النمذجة الرياضية المعتمدة علي أنظمة فيليبوف لمكافحة الآفات

إعداد

دعاء محمود فوزى عبد الحميد

رسالة علمية مقدمة إلى المدرسة التخصصية للدراسات العليا

معهد العلوم الأساسية والتطبيقية

الجامعة المصرية اليابانية للعلوم والتكنولوجيا

كاستيفاء جزئي لمتطلبات الحصول على درجة ماجستير العلوم

فى

الرياضيات التطبيقية والحسابية

مايو 2024

الملخص العربي

المكافحة الفعالة للأمراض التي ينقلها البعوض تتطلب استراتيجيات مبتكرة مثل إطلاق الحشرات العقيمة sterile insect technique (SIT) أو إطلاق الحشرات غير المتوافقة incompatible insect technique (IIT) أو رش المبيدات الحشرية بهدف تقليل أو القضاء على أعداد البعوض البري. في الدراسات السابقة تم استخدم المعادلات التفاضلية العادية لنمذجة طرق مكافحة البعوض. تفترض هذه النماذج الاطلاق المستمر لها، وهذا يؤدي إلى زيادة التكاليف. في هذه الرسالة قدمنا نموذجين وهما نظام فيليبوف للحشرات العقيمة Filippov SIT ونظام فيليبوف للحشرات غير المتوافقة Filippov IIT لمكافحة البعوض.

في النموذج الأول، تم افتراض إطلاق البعوض العقيم عندما تتجاوز الكثافة السكانية للبعوض البري عتبة محددة. تُشير النتائج الرئيسية التي توصلنا إليها إلى أن خفض قيمة تلك العتبة إلى المستوى المناسب يمكن أن يعزز من فعالية مكافحة الحشرات البرية. وهذا يسلط الضوء على الفوائد الاقتصادية المترتبة على استخدام تقنية الحشرات العقيمة مع التحكم بسياسة العتبة لمنع انتشار الحشرات الحاملة للأمراض وفي ذات الوقت تعزيز النتائج الاقتصادية. على الرغم من فاعلية تقنية الحشرات العقيمة إلا أنها عليها بعض القيود حيث إنها لا يمكنها أن تتكاثر في البيئة، مما يتطلب إنتاجها في المختبرات بتكلفة عالية. للتغلب على هذه القيود قد قمنا باقتراح نموذج ثانٍ Filippov IIT.

في النموذج الثاني، يتم مكافحة البعوض البري باستخدام استراتيجيات مكافحة بيولوجية وكيميائية. تشمل الاستراتيجية البيولوجية إطلاق ذكور البعوض المصابة ببكتيريا Wolbachia، لما لديها من مزايا مثل العمر القصير والقدرة على حجب بعض الأمراض لدى الإنسان. بينما الاستراتيجية الكيميائية يتم تطبيقها عن طريق الرش المعتدل للمبيدات الحشرية ومبيدات اليرقات لتسريع عملية المكافحة. يوفر نموذجنا فوائد اقتصادية نظرًا لعدم تطبيق استراتيجيات المكافحة بشكل مستمر، كما أنه يوفر فوائد بيئية من خلال تقليل الاعتماد على الاستراتيجيات الكيميائية، ودمجها مع الاستراتيجيات البيولوجية. تؤكد النتائج الرئيسية على فعالية نموذج Filippov IIT واستدامته في تقليل كثافة اليرقات والبعوض البري البالغ بكفاءة، وتوضح تأثير قيم العتبات المختلفة بشكل كبير على نتائج تلك المكافحة.