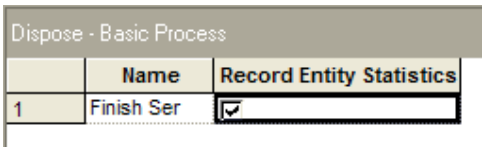


نستطيع من هنا تغيير أو تعديل أي خاصية نشاء.

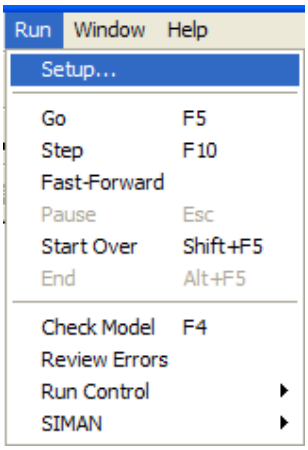
وأخيرا نختار Dispose ونضغط عليها مرتين فتظهر نافذة خواصها



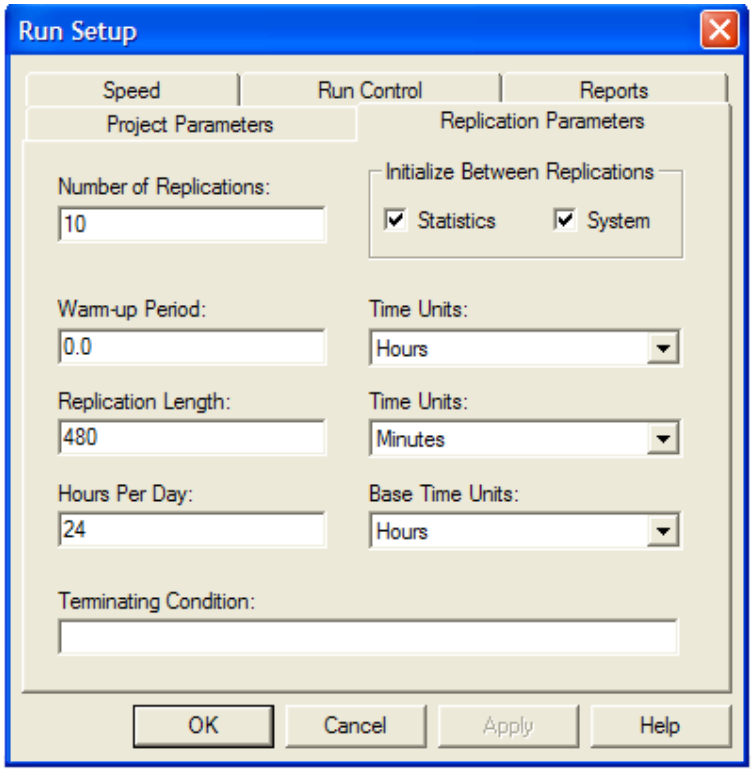
وصفحة النشر



الآن النموذج جاهز للإجراء. من نافذة الأدوات نختار Run و Setup



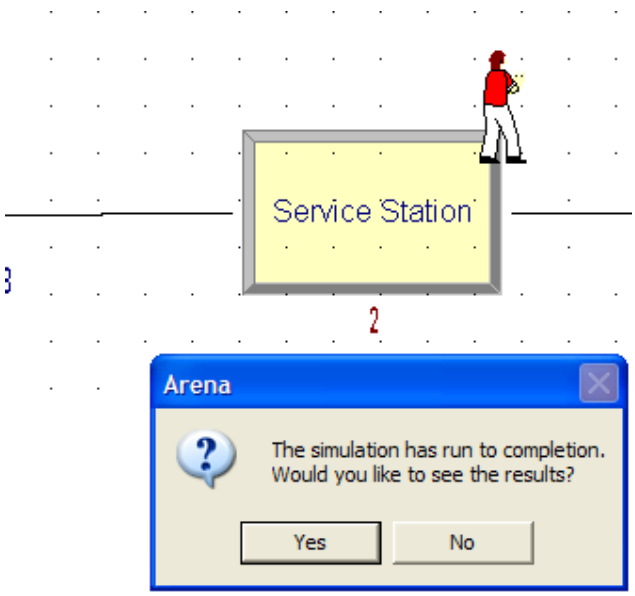
فتظر نافذة حوار التجهيز



من نافذة معالم التكرار Replication Parameters ندخل عدد التكرارات Number of Replications وهنا أخترنا 10 تكرارات وطول التكرار

Replication Length 480 دقيقة وعدد الساعات في اليوم 24 ساعة ومدة التسخين 0.0 ونبقي بقية المعالم في النوافذ الأخري كما هي Default Values.

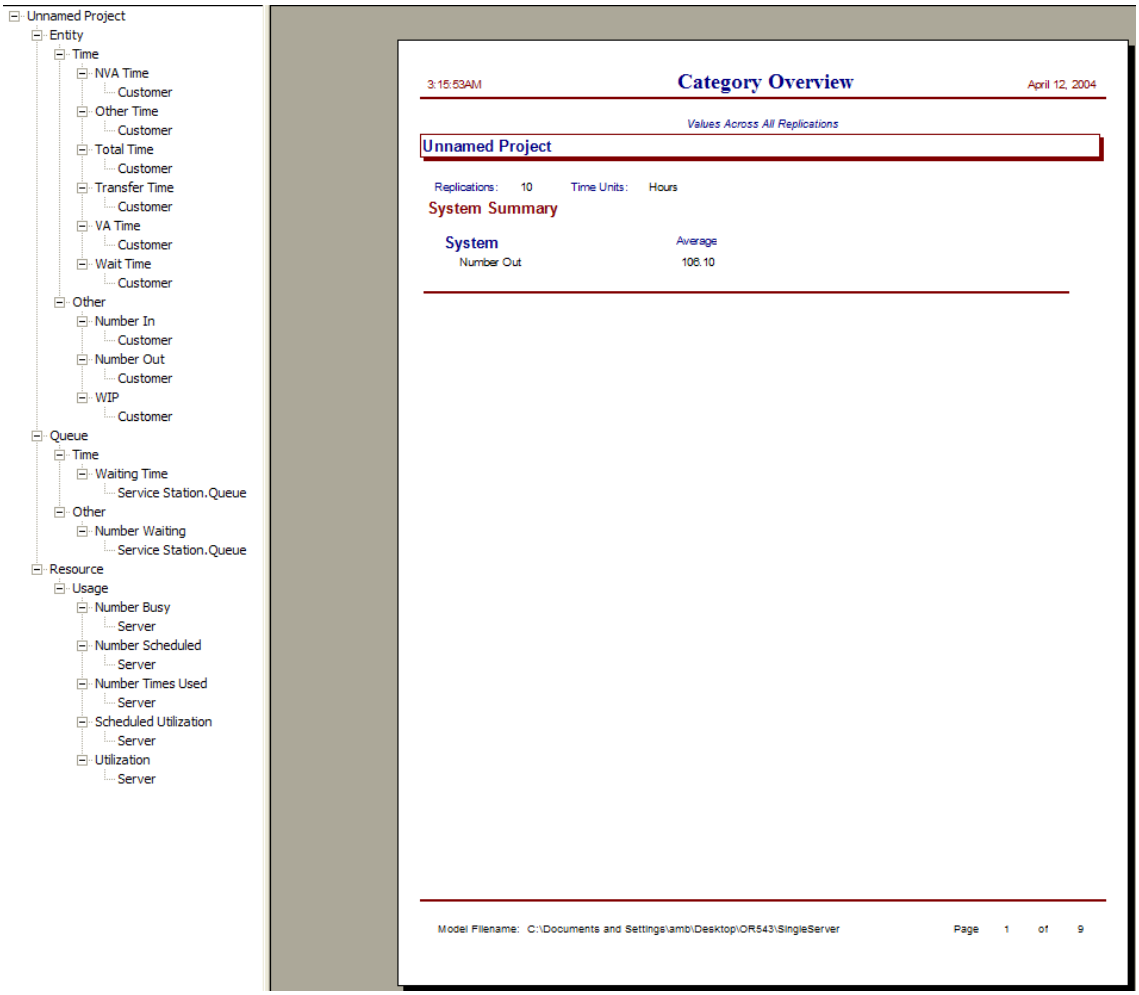
بإختيار Run ثم Go تجري المحاكاة حتى الإنتهاء ويظهر



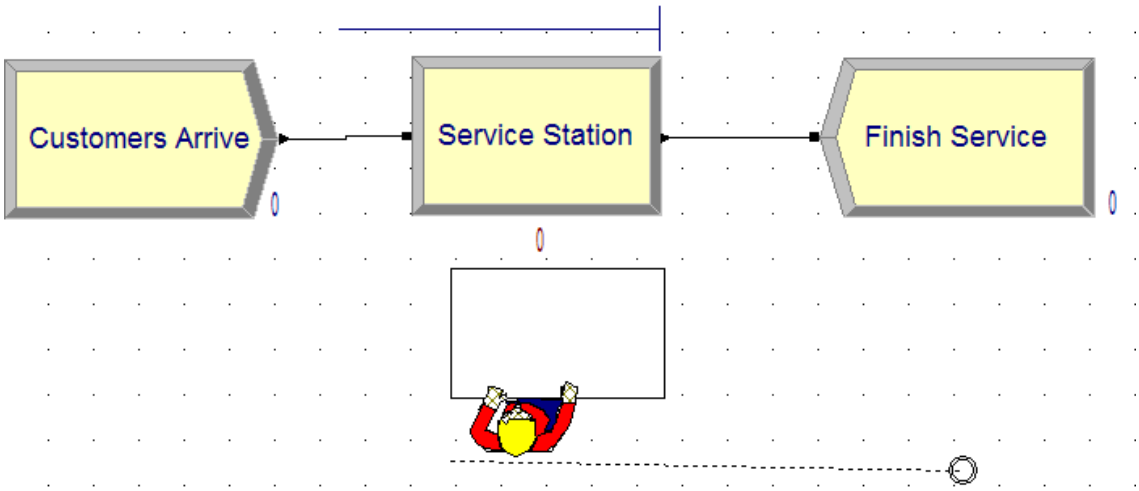
لكي نشاهد التقرير نضغط على Yes

التقرير:

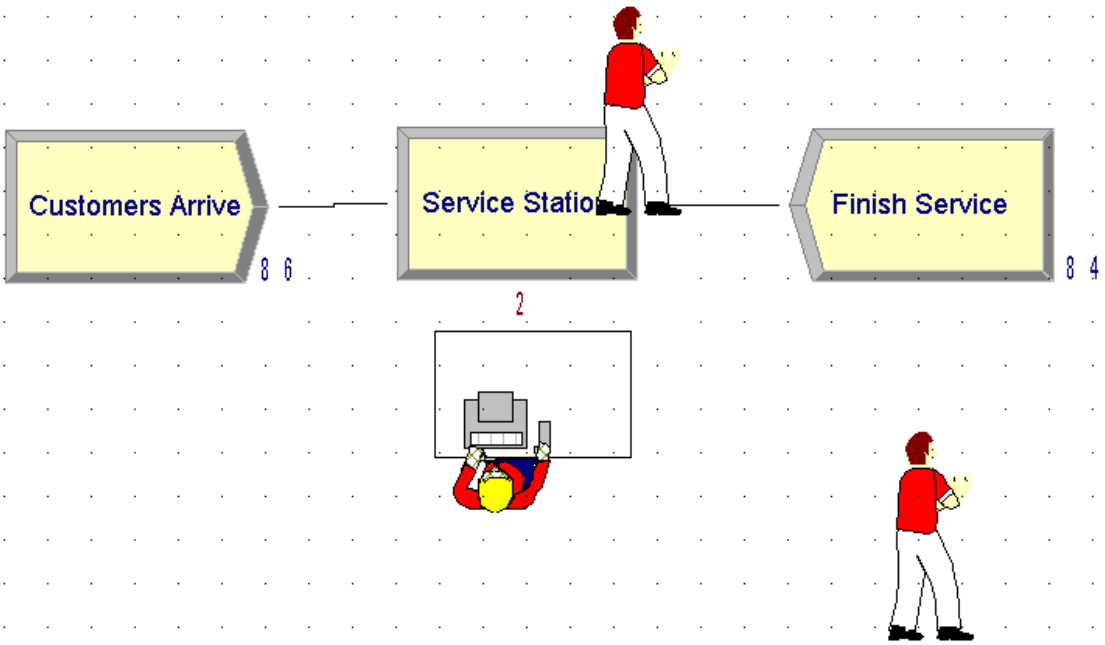
التقرير الذي تظهره Arena مفصل (يحوي هنا 9 صفحات) وسوف نناقشة في المحاضرة



لاحظ العمود الأيسر والذي يستخدم للتجوال في التقرير.



وهذة لقطة من المحاكاة



أحمد وبكر للخدمة السريعة

الغرض من هذا المثال هو عرض طريقة المحاكاة عند وجود اكثر من مسار او صف طابور. مطعم خدمة سريعة للسيارات يقوم على تلبية الطلبات خادمين لأخذ وتوصيل الطلب للسيارات الواصلة للمطعم. تصل السيارات إلى المطعم حسب توزيع ازمنة مابين الوصول التالية:

جدول توزيع أزمنة مابين الوصول:

Time between Arrivals (Minutes)	Probability	Cumulative Probability
1	0.25	0.25
2	0.40	0.65
3	0.20	0.85
4	0.15	1.00

الخادمين يدعى احدهم احمد والثاني بكر، احمد اكثر قدرة وخبرة من بكر (ولذلك يفضلة اغلب الزبائن) كما انه اسرع في خدمة الزبائن، توزيع ازمنة الخدمة لكل من احمد وبكر هي على التوالي:

جدول توزيع أزمنة الخدمة لأحمد:

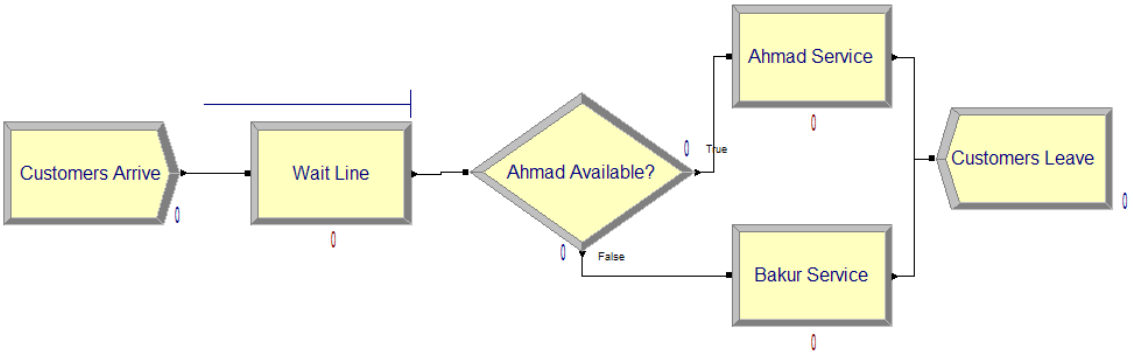
Service Time (Minutes)	Probability	Cumulative Probability
2	0.30	0.30
3	0.28	0.58
4	0.25	0.83
5	0.17	1.00

جدول توزيع أزمنة الخدمة لبكر:

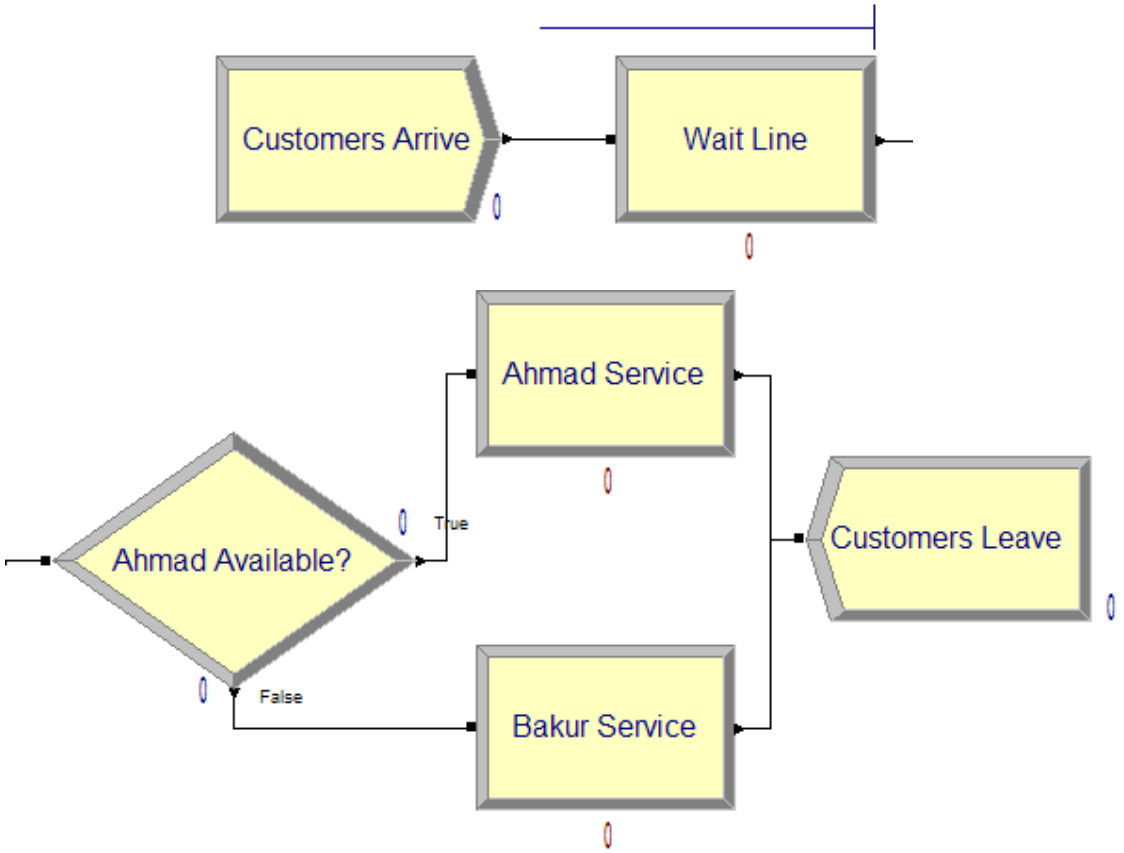
Service Time (Minutes)	Probability	Cumulative Probability
3	0.35	0.35
4	0.25	0.60
5	0.20	0.80
6	0.20	1.00

المطلوب محاكاة النظام لمعرفة أدائه.

يمكن نمذجة هذا النظام بعدة طرق. ألآتي نموذج مقترح وعلى الطالب ملئ البيانات المطلوبة في نوافذ خصائص جميع الوحدات



ونجزئه للتوضيح



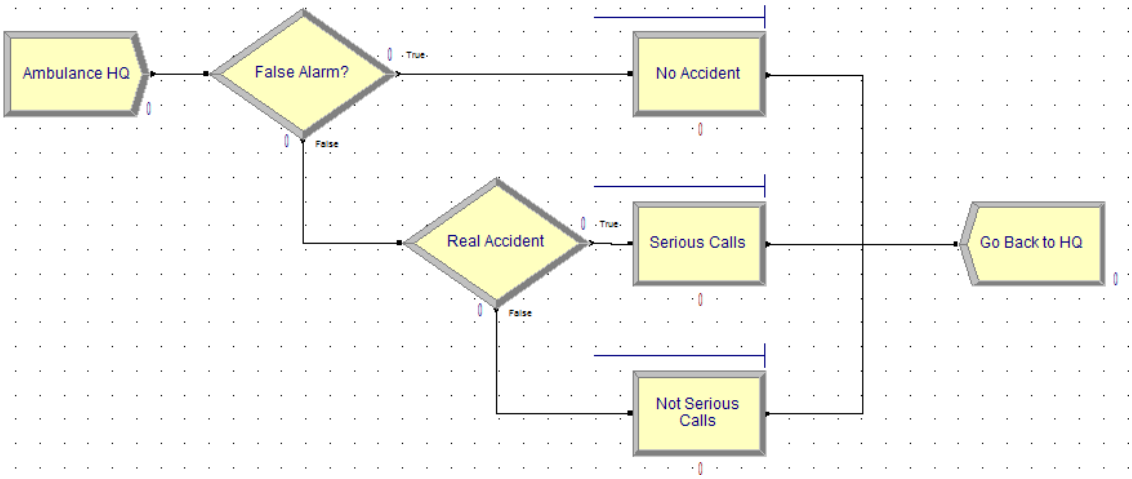
تمرين: حاول نمذجة هذا النظام بعدة طرق اخرى وقارن بينها.

خدمات الإسعاف:

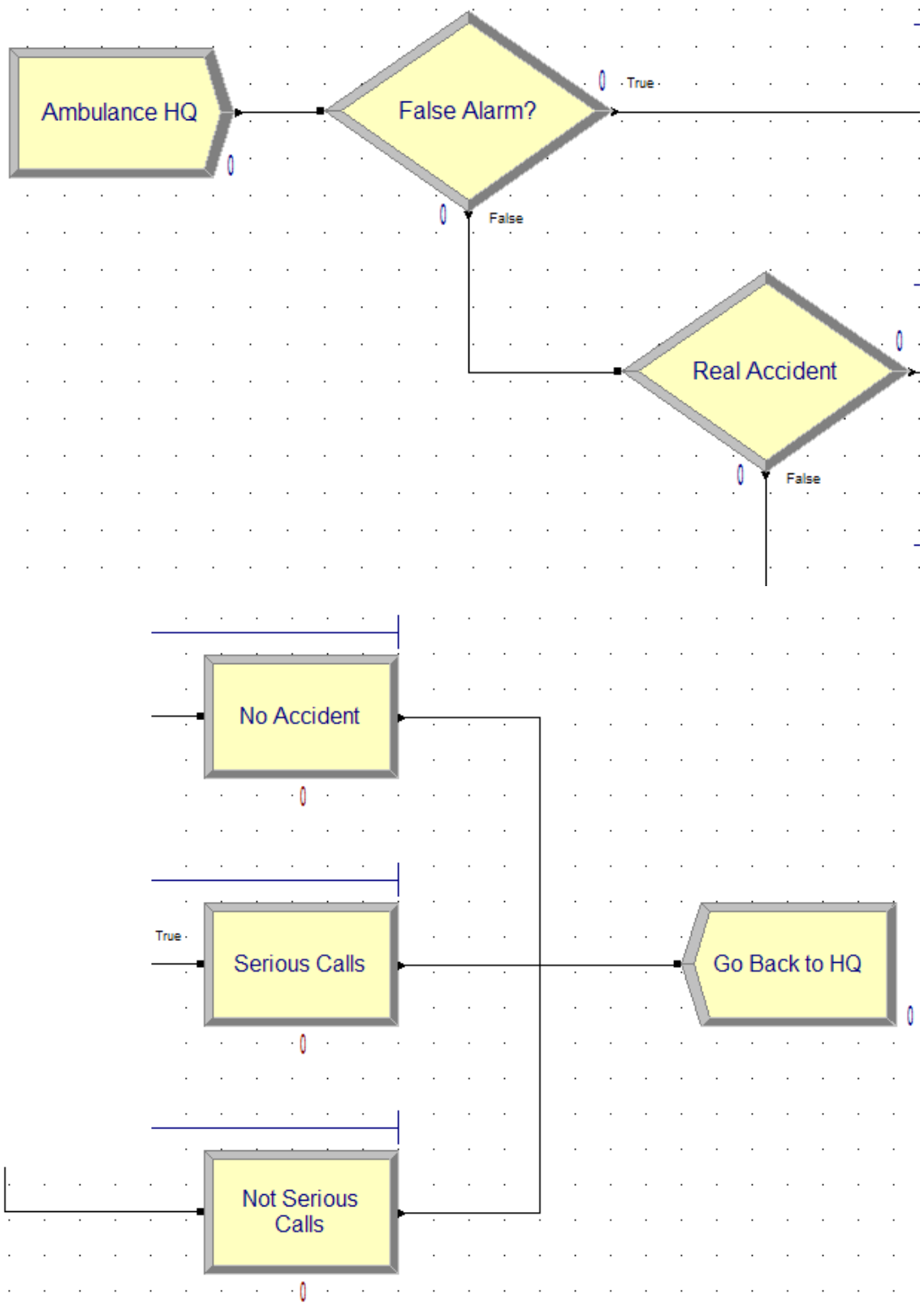
تتحرك سيارات إسعاف في مدينة كبيرة مستجيبة لنداءات نجدة بمعدل واحدة كل 10 ± 15 دقائق. 15% من النداءات تكون كاذبة (أو لاتستدعي خدمة إسعاف) ويستغرق الإسعاف لتلبيتها 2 ± 12 دقيقة. بقية النداءات جادة وتكون واحدة من نوعين، النوع الأول يصنف على انه حالة حرجة ويشكل 15% من الحالات

الجادة وتستغرق 5 ± 25 دقيقة لإكمالها أما بقية النداءات فإنها تأخذ 10 ± 20 دقيقة لإكمالها. على فرض انه يوجد عدد غير محدود من سيارات الإسعاف وان اي عدد منها يمكن ان يكون في تلبية نداء ما عن اي لحظة. حاكي النظام لتلبية 100 نداء.

النموذج:



ونقسمه للتوضيح


Ambulance HQ
False Alarm?
True
False
Real Accident
False
No Accident
True
Serious Calls
Go Back to HQ
Not Serious Calls

نافذة خواص التوليد

Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Expression
1	Ambulance HQ	Ambulance	Expression	UNIF(10 , 20)

Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
Minutes	1	Infinite	0.0

نافذة خواص القرار

Decide - Basic Process

	Name	Type	Percent True
1	False Alarm?	2-way by Chance	15
2	Real Accident	2-way by Chance	15

نافذة خواص العمليات

Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority	Resources
1	No Accident	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows
2	Serious Calls	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows
3	Not Serious Calls	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows

Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Maximum	Report Statistics
Uniform	Minutes	Non-Value Added	5	25	☑
Uniform	Minutes	Non-Value Added	20	30	☑
Uniform	Minutes	Non-Value Added	10	30	☑

نوافذ خواص الموارد

نداء كاذب

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	False Call	1
	Double-click here to add a new row.		

1 rows	Uniform	Minutes	Non-Value
1 rows	Uniform	Minutes	Non-Value
1 rows	Uniform	Minutes	Non-Value

نداء جاد حرج

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Serious	1

Double-click here to add a new row.

1 rows	Uniform	Minutes	Non-Value
1 rows	Uniform	Minutes	Non-Value

نداء جاد غير حرج

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Not Serious	1

Double-click here to add a new row.

1 rows	Uniform	Minutes	Non-Value

نافذة خواص تخلص

Dispose - Basic Process

	Name	Record Entity Statistics
1	Go Back t	☑

نافذة خواص كائن

Entity - Basic Process

	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost
1	Ambulance	Picture.Van	0.0	0.0

Double-click here to add a new row

Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
0.0	0.0	0.0	0.0	☑

نافذة خواص موارد

Resource - Basic Process

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour
1	False Call	Fixed Capacity	1	0.0
2	Serious	Fixed Capacity	1	0.0
3	Not Serious	Fixed Capacity	1	0.0

Double-click here to add a new ro

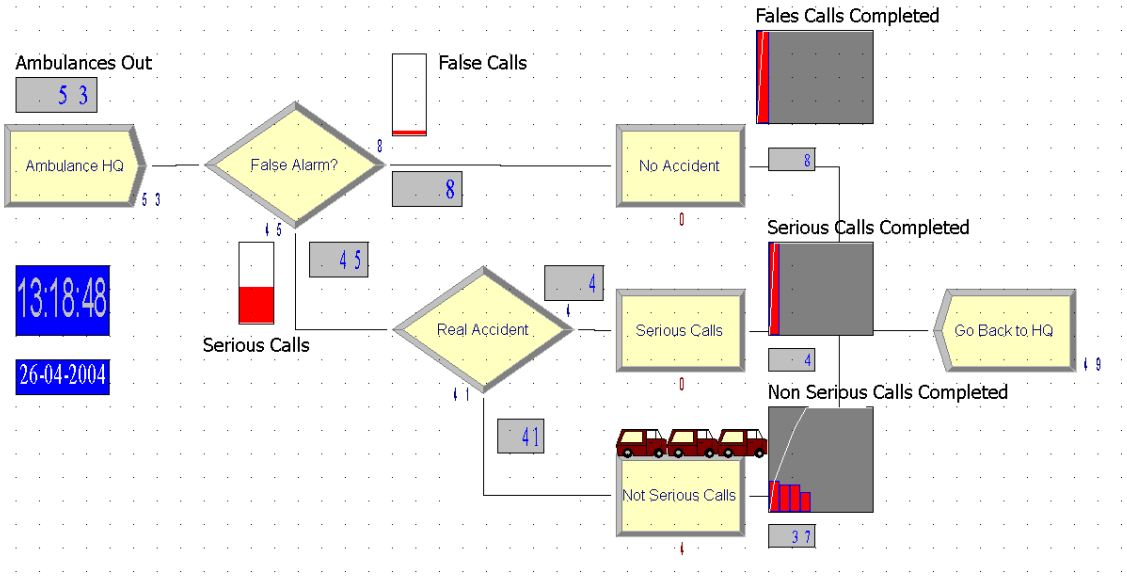
Idle / Hour	Per Use	State Set Name	Failures	Report Statistics
0.0	0.0		0 rows	☑
0.0	0.0		0 rows	☑
0.0	0.0		0 rows	☑

نافذة خواص طابور

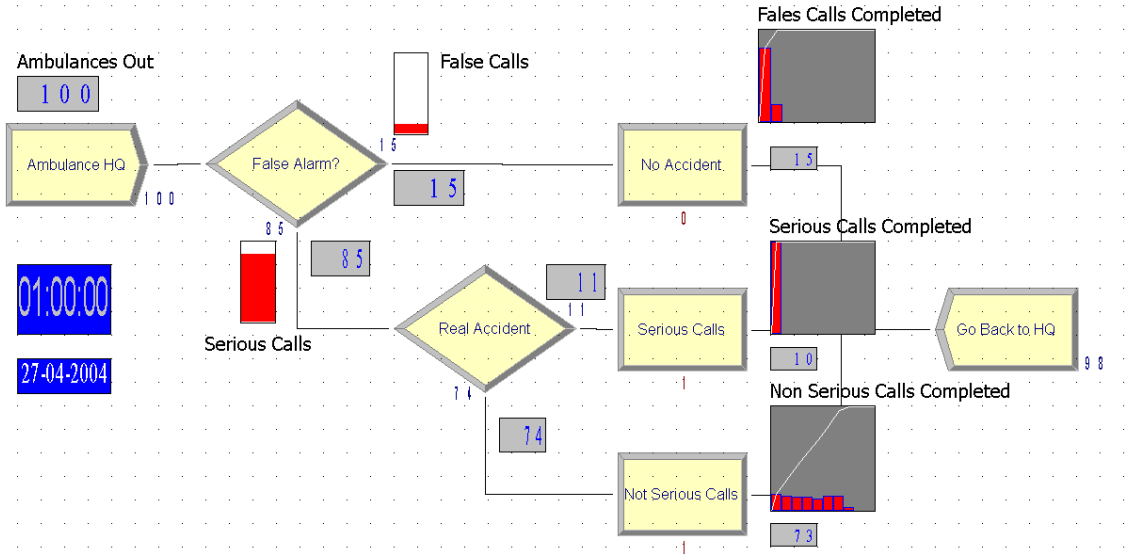
Queue - Basic Process

	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	Not Serious Calls.Queue	First In First Out	☐	☑
2	No Accident.Queue	First In First Out	☐	☑
3	Serious Calls.Queue	First In First Out	☐	☑
	Double-click here to add a new row.			

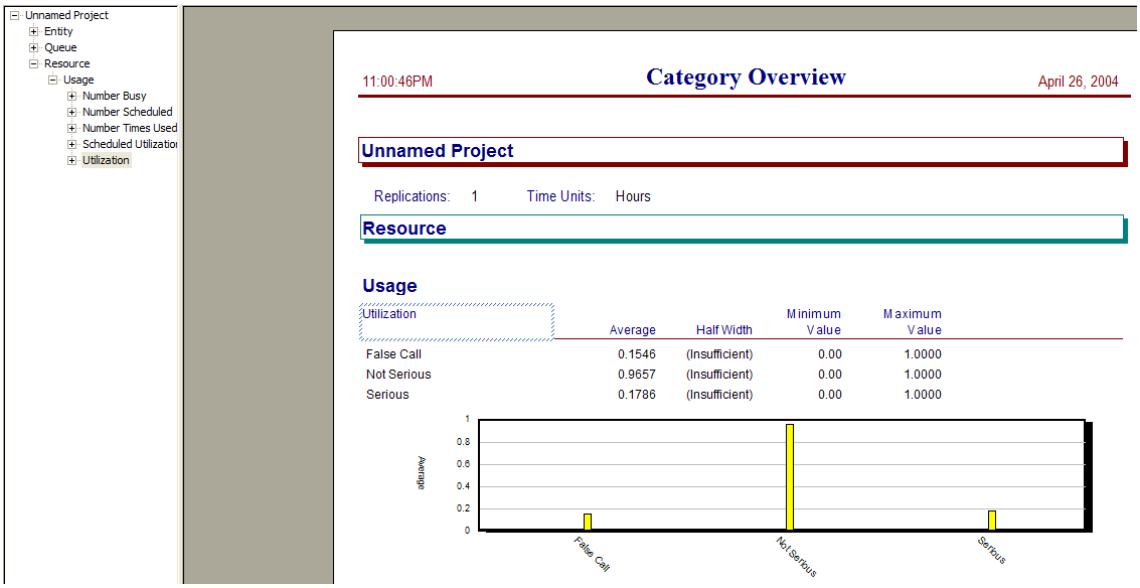
منظر من المحاكاة أثناء الإجراء



إنتهاء المحاكاة



جزء من التقرير:

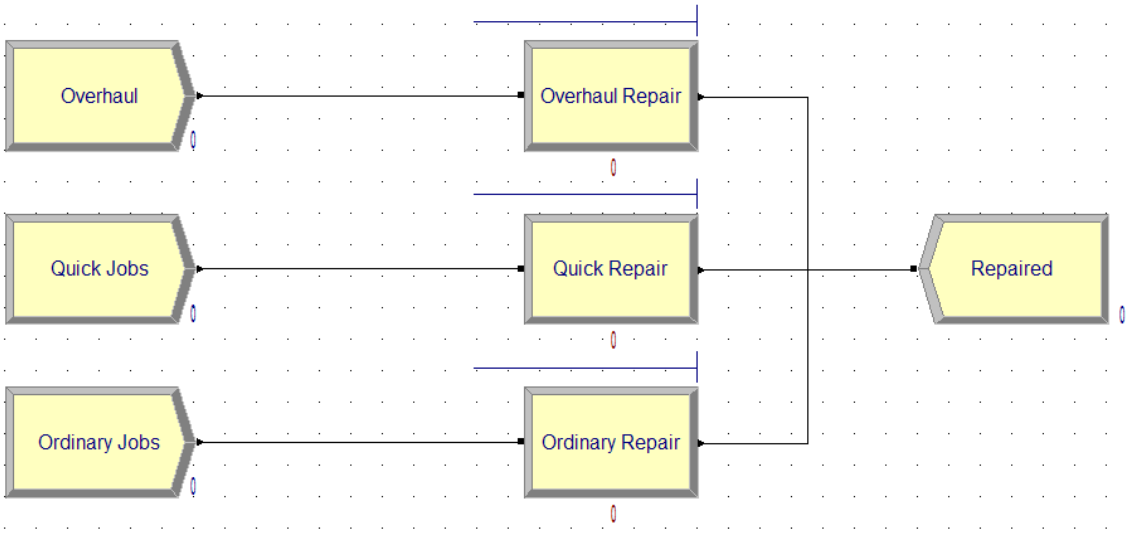


محاكاة ورشة تصليح تلفزيون

تستخدم ورشة إصلاح اجهزة تلفزيون عامل إصلاح واحد للصيانة الدورية Overhaul لأجهزة الورشة المؤجرة ولصيانة اجهزة الزبائن وللقيام بإصلاحات سريعة في حينها. الصيانة الدورية لأجهزة الورشة تبدأ كل 40±8 ساعة وتستغرق 10±1 ساعة لإكمالها. الإصلاحات السريعة مثل تغيير فيوز او تعديل قنوات تجري فوريا وتصل كل 90±10 دقيقة وتستغرق 15±5 دقيقة. أجهزة الزبائن التي تحتاج إصلاح وصيانة عادية تصل كل 5±1 ساعة وتستغرق 120±30 دقيقة لإنتهائها. أجهزة الزبائن لها الأفضلية في التصليح عن الصيانة الدورية لأجهزة الورشة.

1-حاكى عمل الورشة لمدة 50 يوم.
2-حدد فعالية عامل التصليح والتأخير في خدمة الزبائن.

البرنامج:



نافذة خواص توليد

Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Expression
1	Overhaul	Type 1	Expression	UNIF(32 , 48)
2	Quick Jobs	Type 2	Expression	UNIF(80 , 110)
3	Ordinary J	Type 3	Expression	UNIF(4 , 6)

Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
Hours	1	Infinite	0.0
Minutes	1	Infinite	0.0
Hours	1	Infinite	0.0

نافذة خواص العملية

Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority	Resources
1	Overhaul Repair	Standard	Seize Delay Release	Low(3)	1 rows
2	Quick Repair	Standard	Seize Delay Release	High(1)	1 rows
3	Ordinary Repair	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows

Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Maximum	Report Statistics
Uniform	Hours	Value Added	9	11	☑
Uniform	Minutes	Value Added	10	20	☑
Uniform	Minutes	Value Added	90	150	☑

نافذة خواص المورد

Resource - Basic Process

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour
1	Worker	Fixed Capacity	1	0.0

Double-click here to add a new r

Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
0.0	0.0		0 rows	☑

نافذة خواص طابور

Queue - Basic Process

	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	Overhaul Repair.Queue	First In First Out	☑	☑
2	Quick Repair.Queue	First In First Out	☑	☑
3	Ordinary Repair.Queue	First In First Out	☑	☑

Double-click here to add a new row.

نافذة خواص كائن

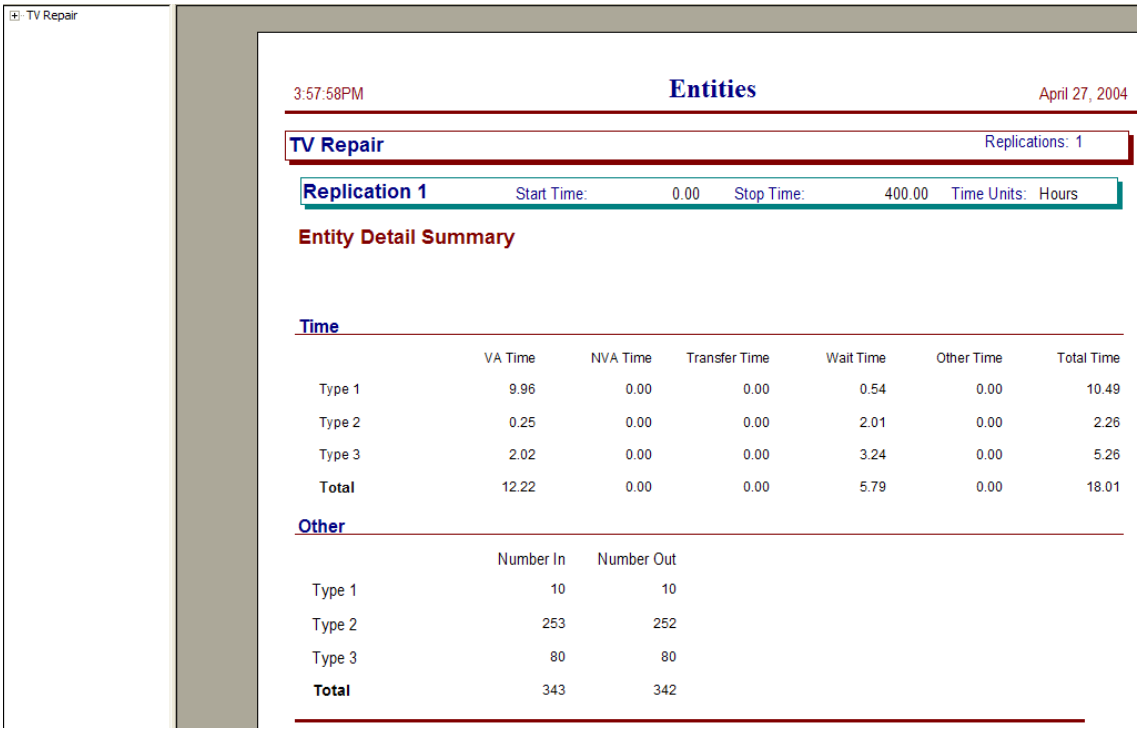
Entity - Basic Process

	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost
1	Type 1	Picture.Yellow Ball	0.0	0.0
2	Type 2	Picture.Green Ball	0.0	0.0
3	Type 3	Picture.Red Ball	0.0	0.0

Double-click here to add a new row.

Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
0.0	0.0	0.0	0.0	☑
0.0	0.0	0.0	0.0	☑
0.0	0.0	0.0	0.0	☑

جزء من التقرير



TV Repair

3:57:58PM **Entities** April 27, 2004

TV Repair Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 400.00 Time Units: Hours

Entity Detail Summary

Time

	VA Time	NVA Time	Transfer Time	Wait Time	Other Time	Total Time
Type 1	9.96	0.00	0.00	0.54	0.00	10.49
Type 2	0.25	0.00	0.00	2.01	0.00	2.26
Type 3	2.02	0.00	0.00	3.24	0.00	5.26
Total	12.22	0.00	0.00	5.79	0.00	18.01

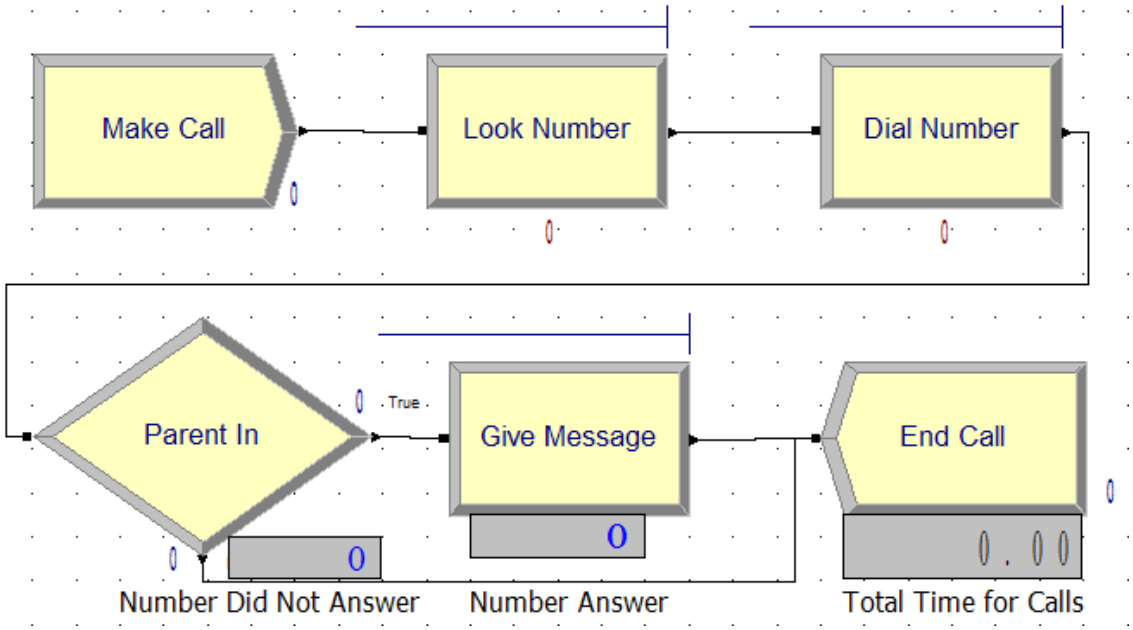
Other

	Number In	Number Out
Type 1	10	10
Type 2	253	252
Type 3	80	80
Total	343	342

كم تستغرق مكالمة 100 شخص

تطوع أحد الآباء لتذكير اولياء الامور لحضور إجتماع مجلس الآباء بمدرسة الحي. اعطي هذا المتطوع من إدارة المدرسة قائمة بتلفونات 100 ولي أمر. يستغرق المتطوع 2 ± 5 ثانية ليجد رقم ولي الأمر التالي و يستغرق 2 ± 7 ثانية لطلب الرقم و 5 ± 30 لتذكيره بالإجتماع. هناك إحتمال 35% ان يجد المتطوع ولي الأمر لتذكيرة. فكم عدد اولياء الامور الذين أستطاع التحدث معهم على اساس انه يحاول المحادثة مرة واحدة فقط وكم من الوقت يستغرق ذلك؟

البرنامج:



نافذة خواص توليد

Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type	Value
1	Make Cal	Call	Constant	1

Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
Seconds	1	100	0.0

لاحظ إختيار "نوع" وضع هنا "ثابت" و "أكبرعدد وصول" وضع هنا 100 (مكالمة)

نافذة خواص عملية

Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority	Resources
1	Look Number	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows
2	Dial Number	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows
3	Give Messag	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows

Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Maximum	Report Statistics
Uniform	Seconds	Non-Value Added	3	7	☑
Uniform	Seconds	Non-Value Added	5	9	☑
Uniform	Seconds	Value Added	25	35	☑

نافذة خواص الموارد

Resource - Basic Process

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour
1	Man	Fixed Capacity	1	0.0	0.0
	Double-click here to add a new row.				

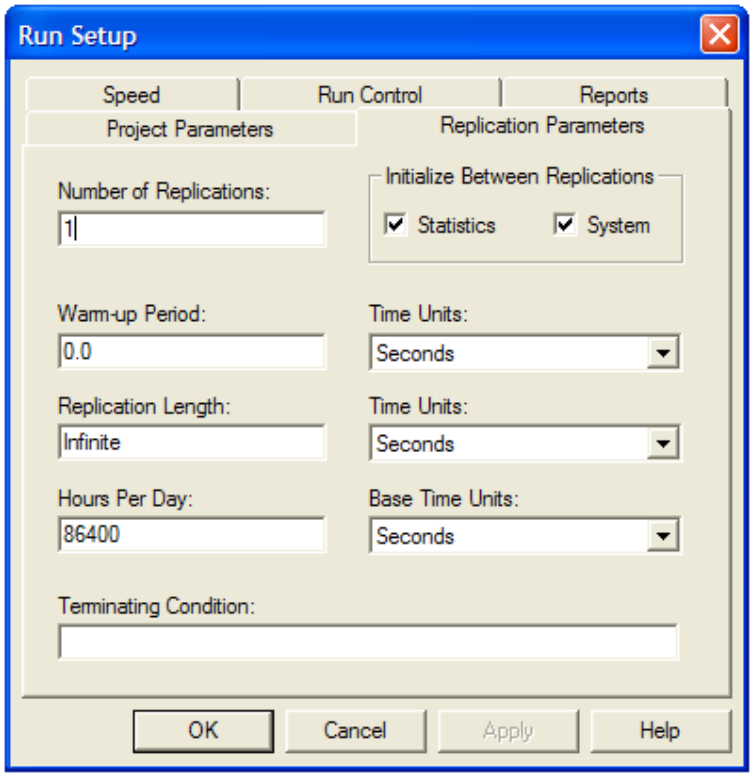
Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
0.0		0 rows	☑

نافذة خواص قرار

Decide - Basic Process

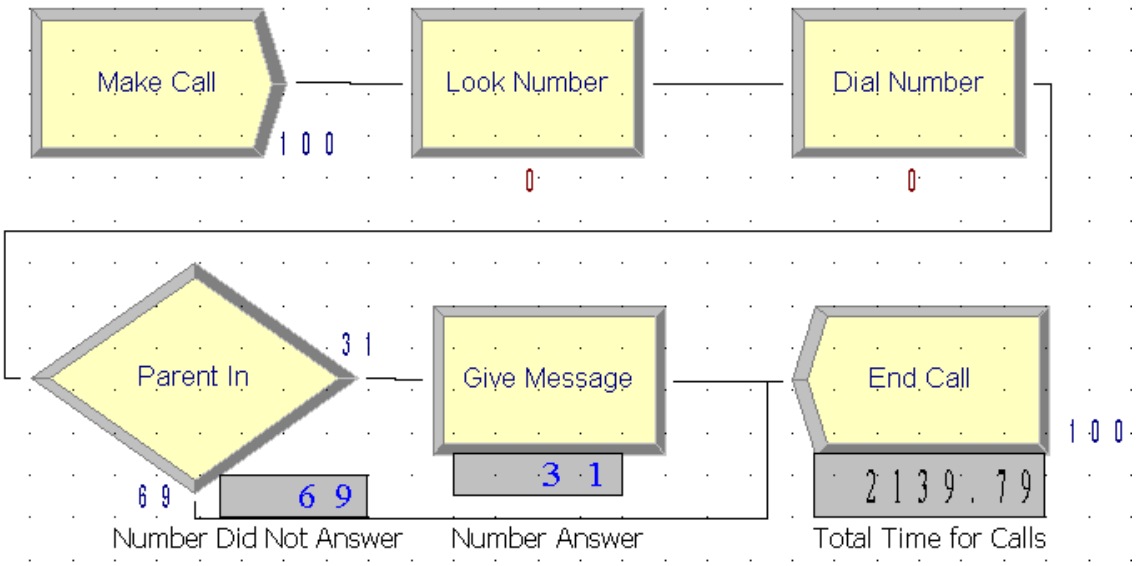
	Name	Type	Percent True
1	Parent In	2-way by Chance	35

نافذة التجهيز



لاحظ طول المحاكاة Replication Length وضع "لانهائي". وذلك لأن عدد المكالمات محدود (100 مكالمة).

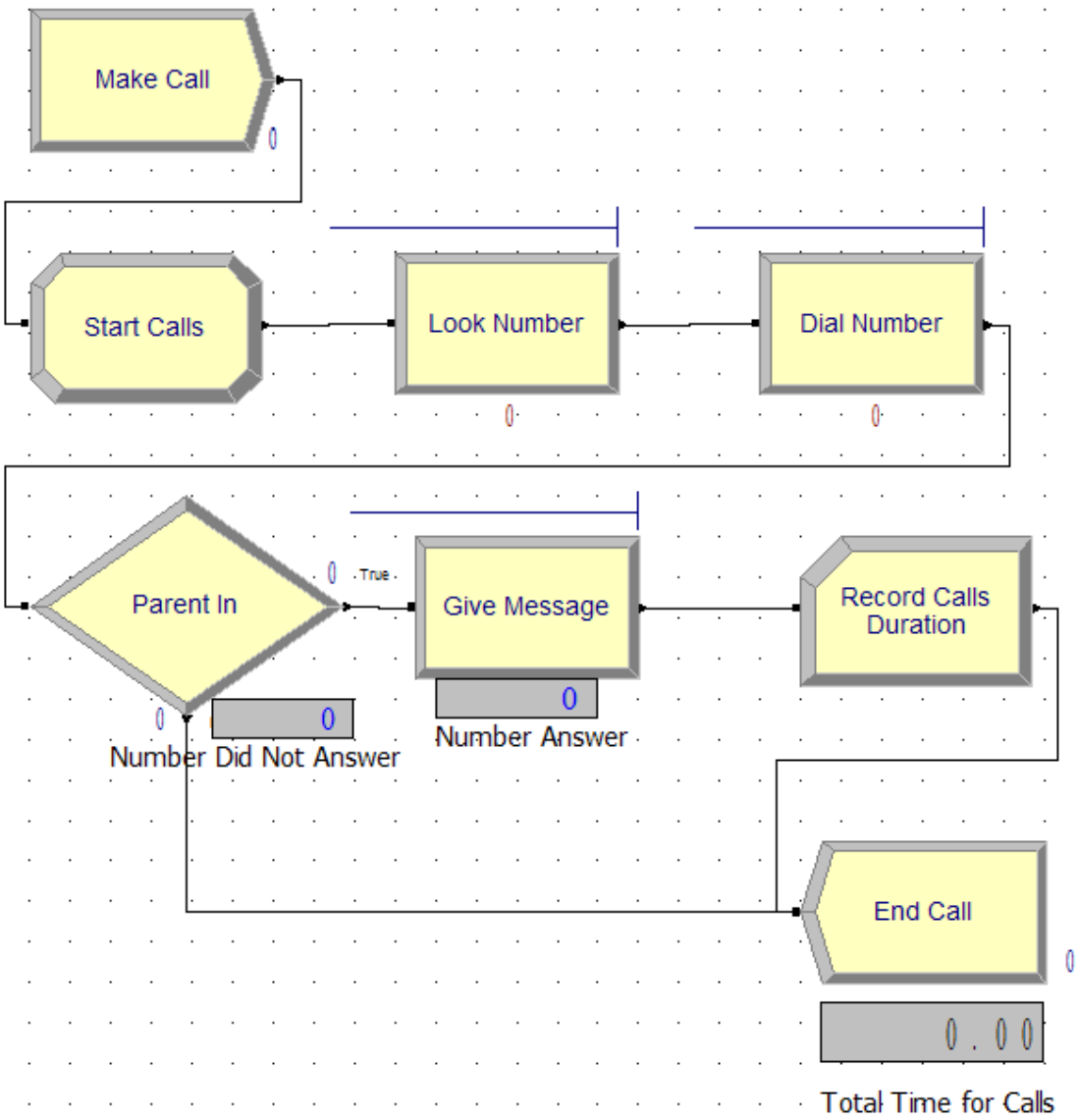
التقرير:



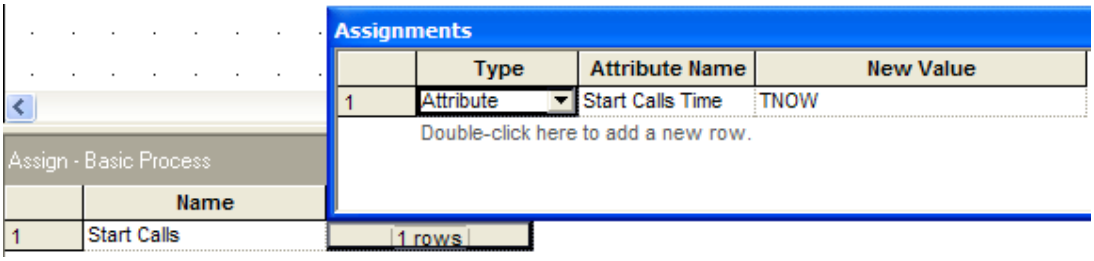
في كل التقرير لايهمنا إلا زمن إجراء 100 مكالمة وهو 2139.79 ثانية والقيمة النظرية هي 2250 ثانية.

سوف نطور البرنامج السابق لكي نحصل على تقريب أفضل للقيمة السابقة.

البرنامج

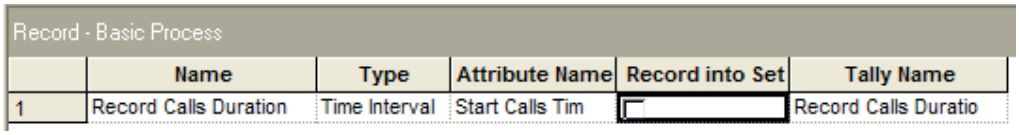


أضفنا وحدة إسناد Assign Module وسميناها Start Calls ونافذة خواصها

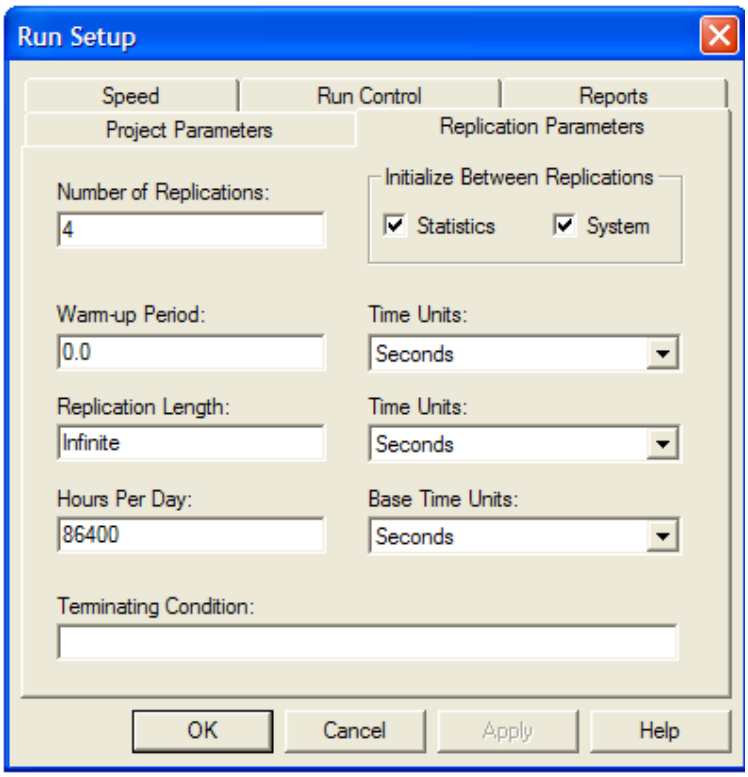


TNOW قيمة ساعة المحاكاة الحالية.

كما أضفنا وحدة تسجيل Record Module لتسجيل أزمنة المكوث بالنظام ولها الخواص التالية



ونافذة التجهيز



بتكرير المحاكاة 4 مرات (مقيدين بنسخة الطلاب للبرنامج Arena) ينتج التقرير ويهمنا جزء التقرير "المحدد بالمستخدم" User Specified التالي

Parent Calls Replications: 4

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 2,139.79 Time Units: Seconds

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Record Calls Duration	1,568.59	(Insufficient)	517.01	2,046.79

Replication 2 Start Time: 0.00 Stop Time: 2,544.94 Time Units: Seconds

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Record Calls Duration	1,798.77	(Insufficient)	642.29	2,447.94

Replication 3 Start Time: 0.00 Stop Time: 2,240.23 Time Units: Seconds

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Record Calls Duration	1,632.89	(Insufficient)	638.27	2,141.23

Replication 4 Start Time: 0.00 Stop Time: 2,078.33 Time Units: Seconds

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Record Calls Duration	1,569.35	(Insufficient)	868.07	1,982.33

ونلخصها

Time Units: Seconds

Replication 1	Start Time:	0.00	Stop Time:	2,139.79
Replication 2	Start Time:	0.00	Stop Time:	2,544.94
Replication 3	Start Time:	0.00	Stop Time:	2,240.23
Replication 4	Start Time:	0.00	Stop Time:	2,078.33

أي

التكرار	**الزمن**	**الخطأ النسبي**
1	2139.79	-0.048980
2	2544.94	0.131080
3	2240.23	-0.004340
4	2078.33	-0.076300
المتوسط	2250.82	0.000366

لاحظ أن متوسط 4 تكرارات هو 2250.82 بخطأ نسبي 0.000366 .

محاكاة بنك

سوف نستعرض نموذج بسيط لبنك تتم فيه ثلاثة أنشطة هي:

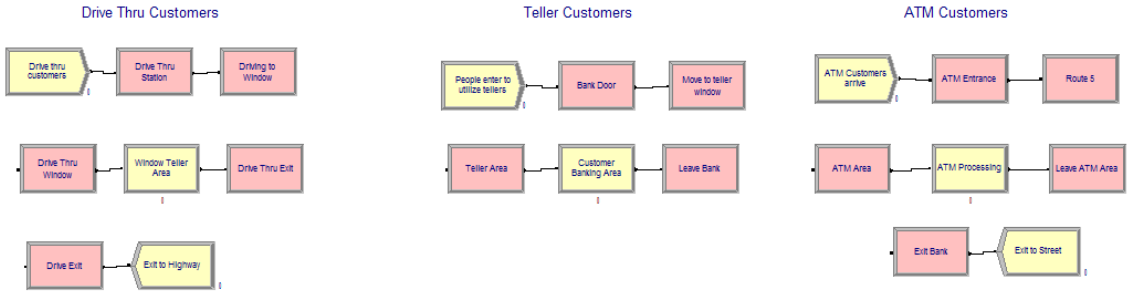
1- معاملات سحب نقد آلي ATM Transactions

2- عمليات صرافة Teller Operation

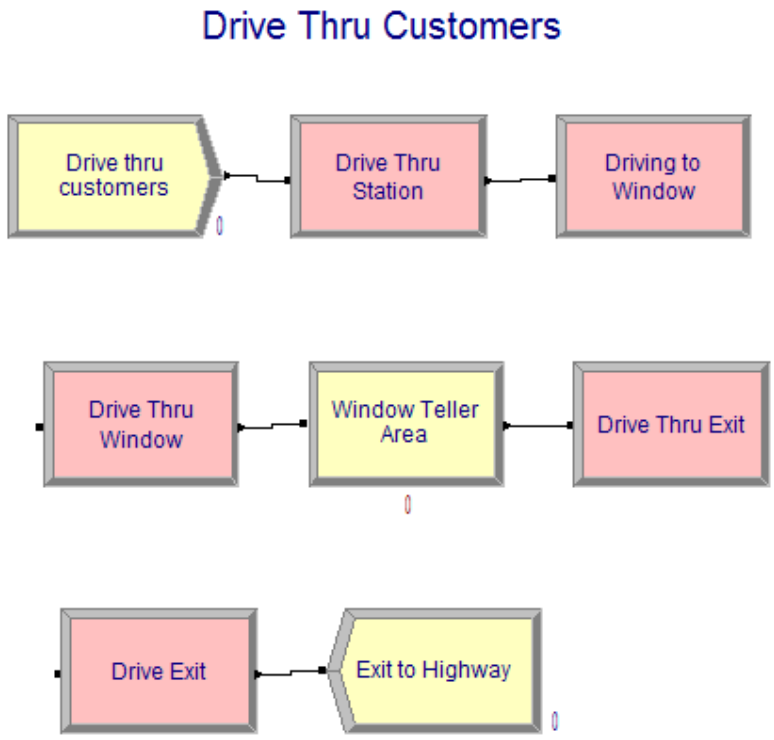
3- معاملات من نافذة السيارة "Drive Thru" Transactions

تجمع إحصائيات عن عدد الزبائن المنتظرين الخدمة وزمن الإنتظار لكل متعامل.

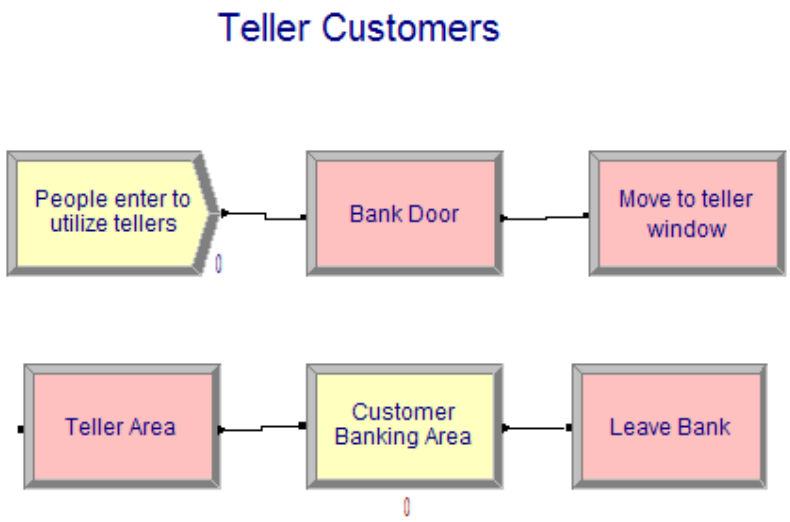
النموذج: منظر عام



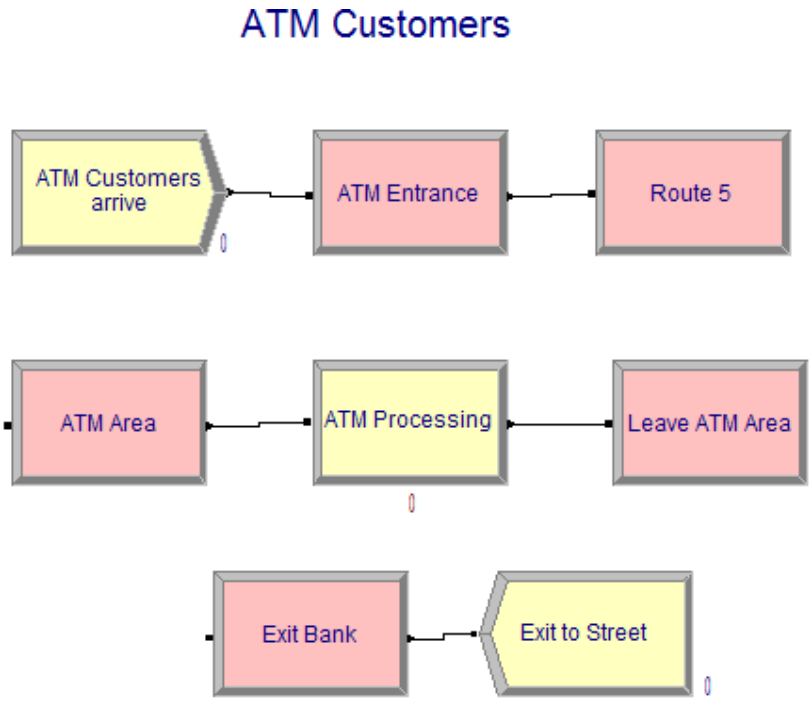
جزء معاملات السيارات



جزء عمليات الصرافة

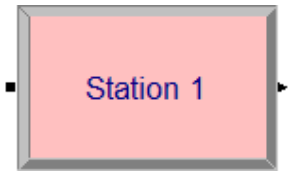


جزء السحب الآلي



نلاحظ في هذا النموذج وحدتين جديدة من وحدات النقل المتطورة Advanced Transfer Mdules هما Station Module و Route Module.

وحدة محطة Station Module



وهذه الوحدة تعرف محطة (أو مجموعة محطات) والتي تتمذج مكان مادي أو منطقي حيث تحدث العملية. وفي حالة تعريفه لمجموعة من المحطات فهذا بديهيا يعرف عدة أماكن للعمليات.

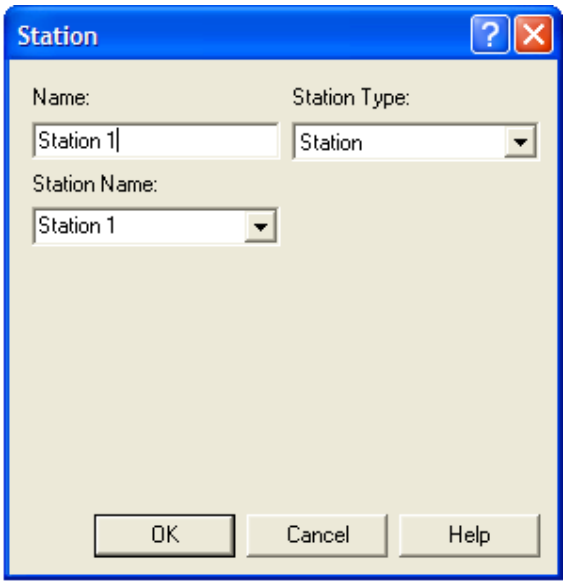
ويستخدم غالبا في أمثلة كالتالي:

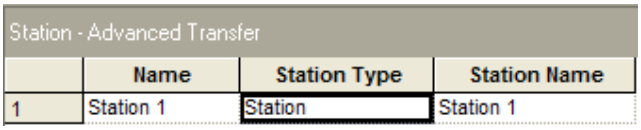
1- منطقة آلات الخراطة.

2- مجموعة نوافذ شراء تذاكر ملعب كرة قدم.

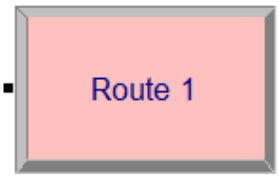
3- منطقة مطاعم في سوق مركزي.

ونوافذ خواصها:





وحدة مسار Route Module



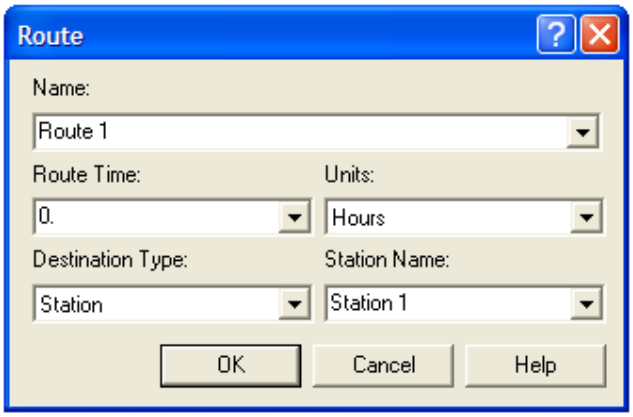
وتقوم بنقل كائن إلى محطة معينة أو الى المحطة التالية في قائمة المحطات التي ستزار بالكائن. ويمكن تحديد زمن تأخر للإنتقال.

وإستخداماتها تكون مثلا:

1- إرسال قطعة في طور التصنيع إلى محطة عمليات تبعا لقسيمة المسار.

2- إرسال زبائن في مطعم لطاولة معينة.

ونوافذ خواصها



Route - Advanced Transfer

	Name	Route Time	Units	Destination Type	Station Name
1	Route 1	0.	Hours	Station	Station 1

لمثال البنك نستعرض خواص الوحدات كالآتي:

النموذج يحوي ثلاثة وحدات Create نافذة خواصها

Create - Basic Process

	Name	Entity Type	Type
1	Drive thru customers	DriveCustomer	Random (Expo)
2	People enter to utilize tellers	TellerCustomer	Random (Expo)
3	ATM Customers arrive	ATM Customer	Random (Expo)

Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
21	Minutes	1	Infinite	0.0
11	Minutes	1	Infinite	0.0
1	Hours	1	Infinite	0.0

وثلاثة وحدات Process

Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority
1	Window Teller Area	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)
2	Customer Banking Area	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)
3	ATM Processing	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)

Resources	Delay Type	Units	Allocation
1 rows	Uniform	Minutes	Value Added
1 rows	Expression	Minutes	Value Added
1 rows	Uniform	Minutes	Value Added

Minimum	Maximum	Expression	Report Statistics
4	20	1	☑
.5	1.5	expo(17)	☑
7	12	1	☑

وتفصيل مواردها كالآتي

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	Window Teller	1

Double-click here to add a new row.

Resources

	Type	Set Name	Quantity	Selection Rule	Save Attribute
1	Set	Tellers Set	1	Cyclical	

Double-click here to add a new row.

Resources

	Type	Resource Name	Quantity
1	Resource	ATM Machine	1

Double-click here to add a new row.

كما يوجد 8 محطات Station Module (من العمليات المتطورة) نافذة خواصها

Station - Advanced Transfer

	Name	Station Type	Station Name
1	Drive Thru Station	Station	Drive Thru_St
2	Drive Thru Window	Station	Drive Window_St
3	Drive Exit	Station	Drive Thru Exit_St
4	Bank Door	Station	Bank Door_St
5	Teller Area	Station	Teller Area_St
6	Exit Bank	Station	Exit Bank_St
7	ATM Entrance	Station	ATM_Entry
8	ATM Area	Station	ATM Mach_ST

و يوجد 6 مسارات Route Module (من العمليات المتطورة) نافذة خواصها

Route - Advanced Transfer

	Name	Route Time	Units	Destination Type	Station Name
1	Driving to Window	UNIF(5, 7)	minutes	Station	Drive Window_St
2	Drive Thru Exit	5	minutes	Station	Drive Thru Exit_St
3	Move to teller window	UNIF(5, 7)	minutes	Station	Teller Area_St
4	Leave Bank	5	Minutes	Station	Exit Bank_St
5	Route 5	UNIF(4, 6)	minutes	Station	ATM Mach_ST
6	Leave ATM Area	5	minutes	Station	Exit Bank_St

ووحدتين Dispose نافذة خواصها

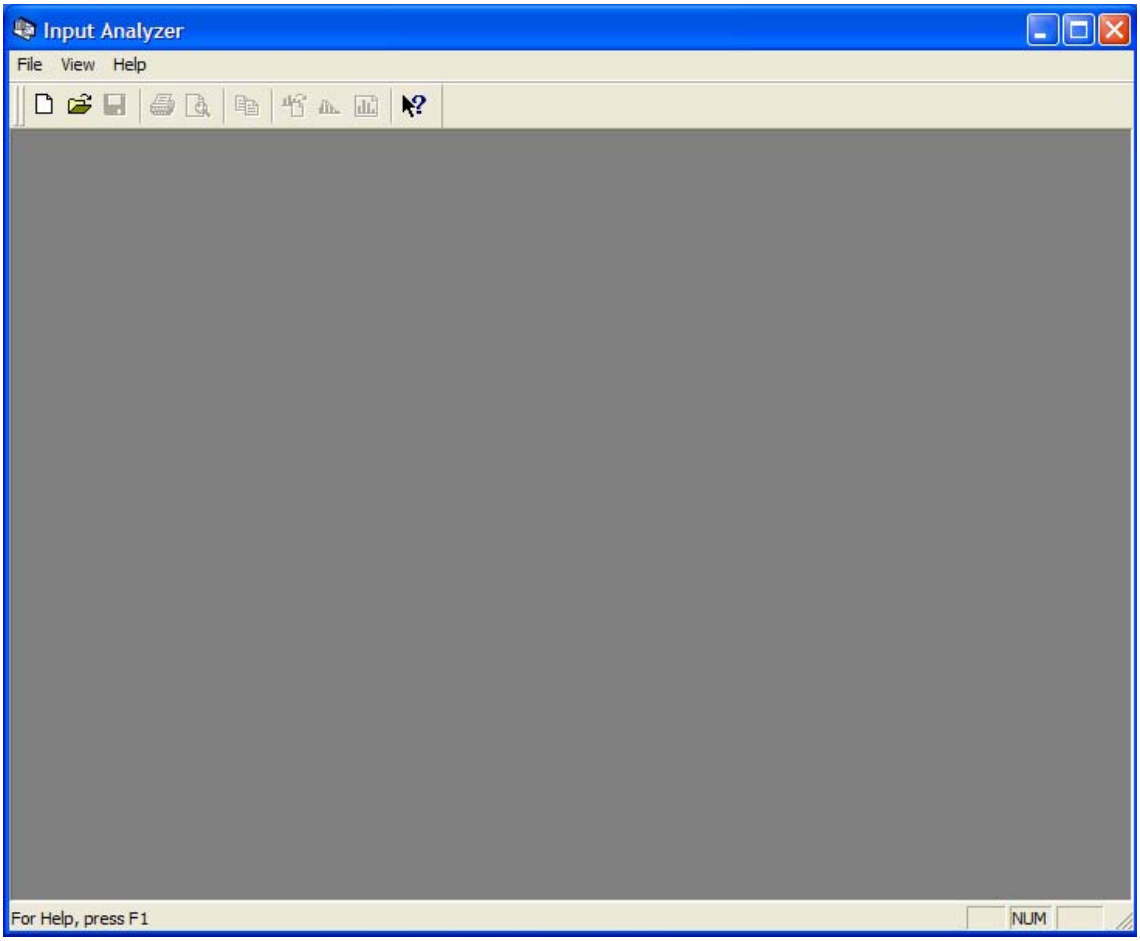
Dispose - Basic Process

	Name	Record Entity Statistics
1	Exit to Highway	☑
2	Exit to Street	☑

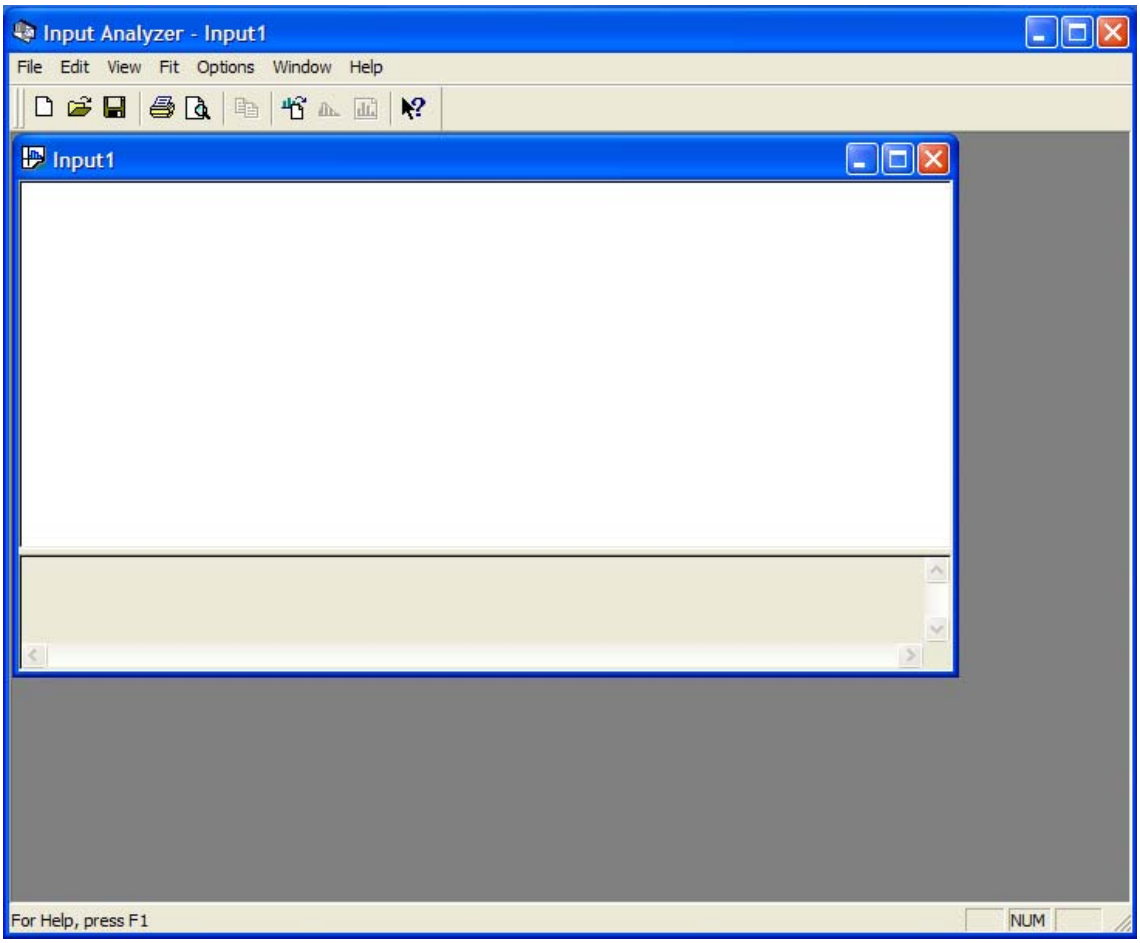
تحليل المدخلات في Arena

يستخدم برنامج تحليل المدخلات Input Analyser والذي يوجد مع Arena (ولكن يعمل مستقلا عنها) لتطبيق توزيعات إحتمالية على بيانات خامة وذلك لإستخدامها في النمذجة الكمية Quatitative Modeling (وتسمى ايضا نمذجة البيانات المدخلة Input-Data Modeling).

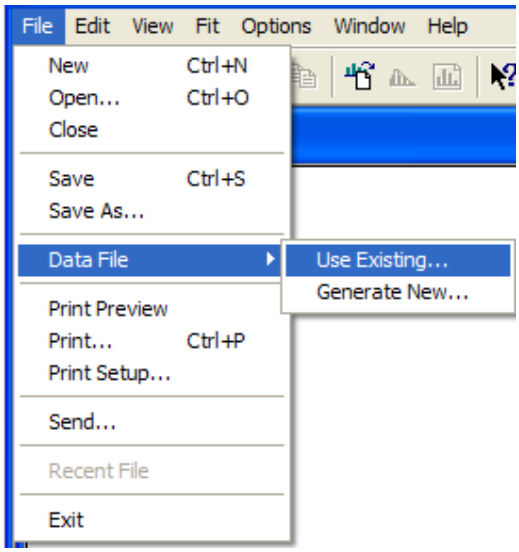
توضع البيانات الخامة في ملف نصي ASCII File تفصل بين كل قيمة واخرى فراغ ويمكن إدخال اي عدد من البيانات في السطر الواحد كما ان الأسطر يمكن ان تكون غير متساوية في عدد بياناتها. خزن الملف بإمتداد dst.* وشغل برنامج تحليل المدخلات من داخل Arena وذلك من Tools ثم Input Analyzer أو من المجلد الذي يحوي Arena وإسم البرنامج Input.exe فيظهر البرنامج:



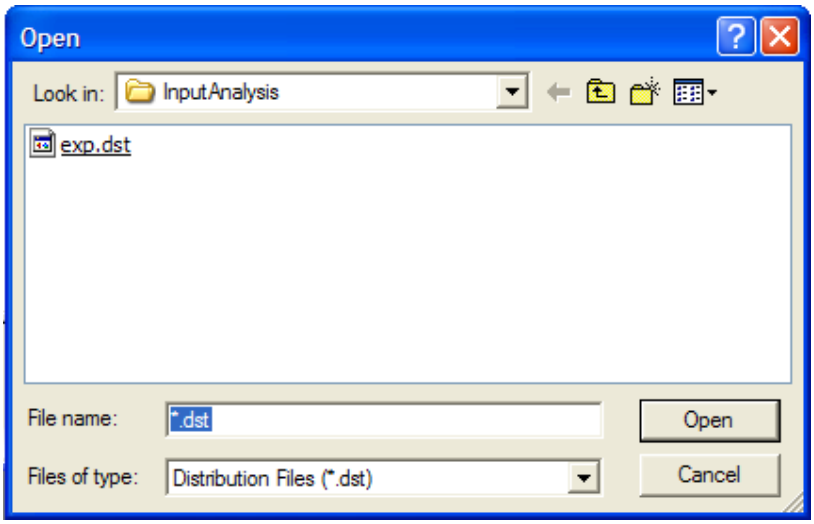
من القائمة الرئيسة أختار File ثم New أو أضغط فتظهر نافذة إدخال



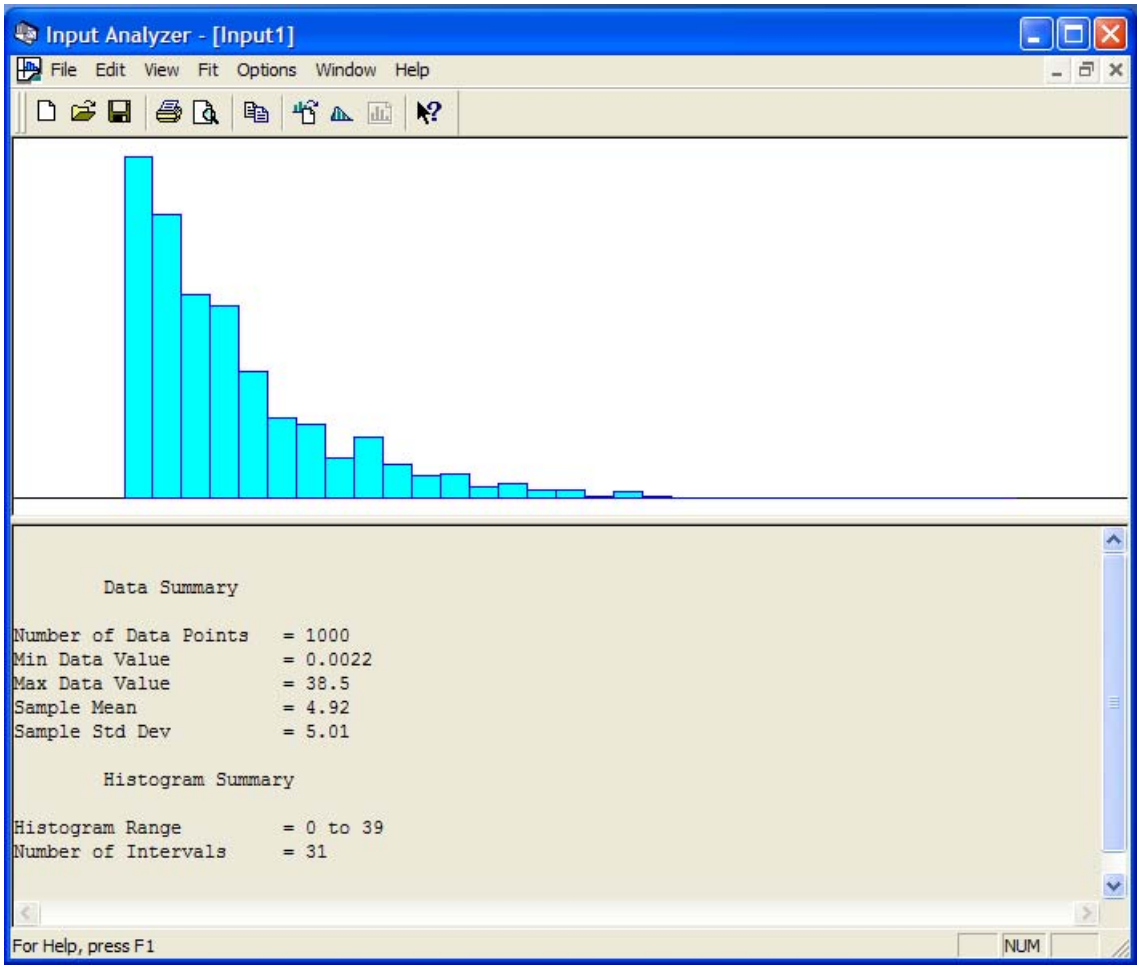
ثم من القائمة الرئيسة اختار File ثم Data File ثم ... Use Existing



فتظهر نافذة إختيار الملف

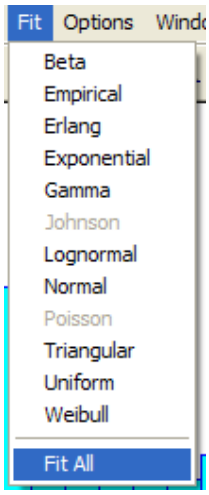


اختار الملف الذي يحوي البيانات والذي له الإمتداد dst ثم اضغط Open فينتج



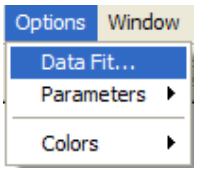
لاحظ أن البرنامج شكل مدرج تكراري للبيانات ذاتيا بعدد 31 فئة (هذا هو العدد الإفتراضي).

اضغط على Fit من القائمة الرئيسة ثم Fit All

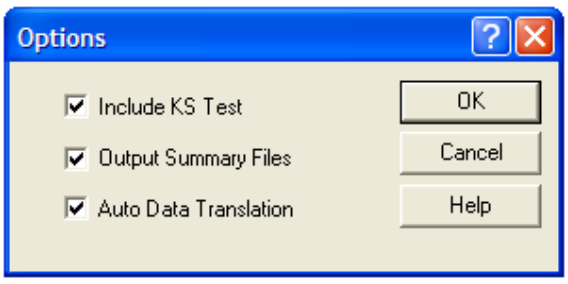


هذا سيجعل البرنامج يطبق كل التوزيعات المناسبة ذاتيا ثم يختار التوزيع الذي يعطي أفضل تطابق وذلك بإجراء إختباري Chi Square Test و K-S Test

يمكن إختيار K-S Test من:



ثم



للبيانات المدخلة كانت النتيجة هي:

Distribution Summary

Distribution: Weibull

Expression: WEIB(4.91, 1.03)
Square Error: 0.000756

Chi Square Test
Number of intervals = 15
Degrees of freedom = 12
Test Statistic = 14.4
Corresponding p-value = 0.284

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0176
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 1000
Min Data Value = 0.0022
Max Data Value = 38.5
Sample Mean = 4.92
Sample Std Dev = 5.01

Histogram Summary

Histogram Range = 0 to 39
Number of Intervals = 31

وملف الإختصار SUMMARY.OUT

Fit All

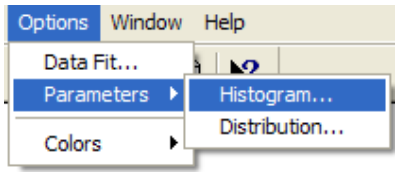
Document: C:\Documents and Settings\amb\Desktop\InputAnalysis\exp.dst

Data File: C:\Documents and Settings\amb\Desktop\InputAnalysis\exp.dst

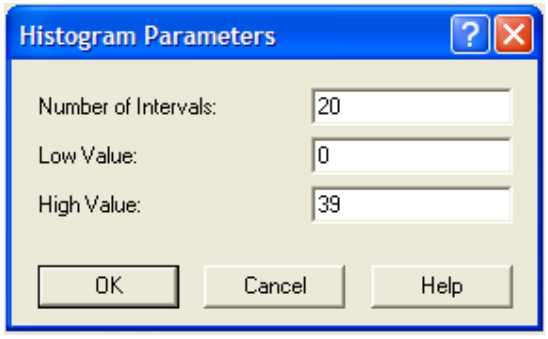
Function	Sq Error
Weibull	0.000756
Gamma	0.000818
Erlang	0.000846
Exponential	0.000846
Beta	0.00203
Lognormal	0.00625
Normal	0.0391
Triangular	0.0632
Uniform	0.0957

لاحظ أن توزيع ويبل هو التوزيع الأفضل تطبيق على البيانات.

سوف نستعرض تأثير عدد فئات التوزيع التكراري على التطبيق. لاحظ أن النتائج السابقة لعدد فئات 31. نغير عدد الفئات من:



ثم



وضعنا عدد الفئات 20 ثم OK فيعاد التطبيق ذاتيا وينتج

Distribution Summary

Distribution: Exponential

Expression: EXPO(4.92)

Square Error: 0.000421

Chi Square Test

Number of intervals = 11

Degrees of freedom = 9

Test Statistic = 6.98

Corresponding p-value = 0.639

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0192

Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 1000
Min Data Value = 0.0022
Max Data Value = 38.5
Sample Mean = 4.92
Sample Std Dev = 5.01

Histogram Summary

Histogram Range = 0 to 39
Number of Intervals = 20

لاحظ أن التوزيع الأسي الآن هو التوزيع الأفضل تطبيق على البيانات.

Fit All

Document: C:\Documents and Settings\amb\Desktop\InputAnalysis\exp.dst

Data File: C:\Documents and Settings\amb\Desktop\InputAnalysis\exp.dst

Function	Sq Error
Erlang	0.000421
Exponential	0.000421
Gamma	0.000422
Weibull	0.00048
Beta	0.00277
Lognormal	0.00784
Normal	0.06
Triangular	0.101
Uniform	0.148

لاحظ أن التوزيع الأسي هو حالة خاصة من توزيع إرلانج.

ماذا لو كان عدد الفئات 10

Distribution Summary

Distribution: Exponential
Expression: EXPO(4.92)
Square Error: 0.000068

Chi Square Test
Number of intervals = 6
Degrees of freedom = 4

Test Statistic = 0.959
Corresponding p-value > 0.75

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0192
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 1000
Min Data Value = 0.0022
Max Data Value = 38.5
Sample Mean = 4.92
Sample Std Dev = 5.01

Histogram Summary

Histogram Range = 0 to 39
Number of Intervals = 10

Fit All

Document: C:\Documents and Settings\amb\Desktop\InputAnalysis\exp.dst

Data File: C:\Documents and Settings\amb\Desktop\InputAnalysis\exp.dst

Function	Sq Error
Erlang	6.8e-005
Exponential	6.8e-005
Weibull	0.000107
Gamma	0.000166
Beta	0.00158
Lognormal	0.00868
Normal	0.0976
Triangular	0.202
Uniform	0.281

ملاحظة: التوزيع الأسي هو حالة خاصة من كل من التوزيعين إرلانج وويبول.

راجع فصل تحليل المدخلات.

حالة دراسة:

مشكلة إتصالات:

بين مدينتين A و B يوجد عدد ثابت من خطوط المكالمات للمسافات الطويلة. كل خط يعمل في كلا الإتجاهين ويستوعب مكالمة واحدة عند شغله. إذا اراد شخص في A أو B وضع مكالمة إلى المدينة الثانية وكان خطا مفتوحا (متوفر) فإن مكالمته تتم حالا على أحد الخطوط المفتوحة، إذا كانت جميع الخطوط مشغولة فإن الشخص يسمع تسجيلا يطلب منه إعادة المحاولة لاحقا إذ لاتوجد إمكانية الإنتظار (في طابور) لخط حتى يتوفر. أزمنة المحاولة بين مكالمة واخرى (بالثواني) في حالة شغل كل الخطوط تم تسجيلها لعدد 1000 مكالمة وموجودة في الملف TimeBetweenCalls.dst. طول المكالمة (بالدقائق) من أي إتجاه لعدد 1000 مكالمة توجد في الملف CallTimes.dst . في البداية توجد 10 خطوط و جميعها متوفر والمحاكاة تجرى لمدة 12 ساعة. قدر عدد الخطوط الازمة بحيث ان نسبة المكالمات التي لاتتم لاتزيد عن 5% .

الحل:

شكل البيانات في ملف TimeBetweenCalls.dst (لأقرب جزء من 100 من الثانية)

7.11	0.69	3.17	43.25	8.65	28.00	9.93	26.16	2.09
0.90	10.26	0.89	0.37	12.62	17.94	6.90	12.67	21.18
2.97	27.81	5.40	2.82	11.68	8.99	0.08	18.49	41.28
3.30	6.25	9.15	3.15	3.29	12.29	6.49	3.98	26.28
8.32	7.94	6.79	7.16	1.11	0.89	31.87	16.35	1.92
0.86	1.01	1.66	4.06	18.89	16.43	0.82	4.77	4.93
5.78	4.38	5.74	24.26	4.47	3.61	10.00	17.61	1.19
3.44	35.92	32.53	0.65	13.55	2.21	1.51	3.03	9.37
18.13	1.65	0.71	10.11	15.90	1.63	5.74	12.04	17.02
14.85	8.32	8.16	13.68	20.19	6.93	1.44	6.05	2.94
7.97	6.23	2.72	5.33	1.70	2.59	6.39	32.09	36.48
6.67	21.04	31.27	4.48	2.48	0.47	28.41	11.91	9.10
12.53	5.81	3.05	41.88	0.35	6.25	6.96	17.84	0.59
14.70	10.66	9.66	6.41	2.79	8.18	11.01	1.67	40.35
10.20	15.27	7.96	4.12	21.84	2.89	3.86	2.13	0.08
27.79	3.76	2.19	2.66	2.72	0.31	0.47	7.55	32.95
3.83	7.14	2.93	13.41	14.90	3.93	15.80	15.27	1.24
0.12	31.83	11.00	2.62	2.00	3.29	7.67	0.79	9.42

9.90	8.01	25.95	0.83	14.67	8.95	7.56	28.25	4.20
0.32	4.05	23.83	3.27	17.31	5.48	7.08	7.34	1.65
4.22	8.00	3.62	2.73	9.07	10.55	17.51	32.57	21.39
1.99	8.36	14.28	25.30	6.72	12.41	0.42	1.12	14.64
3.11	3.46	0.91	5.48	15.91	9.47	7.39	1.08	6.65
20.50	6.59	19.72	4.06	15.72	3.94	2.08	4.90	9.59
1.20	16.88	3.56	4.08	20.61	1.50	0.68	20.14	1.09
16.08	11.43	32.46	19.88	8.45	10.53	6.72	10.47	15.86
5.94	27.65	2.68	2.95	0.74	0.25	9.64	1.68	3.81
16.21	10.60	5.66	11.74	0.41	25.12	20.99	2.85	5.79
9.89	2.28	1.24	6.01	3.02	11.93	13.98	4.23	6.44
5.93	1.79	10.70	13.15	1.06	1.91	15.48	8.86	12.67
22.84	0.98	17.42	1.90	14.70	4.72	14.94	3.48	2.52
33.71	23.21	4.56	17.29	2.49	4.69	20.97	7.74	12.43
8.22	4.98	6.20	5.45	22.30	0.30	2.59	10.87	1.12
19.09	23.78	18.36	24.91	7.56	12.73	13.78	9.94	29.41
2.66	2.13	1.60	37.35	16.48	0.59	1.67	13.93	7.91
13.97	6.51	17.46	26.43	2.88	35.20	54.75	21.85	0.15
2.27	11.68	25.66	13.34	10.99	3.03	9.18	5.06	1.60
1.10	0.19	5.29	10.36	14.74	9.26	2.60	4.48	5.05
27.81	5.78	2.25	5.09	3.23	11.58	8.04	20.12	13.10
1.48	44.88	13.39	19.61	12.73	0.46	46.26	1.89	4.84
18.89	5.73	22.74	9.56	30.88	27.38	1.20	1.24	3.87
3.76	3.51	1.97	2.86	15.27	12.09	6.56	10.07	1.51
0.24	3.45	12.28	31.21	8.19	44.85	5.66	10.97	14.49
22.45	3.94	0.51	4.35	11.64	14.73	20.93	3.23	5.22
6.75	3.77	4.34	0.80	3.69	1.89	22.53	7.35	2.47
2.41	0.40	13.21	14.56	25.25	10.75	5.22	10.84	7.80
0.79	2.67	25.59	0.50	8.96	0.35	7.87	2.63	3.00
2.47	17.30	4.64	10.94	11.13	2.75	9.37	0.12	23.15
19.69	14.35	4.42	3.56	10.26	33.15	15.14	0.62	2.71
4.02	2.00	8.27	1.84	19.47	3.88	6.83	1.58	3.23
3.97	4.12	18.16	2.38	7.60	11.56	8.71	0.10	11.05
0.95	1.68	8.00	5.23	10.98	22.72	3.14	4.38	5.27
2.03	17.44	9.02	0.15	7.53	5.10	5.00	6.51	17.43
12.38	31.47	7.99	4.60	4.10	12.25	7.45	37.33	18.91
1.53	30.28	12.73	2.03	11.62	13.87	1.82	2.49	8.81
0.63	17.43	4.37	1.87	0.70	4.52	13.67	6.25	11.40
10.40	30.83	2.86	0.08	12.64	7.85	12.53	2.71	1.42
12.16	3.63	1.08	7.30	9.48	1.58	15.16	8.16	1.61
4.35	5.20	2.18	2.24	12.12	1.47	15.30	26.64	0.58
2.54	0.16	56.42	12.64	10.37	18.54	0.83	2.73	2.11
9.26	2.13	8.75	14.47	1.90	4.42	13.13	9.52	28.84
13.28	19.45	15.79	2.80	38.47	6.75	2.61	42.26	6.71
4.13	3.59	7.77	7.12	8.30	22.90	5.49	10.52	18.31
4.83	23.31	5.26	5.54	9.72	14.73	4.96	11.93	0.09
19.70	6.58	39.58	11.51	15.52	7.97	11.41	12.89	0.92
5.90	4.85	6.72	1.52	10.96	17.56	13.26	6.39	5.74
0.74	0.87	0.25	6.98	0.93	6.95	21.31	18.59	3.59
17.47	2.60	10.05	12.58	7.23	20.50	25.90	9.12	18.19
20.94	17.78	6.87	8.41	6.81	8.49	27.79	3.27	12.49
38.91	0.19	6.97	17.40	8.62	25.56	29.65	24.38	20.36
2.22	10.73	0.17	6.40	0.92	21.88	2.17	14.35	4.29
0.77	4.35	0.61	2.47	5.83	5.01	61.71	3.53	0.96
3.65	11.04	27.08	12.80	7.78	20.98	2.61	1.70	5.19
14.64	5.14	0.99	4.88	23.02	13.86	1.42	11.92	0.13
15.22	1.88	13.27	11.97	13.27	3.52	0.71	40.31	6.16
4.22	23.20	1.51	16.84	2.43	5.72	3.60	14.67	2.19
39.86	0.33	18.94	0.29	18.08	5.40	4.48	27.98	0.73
1.87	4.90	3.71	14.87	7.60	10.66	6.56	24.08	7.57
15.52	16.90	15.31	0.59	7.37	12.74	2.06	2.64	48.21
0.64	6.41	1.40	10.64	0.65	9.91	39.19	14.28	3.98
6.74	5.46	6.62	41.18	8.60	6.98	4.92	18.58	4.53
1.76	2.96	1.22	6.40	3.99	2.24	1.55	6.57	5.62
1.79	4.47	2.31	1.01	1.83	1.19	1.81	1.82	15.93
6.00	0.50	0.88	4.98	11.91	20.23	4.79	8.15	2.29
5.79	1.40	0.21	21.24	7.04	9.49	34.37	1.89	13.62
4.95	12.95	39.29	14.32	2.45	7.48	31.92	12.46	11.59

```
 2.28    0.53    1.11    5.68    9.98   30.74    0.21    6.95    6.14
 3.06    9.03    0.18    7.91    5.30   16.65    3.92   30.21    1.21
44.26    1.47   10.79    4.47    2.75    2.97    2.20   28.12    3.82
 1.14    3.22    3.92    6.37    9.73    7.39   17.51    1.41   18.02
 6.38    8.23    6.61    3.79    0.99    2.06   29.65   10.46   13.93
 4.72    2.63   12.14    2.02    3.02    0.63    4.75    1.77   14.27
22.44    5.80    6.05   10.26   15.03    7.54    5.89    5.95   21.50
 5.27    9.19    7.91    0.38   31.79    2.88    4.62    7.28   17.24
 3.11    5.45    1.88    2.33    9.05   22.78    8.60   24.73   10.60
 3.23    4.40   31.22    6.65   11.15   15.35   33.79    4.74    6.97
 2.83    3.04    1.86    3.80   38.20    1.51    7.95    8.65    1.27
 0.70   19.16    0.35   11.83    0.44    0.54    4.53   10.60    8.08
14.55    3.51   11.12    3.29    1.95    1.80   17.71    9.86    3.42
10.68    4.18    1.09   13.93   18.62    5.28    6.22   23.24   11.03
 4.12    1.53    5.18   14.47   18.83    8.44    2.56    3.92    2.75
 5.52   20.90   20.91    5.63   15.91    2.73   16.91    5.71    1.41
16.76    0.64    5.29   12.60    7.15    6.15   34.74   19.85    9.86
 2.12    9.51    3.92    2.89    0.97    6.27    1.62    7.76   14.39
 6.10    7.92    0.85    6.70    1.66   10.53    6.42   12.85    1.88
 1.59    6.62   42.29    3.68    4.36   18.03    0.63    2.62    5.06
16.36   22.46    3.84   15.90    0.31   20.37    0.09    7.71   13.52
 1.74    5.19    8.64    9.13   10.46   77.36   16.65    8.34    0.72
 6.21   23.76    0.99    7.62   11.93    7.79    7.28    9.35   18.38
 5.64   24.09   23.16   29.76    1.74    1.11    0.99    2.76    1.09
20.71    1.54    9.76   25.59   46.03    5.90    3.80    8.40    5.85
10.98
```

شكل البيانات في ملف CallTimes.dst (لأقرب جزء من 100 من الدقيقة)

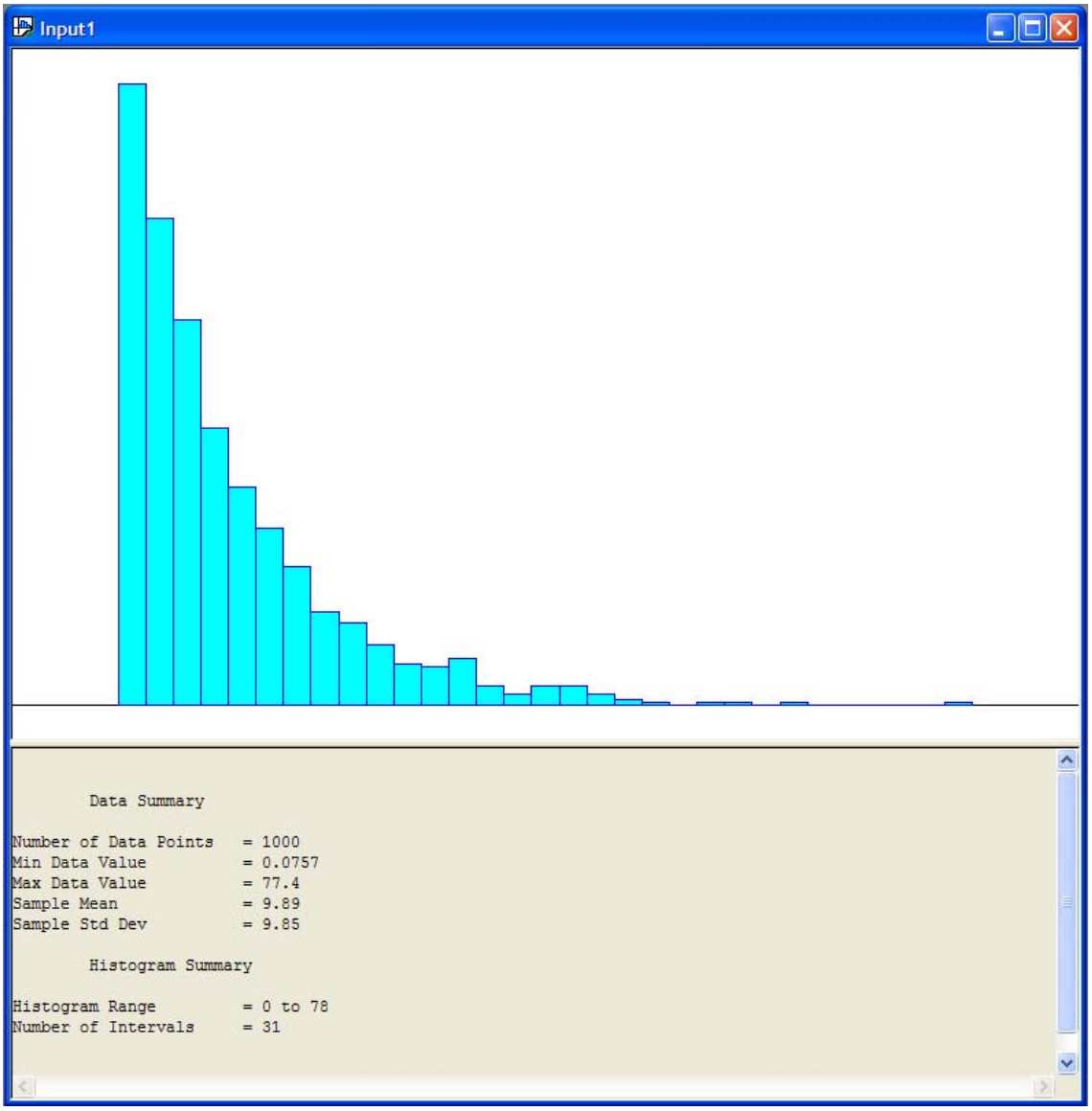
```
 8.47    6.58    4.44    1.19   14.68    9.01    3.63   11.39    3.09
 3.14    1.58    1.07    5.94    6.21    3.06    2.72    8.10    0.34
 1.60    0.57   15.71    1.84    9.80    1.23    1.75    8.49    5.67
11.22    7.59    4.81   13.69    1.40    1.01    6.42    4.64    1.58
 1.90    3.32    3.58    9.36    0.90    1.35    4.74    0.56    6.43
 3.18    5.92    8.65    1.91    3.00    8.86    0.40    7.07    4.03
 2.04    5.63    1.64    1.65    4.33    5.47    1.53    0.18    5.44
 9.27    0.90    1.52    1.15   12.75    0.87    3.37   18.32    0.17
10.78    5.60   10.29    6.47    1.88    4.27   20.73    9.20    0.34
 2.87    2.81    8.26    2.44    6.35    2.28    0.55    8.40    1.92
 3.19    2.66    0.46    0.81    4.09   10.58    2.89    2.44    3.20
 1.54    8.07    2.35    1.83    3.19    0.12    0.15    0.80    0.44
10.95    1.56    0.27    2.40    4.06    3.75    3.84    2.05    0.58
 0.79   14.99    3.86    6.38    4.31    7.81    0.69    1.26    4.53
 1.12    7.21    8.47    0.63    1.76    2.88    2.37    6.93   10.76
 0.31    1.44    1.76    1.00    5.29    2.43    8.25    0.81    3.64
 1.12    5.10    8.16    0.55    1.44    6.96    0.29    4.87    5.10
 0.66    5.01    9.83    0.65    1.29    0.84    3.04    0.29    7.94
 3.14    1.84    4.13    2.32    8.78    0.40    5.57    1.65    0.59
 0.38    1.71    8.75    5.54    1.77    4.66    3.01    2.28    0.27
 7.77   18.63    1.64    1.93    3.32    1.35    1.32    3.72    0.53
 3.06   14.19    2.92    1.15   11.90    2.22    0.42    1.80    2.19
 1.35    0.57    7.35    4.77    2.72    6.56    8.75    1.04    9.58
 8.39    0.24    1.23   13.69    2.06    5.80    1.77   13.77    0.28
 1.64    1.55    7.94    4.13    0.70    7.19   18.35    0.22    2.25
 0.19    4.17   19.15    5.52    4.48    1.91    1.46   10.19    0.50
 4.11    1.18    0.89    1.35    3.42    0.67    1.33    1.13    0.71
 0.04    7.05    0.91    0.60    9.44   17.27    2.33    6.98    9.39
 1.52    0.65    9.85   13.69    0.18    1.67    1.29    2.49    5.06
 0.75    8.64    2.02    4.51    0.96   10.16    2.63    4.94    4.92
 2.65    9.73    5.61    1.54    3.78    5.61   13.85    1.97    0.98
33.44    0.94    3.22    0.01    1.65    2.49    1.12    2.54    0.56
 4.31    3.76    0.58    1.22    0.66    9.79    0.38    0.64    0.65
 0.64    2.91    2.65    4.43    3.83    1.16    3.15    3.96    0.47
 6.41    0.14    8.07    2.18    4.75    5.67    2.27    6.42    5.14
 0.12    8.72    1.33    5.74    6.49    3.25   10.98    5.82    1.62
```

8.94	4.47	15.35	0.99	3.88	0.21	13.88	2.86	4.15
0.24	5.25	1.04	0.23	4.88	6.37	4.36	7.64	5.04
0.29	3.32	3.34	2.64	10.38	4.60	1.10	1.70	3.68
0.99	12.59	5.41	0.29	0.92	3.58	4.59	0.58	1.36
4.24	1.18	4.62	2.40	4.48	2.53	3.80	0.40	15.32
7.95	6.56	16.54	1.68	6.02	2.70	7.81	0.46	7.81
0.74	0.83	1.63	2.57	0.82	4.83	0.14	0.26	1.12
7.30	1.23	8.38	4.12	0.41	0.04	1.79	1.78	3.85
6.64	1.14	3.02	5.52	1.72	6.63	4.73	3.70	2.08
1.58	0.53	1.09	6.86	0.33	2.33	6.08	14.01	1.84
1.79	0.79	15.72	2.45	1.42	1.12	4.91	2.07	6.66
2.44	1.10	9.52	6.16	0.56	12.42	1.04	4.24	2.31
4.82	2.16	8.00	4.86	0.95	2.67	4.29	0.79	8.88
5.80	1.33	2.79	1.50	3.24	3.02	9.54	1.91	0.16
3.54	3.90	0.24	5.95	4.81	0.84	5.93	3.19	0.36
2.71	1.20	0.13	0.27	2.22	2.10	1.07	0.53	4.94
8.03	1.02	1.16	3.52	0.16	0.26	17.16	3.42	2.93
3.01	3.99	5.57	0.92	2.61	0.04	2.70	0.08	2.72
3.13	2.39	0.39	5.15	9.68	3.12	19.44	5.25	0.57
4.56	6.21	1.06	0.16	0.85	0.21	4.16	1.93	1.95
2.44	0.87	12.79	0.10	0.84	1.28	7.35	4.62	12.20
0.65	4.83	0.26	4.19	3.18	2.47	1.37	5.50	2.26
4.16	4.07	1.73	0.05	0.56	3.17	2.72	4.55	6.00
2.44	0.75	4.67	1.08	6.86	1.00	4.88	0.38	2.38
5.07	4.82	2.43	2.82	2.81	1.26	4.62	7.93	4.41
1.33	5.32	6.38	9.22	0.70	9.39	1.90	0.11	1.15
5.96	3.03	0.43	4.90	0.47	3.84	5.19	2.27	2.00
2.23	0.18	3.38	12.05	3.37	3.01	7.25	1.39	0.72
0.17	0.40	1.22	3.94	0.00	0.98	2.67	5.19	9.65
1.19	11.02	4.65	6.91	1.07	1.59	6.00	0.32	7.18
3.04	3.99	2.12	5.64	12.00	1.77	3.31	2.77	4.91
12.30	5.27	1.93	1.73	15.06	1.24	4.26	3.47	4.48
3.48	9.11	0.32	0.68	0.32	3.09	3.78	20.04	11.78
0.64	5.58	0.47	6.27	6.07	7.32	2.55	0.03	16.28
12.50	0.09	4.51	6.73	0.80	3.75	0.29	2.68	0.15
0.28	2.97	14.41	1.72	0.19	2.97	1.31	5.47	1.58
0.25	0.43	5.35	9.07	1.17	3.19	1.31	2.18	1.07
1.27	3.76	2.62	0.24	4.55	0.96	3.83	4.11	0.24
0.82	0.58	11.19	4.39	2.03	6.17	9.46	9.59	12.35
7.06	4.32	12.15	0.09	7.97	2.72	1.00	3.13	2.12
1.37	6.32	10.63	13.52	3.09	0.12	1.18	8.25	0.87
0.84	0.22	0.27	3.25	1.21	4.81	3.20	8.60	0.24
0.56	3.62	1.19	1.28	4.96	1.88	9.60	15.54	5.22
0.80	3.88	1.14	4.97	16.59	1.34	15.29	13.90	3.09
0.96	4.22	4.91	0.10	0.83	5.60	4.28	0.21	2.14
0.17	0.92	2.27	10.65	4.38	9.28	3.09	2.44	1.12
7.39	2.16	2.46	3.36	4.27	6.16	5.28	3.83	3.79
10.60	3.18	12.84	2.68	1.54	0.31	29.51	1.54	3.51
3.50	1.28	4.02	0.61	1.21	1.76	7.18	12.68	0.47
15.82	11.86	1.54	9.55	1.81	1.09	6.66	3.91	2.08
10.45	9.05	4.11	2.02	8.61	2.36	1.66	2.52	1.67
2.83	8.80	10.82	2.71	5.45	3.06	1.45	3.62	6.65
1.65	0.55	16.70	3.87	0.53	4.13	0.14	2.90	5.13
5.72	0.97	0.39	0.46	0.84	0.42	1.81	1.97	1.80
1.38	10.57	23.77	0.68	0.26	4.21	8.59	2.69	14.29
9.62	0.89	13.91	8.71	3.36	1.66	2.02	3.80	1.75
5.96	0.49	1.27	0.15	4.06	2.98	1.66	4.45	1.97
0.32	3.07	1.10	5.04	5.07	2.01	2.02	5.88	2.69
7.55	5.32	7.34	4.68	1.55	1.48	3.86	0.62	0.99
1.59	2.63	2.20	9.17	3.05	0.24	0.42	3.11	0.82
1.45	1.61	0.82	4.08	4.76	2.70	0.91	1.36	1.04
8.38	0.20	1.75	4.85	0.64	3.51	4.43	3.36	3.76
0.41	8.58	12.95	1.16	5.81	3.30	3.68	6.80	0.64
3.03	0.91	10.71	2.20	0.05	1.54	9.29	1.53	3.25
2.26	11.67	7.57	13.03	2.85	1.66	2.90	0.18	0.28
1.74	2.49	5.45	0.13	2.98	1.67	1.84	2.65	0.89
1.07	3.83	0.13	0.23	1.65	9.61	3.36	3.40	3.62
7.09	5.64	2.81	4.80	0.27	3.85	0.64	7.78	3.14

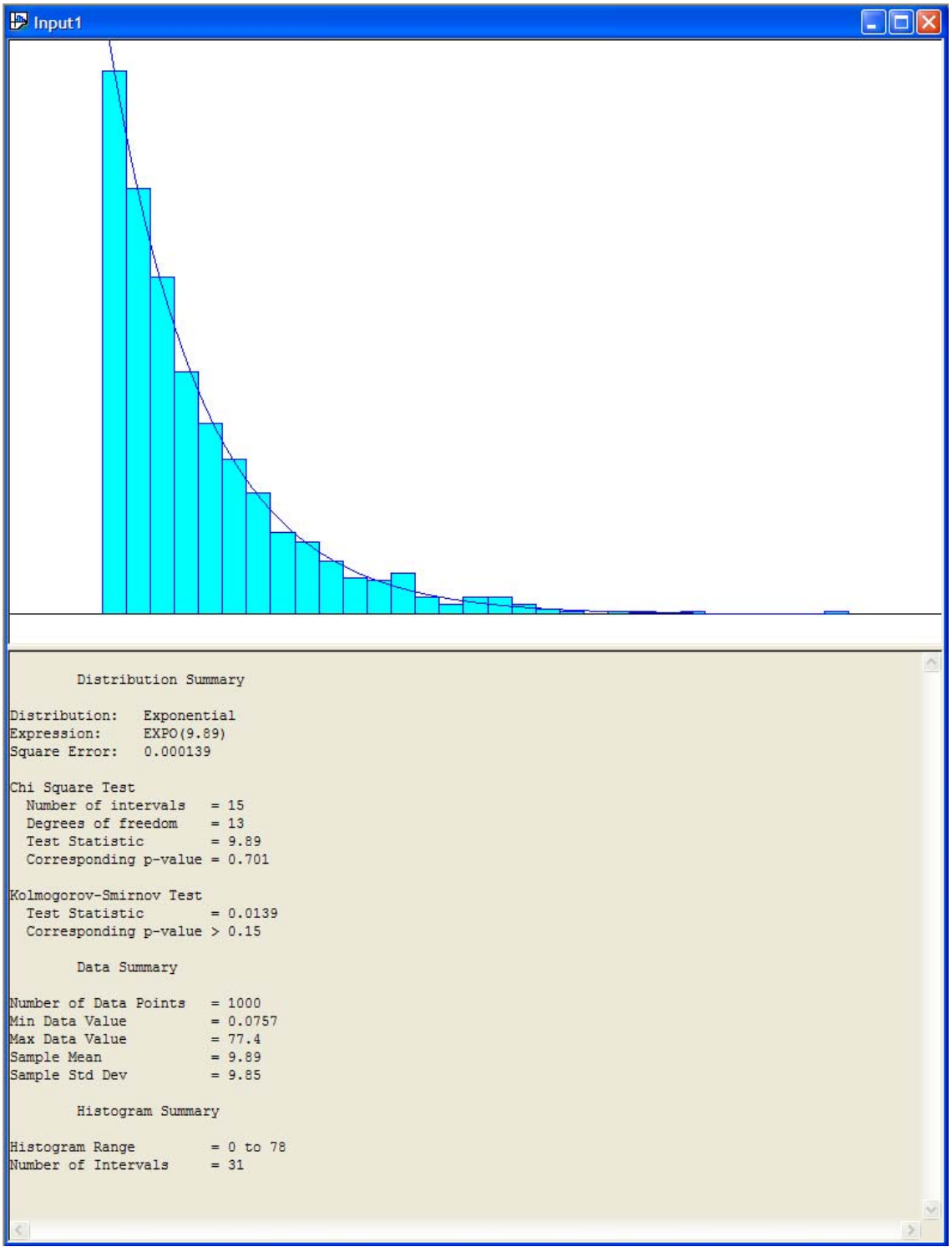
```
0.88    3.95    6.39   10.33    2.98    0.23    4.62    2.82    7.08
6.77    3.56    7.93    1.61    3.51    0.55   12.31    3.89    8.23
4.68    5.12    0.17    1.21    1.34    1.99    0.74   13.73    0.68
2.71    6.70    3.88    4.56    0.12    6.56    7.55    3.82    1.90
5.30    8.19    0.73    2.44    0.99    5.29    2.25    3.63    2.52
0.81    9.49    2.81    1.55    0.47   14.66    1.61    6.18    0.12
4.72    0.12    1.67    4.79    2.22    2.89    9.16    0.33    0.55
7.03
```

أولا: نوجد التوزيع الإحتمالي للبيانات

شغل محللة المدخلات وأقرأ البيانات لأزمنة مابين المحاولات



ولإيجاد أفضل توزيع ينطبق على البيانات نستخدم الأمر Fit all



Distribution Summary

Exponential Distribution:

EXPO(9.89) Expression:

0.000139 Square Error:

Chi Square Test

15 = Number of intervals

13= Degrees of freedom

9.89= Test Statistic

0.701 = Corresponding p-value

Kolmogorov-Smirnov Test

0.0139 = Test Statistic

0.15 < Corresponding p-value

Data Summary

1000 = Number of Data Points

0.0757= Min Data Value

77.4= Max Data Value

9.89= Sample Mean

9.85= Sample Std Dev

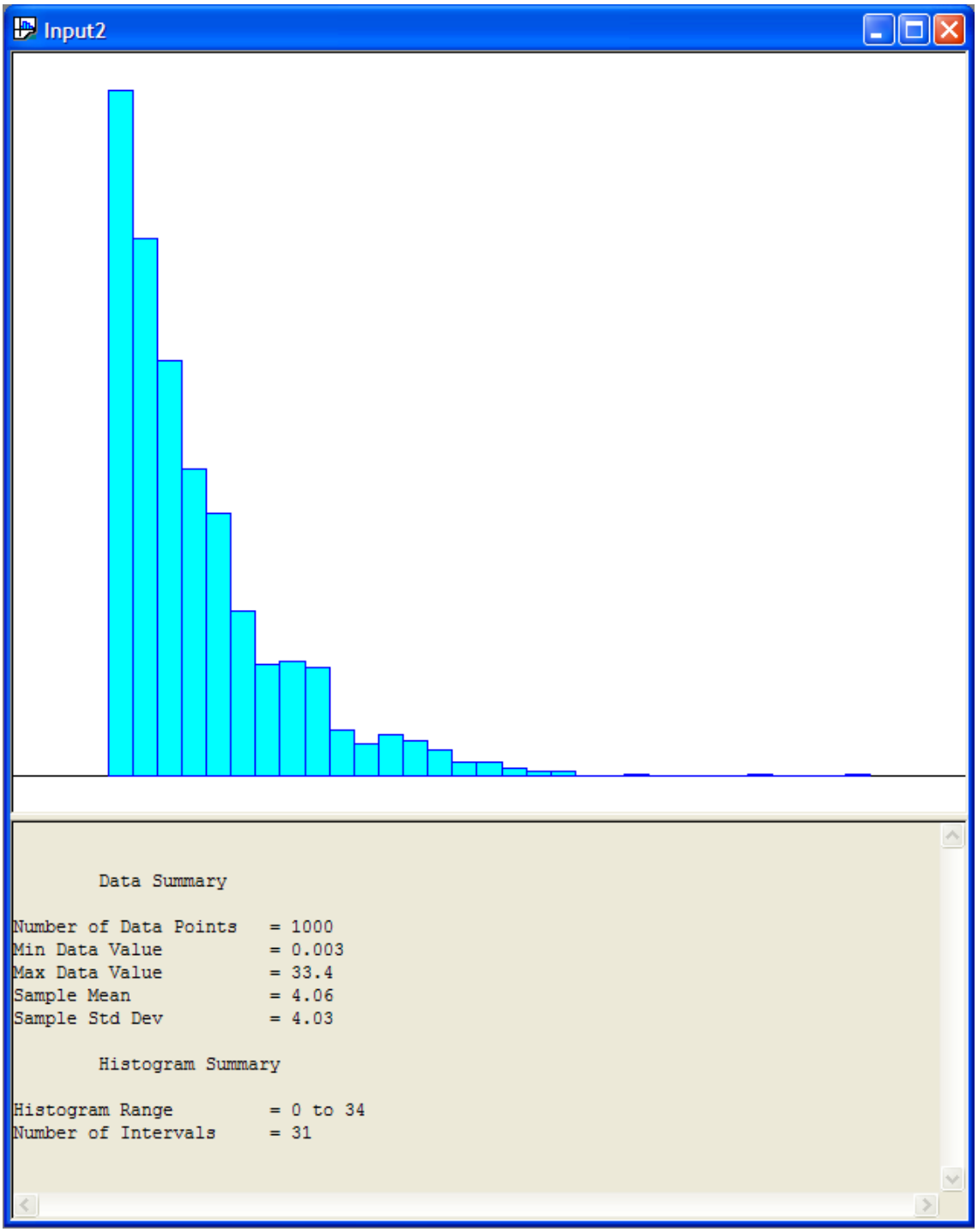
Histogram Summary

to 78 0= Histogram Range

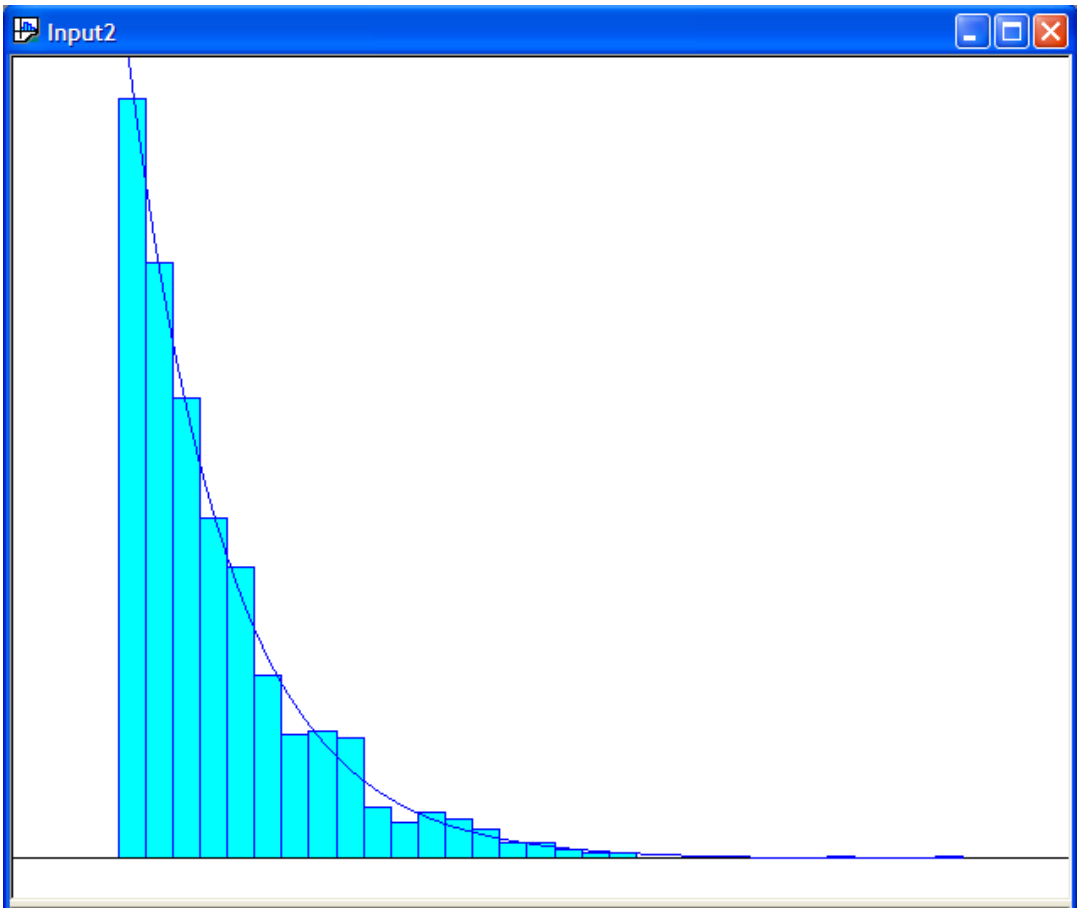
31 = Number of Intervals

ولهذا نأخذ أزمنة مابين المحاولات له توزيع أسي بمتوسط 9.89 ثانية أي EXPO(9.89) .

نفعل نفس الشيئ لأزمنة المكالمات



ولإيجاد أفضل توزيع ينطبق على البيانات نستخدم الأمر Fit all




```
       Distribution Summary

Distribution:   Exponential
Expression:     EXPO(4.06)
Square Error:   0.000390

Chi Square Test
  Number of intervals   = 14
  Degrees of freedom    = 12
  Test Statistic        = 11.6
  Corresponding p-value = 0.485

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0141
  Corresponding p-value > 0.15

       Data Summary

Number of Data Points   = 1000
Min Data Value          = 0.003
Max Data Value          = 33.4
Sample Mean             = 4.06
Sample Std Dev          = 4.03

       Histogram Summary

Histogram Range         = 0 to 34
Number of Intervals     = 31
```

Distribution Summary

Distribution: Exponential
Expression: EXPO(4.06)
Square Error: 0.000390

Chi Square Test
Number of intervals = 14
Degrees of freedom = 12
Test Statistic = 11.6
Corresponding p-value = 0.485

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0141
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 1000
Min Data Value = 0.003
Max Data Value = 33.4
Sample Mean = 4.06
Sample Std Dev = 4.03

Histogram Summary

Histogram Range = 0 to 34

Number of Intervals = 31

أي ان أزمنة المكالمات لها توزيع أسي بمتوسط 4.06 دقيقة أي EXPO(4.06)

ثانيا: النموذج

ملحق 1

العمال

Operators

Description

The following table includes mathematical operators and logical operators supported by Arena. Standard math priority rules are used to evaluate complex equations.

Operator	*Operation*	*Priority*
Math Operators		
**	Exponentiation	1 (highest)
/	Division	2
*	Multiplication	2
–	Subtraction	3
+	Addition	3

Operator	*Operation*	*Priority*
Logical Operators		
.EQ. , ==	Equality comparison	4
.NE. , <>	Non-equality comparison	4
.LT. , <	Less than comparison	4
.GT. , >	Greater than comparison	4
.LE. , <=	Less than or equal to comparison	4
.GE. , >=	Greater than or equal to comparison	4
.AND., &&	Conjunction (and)	5
.OR., ||	Inclusive disjunction (or)	5

Note that == is a logical operator and = is an assignment operator. Use == to test whether two items have the same value; use = to set a value, as in the Assign module.

ملحق 2

الدوال الرياضية

Math Functions

Description

Arena provides 20 standard mathematical functions. Each function takes a parameter list enclosed in parentheses. These parameters may be specified as constants or expressions when used in a model.

Remarks

The geometric functions (ACOS, ASIN, ATAN, HCOS, HSIN, HTAN, COS, SIN, TAN) take a value specified in radians.

Function	***Description***
ABS(a)	Absolute value
ACOS(a)	Arc cosine
AINT(a)	Truncate
AMOD(a1 , a2)	Real remainder, returns (a1-(AINT(a1/a2)*a2))
ANINT(a)	Round to nearest integer
ASIN(a)	Arc sine
ATAN(a)	Arc tangent
COS(a)	Cosine
EP(a)	Exponential (e^a)
HCOS(a)	Hyperbolic cosine
HSIN(a)	Hyperbolic sine
HTAN(a)	Hyperbolic tangent
MN(a1 , a2 , ...)	Minimum value
MOD(a1 , a2)	Integer remainder, same as AMOD except the arguments are truncated to integer values first
MX(a1 , a2 , ...)	Maximum value

Math Functions (cont.)

Function	*Description*
LN(a)	Natural logarithm
LOG(a)	Common logarithm
SIN(a)	Sine
SQRT(a)	Square root
TAN(a)	Tangent

ملحق 3

متغيرات تراكيب SIMAN

SIMAN Constructs Variables

Description

For each construct type, a variable is provided that returns the number of constructs defined in a simulation model. Additional variables return the number of blocks in the model, number of active entities, etc. Unless otherwise noted, these variables remain constant throughout a simulation run. Each of these variables returns an integer quantity. They are not user-assignable.

Variable	***Element Name or Description***
MXARR	Number of ARRIVALS
MXASM	Number of Named Attribute Symbols
MXATT	Number of ATTRIBUTES
MXBKG	Number of BLOCKAGES
MXBLK	Number of Blocks in SIMAN model
MXCNT	Number of COUNTERS
MXCNV	Number of CONVEYORS
MXCST	Number of CSTATS
MXDSB	Number of DISTRIBUTIONS
MXDST	Number of DSTATS
MXENT	Number of Entities active in the model (changes throughout the simulation run)
MXEXP	Number of EXPRESSIONS
MXFAL	Number of FAILURES
MXFIL	Number of FILES
MXFRQ	Number of FREQUENCIES
MXINX	Number of INTERSECTIONS
MXLEV	Number of LEVELS

SIMAN Constructs Variables (cont.)

Variable	*Element Name or Description*
MXLNK	Number of LINKS
MXNET	Number of NETWORKS
MXPAR	Number of PARAMETERS
MXQUE	Number of QUEUES
MXRAT	Number of RATES
MXREC	Number of RECIPES
MXRES	Number of RESOURCES
MXRLN	Number of REPORTLINES
MXRPT	Number of REPORTS
MXRUL	Number of RULES
MXSCH	Number of SCHEDULES
MXSEE	Number of SEEDS
MXSEQ	Number of SEQUENCES
MXSET	Number of SETS
MXSTA	Number of STATIONS
MXSTR	Number of STORAGES
MXSTS	Number of STATICS
MXSTT	Number of STATESETS
MXTAB	Number of TABLES
MXTAL	Number of TALLIES
MXTRN	Number of TRANSPORTERS
MXVAR	Number of VARIABLES
MXVSM	Number of Named Variable Symbols

ملحق 4

جدول مختصر للمتغيرات

Summary Table of Variables

Attributes and Entity-Related Variables

General Attributes

Variable	Arguments	Description
°Attribute Name	Index 1, Index 2	General-purpose entity attribute
°A	Attribute Number [, Entity Number]*	General-purpose entity attribute
°Entity.Type	[Entity Number]	Entity-type attribute
°Entity.Picture	[Entity Number]	Entity animation attribute
Entity.SerialNumber	—	Entity serial number
°Entity.Jobstep	[Entity Number]	Entity jobstep (sequence index) attribute
°Entity.Sequence	[Entity Number]	Entity sequence attribute
°Entity.Station	[Entity Number]	Entity station location attribute

Time Attributes

Variable	Arguments	Description
Entity.CreateTime	—	Entity creation time attribute
Entity.StartTime	—	Entity start time attribute
Entity.VATime	—	Entity value-added time attribute
Entity.NVATime	—	Entity non-value-added time attribute
Entity.WaitTime	—	Entity waiting time attribute
Entity.TranTime	—	Entity transfer time attribute
Entity.OtherTime	—	Entity other time attribute

° Assignable
* Entity number is an optional argument that permits referencing and assigning attributes of remote entities.

Cost Attributes

Variable	Arguments	Description
°Entity.HoldCostRate	—	Entity holding cost rate
Entity.VACost	—	Entity valued-added cost attribute
Entity.NVACost	—	Entity non-valued added cost attribute
Entity.WaitCost	—	Entity waiting cost attribute
Entity.TranCost	—	Entity transfer cost attribute
Entity.OtherCost	—	Entity other cost attribute

Entity-Type Variables

Variable	Arguments	Description
EntitiesIn	Entity Type	Number of entities in
EntitiesOut	Entity Type	Number of entities out
EntitiesWIP	Entity Type	Number of entities in process
InitialPicture	Entity Type	Initial picture
InitialHoldCostRate	Entity Type	Initial hold cost rate
InitialVACost	Entity Type	Initial value-added cost
InitialNVACost	Entity Type	Initial non-value-added cost
InitialWaitCost	Entity Type	Initial waiting cost
InitialTranCost	Entity Type	Initial transfer cost
InitialOtherCost	Entity Type	Initial other cost

Group Member Variables

Variable	Arguments	Description
AG	Rank, Attribute Number	Group member attribute
ENTINGROUP	Rank [, Entity Number]*	Grouped entity number
GRPTYP	[Entity Number]	Group type
ISG	Rank	Grouped entity IS attribute
MG	Rank	Grouped entity M attribute
NSG	Rank	Grouped entity NS attribute
NG	[Entity Number]*	Number of grouped entities
SAG	Attribute Number	Sum of grouped entity attributes

Other Entity Variables

Variable	Arguments	Description
°ATTR	Attribute Number [, Index 1, Index 2]	Attribute value
IDENT	—	Active entity number
NUMENT	—	Number of active entities

Calendar Variables

Variable	Arguments	Description
FIRSTINCAL	—	First entity on the calendar
NEXTINCAL	Entity Number	Next entity on the calendar

° Assignable
* Entity number is an optional argument that permits referencing and assigning attributes of remote entities.

Continuous Variables

Level Variables

Variable	Arguments	Description
°Level Name	Index 1, Index 2	Named level variable
°S	Level Number	Level variable

Rate Variables

Variable	Arguments	Description
°Rate Name	Index 1, Index 2	Named rate variable
°D	Rate Number	Rate variable

Conveyor Variables

General

Variable	Argument	Description
ICS	Conveyor ID	Conveyor status indicator (0 = idle, 1 = moving, 2 = blocked, 3 = inactive)
MLC	Conveyor ID	Conveyor length
°VC	Conveyor ID	Conveyor velocity

° Assignable

Conveying Entity Variables

Variable	Argument	Description
CLA	Conveyor ID	Length of accumulated entities
LC	Conveyor ID	Number of occupied cells
LEC	Conveyor ID	Length of conveying cells
NEA	Conveyor ID	Number of accumulated entities
NEC	Conveyor ID	Number of conveying entities
CNVDST	Conveyor Number, Entity Number	Entity location on conveyor

Queue Variables

General Queue Variables

Variable	Arguments	Description
ENTATRANK	Rank, Queue ID	Entity number of queued entity
FIRSTINQ	Queue ID	First entity number in queue
LASTINQ	Queue ID	Last entity number in queue
NQ	Queue ID	Number in queue

Queued Entity Variables

Variable	Arguments	Description
AQUE	Queue ID, Rank, Attribute Number	Attribute of queued entity
ISQUE	Queue ID, Rank	Sequence index attribute of queued entity
MQUE	Queue ID, Rank	Station attribute of queued entity
NSQUE	Queue ID, Rank	Sequence number attribute of queued entity
PREDECESSOR	Entity Number	Queued entity predecessor
SAQUE	Queue ID, Attribute Number	Sum of attributes of queued entities
SUCCESSOR	Entity Number	Queued entity successor

Resource Variables

General Resource Variables

Variable	Argument	Description
IRF	Resource ID	Resource failure
°MR	Resource ID	Resource capacity
NR	Resource ID	Number of busy resource units
RESUTIL	Resource ID	Resource utilization
RESSEIZES	Resource ID	Number of seizes
RTYP	Resource ID	Resource type
LR	Resource ID	Resource location
°STATE	Resource ID	Resource state
STATEVALUE	Resource Expr, StateString	Resource stateset

° Assignable

General Resource Variables (cont.)

Variable	*Argument*	*Description*
IDLE_RES	—	Idle resource state constant
BUSY_RES	—	Busy resource state constant
INACTIVE_RES	—	Inactive resource state constant
FAILED_RES	—	Failed resource state constant

Time and Replication Variables

Variable	*Argument*	*Description*
°MREP	—	Maximum replications
NREP	—	Replication number
°TFIN	—	Final simulation time
TNOW	—	Current simulation time

System Response Variables

Throughput

Variable	*Argument*	*Description*
Total.Throughput	—	Total entity throughput

Costs Variables

Variable	*Argument*	*Description*
Total.VACost	—	Total value-added cost
Total.NVACost	—	Total non-value-added cost
Total.WaitCost	—	Total waiting cost
Total.TranCost	—	Total transfer cost

° Assignable

Costs Variables (cont.)

Variable	Argument	Description
Total.OtherCost	—	Total other cost
Total.EntityCost	—	Total entity cost
Total.ResUseCost	—	Total resource usage cost
Total.ResBusyCost	—	Total resource busy cost
Total.ResIdleCost	—	Total resource idle cost
Total.ResourceCost	—	Total resource cost
Total.SystemCost	—	Total system cost

Statistics Collection Variables

Counter Statistics

Variable	Argument	Description
°MC	Counter ID	Count limit
NC	Counter ID	Count value

Time-Persistent Statistics (Cstat)

Variable	Argument	Description
CAVG	Cstat ID	Average value
CMAX	Cstat ID	Maximum value
CMIN	Cstat ID	Minimum value
CSTD	Cstat ID	Standard deviation
CTPD	Cstat ID	Time period
CHALF	Cstat ID	Half-width
CVALUE	Cstat ID	Last recorded value
CBATCH	Cstat ID	Average value in batch

° Assignable

Time-Persistent Statistics (Cstat) (cont.)

Variable	*Argument*	*Description*
CNUMBAT	Cstat ID	Number of batches
CBATSIZ	Cstat ID	Batch size

Time-Persistent Statistics (Dstat)

Variable	*Argument*	*Description*
DAVG	Dstat ID	Average value
DMAX	Dstat ID	Maximum value
DMIN	Dstat ID	Minimum value
DSTD	Dstat ID	Standard deviation
DTPD	Dstat ID	Time period
DHALF	Dstat ID	Half-width
DVALUE	Dstat ID	Last recorded value
DBATCH	Dstat ID	Average value in batch
DNUMBAT	Dstat ID	Number of batches
DBATSIZ	Dstat ID	Batch size

Frequencies Statistics

Variable	*Arguments*	*Description*
FAVG	Frequency ID, Category	Average time in category
FCATS	Frequency ID	Number of categories
FCOUNT	Frequency ID, Category	Frequency category count
°FHILIM	Frequency ID, Category	Frequency category high limit

° Assignable

Frequencies Statistics (cont.)

Variable	*Arguments*	*Description*
°FLOLIM	Frequency ID, Category	Frequency category low limit
FSTAND	Frequency ID, Category	Standard category percent
FRQTIM	Frequency ID, Category	Time in category
FRESTR	Frequency ID, Category	Restricted category percent
FTOT	Frequency ID	Total frequency time
FTOTR	Frequency ID	Restricted frequency time
FVALUE	Frequency ID	Last recorded value

Tally Statistics

Variable	*Argument*	*Description*
TAVG	Tally ID	Average value
TMAX	Tally ID	Maximum value
TMIN	Tally ID	Minimum value
TNUM	Tally ID	Number of observances
TSTD	Tally ID	Standard deviation
THALF	Tally ID	Half-width
TVALUE	Tally ID	Last recorded value
TBATCH	Tally ID	Average value in batch
TNUMBAT	Tally ID	Number of batches
TBATSIZ	Tally ID	Batch size

° Assignable

Output Statistics

Variable	Argument	Description
OVALUE	Output ID	Last recorded value

Post-Run Statistics

Variable	Argument	Description
ORUNAVG	Output ID	Average value
ORUNMAX	Output ID	Maximum value
ORUNMIN	Output ID	Minimum value
ORUNHALF	Output ID	Half-width

Transporter Variables

General Status Variables

Variable	Arguments	Description
°IT	Transporter ID, Unit Number	Transporter unit status
MT	Transporter ID	Number of active units
NT	Transporter ID	Number of busy units
°VT	Transporter ID	Transporter set velocity
°VTU	Transporter ID, Unit Number	Transporter unit velocity

° Assignable

Free-Path Transporter Variables

Variable	Arguments	Description
ID	Transporter ID, Station ID	Transporter distance
IDIST	Distance Set ID, Beginning Station ID, Ending Station ID	Distance set value
LT	Transporter ID, Unit Number	Transporter location

Guided Transporter Variables

Variable	Arguments	Description
ACC	Transporter ID	Acceleration
DEC	Transporter ID	Deceleration
ISZT	Transporter ID, Unit Number	Size type
LDL	Transporter ID, Unit Number	Destination link
LDX	Transporter ID, Unit Number	Destination intersection
LDZ	Transporter ID, Unit Number	Destination zone number
LT	Transporter ID, Unit Number	Intersection location
LTL	Transporter ID, Unit Number	Link location
LTZ	Transporter ID, Unit Number	Zone location
NSZT	Transporter ID, Unit Number	Transporter size value
TAZ	Transporter ID, Unit Number	Zone arrival time

Guided Transporter Variables (cont.)

Variable	*Arguments*	*Description*
TVF	Transporter ID	Turning velocity factor
TWZ	Transporter ID, Unit Number	Time waiting in zone

Guided Network Variables

Variable	*Arguments*	*Description*
INXNUM	Station ID	Intersection number
IDSNET	Network ID, Beginning Intersection ID, Ending Intersection ID	Network distance
LENZ	Link ID	Zone length
LNKNUM	Beginning Intersection ID, Ending Intersection ID	Connecting link
LTYP	Link ID	Link type
LX	Intersection ID	Intersection length
MZ	Link ID	Number of zones
NDX	Link ID	Destination intersection
NEXTX	Network ID, Beginning Intersection ID, Destination Intersection ID	Next travel intersection
NL	Link ID	Number of occupied zones in link
NX	Intersection ID	Intersection status
NXB	Link ID	Beginning intersection
NXE	Link ID	Ending intersection

Guided Network Variables (cont.)

Variable	*Arguments*	*Description*
NZ	Link ID, Zone Number	Zone status
VL	Link ID	Link velocity factor
VX	Intersection ID	Intersection velocity factor

Miscellaneous Variables

Blockage Status Variable

Variable	*Argument*	*Description*
NB	Blockage ID	Current blockage quantity

Expressions

Variable	*Arguments*	*Description*
ED	Expression Number	Expression value
EXPR	Expression Number [Index 1, Index 2]	Expression value
Expression Name	Index 1, Index 2	Expression value

Functions

Variable	*Arguments*	*Description*
NSYM	Symbol Name	Symbol number
NUMBLK	[Block Label]	Block number
TF	Table ID, X Value	Table function value
UF	User Function Number	User-coded function
STR	(constructType, constructNum [,subConstructNum])	Symbol name

General-Purpose Global Variables

Variable	Arguments	Description
°V	Variable Number	Variable value
°VAR	Variable Number [Index 1, Index 2]	Variable value
°Variable Name	Index 1, Index 2	Variable value

Parameters

Variable	Arguments	Description
CO	Parameter Set ID	Constant value
NMPAR	Parameter Set ID	Number of parameter values
°P	Parameter Set ID, Parameter Number	Parameter value

Resource Cost Variables

Variable	Argument	Description
NSEXPO	Schedule ID	Non-stationary exponential distribution
SchedValue	Schedule ID	Schedule value

Search and FINDJ Index Variable

Variable	Argument	Description
°J	—	Search index variable

° Assignable

Set Variables

Variable	Arguments	Description
MEMBER	Set ID, Index	Set member
MEMIDX	Set ID, Member ID	Member index in set
NUMMEM	Set ID	Number of members

Station Variables

Variable	Arguments	Description
INXNUM	Station ID	Intersection number
MSQ	Sequence ID, Sequence Index	Sequence station
NE	Station ID	Number of entities transferring

Storage Variable

Variable	Argument	Description
NSTO	Storage ID	Number of entities in storage

Stack Variables

Variable	Arguments	Description
Diff.StartTime	—	Difference in saved start time
Diff.VATime	—	Difference in value-added time
Diff.VACost	—	Difference in value-added cost
Diff.NVATime	—	Difference in non-value-added time
Diff.NVACost	—	Difference in non-value-added cost
Diff.WaitTime	—	Difference in waiting time

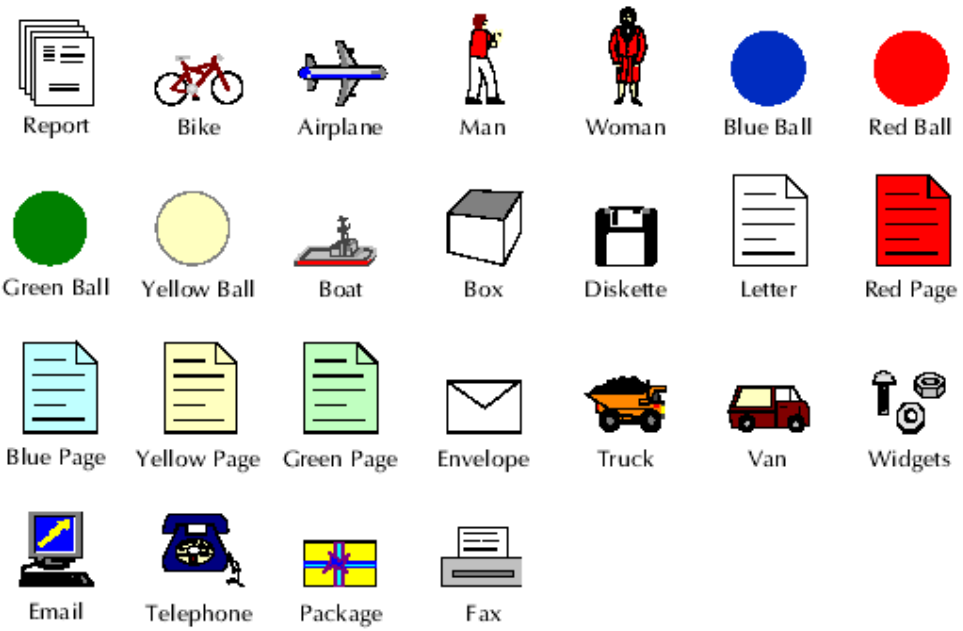
Stack Variables (cont.)

Variable	*Arguments*	*Description*
Diff.WaitCost	—	Difference in waiting cost
Diff.TranTime	—	Difference in transfer time
Diff.TranCost	—	Difference in transfer cost
Diff.OtherTime	—	Difference in other time
Diff.OtherCost	—	Difference in other cost

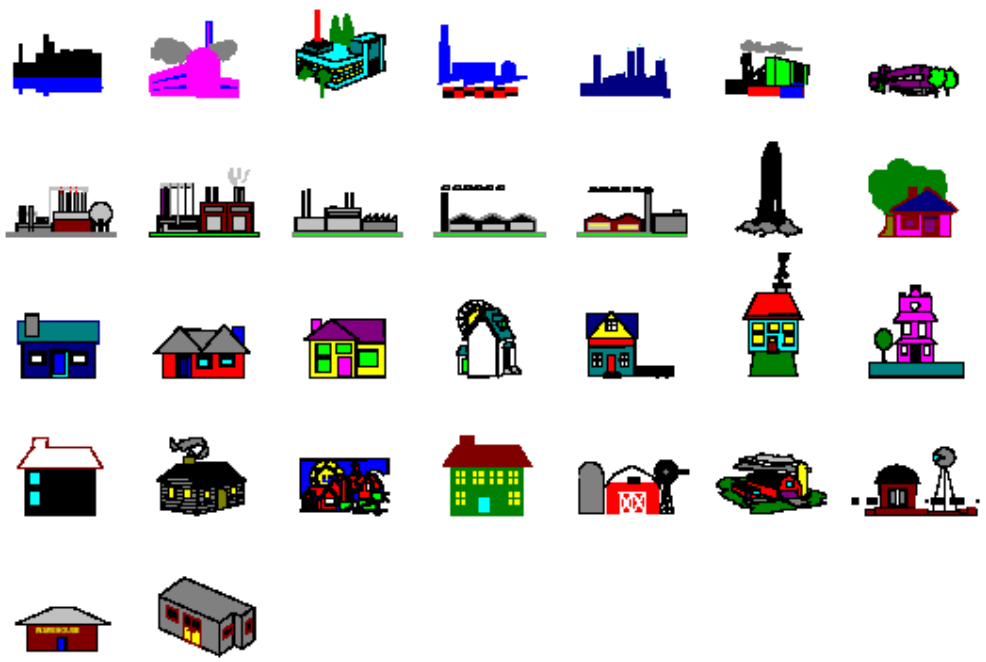
ملحق 5

مكتبة الرسومات

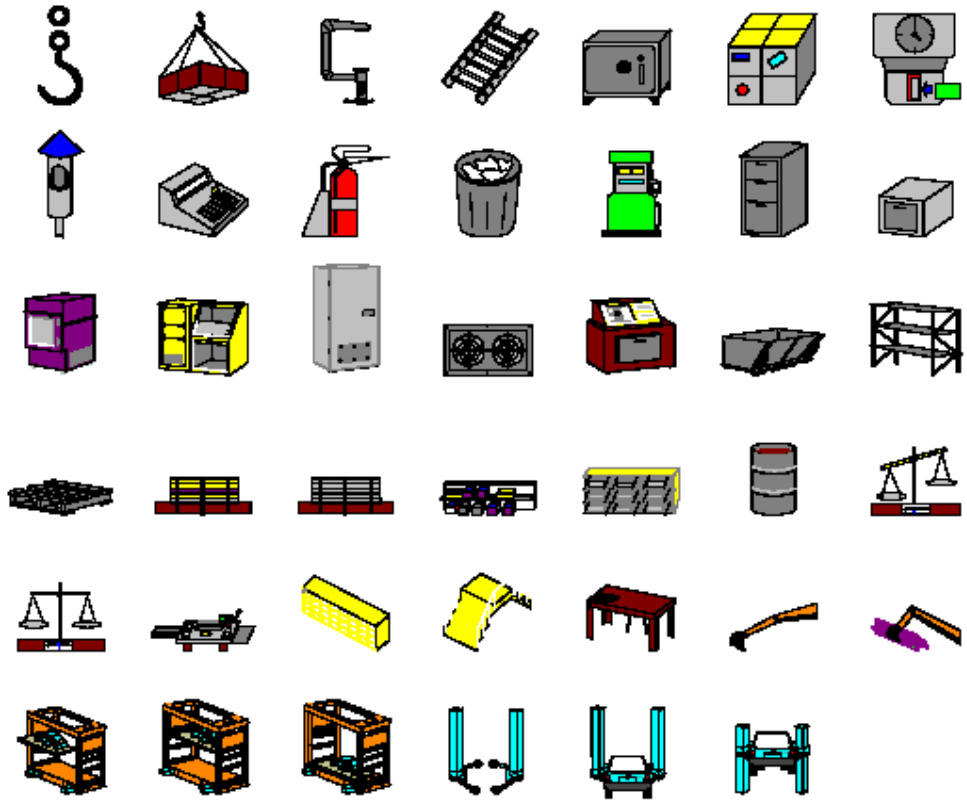
BasicProcess.plb



Buildings.plb

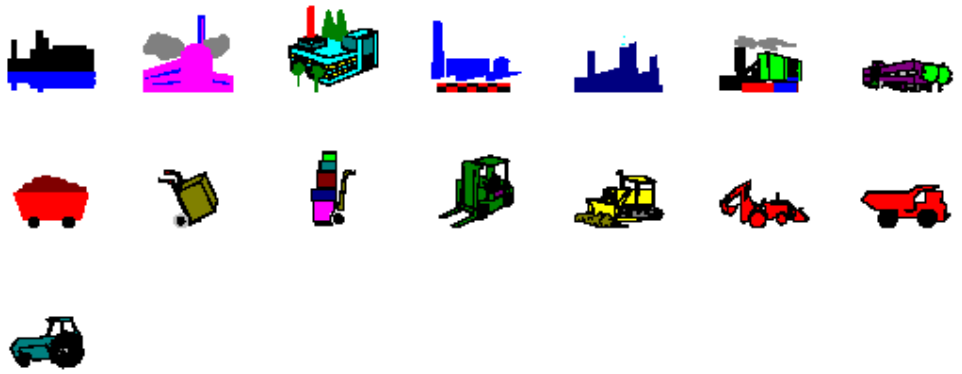


Equipment.plb

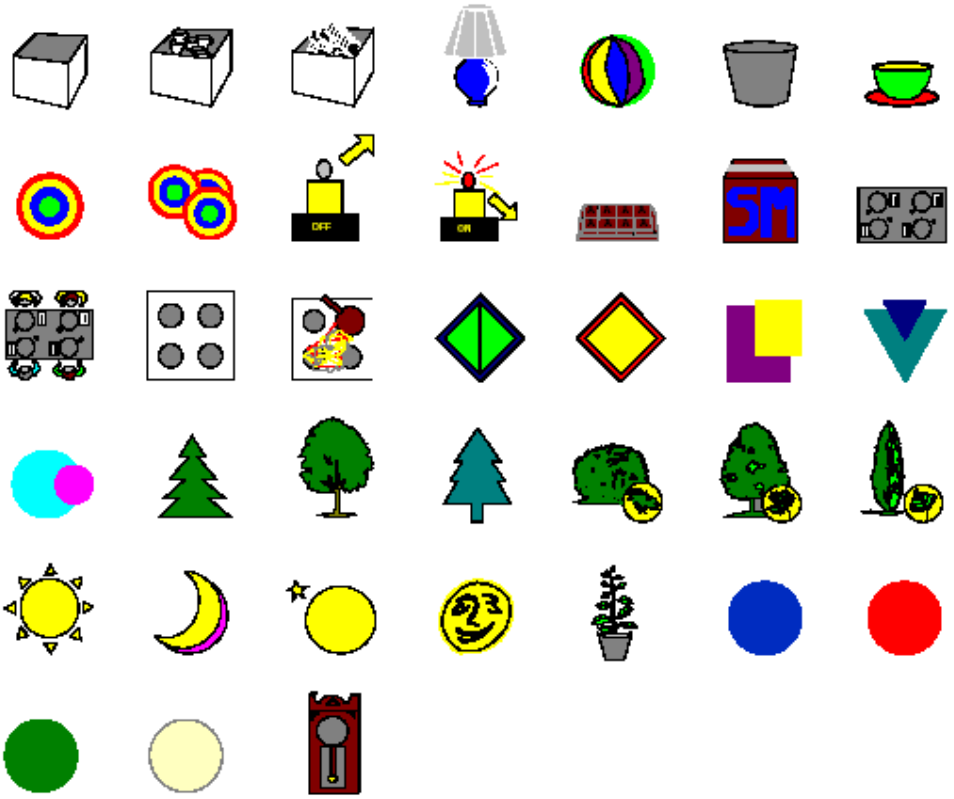


Faces.plb

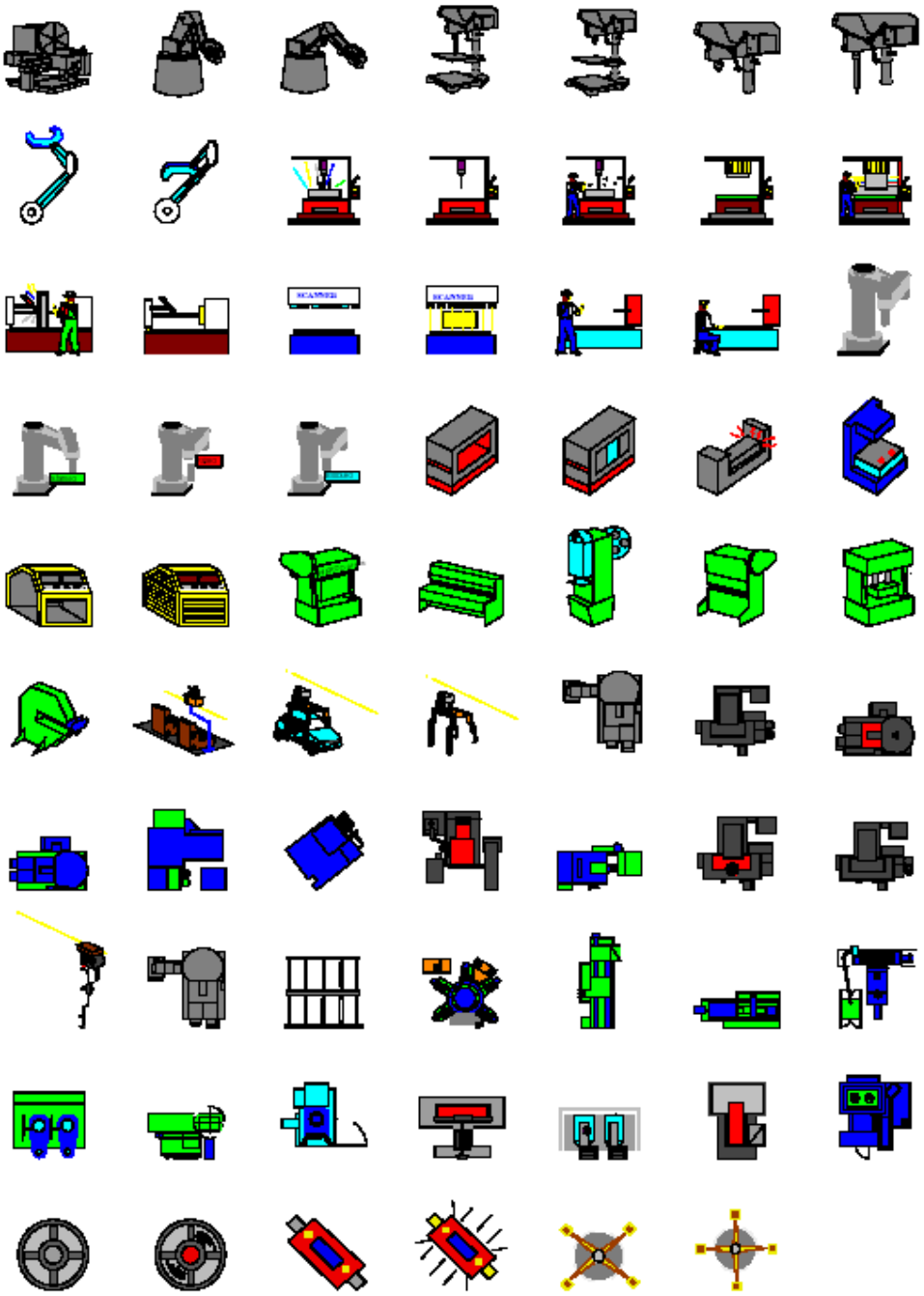
Factory.plb



General.plb



Machines.plb



Medical.plb

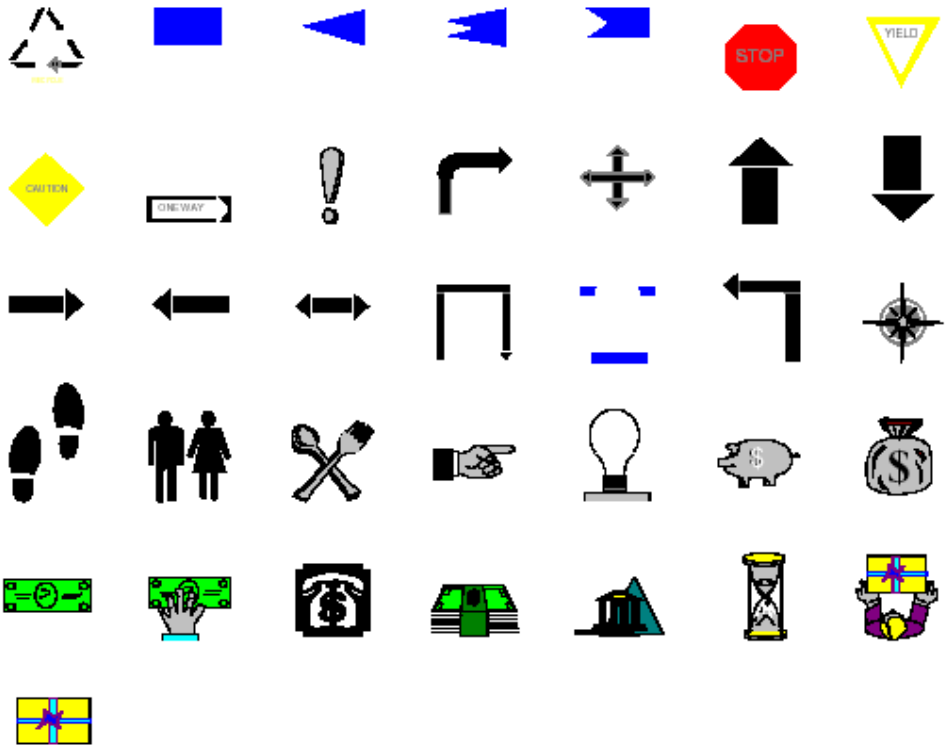
Objects.plb

Office.plb

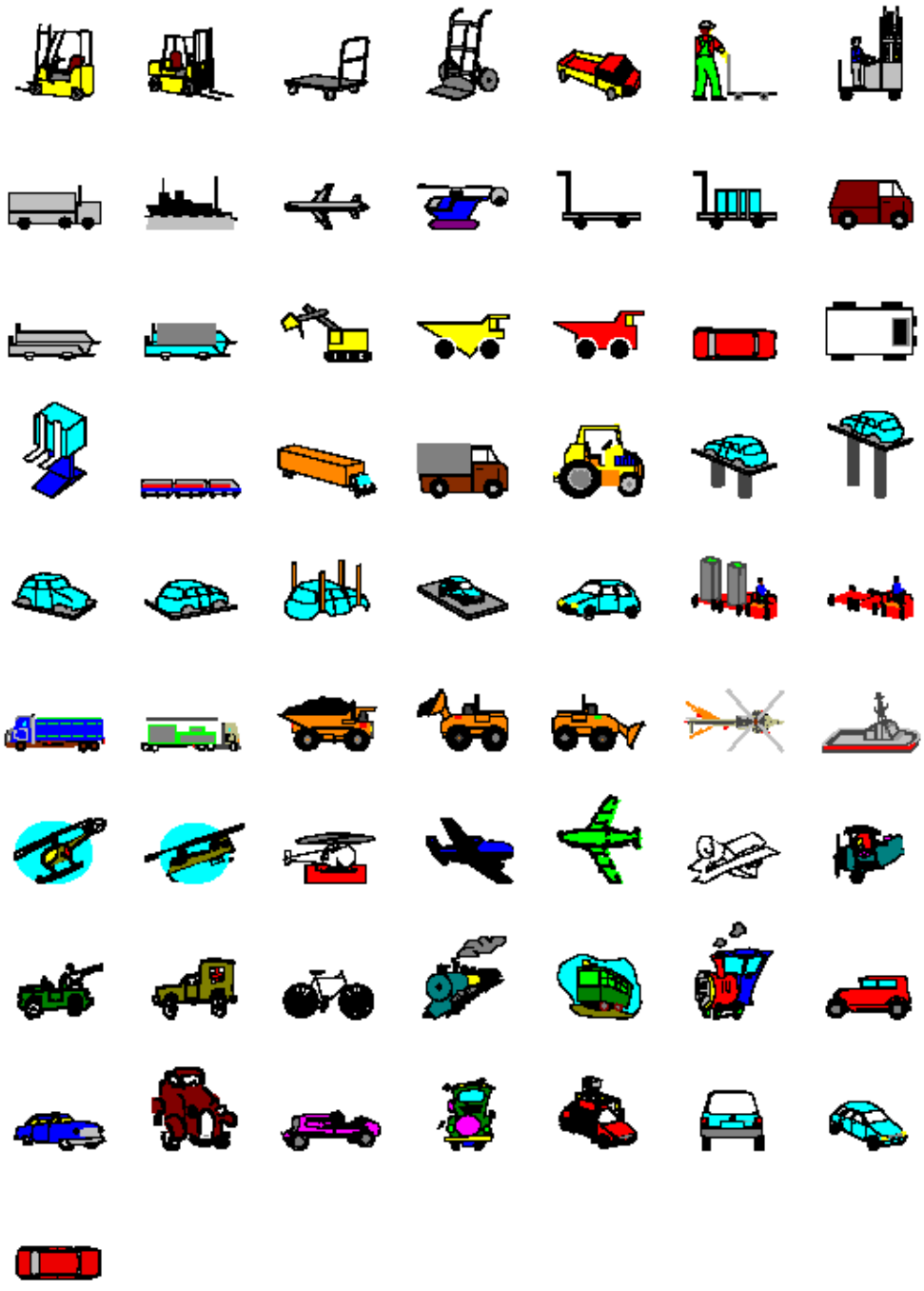
Office Equipment.plb

People.plb

Symbols.plb



Vehicles.plb



Workers.plb