اسلوب المحاكاة والتوليد العشوائي للبيانات

1.3 تمهيد :

يعد التحليل باستخدام المحاكاة امتدادا طبيعيا و منطقيا للنماذج التحليلية و الرياضية المتأصلة في بحوث العمليات. إن هناك العديد من الحالات التي لا يمكن تمثيلها رياضيا إما بسبب الطبيعة العشوائية للمسألة المدروسة, أو بسبب تعقيد صياغتها, أو نظرا للتفاعلات اللازمة لوصف المسألة قيد الدراسة وصفا دقيقا . و في جميع الحالات التي تستعصي على الصياغة الرياضية , تعد المحاكاة الأداة الوحيدة التي يمكن استخدامها للحصول على إجابات مناسبة.[1]

على الرغم من أنه ينظر في بعض الأحيان إلى المحاكاة على أنها الطريقة التي غالبا ما تستخدم عند فشل جميع الأساليب الأخرى , فان التقدم الذي حدث مؤخرا في أساليب المحاكاة و توافر البرمجيات و التطورات التقنية قد جعلت من المحاكاة أحد أكثر الأدوات المقبولة و المستخدمة بشكل واسع في تحليل النظم و بحوث العمليات , و تضع أحدث عمليات المسح , التي جرت مؤخرا بصدد استخدام أساليب بحوث العمليات , المحاكاة إما في المركز الأول , أو في المركز الثاني بعد تطبيقات البرمجة الخطية .

يوجد العديد من المشاكل التي يصعب وضعها في قالب رياضي سهل الحل و ذلك بسبب تعدد و كثرة المتغيرات و القيود فيها, لذلك يستخدم أسلوب المحاكاة لإيجاد الحل لمثل هذه الحالات . و يقوم أسلوب المحاكاة على إيجاد الوسيلة التي يستطيع

[1] بقجه جي , معلا, نايفة, مراد,العوا. بحوث العمليات . مترجم , المركز العربي للتعريب و الترجمة و التأليف و النشر بدمشق . 1998

بها الباحث دراسة المشكلة و تحليلها على الرغم من وجود الصعوبات في التعبير عنها بنموذج رياضي .و المحاكاة هي عبارة عن محاولة يتم من خلالها إيجاد صورة طبق الأصل لنظام ما دون محاولة الحصول على النظام الحقيقي نفسه, و ذلك بتطوير نموذج يمثل النظام موضع الدراسة ثم وضع المقاييس التي تستخدم في تقدير أداء هذا النظام بإجراء تجارب على عينات في النظام . و حتى يتم إجراء المحاكاة لأي نظام لابد أن تتوفر لدينا معلومات كافية عن أجزاء النظام و خصائصه حتى نستطيع فهم النظام و التنبؤ بالطريقة التي يعمل بها , و المحاكاة هي عبارة عن نموذج رياضي يمكن تشغيله و ليس حله .

2.3 **مفهوم المحاكاة** :

إن للمحاكاة مفاهيم متعددة لكنها تؤدي إلى هدف واحد حيث تعرف المحاكاة بأنها أسلوب رياضي لمعالجة العضلات و تنفيذها في الحاسب الالكتروني و التي تتداخل فيها أنواع معينة من العلاقات الرياضية و المنطقية الضرورية لوصف سلوك و هيئة نظام لعالم حقيقي معقد و لفترات زمنية طويلة.

تبدأ عملية المحاكاة ببناء نموذج للمعضلة قيد البحث ثم تنفيذ التجارب و الحلول للنموذج المعقد في الحاسبات الرقمية .

تستخدم أساليب المحاكاة في حالة فشل جميع الطرق الأخرى لإيجاد حل لمشكلة ما . وفي هذه الأيام اتسعت استخدامات أساليب المحاكاة و خاصة بعد التطور السريع في

توفير البرامج الجاهزة و الأساليب التكنيكية , و هناك مجموعة من الأسباب ساعدت في استخدام أساليب المحاكاة بصورة واسعة يلخصها نيلر كما يلي :[2]

- يؤدي أسلوب المحاكاة دورا مهما في دراسة و تنفيذ التجارب لمشكلات معقدة ومتداخلة لأنظمة مختلفة سواء كانت معامل, مصانع,اقتصادا , أو أنظمة ضمنية للأنظمة السابقة.
- يساعد أسلوب المحاكاة في ملاحظة التغيرات التي تطرأ على صياغة المشكلة في حالة تنفيذها عمليا مما يؤدي إلى تطوير نموذج للنظام يفي بالغرض المطلوب .
- يساعد استخدام أسلوب المحاكاة في دراسة النظام و مشاهدة نتائجه بصورة واضحة مما يسهل اتخاذ إجراءات لتطوير النظام.

3_3 **تعريف المحاكاة** :

يمكن تعريف المحاكاة حسب نايلور على أنها تقنية عددية تستخدم للقيام باختبارات على حاسوب عددي , و تتضمن علاقات منطقية و رياضية تتفاعل فيما بينها لتصف سلوك و بنية منظومة معقدة في العالم الحقيقي على امتداد فترة من الزمن .و غالبا ما توصف المحاكاة بأنها عملية خلق روح الواقع دون تحقيق هذا الواقع مطلقا.

[2] جزاع ,عبد ذياب , بحوث العمليات , جامعة بغداد, الطبعة الثانية , 1986.

المحاكاة هو تقليد او تمثيل لعمل نظام حقيقي على فترة زمنية معينة سواء اجرينا المحاكاة يدوياً او باستخدام الحاسب الالي فانها تشتمل على توليد تاريخ مصطنع للنظام وذلك لغرض استنتاج الخواص التشغيلية للنظام الحقيقي[3].

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 بين كائنات النظام بعد تطوير وتفعيل الموذج نستخدمه لاجراء بعض التجارب التي يمكن اجرائها على النظام الحقيقي وذلك لغرض ملاحظة واستنتاج التغيرات والتفاعلات المختلفة التي قد تطراء على النظام في حالة إجرائها عليه في الحقيقة.

ومع تطور الحواسيب ازدادت المحاكاة الحاسوبية فعالية وإثارة في تدريس المفاهيم والمواضيع العلمية المختلفة وتنوعت لغات المحاكاة واستخداماتها في التدريس وهذا ما جعله أكثر مرونة وحيوية من ذي قبل، كما استخدمت المحاكاة في التقليل من الخسائر المادية والمعنوية، وهذا ما جعلها من النشاطات الفاعلة والممتعة في إرساء أسس التعلم لبعض المهارات والمواضيع الصعبة التي يصعب التعامل معها دون مخاطر في الواقع؛ فهي تبسيط لبعض المواقف الحياتية أو لعملية ما يكون لكل فرد فيها دورا يتفاعل من خلالها مع الآخرين في ضوء عناصر الموقف المحاكي

معنى أنك تحاكي هو أنك تحاول ان تنسخ أو تضاهي خصائص ومظهر وملامح النظام الحالي، من خلال بناء النموذج الرياضي الذي يمكن أن يمثل حقيقة ذلك

[3] النمذجة والمحاكاة – د.عدنان ماجد عبدالرحمن جامعة الملك سعود 2002 ص 14

النظام بقدر الامكان، والمحاكاة هي محاولة للتقليد بصنع نموذج تقريبي لما نريد فهمه بصورة أكبر.

وتعرف المحاكاة بأنها عملية تصميم نموذج لنظام سواء كان حقيقياً أو تخيلياً، والقيام بتجارب على هذا النظام لفهم سلوكه أو تقييم الإستراتيجيات اللازمة لتشغيله، أي أن المحاكاة هي محاولة لتقليد عملية في العالم الحقيقي لمدة من الزمن4.

اذن فالمحاكاة هي تقليد أو مضاهاة خصائص وسمات وملامح النظام الحقيقي، وتتبي فكرتها الاساسية على تقليد الموقف في عالم الواقع باستخدام النموذج الرياضي الذي لا يؤثر على الاداء

3ـ4 **جمع البيانات** :

هنالك تفاعل حقيقي بين بناء النوذج وجمع البيانات الضرورية للمدخلات فبقدر دقة وصحة البيانات المدخلة يتقرر صحة ودقة النموذج وبالتالي المخرجات والنتائج كما يجب جمع البيانات للمدخلات اثناء وضع الخطوط الئيسية للنموذج وزيادتها حسب تطور تعقيد النموذج كما ان الاهداف الموضوعة تحدد نوع البيانات المطلوب جمعها فمثلاً عن دراستنا لنظام طابور لغرض معرفة طول طابور الانتظار ومتوسط زمن الانتظار من اهم البيانات المطلوب جمعها ازمنة مابين الوصول للزباين الملتحقين بالطابور لايجاد توزيع زمن مابين الوصول وازمنة الخدمةلايجاد توزيع زمن الخدمة لهم ومن الضروري معرفة التوزيعات التاريخية لتصديق نموذج المحاكاة.

[4] روند ومن معه 2007

5.3 ترجمة النوذج :

بما ان معظم الانظمة الحقيقية تنتج عنها نماذج تحتاج الي تخزين كم هائل من المعلومات والي مقدرة حاسوبية قوية فلهذا يجب ترجمة النموذج الي شكل مفهوم من الحاسب اما بكتابة البرامج المطلوبة او استخدام حزمة برمج محاكاة مثل SIMAN GPSS/PC او ARINA او SIMPROCESS وبرامج المحاكاة المذكورة اكثر قوة ومرونة من البرامج المكتوبة.

6.3 حلة نظام المحاكاة:

وهي متغيرات تصف كل الكائنات وصفاتها والانشطة في النظام عن لحظة معينة ويدرس تطور النظام بتتبع التغيرات في حالته.

7.3 بيئة النظام :

يتاثر النظام بالتغيرات التي تحدث خارجه كما انه يؤثر على المحيط من حوله مثل هذه التغيرات تؤثر على بيئة النظام فمن المهم جداً عن نمذجة النظام ان نميز الحدود بين النظام وبيئته وهذا يتحدد بمعرفة الاهداف من وراء دراسة هذا النظام.

8.3 نمذجة النظام:[5]

النموذج : هو تجديد للنظام يتكون من تجمع لمعلومات حول النظام بغرض دراسته. ولدراسة نظام مايجب ان نكون او نبني نموذج لوصف هذا النظام لغرض اجراء تجارب للاجابة على اسئلة وافتراضات لايمكن اجرائها على النظام مباشرة وذلك

[5] [5] النمذجة والمحاكاة – د.عدنان ماجد عبدالرحمن جامعة الملك سعود 2002 ص 13

حتى لايضطرب النظام الاصلي ويحدث ارتباك في عمله يؤدي الي تغيير النظام وفقدانه لخواصه الاصلية كما ان دراسة النماذج بدلاً من النظام تمكن من تجربة عدة حوارات حول النظام وذلك باعادة النموذج الي الحالة الاصلية عند اجراء كل حوار بعكس النظام الاصلي الذي اذا تغير لا يمكن اعادته مرة اخرى لحالته الاصلية فمثلاً لدراسة نظام إقتصادي بتغيير سياسات العرض والطلب قد يؤدي الي نتائج لايمكن عكسها. كما ان النموذج يمكن ان يدرس في ازمنة إفتراضية فمثلاً يمكن إجراء محاكاة للنظام باستخدام النموذج ومعرفة بعض تصرفات النظام لفترة عدة اشهر او سنتين في دقائق قليلة. وكذلك يمكن عن طريق النموذج دراسة النظام قبل إنشائه ووجوده اصلاً فمثلاً نريد بناء مصنع ولدينا عدة خيارات للبناء فلتحديد اي خيار افضل نكون نموذج لكل خيار ونحاكي تصرف المصنع تحت هذه الخيارات.

3_9 مكونات نموذج المحاكاة:

لمحاكاة نظام ما فإن علينا تصنيف مكوناته لكي يمكننا بعد ذلك محاكاتها دون نقص أو تغيير. هذه المكونات هي:

1- الكيانات Entities: الكيانات هي الأشياء التي يتم تشغيلها أو التعامل معها مثل العملاء في الفندق أو السوق التجاري والمواد الخام في المصنع والرسائل في مركز خدمة العملاء والاتصالات التليفونية في مركز الخدمة التليفوني.

2- الأنشطة Activities: هي الأنشطة المرتبطة بتشغيل الكيانات. هذه الأنشطة تشمل أنشطة تشغيلية مثل الرد على مكالمة تليفونية أو تقطيع المعدن أو خدمة العميل وتشمل كذلك أنشطة مساعدة مثل تحرك الموظف من مكان لآخر لكي يستقبل العميل وضبط الآلة ونقل المواد.

3- الموارد Resources: الموارد هي الوسائل التي تستخدم لتشغيل الكيانات مثل الطبيب والآلة والعامل والموظف والعربة والرافعة والحاسوب.

4- أدوات الضبط Controls: أدوات الضبط يقصد بها التسلسل السليم للعمليات من حيث التوقيت والمكان. فهي تحدد أين ومتى سيتم كل نشاط. فهي تحدد مسار الكيانات من مرحلة لأخرى وأوقات عمل كل مورد من موارد النظام وأولويات العمليات.

10.3 مفهوم نموذج مونت كارلو :

يمكن تطبيق طريقة مونت كارلو للمحاكاة في حالة وجود نظام يحتوي على العناصر التي تظهر سلوكيات معينة (يمكن استخدام طريقة مونت كارلو مع المتغيرات التي تكون ذات طبيعة احتمالية)، والأساس التي قامت عليه هذه الطريقة هو اختبار لعناصر الفرصة المتاحة (او للإحتمالية) من خلال أخذ عينات عشوائية.

ويمكن تفصيل هذه الطريقة إلى عدد من الخطوات البسيطة:

1. وضع التوزيع الإحتمالي لكل متغير في النموذج الذي يراد إختباره.
2. إستخدام أرقام عشوائية لمحاكاة قيم التوزيع الإحتمالي لكل متغير في الخطوة السابقة.
3. تكرار العملية لمجموعة من المحاولات.

وتوجد طرق عديدة يمكن بواسطتها بناء نموذج إحتمالي لأي متغير، وتعتبر طريقة تجريب النتائج التاريخية لهذا المتغير إحدى الطرق الشائعة. إن الإحتمالية أو التردد

النسبي لكل ناتج محتمل للمتغير يمكن إيجاده بقسمة تردد الظاهرة على العدد الكلي للظواهر

يعتبر نموذج مونت كارلو عن أسلوب المحاكاة بواسطة العينة , أي بدلا من اخذ العينات من المجتمع , تؤخذ هذه العينات من مجتمع نظري مماثل . حيث يحدد التوزيع الاحتمالي للمتغير الذي نقوم بدراسته , ثم تؤخذ العينة من هذا التوزيع باستخدام الأرقام العشوائية .

و تستخدم الأرقام العشوائية للحصول على مجموعة من القيم التي تتميز بالخصائص نفسها لتوزيع النظام الذي نرغب في تمثيله . و يطبق أسلوب مونت كارلو بنجاح في دراسة مستويات المخزون و تدفق الحركة في المدن و استخدام الممرات في الطائرات و في تحديد سياسات الصيانة.

11.3 انواع حزم برامج الحاسوب المستخدمة في المحاكاة:

توجد انواع من البرامج التي تستخدم في المساعدة على إنشاء وتشغيل نماذج المحاكاة بإستخدام الحاسب الآلي:

لغات البرمجة متعددة الاغراض مثل Visual Basic و C++.

لغات وبرامج المحاكاة ذات الأعرض الخاصة وتتضمن اللغات مثل GPSS/H و Simscrip II و SLAM II والبرامج مثل Extend و MicroSaint و BuildSim و Awe Sim و ProModel و Xcell وبرنامج الكرة الكرستالية.

نماذج صفحات الانتشار، فالقابلية الضمنية لتوليد الأرقام العشوائية واستخدامها لاختبار القيم من التوزيعيات الإحتمالية العديدة، يجعل صفحات الانتشار أداة

ممتازة لتطبيقات المحاكاة، حيث تستخدم دالة RAND() لتوليد رقم عشوائي بين الصفر والواحد الصحيح (0.0000,0.9999).

12.3 أهمية ومزايا المحاكاة:

تُعد المحاكاة أحد أهم أساليب التدريب التي يعتمد عليها المديرين لترشيد التكاليف. ليس فقط ترشيد التكاليف المالية بل وتكلفة الوقت وتكاليف الجهد البشري أيضاً. كما أن أسلوب التدريب بالمحاكاة يعتمد عليه لتحقيق مستوى متقدم من الجودة مع بداية دخول المتدرب إلى بيئة العمل الفعلية دون الاعتماد على مبدأ رفع جودة الأداء عن طريق الصواب والخطأ والتي تؤثر من غير شك على سمعة الموظف والمنظمة. ولا يفوتنا التأكيد على أن هناك مجالات قد يصعب أو يستحيل فيها العمل والتجربة الحقيقية وإنما لابد من الاعتماد على التدريب بالمحاكاة

13.3 متطلبات المحاكاة:

تهيئة بيئة العمل لتحاكي وتشابه بقدر الإمكان بيئة العمل الفعلية المستهدف التدريب من أجلها. تجهيز المعدات اللازمة للتدريب بالمحاكاة والمتوافقة مع المعدات التي ستستخدم بالواقع العملي وهنا تجدر الإشارة إلى أنه من الخطأ أن يتم تجهيز معدات مختلفة تماما عما سيتم توفيره بالواقع الحقيقي. توفير المستندات المتطابقة للمستندات التي سيتم التعامل معها.

14.3 الارقام العشوائية :

الرقم العشوائي هو الرقم الذي تم اختياره بواسطة عملية عشوائية كلية وتستخدم الأرقام العشوائية لتوليد قيم محاكاة من توزيعات إحتمالية كثيرة. وهنالك العديد من الطرق لتوليد الارقام العشوائية كطريقة التطابق الخطي، واستخدام جدوال الارقام

العشوائية، أو استخدام دوال جاهزة لمثل هذا الغرض مثل الدالة Rand المستخدمة في كثير من لغات البرمجة.

15.3 تكوين الارقام العشوائية واستخدامها:[6]

لقد واجه الاحصائيون مشكلة التحيز في اختبار وحدات العينات المشاركة في الاختبارات الاحصائية واختيار عينات البحوث. ومن اجل اختيار وحدات العينات من المجتمع استخدم الانسان الطرق العشوائية البدائية في اختياراته والتي تطورت وانتهت بجداول الارقام العشوئية.

ان استخدام الارقام العشوائية عملية سهلة فاذا كان الغرض استخدام جداول للارقام العشوائية مكون من ثلاث ارقام او ثلاث مراتب اي ان الجدول يضم الارقام الواقعة بين الرقمين (1) , (999) تكتب هذه الارقام على بطاقات وتمزج بصورة جيدة ثم تحسب بطاقة بعد اخرى ويسجل الرقم لكل بطاقة حسب ظهورها وترتب فيتكون الجدول المطلوب.

لقد تطورت طرق تكوين جداول الارقام العشوائية او طرق تكوين الارقام العشوائية بصورة كبيرة وخاصة عندما ظهرت الحاسبات الالكترونية وكذلك الحاسبات اليدوية والكهربائية حيث يمكن تكوين الارقام العشوائية باستخدام هذه الاجهزة , ان اظهار الرقم العشوائي باستخدام الحاسبة اليدوية يتم بلمسة زر في الحاسبات القادرة على تكوين هذه الارقام وهذا يتم بموجب برنامج صغير في الحاسبة بموجبه نحصل على هذا الرقم ولمس الزر مرة ثانية تعطي رقما عشوائياً اخر.

[6] الاحصاء التطبيقي – عبدالرحمن بن محمد سليمان , محمود محمد ابراهيم – جامعة الملك سعود ص 33

ان المبدأ الذي تعمل بموجبه الحاسبات الالكترونية او الحاسبات اليدوية يكون بتعويض رقم في معادلة معينة وتحيب قيمة المقدار فيكون جزؤه الكسري هو الرقم العشوائي وهذا يتم بصورة تتابعية رتبية ولكل نظام خصوصية حيث اختلفت البرامج باختلاف الحاسبات ولكن النتائج تكون مشابه.

ان استخدام جداول الارقام العشوائية لاختيار العينات او الوحدات المشاركة فانه يتم علىالصورة التالية لنفترض ان المطلوب اختيار (10) وخدات من وحدات مجتمع محدود وحداته (20) فاننا نقوم بترقيم وحدات المجتمع من (1) الي (20) بصورة متسلسلة ثم نختار منطقة من جداول الارقام العشوائية وتثبيت عدد من الارقام ليساوي عدد الوحدات التي تشكل حجم العينة وكل رقم يظهر يحدد الوحدة التي تحمل نفس الرقم العشوائي. عندما يستخدم جدول الارقام العشوائية تواجة الباحث بعض الامور منها:

1. عندما يكون حجم وحدات المجتمع الذي تؤخذ منه العينة اقل من حجم الارقام التي يغطيها جدول الارقام العشوائية ولا توجد وحدة من وحدات المجتمع تمثل هذا الرقم فاننا نقوم بترك هذا الرقم والاستمرار في عملية السحب وكل رقم لاتوجد وحدة تحمله من وحدات المجتمع يهمل حتى نصل الي تحديد ارقام الوحدات المطلوبة.
2. عندما يقوم الباحث باختيار عدد من المراتب من جداول الارقام العشوائية من الجداول ذات المراتب الكثيرة فان الكثير من الارقام تظهر مكررة فانه يضطر الي اهمال الارقام المكررة فاذا اهملنا مرتبة واحدة كل رقم يتكرر (10) مرات فاذا اهملنا مرتبتين فان كل رقم من الارقام الباقية يتكرر (100) مرة.

16.3 توليد الارقام العشوائية:

توليد الارقام العشوائية مهم جداً في إجراء المحاكاة فيمكن ان تولد البيانات عن طريق الحاسبات اليدوية والحاسبات الالية والتي تستخدم طرق متطورة جداً وخوارزميات معقدة لتوليد الارقام والمتغيرات العشوائية والتي اصحبت عالية الجودة وتعطي اعداد ومتغيرات عشوائية ذات موثوقية كبيرة.

17.3 خواص الارقام العشوائية:

اي متتابعة من الارقام العشوائية $R_1,R_2,\ldots\ldots$ يجب ان تحقق خاصيتين إحصائية مهمة وهي التوزيع المتساوي والاستقرار. كل رقم عشوائي R_i هو عبارة عن عينة مستقلة مسحوبة من توزيع متساوي مستقل بين 0 و 1 اي ان دالة الكثافة الاحتمالية له تتبع الصيغة:

$$F(x) = \begin{cases} 1, & 0 \le x \le 1 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

18.3 توليد ارقام شبة عشوائية:

الارقام شبة العشوائية هي ارقام لها خواص الارقام العشوائية ولكنها تولد بصيغ رياضية محددة اذ يمكن توليد نفس المتتابعة من الارقام كيف نشاء. لكي نولد ارقام عشوائية حقيقية لابد من استخدام الية عشوائية بحتة مثل كتابة الارقام من 0الي 9 على اوراق او كرات وخلطها جيداً وسحبها ورقة او كرة منها.