# المستخلص

على الرغم من التقدم في تكنولوجيا برامج الحماية مثل برامج مكافحة الفيروسات والجدران النارية في القضاء على البرامج الضارة ، إلا أن هذه التقنيات ليست فعالة دائمًا ضد البرامج الضارة الجديدة .وبالتالي تعد محاولات فهم ديناميكيات انتشار البرامج الضارة للكمبيوتر أمرا أساسيًا لزيادة السلامة والموثوقية في مشكلة الكمبيوتر والشبكات .في هذه الأطروحة ، قمنا ببناء وتحليل أربعة نماذج رياضية في شكل معادلات تفاضلية عادية من أجل فحص ديناميكية البرامج الضارة للكمبيوتر.
تسعى الأطروحة إلى الحصول على نظرة ثاقبة بشأن الاستراتيجيات الناجحة لإزالة أو احتواء انتشار البرامج الضارة إلى مستوى مقبول .أولاً ، قمنا ببناء نموذج رياضي لدراسة تأثيرالوسائط القابلة للإزالة على شبكة تحتوي على أجهزة كمبيوتر ذات مناعة غير متجانسة.

يصف النموذج الديناميكيات بين أجهزة الكمبيوتر الضعيفة القابلة للإصابة والقوية ومع الوسائط القابلة للإزالة بنوعينها القابلة للاصابة والمصابة .حصلنا على نقطتي اتزان من التحليلات العددية للنموذج :خالية من البرامج الضارة والمستوطنة .علاوة على ذلك ، حققنا في الاستقرار المحلي والعالمي لكلا النقطتين .تعتمد ظروف وجود واستقرار نقاط التوازن بشكل للنموذج .بالإضافة الى ذلك أجرينا عمليات محاكاة $R0$ أساسي على رقم التكاثر الأساسي عددية لإثبات النتائج التحليلية .أيضا ، أجرينا تحليل الحساسية لفحص المتغيرات الهامة التي تمكننا من الحصول على استراتيجيات للسيطرة على تبديد البرامج الضارة.

ثم بحثنا في تأثير أجهزة الكمبيوتر غير المتصلة بالشبكة والوسائط القابلة للإزالة على البرامج الضارة المنتشرة على شبكة ذات مناعة غير متجانسة .كشفنا بواسطة التحليل النظري عن وجود نقطة اتزان مستوطنة وحيدة مستقرة محليًا وعالميًا بشكل مقارب بدون معايير .تشير هذه النتيجة إلى أنه من غير الممكن التخلص من البرامج الضارة .لذلك أجرينا تحليل الحساسية للحصول على مزيد من الإحصاءات حول تأثير المتغيرات على انتشار البرامج الضارة

# Abstract

Despite the advances of protective software technology such as antivirus and firewalls in eliminating viruses, these techniques are not always effective against new viruses. Thus, attempts to understand the dynamics of computer viruses propagation is an essential matter to increase the safety and reliability in computer networks. In this thesis, we construct and analyze four mathematical models in the form of ordinary differential equations in order to examine the dynamics of computer viruses.

The thesis seeks to gain insight on which strategies are successful in removing or containing the virus prevalence to an acceptable level. First, we build a mathematical model to study the impact of external removable devices on a network with heterogeneous immunity computers (model 1). The model describes the dynamics between weak, strong, infected computers and susceptible, infected removable media. Analytical investigations of the model produce two equilibrium points: virus-free and endemic. Moreover, the local and global stabilities of both equilibria are investigated. The existence and stability conditions of the equilibrium points depend primarily on the basic reproduction number ($R_0$) of the model. Furthermore, numerical simulations to substantiate the analytical results are performed. Also, sensitivity analysis is carried out to examine critical parameters that lead to strategies to control the dissipation of viruses.

Then, we investigate the impact of external computers and removable devices on virus spread in a heterogeneous immunity network (model 2). Theoretical analysis reveals the existence of a unique viral equilibrium that is locally and globally asymptotically stable with no criteria. This result implies that efforts to eliminate viruses are not possible. Therefore, sensitivity analysis is performed to have more insight on parameters impact on virus prevalence. Consequently, strategies are suggested to contain virus spread to an acceptable level. Lastly, numerical simulations are executed to rationalize the analytical results.

Finally, the influence of two types of isolations on virus propagation within a computer network is studied. Model 3 proposes the network quarantine strategy, where infected computers are entirely disconnected from the network. As for model 4, the control strategy is the antivirus software quarantine, where infected _les in a computer are contained in an isolation folder. Both models consider the aspect of weak and strong immunization of computers in a network. Analytical examinations produced a virus-free equilibrium and an endemic equilibrium for each model. It has been observed that the quarantine reproduction number ($R_q$) plays an essential role in the existence and stability of the equilibrium points. Furthermore, numerical simulations are accomplished to substantiate the qualitative results. Finally, a sensitivity analysis is executed to specify the dominant parameters on ($R_q$).