

النمذجة والمحاكاة

بإستخدام Excel

استاذ المقرر

ا.د. خلف سلطان

قسم الإحصاء وبحوث العمليات

Web Site Address: <http://faculty.ksu.edu.sa/70732/default.aspx>

Email: ksultan@ksu.edu.sa

النمذجة والمحاكاة

المراجع:

1- النمذجة والمحاكاة

تأليف د. عدنان ماجد عبدالرحمن بري

<http://www.abarry.ws/ModelingAndSimulation.pdf>

Simulation and The Monte Carlo Method -2

Reuven y. Rubinstein

Discrete-event System Simulation -3

Jerry Banks, John S. Carson and Barry Nelson

قائمة المحتويات:

3	..... المقدمة
10	..... <u>الفصل الأول</u>
10	..... مقدمة لمادة المحاكاة
10	..... تعريف اساسية
11	..... النموذج Model
13	..... أنواع النماذج
14	..... تعريف المحاكاة
14	..... متى نستخدم المحاكاة
16	..... خطوات إعداد المحاكاة
20	..... <u>الفصل الثاني</u>
20	..... Hand Simulation Examples: المحاكاة اليدوية لبعض الأمثلة:
20	..... Single Channel Queue مثال 1 : طابور الصف الواحد
24	..... مثال 2: أحمد وبكر للخدمة السريعة
26	..... مثال 3: مشكلة بائع الصحف
29	..... مثال 4: مشكلة في التخزين
38	..... مثال 5 مشكلة تحديد الطلب
45	..... مثال 6: محاكاة نظام تخزين (M,N)

50	..... <u>الفصل الثالث</u>
50	..... المحاكاة باستخدام صفحات النشر
50	..... المعاينة من توزيع احتمالي باستخدام Excel
53	..... أمثلة للمحاكاة باستخدام Excel
53	..... مثال 1: محاكاة ماكينة بيع أوتوماتيكي
54	..... تحليل مخرجات المحاكاة باستخدام Excel
58	..... مثال 2: محاكاة طابور الصف الواحد باستخدام Excel
60	..... مثال 3: محاكاة أحمد ويكر للخدمة السريعة باستخدام Excel
64	..... مثال 4: مشكلة بائع الصحف باستخدام Excel
65	..... مثال 5: محاكاة نظام تخزين (M,N) باستخدام Excel
66	..... <u>الفصل الرابع</u>
66	..... توليد أرقام عشوائية
66	..... خواص الأرقام العشوائية
68	..... توليد أرقام شبه عشوائية
68	..... طريقة التطابق الخطي Linear Congruential Method
70	..... اختبارات للأرقام العشوائية
70	..... اختبار التوزيع المتساوي
70	..... اختبار كولموجوروف – سميرنوف Kolmogrov-Smirnov Test
	..... اختبار كولموجوروف – سميرنوف Kolmogrov-Smirnov Test باستخدام
72	..... Excel
74	..... اختبار مربع كاي Chi-square Test
74	..... اختبار مربع كاي باستخدام Excel
77	..... اختبارات الإستقلال
77	..... الجري لأعلى والجري لأسفل Runs Up and Runs Down

77	..... الجري لأعلى والجري لأسفل باستخدام Excel
80	..... الجري فوق وتحت المتوسط Runs above and below the mean
80	..... الجري فوق وتحت المتوسط باستخدام Excel
82	..... إختبار الترابط الذاتي
82	..... إختبار الترابط الذاتي باستخدام Excel
83	..... <u>الفصل الخامس:</u>
83	..... توليد متغيرات عشوائية
84	..... طريقة التحويل العكسي Inverse Transform Technique
85	..... توليد مشاهدات من متغير عشوائي يتبع التوزيع الأسّي
86	..... توليد مشاهدات من التوزيع الأسّي باستخدام Excel
87	..... توليد مشاهدات من التوزيع المتساوي بين (a,b)
88	..... توليد مشاهدات من توزيع ويبل Weibull
88	..... توليد مشاهدات من توزيع ويبل Weibull باستخدام Excel
89	..... توليد مشاهدات من التوزيع المثلثي Triangular Distribution
	..... توليد مشاهدات من التوزيع المثلثي Triangular Distribution باستخدام
90	..... Excel
92	..... التوزيعات التجريبية Empirical Distributions
92	..... مثال على التوزيع التجريبي المنفصل باستخدام Excel
93	..... مثال على التوزيع التجريبي المتصل باستخدام Excel
94	..... توليد مشاهدات من التوزيع التجريبي المنفصل
95	..... توليد مشاهدات من التوزيع التجريبي المتصل باستخدام Excel
98	..... طريقة التحويل المباشر للتوزيع الطبيعي Direct Transformation

99	..... <u>الفصل السادس:</u>
99	..... Input Modeling نمذجة المدخلات
99	..... التعرف على التوزيع من المشاهدات
101	..... تأثير عدد الفئات على شكل التوزيع التكراري
103	..... التعرف على وإختيار التوزيع من المشاهدات
103	..... Binomial توزيع ذات الحدين
103	..... Negative Binomial توزيع ذات الحدين السالب
104	..... Geometric Distribution التوزيع الهندسي
104	..... Poisson توزيع بواسون
105	..... Normal التوزيع الطبيعي
106	..... Lognormal التوزيع الطبيعي اللوغارثمي
106	..... Exponential التوزيع الأسي
107	..... Gamma توزيع جاما
108	..... Beta توزيع بيتا
108	..... Erlang توزيع إرلانج
109	..... Weibull توزيع ويبل
110	..... Discrete or Continuous Uniform التوزيع المتساوي المتصل أو المنفصل
111	..... Triangular التوزيع المثلثي
112	..... Empirical التوزيع التجريبي
112	..... Parameters Estimation تقدير المعالم
113	..... بعض المقدرات المقترحة لبعض التوزيعات

113	.....	Goodness of Fit Tests	إختبارات حسن أو جودة التطابق
113	.....	Quantile-Quantile Plots	رسومات الربعيات-الربعيات
114	....	Excel باستخدام	Quantile-Quantile Plots
115	.....	Chi-square Goodness of Fit Test	إختبار مربع كاي لجودة التطابق
		Chi-square Goodness of Fit Test	إختبار مربع كاي لجودة التطابق
115	.....	Excel باستخدام	
		K-S Goodness of Fit	إختبار كولموجوروف- سميرنوف لجودة التطابق
117	.....	Test	
		K-S Goodness of Fit	إختبار كولموجوروف- سميرنوف لجودة التطابق
117	.....	Excel باستخدام	Test

الفصل الأول

مقدمة

- النظام System
- الكائن Entity
- صفة Attribute
- نشاط Activity
- حالة النظام State of the System

مثال:

لنعتبر مصنع ينتج بضاعة ويجمع قطعها. الأجزاء الأساسية في هذا النظام هي قسم التصنيع الذي يصنع القطع وقسم التجميع الذي يجمع هذه القطع لإنتاج البضاعة وقسم المشتريات الذي يؤمن المواد الخام وقسم الشحن الذي يجهز البضاعة للشحن وقسم مراقبة الإنتاج الذي يستقبل الطلبات علي البضاعة ويقسم العمل علي بقية الأقسام.

الكائنات هي: الأقسام، الطلبات، الأجزاء، البضائع الخ

النشاطات هي: عملية التصنيع وعملية التجميع وعملية شراء المواد الخام وعملية التجهيز والشحن الخ.

الصفات هي: الكمية لكل طلب، نوع القطعة، عدد المكائن في كل قسم الخ

النظام	كائنات	صفات	انشطة
مرور	سيارات	سرعة، مسافة	سواقة
بنك	زبائن	دائن، رقم الحساب	سحب نقد، طلب قرض
اتصالات	مكالمات، رسائل	طول المكالمات، جهة الاتصال	ارسال، توصيل
سوق مركزي	زبائن	قائمة التسويق	دفع قيمة المشتريات

- بيئة النظام System Environment
- الأنشطة الداخلية Endogenous Activities
- الأنشطة الخارجية Exogenous Activities
- الأنشطة المحددة Deterministic Activities
- الأنشطة العشوائية Stochastic Activities
- الأنظمة المتصلة Continuous Systems
- الأنظمة المنفصلة Discrete Systems

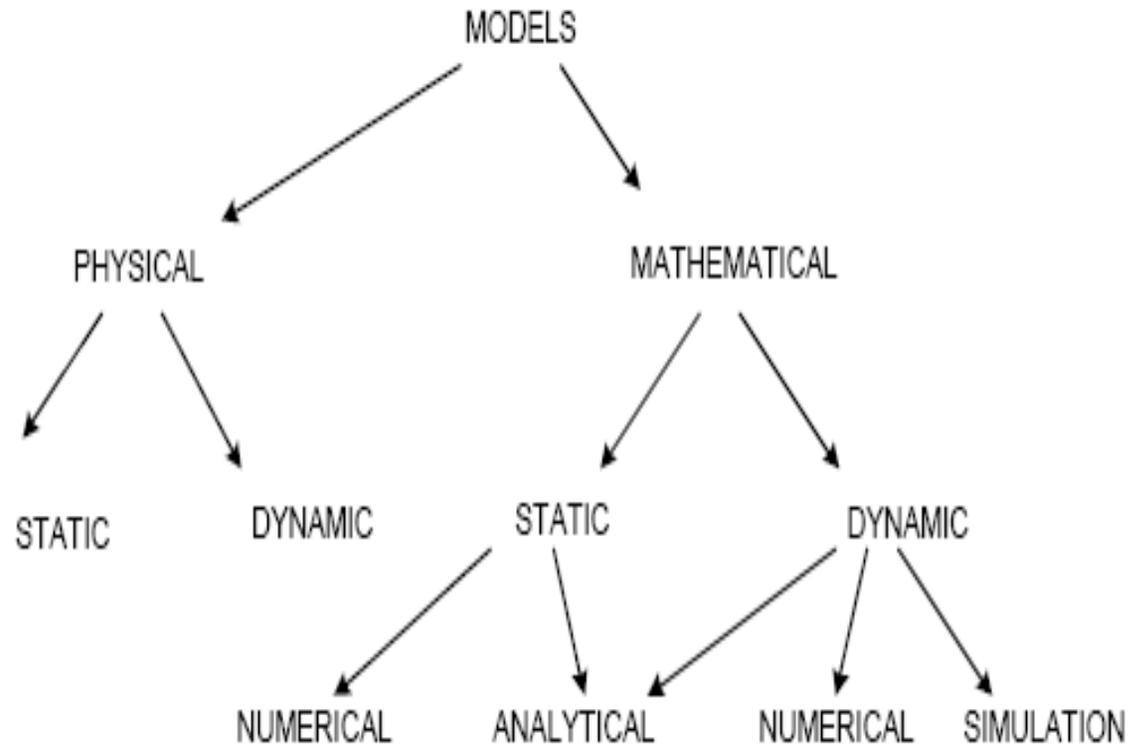
نمذجة النظام System Modeling

النموذج Model:

تجسيد للنظام ---< جمع معلومات حول النظام ---< وصف
النظام ---< بناء النموذج

الهدف: إجراء تجارب للإجابة على اسئلة وافتراضات لايمكن
إجرائها على النظام مباشرة

أنواع النماذج:



تعريف المحاكاة:

المحاكاة هو تقليد أو تمثيل لعمل نظام حقيقي على فترة زمنية معينة. وسواء اجرينا المحاكاة يدويا او بإستخدام الحاسب فإنها تشتمل على توليد تاريخ مصطنع للنظام وذلك لغرض إستنتاج الخواص التشغيلية للنظام الحقيقي.

والمحاكاة تعتمد على تطوير نموذج للنظام الحقيقي. هذا النموذج يكون على شكل مجموعة من الفرضيات التي تتعلق بعمل النظام وهذه الفرضيات تكون على شكل علاقات رياضية او منطقية او رمزية Symbolic بين كائنات النظام. بعد تطوير وتفعيل validate النموذج نستخدمه لإجراء بعض التجارب التي لايمكن إجرائها على النظام الحقيقي وذلك لغرض ملاحظة وإستنتاج التغيرات والتفاعلات المختلفة التي قد تطرأ على النظام في حالة إجرائها عليه في الحقيقة.

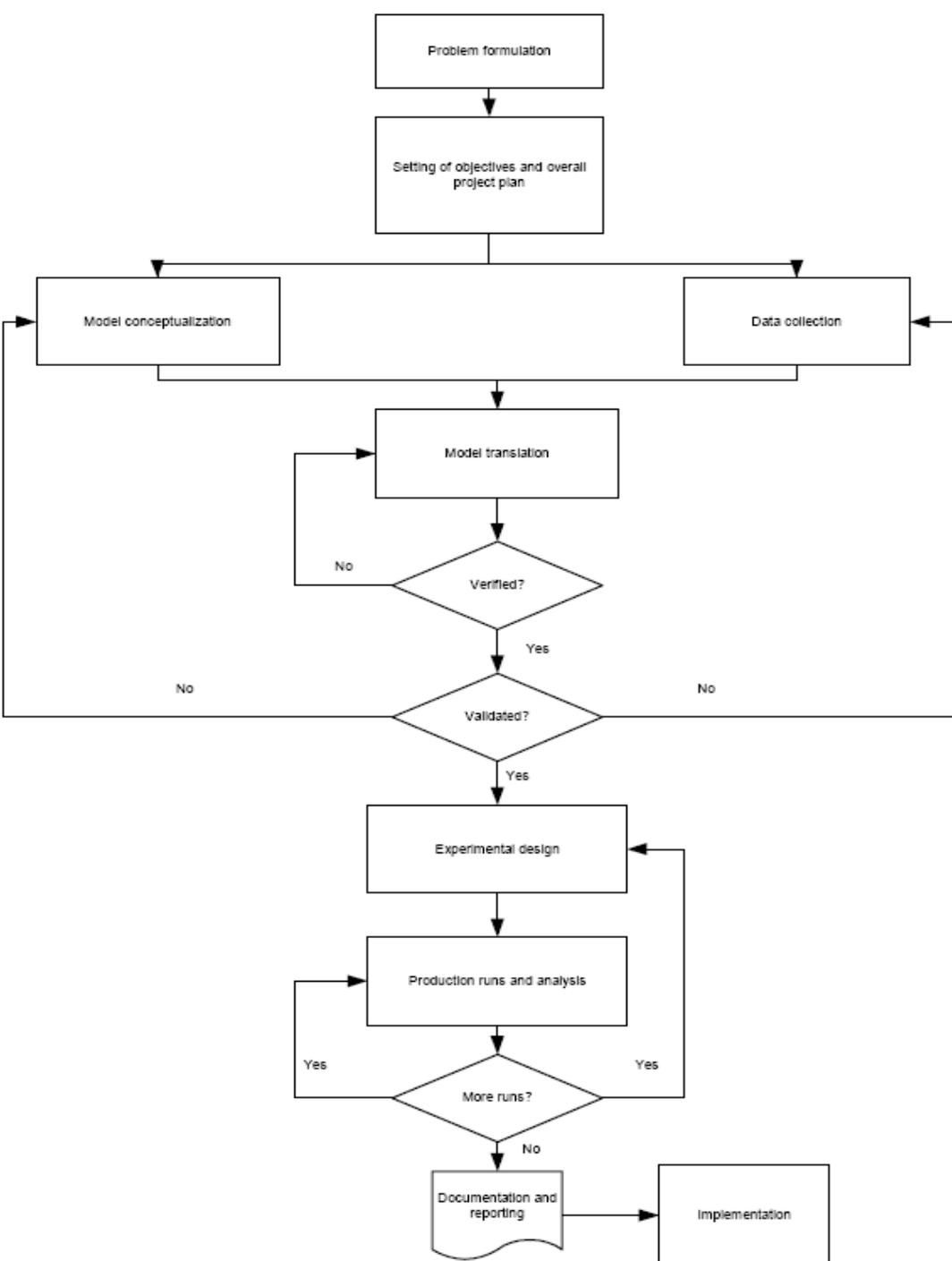
مميزات المحاكاة:

- 1) المحاكاة تمكن من دراسة وإجراء تجارب على التفاعلات الداخلية لأي نظام معقد او على جزء من ذلك النظام.
- 2) التغيرات الإقتصادية والمالية والإجتماعية والبيئية يمكن ان تحاكي وملاحظة هذا التعديل على تصرف النموذج.
- 3) من عملية النمذجة والمحاكاة نتحصل على معلومات مفيدة جدا لتحسين إداء النظام الحقيقي.
- 4) بتغيير مدخلات المحاكاة وملاحظة المخرجات الناتجة يمكننا تحديد المتغيرات المهمة في النظام الحقيقي ومعرفة الطريقة التي تتفاعل بها.
- 5) تستخدم المحاكاة لتعزيد الكثير من النتائج البحثية النظرية.
- 6) تستخدم المحاكاة لتجربة تصاميم وسياسات جديدة لم تستخدم من قبل مما يساعد على فهمها وتقبلها عند حدوثها.
- 7) وتستخدم للتحقق من الحلول التحليلية والتأكد من صحتها. لأن نماذج المحاكاة تجرى Run ولاتحل فبوجود مجموعة محددة من المدخلات وخواص محددة للنموذج يقام بإجراء المحاكاة وملاحظة المخرجات.

عيوب وصعوبات المحاكاة:

- (1) بناء نموذج يحتاج الى خبرة وتدريب خاص بل ان البعض يقول ان بناء نموذج هو فن إذ ليس كل من يتعلم كتابة الخط يصبح خطاط، كما ان في حالة إعطاء نفس المشكلة لشخصين مختلفين قد يبني كل منهما نموذج لذلك وتكون هناك اشياء مشتركة بين النموذجين الناتجين ولكن الإختلافات كبيرة ولن يكون النموذجين منطبقين.
- (2) نتائج المحاكاة او مخرجاتها قد يكون من الصعب تفسيرها وخاصة إذا كانت المدخلات عشوائية مما ينتج عنه مخرجات عشوائية وبالتالي يكون من الصعب معرفة فيما إذا كانت الإختلافات الناتجة هي من العشوائية ام من تفاعل حقيقي بين المتغيرات.
- (3) النمذجة والتحليل وجمع البيانات لغرض المحاكاة يستغرق وقتا طويلا جدا ويكون مكلف احيانا كما ان إختصار او قطع بعض المصادر في عملية بناء النموذج ينتج عنها نموذج ناقص لاينطبق على النظام الحقيقي وتصبح نتائجه عديمة الفائدة.

خطوات إعداد المحاكاة:



تكوين او تشكيل المشكلة : Problem formulation

وهذه الخطوة هي اهم الخطوات في بناء نموذج محاكاة وتتم بعرض واضح وكامل للمشكلة او النظام المراد دراسته وتتم بالتعاون مع واضعي القرارات والذين تهمهم حل هذه المشكلة ثم وضعها في شكل نموذج رياضي اولي قابل للتطوير لاحقا.

وضع الأهداف والخطة الشاملة : Setting of objectives and overall plan

الأهداف تتكون من الأسئلة المراد الإجابة عليها بواسطة المحاكاة وهنا يجب الأخذ في الإعتبار فيما إذا كانت المحاكاة هي الطريقة المناسبة لحل هذه المشكلة آخذين في الإعتبار الأهداف المرجوه وتكوين المشكلة الناتج من الخطوة السابقة وعلى ضوء ذلك إذا تقرر أن المحاكاة هي الطريقة المناسبة للحل فيجب وضع الخطة الشاملة بحيث يمكن دراسة البدائل الممكنة للنظام والموارد المتاحة من فريق عمل ومواد ومصادر مالية الخ.

تفهم وبناء النموذج Model conceptualization and Building :

بناء نموذج للنظام يُعتبر فناً بالإضافة إلى أنه علم وذلك لأنه ليس من الممكن إعطاء مجموعة من التعليمات والتي ستقود بالضرورة إلى بناء نموذج في كل حالة ولكن هناك خطوط رئيسية يمكن الإهتمام بها. إن فن النمذجة يُعزّز بالمقدرة على تجريد الخواص الأساسية للمشكلة لإختيار وتطوير الفرضيات الأساسية والتي تميز النظام ومن ثم إغناء وزيادة تفاصيل النموذج حتى نحصل على تقريب جيد للنظام ونتائج مقبولة وقابلة للتطبيق، ولهذا فمن الضروري البدء بنموذج بسيط ثم زيادة التفاصيل المهمة حسب الضرورة حتى نصل إلى درجة التعقيد المطلوبة والتي لا يجب أن تزيد عن الهدف المراد مع الأخذ في الإعتبار أنه ليس من الضروري أن يكون النموذج صورة طبق الأصل للنظام الحقيقي بل أن روح النظام الحقيقي هي المطلوبة. كما ينصح بأن يكون المستفيد من النموذج مشاركاً في جميع هذه المراحل وذلك لأخذ وجهة نظرة في الإعتبار ومساعدته على فهم وإستخدام النتائج.

جمع البيانات Data collection :

هناك تفاعل حقيقي بين بناء النموذج وجمع البيانات الضرورية للمدخلات فبقدر دقة وصحة البيانات المدخلة يتقرر صحة ودقة النموذج وبالتالي المخرجات والنتائج كما يجب جمع البيانات للمدخلات أثناء وضع الخطوط الرئيسية للنموذج وزيادتها حسب تطور تعقيد النموذج كما ان الأهداف الموضوعية تحدد نوع البيانات المطلوب جمعها فمثلا عند دراستنا لنظام طابور لغرض معرفة طول طابور الإنتظار ومتوسط زمن الإنتظار من اهم البيانات المطلوب جمعها أزمنة ما بين الوصول للزبائن الملتحقين بالطابور لإيجاد توزيع زمن ما بين الوصول وأزمنة الخدمة لإيجاد توزيع زمن الخدمة لهم، ومن الضروري معرفة التوزيعات التاريخية (السابقة) ايضا لتصديق Validate نموذج المحاكاة.

ترجمة النموذج Model translation :

بما ان معظم الأنظمة الحقيقية تنتج عنها نماذج تحتاج إلى تخزين كم هائل من المعلومات وإلى مقدرة حاسوبية قوية فلهذا يجب ترجمة النموذج إلى شكل مفهوم من الحاسب إما بكتابة البرامج المطلوبة أو إستخدام حزمة برامج محاكاة مثل GPSS/PC أو SIMAN أو ARENA أو SIMPROCESS وبرامج المحاكاة المذكورة أكثر قوة ومرونة من البرامج المكتوبة.

مُتحققَ ؟ Verified? :

التحقق هنا خاص بفحص إذا ما كان البرنامج المترجم للنموذج يقوم فعلا بالإداء المطلوب والصحيح ، ففي النماذج المعقدة من الصعب بل من المستحيل ترجمة النموذج بشكله الكامل بنجاح بل يتطلب الأمر الكثير من التصحيح والتجريب حتى ننتهي إلى برنامج جيد ومتحقق من صلاحيته.

مُصدَقَ ؟ Validated? :

التصديق يكون بتحديد فيما إذا كان النموذج يمثل بشكل دقيق النظام الحقيقي وتتم بمعايرة النموذج وذلك بمقارنته مع النظام الحقيقي وتعديله إذا لزم الأمر وهي عملية تكرارية تستمر حتى تكون الإختلافات بين النموذج والنظام الحقيقي مهمة أو غير مهمة، كما ان هذه العملية تعطي بعد نظر وفهم اعمق للنظام الحقيقي والنموذج.

تصميم التجارب Experimental design :

في هذه الخطوة نحدد البدائل المراد فحصها بالنموذج، وغالبا ما تعتمد على النتائج السابقة لإجراء المحاكاة بالبدايل الأخرى، كما يقرر في هذه الخطوة طول فترة البدء Initialization period وطول إجراءات Simulation runs المحاكاة وعدد التكرارات لكل إجراء.

الإجراءات الإنتاجية والتحليل Production runs and anaysis :

وتستخدم هذه الخطوة لتقدير مقاييس الأداء Performance Measures للنظام المحاكى.

هل نقوم بإجراءات أكثر؟ More runs? :

إعتقادا على تحليل الإجراءات السابقة نقرر فيما إذا كان هناك حاجة لإجراءات إضافية وماهي البدائل الممكن إستخدامه في هذه الإجراءات.

التوثيق والتقرير Documentation and reporting :

وهذه خطوة مهمة جدا نقوم فيها بتوثيق البرامج الحاسوبية وتوثيق النموذج نفسه حتى يمكن إستخدامها من اي باحث لاحقا كما انها مفيدة جدا لمن وضع النموذج اصلا لكي يتذكر تفاصيل عمله بعد زمن. التقرير هو الناتج النهائي للعمل كله وهو الذي يقدم إلى صانع القرار ويتكون من النتائج المتحصل عليها من جميع الخطوات السابقة ويجب ان يحوي ملخص Summary ونتيجة Conclusion واضحتين لصانع القرار.

التطبيق Implementation :

ونجاح هذه الخطوة يعتمد على نجاح الخطوات السابقة ومدى الإلتزام بتطبيقها بشكل جيد. ويجب مراقبة ومراجعة النظام لفترة لكي نتأكد من مدى نجاح التوصيات النهائية.