



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

## الحلول التحليلية و التقريبية لأنظمة المعادلات التفاضلية الجزئية غير الخطية لانتشار الفيروسات في الحاسوب

رسالة مقدمة

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

من قبل

سعدون حجي اوسف خدر

بإشراف

أ.م.د. احمد انتصار غيث احمد

## المستخلص

في هذه الرسالة تم استخدام طريقة الاتزان المتجانس (Homogenous balance method) وهي من الطرق التحليلية لإيجاد عدد من الحلول الدقيقة لنظامين من أنظمة انتشار الفيروسات وهما SEIR و SLBR اللذان يصفان انتشار و تفاعل فيروسات الحاسوب ، وكذلك تم استخدام طريقة التيمي - انصاري (TAM) وهي من الطرق التقريبية لإيجاد الحل التقريبي للنظامين المذكورين في اعلاه، تم حل النظامين بطريقة التيمي -انصاري اعتماداً على الحلول المضبوطة لطريقة الاتزان المتجانس لغرض مقارنة النتائج التقريبية مع النتائج الدقيقة لاختبار كفاءة الطريقة التقريبية وتم أخذ عدة تكرارات لغاية  $n = 3$  و اعطت نتائج جيدة. حيث تم استخدام متوسط مربع الخطأ (MSE) وأكبر خطأ مطلق (MAE) لمعرفة نسبة الخطأ في الحلول التقريبية، وأخيراً تم استخدام الخوارزمية الذكائية وهي خوارزمية أسراب الطيور PSO لتحديد افضل قيم لمعلمات التي من شأنها ان تقلل الاجهزة المصابة  $B(x, t)$  وتساهم في زيادة عدد الاجهزة السليمة  $S(x, t)$  للنظامين SEIR و SLBR ، تم توضيح كل هذا من خلال رسوم ثلاثية الأبعاد ، كما أنه تم استخدام التقنيات البرمجية في حل النظامين SEIR & SLBR الموجدين في هذه الرسالة ، تمت الاستعانة بالبرامج Maple2013 و MATLAB2014



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



# **Analytical and approximate solutions to systems of nonlinear partial differential equations for the spread of viruses in computers**

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

**by**

**Sadoon Haji Osif khather**

**Supervised by**

**Assist. Prof. Dr. Ahmed Entesar Ghitheeth Ahmed**

---

**2024 A.D.**

**1446 A.H.**

## Abstract

In this thesis, the Homogeneous Balance Method, an analytical technique, was utilized to find several exact solutions for two virus-spreading systems: SEIR and SLBR, which describe the spread and interaction of computer viruses. Additionally, the Tamimi-Ansari Method (TAM), an approximate method, was employed to find the approximate solutions for these systems. The SEIR and SLBR systems were solved using the Tamimi-Ansari Method based on the exact solutions obtained from the Homogeneous Balance Method to compare the approximate results with the exact ones, testing the efficiency of the approximation. Several iterations were performed up to  $n = 3$ , yielding satisfactory results.

The Mean Squared Error (MSE) and Maximum Absolute Error (MAE) were used to measure the accuracy of the approximate solutions. Finally, the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm, an intelligent algorithm, was applied to determine the optimal values for parameters that would minimize the number of infected devices  $B(x,t)$  and increase the number of healthy devices  $S(x,t)$  in both the SEIR and SLBR systems. All findings were illustrated using three-dimensional plots. Furthermore, software techniques were employed to solve the SEIR and SLBR systems in this study, using Maple2013 and MATLAB2014.