



تصور إطار عمل لدراسة نظم آفات المحاصيل

CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR STUDYING CROP-PEST SYSTEMS

A. P. Gutierrez

قسم مكافحة البيولوجية
جامعة كاليفورنيا - بيركلي - كاليفورنيا

G. L. Curry

قسم الهندسة الصناعية
جامعة تكساس A & M - محطة الكلية - تكساس

Concepts in Cotton Crop Modeling	مفاهيم تمييز محصول القطن
Bioeconomic Framework	إطار عمل حيوى اقتصادى
Energy Flow Model	طراز من طرز استمداد الطاقة
Review of Cotton Modeling Efforts	استعراض للمجهودات التى بذلت لتنميط القطن
A Population Model for Cotton Growth and Development	نمط عشائرى لنمو القطن وازدهاره
Effects of Pests on Plant Growth and Development	تأثير الآفات على نمو وتطور النبات
Effects of Plant Density on Cotton Growth and Development	تأثير كثافة النباتات على نمو القطن وتطوره
Summary of Cotton Modeling Effects	ملخص للمجهودات التى بذلت لتنميط القطن
Discussion	مناقشة
Appendix : Cotton Growth and Development Model	إضافات : نمط نمو القطن وتطوره
References	المراجع

مفاهيم تنميط محصول القطن

CONCEPTS ON COTTON CROP MODELING

يعتبر تطوير نظرية شاملة لتحليل مشاكل نظام البيئة الزراعية هدفًا من الأهداف الرئيسية للمتخصصين فى إنتاج المحاصيل والسيطرة على الآفات ، ولكن على الرغم من الجهود المبذولة فى هذا الاتجاه . . فإن مثل هذه النظرية مازالت تحبو ببطء شديد ، ولم يكتمل نموها بعد (Conways ١٩٨٤) . وفى مجال البيولوجى لا يوجد حتى الآن تصور موحد لدراسة التفاعلات ، التى تحدث على مستوى التعدد الغذائى (Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٤) ، اللهم إلا بعض التفسيرات الجزئية ، والتى سوف تستغل هنا كأساس لإيجاد تصور لإطار عمل لدراسة النظام البيئى الزراعى للقطن (*Gossypium hirsutum* L.) . وإطار العمل هذا مبنى على أساس من البحوث السابقة ، التى تتناول التتابع الديموجرافى Demographic لتطويع الطاقة وتمثيل الطعام داخل وبين المستويات الغذائية (De Angelis وآخرون عام ١٩٧٥ ، Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٤) ودمج هذه التصورات فى إطار عمل اقتصادى (Gutierrez و Regev عام ١٩٨٣) .

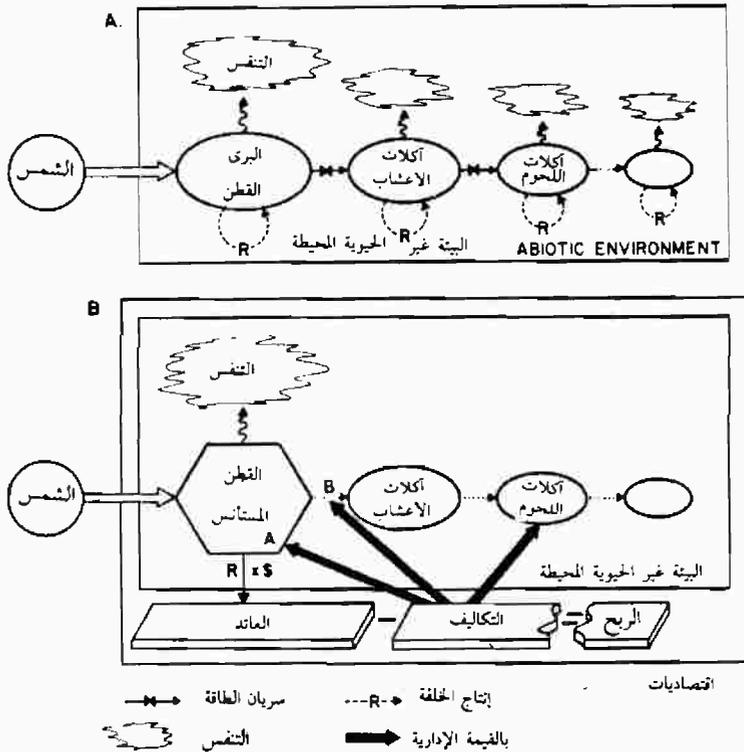
وفى أى محاولة علمية يوجد عديد من النماذج الافتراضية المتنافسة لحلها ولكن عند التحليل النهائى فإن النموذج المختار سوف يتوقف على دقة استبصار المرء وتبعه للخلفية التكنولوجية والخبرة وحسن التصور . وفى النهاية يمكن القول بأنه لا يوجد تحليل أو حل منفرد لفحص مشاكل النظام البيئى الضخمة ، قبل تلك التى تتعلق بإنتاجية محصول القطن ونظام المكافحة التامة لآفاته (Ellington وآخرون عام ١٩٨٤) .

ويعد «وات» Watt عام ١٩٦٦ من الرواد الأوائل فى تطبيق نظم التحليل فى البيولوجى ؛ حيث استنبط نظاماً متطوراً (تشكل التفاعلات البيئية المنتظمة فيه والوحدات المستقلة المتداخلة كل موحد يمكن أن يكون على المستوى الخلوى أو العضوى أو العشائرى) . ومن وجهة نظر كل من (Gutierrez و Getz عام ١٩٨٢) . . فإن كلاً من النباتات والآفات ماهما فى الحقيقة سوى نظامين من منظومة أكبر ، سواء على مستوى التفاعل بين البيئة والعشائر أو عموماً على المستوى النظام البيئى الشامل وأبعد من ذلك ، فإنه للإجابة عن أى من الأسئلة الخاصة بالناحية الاقتصادية أو الاجتماعية على المستوى المحلى أو ماهو دونه ، فإنه من البديهى أن نعتبر أن النظام البيئى الزراعى ليس سوى مكون واحد من المكونات ، التى تشكل إطار عمل لنظام اجتماعى اقتصادى أكبر . وعليه . . فإن نظامنا يتكون من

سلسلة من الطبقات . والمستوى الذى نختاره يتوقف على الأسئلة التى نبحث لها عن حل . ونحن هنا نستخدم ما توصل إليه Getz و Gutierrez لتحليل النظم ، الذى يتركز فى استخدام التقنيات (الكمية منها والكيفية) التى تساعد على فهم التفاعلات البيئية التى تحدث بين مكونات المحصول ونظام الآفة وعلاقتها بالبيئة (العالم الخارجى) والخبرات الإدارية .

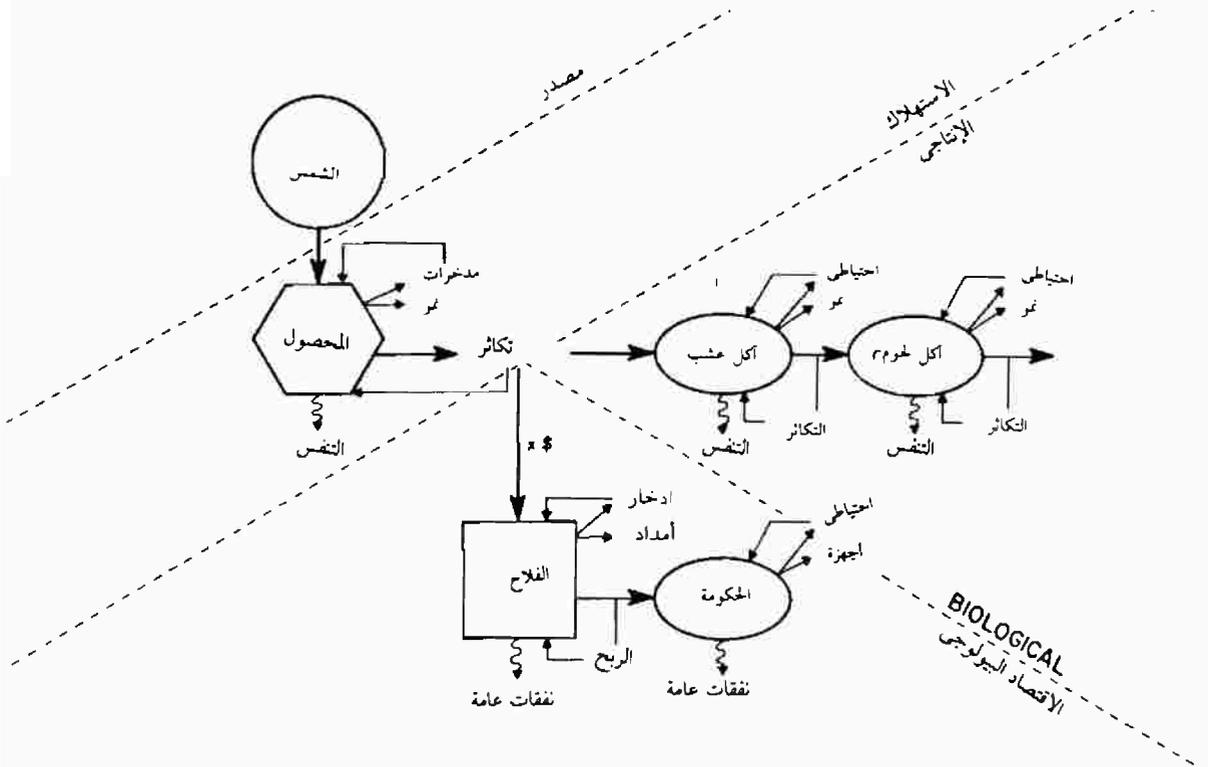
إطار عمل حيوى اقتصادى BIOECONOMIC FRAMEWORK

يعتبر نظام آفات القطن أولاً وأخيراً نظاماً بيولوجياً تترتب عليه أمور اقتصادية . ويمكن أن نبين طبيعة مشكلتنا ، وذلك من دراسة دفعات الطاقة المتدفقة بين مستويات غذائية متعاقبة (شكل ١-٣ أ) دون أو مع استخدام الخبرات الإدارية (شكل ١-٣ ب) بالتعاقب .



شكل (١-٣) : سريان الطاقة داخل السلسلة الغذائية (A) فى نظام زراعى للقطن البرى (B) فى نظام زراعى للقطن . يبين الرسم العائدات والتكلفة لدخول مختلفة وربحيته .

وفي نموذجنا المقترح ، نركز على الطاقة التي يقتنصها النبات عن طريق عمليات التمثيل الضوئى ، والتي تستهلك الحيوانات آكلة الأعشاب جزءاً منها . ويبين توزيع المصادر الموجودة داخل كل مستوى غذائى (بما فيها العامل الاقتصادى) فى شكل (٢-٣) ، وللمردودات البيولوجية (مثل إنتاج أو امتصاص أو استهلاك الطاقة) موزعة لتقابل مختلف متطلبات النمو والتكاثر والتنفس والإخراج ، وتوضح مستويات التدفق المبينة فى شكل (٢-٣) الأسبقيات داخل التصميم (Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٥ ، Wang وآخرون عام ١٩٧٧) والنمط الاقتصادى فى هذا الشكل يضرب الناتج فى السعر ، ويوزع هذه المردودات على مختلف المتطلبات الاقتصادية للنظام . وعليه . . ففى مثالنا هذا يتمسك كل النباتات وأكلات النبات والمزارع باستعمال المصدر نفسه مثل (بذرة القطن) ، ولكن لكل هدف مغاير للآخر تماماً ، وهذا التنافس هو صلب المشكلة الإدارية (Gutierrez و Regev عام ١٩٨٣) .



شكل (٢-٣) : نموذج للاغتذاء المتعدد ومصادر الاكتساب والتوزيع .

نمط لتيار الطاقة ENERGY FLOW MODEL

يمثل شكل (٢-٣) المفسر رياضياً بالمعادلات (3-1 A) ، (3-1 B) توزيعاً للكتلة الحيوية المتولدة عن طريق أفراد (مثل المردودات البيولوجية) الناتجة بواسطة التخليق الضوئي أو المستهلكة عن طريق الافتراس ، ومنه إلى التنفس والنمو و / أو التكاثر لأفراد نباتات القطن في خلال فترة زمنية وسوسة لوز القطن (*Anthonomus grandis Boh.*) على سبيل المثال (Regev و Gutierrez عام ١٩٨٣) .

Cotton : القطن

$$G_c(s_c, a) + R_c(s_c, a) = f_c(s_c, L, a) - C_c(s_c, a) M_c - f_w(s_w, s_c, a) \text{ for } s_c \in S_c \quad (3.1a)$$

Herbivore: آكل نباتات

$$G_w(s_w, a) + R_w(s_w, a) = f_w(s_w, s_c, a) (1 - \beta_w) - C_w(s_w, a) M_w \text{ for } s_w \in S_w \quad (3.1b)$$

حيث إن F_w ، F_c هما النمطان المسئولان عن التنبؤ بمعدل إنتاج الكتلة الحيوية (مثل التخليق الضوئي فضلاً عن المخترنات) . ومعدل الفقد الناشئ في الثمرة عن سوسة اللوز بالتناوب ، G_w ، G_c هي معدلات إنتاج النمو الخضري والزيادة في وزن سوسة اللوز ، R_w ، R_c هي معدلات إنتاج البذور وإنتاج نسل سوسة اللوز ، C_w ، C_s هي معدلات تنفس النبات وسوسة اللوز ، و B_w . هي معدل الإخراج من طعام سوسة اللوز ، S_c ، S_w هي حوامل جميع المتغيرات الخارجية والداخلية المرتبطة بالقطن وسوسة اللوز بالتعاقب ، و a هي العمر مقدراً بالأيام ، و L هي كتلة الورقة ، و M_x ($K = c, w$) هي الكتلة الكلية للنوع K th . والمخترنات تشمل النمو في كلا الجنسين . لاحظ أن $FC =$ عدد ملليجرامات النمو الناشئ عن التخليق الضوئي ، و $Fw =$ عدد ملليجرامات ما أكل من الفريسة ، وكلاهما عبارة عن صور متناظرة من أسس معادلة الافتراس [$M_i (F(M_i, M_i + 1))$] (انظر المناقشة المستفيضة إلى أسفل) ، وحيث إن M_i هي الكتلة الحيوية للفريسة ، و $M_i + 1$ هي الكتلة الحيوية للمفترس ، Fk هي أنماط للمسئولية الوظيفية المستمدة من البيئة الحيوانية ، وتصف درجة نجاح المفترسات الباحثات عن الفرائس (Holling عام ١٩٦٦) . ومن أجل التوضيح الملائم . . فإن القوة الموجهة Sk تصف العوامل التي تؤثر على النوع K th .

$$s_k = (p_k, U_k, Z_k, q_k) \quad \text{for } k = c, w \quad (3.2)$$

حيث إن p_k هي حجم العشيرة ، و U_k هو التركيب الوراثي ، و Z_k هي القوة الموجهة لجميع العوامل الحيوية والطقس ، و q_k هو التغير الزمني للإمداد الغذائي / شدة الطلب ، و U_k تعكس التغيرات الوراثية المرباة في القطن لتحسين الإنتاج والنوعية ، والتي قد تحدث تغيرات كبيرة في عادات النمو ، وقابلية للتعويض عن التلف الذي تحدثه الآفة (Gutierrez و Regev عام ١٩٨٣) . وفي حالة نظامنا لسوسة لوز القطن . . فإن الملاءمة العشائرية (f_k) هي الفرق بين المردود النهائي (مثل التخليق الضوئي في القطن واستهلاك السوسة للوز) ، والفقد الكلي (التنفس) ، النمو والإنتاج خلال موسم كامل t ، F_k هما النظير البيولوجي للربح ، ودرجة الإنتاج - الاستهلاك لعشيرة من نباتات القطن (P_c) هي $F_c(.) = F_c(p_c, .)$ بينما تلك الخاصة لسوسة اللوز ، هي $F_w(.) = F_w(p_c, p_w, .)$ (Regev و Gutierrez عام ١٩٨٣) وبالنسبة للقطن :

$$F_c(s_c, p_w, p_c) = \int [(f_c(.) - C_c M_c - G_c) - f_w(.)] dt \quad (3.3a)$$

ومثال ذلك بالنسبة لعشيرة السوسة

$$F_w(s_w, p_w, p_c) = \int [(f_w(.) (1 - \beta_w) - C_w M_w - G_w - R_w)] dt \quad (3.3b)$$

حيث إن R_w هي الغطاء في خلال موسم إنتاج ، وليست جزءاً من الملاءمة ، G_w و G_c هي غطاء النمو أثناء الموسم (Regev و Gutierrez عام ١٩٨٣) لاحظ أن $F_w(.)$ في (3.3a) هي شدة افتراس السوسة لثمار القطن ، وبعبارة أخرى . . فإن F_c و F_w هما بالتعاقب بذور القطن وفترة سكون السوس اليافع خلال الموسم ، وديناميكية p_x ، وقوانين توزيع $f_k(.)$ قد تم حسمها في الإضافات التي ألحقت بهذا الفصل . وفي نظام إنتاج القطن . . فإن الربح على المدى البعيد (II) ، والنمط الأقصى T^* خلال سنوات المستقبل يستعمل x_1, x_2, \dots, x_n ، وتصبح الخبرة الإدارية

$$\Pi_{\max} = \iint [P_y (f_c(.) - C_c M(.) - G_c(.) - f_w(.)) dt - P_x X_x] dt, (1 + Y)I \\ X_1, X_2, \dots, X_n \quad (3.4)$$

أو الربح = (السعر × المحصول - التكاليف البيولوجية) - تكلفة الخبرة الإدارية) × درجة الخصم في العائد .

حيث P_y هي سعر بذور القطن ، و $1 / (1 + y)$ هي درجة الخصم ، و P_x هي سعر x th من n الخيرة الإدارية المستعملة في إنتاج المحصول (مثل مبيدات الآفات والمخصبات والفلاحة إلخ) . ولكن من الواضح أن أنماط المحصول والآفات هي المكونات التي تفتح الطريق إلى تحقيق أنماط الإدارة ، مثل الطاقة الناتجة عن المحصول ، والتي توزع أو تستهلك من قبل أكلات النباتات ، والتي يمكن تسعيرها ، وكذلك يمكن تسعير الخبرات الإدارية . وفي الخبرات يكون من الصعب تكوين أنماط نموذجية حقيقية ، كذلك يكون من الصعب حلها . ومن ضمن الآمال التي أظهرت تقدماً تلك التي قام بها Talpaz وآخرون عام (1978) ، و Regev وآخرون عام (1983) ، و Shoemaker عام (1983) ، و Gutierrez وآخرون عام (1979) ، و Cauty و Cate عام (1984) ، و Stone عام (1984) وحقق Getz و Gutierrez وبعض فصول مما أشار إليه Conway عام 1984 ، وجميعها تعتبر مراجع حديثة في هذا المجال .

وفي هذا الفصل سوف نسجل ما حدث من تقدم في أنماط القطن في أنحاء العالم ، مع التركيز على الأنماط الخاصة بمشروعات المكافحة المتكاملة CIPM ، وبالإضافة إلى ذلك سوف نستعرض الروابط بين الآفات وأنماط القطن والتقدم ، الذي حدث في الإدارة الواعية لنظام إنتاج القطن .

استعراض الجهود التي بذلت في تنميط القطن

REVIEW OF COTTON MODELING EFFORTS

ابتكر Wilson وآخرون عام (1972) في استراليا نمطاً للقطن بسيطاً للغاية وسهل الاستعمال ، وبعد ذلك تابع الباحثون هذا العمل في أريزونا وميسيسيبي (Hesketh وآخرون عام (1971) ، و Stapleton وآخرون عام (1973) ، و Mckinion وآخرون عام (1974) ، و Baker وآخرون عام (1972) ، و Mutsaers عام (1972) ؛ حيث ابتكروا نمطاً ميكانيكياً لنمو القطن وازدهاره على نفس المنوال . وفي هذه الحالة . . فإن شبيه النمط المعد للحاسب الآلي والمسمى SIMCOT II ، كان من ابتكار دكتور Baker ومعاونوه ، وكان له أثر كبير في استخراج المعطيات العلمية في عملية تنميط القطن ، والتي تدخل في مشاريع المكافحة المتكاملة . وعلى أي الحالات . . فقد خُطت مشاريع تنميط القطن خطى سريعة في شتى الاتجاهات ، وتفرقت بذلك على تلك الأنماط الخاصة بديموجرافية الحيوان .

وقد أرسى كل من Von Foerster عام (١٩٥٩) ، و Leslie عام (١٩٤٥) أسس ديناميكية النبات ، (Gutierrez وآخرين أعوام (١٩٧٤) ، (١٩٧٥) ، (١٩٧٧) ، (١٩٨٣) ، (١٩٨٤) و Wang وآخرين عام (١٩٧٧) ، و Curry وآخرين عامي (١٩٧٨) ، (١٩٨٠) ، و Curry و Care عام (١٩٨٤)) ، والنمط الذى وضعه هؤلاء ربط ما بين التركيب العمرى لتحت الوحدات النباتية ، والعمر التخصصى للولادة ومعدلات الموت التى تختلف باختلاف الزمان (مثل : جداول الحياة المتفاوتة الزمان لنمو القطن وازدهاره Huges عام ١٩٦٣) . وتصلح الجداول التى تجرى على هذا المنوال والتى ابتكرها L. Brown - ومعاونوه فى جماعة ولاية الميسيسى - لكافة الأغراض وكذلك إطار العمل الذى وضعه Foerster - leslie ، وهناك نمط آخر أعد بفول الصويا من وضع Wilkerson وآخرين عام (١٩٨٣) أعطى نتائج ممتازة ، ولكن ينقصه التركيب العمرى . وقد ابتكرت نمط تجريبية أخرى ، وفى الوقت نفسه تركز على التكتيكات الإدارية من وضع CSIRO فى أستراليا (Hearn و Room عام (١٩٧٩) ، و Room عام ١٩٧٩ ، Hearn وآخرين عام (١٩٨١) ، و Ives وآخرين عام (١٩٨٤) ، و Wallack عام (١٩٨٠) فى إسرائيل .

نمط عشائرى لنمو القطن وازدهاره

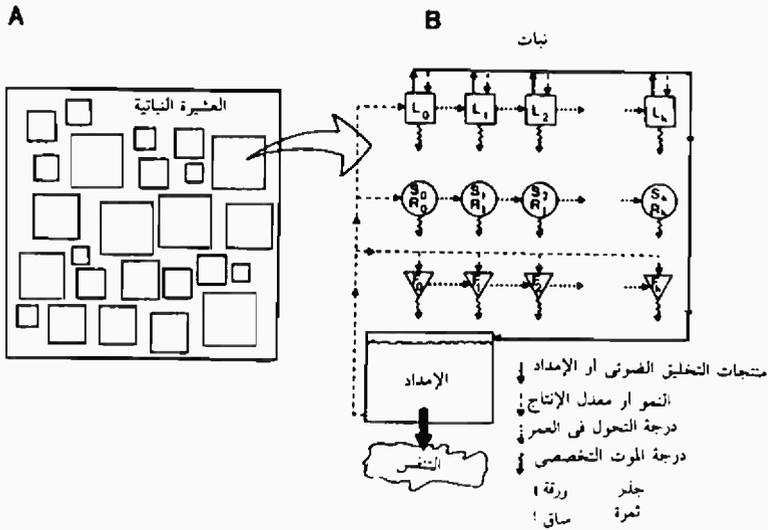
A POPULATION MODEL FOR COTTON GROWTH AND DEVELOPMENT

يتبين شكل (3-3) نمطاً تصورياً لكل من عشيرة نباتات القطن (A) ، والتوزيع الديناميكي لنواتج التخليق الضوئى نحو التنفس والتكاثر والنمو الخضرى والاكتناز ، فضلاً عن عمليات العمر والموت (B) . لاحظ فى شكل (3.3A) أن نباتات القطن قد تكون فى أحجام وأعمار شتى (Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٣) ، وأن الأوراق (L) ، والساق (S) ، والجذر (R) ، والثمرة (F) لها تركيب عمرى . وهذا التصميم يتفق مع ملاحظات عالمين فى بيئة النبات ، هما (White عام ١٩٧٤ ، Harper عام ١٩٧٧) اللذان افترضا أن العشائر النباتية (P) تتركب من أفراد ذات أعمار شتى . وفى داخل كل نبات توجد عشائر من تحت الوحدات النباتية (M) ذوات تركيب عمرى (Law عام ١٩٨٣) . ولأنماط القطن المؤكسدة التى ظهرت فى كاليفورنيا والميسيسى وتكساس بعض هذه الخصائص ، أو كل الخصائص ، ويمكن وضعها كنظام من معادلات Von Foerster .

$$\partial p / \partial t + \partial p / \partial a = -\mu(t, a) p(t, a) + I(t, a) \quad (3.5)$$

$$\partial M_j / \partial t + \partial M_j / \partial a = -\mu_j(t, a) M_j(t, a)$$

ويشير الرمز j إلى تحت العشائر (M) من j = الأوراق - الساق - الجذر والكتلة الثمرية و / أو الأرقام المصححة ، و t = الوقت ، و a = العمر تقدر بالحرارة المستندة إلى الوحدات الفسيولوجية مثل الدرجات اليومية (de Candole عام 1855) أو النمو النسبي (Sharpe وآخرون) $P(t, a)$ ، $M_j(t, a)$ هي عدد ووظائف كثافة الكتلة ، والتي تصحح إلى عشيرة في الوقت t .



شكل (3-3) : نموذج تصوري لـ (a) : عشيرة نباتية ذات حجم (عمر) تركيبي

(B) داخل عشائر وحدات النبات والتي توضع الإنتاج والتوزيع والفترة

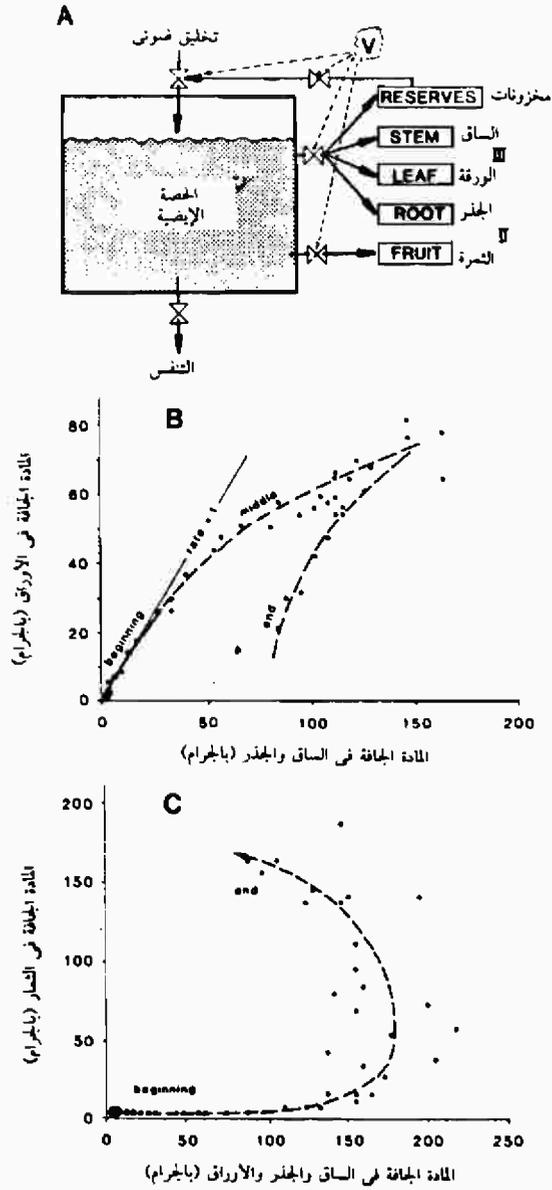
العمرية والموت (من Gutierrez ، Devay 1986)

وتلخص درجات الولادة - الموت الحقيقية في μ_j ، بينما يدل الرمز $I(t, a)$ على درجة الهجرة الحقيقية ، والوصف الرياضي للنمط موجود في الجزء المضاف كما يوجد وصف دقيق للنمط أسفله .

تنتج مجموعة الأوراق ($i. e., L_0, L_1, \dots, L_k$) من العمر ($i = 0, 1, 2, \dots, k$) في شكل (3-3B) مخلفات ضوئية بدرجة تعتمد على العمر ، مع استعمال بعضها في نمو الأوراق ومتطلبات التنفس (كما هو موضح فيما تحته خط) ، بينما تنتقل باقي المخلفات

الضوئية لتفى باحتياجات الأيض اللازم لبقاء الكتلة النباتية ، ونمو بعض من تحت الوحدات النباتية الحية . وفي هذا النمط يتوقف عمر الثمار والأوراق على درجات النمو ، كما هو موضح بالأسهم في كل رمز يمثل العمر . بينما يحدث نمو كل من الساق والجذر فقط في خلال المجموعة العمرية الأولى ، ويحدث تقدير العمر في النموذج كانتقال للكتلة أو الأعداد من مجموعة عمرية إلى المجموعة التالية (مثل ما يشير إليه الخط المنقط) ، حتى الوصول إلى العمر الأقصى ، وبعده يحدث الموت . لاحظ أن مختلف تحت الوحدات النباتية قد تكون لها فترات عمرية مختلفة ، ومن ثم فإن الرمز k لكل جزء من النبات قد لا يعنى زمن الحياة تماماً ، إلا أنه يعنى إشارة واضحة للعمر . والموت في هذا النمط هو درجة العمر المشار إليها بالسهم المتعرج ، والتي قد تشمل العوامل الداخلية والخارجية (مثل الموت الراجع إلى اغتذاء أكالات النبات) . وفي بعض من تحت الوحدات النباتية ، قد يعنى الموت الانتقال من الحياة إلى أنسجة خشبية .

وفي النمط يتم توزيع المخلفات الضوئية طبقاً للأوليات المشار إليها في شكل (3-4A) (مثل حصص الأيض ، من وضع Gutierrez وآخرين عام 1975 ، Wang وآخرين عام 1977 ، و Curry وآخرين عام 1980 ، Gutierrez و De vay عام 1986) ؛ حيث تنصرف المخلفات الضوئية أولاً إلى متطلبات الأيض ، ثم إلى التكاثر ، وفي النهاية إلى النمو الخضري والمخزونات . ويبين الشكل (3-4B) المعطيات العلمية للوقت اللازم للتحويل للمادة الجافة في مجموعات من الوحدات الحقلية ، والتي تبين التحول في المظهر إلى المادة الجافة في تحت الوحدات النباتية تحت الظروف الحقلية . وإذا كانت النباتات غير تامة النمو . . فإن متطلبات التكاثر تكون صفرًا ، بينما تكون للنمو الخضري وتكوين المخزونات الأولوية الكبرى . والحد الأقصى من الفيض الخارجى للحصة الأيضية (شكل 3-4 A) في الزمن t ، ربما يعتبر هو درجة الاحتياج (D) بينما الفيض الداخلى (مثل $S^* =$ التمثيل الضوئي) يعتبر إمداداً . وعليه . . فإنه في هذا النمط يكون الفيض الحقيقى على أى مستوى هو الاحتياج الأقصى على هذا المستوى (i) ، معدلاً بواسطة درجة الإمداد/الاحتياج (أى $S^*/D_i \in [0, 1]$) ، بعد وصول الاحتياج الأكبر إلى درجة الاكتفاء (انظر الجزء الإضافى لثرى المعادلة التى وضعها Gutierrez ، والمجموعة العاملة معه) . وفي الحقيقة ليست S^*/D_i هى فقط مقياساً لتوزيع المادة الجافة . ولكنها أيضاً تستعمل لتنظيم درجات إنتاج الثمار الجديدة وعقد الساق الرئيسية . وترجع درجة الموت فى السوسواس واللوز الصغير إلى حفظ الكربوهيدرات ودرجات نمو جميع تحت الوحدات النباتية . ويمكن الرجوع إلى التأثيرات الراجعة إلى مسبب المرض *Verticillium dahliae* فى الوصف الموجود إلى أسفل .



شكل (3-4) : نمط لحصص الأيض عن جوتيرييه وآخرين (1983) ، وتوزيع المادة الجافة في القطن بمرور الزمن ، حتى تكوين تحت الوحدات الخضرية النباتية ، وبين تحت الوحدات الخضرية والتكاثرية عن جوتيرييه وآخرين (1983) الرمز V هو *Verticillium dahliae* .

تأثير الآفات على نمو وتطور النبات

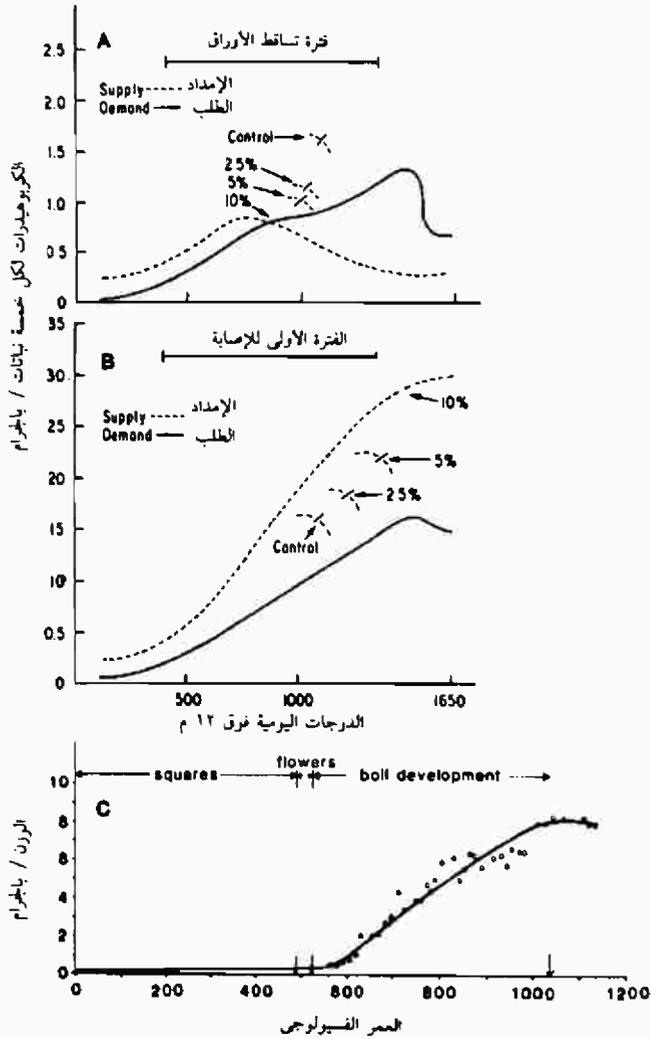
EFFECTS OF PESTS ON PLANTS GROWTH AND DEVELOPMENT

يؤثر الطقس أو الظروف الاغذائية الشحيحة وضغط الماء على الجانب الإمدادى من درجة الإمداد / الطلب ، كما تحدد الطراز المتوقع لنمو النبات وازدهاره (Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٥ ، ١٩٨٤ و Wang وآخرون عام ١٩٧٧ ، و Curry وآخرون عام ١٩٨٠ ، و Gutierrez و De Vay عام ١٩٨٦) والآفات التى تهاجم جهاز التخليق الضوئى تؤثر على الجانب الإمدادى . بينما تلك التى لا تهاجم جهاز التخليق الضوئى تهاجم الجانب المختص بطلب الإمداد . وعلى سبيل المثال . . فإن مسيبات سقوط الأوراق ومعظم الأمراض تؤثر بالدرجة الأولى على الجانب الإمدادى لأنها تحطم الأوراق ، وتعميق فيض التريتات والماء ، وتؤثر بالتالى على التخليق الضوئى مباشرة أو بطريق غير مباشر .

وفى الحقيقة . . فإن معظم الآفات تؤثر على كلا الجانبين بدرجة أو بأخرى ، ولكن التأثير الدائم لها قد يكون رئيسياً على جانب واحد ، وبعض الآفات مثل دودة اللور القرنفلية *Pectinophora gossypiella* تهاجم الثمار ، ولكنها لا تؤثر على متطلبات النبات من المخلفات الضوئية وانتقالها .

والآفات التى تقلل من الطلب تجعل النباتات تنمو نمواً خضرياً شديداً ، وتلك التى تقلل من الإمداد تتسبب فى تقزم النبات، وتؤثر بعض الآفات على كل من الإمداد والطلب .

ويبين شكل (٣-٥) التأثيرات الافتراضية لكل من نوعى التلف على التفاعل بين الإمداد بالمخلفات الضوئية عندما يصل النبات إلى تمام طاقته من حمل الثمار (مثل النقطة التى يجب عندها المكافحة) . وفى حالة الوضع الحر للآفة يحدث أن تأخذ عديداً من الثمار فى النمو السريع ، وتزيد من قابلية النبات للتزويد من الإمداد بالمخلفات الضوئية . وتختلف النباتات فى الإنتاج الثمرى ودرجات النمو الثمرى ، وهذا يرجع إلى التأثير السابق على طلب المخلفات الضوئية ، وما يتبع ذلك من توقيت النضج . وتنتج بعض الأقطان المصرية ثماراً غاية فى الصغر ، وذلك لأن شدة طلب الثمار من الفيض الداخلى تكون منخفضة جداً طوال الموسم . وتأثير الآفات المختلفة مشروح باستفاضة فى الفصلين (٤ ، ١٠) .

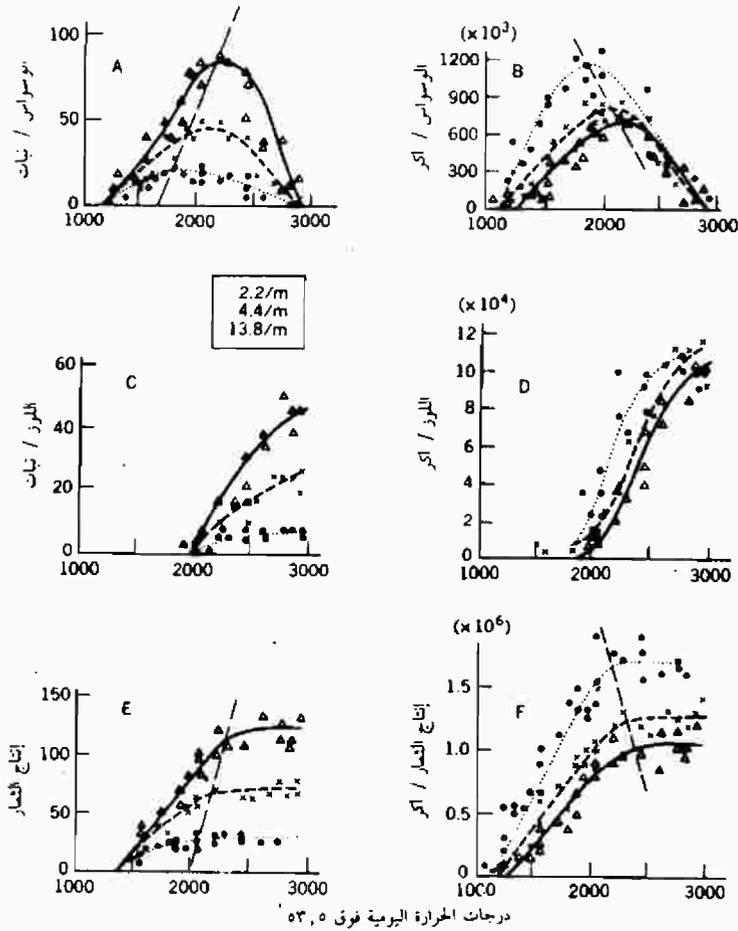


شكل (3-5) : نمط تصوري للدور الداخلي الذي يلعبه الإمداد بالمخلوقات الضوئية (الخطوط المتقطعة)، والطلب (الخطوط المصمتة) في نباتات القطن ، في وجود مسببات التعرية الورقية (A) والمغذيات على الثمار (B) عن وانيج وآخرين ١٩٧١ ، فضلاً عن النمو الفردي للثمار الغروية (C) عن جويتير وآخرين (١٩٨٤) .

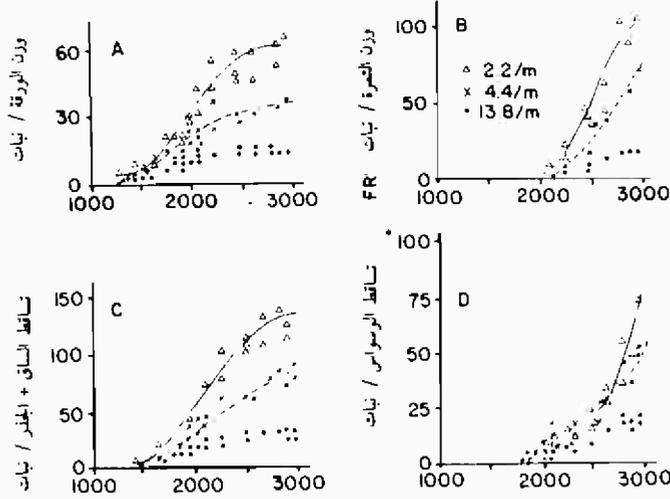
تأثير كثافة النباتات على نمو القطن وتطوره

EFFECT OF PLANT DENSITY ON COTTON GROWTH AND DEVELOPMENT

يظهر الشكلان (3-6) ، و (3-7) معطيات حقلية مكشفة حول نمو Acala SJ-II وأزهاره في وادي San Joaquin في كاليفورنيا ، وعلى ثلاثة مستويات من الكثافة العددية النباتية المعاملة بحرص شديد (Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٥ ، و A.P. Gutierrez في بيانات علمية لم يتم نشرها بعد) . وكانت نباتات القطن التي زرعت على مستويات كثافة منخفضة أكبر من تلك التي زرعت على مستويات عالية من الكثافة العددية ، وذلك كما يبدو في الوسواس الخاص بالنماذج النباتية في (شكل 3-6A) ، ولوز القطن في (شكل 3-6C) والبراعم الثمرية الكلية في (شكل 3-6E) ، وكتلة الورقة كما في (شكل 3-7A) ، والثمرة في (شكل 3-7B) ، والسوق وأنسجة الجذر في (شكل 3-7C) . وعلى أى حال . . فإن ما يخص النبات الواحد لا يقتضى بالضرورة ترجمته إلى ما هو أكبر من ذلك بالنسبة لما ينتج من مساحة أيكر واحد (شكل 3-6D) . وعلى سبيل المثال ، عند الكثافات العالية للنباتات يكون عدد الثمار الناضجة في أيكر واحد مرتفعاً إذا ما قورن في العدد بإنتاج أيكر آخر ذى كثافة نباتية أقل (الأشكال 3-6D و 3-7B و 3-7D) . ولكن المهم أن نسبة هذه الثمار واحدة ، يمكن ضربها في عدد النباتات . والزراعة في كثافات عالية قد تسبب أيضاً النضج المبكر ، كما هو موضح في الخط المتقطع في شكل (3-6 B, D, F) ، وتقل قابلية الزراعات النباتية الكثيفة للتعويض . ولمثل هذه الكثافة تأثير واضح على نضج المحصول وأزهاره وإنتاجه (Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٧ ، و Wilson عام ١٩٨٦) وقد اقتضت ديناميكية الإثمار ومدة بقاء الثمار فضلاً عن ديناميكية الوحدات النباتية الأخرى التي تؤثر بشدة على ديناميكية الآفة ، وما يتبعه من القدرة الإنتاجية والكثير من مؤثرات النمو تطوير النمط الموجود في شكل (3-8) ، ويحتوى كثير منها على مكونات الكثافة .



شكل (3-6) : تأثير كثافة النباتات على نمو وتطور قطن أكالا SJ2 خلال عام ١٩٧٣ في كوركوران - كاليفورنيا . بالنسبة للنباتات وبالنسبة للأكر (الوسواس A, B) للوز (C, D) إنتاج الثمار المتراكم (E, F) عن جويتير وآخرين ١٩٧٥ .



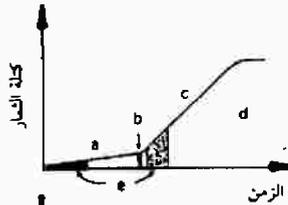
درجات الحرارة اليومية فوق 53.5 °ف

شكل (3-7) : تأثيرات الكثافة النباتية على نمو وتطور قطن أكالا SJ-2 خلال 1973 ، في كوركوران - كاليفورنيا . لكل نبات : وزن الورقة (A) ، ووزن الثمرة (B) ، ووزن الساق والجذر (C) وتساقط الثمار المتجمع (D) .

القياسات 1-

ثمرة

- a. معدل نمو البراعم
- b. عمر الزهرة
- c. معدل نمو الموز
- d. عمر الحجم الأقصى
- e. نوافذ تساقط البراعم واللوز نتيجة ضغط الكربوهيدرات

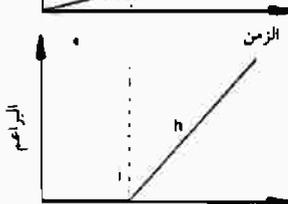


النمو الخضري

درجة نمو الورقة والساق والجذر قبل أول فرع ثمري



درجة نمو الورقة والساق والجذر نتيجة الكثافة النباتية



درجة إنتاج البراعم نتيجة للكثافة النباتية

time anch زمن أول فرع ثمري

شكل (3-8) : القياسات اللازمة لاستعمال نمط القطن في كاليفورنيا .

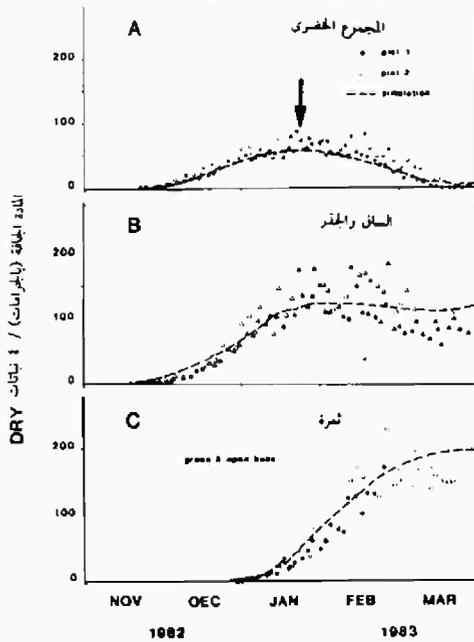
ملخص للمجهودات التي بذلت لتنميط القطن

SUMMARY OF COTTON MODELING EFFORTS

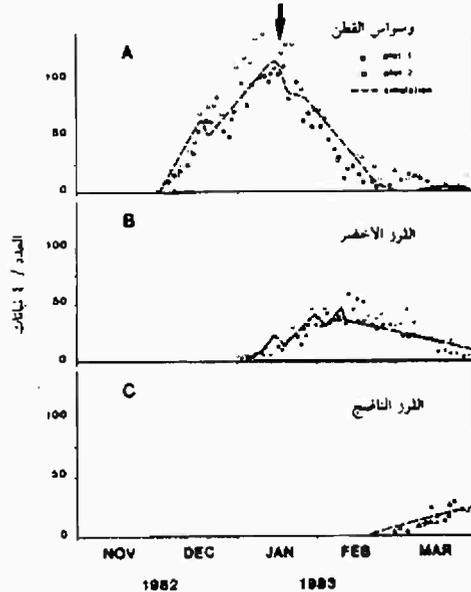
يعد التركيب العام لأنماط القطن التي تم تطويرها بواسطة المجموعة المشتركة في هذا المشروع متشابهاً إلى حد كبير . وقد اهتمت مجموعة كاليفورنيا بالنواحي الرياضية في نظام تنميط النبات فضلاً عن أيكولوجية العشائر في الحقل ، والتشريعات الحقلية (انظر أسفله) . ويوجد في الجزء المضاف وصف كامل لنمط قطن كاليفورنيا ، ولم يناقش من هذا النمط هنا إلا الأجزاء المهمة أو التكنولوجية . وركزت مجموعة تكساس على ديناميكية الثمرة تخصصاً قوياً في التنميط البيوطيبي (Vurty و Cate عام 1984) .

وقد طبق استعمال نمط كاليفورنيا دون ظهور أدنى حد من الصعوبات ، وذلك على أنطان Delta Pine و Acala في أريزونا وأستراليا وكاليفورنيا (Gutierrez وآخرون عام 1975 ، Blood و Wilson عام 1978 ، Gutierrez, Stone ، 1986 ، a, b) وكذلك طبق استعماله على القطن النيكاراجوى (Wang وآخرون عام 1977 ، Gutierrez وآخرون عام 1983) والمصرى، وصنف من قطن أكالا في السودان (von Arex وآخرون عام 1983) ، وعلى القطن البرازيلى (Gutierrez وآخرون عام 1984) . ومنذ عهد قريب ، طور نمط كاليفورنيا ليستعمل مع النمط الذى ابتكره (Manetsch عام 1976) ، والذى يحسب فيه توزيع للفترات الزمنية التى تزدهر فيها الوحدات النباتية (Gutierrez وآخرون عام 1984) .

ويوجد ما هو أكثر حداثة من ذلك ، ألا هو النمط الخاص بالمسئوليات الوظيفية الذى صممه (Frazer و Gilbert عام 1976) ، والذى طور فيه نظرية الافتراض وربطها بالنمط الخاص باستاتيكية التخليق الضوئى (Gutierrez و Baumgaerthner عام 1984) ، ويمكن تقدير القياسات فى الأنماط الخاصة بالتخليق الضوئى من البيانات الميدانية الحقلية . وتعد النتائج المشجعة التى حصل عليها عديد من متجى القطن ، والتى اختبرت ، أفضل بكثير من تلك التى حصل عليها من الرسوم البيانية التى تستخدم مزيداً من الوظائف الاستاتيكية الخاصة بمنتجات التخليق الضوئى ، مثل الصنف IAC-17 من البرازيل (Gutierrez وآخرون عام 1984 ، شكل 9-3 ، وشكل 10-3) وصنف القطن Delta Pine ، الذى ينمو فى الأودية الصحراوية فى غرب كاليفورنيا وأريزونا (Stone وGutierrez عام 1986 ، a ، b) . وتستند السهولة النسبية التى يمكن بها تطويع النمط



شكل (3-9) : نماذج التماثل للورقة (A) ، والساق والجذر (B) ، والثمرة (C) المادة الجافة من صنف القطن البرازيلي IAC-17 ، باستخدام نمط قطن كاليفورنيا . الخطوط المتقطعة في الرسم هي نتائج نموذج التماثل ، والسهم المنحنى إلى أسفل يدل على زمن ضغط الكربوهيدرات . (عن جويتير وآخرين عام ١٩٨٤) .



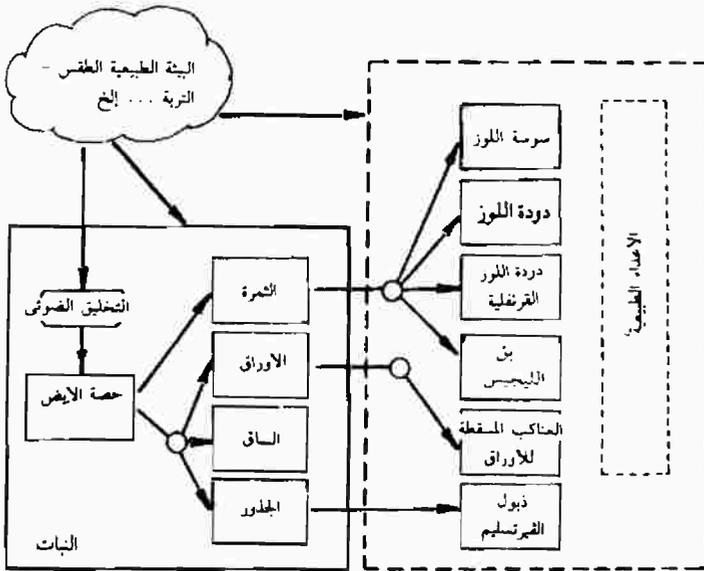
شكل (3-10) : نموذج التماثل لوسوس (A) ، والورق الأخضر (B) ، والورق الناصح (C) عدد نباتات القطن البرازيلي IAC-17 ، باستخدام نمط قطن كاليفورنيا . الخطوط المتقطعة على الرسم هي نتائج نموذج التماثل (عن جويتير وآخرين عام ١٩٨٤) .

لأصناف أخرى إلى الحقيقة التي تنادى بأنه ليس مطلوب سوى القليل من الدالات في عملية تقدير درجات التخليق الضوئي في عديد من أصناف القطن (شكل 8-3) ؛ إذ إنها متشابهة إلى حد كبير (El-Sharkawy وآخرون عام 1965) ، وأن نمط ديناميكية الكثافة العددية يمكننا من جمع كثير من التفاصيل البيولوجية . التي تحتاجها ، والشفرة الحاسوبية هنا صغيرة وشيقة .

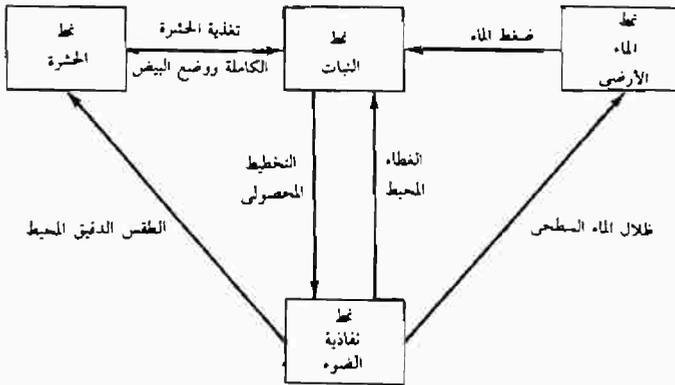
وقد تم وضع أنماط ناجحة لبعض أنواع النباتات الأخرى منها : الفول والكاسافا والتفاح والعنب والطماطم باستخدام الأسس السابقة نفسها (Gutierrez وآخرون عام 1987) . ويبين شكل (11-3) أفضل الأنواع التي تم ربطها بنمط قطن كاليفورنيا ، وقد وسعت هذه المجموعة غطها ليشمل معادلات التتروجين والماء وتوزيعها ، باستخدام نمط ميزان الكربون المقترح والذي تم وضعه أعلاه .

والتركيب الأساسي لنمط محصول قطن تكساس ، والذي يرتبط بظروف الطقس والآفات الحشرية تم شرحه في شكل (12-3) ، وبواسطة هذا النمط الثاني ، أمكن تقدير عمر معظم ثمار نبات القطن وكثافة كتلتها ، فضلاً عن المادة الجافة المتوقعة في الأوراق والسوق والجذور . وهذا يشابه الأنماط الأخرى ، ويمكن وصف الزمن الذي تزدهر فيه ثمار القطن من بدء تكوينها حتى تمام نضجها ، ويمكن وصفه كمتغير عشوائي تقريبي تحت درجات حرارة ثابتة ، ويمكن تحديد دورة التطور الثمري المتوقع كقيمة متوقعة من أ ، مقسومة على هذه الأزمان العشوائية . ومن هنا يمكن تحديد العمر من تكامل درجة الازدهار تحت النظام الحرارى ، وظروف الطقس الدقيقة للغطاء النباتي في خلال الزمن والعمر البيولوجي الذي يشير إليه الموجود في خط الزمن يعكس العمر الذي يتقاطع مع مجموعة الثمار ، التي تظهر في الوقت نفسه ، وتجري إجراءات مماثلة لتقدير الزمن الذي تتطور فيه الحشرات . واستمرت مجموعات بحثية كثيرة في استخدام الدرجات اليومية الأقدم لتقدير العمر والزمن في النمط بنجاح ظاهر ، وهذا التقدير يعد تقديراً خطياً مشتقاً من طرق غير خطية .

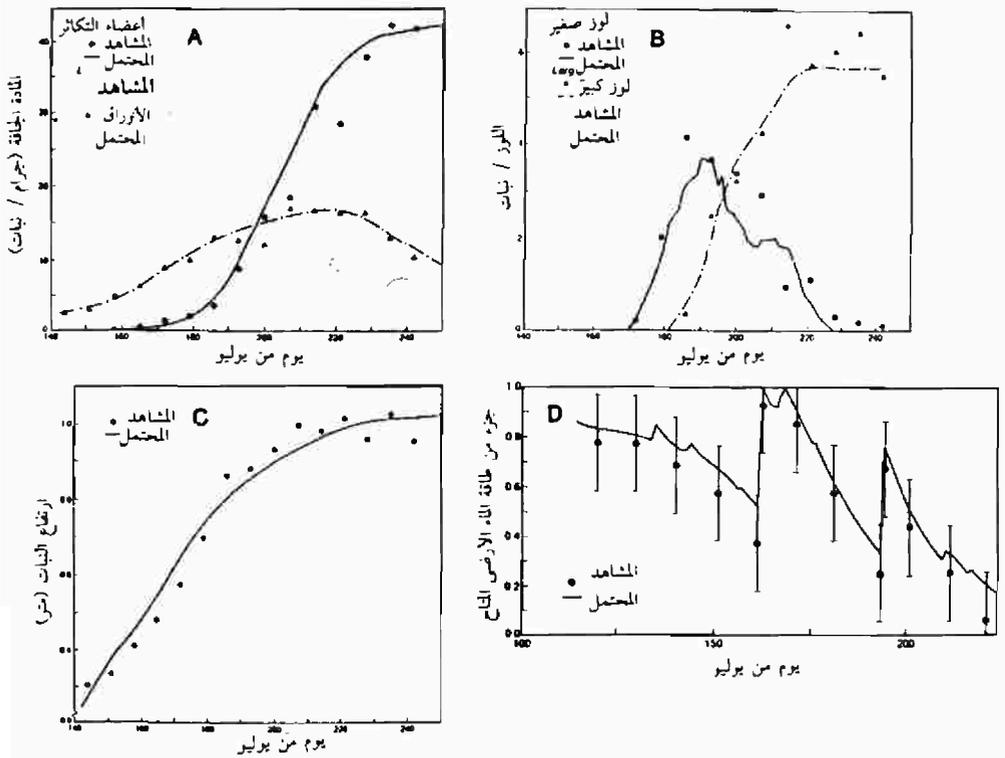
والمقارنات بنمط تكساس للمادة الجافة وعدد الثمار وارتفاع النبات ، موضحة في شكل (13A-3) إلى C . وعموماً فالنتائج المستحصل عليها مقنعة للطاقة ، ونمط تكساس الخاص بنفاذية الضوء تقدر استخدام النبات للضوء والتظليل الموجود على سطح التربة . وهذا النمط أيضاً يمدنا بالمعلومات المتعلقة بالمكونات الدقيقة للطقس ، ومنها نصل إلى ما يتعلق بإصابة



شكل (3-11) : نمط القطن تحت نظام البيئة الزراعية في كاليفورنيا .



شكل (3-12) : تفاعل وتداخل المكونات في نمط القطن ، تحت نظام البيئة الزراعية في كاليفورنيا .



شكل (3-13) : البيانات العلمية الرسمية لمنط قطن تكساس .

- (A) طرز المادة الجافة .
- (B) طرز الثمار .
- (C) ارتفاع النبات .
- (D) الماء الأرضي المتاح .

يرقات سوسة اللوز للبراعم الشمرية ، ومن هنا نتوصل إلى الأسس التي تمكننا من حساب نسبة موت هذه اليرقات ، كما يمكننا تقدير الغطاء المغلق ، والذي هو مهم للغاية في حساب طاقة التخليق الضوئي ، وكذلك يمكن تقدير درجة تظليل سطح التربة الضروري ؛ لتصميم غمط ماء التربة . ويقدر غمط ماء التربة الضغط (أو حدود النمو) في محصول القطن ، والراجع إلى كمية ماء التربة المتاحة . ويبين شكل (3-13D) النتائج الدقيقة لتربة جييرية رملية مبروية ، والنمط الذي تستخدمه مجموعة بحث كاليفورنيا يأخذ بتقدير مبسط لتفاذية الضوء ، ولكن غمط الميزان المائي هو في الواقع غمط طبيعي (معلومات غير منشورة T. Hsiao) عام (1975) للعشيرة النباتية ، والتحسينات التي أجراها عليه Wang وآخرون عام 1977 ، قد وضع الأساس للأغماط التي تتناول نمو القطن وازدهاره وعائده [Eq. (A3.1)] وعلاقته بسائر الآفات ومسببات أمراض الذبول . وفي زمن أكثر حداثة ، قام Gutierrez وآخرون عام 1984 بتطوير نمط السقطن وازدهاره . ولتسيط هذا الموضوع سوف نناقشه هنا ، وطور (Curry وآخرون عامي 1978 ، 1980) غمطاً لعشيرة ثمار القطن وربطه بنمط لديناميكية عشيرة سوسة اللوز ، كما ورد في نمط Von Forester ، بينما طور Brown ورفاقه في الميسيسي غمطاً مائلاً للحاسوب لنمو القطن وازدهاره يشبه ذلك ، الذي سوف يتم وصفه فيما يلي ، مع ربطه بنمط سوسة لوز القطن ودودة اللوز القرنفلية .

ونظراً لأن المحصول يزرع في خلال فترة قصيرة من الزمن فإن $(pc(t, a))$ تخفض إلى $pc(t)$. والنمط والروابط (الأقواس) بين أجزاء النبات ، وبق الليجس مثلاً ، (مثل a) (t, a) + موجود فيما يلي :

$$\begin{aligned} \partial p_c / \partial t + \partial p_c / \partial a &= -\mu_c \quad (.) \quad pc(t, a) + I_c & (a) \\ \partial L / \partial t + \partial L / \partial a &= -\mu_L \quad (.) \quad L(t, a) & (b) \\ \partial S / \partial t + \partial S / \partial a &= -\mu_s \quad (.) \quad S(t, a) & (c) \\ \partial R / \partial t + \partial R / \partial a &= -\mu_R \quad (.) \quad R(t, a) & (d) \\ \partial M / \partial t + \partial M / \partial a &= -\mu_M \quad (.) \quad M(t, a) & (e) \\ \partial F / \partial t + \partial F / \partial a &= -\mu_F \quad (.) \quad F(t, a) & (f) \\ \partial H / \partial t + \partial H / \partial a &= -\mu_H \quad (.) \quad H(t, a) & (g) \end{aligned}$$

(A3-1)

حيث إن $F(t, a)$, $pc(t, a)$ عدد وظائف الكثافة $L(t, a)$ ، و $R(t, a)$ ،
 $S(t, a)$ ، $M(t, a)$ هي وظائف كتلة الكثافة والكل يستلزم حالات أولية (مثل $L(0, a)$ ،
 $L(t, 0)$ ، a) لضمان عدم توحيد الحل . أيضاً t ، a هي وحدات الزمن الفسيولوجي ،
والتي قد تختلف بين الأنواع وعديد من (.) زلما هي وظائف معقدة ، تشمل جميع العوامل
التي تؤثر على ميلاد العشيبة ومعدلات الوفيات (انظر أسفله) بينما I_H ، I_C هي درجات
الهجرة المضبوطة لبق الليجس ، والأنماط في (A3-1) هي الصيغ المستمرة (Von Foreser
عام ١٩٥٩) لنمط Leslie الأساسى والمعروف جيداً (Leslie عام ١٩٤٥) ، ويمكن كتابة كل
نمط بخط مائل فى :

$$N_{j,t} + \Delta t = A_j N_{j,t} \quad (A3.2)$$

مناقشة DISCUSSION

إن تنميط نمو القطن وازدهاره قد وضع حجر الأساس للنهوض بالمكافحة المستنيرة لآفات
(IPM) القطن وإنتاجه ، وفى المستقبل سوف يتم استخدام الذكاء الصناعى لتطوير نظم
الخبرات (Gutierrez وآخرون عام ١٩٧٦ ، و Stone وآخرون عام ١٩٨٦) وقد كان لتطور
ثلاثة أنظمة لتنميط القطن من خلال مشروعات Huffaker / Adkisson قوة إيجابية فى
الارتقاء بالحقل ؛ لأن كل مجموعة منها كان لها تصورها الخاص للمشكلة ؛ مما تسبب فى
ظهور نمط أفضل وتغلغل الخبرة فى طول البلاد وعرضها . وأكثر من ذلك . . فإن الخبرات
نفسها قد تمكنت من نقل التكنولوجيا إلى مجموعات بحثية أخرى على محاصيل أخرى .
(Baumgaertner وآخرون عام ١٩٨٣ ، و Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٥ ، و Wilson
وآخرون عام ١٩٨٧) وإلى نظم أخرى (Gutierrez وآخرون عام ١٩٨٣) وإلى العاملين فى
أجزاء أخرى من العالم ، مثل (Von Arx وآخريين ١٩٨٣ ، و A.M. Villa Corta
وآخريين اتصال شخصى ، و Gutierrez وآخريين عام ١٩٨٤) .

وسوف تستعمل النظم كقنطرة للاقتصاديين يجتازونها لتقييم سياسات مكافحة الآفات
والخبرات المستخدمة فى ذلك ، من خلال سياسة واقعية ، ولهذا أصبح الآن تشكيل
مجموعات للمكافحة المتكاملة الشاملة حقيقة ناصعة ، ليست مبنية على التخمين العلمى
والفروض النظرية ، بفضل استخدام الأنماط الحديثة المرنة .

ونظامنا البيئي نظام متكامل ميسر للاستكشافات . ولهذا يجب علينا أن نتعلم كيف نستطيع إدارته لنعرف حدودنا ونستقرئ كل ما يخص أجيال المستقبل . وعليه . . فإن التكنولوجيا الحديثة لإنتاج المحصول سوف يستفاد بها ؛ للحصول على أعظم الفوائد في المستقبل القريب والبعيد . وهذه الحقيقة واضحة تماماً في القطن أو وضحت عارية أكثر عن تلك التي ذكرها (Van den Bosch عام 1978) في كتاب «مؤامرة مبيدات الآفات The Pesticide Conspiracy» ، ومازالت أسئلة Van den Bosch تنتظر الإجابة عنها حتى الآن . والمنفعة والتكلفة هي فقط جزء من الثمن الذي ندفعه للحصول على مبيدات الآفات التي نستخدمها والنفقات الاجتماعية والبيئية والتي يصعب لأن تقديرها لها أهمية مكافئة ، وربما أعظم أهمية . وأى ثمن يمكن أن يعرض الخسارة التي تنشأ عن تسمم الأدميين بالباراثيون ، أو الفقد الضخم في الحشرات الملقحة ؟ أو ما تحدثه المبيدات من تدمير شديد في اقتصاد منطقة ما مثل هلاك ألفين من البط في ليلة واحدة ، من جراء استعمال مركبات الفوسفور العضوية .

والتكنولوجيا التي طورت من خلال مشروع NSF / EPA - USDA CIPM يمكن أن تستعمل في بناء مستقبل أفضل ، أو تؤخر من الزمن الذي يدمر فيه الإنسان نفسه .

إضافات : نمط نمو القطن وتطوره

APPENDIX : COTTON GROWTH AND DEVELOPMENT MODEL

تتكون عشيرة نباتات القطن (pc) من أفراد من النباتات ، ويحتوي كل نبات منها على عشيرة من الأوراق (L) والساق (S) والجذور (R) والثمار (F = عدد ، M = كتلة) من أعمار متباينة ، والنمط النهائي القاطع هو الذي وضعه (Gutierrez وآخرون) حيث إن N هي ناقلات أمراض النباتات أو أجزاء من النباتات ، أو بق الليجس من جميع الأعمار . أما A فهي الاختلاف الصحيح القاعدي (الأس) لدرجات الولادة والحياة لكل من Z العشائر ، والحل العددي للمعادلة (A3-1A) مع أخذ العمر في الزمن في الاعتبار كما هو موضح في شكل (A3-1A) ، بينما يمثل شكل (A3-1B) تجسيد الصفات الأخرى مثل الكتلة .

$$\begin{array}{l}
 \partial \rho_c / \partial t + \partial \rho_c / \partial a = -\mu_c(\cdot) \rho_c(t, a) + I_c \quad (a) \\
 \partial L / \partial t + \partial L / \partial a = -\mu_L(\cdot) L(t, a) \quad (b) \\
 \partial S / \partial t + \partial S / \partial a = -\mu_S(\cdot) S(t, a) \quad (c) \\
 \partial R / \partial t + \partial R / \partial a = -\mu_R(\cdot) R(t, a) \quad (d) \\
 \partial M / \partial t + \partial M / \partial a = -\mu_M(\cdot) M(t, a) \quad (e) \\
 \partial F / \partial t + \partial F / \partial a = -\mu_F(\cdot) F(t, a) \quad (f) \\
 \partial H / \partial t + \partial H / \partial a = -\mu_H(\cdot) H(t, a) + I_H \quad (g)
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \left. \begin{array}{l} \text{age} \\ \text{predation} \end{array} \right\} \\ \\ \left. \begin{array}{l} \text{supply} \\ \text{demand} \end{array} \right\} \text{density} \end{array} \right\}$$

(A3.1)

شكل (A3-1) : رسم تخطيطي من وضع Leslie - Von Foerster يبين مجموعة الاختلافات في النمو (A) ، مع أخذ الزمن والعمر في الاعتبار .

وبالنسبة للتخليق الضوئي في النبات (pc.) ، وإنتاج أجزاء النبات الجديدة (L = ورقة ، S = ساق ، R = جذر ، F = ثمرة) ، وهي منسوبة إلى الولادة (P(.) = لعمر $[LAI, p_V, V_j]$ وهي منسوبة إلى مختلف متطلبات النبات تبعاً لأولية مخطط نمط لأيض الموصوف أسفله . وتأثيرات بق اللبجس أو أي آفة أخرى من آفات الشمار ، يمكن إيجادها من خلال روابط عشيرتها (H(t, a)) بنمط ديناميكية الشمار ، ودرجة اعتذاء بقة اللبجس ، هي جزء من $\mu_m(\cdot)$ ، $\mu_f(\cdot)$ (Gutierrez وآخرون عام 1977) .

ويمكن أن تدخل تأثيرات فطر الذبول Verticillium في النمط كمقياس (VE(0, 1)) على p ؛ للوصول إلى نمو أجزاء النبات ودرجات الإنتاج مباشرة ، و V هي مكافئ درجة البقاء على قيد الحياة وتلخص جميع الأوجه المرضية . وزمن ودرجة انتشار المرض في الحقل هي وظيفة من وظائف الكثافة الكلية (P_V) ومستوى انتشار المرض (V) وشكل (3-4A) يصف تأثيرات هذا المرض على نواتج التخليق الضوئي نتيجة للإصابة بفطر الذبول Verticillium موضحة في μ_c .

نمط حصّة الأيض وتأثير فطر الذبول Verticillium على نمو نبات القطن وازدهاره (شكل 3-4A).

في النمط الخاص بنمو وازدهار النبات (أو النباتات) (S). نجد أنه محكوم بأسبقية توزيع حصّة المخلفات الضوئية (P) مخصومة من حصّة الأيض الكلية ذات القيمة القصوى $O_{max} = \infty S (L + S + R) da$ ، والموزعة بداية بالتنفس (θ) ، ثم نمو الثمرة (M) ، وفي النهاية النمو الخضري $(L, S, R) \infty = 0.2$ منسوبة إلى الحد الأقصى من المكونات الجافة من مخزونات القطن ، ويمكن تلخيص درجات التكلفة الفسيولوجية في $\theta = \theta(e)$ منسوبة أولاً إلى النباتات المصابة (I) والنباتات السليمة (H) ، والتي تقابل التكلفة لقاعدية للتنفس ، وعليه فإنه إذا كان :

$$1. \text{ If } Q(t) = Q(t - \Delta t) + \gamma(t) VP(t) - 0 \int (L + R + S + M) da < 0$$

فإن النبات يموت ، θ الدائمة هي التنفس بالنسبة لوحدة الكتلة من النبات منسوبة إلى الجزء المظلل (انظر أسفله) ، وعلى المستويين الأولين يحسب الجزء الباقي من المخلفات الضوئية كما يلي :

$$Q = Q(t) \theta$$

أ - حيث إن Q هي الحصّة الأولى الموزعة على الثمرة إذا كان $t > t_{FFB}$ حيث إن t_{FFB} هي وقت ظهور الثمرة الأولى (انظر شكل 3.8) ، ب. وعندئذ فالتبقي من المخلفات الضوئية $[Q(t) - \Delta M^*(t) > 0]$ المنسوبة إلى الورقة والساق والجذر ، مثل $(\Delta M^* \cdot \Delta W^*)$ هي التطلبات القصوى (*) لنمو عشيرة الشمار خلال Δt . أما تأثيرات $Q - \Delta M^* \geq 0$ ، وذبول Verticillium $(V E(0, 1))$ على درجات النمو والإنتاج لأجزاء النبات (مثل درجة الولادة) فهي منمطة فيما يلي :

$$\text{fruit} \left\{ \begin{array}{l} \text{mass} \quad \Delta M_1 = \Delta M^* r_1 V \quad \text{where } 0 \leq r_1 = Q / \Delta M^* \leq 1 \quad (a) \\ \text{numbers} \quad \Delta F_1 = \Delta F^* r_2 V \quad \text{where } 0 \leq r_2 = (Q - \Delta M) / \Delta W^* \leq 1 \quad (b) \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{leaf} + \\ \text{stem} + \\ \text{root} \end{array} \right\} \Delta W = [\Delta L^* + \Delta S^* + \Delta R^*] r_2 V \quad (c)$$

(A3.3)

حيث إن r_1 ، r_2 هي نسب المتطلبات / والإمداد من حصة المخلفات الضوئية والمنصرفة إلى كل من النمو الثمرى والنمو الخضري بالتعاقب ، و pc هي النباتات الموجودة في متر من الخط ، و Δ هو التخسير في الكتلة الخضرية ، لاحظ أعلاه أن جملة أعداد الثمار [Eq. (A3.3b) $F(t, 0)$] مثلها مثل إنتاج العقد على الساق الرئيسى (N) ، يجرى تنظيمها بواسطة r_2 ؛ لأن تعتبر من النمو الخضري .

ويمكن تنميط إنتاج العقد على الساق الرئيسى كما يلي :

$$\Delta N_1 = \Delta N * r_2 V = \text{عقد الساق الرئيسى}$$

والدرجة القصوى للنمو في جميع أجزاء النبات ماعدا تلك الخاصة باكتمال نمو كتلة الثمار هي من وظائف الكثافة النباتية .

وفي حالة الآفة التي تصيب المحصول بحرية ، تسقط الثمار غير التامة النمو (M , F) حينما تكون $r_1 \leq$ (مثل ts في الأشكال 3.9 ، 3.1) ، وعلى درجات منسوبة إلى السفقد (مثل درجات الموت) انظر (Wang وآخرون عام ١٩٧٧ للمزيد من التفاصيل) . وعلى أى حال . . فإن تساقط الثمرة أيضاً يسبب الضرر المباشر الناشئ عن الاغتذاء أو بسبب الإصابة بفطر *Verticillium* ، أو نتيجة لتفاعل هذه العوامل جميعاً .

REFERENCES

- Baker, D.N., J.D. Hasketh, and W.G. Duncan. 1972. Simulation of growth and yield in cotton. I. Gross photosynthesis, respiration and growth. *Crop Sci.* 12 : 431-435.
- Baumgaertner J., K. Stoll, and W. Pfammatter. 1983. Studium temperaturabhängiger Phanologiemodelle zur Beschreibung der Golden Delicious Entwicklung in schweizerischen Apfelanlagen., Schweiz. Landwirtsch Forsch. 22 : 257-252.
- Blood, P.R.B. and L.T. Wilson. 1978. Field validation of a crop/pest management descriptive model in *Simulation Modelling Techniques and Applications*. Proc. SIMSIG-78. Simulation Conference, Australian National Univ., Canberra. pp. 91-94.
- Conway, G.R. (ed.). 1984. *Pest and Pathogen Control: Strategic, Tactical, and Policy-Models*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, England. 488 pp.
- Curry, G.L. and J. R. Cate. 1984. Strategies for cotton-boll weevil management in Texas, in G. R. Conway (ed.), *Pest and Pathogen Control; Strategic, Tactical*, 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.
- Curry, G.L., R.M. Feldman, and K.C. Smith. 1978. A stochastic model of a temperature dependent population. *J. Theor. 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 : 187-23.

- De Angelis, D.L., R.A. Goldstein, and R.V. O'Neill. 1975. A model for trophic interaction. *Ecology* 56 : 881-892.
- De Candolle, A. 1855. *Geographique Raisonné*. Masson Editeur, Paris.
- Ellington, J., A.G. George, H.M. Kempon, T.A. Kerby, L. Moore, B.B. Taylor, and L.T. Wilson (ech. coords.). 1984. *Integrated Pest Management for Cotton in the Western Region of the United States*. Univ. Calif. Div. Agric. Nat. Resour. Publ. 3305.
- El-Sharkawy, M., J.D. Hasketh, and H. Muramoto. 1965. Leaf photosynthetic rates and other growth characteristics among 26 species of *Gossypium*. *Crop Sci.* 5 : 173-175.
- Frazer, B.D. and N. Gilbert. 1976. Coccinellids and aphids : a quantitative study of the impact of adult lady birds (Coleoptera: Coccinellidae)preying on field populations of pea aphids (Homoptera: Aphididae). *J. Entomol. Soc. B. C.* 73 : 33-56.
- Friebertshauer, G.E. and J.E. DeVay. 1982. Differential effects of the defoliating and nondefoliating pathotype of *Verticillium dahliae* upon the growth and development of *Gossypium hirsutum*. *Phytopathology* 72 : 872-877.
- 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.
- Gutierrez, A.P., R.O. Dudo, and N.S. Nilsson. 1976. 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.
- Gutierrez, A.P., T.F. Leigh, Y. Wang, and R. Cave. 1977. An analysis of cotton production in California : *Lygus hesperus* (Heteroptera : Miridae) injury – an evaluation. *Can. Entomol.* 109 : 1375-1386.

- Gutierrez, A.P., U. Regev, and H. Shalit. 1979. An economic optimization model of pesticide resistance: alfalfa weevil --an example. *Environ. Entomol.* 8 : 101-107.
- Gutierrez, A.P., J.E. DeVay, G.S. Pullman, and G.E. Friebertshouser. 1983. A model of verticillium wilt in relation to cotton growth and development. *Phytopathology* 75 : 89-95.
- Gutierrez, A.P., M.A. Pizzamiglio, W.J. Dos Santos, R. Tennyson, and A.M. Villacorta. 1984. A general distributed delay time varying life table plant population model: cotton (*Gossypium hirsutum* L.) growth and development as an example. *Ecol. Model.* 26 : 231-249.
- Gutierrez, A.P., D.W. Williams, and H. Kido. 1985. A model of grape growth and development: the mathematical structure and biological considerations. *Crop Sci.* 25 : 721-728.
- Gutierrez, A.P., F. Schulthess, L.T. Wilson, A.M. Villacorta, C.K. Ellis, and J.U. Baumgaertner. 1987. Energy acquisition and allocation in plants and insects: a hypothesis for the possible role of hormones in insect feeding patterns. *Can. Entomol.* 199 : 109-129.
- Gutierrez, A.P. and J.U. Baumgaertner. 1984. Multitrophic level models of predator-prey energetics. I. Age specific energetics models – pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae) as an example. *Can. Entomol.* 116 : 924-932.
- Gutierrez, A.P. and J.E. DeVay. 1986. Studies of plant-pathogen-weather interactions : cotton and verticillium wilt, in K.J. Leonard and W.E. Fry (eds.), *Plant Disease Epidemiology*. Macmillan Publishing Company, New York. Chapter 9.

- Gutierrez, A.P. and U. Regev. 1983. The economics of fitness and adaptedness : the interaction of sylvan cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and the boll weevil (*Anthonomus grandis* Boh.) – an example. *Oecol. Gen.* 4 : 271-287.
- Gutierrez, A.P. and Y.H. Wang. 1976. Applied population ecology: models for crop production and pest management, in G.A. Norton and C.S. Holling (eds.), *Pest Management*. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg. Austria. pp. 255-280.
- Gutierrez, A.P., L.A. Falcon, W. Loew, P.A. Leipzig, and R. van den Bosch. 1974. Cotton production in California – a simulation, in R.L. Tummula, D.L. Haynes, and B.H. Croft (eds.), *Modelling for Pest Management-- Concepts, Techniques and Applications, USA/USSR*. Michigan State University Press. East Lansing, MI. pp. 135-144.
- Gutierrez, A.P., L.A. Falcon, W. Loew, P.A. Leipzig, and R. van den Bosch.
- Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, Inc. (London) Ltd., London. 891 pp.
- Harper, J.L. and J. white. 1974. Demography of plants. *Ann. Rev. Syst.* 5 : 419-463.
- Hearn, A.B. and P.R. Room. 1979. Analysis of crop development for cotton pest management. *Prot. Ecol.* 1 : 265-277.
- Hearn, A.B. and P.M. Ives, P.M. Room, N.J. Thomson, and L.T. Wilson. 1981. Computer-based cotton pest management in Australia. *Field Crops Res.* 4 : 321-332.

- Hesketh, J.D., D.N. Baker, and W.G. Duncan. 1971. Simulation of growth and yield in cotton : respiration and the carbon balance. *Crop Sci.* 11 : 294-298.
- Holling, C.S. 1966. *The Functional Response of Invertebrate Predators to Prey Density*. Mem. Entomol. Soc. Can. 48. 86 pp.
- Hughes, R.D. 1963. Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L). *J. Anim. Ecol.* 37 : 553-563.
- Ives, P.M., L.T. Wilson, P.O. Cull, W.A. Palmer, C. Heywood, N.J. Thomson, A.B. Hearn, and A.G.L. Wilson. 1984. Field use of SIRATAC : an Australian computer -based pest management system for cotton. *Prot. Ecol.* 6 : 1-21.
- Law, J. 1983. A model for the dynamics of a plant population containing individuals classified by age and size. *Ecology.* 64 : 224-230.
- Leslie, P.H. 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33 : 183-212.
- 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.
- McKinion, J.M., J.W. Jones, and J.D. Hesketh. 1974. Analysis of Simcot: photosynthesis and growth. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis. TN. pp. 118-124.
- Mutsaers, H.J.W. 1982. A morphogenetic model for cotton, *Gossypium hirsutum* L. Ph. D.thesis, Wageningen, Netherlands.
- Regev, U., H. Shalit, A. P. Gutierrez. 1983. On the optimal allocation of pesticides with increasing resistance: the use of alfalfa weevil. *J. Environ. Econ. Manage.* 10 : 86-100.

- Room, P.M. 1979. A prototype "on-line" system for management of cotton pests in the Namoi Valley, New South Wales. *Prot. Ecol.* 1 : 245-261.
- 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. 1983. *Optimal Timing of Pesticide Application with Stochastic Rates of Residual Toxicity*. Technical report. School of Civil and Environmental Engineering Cornell University, Ithaca, NY.
- Stapleton, H.N., D.R. Buxton, F.L. Watson, P.J. Nolting, and D.N. Baker. 1973. *Cotton : A Computer Simulation of Cotton Growth*. Agric. Exp. Sta. University of Arizona. Tucson, AZ.
- Stone, N.D. 1984. Analysis of the pest management of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders), in southwestern desert cotton, *Gossypium hirsutum* L. Ph. D thesis. University of California, Berkeley, CA.1984.
- Stone, N.D. and A.P. Gutierrez. 1986a. 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. 1986b. Pink bollworm control in southwestern desert cotton. II. A management model for pink bollworm Control 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: an economic simulation study. *Hilgardia* 54 : 42-56.

- Talpaz, H., G.L. Curry, P.J. Sharpe, D.W. DeMichele, and R.E. Frisbie. 1978. Optimal pesticide application for controlling the boll weevil on cotton. *Am. J. Agric. Econ.* 60 : 469-475.
- van den Bosch, R. 1978. *The Pesticide Conspiracy*. Doubleday & Company, Inc., New York.
- von Arx, R., J. Baumgaertner, and V. Delucchi. 1983. A model to simulate the population dynamics of *Bemisia tabaci* Genn. (Stern., Aleyrodidae) on cotton in the Sudan Gezira. *Z. Angew. Entomol.* 96 : 341-363.
- von Foerster, H. 1959. Some remarks on changing populations, in F. Stablmann, Jr. (ed.), *The Kinetics of Cellular Proliferation*. Grune & Stratton, Inc., New York. pp. 382-307.
- Wallach, D. 1980. An empirical mathematical model of a cotton crop subjected to damage. *Field Crops Res.* 3 : 7-25.
- 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.
- Watt, K.E.F. 1966. *Systems Analysis in Ecology*. Academic Press, Inc., New York. 276 pp.
- Westphal, D.F., A.P. Gutierrez, and G.D. Bulter, Jr. 1979. Some interactions of the pink bollworm and cotton fruiting structures. *Hilgardia* 47 : 177-190.
- Wilkerson. G.G., J.W. Jones, K.J. Boote, K.T. Ingram, and J.W. Mishoe. 1983. Modeling soybean growth for crop management. *Trans. ASEA* 26 : 63-73.
- Wilson, L.T. 1986. The compensatory response of cotton to leaf and fruit damage. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN. pp. 149-153.

- Wilson, A.G.L., R.D. Hughes, and N. Gilbert. 1972. The response of cotton to pest attack. *Bull. Entomol. Res.* 61 : 405-414.
- Wilson, L.T., A.P. Gutierrez, R. Tennyson, and F.G. Zalom. 1987. A physiologically based model for processing tomatoes: crop and pest management. *Acta. Hortic. (The Hague)* 200 : 125-132.