

تتشرف كلية الدراسات العليا و كلية العلوم بدعوتكم لحضور

مناقشة أطروحة الدكتوراه

العنوان

المعادلات التفاضلية العشوائية ذات الذاكرة وتطبيقاتها في علوم البيئة والايوية

للطالبة

هبة الله جميل السكجي

المشرف

د. فتح الله علي ريحان، قسم علوم الرياضيات

كلية العلوم

المكان والزمان

11:00 صباحا

الخميس، 12 نوفمبر 2020

<https://eu.bbcollab.com/quest/9d314b86d626405482ae42078399e864>

الملخص

تستخدم المعادلات التفاضلية ذات الذاكرة (Delay Differential Equations, DDEs) على نطاق واسع في النمذجة الرياضية (Mathematical Modeling) والتنبؤات في مختلف مجالات علوم الحياة، على سبيل المثال ديناميكيات السكان (Dynamical Systems)، وعلم الأوبئة (Epidemiology)، وعلم المناعة (Immunology)، وعلم وظائف الأعضاء (Physiology)، والشبكات العصبية (Neural Networks). حيث ترتبط الذاكرة (Memory) في النماذج الرياضية للفترة الزمنية، لتمثيل بعض العمليات الخفية مثل مراحل دورة الحياة، وكذلك الوقت اللازم بين إصابة الخلية وإنتاج فيروسات جديدة، والمدة الزمنية للفترة المعدية، والفترة المناعية. والجدير بالذكر انه في المعادلات التفاضلية العادية، يتم تقييم الحالة المتغيرات (State Variables) ومشتقاتها في الوقت الآتي (Current Time) ولكن في المعادلات التفاضلية ذات الذاكرة DDEs، يعتمد تطور النظام في الوقت الآتي و على التاريخ/ الذاكرة الماضية (Memory/History). إدخال مثل هذه التأخيرات الزمنية في نموذج رياضي تفاضلي يحسن بشكل كبير ديناميكيات النموذج ومرونته لتمثيل الأنظمة المعقدة في علوم الحياة.

من المعلوم ان الظواهر الطبيعية قد تواجه بعض الاضطرابات البيئية العشوائية (Environmental Stochastic Perturbations/Noise)، مثل تأثير تغيرات الطقس ودرجات الحرارة، الرطوبة و..... إلخ إلخ، وعادة هذه الظواهر لا تتبع القوانين القطعية ولكنها تتأرجح بشكل عشوائي حول بعض القيم المتوسطة، حيث تتأرجح الكثافة السكانية و لا تصل أبداً إلى قيمة ثابتة مع تقدم الوقت. وبناءً على ذلك، نقترح في هذه الرسالة بعض النماذج الرياضية باستخدام المعادلات التفاضلية العشوائية ذات الذاكرة (SDDEs) وذلك لتمثيل ونمذجة بعض الظواهر الطبيعية في علوم البيئة و الحياة، حيث أنها توفر درجات إضافية من الواقعية مقارنةً بنظيراتها غير العشوائية (Deterministic). يمكن اعتبار المعادلات التفاضلية العشوائية ذات الذاكرة SDDEs بمثابة تعميم المعادلات التفاضلية العشوائية (Stochastic Differential Equations, SDDEs) و المعادلات التفاضلية ذات الذاكرة. حيث تقدم هذه لأطروحة دراسة موسعة عن السمات و الخصائص النوعية والكمية (Qualitative and Quantitative Features) للمعادلات التفاضلية الحتمية والعشوائية ذات الذاكرة وتطبيقاتها المهمة و المتعددة في علوم البيئة وانتشار والأوبئة.

تتكون هذه الأطروحة من ثمانية فصول، يقدم الفصل الأول مقدمة عامة للرسالة وأهمية لهذه الدراسة. ويخصص الفصل الثاني لدراسة الخصائص النوعية لأنظمة الفريسة والمفترس (Prey-Predator Systems) في حالة الصيد مع وجود تعاون بين الحيوانات المفترسة وذلك باستخدام نماذج DDEs. يتعامل الفصل الثالث مع ديناميكيات DDEs، من الفترات الزمنية المتعددة، لأنظمة الفريسة والمفترس، حيث يكون نمو كلتا الفريستين عرضة لتأثيرات Allee، وهناك منافسة مباشرة بين الأنواع ذات الفريسة التي لديها مفترس مشترك. يقدم الفصل الرابع دراسة عن ديناميكيات المعادلات التفاضلية العشوائية ذات الذاكرة SDDEs لنظام المفترس الفريسة. حيث تم التحقق من وجود وتفرد الحل الإيجابي، بالإضافة إلى التوصل لبعض الشروط الكافية لوجود وانقراض الفريسة والمفترس. الفصل الخامس مكرس لدراسة أنظمة الفريسة والمفترس ذات الأنواع الثلاثة مع وجود تعاون بين أنواع الفرائس وذلك باستخدام نماذج DDEs. حيث تبين أنه يمكن للموضوع العشوائية أن تكبح انفجار الأنواع، في حالة كونها غير محدودة في النظام الحتمي. الفصل السادس، يتناول دراسة نموذج SIRC الوبائي العشوائي مع التأخيرات الزمنية وذلك لدراسة ديناميكية انتشار فيروس كورونا-2 (COVID-19) داخل المجتمع. حيث تم استنباط الشروط اللازمة للوصول الي حالة الاستقرار وإمكانية السيطرة علي انتشار المرض. يقدم الفصل السابع دراسة الحلول العددية و التقريبية للمعادلات التفاضلية العشوائية (SDDEs) والشروط اللازمة لاستقرار الحلول التقريبية، بينما يلخص الفصل الثامن ما توصلنا إليه من اهم النتائج والاتجاهات مستقبلية للبحث.



تظهر النتائج التي توصلنا إليها، نظريًا واعدديًا، أفضلية المعادلات التفاضلية العشوائية ذات الذاكرة (SDDEs) علي غيرها من النماذج الرياضية الأخرى، حيث ان لها تأثير كبير في ديناميكيات الأنظمة البيئية والبيولوجية. كما أن لها دورًا مهمًا في التوازن والاستقرار البيئي للكائنات الحية. حيث ثبت ان وجود الضجيج الطفيف (Small Noise)، يعزز بقاء الكائنات الحية (Persisting)؛ اما في حين وجود الضجيج الكبير يمكن أن يؤدي إلى انقراض (Extinction) بعض الأنواع (some species). كما وجد ان الاضطرابات العشوائية البيئية مفيدة وجانب حتمي مؤثر علي ديناميكيات أي نظام بيئي، كما انه له دور فعال لقمع انفجار سكاني محتمل. و من ثم، استخدام المعادلات التفاضلية العشوائية ذات الذاكرة في نمذجة ديناميكيات السكان و ديناميكية و انتشار الأوبئة افضل من غيرها من النماذج الرياضية الأخرى التي تفتقد الذاكرة و الاضطرابات العشوائية.

كلمات البحث الرئيسية: تأثير Allee؛ التشعب؛ الحركة البراونية؛ نماذج وبائية؛ نماذج الفريسة والمفترس؛ SIRC؛ الاستقرار؛ التوزيع الثابت الاضطرابات العشوائية؛ التأخيرات الزمنية