

## الفصل الاول

### المحاكاة SIMULATION

#### تعريف المحاكاة:

مصطلح لاتيني يعني نسخة او صورة انعكاسية مصغرة والنمذجة بأسلوب المحاكاة هي محاولة يتم من خلالها ايجاد صورة انعكاسية مصغرة طبق الاصل لنظام ما دون محاولة يمثل النظام موضوع الدراسة (model) الحصول على النظام الحقيقي نفسه وذلك بتطوير نموذج حيث يظهر جميع التغيرات الممكنة لحالات النظام ثم وضع المقاييس التي تستخدم في تقدير اداء النظام باجراء تجارب على عينات النظام.

أو هي مجموعة من العمليات تحاكي العمليات في العالم الحقيقي او النظم الموجودة خلال فترة معينة سواء كانت تلك النظم يدوية او حاسوبية. وتستلزم المحاكاة دراسة النظام وملاحظته لدراسة الاثر المتعلق بخصائص تشغيل النظام في العالم الحقيقي [1].

المحاكاة هو تقليد او تمثيل لعمل نظام حقيقي على فترة زمنية معينة. وسواء اجرينا المحاكاة يدويا او باستخدام الحاسب فإنها تشتمل على توليد تاريخ مصطنع للنظام وذلك لغرض إستنتاج الخواص التشغيلية للنظام الحقيقي [2].

يمكن استخدام المحاكاة لدراسة النظم في مرحلة التصميم قبل بناء النظام او في مرحلة التحليل كاداة تحليل للتنبؤ بتأثير تغيرات النظم الموجودة او كاداة تصميم للتنبؤ بكفاءة النظم الجديدة عن طريق مجموعة متغيرة من الحالات. وكذلك يمكن محاكاة تغيرات محتملة للتنبؤ بمدى تأثيرها علي اداء النظام.

#### المفاهيم الأساسية للمحاكاة General Principle to Concept Simulation

في هذا الجزء نقدم ونشرح المفاهيم الاساسية المستخدمة في اغلب حزم محاكاة النظم المتقطعة وهي لا ترتبط بحزمة معينة.

١. النظام **system**: مجموعة من الكائنات ترتبط مع بعضها البعض بصورة ما لتحقيق عدد من الاهداف.

٢. النموذج **model**: هو وصف مبسط للنظام.

٣. حالة النظام **system state**: هي مجموعة من المتغيرات الضرورية لوصف النظام في اي وقت بالنسبة لاهداف النظام.

٤. الكيان **Entity**: وهو اهم كائن في النظام.

٥. الصفات **Attribute**: وهي خصائص الكيان ومكوناته.

٦. القائمة **List** : هي مجموعة من الكيانات مرتبة بطريقة منطقية.
٧. الحدث **Event** : وهو حالة تُحدث تغيير فوري يغير حالة النظام.
٨. ملاحظة الحدث **Event Notice** : وهي سجل للحدث ويحتوي عادة علي اسم الحدث وفترة الزمنية (event type, event time).
٩. قائمة الأحداث **Event List**: وهي قائمة بالأحداث المستقبلية والأحداث الوشيكة الحدوث وترتب علي حسب وقوعها وتكتب في شكل قائمة تسمى قائمة الأحداث المستقبلية **Future Event List (FEL)**.
١٠. النشاط **Activity**: وهي الفترة الزمنية لإنجاز عمل معين. وهي مدة من الزمن محددة الطول وتعرف منذ البداية مثل زمن الوصول وزمن الخدمة.
١١. التأخير **Delay** : وهي فترة غير محددة الطول .
١٢. الساعة **Clock** : وهي متغير يمثل زمن المحاكاة.

#### مثال:

لنعتبر مصنع ينتج بضاعة وتجميع 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.

في هذا النظام: 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  
والجدول التالي يعطي امثلة لأنظمة معينة وبعض مكوناتها:

النظام	كائنات	صفات	انشطة
مرور	سيارات	سرعة، مسافة	سواقة
بنك	زبائن	دائن، رقم الحساب	سحب نقد، طلب قرض
إتصالات	مكالمات، رسائل	طول المكالمة، جهة الإتصال	إرسال، توصيل
سوق مركزي	زبائن	قائمة التسويق	دفع قيمة المشتريات

## Simulation model محاكاة نموذج

يمكن وصف ودراسة سلوك الانظمة الموجودة خلال فترة معينة باستخدام نموذج المحاكاة التي تعتبر اسلوب عملي لحل المشاكل المتعلقة بالانظمة الحقيقية من خلال تصميم نظام يحاكي النظام الحقيقي وعليه فان بناء نموذج محاكاة يهتم بالآتي:

١. شرح سلوك النظام.
٢. استخلاص النظريات أو الفرضيات التي تعد لملاحظة سلوك النظام.
٣. استخدام هذه النظريات لتقدير أو تخمين السلوك المستقبلي للنظام (التغيرات الديناميكية).

## أهداف المحاكاة simulation objectives :

١. دراسة النظام الحالي.
٢. تحليل بعض الانظمة المقترحة.
٣. تخطيط وتصميم أنظمة أكثر تطوراً.

## متى تكون المحاكاة اداة مناسبة When Simulation Is Appropriate Tool :

من العوامل التي جعلت المحاكاة من اكثر الادوات انتشارا وقبولاً في بحوث العمليات وتحليل النظم:

- توفر للغات الخاصة بالمحاكاة،
- وانتشار الحاسوب والتقدم في طرق المحاكاة.

## مميزات المحاكاة:

١. يمكن اكتشاف طرق او اجراءات او قواعد او قرارات جديدة من غير تعطيل العمليات الجارية في النظام الحقيقي.
٢. يمكن اختبار تصميم الآلات hardware جديدة او مخرجات فيزيائية من غير استهلاك او تنفيذ فعلي بشراءهم او تركيبهم.
٣. اختبار المرونة باستخدام فرضيات وتكرار بعض الظواهر.
٤. دراسة المحاكاة يمكن ان تساعد في فهم كيفية عمل النظام اكثر من الافراد.
٥. المحاكاة تمكن من دراسة وإجراء تجارب على التفاعلات الداخلية لأي نظام معقد او على جزء من ذلك النظام.
٦. التغيرات الاقتصادية والمالية والإجتماعية والمعلوماتية والادارية والبيئية يمكن ان تحاكي وملاحظة التعديل على تصرف النموذج.

٧. من عملية النمذجة والمحاكاة نحصل على معلومات مفيدة جدا لتحسين إداء النظام الحقيقي.
٨. بتغيير مدخلات المحاكاة وملاحظة المخرجات الناتجة يمكننا تحديد المتغيرات المهمة في النظام الحقيقي ومعرفة الطريقة التي تتفاعل بها.
٩. تستخدم المحاكاة لتجربة تصاميم وسياسات جديدة لم تستخدم من قبل مما يساعد على فهمها وتقبلها عند حدوثها.
١٠. المحاكاة لها المقدر على دراسة كل ما يتعلق بالنظم الجزئية للأنظمة subsystem المعقدة.
١١. محاكاة التغييرات المعلوماتية والإدارية والبيئية ودراسة ورؤية تأثير البدائل على النموذج.

### عيوب المحاكاة:

١. نتائج المحاكاة يمكن ان تكون صعبة التفسير (الترجمة) لان المخرجات غالبا تكون عشوائية لان المدخلات عشوائية.
٢. لا تستخدم المحاكاة في بعض الاحيان اذا كان التحليل ممكن.
٣. بناء نموذج يحتاج الى خبرة وتدريب خاص بل ان البعض يقول ان بناء نموذج هو فن 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.
٤. 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 لا ينطبق على النظام الحقيقي وتصبح نتائجه عديمة الفائدة.
١. المقدر لتصحیح وتطبيق النموذج اذا لم يوجد زمن كافي او اشخاص غير متوفرين (المدارء ليس لهم سياسات واضحة).

### وحتت تلك العيوب كالاتي:

١. منتجي برامج المحاكاة وفروا حزم برامج تحتوي علي جزء او كل النماذج التي تحتاج لمدخلات.
٢. معظم منتجي برامج المحاكاة طوروا المقدر على تحليل المخرجات مع برامجهم او حزمهم لانجاز التحليل الكامل.
٣. يمكن ان تتم المحاكاة بسهولة هذه الايام وسريعة بالمقارنة مع السابق وستكون اسرع في المستقبل.

مجالات التطبيق **area of application** : اهم مجالات التطبيق هي:

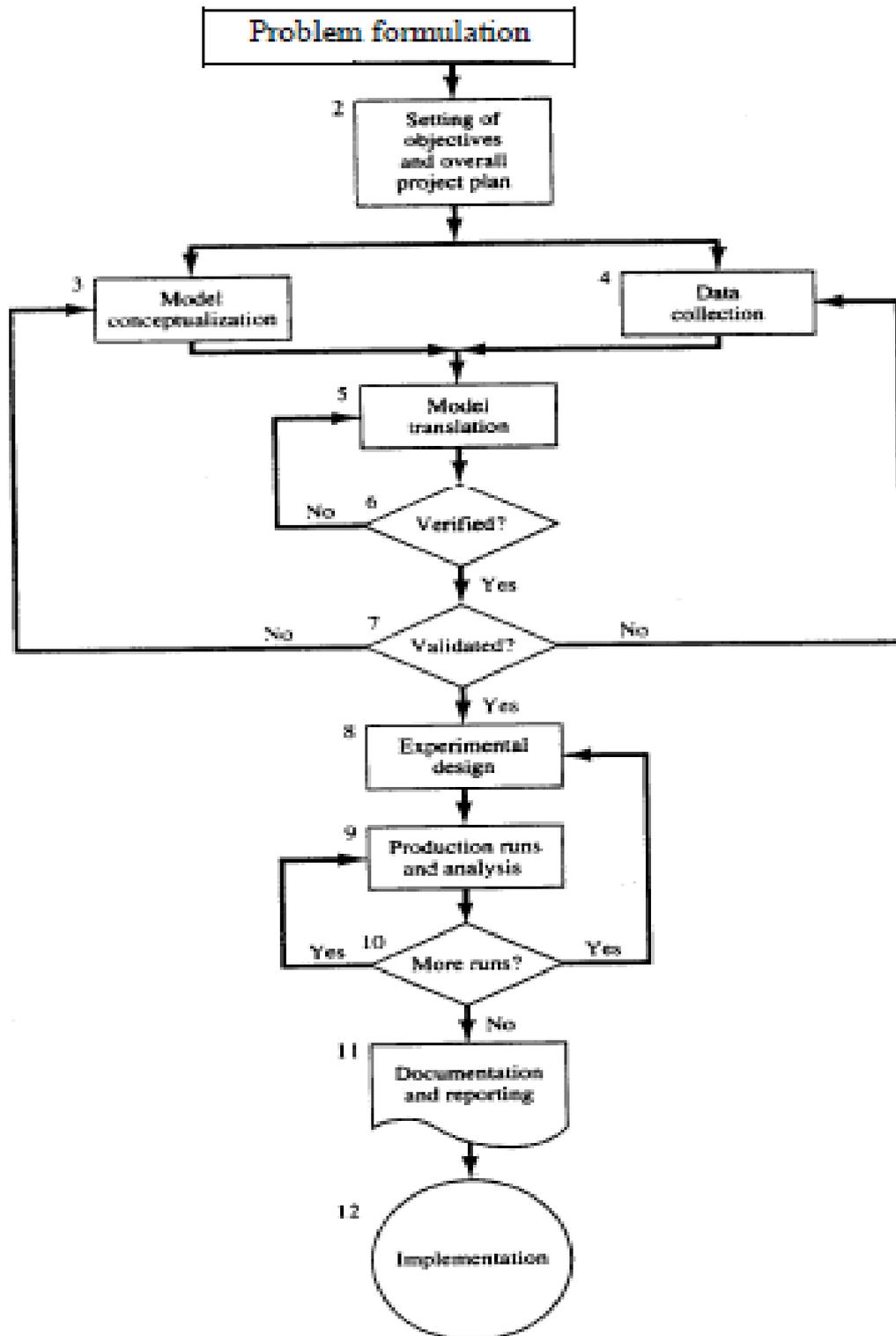
١. التطبيق الصناعي Manufacturing application.
٢. التطبيقات العسكرية Military application.
٣. هندسة البناء وإدارة المشاريع Construction engineering and project management.
٤. التطبيقات المنطقية وتطبيقات النقل والتطبيقات الموزعة Logic, transportation and distribution application.
٥. محاكاة عملية العمل Business process simulation.
٦. أنظمة الانسان Human systems.

من ما سبق يمكن حصر مجالات استخدام نماذج المحاكاة في حل نوعين من المسائل:

١. **المسائل النظرية** في مجالات العلوم الرياضية والفيزيائية والكيميائية: مسار الجسيمات على المستوى حل المعادلات، تحويل المصفوفات، حساب مساحة الأشكال المحددة بمنحنيات.
٢. **المسائل التطبيقية** في إدارة وتنظيم مختلف مجالات النشاط الانساني مثل:
  - محاكاة عملية الإنتاج التكنولوجية: التخزين: الصنوف
  - محاكاة الأنظمة الاقتصادية: التخطيط و التنظيم الاقتصادي
  - محاكاة المسائل الاجتماعية: هجرة السكان ومشاكل السلوك
  - محاكاة أنظمة الطب الحيوي: دوارت الدم وعمل الدماغ
  - محاكاة مسائل التحليل التتابعى لانجاز الاستراتيجيات والتكتيك الحربى

**المراحل الأساسية لتصميم نموذج محاكاة basic stage of simulation model**  
**:design**

هناك خطوات عريضة يمكن الإهتمام بها لإعداد دراسة بواسطة المحاكاة وبناء نموذج مناسب سوف نصفها بمخطط الإنسياب التالي:



**Fig Steps in a simulation study**

## ١. 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.

## ٢. وضع الأهداف والخطة الشاملة Setting of objectives and overall plan :

الأهداف تتكون من الأسئلة المراد الإجابة عليها بواسطة المحاكاة وهنا يجب الأخذ في الاعتبار فيما إذا كانت المحاكاة هي الطريقة المناسبة لحل هذه المشكلة آخذين في الاعتبار 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.

## ٣. تفهم وبناء النموذج Model conceptualization and Building :

بناء نموذج للنظام يعتبر فنا بالإضافة الى انه علم وذلك لأنه ليس من الممكن اعطاء مجموعة من التعليمات والتي ستقود بالضرورة الى بناء نموذج في كل حالة ولكن هناك خطوط رئيسية يمكن الإتهداء بها. إن فن النمذجة يُعزز 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 لايجب ان تزيد عن الهدف المراد مع الأخذ في الاعتبار انه ليس من الضروري ان يكون النموذج صورة طبق الأصل للنظام الحقيقي بل ان روح النظام الحقيقي هي المطلوبة. كما ينصح بأن يكون المستفيد من النموذج مشاركا في جميع هذه المراحل وذلك لأخذ وجهة نظره في الاعتبار ومساعدته على فهم وإستخدام النتائج.

## ٤. 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) أيضا لتصديق Validate نموذج المحاكاة.

#### ٥. ترجمة النموذج Model translation :

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

#### ٦. التحقق 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.

#### ٧. التصديق 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 الاختلافات بين النموذج والنظام الحقيقي مهملة أو غير مهمة، كما ان هذه العملية تعطي بعد نظر وفهم اعمق للنظام الحقيقي والنموذج.

#### ٨. تصميم التجارب Experimental design :

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

#### ٩. نتائج التنفيذ والتحليل Production runs and anaysis :

وتستخدم هذه الخطوة لتقدير مقاييس الأداء Performance Measures للنظام المحاكى.

#### ١٠. هل نقوم بتشغيلات أكثر؟ More runs :

إعتامادا على تحليل التشغيلات السابقة نقرر فيما إذا كان هناك حاجة لتشغيلات إضافية وماهي البدائل الممكن إستخدامه في هذه التشغيلات.

## ١١. 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.

## ١٢. 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.