معدل تطور الإصابة (Infection Rate (r

د. محمد عبد الخالق الحمداني

M.A.AL-Hamdany

ma_alhamdany@yahoo.com

أجتمعت آراء جميع المختصين بالأمراض النباتية على تقدير الدور العظيم الذي لعبه العالم الفذ فان دير بلانك (Van Der Plank) في تحويل البعد النوعي للمرض النباتي إلى بعد كمي ... يمكن حساب مفرداته وحساب كيفية تطوره عبر فترة أو فترات زمنية خلال الموسم الواحد للعوائل الموسمية كمحاصيل الحبوب والبقول أو عبر سنوات كأشجار الغابات... فقد أقترح العالم المذكور حساب معدلات الإصابة ((Infection Rate (r المعروفة إختصارا بـ r التي تعكس بشكل واضح سرعة تطور المرض على عائل نباتي محدد ، بواسطة معادلة رياضية ذات مفردات واضحة للمختصين بالأمراض النباتية...... لقد أستخدم هذا التحول الكبير في علم الأمراض النباتية في دراسات غزيرة هدفت تأكيد أو نفي كفاءة إجراءات كثيرة كان هدفها مكافحة أمراض نباتية سواء من خلال إستخدام المبيدات أو الطرائق الزراعية أو إستخدام الأصناف المقاومة.... كما تم توضيف ذلك بنجاح لدراسة مقاومة التطور البطيء لبعض المسببات المرضية لأمراض الدورات المتضاعفة كما هو الحال في تطور بطيء للصدا أو للبياض الدقيقي (Slowrusting&Slowmildewing)، لأن معدل تطور الإصابة أو المرض خلال الموسم سوف يؤكد أو ينفي وجود الصفة في صنف معين عندما يقارن مع قيمته في الصنف الحساس.

حسب العالم بلانك معدل الإصابة من خلال طريقين:

1. من خلال عمل منحنى طرفيه $Log_e X$ أو $Log_e x/1-X$ ضد الوقت (Time) سواء بالأيام أو الأسابيع أو الأشهر أو السنوات ....

2. حساب المعدل خلال فترات زمنية محددة ولذلك فإن القيمة تعكس الفرق بين $Log_e X$ في الموعد الثاني وقيمته في الموعد الأول مقسوما على الفترة الزمنية المحصورة بين القراءة الأولى والقراءة الثانية.....

لقد أبدع العالم المذكور في جعل علم الأمراض النباتية بشكل عام وظواهر حدوث وبائيات خطيرة لبعض الأمراض مفهومة للمعنيين بهذا الأمر ، فقد لخص حالة الوباء (Epidemic) في الأمراض النباتية بالمعادلة التالية :

$$X= x_0 e^{rt}$$

حيث ترمز الحروف المذكورة في المعادلة إلى:

X = كمية الإصابة في موعد واحد محدد وعادة ما يكون الموعد الثاني أو القراءة الثانية

X_0 = كمية اللقاح الأولي (وعادة ما تعكس كمية الإصابة في الموعد الأول

r = (Per Unit Per …) معدل تطور الإصابة (يقرا على شكل وحدة بالزمن المستخدم

t= (قد تكون أيام أو اسابيع أو أشهر أو سنين) الفترة الزمنية التي حدثت خلالها الإصابة

أما قيمة e في المعادلة فهي تعتمد على قاعدة اللوغاريتم الطبيعي (Natural Logarithms) ويرمز له ($Loge$) كما يمكن تحويل اللوغاريتم في المعادلات اللاحقة إلى لوغاريتم عشري وذلك بضرب طرف المعادلة بالقيمة 2.3, وهي قيمة لوغاريتم الرقم 10 في اللوغاريتم الطبيعي..وبذلك نحن نتعامل زيادات تخضع لمفهوم الدالة الأسية (Exponential Function) ...

وعند مناقشة مفردات هذه المعادلة الشاملة والمعبرة بشكل مثير عن آلية تحول المرض إلى وباء في وقت ما وعلى عائل ما من قبل ممرض ما تحت ظروف بيئية مناسبة جدا ..سنجد بإن تطور مستوى الإصابة يعكس بدون شك زيادة المساحة المشغولة من قبل المسبب المرضي في العائل... وإن زيادة المساحة المشغولة تعني لنا .... بأن هناك تواجد للمسبب المرضي على العائل قبل حدوث الوباء.... وإن هذا التواجد قد وفر أهم مستلزمات التوسع وهي الوحدات اللقاحية (أبواغ يوريدينية) كما في مسببات أصداء الحبوب... لذلك عند تتبع حالة أي وباء .... سوف نجد بأن هناك بطيء في تطور الإصابة في البداية ..... وإن سبب هذا البطيء ... هو عدم توفر أعداد كافية من الوحدات اللقاحية.... لذلك غالبا ما تكون الإصابات الأولية لأغلب أصداء الحنطة بشدة واطئة ..... أي قد لا تتجاوز المساحة المشغولة من الورقة 2% .... ومع مرور الوقت.... (t) ... ستكون هناك زيادة ملحوظة في زيادة المساحات المشغولة من قبل البثرات ... وبلغة أخرى.... حصول زيادة في كمية الأنسجة المريضة.... وهو ما أطلق عليه العالم فان دير بلانك بكمية المرض (Disease Proportion) ...وبذلك ... فسنعتمد على قاعدة إفتراضية مفادها.... بأن زيادة معدل الإصابة عادة ما يتوقف على كمية الإصابة الموجودة في موعد زمني محدد.... ففي المراحل الأولية من الوبائية يتوفر عاملين أساسيين... الأول حدوث زيادات عالية بالوحدات اللقاحية نتيجة لطبيعة الفطر المسبب... وإختزال في الأنسجة الحية المتبقية في العائل. خاصة عندما نتعامل مع مسبب ممرض ذو تطفل إجباري (Obligate Parasitism)....لذلك فعندما نتحدث عن تطور وبائية مرض ما... علينا أن ننظر إلى

1. كمية الأنسجة المريضة في وقت ما وهو ما نرمز له بـ X
2. كمية الأنسجة الحية الباقية في نفس الوقت وهو ما يرمز له بـ X - 1
3. تحويل جميع مفردات قياس الإصابة أو المرض إلى ما يوازيها من المقياس الكمي... فلو فرضنا مثلاً.. بأن في وقت ما سجل على أحد الأصناف وجود

شدة إصابة أو شدة مرض 5% لصدأ أوراق الحنطة... وعند إعتبار 100% معادلة لـ 1 في معيار كمية المرض ..... ، فإن 5 % تعادل 0.05 ... لذلك فإن كمية المرض هي 0.05 .... ولما كانت هذه أول قراءة لنا.... فهي تعكس القيمة الأولى لكمية المرض (X_1) ... سجلت في الموعد الأول أي هذه الكمية من الإصابة قد سجل وجودها في t_1.....

4. عند زيارة الحقل في موعد ثاني (t_2) .... فإن شدة الإصابة قد تكون أختلفت عن ما لوحظ في القراءة الأولى... ولذلك علينا تثبيت الفترة الزمنية بين القراءة الأولى والثانية سواء بالأيام أم بالأسابيع... فيكون لدينا (t_2-t_1) .... ويرمز لشدة الإصابة في الموعد الثاني بـ X_2 ....
5. يستخدم البعض X_0 للإشارة إلى كمية المرض في أول قراءة... و X للإشارة لكمية المرض في القراءة الثانية.
6. ولتوفر القراءة الأولى (X_1) والقراءة الثانية (X_2) وموعد القراءة الأولى (t_1) وموعد القراءة الثانية (t_2) ..... يمكن تحويل المعادلة التي بدأنا بها المقالة لتكون بالشكل التالي مستعملين اللوغاريتم الطبيعي... في طرفي المعادلة وكما يلي:

$$Log_e X_2 = Log_e X_1 + rt$$

وبذلك فإن rt يساوي .....

$$rt = Log_e X_2 - Log_e X_1$$

أي إن قيمة r تساوي.....

$$\underline{r = 1/t \ Log_e \{X_2/X_1\}}$$

ولما كان t يمثل الفترة الزمنية المحصورة بين الموعد الأول (t_1) والموعد الثاني (t_2) ... فإن قيمة t هي (t_2-t_1) لذلك تكون المعادلة بالشكل التالي.......

$$r = 1/t_2-t_1 \ Log_e \{X_2/X_1\}$$

فلو فرضنا المثال التالي::::::

لدينا صنف حنطة مصاب بأحد مسببات الأصداء.... وقد اخذت أول قراءة لشدة الإصابة في منتصف آذار وكانت شدة المرض محسوبة على اساس المساحة المشغولة من ورقة العلم بـ 10% ..... وبعد 10 يوم ... تم تسجيل

شدة الإصابة وكانت 20% والقراءة الثالثة بعد 10 يوم من القراءة الثانية قد سجلت 70% بينما سجل 90% في القراءة الرابعة بعد فترة 10 يوم من القراءة الثالثة... المطلوب:

1. تحديد مسارات تطور الإصابة عبر الموسم ...
2. ماهي أفضل الفترات الملائمة لتطور المرض...

نبدأ بحل المسألة وفق الخطوات التالية:

نبدا بحساب معدل الإصابة خلال الفترة المحصورة بين منتصف آذار وبين موعد القراءة الثانية في 25 آذار... أي خلال 10 يوم أي $t_2-t_1=10$ days>>>

كمية الأنسجة المريضة في الموعد الأول(15 آذار) كانت 10% أي إن كمية المرض في القراءة الأولى كانت 0.10 بينما اصبحت في الموعد الثاني 0.20

$$r_{(\text{March 15-March 25})} = 1/t_2-t_1 \ \{Log_e X_2/X_1\}$$

$$= 1/10\ Log_e\{0.20/0.10\}$$

$$r=0.1 \times Log_e 2$$

1. $r= 0.1 \times 0.6931 =$ 0.069 per unit per day

2. أما معدل الإصابة بين الفترة الثانية والثالثة(من آذار، 25 إلى نيسان، 5) (10 يوم أيضا) فلها مخرجات أخرى ... منها إن كمية الأنسجة المريضة إزدادت من 0.20 إلى 0.70 .. لذلك فإن:

$$r= 1/10\ Log_e \{0.70/0.20\}$$

3. $r = 0.1 \times Log_e 5 = 0.1 \times 1.6094 =$ 0.16 Per Unit Per day

4. اما ما حدث بين 5 نيسان و15 نيسان (10 يوم أيضا) فالمعلومات المتوفرة عن كمية الأنسجة المريضة هي .. 0.70 ...... قد إزدادت إلى 0.90 ... وبالتالي فإن الإصابة قد تطورت بما يعادل....

5. $r= 1/10 \ Log_e\{ 0.9/0.70 \}= 0.1 \ X \ Log_e\{ 1.28\} = 0.1 \ x \ 0.2468$ =0.02 per unit per day

6. تشير النتائج إلى إن أفضل فترة مناسبة لتطور سريع في الإصابة وتمكن المسبب الممرض من إستعمار أنسجة العائل قد حدثت خلال الفترة المحصورة بين 25 آذار و5 نيسان.لأن معدل الإصابة (0.16 per unit per day) هو الأعلى ......

7. وتختلف معاني الوحدات (Unit) فقد تكون بثرات أو نباتات أو أجزاء تضاعف كامل... فعندما نقول 0.16 باليوم الواحد في هذا المثال... فيمكن القول مثلا بأن سرعة الإصابة أو كمية المرض تحتاج مدة 1/0.16 = 6.25 يوم....لتكمل دورة متكاملة لذلك فقد عبرت عنها بالصيغة... Per Unit Per Day ، وقد تكون Per Unit Per Week أو Per Unit Per Month أو Per Unit Per Year كما يحصل في دراسة معدل المرض في أشجار الغابات ..... إن ربط نتيجة معدل الإصابة أو المرض بكمية المرض يسهل لكثير من العاملين فهم قراءة ما تعنيه قيمة معدل الإصابة... فعندما حولنا النسب المئوية إلى كمية مرض ، فإن معدل تطور مرض 0.09 Per Unit per day تعني بأن نسب الإصابة تزداد بواقع 9% لكل يوم... ولذلك فإن معدل تطور المرض في مثال اللفحة المتاخرة عند توفر الظروف المناسبة كان عاليا ومخيفا... 0.46 Per Unit Per Day وهو ما يحدث عندما

تتطور وبائية مدمرة خلال 48 ساعة.... عند توفر ظرف بيئي محدد المعالم ... كما وصفه المختصين....

يمكن تحويل المعادلة كما قلنا لتتفق مع اللوغريتم العشري والمعروف باللوغاريتم الشائع (common Logarithm) ويكتب على شكل Log_{10} بينما اللوغاريتم الطبيعي (Natural Logarithm) يكتب على شكل Log_e. عند التعامل مع اللوغاريتم العشري نضرب المعادلة بـ 2.3 وهي قيمة لوغاريتم 10. فتكون المعادلة لمعدل الإصابة:

$$r.. = 2.3/t_2 - t_1 \, Log_{10} \{ X_2 / X_1 \}$$

وكما ذكرنا في بداية المقالة عن طريقي حساب معدل الإصابة... فالعامل المتحكم في إختيار المعادلة

$$r. = 1/t_2 - t_1 \, Log_e \{ X_2/X_1 \}$$

هو كميات الإصابة أو المرض في البداية ... كما في المثال التالي:

كانت نسبة النباتات المصابة في الموعد الأول... 0.5% أي وجود 5 نباتات مصابة لكل 1000 نبات.... وبذلك فإن كمية المرض... $\underline{X_1=0.005}$

ثم بعد 20 يوم أصبحت النسبة 3% أي إن كمية المرض أصبحت $X_2=$ 0.03

هنا في هذا المثال فإن كمية المرض في الموعدين لا تتجاوز 5% ولذلك فإن المعادلة المذكورة أعلاه... مناسبة جدا.... وكما يلي:

$$r. = 1/10 \, Log_e \, 0.03/0.005$$

$$\underline{r. = 0.1 \, Log_e \, 6 = 0.1 \text{ X } 1.7918 = 0.179 \text{ Per Unit Per day}}$$

بينما يفضل إستخدام المعادلة التالية عندما تكون كميات المرض أكثر من 0.5 في القرائتين الأولى والثانية وكما يلي:

$$r. = 2.3/t2 - t1 \, Log \{ X_2(1-X_1)/X_1(1-X_2) \}$$

أي تم إدخال أنسجة العائل الغير مصابة المتوفرة والمرشحة لكي يتم إستعمارها من قبل المسبب الممرض..

حسابات الفترة الزمنية التي يتأخر فيها تطور المرض :

يمكن كذاك توضيف المعادلة المذكورة في تقدير أو حساب الفترة الزمنية التي يمكن للمبيد أو إي إجراء مكافحة حتى كفاءة الأصناف المقاومة (المقاومة العامة) في تأخير حصول الوبائية أو لحصول مستوى محدد من كمية المرض خاصة إذا عرفنا إن هذا المستوى من الإصابة قد يسبب خسارة كبيرة في الحاصل... عندما تكون لدينا فكرة واضحة عن معدل تطور المرض في الظروف البيئية المناسبة .... كما في المثال التطبيقي التالي:

إستخدم مبيد فطري في مكافحة مرض ما على محصول خضر . لغرض منع أو تأخير تطور النسبة المئوية إلى الحد الخطر... 40%... .... مع العلم بأن النسبة المئوية في يوم المكافحة كانت 4% ..... و إن معدل تطور الإصابة بهذا المرض عادة ما تقع بين 0.20 و 0.30 في اليوم الواحد.. (Per Unit Per Day) ....

يمكن قراءة المعادلة بالشكل التالي:

$$\Delta t = 2.3/r \ \text{Log}_{10} \{X_0 / X_s)$$

حيث X_0 يمثل النسبة المئوية للإصابة المدمرة.....

X_s تمثل كمية الإصابة الموجودة عند المكافحة.....

المعلومات المتاحة:

1. كمية المرض وقت المكافحة (X_0) 0.04 ....
2. الهدف من المكافحة... تأخير تطور المرض لمستوى 40%
3. معدل تطور المرض يقع ما بين 0.20 و 0.30 فالمعدل هو 0.25....
4. العامل المجهول هو مقدار تأخير حصول المستوى 40% ويرمز لها بـ Δ_t

$$\Delta t = 2.3/r \{ \text{Log}_{10} X/0.04 - \text{Log}_{10} X/0.40\}$$

$$= 2.3/0.25 \ \text{Log}_{10} \{X/0.04 / X/0.4\}$$

$$= 2.3/0.25 \ \text{Log}_{10} \{0.4/0.04)$$

$$= 2.3/0.25 \ \text{Log}_{10} \{10\}$$

$=9.2 \times 1.0 = 9.2$ **days**

أي إن المكافحة المستخدمة في الزمان والمكان سوف تؤخر تطور المرض إلى المستوى المدمر لأنتاجية المحصول مدة 9.2 يوم......

مثال أخر:

أستخدم مزارع صنف بطاطا .. يحمل مورث مقاومة... لكنه وجد في يوم معين نسبة ضئيلة من النباتات المصابة بمرض اللفحة المتأخرة لاتتجاوز 1% .... المعلومات المعروفة لدى المختصين هي:

1. **معدل تطور مرض اللفحة المتأخرة في حالة توفر الظروف البيئية في المنطقة 0.46 per Unit Per Day.**
2. **وصول الوبائية معناه تدمير كامل للنباتات.... أي نسبة المرض 100**

السؤال المطروح لدى المزارع.... كم هي المدة التي يستطيع هذا الصنف من تأخير حصول وبائية كاملة للمرض...

الجواب :

$$\Delta t = 2.3/r \ \ \mathrm{Log}_{10} \{ 100/0.01 \}$$
$$= \ 2.3/0.46 \ \mathrm{Log}_{10} \ 10000$$
$$= \ 5 \times \mathrm{Log}_{10} \ 10^4 = 20$$

إذن إن إستخدام الصنف المقاوم سوف يؤخر حدوث الوبائية مدة 20 يوم بالمقارنة مع تطور الوبائية في صنف أو أصناف حساسة.........

مرة اخرى يمكن توضيف معدل تطور الإصابة (r) كإحد أبرز البراهين على كفاءة أي إسلوب لمكافحة الأمراض النباتية.. أو تقييم وجود مقاومة عامة في صنف ما.. وبذلك يتطلب من العاملين في الأمراض النباتية إجراء قراءاتهم بطريقة تمكنهم من تحويل القراءات من نسب مئوية أو نسب مئوية للمساحات المشغولة بالممرض إلى كمية إصابة ...

يمكن عمل جدول بتحويل الشدة على أي مدرج إلى كمية مرض... فقد يكون تواجد البقع على الأوراق الأولى والثانية مثلا تمثل شدة 5% ، بينما وجودها على الورقتين الثالثة والرابعة تمثل 20% و60% إذا تواجدت على الورقتين الخامسة والسادسة

و90% إذا تجاوزت البقع الورقة السادسة... وهذا... كما يمكن حساب كمية الإصابة على المجموع الجذري سواء لتعفن الجذور او تعقد الجذور المتسبب عن نيماتودا تعقد الجذور.....

مع تمنياتي

د. محمد عبد الخالق الحمداني

آب 2012