



THE BASICS OF AGENT-BASED MODELLING (ABM)

Frederique de Groen
Deltares

IHE
DELFT

Deltares



Excerpts from slides prepared for Water, Peace and Security tailor-made capacity development activities in Iraq. Please attribute authors when using materials.

The basics of Agent-Based Modelling (ABM)

أساسيات النمذجة القائمة على الوكيل (ABM)

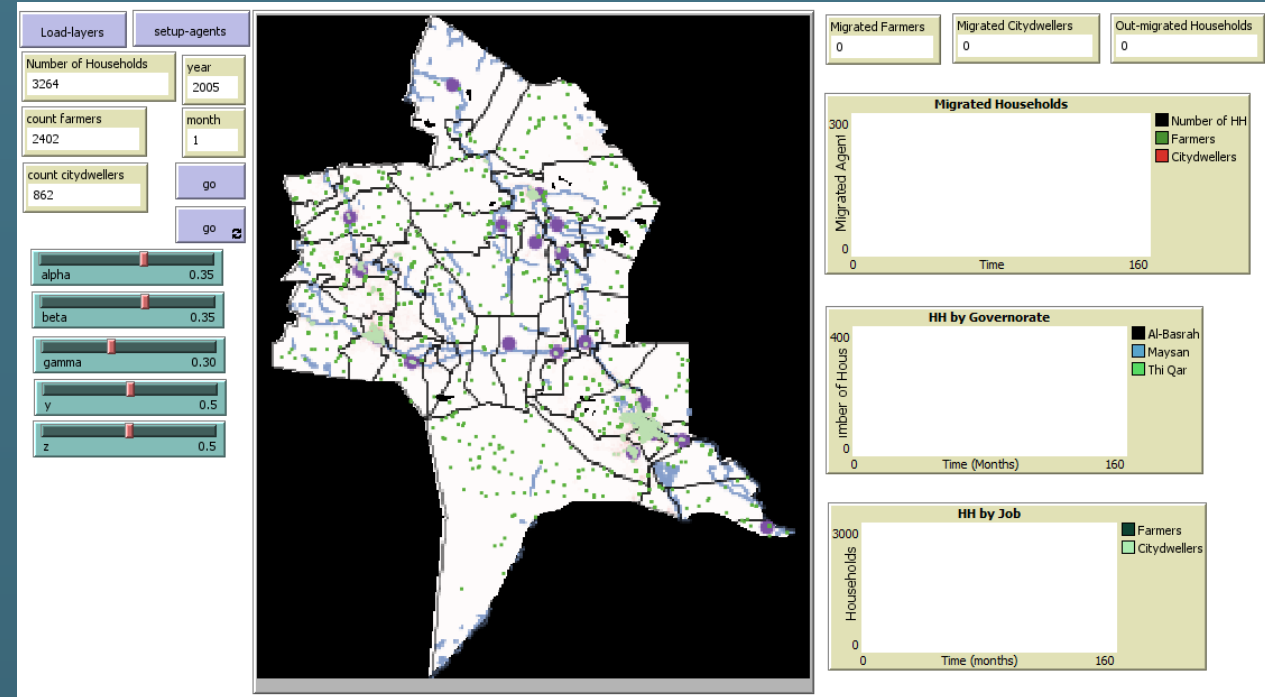
Real world

العالم الحقيقي



Agent-based model

النموذج القائم على الوكيل



What is an agent-based model according to you?

- A) Method to explore complex systems
- B) A way to simulate human-environmental interactions
- C) Method to simulate the behavior of individual agents (e.g. humans) to explore the impact on the system as a whole
- D) No idea

ما هو النموذج القائم على الوكيل بالنسبة لك؟

- أ) طريقة لاستكشاف الأنظمة المعقدة
- ب) طريقة لمحاكاة التفاعلات بين الإنسان والبيئة
- ج) طريقة لمحاكاة سلوك الوكلاء الفرديين (مثل البشر) لاستكشاف التأثير على النظام ككل
- د) لا فكرة

استخدم الدردشة للرد!

→ Use the chat to answer!

What is a simulation?

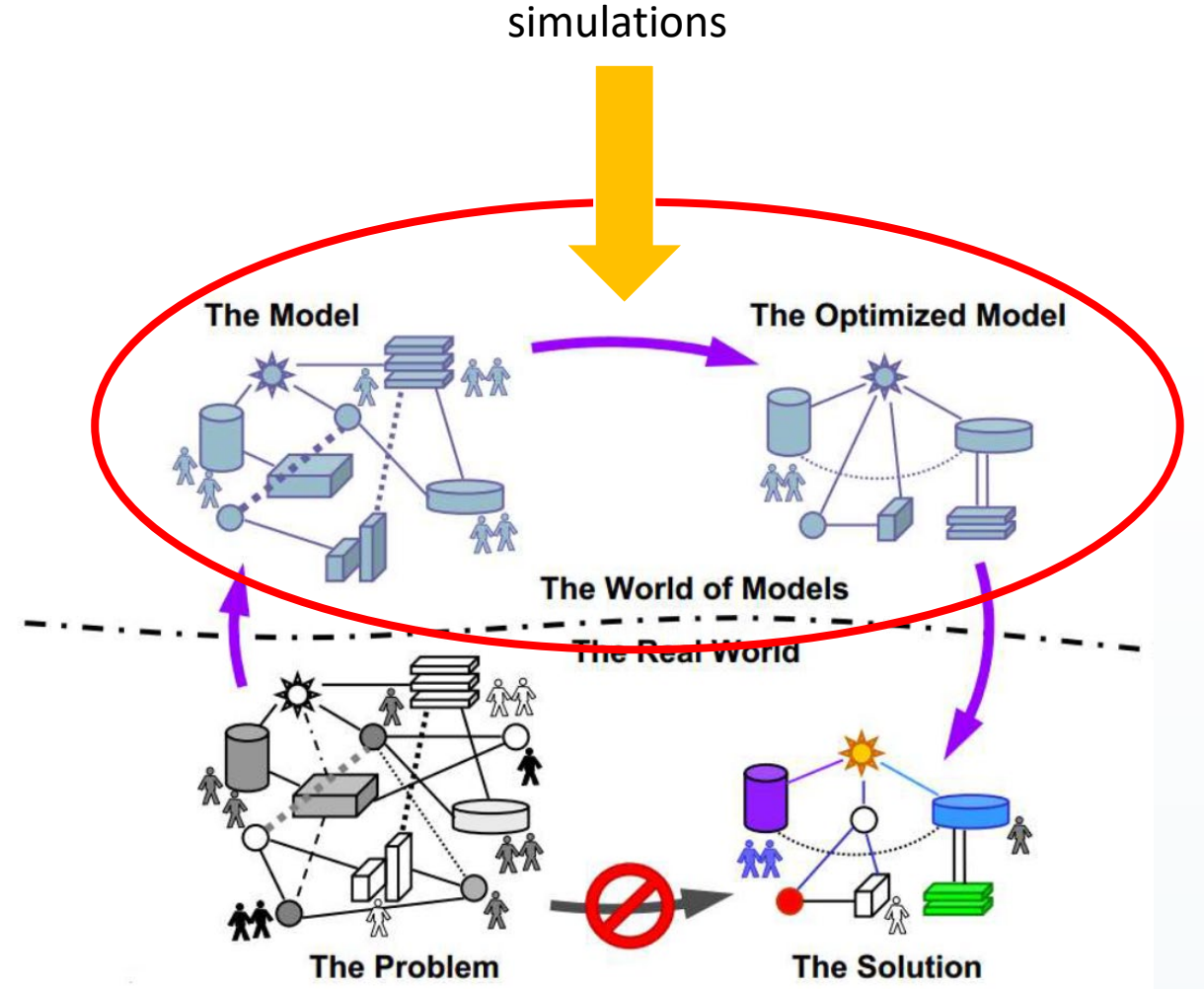
ما هي المحاكاة؟

- The process of using a model to study the behaviour and performance of an actual or theoretical system
- Model aims to be true to the system it represents
- Explore states that would not be possible in the original system

عملية استخدام نموذج لدراسة سلوك وأداء نظام
فعلي أو نظري

يهدف النموذج إلى أن يكون صادقًا مع النظام الذي
يمثله

استكشف الدول التي لن تكون ممكنة في النظام
الأصلي



Maria, A. (1997). Introduction to modeling and simulation. In Proceedings of the 29th conference on winter simulation.

What is agent-based modelling?

ما هي النمذجة القائمة على الوكيل؟

- Tool to simulate **complex (adaptive) systems**
- These are composed of many **interacting parts** that adapt and evolve over time (environment, economy and social system)
- From this interaction, without any global plans, **organized behaviour emerges** (collective behaviours, extensive spatial patterns, etc.)
- *We model the **individual agents**, of which the system is the result of their (inter)actions*

أداة لمحاكاة الأنظمة المعقدة (التكيفية)

تتكون هذه من العديد من الأجزاء المتفاعلة التي تتكيف وتتطور بمرور الوقت (البيئة والاقتصاد والنظام الاجتماعي)

من هذا التفاعل ، بدون أي خطط عالمية ، ينشأ سلوك منظم (سلوكيات جماعية ، أنماط مكانية واسعة النطاق ، إلخ).

نقوم بنمذجة الوكلاء الفرديين ، حيث يكون النظام نتيجة لأفعالهم (المتداخلة)

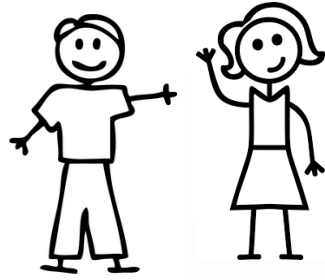
What is an agent?

ما هو الوكيل؟



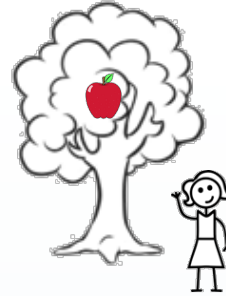
An agent..

..عمل



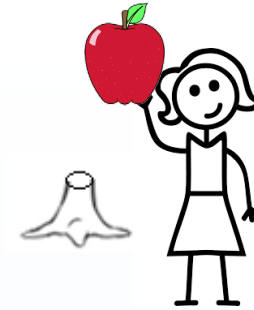
**..interacts with
other agents..**

.. يتفاعل مع
عوامل أخرى ..



**..which interacts with
its environment..**

.. التي تتفاعل مع
بيئتها ..



**..making
autonomous decisions.**

.. اتخاذ قرارات مستقلة.

Agents have their own (heterogenous) **behaviour, memory, actions and interactions.**

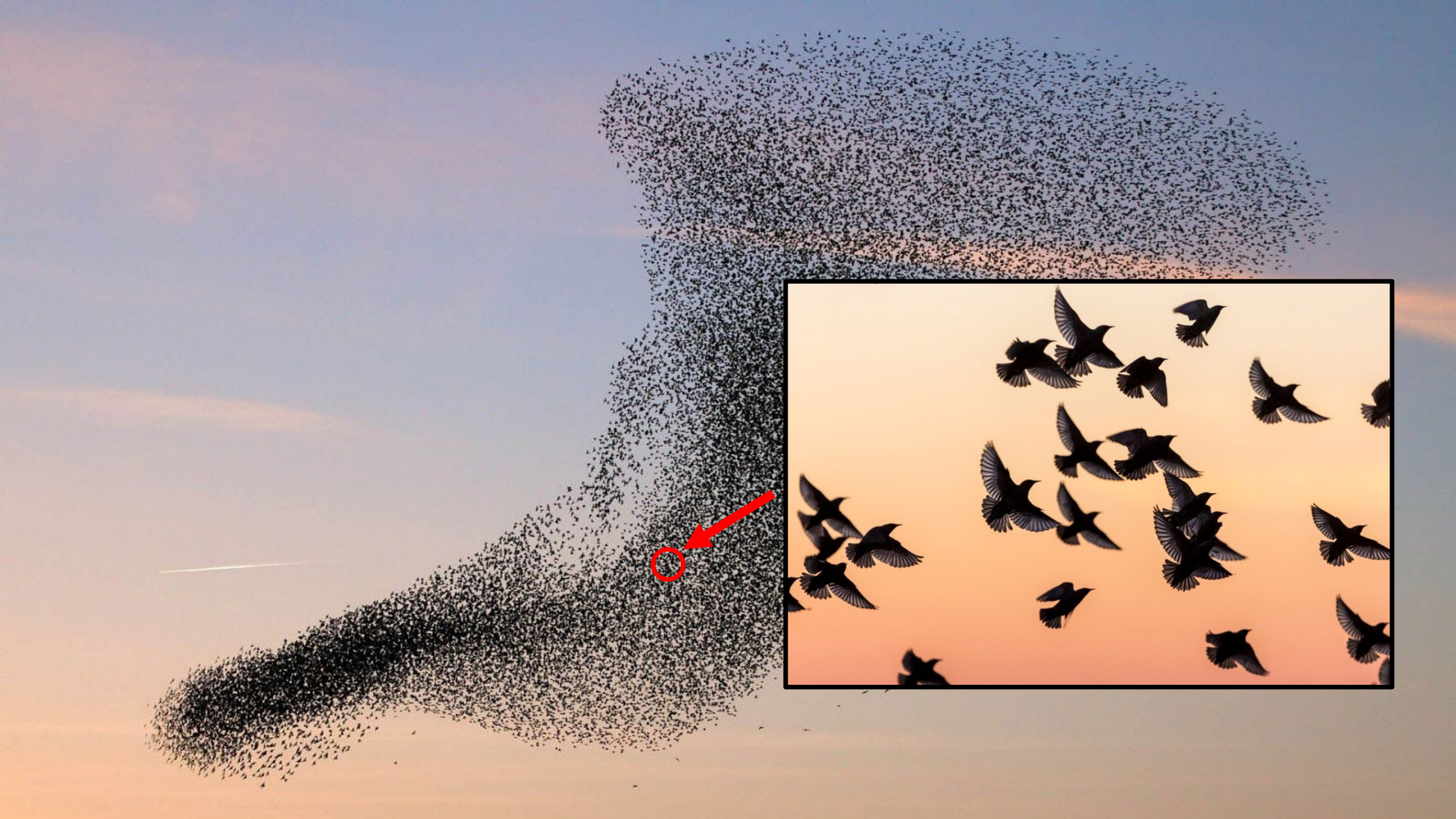
للكلاء سلوكهم (غير المتجانس) وذاكرتهم وأفعالهم وتفاعلاتهم.

Interconnectedness and interactions

الترايط والتفاعلات

- Individuals are connected and affect each other's decision

يرتبط الأفراد ببعضهم البعض ويؤثرون على قرار بعضهم البعض



Key characteristics ABM

الخصائص الرئيسية ABM

Heterogeneity: Considers heterogeneity among agents (and their behavior)

عدم التجانس: يعتبر عدم التجانس بين الوكلاء (وسلوكلهم)

Complex but local interactions: Set-up mostly bottom-up, non-linearity in interactions

التفاعلات المعقدة ولكن المحلية: الإعداد في الغالب من أسفل إلى أعلى ، وغير الخطي في التفاعلات

Rich environments: Social networks or geographical systems

البيئات الغنية: الشبكات الاجتماعية أو الأنظمة الجغرافية

Time: Development of behavior over time

الوقت: تطوير السلوك بمرور الوقت

Adaptation: Agents take their past into account, considers feedbacks

التكيف: يأخذ الوكلاء ماضيهم في الاعتبار ، ويأخذون في الاعتبار التعليقات

Use of ABM

استخدام ABM

Description

ABM is a (simplified) description of a real-world system

وصف

هو وصف (مبسط) لنظام العالم الحقيقي ABM

Explanation

ABM provides an explanation of potential underlying phenomena that control a system

تفسير

شرحًا للظواهر الكامنة الكامنة التي تتحكم في ABM تقدم النظام

Exploration (of measures)

ABMs can be run repeatedly under different conditions to observe the *bandwidth of impacts*

استكشاف (التدابير)

بشكل متكرر في ظل ظروف مختلفة ABM يمكن تشغيل لمراقبة النطاق الترددي للتأثيرات

Education

ABMs help to communicate results to others and collect knowledge

تعليم

على توصيل النتائج للآخرين وجمع المعرفة ABM تساعد

Use of ABM

استخدام ABM

Touchstone

ABMs create common language (between disciplines)

تاتشستون

لغة مشتركة (متعددة التخصصات) ABM يخلق

Thought experiments

ABMs can explore phenomena that may not exist in the real world

تجارب الفكر

استكشاف الظواهر التي قد لا ABM تستطيع
توجد في العالم الحقيقي

Prediction

ABMs can explore future scenarios and (only if well-validated) can be used for prediction

تنبؤ

استكشاف السيناريوهات المستقبلية ABM يمكن لـ
ويمكن استخدامها (فقط إذا تم التحقق من صحتها
جيداً) للتنبؤ

Usage in our field (some examples)

الاستخدام في مجالنا (بعض الأمثلة)

- Adaptation of people to droughts, salt water intrusion, peak rainfall, floods
 - migration decisions
 - impact of policy instruments
- Responses of governments to contamination of rivers
- Immediate responses to flooding (e.g. evacuation routes)

تكيف الناس مع الجفاف ، تسرب المياه
المالحة ، ذروة هطول الأمطار ،
الفيضانات

قرارات الهجرة

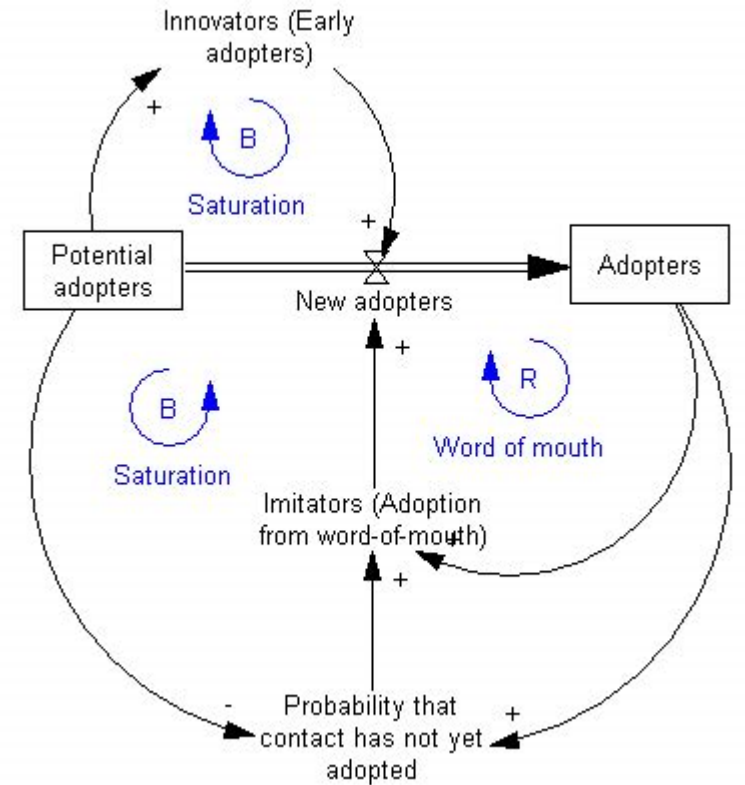
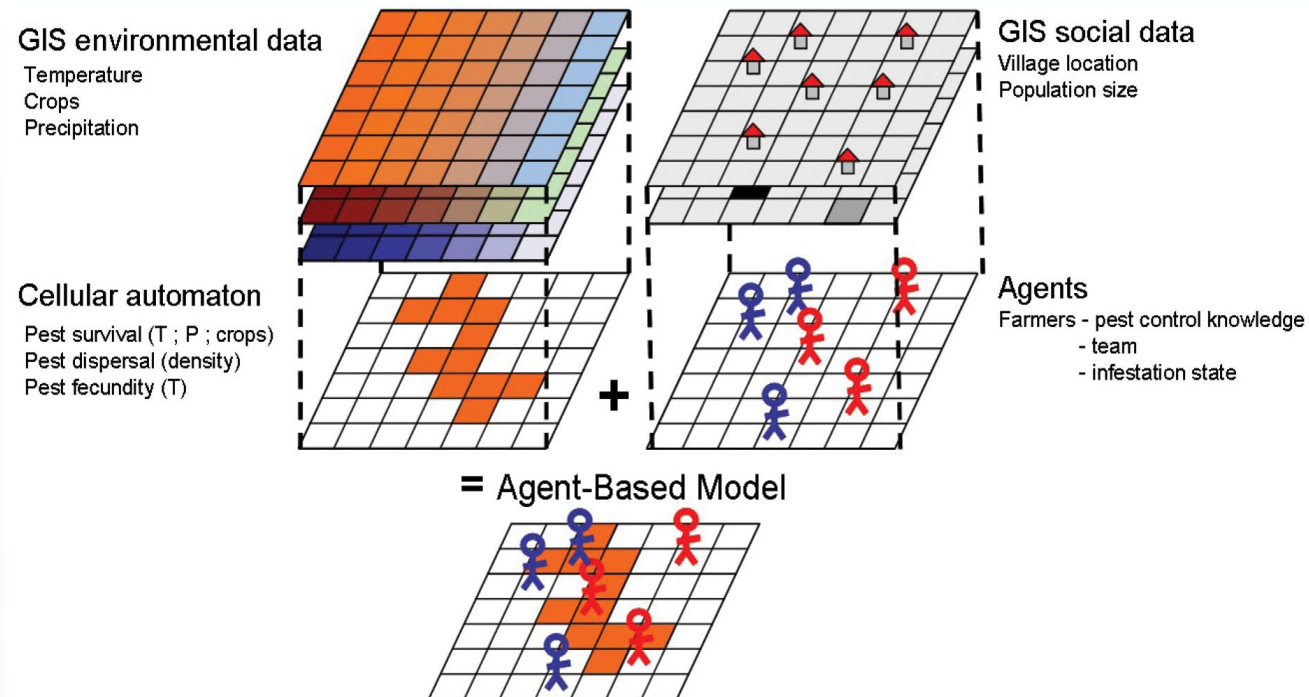
تأثير أدوات السياسة

ردود الحكومات على تلوث الأنهار

استجابات فورية للفيضانات (مثل طرق
الإخلاء)

ABM vs System dynamics

مقابل ديناميكيات النظام ABM



Benefits & Drawbacks of ABM

ABM مزایا و عيوب

Benefits	Drawbacks
Better understanding the relationship between the environment, social and economic system.	Local social system knowledge is required. Not always possible to collect this knowledge according to the safety situation or budget.
Quantifying and visualizing impacts of different drivers, pressures and policies on the social and economic system.	As in every model: Rubbish in is rubbish out.
Good communication tool, which can be used in workshop settings.	Not all behavior is well-understood and can be captured in modelling rules.
Potential to assess long-term impacts of policies.	Calibration is an iterative process taking time.
Allows spatial analyses and can therefore also easily be coupled to e.g. hydrological models.	Running a complex ABM requires substantial computing power.
Potential to assess different socio-economic scenarios and potential social tipping points.	Data for validation is limited, which results in needing expert validation.
Considering non-rational behavior of people, providing more realistic results than standard economic models.	
Allows assessment of the effectiveness of policy instruments, such as subsidies and water pricing.	

Benefits & Drawbacks of ABM

ABM مزاياء وعيوب



Better understanding the relationship between the environment, social and economic system and ability to test measures.



Very time-consuming, and not all behavior is well-understood and can be captured in modelling rules.



فهم أفضل للعلاقة بين البيئة والنظام الاجتماعي والاقتصادي والقدرة على اختبار التدابير.



تستغرق وقتاً طويلاً للغاية ، وليس كل السلوك مفهومة جيداً ويمكن التقاطها في قواعد النمذجة.

ABM in WPS Iraq

العراق WPS في ABM

Why?

- To support the analysis of the links between the water and the societal system
- Focus on migration as one of the key-factors in water-related conflict analysis

What?

- Representation of the mechanism of how factors influence water-related migration

لماذا؟

لدعم تحليل الروابط بين الماء والنظام
المجتمعي

التركيز على الهجرة كأحد العوامل الرئيسية
في تحليل النزاعات المتعلقة بالمياه

ماذا؟

تمثيل آلية كيفية تأثير العوامل على الهجرة
المرتبطة بالمياه

Stakeholders

Understanding water-society dynamics

Visualizing current situation
Future scenarios
Impacts of action

Models and data to fill/refine
the dashboard



Questions?
أسئلة؟