# تطور نمط الآفات واستخدامها

# DEVELOPMENT AND USE OF PEST MODELS


**A. P. Gutierrez**

Division of Biological Control — **قسم المكافحة الحيوية**

University of California, Berkeley, California — جامعة كاليفورنيا - بيركلى - كاليفورنيا

**L. T. Wilson**

Department of Entomology — **قسم الحشرات**

University of California, Davis, California — جامعة كاليفورنيا - ديفز - كاليفورنيا



| | |
|---|---|
| Historieal Overview | خلفية تاريخية |
| Developing a Time-Varying Life Table Model | تطوير نمط لجدول الحياة ذى الزمن المتغير |
| Model Selection | اختيار النمط |
| Intrinsic Demographic Parameters | دالات الإحداثيات البيانية التوضيحية |
| Density-Dependent Relationships | الكثافة - الروابط المتكافلة |
| Physical Factors | العوامل الفيزيقية |
| Model Validation | صلاحية النمط |
| Management Models | إدارة الأنماط |
| Linkage of Pest Pepulation Models to the Cotton Model | الربط بين الأنماط العشائرية للآفة ونمط القطن |
| Field Applications | التطبيقات الحقلية |
| Discussion | مناقشة |
| References | المراجع |

فى هذا الباب سوف نضع الخطوط العريضة لمخطط تنميط الآفات المستخدم في مشروع المكافحة المستنيرة لآفات القطن وغيره من المحاصيل الأخرى . والمكافحة المستنيرة أو المتكاملة للآفة ما هى إلا نظام تطبيقى لبيئة العشيرة . والتنميط والأنماط التحليلية الأخرى فى المكافحة المتكاملة هى أشبه ما يكون بالنظام التقليدى لبيئة العشائر . وتنمو جميع عشائر الكائنات الحية ، وتتزايد عندما تكون نسب الولادة والاستيطان أعظم درجة من نسب الموت والهجرة والعكس بالعكس ، والمشكلة الرئيسية فى بيئة العشائر والمكافحة المتكاملة هى فى البحث عن سبب تغير هذه النسب فى فترة زمنية معينة ، وتتابع هذا التغير وماله من أثر على ديناميكية عشائر الآفات والنباتات العائلة والأعداء الطبيعية . والتعقيد الذى يحدث حتى فى أبسط النظم يكون له أثره الكبير على تطوير «الأنماط المحققة للعشائر» من أى نوع يوجد فى الطبيعة ، وكما لخصها Neil Gilbert أن جهلنا بالرياضيات ليس هو المعوق لنا ، ولكن جهلنا بالأحداث التى تتم فى الحقل هو المعوق .

وإلى درجة كبيرة ، ما تزال هذه الحقيقة . ولكن - حتى مع الحصول على المعلومات السليمة - فإن الرياضيات لم تتطور حتى الآن التطور الكافى ، الذى يمكننا من استخدام معلوماتنا استخدامًا تامًا . وفى سنة ١٩٨١ صنَّف Oster الأنماط تحت غطاء نظرية عامة ( GT ) ، أو كظاهرة عامة ونظرية خاصة للأنماط ( ST ) فالأنماط لا تبحث فى تفسير للبيانات العلمية . ولكن الأنماط فى هذه النظرية الخاصة ( ST ) - يجرى تصميمها من أجل الإجابة عن أسئلة خاصة ، وفى كلمات لاستر :

«من الملاحظ أن معظم الإيكولوجيين (علماء البيئة) ولوقت طويل قد حملوا هذه المعادلات ( GT ) محمل الجد كما لو كانت تخبأ تحتها أسرارًا وحقائق ضخمة عن الطبيعة . ولكن مما يعيب هذه الأوراق البحثية ، هو أنها كانت فى الغالب رياضية ، وأن الحقائق التى تحتوى عليها غالبًا ما تكون مجازية ، وقد قام جلبرت وأخرون ( Gilbert *et al* عام ١٩٧٦ ) بتوضيح هذه العبارة ، وفيما بعد قرَّر Oster أن هذا الاتجاه هو تعزيز لنظرية الأنماط الخاصة ( ST ) ، وتتيح الاستفادة من نتائج التجارب العلمية ؛ فالأسس الرئيسية لعلم البيئة (الإيكولوجى) سوف تؤكد نفسها بعد إجراء التجارب على كثير من الأمثلة والحالات الخاصة» . وقام أيضًا جلبرت وأخرون سنة ١٩٧٦ بتوضيح هذه النقطة فى وقت سابق ، وكذلك فعل Wang و Gutierrez عام ١٩٨٠ .

ويقرر علماء البيئة أن الأنظمة الزراعية هى أكثر بساطة من الأنظمة الطبيعية ( May عام ١٩٨٢ ) . ولكن أثبتت خبرتنا أن ذلك ليس صحيحًا بالضرورة ، وعلى سبيل المثال . .

فإن Ellington وآخرين عام ١٩٨٤ ) قد قاموا بتصنيف أكثر من ٩٥ من الآفات التابعة لمفصليات الأرجل ومسببات الأمراض والحشائش الموجودة فى حقول القطن . وعليه . . فإن التحليل يمكن أن يكون متساويًا إن لم يكن أكثر صعوبة . وذلك بسبب ما أشار إليه Strong سنة ١٩٨٣ من أن أنماط المكافحة المتكاملة IPM تحتاج إلى اختبارها ، ليس فقط ضد هذه النظرية ، ولكن أيضًا ضد العالم الحقيقى . ولا يمكن أن تأخذ الأنماط النظرية التى صممها May وآخرون سنة ١٩٨٢ إلا جانبًا صغيرًا من المكافحة المتكاملة IPM ، وعليه . . فإننا لن نشير إليه هنا بالتفصيل .

وفى هذا الباب خاصة ، سوف نضع الخطوط الخارجية للتقدم الذى حدث بالنسبة للقطن حتى الآن ، وذلك فى صورة خطوط عريضة لدراسة ديناميكية العشائر لعدد من أنواع الآفات وتأثيرها على نمو المحصول وعائده ، وكذلك تأثير الأعداء الحيوية على كبح جماح هذه الآفات وتطور استراتيجيات الإدارة لتقليل الأضرار التى تحدثها هذه الآفات إلى الحدود الدنيا . وفى الباب الثالث وضعنا إطارًا نظريًا لاختيار نمو المحصول وازدهاره ، وذلك من وجهة نظرية حيوية اقتصادية ، وفى هذا الباب تم وضع أطر النظريات الأساسية لديموجرافية النبات والحيوان ، التى يمكن استخدامها فى برامج المكافحة المكافحة ( مثل ما ذكره كل من Leslie ، و Von Foerster عام ١٩٥٩ ، و Manetsch عام ١٩٧٦ ، Abkin ، وWolf عام ١٩٧٦ ، و Gutierrez و Wang عام ١٩٧٦ ، و Wang وآخرين عام ١٩٧٧ ، Butienez ، و Baumgaeriner عام ١٩٨٤ a ) وفى هذا الباب سوف نقوم بالبناء على هذا الإطار ، فضلاً عن التوسع فى استخدام الأنماط الخاصة بعشائر الآفات والأعداء الحيوية ، وصلتها بعضها ببعض وبالنبات .

## خلفية تاريخية Historical Overview :

إن العمل الذى أجراه «هوغز» Hughes عام ١٩٦٣ على نظام من الكرنب ، كان من أهم الأعمال الرائدة التى وضعت حجر الأساس لطريقتنا فى التنميط ؛ فقد قدم Hughes صلب جدول الحياة ذات الزمن المتغير ( TVLT ) ، الذى يحتوى لا على العمر الخاص فحسب بل أيضًا على الزمن المتغير لدرجات الولادة والموت وتركيب العمر والعمر الفسيولوچى والزمن ، والتى دخلت جميعًا فى نمط موحد . انظر ( Southweod عام ١٩٧٨ ، و Gutierrez و Wang عام ١٩٧٦ ) وهذا النمط كان نمطًا موحدًا ، يتمثل فيه

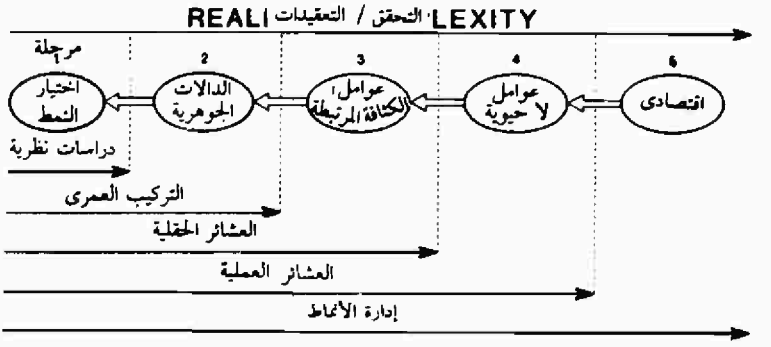
جميع أنماط جداول الحياة السابقة ، والتى كانت تحتوى على أوصاف استاتيكية كثيرة لدرجات الولادة والموت للأفراد ، خلال فصل واحد أو عدة فصول ( Morris ، و Vailey وآخرون عام ١٩٧٣ ) . ولقد كان نمط Hughes مبنيًا على أساس فرض أن العشائر الحشرية السريعة النمو تصل إلى درجة انتشار ثابتة فى الحقل فى عمر معين ، انظر أيضًا ( Carey عام ١٩٨١ ) ، وهذا الفرض كما نعرفه الآن ما هو إلا استثناء وليس بقاعدة عامة ، وذلك يرجع إلى العوامل الخاصة التى تحدث تباينًا فى أزمان العمر . ولقد ابتكر كل من Hughes و Gilbert سنة ١٩٦٨ ، النمط الأول الصالح للاستعمال بواسطة الحاسوب ، والذى أرسى القواعد لجدول حياة ذات زمن متغير . وحول الحياة ذات الزمن المتغير ( TVLT ) هو أساس عملنا ، وعلى أساس من أهدافه الرئيسية ، قمنا بتشكيل التركيب الرياضى ، وقام Gutierrez ، و Wang عام ١٩٧٦ ، Wang وآخرون ١٩٧٧ ، و Curry وآخرون ١٩٧٨ ) بتصميم العناصر المتبادلة للأجزاء المكونة له مثل الطلب والإمداد ، عن Gutierrez وآخرين ١٩٧٥ . ولإضافة تفصيلات فسيولوجية إلى جميع المستويات الغذائية ( Gutierrez و Boumgaerther عام ١٩٨٤ a ) ومثل هذه الأنماط الزائفة تسقط من خلال تحليل الأنظمة . وعلى العموم . . فإننا نشعر أن هذه الطريقة هى أكثر نجاحًا من نظم جداول الحياة السابقة ؛ لأنه فى هذه الطريقة يجرى الربط بين كل من العمل فى المختبر ، والعمل فى الحقل من خلال نمط ، لتطور المطبق ، ويكون التركيز على تجميع البيانات العلمية من أجل اكتشاف العلاقات الإيكولوجية التى تحكم عمليات الولادة والموت فى العشائر الموجودة فى الحقل ( Glibert وآخرون عام ١٩٧٦ ) . وعلى الرغم من أهمية الرياضيات . . فإنها تكون تافهة على المستويات الرياضية ؛ إذ هى ليست إلا أداة لتسهيل تحليلاتنا . وقد قام Getz و Gutierrez سنة ١٩٨٢ بتجميع المراجع الخاصة بتاريخ وتطور جداول الحياة ذات الزمن المتغير TVLT ، فضلاً عن كثير من التطبيقات فى هذا الاتجاه .

## تطوير نمط لجدول الحياة ذات الزمن المتغير

## Developing A Time-Varying Life Table Model

### اختيار النمط Model Selection :

يوضح شكل ( 1-4 ) مستويات من النمط المتطور ، الذى استعمل فى مشروعاتنا . ويمثل مستوى 1 اختيار النمط ، والنمط المبسط المبين فى شكل ( A 2-4 ) يبين أن حجم العشيرة ( N ) باستثناء التركيب العمرى فى الزمن E - قد حدد بواسطة الكثافة التابعة ( الأسهم المنقطة ) . والفيوض الداخلية الخالصة (الولادات والاستيطان) والفيوض الخارجية (الموت والهجرة) وهى التى تتحكم فى إنقاص أو زيادة نمو العشيرة ( أنماط Lotka - Volterra ) .




شكل ( 1-4 ) : مراحل تطور العشيرة .

وهذا النمط يمكن كتابته كما يلى :

$$dN/dt = [\,(B(N) + I(N) - E(N) - D(N)]N$$
$$= r(N)N \qquad (4\text{-}1)$$

حيث إن D, E, I, B هى الكثافة الناشئة عن الولادة والاستيطان والهجرة ودرجات الوفاة بالتعاقب ودرجة النمو الخالص للعشيرة هو r(N) . والحلول لهذه الأنماط البسيطة الأخرى موجودة فى أى كتاب أساسى للبيئة ، والأنماط التى ذكرت هنا ، ذكرت فقط

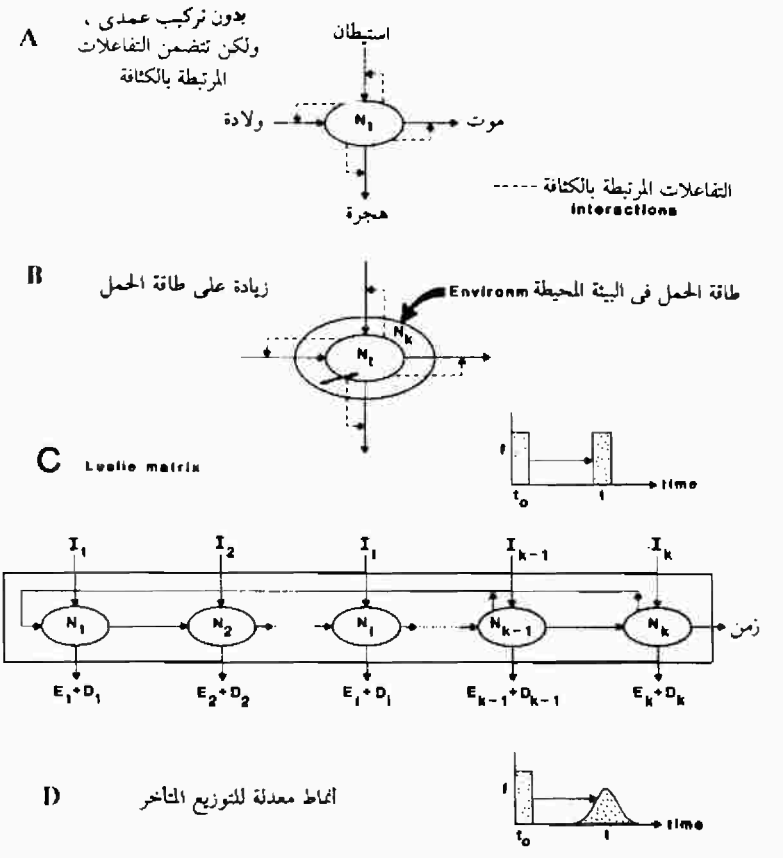
كناحية تاريخية . وللتذكرة تعنى الولادة فى المناقشة التالية جميع الفيوض الداخلية ، ويعنى الموت جميع الفيوض الخارجية ما لم يكن الهبوط الدقيق مطلوبًا للتوضيح . وفى الدراسة النظرية ترتبط r(N) بطاقة الحمل فى البيئة المحيطة K ( شكل 4-2 B ) ، مع ملاحظة أن ذلك يشبه التخمين كالتجارب المعملية ؛ حيث إن الأحوال البيئية المحيطة والطعام فى هذه الحالة يمكن تثبيتها (انظر May عام ١٩٨٢) .

$$dN/dt = r[1 - N/X]/N \qquad (4\text{-}2)$$

Dr with a tints log (T) hvchided:

$$dN/dt = r(1 - N(i - T)\ K/N \qquad (4\text{-}3)$$

والنمط ( 4-2 ) هو النتائج داخل العشيرة التى تنمو إلى الحجم ( K ) بينما النمط ( 4-3 ) منتج لديناميكية ، تتذبذب تذبذبًا واسعًا ، ولفترة تعتمد على r و T . وتغير توقعات طاقة الحمل وتأخر الزمن فى التوجه نحو الحل ، ولكن فى الحقيقة فإننا نحتاج إلى معرفة كيفية تغيير وتأثير كل من T, r, k ، وغيرها من مؤشرات تباين زمن العشيرة فى ديناميكية مكونات النظام ( Gutierrez وآخرون عام ١٩٨١ ) . وفى الحقيقة . . فإن مثل هذه الأنماط ليست لها إلا قيمة نظرية ، ولكن لا يمكن اختبارها فى الحقل انظر Wang وGutierrez عام ١٩٨٠ . وتكون إضافة التركيب العمرى إلى النظام صعبة إلى حد ما ، ويمكن تمثيلها بنمط تصورى مماثل ( شكل 4-2 c ) . وتتفتت العشيرة حينئذ إلى مجموعات من Ni, i = 1, 2, ... , k ، ومع كل جماعة احتمالات الاستيطان والهجرة ودرجات الوفاة . وقد تحدث الولادة فى هذا النمط من أى من المجموعات ذات الأفراد التى وصلت إلى عمر النضج ، ولكنها دخلت إلى العشيرة فقط من خلال المجموعات الأقل عمرًا .




شكل ( 2-4 ) : أنماط للعشيرة على درجات مختلفة من التعقيد :

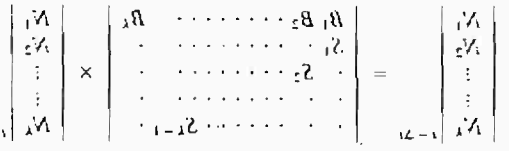
A - دون تركيبة عمرية ولكن تتضمن التفاعلات المرتبطة بالكثافة .

B - الشئ نفسه مثل A ، ولكن تتضمن طاقة الحمل الموجودة فى البيئة المحيطة .

C - تحتوى على التركيب العمرى والاستيطان والهجرة ( مثل نمط Leslie ) .

D - تتضمن توزيع أزمان التطور التى تناقش ما جاء فى C ، وما ورد فى المراجع .

ويأتى تقدير العمر فى النمط من خلال انتقال الأفراد من مجموعة عمرية معينة إلى المجموعة التالية لها والأكبر . والعمر الأقصى للعشيرة هو العمر الأخير للمجموعة . وعليه . . فإن الفيوض الخارجية من هذه المجموعة هى المعادلة للموت . وعرض العمر فى هذه المجموعات يعادل 1/Kth من العمر الأقصى a* ، ويساوى $\Delta t = \Delta a$ ، وعليه . . فأثناء كل زيادة من الزمن ( $\Delta t$ ) تعمر كل مجموعة عمرية ، وتتقدم خلال الزمن . ويكون النمط قاطعًا وجميع الأفراد فى مجموعة ما تبدأ فى زمن to تكون فى العمر نفسه عند زمن t ( انظر ما جاء فى شكل c 2-4 ) ، وتوضيح الزمن فى هذا النظام يمكن رسمه باستخدام نمط لزلى الأساسى Leslie matrix model ، كما يلى :



شكل ( 4-4 ) : نمط لزلى الأساسى .

والمكونات $B_i$ فى الصف الأول ، و $S_i$ بطول الخط البيانى هى معدلات العمر والولادة والحياة بالترتيب ، ومعادلة الزمن المستمر ( 4-5 ) الموجود فى نظم لزلى هى الموجودة كذلك فى فون فورستر ( ١٩٥٩ ) ، والذى شرح بكثير من التفاصيل فى باب ٣ ؛ حيث إن ( . ) $\mu$ هى درجة الموت والمساوية لـ r فى المعادلة ( 4-1 ) ، و ( N ( t,a هى عدد الوظائف العشيرية . وقدم ( Wang وآخرون عام ١٩٧٥ ) الحل الرقمى لهذا النمط وتطبيقاته فى تنميط ديناميكية عشيرة الحشرة والنبات . وفى أبسط صورهما . . فكل من نمط فون فورستون ، ونمط لزلى تضم دالات دائمة للحياة والموت ، وتتطلب حالات داخلية لتأكيد وحدة الحل . ومثل هذه الأنماط بدالتها الدائمة تنمو باطراد فى أحوال الزيادة أو النقص عبر الزمن ، وتهدف إلى الوصول إلى توزيعات عمرية ثابتة .

والزمن والعمر فى أنماطنا هى الحرارة المرتبطة بوحدات الزمن الفيولوجى ( Campbell وآخرون عام ١٩٧٤ ، و Stinner وآخرون عام ١٩٧٥ ، و Logan وآخرون عام ١٩٧٦ ، و Sharpe وآخرون عام ١٩٧٧ ) ، وهذا هو العامل الذى يمدنا بالمرونة ؛ للحصول على تصور حقيقى للزمن ، الذى يمكن قياسه بالنسبة للعشائر .

$$\partial N/\partial t + \partial N/\partial a = - \mu(.)N(t,a)$$

وفى تطبيقاتنا لمشاكل المكافحة المتكاملة للآفات وإيكولوجية العشيرة ، تتباين درجات الولادة والوفاة تبعًا للزمن ، كما تتعدل بتفاعل الحرارة مع عوامل الكثافة المرتبطة بها ، والأعداء الحيوية ، والإمدادات الغذائية ، وغيرها من العوامل الحيوية والطبيعية ( Gutierrez و Wang عام ١٩٧٦ ، و Wang وآخرون ١٩٧٧ ، و Gutierrez وآخرون ١٩٧٧ a ، b ، ١٩٧٦ a ، b ، و Cuff و Hardman عام ١٩٨٠ ، و Curry و Cate عام ١٩٨٤ ) .

ومع هذه التعديلات لا تصبح الأنماط متشابهة تمامًا مع أنماط لزلى وفون فورستر ؛ حيث لا يكون الحل التحليلى مستحيلاً . ونضطر للبحث فى الأرقام التقريبية ( مثل النظائر الحاسوبية) واتحاد هذه العوامل مشروع أسفله .

ويمكن إضافة توزيع الأزمان التطورية إلى النمط بسهولة ، وعلى سبيل المثال . . فإن كانت مكونات أعمار الأفراد داخل المجموعات لكل من $\Delta t$ هو أقل من وحدة واحدة . . فإن الأزمان التطورية للأفراد فى كل مجموعة من المجموعات يمثل توزيعًا للصفات ، التى تعتمد على عدد المجموعات k ، وزمن التطور ( شكل 4-2 D ) ( Manestsch عام ١٩٧٦ ) ، وقد استخدم هذا النمط لتطوير الأنماط الخاصة بظاهرة التنبوء فى أنماط المكافحة المتكاملة . ( Welch وآخرون عام ١٩٧٨ ) . إن تضمين هذا النمط للعمر الحقيقى الخاص ودرجات الولادة والموت يعتبر من الأمور الصعبة ، التى تميز أنماط جداول الحياة عن تلك الأنماط ، التى تقتصر على الظواهر فقط ، ولقد ذكر كل من Vansickle عام ١٩٧٧ ، Abkin وWolf عام ١٩٧٦ كيفية إضافة التماس إلى النمط ، ولكن أول تطبيق ناجح لهذا الموضوع كان على يد ( Gutierrez وآخرين عام ١٩٨٤ a و b ) . وثمة حل آخر لهذه المشكلة قام به Curry و Cate عام ١٩٨٤ ، وطبقوه على نظام لسوسة لوز القطن ، وتخطيط هذه الأنماط بات معلومًا محددًا ومستعملاً فى حساب أزمان التطور فى الكائنات الحية .

## حالات الإحداثيات البيانية التوضيحية

## Intrinsic Demographic Parameters

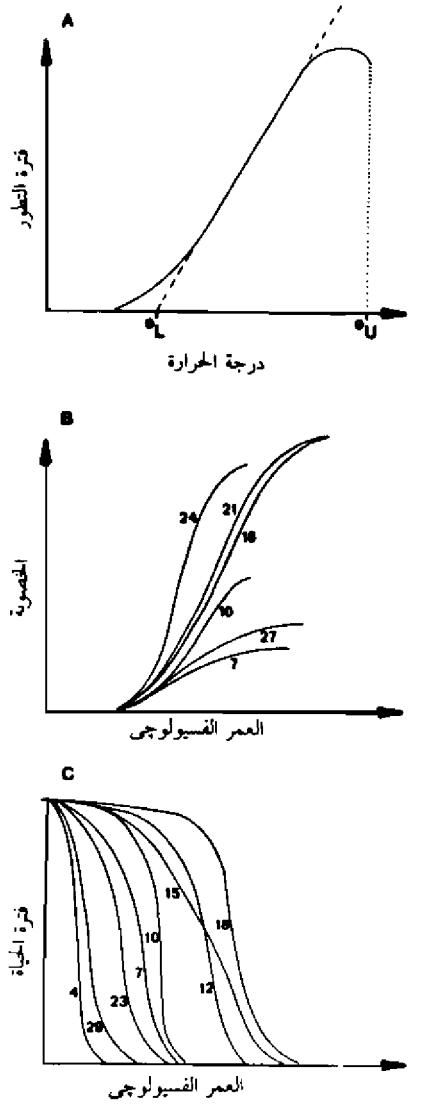
إن تطور الأسس الرياضية للنمط قد ساعدنا على وضع الخطوط المحددة لمتطلبات البيانات العلمية ، واضطررنا إلى تصنيف ما نعرفه من أى نظام ، وما يمكن أن نتتبعه من جزئيات هذا النظام . وبتتبع المخطط التالى المحدد فى شكل ( 4-1 ) . . نجد أنه عبارة عن نمط مختار من نماذج أنماط ليزلى وفون فورستر . وعليه . . ففى المرحلة من نمط التطور ،

يلزمنا أن نقدر الأزمان التطورية ودرجات الأفراد فى المجموعات على درجات حرارة معينة ، وتحت ظروف الطعام غير المحدود فضلاً عن درجات الحرارة المتعلقة بالولادة ، ودرجات الاستمرارية فى الحياة ( شكل 3-4 ) ( Summess وآخرون عام ١٩٨٤ ) . والدالات الخاصة بالعمر ربما كانت ذات صلة بأعداد الأفراد أو مكونات التكلفة أو النشاط ، ولكن هذه الوحدات تكون قابلة للتحول فيما بينها ، ومثل هذه التجارب يمكن إجراؤها أيضًا فى الحقل ، مع تقدير العلاقات نفسها ( Wilson و Gutierrez عام ١٩٨٠ ، و Nowierski وآخرون عام ١٩٨٣ ) وتصلح دالات الإحداثيات البيانية ( شكل 3-4 ) للاستعمال بسهولة تامة فى نمط لزلى فون فورستر ، ولكنها سوف تتمخض عن عشيرة متزايدة بكامل إتساعها .

## الكثافة - الروابط المتكافلة

## Density - Dependent Relationships

فى المرحلة III من نمط التطور ، نرى أن الكثافة ، وما يتبعها من تأثيرات على الخصوبة والحجم وفترة البقاء ، والأزمان التطورية والهجرة وغيرها من العوامل ، التى يمكن اكتشافها فى المخطط الأساسى لبيولوجية الأنواع ، وتعتمد العلاقات التى يلزم بناء جداول الحياة عليها إلى درجة كبيرة على بيولوجية الأنواع ، وكذلك على الأسئلة التى يمكن أن يراها الباحث ، ويريد الكشف عن أجوبة لها ؟ وأحياناً تكون هذه التأثيرات مرتبطة بقدرة الأفراد على الحصول على ما يلزمها من الغذاء الكافى والذى يمثل فى أنماطنا من خلال درجات الاكتساب / الطلب ( انظر باب ٣ ) وتترجم التأثيرات الرئيسية المترتبة على ذلك إلى مستوى تأثيراتها على العشيرة ، والتى تحدد درجات نمو العشيرة وديناميكية عشائر الأنواع . وترى بعض هذه التأثيرات فى شكل ( 4-4 ) ، ومثل هذه العلاقات ليست إلا قليلاً من مجموعة عريضة من العوامل المتكاملة المتعلقة بالعشيرة ، والتى من المؤكد أن لها تأثيرها الواضح على العشائر الحقيقية الموجودة فى الحقل . ويمكن تقدير هذه العلاقات عادة من البيانات الحقلية ، والتى يمكن إجراؤها بسهولة فائقة ، وذلك بقسمة هذه البيانات على الأزمان الفسيولوجية أقرب ما يكون إلى الحقيقة (انظر Gutierrez وآخرين ١٩٦٧ ) .




شكل ( 3-4 ) : التجارب اللازمة لتقدير الدالات الإحدائية التوضيحية للأحياء الموجودة فى المنطقة :

A – العلاقة بين زمن التطور والحرارة .

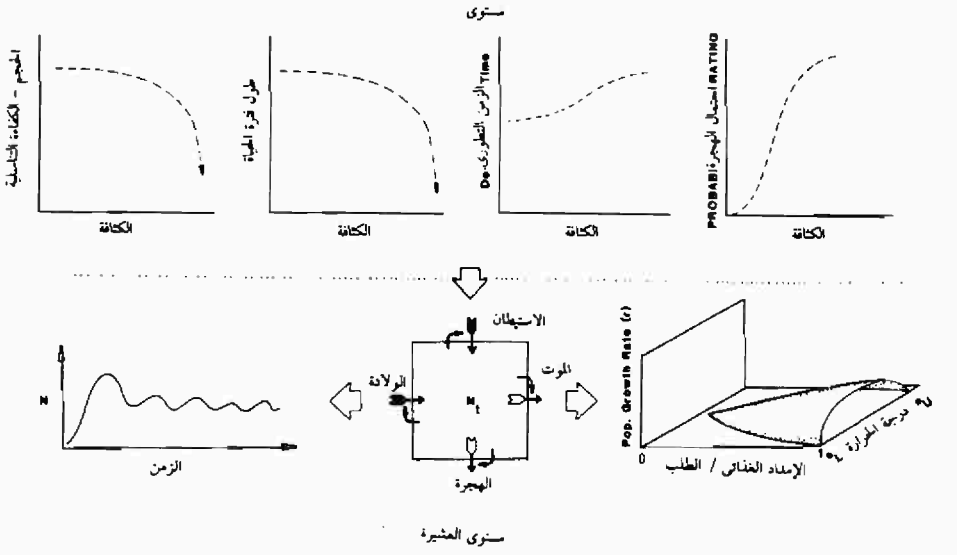
B – العلاقة بين العمر الفسيولوجي والخصوبة .

C – فترة الحياة والعمر الفسيولوجي ، والخطوط ذات الشرط وغير المشرطة ( الخطوط المصمتة ) هى أنماط لدرجة التطور ، وموضحة مثلها مثل البداية السفلى ( θL ) بواسطة النمط الخطى وترى فى أعلى البداية العلوية التوضيحية ، و ( θU ) للتطور ، والأعداد فى ( B ) ، ( C ) هى درجات الحرارة ، والمخطط معدل عن Summer وآخرين (١٩٨٤) لنمطه عن المن الأزرق فى البرسيم .

والأنماط التى تشرح العلاقة من وجهة النظر الفسيولوجية هى التى تكاد تكون محققة إلى أقصى درجة ، وهذا التخطيط هو الذى اتبع فى تطوير نمط القطن ( انظر Gutierrez وآخرين ١٩٧٥ ، ١٩٨٤ ) وكذلك استخدم فى تطوير أنماط عديدة للكثير من الآفات والأعداء الطبيعيين ( Brown و Mc Clendon عام ١٩٨٢ ، و Curry وآخرون عامى ١٩٧٨ ، ١٩٨٠ ، و Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٧ a ، ١٩٨١ b ، ١٩٨٤ b ) . وهذا المخطط قد أمكن بواسطته إثبات كثير من الأفكار البيولوجية ، أكثر مما حققته المخططات التجريبية ، والتى تستنتج العلاقات من البيانات الإحصائية الحقلية عن العشيرة . ويمكن عن طريق هذا المخطط دراسة تأثير حصة النشاط المنصرفة إلى كل من النمو ، والتكاثر والتنفس والإخراج تحت الظروف المختلفة لكميات الطعام ونوعيتها والتجمع ودرجات الحرارة وغيرها من العوامل التى نوقشت من قبل ، وجميعها يمكن أن توضع داخل هذا النمط بسهولة (Gutierrez و Beungaerbio عام ١٩٨٤ a ، b ) . وفى أنماط نظم الاغتذاء المتعددة تكون الأنماط المتوازنة لكل نوع بحاجة إلى وضعها تحت التطور المستمر .

## العوامل الفيزيقية (الطبيعية) Physical Factors

فى مرحلة ٧ من نمط التطور ، اختبرت تأثيرات جميع العوامل الفيزيقية (الطبيعية) وتضمنها النمط . ولكن تأثيرات درجات الحرارة فقط على معدلات التطور ، يمكن أن تتضمنها المراحل التالية ؛ لأنها فى معظمها تختص بتقدير الدالات الإحصائية للوحدة الواحدة من الزمن الفسيولوجى ، وتأثيرات العوامل الأخرى مثل الحدود القصوى لدرجات الحرارة ، وتأثيرها على طول فترة البقاء ، وتأثيرات طول اليوم على فترة السكون والنشاط النهارى ، وتأثير الطقس على انتشار الأمراض ، وتأثير الرياح على تشتيت الآفة ، وغير ذلك من الإحصائيات التى يلزم وضعها فى النمط ، والتى تكون إجابة لأى تساؤل . وسوف تعتمد العوامل الخاصة التى يرغب فى دراستها فى الحقيقة على بيولوجية الأنواع التى تتضمنها الدراسة ، وكذلك على نوع الطقس الذى تختص به المنطقة ، ومثل هذه العوامل يمكن وضعها بسهولة فى النمط ، ولكن فى بعض الأحيان يكون من الصعب تطبيقها ، وتقود مخطط النمط إلى تركيبها فى النميطات ، ويوجد مثل جيد واضح لهذا النوع من العمل فى نمط : جفاف وسواس القطن ، ولتتبع تأثيرات جفاف الوسواس على موت سوسة اللوز ( *Anthonomus grandis* ) ( De Michele وآخرون عام ١٩٧٦ ) ، ودون تضمين هذا العامل سيكون تنميط وفيات سوسة اللوز فى الحقل فى منطقة السهول العليا من تكساس غير مجدٍ .




شكل ( 4-4 ) : تأثيرات الكثافة على حجم الأفراد والخصوبة وطول العمر والميل إلى الهجرة ومستوى العشيرة (ديناميكية العشيرة ودرجات نموها ) وتأثير الكثافة المحيطة على إمداد الطعام ( الوفرة / درجة الطلب / ودرجة الحرارة ) انظر ( Gutierrez و Baumgaertner عام ١٩٨٤ b )

## صلاحية النمط Model Validation

إذا تم تركيب النمط وتضمينه للعوامل البيولوجية المناسبة . . فإنه يمكن مقارنته بالبيانات الحقلية أو بالنظرية ، وهذه العملية تسمى الاختيار أو سريان المفعول Validation . ولكن من واقع خبرتنا . . فإن العملية تسفر عادة عن كفاءة النمط ؛ لأن النمط لا يعرف الأحداث الحقلية وعند هذه النقطة لا يبدأ العمل الكشفى إلا عند محاولتنا معرفة أى من القطع المهمة مازالت غامضة ، وهذه فى الواقع تمثل اللحظة المثيرة للدهشة والعجب ؛ إذ إنها فى العادة لن تدفعنا إلى العودة إلى الحقل لإجراء المزيد من التجارب التى يفترضتها النمط .

وعلى سبيل المثال . . فإن ( Westphal وآخرون عام ١٩٧٩ ) قد احتاجوا لمعرفة العمر الخاص لبقاء ثمار القطن ، والتى هوجمت من يرقات دودة اللوز القرنفلية ( *Pectinophora gossypiella* ) ، واحتاج كل من ( Stone و Gutienez عام ١٩٨٦ a ) إلى أن يعرفا - من بين أشياء كثيرة أخرى وبتوضيح أكبر - درجات التطور المتباينة ليرقات دودة اللوز القرنفلية PBW فى لوز القطن من أعمار مختلفة . وهذه البيانات كان من الصعب الحصول عليها عادة إلا بعد سنتين من الجهد الشاق فى الحقل .

وعمومًا فإن كثيراً من البيانات العلمية التى وردت فى المراجع ذات فائدة قليلة فى إرساء أسس التطوير الفسيولوچى للأنماط ؛ لأن مجموعة هذه البيانات ليست كاملة ، ولأنها كانت تجمع غالبًا دون انتظام لأغراض أخرى . وفى أحسن الأحوال . . فإنها كانت تشير باقتضاب إلى العلاقات المرغوب معرفتها ، وعليه . . فإن التجارب عادة ما تكون عشوائية .

## إدارة الأنماط Management Models

عندما يتوصل النمط إلى بيانات حقلية مستقلة ، يمكننا عندئذ أن نبدأ فى إلقاء الأسئلة الإدارية ( مرحلة ٧ ) حول النظام ، ويمكن تقييم النظام من خلال عديد من النقاط الاقتصادية والبيولوجية (انظر باب ٣ ) . وعلى سبيل المثال . . فإنه قد تم اختبار استراتيچيات عديدة لمكافحة الآفات على القطن ( Curry و Cate عام ١٩٨٤ ، وGutierrez و Daxl عام ١٩٨٤ ، و Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٧ a ، ١٩٧٩ ، وStone وآخرون عام ١٩٨٦ ) . وبسبب تعقيدات المشكلة ، لا يمكننا هنا وصف النتائج بالتفصيل ، وعليه . . فإننا سوف نحيل القراء إلى المراجع الأصلية . وتعدنا الأنماط التقليدية بأداة مفيدة للتقييم السريع لمختلف السيناريوهات ومقارنتها بالتجارب الحقلية ، ولاسيما الحالات المتوسطة منها ؛ حيث إنه من الممكن إجراؤها فى الحقل سواء من الناحية التكنولوجية أو الحقلية . ويمكن أن تجرى الأنماط التقليدية تحت كثير من الظروف وتحليل البيانات العلمية الناتجة ، وعلى هذا الأساس ، يمكن تتبع الطريق السليم والفعال لتشييد استراتيجية لإدارة عملية المكافحة المستنيرة للآفات . وهذا هو المخطط الذى استعمله Stone وآخرون عام ١٩٨٦ حديثًا فى تحليل نتائج استخدام الفورمونات والمبيدات ، فى مكافحة دودة اللوز القرنفلية ، فى القطن المزروع فى الوديان الصحراوية بجنوب كاليفورنيا . وتعتبر الأنماط التقليدية مفيدة أيضًا لاختيار الأسئلة الأساسية فى البيولوچى ، مثل تلك التى

تتضمن أكلات النباتات والتفاعلات بينها وبين العوامل المحيطة ( Gilbert و Gutierrez عام ١٩٧٣ ، و Gutierrez ، Regev عام ١٩٨٠ ) . وأصبحت هذه الخطة معروفة اقتصاديًا خصوصًا مع وجود حسابات آلية صغيرة الحجم سريعة ، قللت كثيرًا من وقت وتكلفة إجراء البرنامج مرات كثيرة بسرعة كافية ، والقيام بالعمليات الرياضية اللازمة بسهولة فى زمن قصير ، والتى كان يستغرق إجراؤها ساعات طويلة قبل وجود هذه الحاسبات . ولهذا أصبحت عمليات التحليل الرياضى سهلة اقتصادية مع وجود هذه التسهيلات ، وبعيدًا عن المزايا الواضحة للتكنيك المركز هذا ، فإن مثل هذه الطرق المستندة إلى القوة الآلية تبدو فى أحيان كثيرة مرهقة للغاية ، وفى أحيان أخرى يستلزم الأمر اللجوء إلى طرق معقدة منبعثة من العمليات البحثية (البرامج الديناميكية) ( Shoemaker عام ١٩٨٤ ) . ويستلزم استخدام الإجراءات الحدية عادة منا أن نعيد تركيب النمط ، وفيما عدا تطوير الأنماط التقليدية . . فإن مستوى الرياضيات المستخدمة يستعدى الاستعانة بالمتخصصين فى الرياضيات ، والذين يستطيعون تحليل العمليات البحثية المعقدة . ولوضع هذه المعقدات فى شكل رسوم توضيحية . . فإننا يجب أن ننظر إلى دالة تقييم الكمية الحدية ، وتوقيت استخدام المبيدات الحشرية اللازمة لزيادة الأرباح الناتجة عن المحصول . ( Regev وآخرون عام ١٩٧٦ ، و Taipoz وآخرون عام ١٩٧٨ ) . وعلى سبيل المثال . . يقسم الموسم إلى عشرة أقسام متساوية ، والتساؤل هنا عما إذا كان فى الإمكان استخدام المبيدات الحشرية فى كل فترة ويكون الحاصل $2^{10}$ من النتائج المترابطة تصبح المشكلة هنا أكثر وضوحًا ، إذا كان المرء يريد معرفة حتى تستعمل المبيدات ، بل أيضًا الجرعة الحدية اللازمة منها . وهذه النظرة سوف يعززها إجراء مزيد من التجارب الحقلة العادية ، وذلك عند وضع استراتيجية للمكافحة المتكاملة ، وقد أعطى ( Gutierrez و Wang عام ١٩٨٤ ) مناقشة مستفيضة مبسطة لاستخدام هذه الطرق ؛ للوصول إلى الاستخدام الحدى للمبيدات الحشرية ، فضلاً عن عديد من المراجع فى هذا الاتجاه .

## الربط بين الأنماط العشائرية للآفة ونمط القطن

## Linkage of Pest Population Models of The Cotton

سبق الإشارة إلى استعمال عديد من أنماط القطن المتطورة فى باب ٣ ، وقد تم وصف هذه الأنماط على أنها سلسلة من الروابط بين أنماط فون فورستر لعشائر النباتات والأجزاء

النباتية . وتم وصف عشائر آكلات النبات بواسطة أنماط مماثلة ، والربط بينها وأجزاء النباتات التى تهاجمها . وتم ضبط حساب درجات نمو النباتات فى غياب آكلات النباتات ، بالموازنة بين إمدادات الكربوهيدرات والطلب عليها . وفى خلال منتصف الموسم ، وعندما تأخذ ثمار القطن فى النمو السريع ، يبطىء النمو الخضرى للنبات ؛ لأن الطلب على الكربوهيدرات يتفوق على الإمدادات ، وفى هذا الوقت يحدث تساقط للمبيعات الزائدة واللوزات الصغيرة بدرجة تعتمد على فترة الإسقاط القصيرة .

ويمكن تفسير ميزان الكربوهيدرات ، إذا تفهمنا الحقيقة التى توضح أن النباتات لا يمثلها إنتاج المخلفات الضوئية بكميات كافية لكل من النمو الخضرى الحدى ونضج الثمار للاستمرار فى ذلك بدرجات حدية . وعليه . . فإنها توفى الثمار حاجتها من المادة الجافة أولاً ، وما تبقى منها يذهب إلى النمو الخضرى . وفى هذا الوقت يحدث تساقط للثمار الزائدة وتوقف أو قلة فى النمو الخضرى ، وتؤثر الآفات التى تهاجم أجزاء من النبات مباشرة أو بطريق غير مباشر على الجانب الخاص بالإمداد أو الطلب من ميزان الإمداد / الطلب للكربوهيدرات ، وفى هذه الحالة يتأثر كل من نمو النبات وازدهاره ومحصوله . وفى النمط الذى تهاجم فيه الآفات والأوراق أو الجذور أو الساق أو جهاز التخليق الضوئى يبطئ جانب الإمداد ، بينما فى حالة مهاجمة الآفات للثمار . . فإنها تؤثر بصفة رئيسية على جانب الطالب من هذه النسبة .

وعمومًا . . فإن الآفات تفضل مهاجمة أجزاء النبات فى عمر معين ( مثل بقية *Lygus hesperus* ، و Gutierrez وآخرين ١٩٧٧ b ) . ولكن بعض الآفات مثل دودة كيزان الذرة ( *Heliothis Zea* ) قد تهاجم أجزاء النبات المختلفة فى درجات متفاوتة من العمر ؛ حيث إن وفرة أجزاء النبات المرغوب فيها تزيد أو تنقص كلما ازداد نمو اليرقة ( Brown وMc Clendon عام ١٩٨٢ ، و Wilson و Gutierrez عام ١٩٨٠ ، و Wilson وWaite عام ١٩٨٢ ) وتغتذى بعض الآفات مثل اليرقات الجياشة للبنجر (*Spodoptera exigua*) . على الأوراق الصغيرة عندما تكون هذه الديدان فى عمر صغير ، ولكنها تزيد من هجومها على الثمار الصغيرة كلما قاربت هذه الديدان من عمر النضوج ( Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٥ ) وتؤثر أمراض النباتات مثل مرض الذبول المعروف *Verticillum dahliae* فى درجة إنتاج المخلقات الضوئية فضلاً عن درجات انتقال الكربوهيدرات (Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٣ ) .

وفى الباب الثالث ذكرت وظائف الإمداد . ويتعرض الطلب فى حالة القطن الذى ينمو بصورة طبيعية للتعرية الورقية أو تساقط الثمار ( Gutierrez و Wang عام ١٩٧٦ ، Wang وآخرون عام ١٩٧٧ ) . وبزيادة درجات التعرية الورقية يحدث نضج مبكر للثمار ، وكلما زادت عمليات التعرية الورقية ربما أثرت على المحصول . وعلى العكس من ذلك . . يؤدى تساقط الثمار الراجع إلى الإصابة بالآفات - أو غيرها من الحالات - إلى تأخير زمن النضج ، وربما يؤدى أيضًا إلى نقص المحصول إذا كان شديدًا . . وعلى أى حال قد يعوض القطن الفقد فى الثمار إذا حدث التساقط بدرجات متوسطة ، وفى زمن مبكر من الموسم ، ويكون نقص المحصول طفيفًا ( Falcon وآخرون عام ١٩٧١ ، و Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٧ b ، Wilson عام ١٩٨٩ ) . وقد يكون الناتج المحصولى طبيعيًا ؛ لأن نبات القطن يتخلص طبيعيًا من ٦٠ إلى ٨٠ ٪ من مجموع براعم التعرية واللوز الصغير بالإسقاط لآفة لا يستطيع أن ينضجها . وعليه . . فإن أى عامل يستطيع إسقاط بعض من الثمار غير الناضجة ؛ إذ إنه يساهم فى توفير الطاقة التى كانت سوف تفقد للإبقاء على هذه الثمار ، ثم إسقاطها . كذلك . . فإن تساقط العدد الضخم من زهور التفاح تنشأ عنه زيادة حجم ثمار التفاح ، وزيادة المحصول إلى حده الأقصى . وربما يؤدى الإسقاط الطبيعى للوز القطن الناشئ عن الإصابة ببعض الآفات مثل دودة اللوز القرنفلية إلى زيادة المحصول ، وسوف يتم تغطية هذه النقطة بتفصيل أكبر من أبواب أخرى من هذا الكتاب .

## التطبيقات الحقلية Field Applications

تستند معظم أنماط آفات المحاصيل إلى أساس من التجارب البحثية - إلا بعض الاستثناءات القليلة . وهذا يؤكد الحقيقة القائلة بأن الملاحظات الموضوعية الأصلية تتبع عادة من المشاهدات الحقلية ، وهناك عديد من الأسباب قد تؤدى إلى فشل هذه النظرية ، وأهم هذه الأسباب هى التمويل الشحيح لمثل هذه المشروعات من قبل المسئولين ورجال الصناعة ، فضلاً عن أن صرف القليل من المال فى شراء واستخدام المبيدات لا يتناسب مع قيمة المحصول المرتقب ، وقد نجحت أنماط المكافحة المتكاملة فى المناطق التى تم فيها التغلب على مثل هذه المعوقات ، وعادة بسبب ازدياد مقاومة الآفات للمبيدات ، أو توقع ازديادها ، والتى تضع نظام إنتاج القطن فى «طور الأزمة» ، وما يترتب عليه من نفقات عالية من زيادة استخدام المبيدات ، وفاعلية قليلة لحماية المحصول .

ولقد تطورت الأنماط فى تكساس ، وفى وادى Palo Verde فى كاليفورنيا ( Stone وGutierrez عام ١٩٨٦ a ، b ) واستخدمت بدرجة أقل فى المسيسيبى ( Brown وMc Clendon عام ١٩٨٢ ) وفى أستراليا ( Blood و Wilson عام ١٩٧٨ ، Hearn وآخرون عام ١٩٨١ ، Wilson وآخرون عام ١٩٨٣ ) وفى إسرائيل ( Wallach عام ١٩٨٠ ) ، وقد بذلت محاولات لتطوير مثل هذه النظم فى نيكاراجوا ( Gutierrez وآخرون عام ١٩٨١ ، Press, Comm, Sweezy ) ، وفى البرازيل ( Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٤ a ) ، وفى السودان ( Van Arex وآخرون عام ١٩٨٣ ) وقد استفاد جميع أعضاء المشروعات العالمية من تعاونهم مع أعضاء مشروع المكافحة المتكاملة للقطن ، وكانت أول محاولة لتنميط نمو القطن وازدهاره ، تلك التى قام بها ( Barker وآخرون عام ١٩٧٢ ) وهو نفسه رائداً للمشاريع التالية ( انظر باب ٣ جزء مناقشة التطور فى طرق التنميط ) . وقد ركز مشروع تكساس بصفة أساسية على مشكلة سوسة لوز القطن ( Curry و Cate عام ١٩٨٤ ) ، وتضمن مشروع كاليفورنيا أنواعًا أخرى كثيرة من الآفات بما فيها مسبب المرض النباتى Verticillium ( Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٣ ) باب ٣ . وجرى تمويله بواسطة رجال الصناعة ، من أجل دودة اللوز القرنفلية فقط . أما مشروع المسيسيبى ( Brwon و Mc Clendon عام ١٩٨٢ ) فكان مخصصًا للسيطرة على دودة اللوز القرنفلية ، ودودة براعم الدخان ( *H. Virescens* ) ، واللتين كانتا تكافحان بالمبيدات الحشرية، وما يتبعها من مشكلات، (انظر أيضًا Phillips وآخرين عام ١٩٨٠) وباب ٣ .

وقد بذلت محاولات مبكرة فى كاليفورنيا ؛ لاستخدام التقدم العلمى فى مجال الذكاء الاصطناعى فى تطوير نظم متخصصة لتقابل الفشل الناتج عن استخدام الذكاء العادى ، الذى لم يستطع فهم نظام القطن بدرجة كافية ، فضلاً عن أن تمويل المشروع لم يكن ميسورًا ( Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٦ b ) وحديثًا أمكن تطوير نظم متخصصة للقطن فى كل من كاليفورنيا وميسيسيبى وتكساس ، حيث توفر لها الدعم الكافى من حكومة كل ولاية ، وعلى المستوى الفيدرالى أيضًا .

أما النظام الاسترالى SIRATAC فقد تم تطويره ؛ ليصبح أكثر ملاءمة على أوسع نطاق ( انظر Hearn وآخرين ، Brook و Hearn عام ١٩٨٣ ) ؛ وذلك ليس بسبب سهولته الفائقة ، ولكن لأن احتمال المقاومة التى تظهر لأى مبيد يستعمل على آفات

القطن ، ومـا يتبعها من حدوث فـورات الآفات يمكن أن تكتشـف عند تطبيق النـظام وقبل حدوثها ؛ مما حدا بحكومات SIRO ، وجنوب ويلز الجديدة إلى تدعيمه .

وقد لاقى هذا المشـروع نجاحًا تجاريًا على مستوى عـالٍ ( على مستويات كالـيفورنيا ) ، وبالتضامن مع الأستراليين ، والمشروع السودانى الممول من سويسرا ؛ حيث تم التركيز على القطن ومشاكل استخدام المبيدات على ذبابة القطن البيضاء ، ومع هذا فقد سجل أقل قدر من النجـاح عند تحليل المـشكلة ، وقد قـصم ظهر هذا المـشروع ؛ مالاقاه من مشـكلات إدارية وبيولوجيـة محلية ، ويتلقـى مشروع نيكاراجوا قدرًا ضـخمًا من التدعيم الحكـومى ، ولكن الموارد المتاحة لا تستطيع نشر هذا المشروع فى الخارج ، والمشروع البرازيلى يركز اهتمامه على القطن ودودة اللوز الـقرنفلية ( Gutierrez وآخرون عـام ١٩٨٤ a ) ولكن المشكـلة تعقدت إلى أكبر درجـة بدخول سوسة اللـوز حديثًا إلى مناطـق زراعة القطن فى وسـط البرازيل ؛ حيث بلـغت خسائر المحصول مـن جراء دخول هذه الآفة مبـلغًا عظيمًا ، وتكلـف استخدام المبيدات فى ولايتى ساويا ولووبا رانا وحدهما نحـو ٢٥٠ ملـيون دولار فـى السنة ( W. J. Dos Saintor ، A. P. Gutierrez نتائـج غير منشورة ) ، وتـسببت المشـاكل الإدارية والبيولوجية أيضًا فى إعاقة تطور خبرات السيطرة على الآفات ، وأدت إلى تدهور البيئة .

## مناقشة Discusscon

إن الرابطة بـين ديناميكيـة عشيرة الآفات وتلف المحـصول هى- فى الحقيـقة - حصاد عمليـات متطورة ، تتقدم دائـمًا إلى الأمام بما تتضمنـه من معلومات ، تزود الأنمـاط المتاحة بالحقائـق وتنصهر فى تركيـبها ، وتجعلها قـادرة على إمداد أى سؤال بالإجابة . ويـتطلب تركيب النمط المناظر مهارات رياضية كبيرة وخبرة تعليمية يتمرن عليها البيولوجيون الشباب، ويستعمل النمط المناظر الصحيح ليجيب عـن عديد من الأسئلة ، ولكن الفائدة التى يحققها للزراعة أو إلى النظرية الإيكولوجية تتوقف على الكيفية التى تم تركيب النمط فيها .

وبالإضافة إلى ذلك . . فإن التساؤلات العريضـة التى يمكن أن نجد لها حلاً عن طريق الأنظمة النمطية تزداد بـزيادة مستوى التعقيد ، والبيانات البيولوجـية التى تدخل فى تركيب النمط ( شكل 1-4 ) ؛ ذلك لأن المعلـومات التى تلزم للإجابـة عن أى سؤال ، لابد وأن تكون موجودة فى صـلب النمط . وعليه . . فإنه مـن وظائف النمط أن يساعد علـى تنظيم

المعلومات حتى يمكن أن تفيد من وجهات نظر مختلفة ، والأسئلة التى تجيب عن المستويات الدنيا من التساؤلات ، يمكن أن تفيد فى الإجابة عن المستويات العليا منها ، ولكن نظم التحليل هى التى يجب تغييرها عندئذ . وعلى سبيل المثال . . فإن الحلول التحليلية للأنماط حتى ولو كانت على مستوى متوسط من التعقيد ، قد يكون أحيانًا غير قابل للتطبيق ، ويجب حينئذ أن نلجأ إلى الأعداد التقريبية . ومن ذلك يمكن أن تحل الأنماط رياضيًا على مستوى ١ ومستوى ٢ ، ولكن النتائج قد يصعب تطبيقها فى عالم الحقيقة ( Gilbert وآخرون عام ١٩٧٦ ، و Wang و Gutierrez عام ١٩٨٠ ، و Strong عام ١٩٨٣ ، و Oster عام ١٩٨١ ) .

وعلى الرغم من أن عملية تطوير النمط قد تبدو صعبة للغاية ، ولكن بالخبرة تهون مثل هذه الصعوبة ، وفى الحقيقة فإن تخطيط الخطوط الإطارية الذى تم هنا فيما سبق قد سهل كثيرًا من التمرين ، والكلمة الأخيرة التى تختار بدقة مع قدر من الخبرة تفيد بأن جمع المعلومات لا يمثل أى تحدٍّ متطور ، بل لا يبدو أن يكون عملاً من أعمال الخبرة الشاقة . وتتم هذه العملية بسهولة أكبر إذا كان الشخص الجامع للمعلومات هو الذى خطط النمط المناظر ، وهذا يتطلب من البيولوچى أن يكون على خبرة بالحد الأدنى من الرياضيات وعلوم الحاسوب ، ويحتاج البيولوچيون إلى اكتساب مثل هذه المهارات ؛ حتى لا يكونوا مجرد جامعى معلومات ، ويعتمدون على الرياضيين اعتمادًا كليًا فى التفسير الرياضى للمشاكل البيولوجية .

وأخيرًا . . وبعد سنوات طويلة من محاولات تطوير أنظمة مكافحة الآفات . . فإننا نقرر أن علم مكافحة الآفات هو علم بسيط إذا ما قورن بتعقيدات الإدارة المتعددة الأوجه والحواجز السياسية والاقتصادية المسئولة عن الوجه العلمى للمكافحة المتكاملة . وقد قرر Robert Van Bosch أخيرًا ما منطوقه : «نحن لا نحتاج إلى مزيد من الأبحاث ، ولكننا نحتاج إلى الفرصة التى تستطيع فيها إيجاد الوسيلة للاستفادة مما عرفنا» وقد اتضحت هذه الحقيقة الآن أكثر من ذى قبل ، وعلى الرغم من ارتفاع مستوياتنا العلمية . . تظل الحواجز الرئيسية لا علاقة لها بالعلم .

## REFERENCES

Abkin, M.A. and C. Wolf. 1976. Distributed delay routines. *Class Document 8*. Dep. Agric. Econ., Michigan State University, East Lansing, MI.

Baker, D.N., J.D. Hesketh, and W.G. Duncan. 1972. Simulation of growth and yield in cotton. *Crop Sci.* 11 : 4431-435.

Blood, P.R.B. and L.T. Wilson. 1978. Field validation of a crop/pest management descriptive model, in *Simulation Modelling Techniques and Application*. Proc. SIMISIG-78. Simulation Conference, Australian National Univ., Canberra. pp. 91-94.

Brook, K.D. and A.B. Hearn. 1983. Development and implementation of SIRATAC : a computer based cotton management system. *Proc. First National Conf. Comput.Agric.* University of Western Australia, Perth. pp. 222-240.

Brown, L.G. and R.W. McClendon. 1982. A new *Heliothis* spp. control strategy for the Mississippi Delta. Proc. *Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton council of America, Memphis, TN. pp. 191-195.

Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilbert, A.P. Gutierrez, and M. Mackauer. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11 : 419-423.

Carey, J.R. 1982. Demography and population dynamics of the mediterranean fruit fly. *Ecol. Model.* 16 : 125-150.

Cuff, W.R. and J.M. Hardman. 1980. A development of the Leslie matrix for mulation for restructuring and extending an ecosystem model : the infestation of stored wheat by *Sitophilus oryzae*. *Ecol. Model.* 9 : 281-305.

Curry, G.L. and J.R, Cate. 1980. Strategies for cotton-boll weevil management in Texas, in G.R, Conway (ed.), *Pest and Pathogen Control: Strategic, Tactical, and Policy Models.* John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, England. pp.196-183.

Curry, G.L., R.M, Feldman, and K.C. Smith. 1978. A stochastic model of a temperature dependent population. *J. Teor. Biol.* 13 : 197-204.

Curry, G.L., P.J.H. Sharpe, D.W. DeMichele, and J.R, Cate. 1980. Towards a management model of the cotton-boll weevil ecosystem. *J. Environ. Manage*, 11 : 187-223.

DeMichele, D.W., G.L. Curry, P.J.H. Sharpe, and C.S. Barfield.1976. Cotton bud drying : a theoretical model. *Environ. Entomol.* 5 : 1011-1016.

Ellington, J., A.C. George, H.M. Kempen, T.A. Kerby, L. Moore, B.Brooks Taylor, and L.T. Wilson (tech. coords.) 1984. *Integrated Pest Management for Cotton in the Western Region of the United States.* Univ. Calif. Div. Agric. Nat. Resour. Publ. 3305. 144 pp.

Falcon, L.A., R. van den Bosch, J. Gallagher, and A. Davidson. 1971. Investigation of the pest status of *Lygus hesperus* in cotton in central California. *J. Econ. Entomol.* 64 : 56-61.

Getz, W.M. and A.P. Gutierrez. 1982. A perspective on systems analysis in crop production and insect pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 27 : 447-466.

Gilbert, N. and A.P. Gutierrez. 1973. A plant-aphid-parasite relationship. *J. Anim. Ecol.* 42 : 323-340.

Gilbert, N., A.P. Gutierrez, B.D. Frazer, and R.E. Jones. 1976. *Ecological Relationships*, W.H. Freeman and company, Publishers, New York.

Guttierrez, A.P. and J.U. Baumgaertner. 1984*a*. Multitrophic level models of predator-prey energetics. I. Age specific energetics models – pea aphid *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Ahididae) as an example. Can. Entomol. 116 : 924-932.

Guttierrez, A.P. and J.U. Baumgaertner. 1984*b*. Multitrophic level models of predator- prey energetics. II. A realistic model of plant-herbivore-predator interactions. *Can. Entomol.* 116 : 933-949.

Guttierrez, A.P. and R. Daxl. 1984. Practical and evolutionary considerations : estimating economic thresholds for bollworm and boll weevil damage in Nicaraguan cotton, in G.R. Conway (ed.), *Pest and Pathogen Control : Strategic, Tactical, and Policy Models*. John Wiley&Sons Ltd., Chichester, West Sussex, England. 488 pp.

Guttierrez, A.P. and U. Regev. 1980.The economics of fitness and adaptedness in sylvan and agricultural systems: theoretical and practical applications. *16th Int. Congr. Entomol.*, Kyoto, Japan, Aug. 1-10.

Guttierrez, A.P.and Y. Wang. 1976. Applied population ecology: models for crop production and pest management, in G. Norton and C. S. Holling (eds.), *Proc. Conf. Pest Manage.*, Laxenburg, Austria, October 25-29.

Guttierrez, A.P. and Y. Wang. 1984. Models of managing impact of pest populations in agricultural crops, in C.B. Huffaker (ed.), *Ecological Entomology*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Guttierrez, A.P., L.A. Falcon, W. Loew, P.A, Leipzig, and R. van den Bosch. 1975. An analysis of cotton production in California : a model for Acala cotton and the effects of defoliators on its yield.*Environ. Entomol.* 4 : 125-136.

Guttierrez, A.P., J.B. Christensen, C.M. Merritt, W.B. Loew, C.G. Summers and W.R. Cothran. 1976*a*. Alfalfa and the Egyptian alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Can. Entomol.* 108 : 635-648.

Guttierrez, A.P., R.O. Duda, and N.S. Nilsson. 1976*b*. A program of research for the development of a computer-based consultant for crop production and pest management. Research proposal. Stanford Research Institute, Menlo Park, CA.

Guttierrez, A.P., T.F. Leigh, Y. Wang, and R. Cave. 1977*a*. An analysis of cotton production in California : *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) injury – an evaluation. *Can. Entomol.* 109 : 1375-1386.

Guttierrez, A.P., G.D. Bulter, Jr., Y. Wang, and D. Westphal. 1977*b*. The interaction of pink bollworm (Lepidoptera: Gelichiidae), cotton and weather : a detailed model. *Can. Entomol.* 109 : 1457-1468.

Guttierrez, A.P., Y. Wang and U. Regev. 1979. An optimization model for *Lygus herperus* (Heteroptera : Miridae) damage in cotton: the economic threshold revisited. *Can. Entomol.* 111 : 41-54.

Guttierrez, A.P., R. Daxl, G. Leon Quant, and L.A. Falcon. 1981. Estimating economic thresholds for bollworm, *Heliothis zea* Boddie, and boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh., damage in Nicaraguan cotton, *Gossypium hirsutum L. Environ. Entomol.* 10 : 872-879.

Guttierrez, A.P., J.E. DeVay, G.S. Pullman, and G.E. Friebertshauser. 1980. A model of verticillium wilt in relation to cotton growth and development. *Phytopathology* 75 : 89-95.

Guttierrez, A.P., M.A. Pizzamiglio, W.J. Dos Simtos, R. Tennyson, and A.M. Villacorta. 1984*a*. A general distributed delay time varying life table plant population model : cotton (*Gossypium hirsutum* L.) growth and development as an example. *Ecol. Model.* 26 : 236-249.

Guttierrez, A.P., J.U. Baumgaertner, and C.G. Summers.1984*b*. Multitrophic level models of predator-prey energetics. III. A case study in an alfalfa ecosystem. *Can. Entomol.* 116 : 950-963.

Hearn, A.B., P.M. Room, N.J. Thomson, and L.T. Wilson. 1981. Computer-based cotton pest management in Australia. *Field Crops Res.* 4 : 321-332.

Hughes, R.D. 1963. Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae (l.). J. Anim. Ecol.* 32 : 393-426.

Hughes, R.D. and N. Gilbert. 1968. A model of an aphid population – a general statement. *J. Anim. Ecol.* 37 : 553-563.

Leslie, P.H. 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33 : 183-212.

Logan, J.A., D.T. Wollkine, J.C. Hoyt, and L.K. Tamgoslli. 1976. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. *Environ. Entomol.* 5 : 1133-1140.

Manetsch, T.J. 1976. Time varying distributed delays and their use in aggregate models of large systems. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.* 6 : 547-553.

May, R.M. 1982. *Theoretical Ecology*. Sinauer Associated, Inc., Sunderland, MA.

Morris, R.F. 1963. The dynamics of epidemic spruce budworm populations. *Mem. Entomol.Soc. Can.*31 : 1-332.

Nowierski, R.B., A.P. Gutierrez, and J.S. Yaninek. 1983. Estimaion of thermal thresholds and age-specific life table parameters for the walnut aphid (Homoptera : Aphididae) under field conditions. *Environ. Entomol.* 12 : 680-686.

Oster, G. 1981. Predicting populations. *Am. Zool.* 21 : 832-844.

Phillips, J.R., A.P. Gutierrez, and P.L. Adiksson. 1980. General accomplishments toward better insect control in cotton in C.B. Huffaker (ed.), *New Technology of Pest Control*. John Willy & Sons, Inc., New York.

Regev, U., A.P. Gutierrez, and G. Feder. 1976. Pests as a common property resource : a case study of alfalfa weevil control. *Am. J. Agric. Econ.* 58 : 186-199.

Sharpe, P.J.H., G.L. Curry, D.W. DeMichele, and C.L. Cole. 1977. Distribution model of organism development times. *J. Theor. Biol.* 66 : 21-38.

Shoemaker, C.A. 1984. The optimal timing of multiple applications of residual pesticides : deterministic and stochastic analysis, in G.R. Conway (ed.). *Pest and Pathogen Control : Stategic, Tactical, and Policy Models*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, England. 488 pp.

Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods*, 2nd ed. Chapman & Hall Ltd., London.

Stinner, R.E., G.D. Bulter, Jr., J.S. Bacheler, and C. Tuttle. 1975. Simulation of temperature-dependent development in population dynamics models. *Can. Entomol.* 107 : 1167-1174.

Stone, N.D. and A.P. Gutierrez. 1986*a*. Pink bollworm control in southwestern desert cotton. I. A field oriented simulation model of pink bollworm in southwestern desert cotton. *Hilgardia* 54 : 1-24.

Stone, N.D. and A.P. Gutierrez. 1986*b*. Pink bollworm control in southwestern desert cotton. II. A mangement model for pink bollworm in southwestern desert cotton. *Hilgardia* 54 : 25-41.

Stone, N.D. and A.P. Gutierrez, W.M. Getz, and R. Norgaard. 1986. Pink bollworm control in southwestern desert cotton. III. Strategies for control: and economic simulation study. *Hilgardia* 54 : 42-56.

Strong, D.R., Jr. 1983. Natural variablity and the manifold mechanisms of ecological communities. Am. Nat. 122 : 636-660.

Summers, C.G., R.L. Coviello, and A.P. Gutierrez. 1984. Influence of constant temperature on the development and reproduction of *Acyrthosiphon kondoi* (Homotera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 13 : 236-242.

Talpaz, H., G.L. Curry, P.J. Sharpe, D.W. DeMichele, and R.E. Frisbie. 1987. Optimal pesticide application for controlling the boll weevil on cotton. *Am. J. Agric. Econ.* 60 : 469-475.

Vansickle, J. 1977. Attrition in distributed delay models. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.* 7 : 635-638.

Varley, G.C., G.R. Gradwell, and M.P. Hassell. 1973. *Insect Population Ecology: An Analytical Approach*. University of California Press, Berkeley, CA. 212 pp.

von Arx, R., J. Baumgaertner, and V. Delucchi. 1983. Amodel to simulate the population dynamics of *Bemisia tabaci* Genn. (Stern., Aleyrodidae) on cotton in the Sudan Gezira. *z. Angew. Entomol.* 96 : 342-363.

von Foerster, H, 1959. Some remarks on changing population, in F. Stahlman, Jr. (ed.), *The Kinetics of Cellu lar Proliferation*. Grune & Stratton, Inc., New York. pp. 382-407.

Wallach, D. 1980. An empirical mathematical model of a cotton crop subjected to damage. *Field Crops Res.* 3 : 7-25.

Wang, Y.H.. and A.P. Gutierrez. 1980. An assessment of the use of stability analyses in population ecology. *J. Anim. Ecol.* 49 : 435-452.

Wang, Y.H., A.P. Gutierrez, G. Oster, and R. Daxl. 1977. A population model for cotton growth and development: coupling cotton-herbivore interactions. *Can. Entomol.* 109 : 1359-1374.

Welch, S.M., B.A. Croft, J.F. Brunner, and M.F. Micheles. 1978. PETE: an extension phenology modeling system for management of multi-species pest complexes. *Environ. Entomol.* 7 : 487-494.

Westphal, D.F., A.P. Gutierrez, and G.D. Butler, Jr. 1979. Some interactions of the pink bollworm and cotton fruiting structures. *Hilgardia* 47 : 77-190.

Wilson, L.T. 1986. The compensatory response of cotton to leaf and fruit damage. *Proc. Beltwide Prod. Res.* Conf. National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 149-153.

Wilson, L.T. and A.P. Gutierrez. 1980. Within-plant distribution of immatures of *Heliothis Zea* (Boddie) on cotton. *Hilgardia* 48 : 24-36.

Wilson, L.T. and G.K. Waite. 1982. Feeding patterns of Australian *Heliothis* on cotton. *Environ. Entomol.* 11 : 297-300.

Wilson, L.T., A.B. Hearn, P.M. Ives, and N.J. Thomson. 1983. Integrated pest control for cotton in Australia, In R.E. Frisbie (ed.), *FAO Guidelines for Integrated Pest Management in Cotton*. Food and Agricultrure Organization of the United Nations, Rome. pp. 134-143.