مقدمه عامه

يُعرف النموذج Model بأنه هو عبارة عن وصف افتراضي أو تمثيل سَهل أَو وصفَ مُصمم أو نمط Pattern لكيان معين أو عملية معينة. وهو تجريد للواقع لغرض توصيف نظام معين. وهذا المصطلح يكتب باللغة الفرنسية Modelle وباللغة اللاتينية Modellus. وتجدر الإشارة إلى أن مصطلح Model يستخدم أيضا مع الأشخاص مثل عارضي الأزياء وعارضاتها.

من الناحية العلمية فان النموذج هو عبارة عن تمثيل رياضي أو منطقيّ أو فيزياوي لنظام من الكياناتِ، أو الظواهر Phenomena، أَو العمليات Processes . و النموذج هو تلخيص مُسَهّل لإعطاء رؤية مِن الحقيقةِ المعقّدةِ، وهو قَدْ يركّز على نوع خاص مِنْ وجهاتِ النظر. من الناحية الشكلية يعد النموذج تفسيراً يَتعامل مع الكيانات التجريبية، والظواهر، والعمليات الطبيعية بطريقة رياضية، أَو منطقيّة. كذلك فالنموذج هو الطريق الذي فيه يُمْكِن لعمليات الفكر الإنساني أَنْ تُضخّم . ان النماذج التي تُقدم في البرمجيات تَسْمحُ للباحثين لرَفْع القوَّة الحسابية لمحاكاة حدسٍ وتصوره وكسبه حول الكيان أو الظاهرة أَو العملية المُمثلة.

أما **النمذجة Modeling**(*) فهي عملية (فن Art) بناء النماذج. ان النمذجة هي عملية بناء نماذج تقوم بتلخيصات تصورية أو بيانية لظاهرة ما أو كيان أو نظام معين. وتعد النمذجة
من المجالات العلمية الحديثة نسبيا والتي أخذت باستقطاب أنظار الباحثين. وتتضمن النمذجة تزاوجاً لأفكار مِنْ مجالات مُخْتَلِفة . ان الذي يقوم بالنمذجة، والذي يدعى مُنمذج Modeler،
يُفترض ان يتمتع بالكفاءة لكي يستطيع ان يَعطي نَتائِج مفيدة وموثوقة وذات بصيرة. كذلك يفترض بالمُنذج أَنْ يَكُونَ قادر على التمييز فيما إذا كان النموذج يَعْكس الحقيقة، ويتعامل مع الانحرافات بين النظرية والبيانات. تتضمّنُ تقنيات النمذجة طرائقَ إحصائيةَ Statistical Methods، محاكاة حاسوبية Computer Simulation، مماثلة (مطابقة) نظام System Identification، وتحليل حساسية Sensitivity Analysis. ويبقى الشئ الأكثر أهمية،
القدرة لفَهْم الديناميكا التحتية للنظام المعقّد الذي يتم التعامل معه. ان هذه البصائر تتطلب تَقييماً فيما إذا كانت فرضيات النموذج صحيحة وكاملة أم لا.

لقد أضحى مصطلح "**النمذجة**" من المصطلحات العصرية الشائعة في تخصصات شتى مختلفة، ولم يعد استخدامه محصورا على العلوم الرياضية. من ناحية أخرى، فقد ازدادت أهمية النمذجة الرياضية وتداخلت مع مجالات تطبيقية شتى، حتى أن بعض الجامعات العالمية فتحت أقساما متخصصة بالنمذجة.

اما المقصود بالمحاكاة "**بناء نموذج من اجل طريقة ما أو حالة معينة لغرض دراسة سماتها وميزاتها أو حل المسائل التي لها علاقة بها حاسوبيا بدلالة النموذج**". **ان** نهج المحاكاة هو نهج عددي قوي وشائع لإجراء تجارب على الحاسوب، وهو يتضمن علاقات رياضية ومنطقية مختلفة ضرورية لوصف سلوك أي نظام واقعي حقيقي وتركيبه وعلى مدد زمنية ممتدة. وترتكز المحاكاة أساساً على ركنين رئيسين: نظرية الاحتمال Probability Theory والحاسوب Computer. ان **نهج المحاكاة Technique Simulation** هو تقليد للواقع يتعامل مع الحالات التي تُعد فيها الخاصّة العشوائية المفتاحَ لوصف نظام معين، وهو طريقة لحل المسائل المتعلقة بأنظمة واقعية ويسمح بتجميع المعلومات ذات الصلة بسلوك النظام عبر تطوره مع الزمن، فضلا عن انه (أي نهج المحاكاة) يستخدم لتقدير دقة النماذج الرياضية للمسائل الواقعية.

ان فكرة المحاكاة جاءت من مسألة تاريخية في الاحتمالية عرضها الفرنسي Comte de Buffon (١٧٠٧-١٧٨٨)، إلا أن البدء الحقيقي كان في منتصف القرن العشرين عندما أُستخدم في نظرية النظام System Theory وعلم الدقة Cybernetics الذي اكتشفه Norbert Wiener، ثم اخذ يتطور تطوراً متوازياً مع تطور الحاسوب. وأول من استخدم المصطلح "Simulation " هوِ Alan Turing (١٩١٢-١٩٥٤)وذلك في مجال الحاسوب. كما أن أول تطور فعلي للمحاكاة كان اعتماده في مشروع مانهاتن Manhattan Project في أثناء الحرب العالمية الثانية لنمذجة عملية تفجير نووي، اذ تمت محاكاة ١٢ كرة خاصة وعولجت كقنابل نووية وأُستخدمت خوارزمية خاصة لهذا الغرض أُطلق عليها تسمية خوارزمية مونت كارلو، نسبة إلى مقاطعة مونت كارلو في جنوب فرنسا. وتعود أولى المقالات حول نهج المحاكاة للباحث Tocher العام ١٩٦٣ والذي عدّ نهج المحاكاة بأنه "**مهارة تزيد من فهم النظام المعقد**"، أما اليوم فتعد المحاكاة من المفاهيم الواسعة والتي تغطي مساحة واسعة من المجالات العلمية والتقنية والتربوية والطبية والإدارية والاقتصادية والاجتماعية. ومن العناوين الحالية التي تنطوي تحت مظلة المحاكاة ما يأتي:

- ♦المحاكاة التصادفية Stochastic Simulation.
- ♦المحاكاة الحاسوبية Computer Simulation.

محاكاة حاسوبية – مرحلة ثانية – مادة نشاء عبدالله

♦المحاكاة الهندسية Engineering Simulation.

♦المحاكاة الطبية Medical Simulation.

♦المحاكاة العسكرية Military Simulation.

♦المحاكاة التربوية Education Simulation.

♦محاكاة الإنسان الآلي Robotics Simulation.

♦العاب محاكاتية Simulation Games.

وبخصوص المحاكاة الحاسوبية فهي محاولة للنمذجة الحاسوبية Computer Modeling لحالة افتراضية أو حالة في الحياة الواقعية بنظام معين وبحيث يمكن دراستها لمعرفة الكيفية التي يعمل بها النظام. لقد أضحت المحاكاة الحاسوبية جزءا مهما لنمذجة العديد من النماذج لأنظمة طبيعية في الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة والأنظمة البشرية والأنظمة الهندسية وشبكات الاتصالات والعلوم الإدارية والاقتصادية والاجتماعية. وهناك الآن العديد من البرامجيات الجاهزة للنمذجة المحاكاتية، فضلا عن لغات خاصة بالمحاكاة، كما أن استخدام محاكاة المونت كارلو والنمذجة التصادفية قد سهل كثيرا من استخدام المحاكاة الحاسوبية.

مسألة إبرة بفن Buffon's Needle problem :

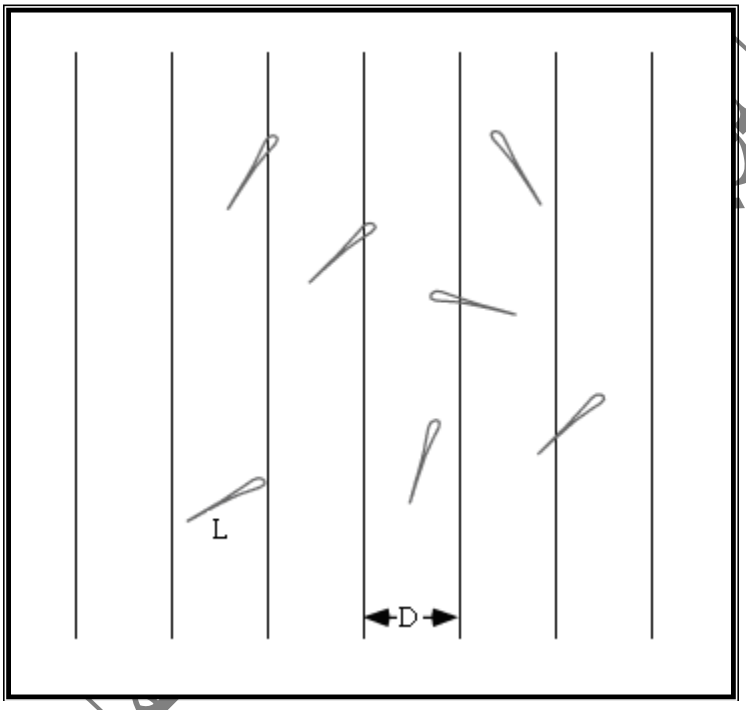
تعد مسألة إبرة بفن من المسائل التاريخية الشهيرة التي اقترحها في القرن الثامن عشر الرياضي والطبيعي الفرنسي (١٧٠٧-١٧٨٨) Comte de Buffon، وقد انبثقت فكرة المحاكاة من هذه المسألة، لذا سوف نوضحها بشئ من التفصيل.

محاكاة حاسوبية – محاضرات ألقاها: د.شذى عبدالله

.Comte de Buffon (١٧٠٧-١٧٨٨)

مسألة إبرة بفن:

لنفرض ان هناك مسطحا مستويا على خطوط مستقيمة ومتوازية وان المسافة بين كل من خطين هي D ، وان إبرة طولها L قد أسقطت على هذا السطح إسقاطاً عشوائياً، إذ أنّ L > D، (الشكل (٣-٢a)). المطلوب في هذه المسألة حساب احتمالية ان تتقاطع الإبرة مع احد هذه المستقيمات. ولصياغه المسألة يجب التفريق بين الثوابت والمتغيرات



مسألة إبرة بفن.

المتغيرات Variables:

نتعامل في حياتنا اليومية مع أشياء ثابتة وأخرى متغيرة. و**الثابت Constant** هو الذي يحمل قيمة راسخة لا تتغير ولا تتبدل بتغير الزمن أو الظروف الأخرى، كأن نقول ان الكيلوغرام يعادل ١٠٠٠ غرام، ودرجة غليان الماء المقطر عند مستوى سطح البحر ١٠٠ درجة مئوية. كذلك فان النسبة بين طول محيط أية دائرة ونصف قطرها هي كمية ثابتة يطلق عليها النسبة الثابتة ويرمز لها π وقيمتها العددية ٢٢/٧. أما **المتغير Variable** فهو العامل أو الصفة أو التعبير الذي لا يأخذ قيمة واحدة دائما ويمكن لقيمته التغيّر تبع تغيّر متغيرات أو أدلة أخرى. فلو تأملنا ما بأجسادنا من وزن وطول وعمر وخصائص فيزياوية وكيماوية نجد أنها في تغيّر. ولو تأملنا ما حولنا من ظواهر طبيعية مثل درجات حرارة ورطوبة نسبية وسرعة رياح نجد أنها في

تغير مستمر. ولو تأملنا عالمنا الذي نعيش فيه نجد أن كل شئ في تغير مستمر، كعدد السكان و أسعار السلع والمنتجات. ونود ان نشير إلى أن مصطلح **المتغير** في الرياضيات يقصد به **تعبير يمكن ان يعطي أية واحدة من مجموعة قيم**، ويرمز له عادة بحرف من الحروف اللاتينية. أما في علوم الحاسوب فيعرّف المتغير بأنه **اسمُ رمزي يرتبط بقيمة وان قيمة المرتبطة قَدْ تتغيّر**. وسيكون تعاملنا في هذا الكتاب مع كلا النوعين من المتغيرات، ففي الجوانب الرياضية ستكون متغيراتنا رياضية، وفي الجوانب البرمجية ستكون متغيراتنا حاسوبية.

ما دامت الثوابت هي حقائق راسخة لا تتغير ولا تتبدل ، لذا لا يهمنا سوى معرفة قيمها فحسب. ان ما يهمنا حتما هو المتغيرات، فيهمنا معرفة التغيرات الحاصلة في حالة الطقس، والتقلبات في الأسعار، والتغيرات في مفاصل حياتية شتى.

يمكن تصنيف المتغيرات من وجهات نظر مختلفة، وسنبين في أدناه عدداً منها:

١- من حيث الاستمرارية:

يكون المتغير إما **متقطعاً Discrete** ، إذا كان يأخذ قيما منفصلة يعبر عنها عادة بأعداد صحيحة، أو **مستمراً Continuous** إذا كان يأخذ قيما متصلة يعبر عنها عادة بأعداد متغيرات مستمرة.

٢- من حيث الحتمية:

يكون المتغير **حتمياً Deterministic** إذا كان يمكن قياسه بدقة والسيطرة علية سيطرة تامة والتنبؤ بقيمه يقيننا مؤكداً. فمثلا المتغير $Y = X^2$ هو متغير حتمي لأن قيمة Y سوف تُعرف حتما إذا عُلمت قيمة X . و يكون المتغير **غير حتمي Non- Deterministic**

(أو **تصادفياً Stochastic)** إذا كان لا يمكن قياسه بدقة ولا السيطرة علية سيطرة تامة ولا التنبؤ بقيمه يقينا، بل تنبؤاً احتمالياً. فمثلا المتغير $Y = X^2 + \varepsilon$، إذ أن ε خطأ عشوائي Random Error (أو ضوضاء Noise)، هو متغير غير حتمي لأن قيمة Y سوف لا تُعرف حتما إذا عُلمت قيمة X ، بل ممكن توقع قيمتها احتماليا باحتمالية معينة، مثلا ٩٥% أو ٩٩%. وسوف يكون تعاملنا في معظم فقرات هذا الكتاب، مع المتغيرات العشوائية.

٣- من حيث الاستقلالية:

محاكاة حاسوبية – مرحلة ثانية – مدرس المادة: أمجد عبدالله

يكون المتغير **مستقلاً Independent** (من الناحية النظرية) إذا كان لا يعتمد على متغيرات أخرى، وبخلاف ذلك يكون **معتمداً Dependent**.

محاكاة حاسوبية _ مرحلة ثانية-مدرس المادة: د.شذى عبدالله