Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Mosul
College of Computer Science and
Mathematics
Department of Mathematics

Derivation of Operational Matrices for Types of Horadam Polynomials for Solving a Mathematical Model of Nutrient Influence on Fungal Growth

**A Thesis Submitted to the Council of the College of
Computer Science and Mathematics
University of Mosul
as a Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Science
in
Mathematics/Computational**

by

Dilbreen Ibrahim Saleh

Supervised by

Assistant Professor

Dr. Ahmed Farooq Qasim

2022 A.D. **1444 A.H.**

Abstract

This thesis deals with developing and improving methods of polynomials in solving Mathematical modelling causing fungal diseases. The operational matrices formula was derivative of Types of Horadam polynomials (Hermite Polynomials, Chebyshev Polynomials of the first kind and Taylor Polynomials), and used for solving Mathematical model Ordinary and Partial differential equations.

Two Mathematical models have been solved to represent competition between Fungi and access to different nutrients. They are general systems that describe controlling the spread of Fungi through manipulating the nutrients available to them. The systems were solved using the aforementioned polynomials and compared with their accuracy in reaching the exact solution.

The operational matrices of derivatives of Types of Horadam polynomials, with one variable were derived and used in solving Mathematical model ordinary differential equations. In addition, the operational matrices of derivatives of Horadam Polynomials with two variable were derived and used for solving Mathematical model Partial differential equations of Nutrient Influence on Fungal Growth.

The obtained results were compared with the Adomian decomposition method for epidemiological model to show the efficiency and reliability of the proposed method which can be extended to solve a large variety of ordinary differential equations. In addition, The obtained results were compared with special exact solution for nutrient influence of fungal to show the efficiency and reliability of the proposed method which can be extended to solve a large variety of partial differential equations.

Additionally, the effect of parameters on the spread and growth of fungi was studied, after obtaining a general formula for numerical solutions for nonlinear systems, and then studying the effect of increasing or decreasing these parameters and the effect of their absence on the growth of Fungi in plants.

Additionally, the Genetic algorithm was used to find the best value of parameters $\alpha, \theta, \vartheta_j, \alpha_j, \beta_j$, in the Horadam polynomials which gave the best solutions for mathematical model and finding the values of the absolute error and mean square error, as it was found through the results that the proposed methods for the exacts solutions were found with few iterations.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
قسم الرياضيات

اشتقاق مصفوفة العوامل لأنواع من متعددات حدود Horadam لحل نموذج رياضي لتأثير المغذيات على نمو الفطريات

رسالة مقدمة
الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في
الرياضيات/حاسوبية

من قبل

دلبرين ابراهيم صالح السليفاني

بإشراف
أ.م.د. أحمد فاروق قاسم المولى

١٤٤٤ هـ ٢٠٢٢ م

المستخلص:

تهتم هذه الرسالة بتطوير و تحسين طرائق متعددات الحدود في حل النمذجة الرياضية المسببة للأمراض الفطرية. باستخدام اشتقاق مصفوفات العوامل لأنواع من متعددات حدود Horadam (Hermite, Taylor and Chebyshev Polynomials of the First Kind) في حل المعادلات التفاضلية الاعتيادية و الجزئية للنموذج الرياضي.

تم حل نموذجين رياضيين لتمثيل المنافسة بين الفطريات وامكانية الوصول الى العناصر الغذائية المتاحة، وهما انظمة عامة تصف التحكم انتشار الفطريات من خلال التلاعب بالعناصر الغذائية المتاحة لهما. حيث تم حل الانظمة باستخدام متعددات الحدود المذكورة انفا و مقارنتها مع بيان دقتها في الوصول الى الحل المضبوط.

تم اشتقاق مصفوفات العوامل لأنواع من متعددات الحدود Horadam ، مع متغير واحد واستخدامها في حل النموذج الرياضي معادلات تفاضلية اعتيادية تصف الانتشار بفعل الرياح المسببة للأمراض الفطرية في مجموعة النباتات. بالإضافة إلى ذلك ، تم اشتقاق مصفوفات العوامل لأنواع من متعددات الحدود Horadam مع متغيرين واستخدمت في حل المعادلات التفاضلية الجزئية للنموذج الرياضي الذي يصف تأثير المغذيات على نمو الفطريات.

تم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع طريقة Laplace Adomian Decomposition Method للنموذج الوبائي لإظهار كفاءة و موثوقية الطريقة المقترحة والتي يمكن توسيعها لحل مجموعة كبيرة و متنوعة من المعادلات التفاضلية الاعتيادية.

بالإضافة الى ذلك تمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع حل مضبوط خاص الذي يصف تأثير المغذيات على نمو الفطريات لإظهار كفاءة و موثوقية الطريقة المقترحة والتي يمكن توسيعها لحل مجموعة كبيرة من المعادلات التفاضلية الجزئية .

تم ايضا دمج المعادلات النموذجية عدديا لتوضيح مجموعة النتائج الناتجة عن المنافسة الفطرية ويتم وضع هذه النتائج في سياق الملاحظات التجريبية الراسخة.

بالإضافة الى ذلك تمت دراسة تأثير المعلمات على انتشار الفطريات و نموها و ذلك بعد الحصول على صيغة عامة للحلول العددية للأنظمة غير الخطية ومن ثم دراسة تأثير زيادة او تقليل هذه المعلمات وانعدامها على نمو الفطريات في النبات.

فضلا عن ذلك تم استخدام الخوارزمية الجينية في ايجاد افضل قيم للمعلمات $\alpha, \theta, \vartheta_j, \alpha_j, \beta_j$, في متعددات الحدود Horadam والتي اعطت افضل الحلول للنموذجين الرياضيين وايجاد قيم الخطأ المطلق و معدل الخطأ التربيعي حيث تبين من خلال النتائج تقارب الطرائق المقترحة للحلول المضبوطة و بتكرارات قليلة .