



خلاصه کردن اپیدمی ها

بولتن ترویجی شماره MS-B-Epi1

نگارندگان:

محمد علی آقاجانی

کارشناس ارشد بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان

محمد رضی نتاج

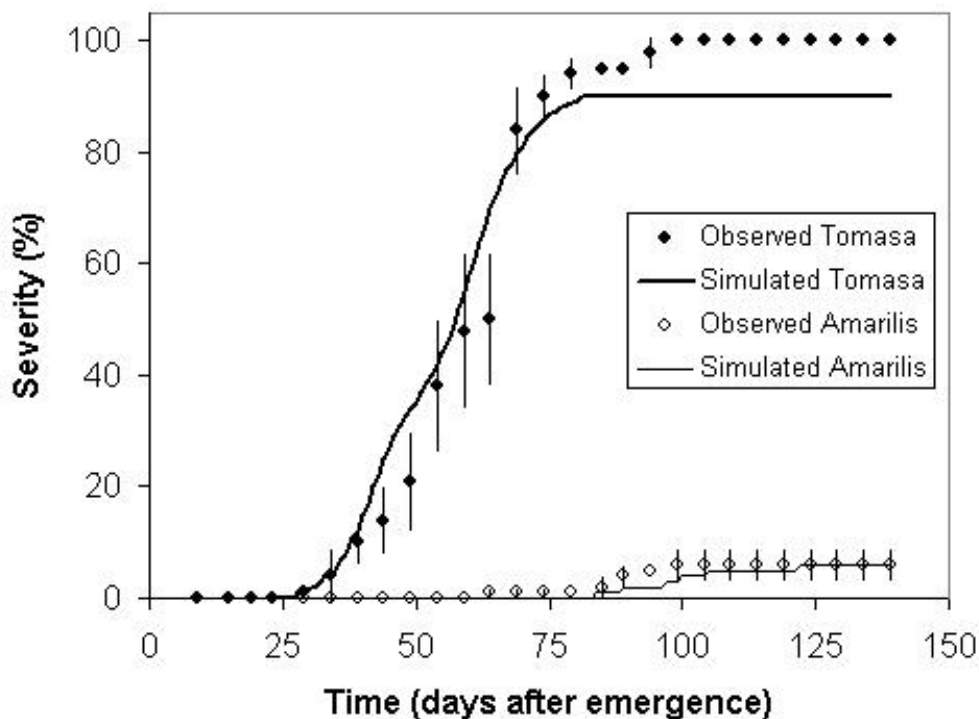
کارشناس ارشد بیماری شناسی گیاهی، بخش آفات و بیماریهای گیاهی، موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان

منحنی پیشرفت بیماری (DPC)

اپیدمی بیماریهای گیاهی با اندازه گیری شدت یا درصد وقوع بیماری در چند مرحله طی فصل رشد ارزیابی می شود. نمودار شدت یا درصد وقوع (محور Y) درمقابل واحدی از زمان (محور X)، منحنی پیشرفت بیماری (DPC) نامیده می شود، که امضای یک اپیدمی نیز نامگذاری می شود زیرا ترسیم آن امری حیاتی برای آنالیز می باشد. بنابراین بدست آوردن DPCها نخستین گام در آنالیز یک اپیدمی است.

ارائه DPCها بر اساس نوع آزمایش تفاوت دارد. در آزمایشهای بدون تکرار (معمولا توصیفی)، DPC یک تیمار نظیر (یک رقم، قارچکش، ترکیبی از ایندو و ...) یک سری نقاطی است که هر کدام از آنها میانگین شدت یا درصد وقوع را بیان می کند و دارای یک میله مثبت م منفی هستند که بیانگر مقدار تنوع (به عنوان مثال انحراف معیار از میانگین) می باشد. DPCها بیانگر اپیدمی های مشاهده شده (یعنی بیماری در مزرعه، گلخانه یا آزمایشگاه)

نقطه هایشان معمولاً بوسیله خطوط بهم متصل نیستند. در مقابل DPC‌های بیانگر اپیدمی های شبیه سازی شده (یعنی اعداد بدست آمده از یک مدل بیماری گیاهی) معمولاً نقطه هایشان بوسیله خطوط مستقیم بهم متصل شده است. چند DPC را می توان در یک شکل ترسیم کرد تا بتوان بصورت گرافیکی آنها را با هم مقایسه نمود. شکل ۱ مثالی از DPC‌های مشاهده شده و شبیه سازی شده از یک آزمایش تکرار دار را نشان می دهد.



شکل ۱- منحنیهای پیشرفت بیماری (DPC) مشاهده شده (دایره ها) و شبیه سازی شده (خطوط) ارقام Tomasa و Amarilis آلوده به *Phytophthora infestans* در منطقه هو آن کایو (پرو) در سال ۲۰۰۰. DPC‌های شبیه سازی شده با یک شبیه سازی از مدل LATEBLIGHT بدست آمده اند. خطوط عمودی، بیانگر انحراف معیار میانگین سوختگی مشاهده شده (n=4) می باشد.

DPC یک تیمار آزمایشی خاص را می توان با چند صفت توصیف نمود:

- زمان شروع بیماری
- مقدار اولیه بیماری
- نرخ افزایش بیماری
- سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC)
- زمان تا شدت یا درصد وقوع ۵۰ درصد

- مقدار بیشینه بیماری
- مقدار نهائی بیماری
- مدت زمان اپیدمی

سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری

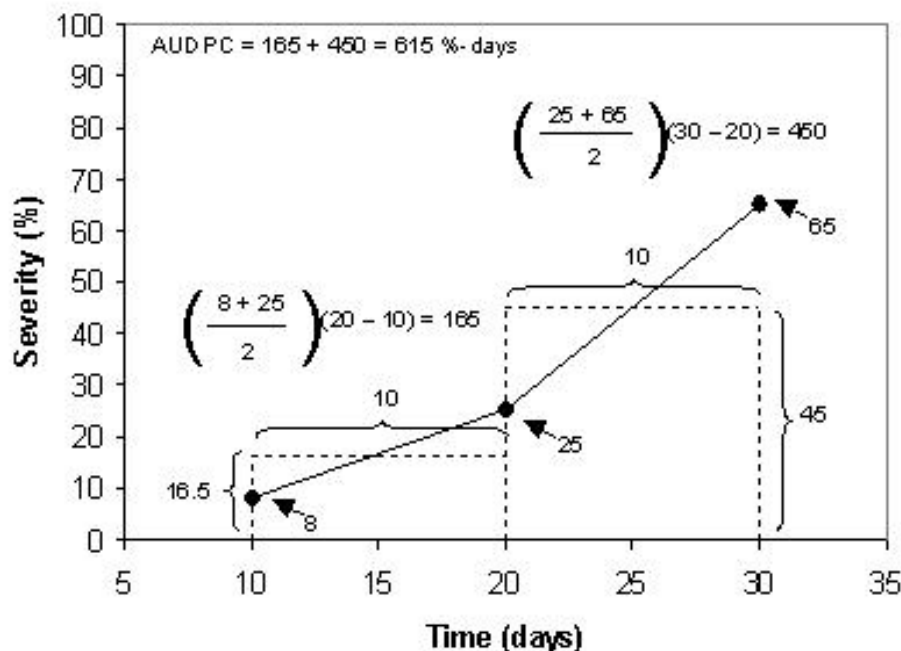
اپیدمی های بازرنگی دیر هنگام سبب زمینی (LB) معمولاً با AUDPC خلاصه می شوند. این صفت ثابت شده که مقداری معتبر برای ارزیابی تاثیر قارچکشها، مقاومت میزبان یا برازش پاتوژن با اپیدمیهای LB است. برای محاسبه AUDPC غالباً با استفاده از معادله ۱ محاسبه می گردد:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{X_i + X_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad [1]$$

که در آن X_i شدت بیماری (درصد یا نسبت) در ارزیابی ام، t_i زمان (روز، معمولاً بعد از کاشت یا ظهور یا روزهای میلادی) در ارزیابی ام و n تعداد کل ارزیابیهاست.

شکل ۲ مثالی از محاسبه AUDPC را در اپیدمی زیر نشان می دهد ($n=3$):

زمان (روز)	بیماری (درصد)
$t_1=10$	$X_1=8$
$t_2=20$	$X_2=25$
$t_3=30$	$X_3=65$



شکل ۲- مثالی از محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) با استفاده از معادله ۱ در یک اپیدمی با ۳ ارزیابی شدت.

واحد AUDPC درصد- روز است (اگر شدت بر حسب درصد و زمان بر حسب روز بیان شود) یا نسبت- روز (اگر شدت بصورت نسبت بیان شود) هر چه مقدار AUDPC بالاتر باشد اپیدمی شدیدتر است. مقادیر AUDPC اپیدمیها با دوره های زمانی مختلف را می توان با استفاده از AUDPC ندارد و مقادیر آنها از ۰ تا ۱۰۰ (اگر شدت بصورت درصد بیان شود) یا از ۰ تا ۱ (اگر شدت بصورت نسبت بیان شود) در تغییرات AUDPC نسبی را می توان بصورت درصد (یا نسبت) AUDPC بیشینه بالقوه (AUDPC) که یک تیمار می تواند داشته باشد اگر در همه ارزیابی، شدت ۱۰۰ درصد داشته باشد) تفسیر گردد.

نرخ ظاهری آلودگی

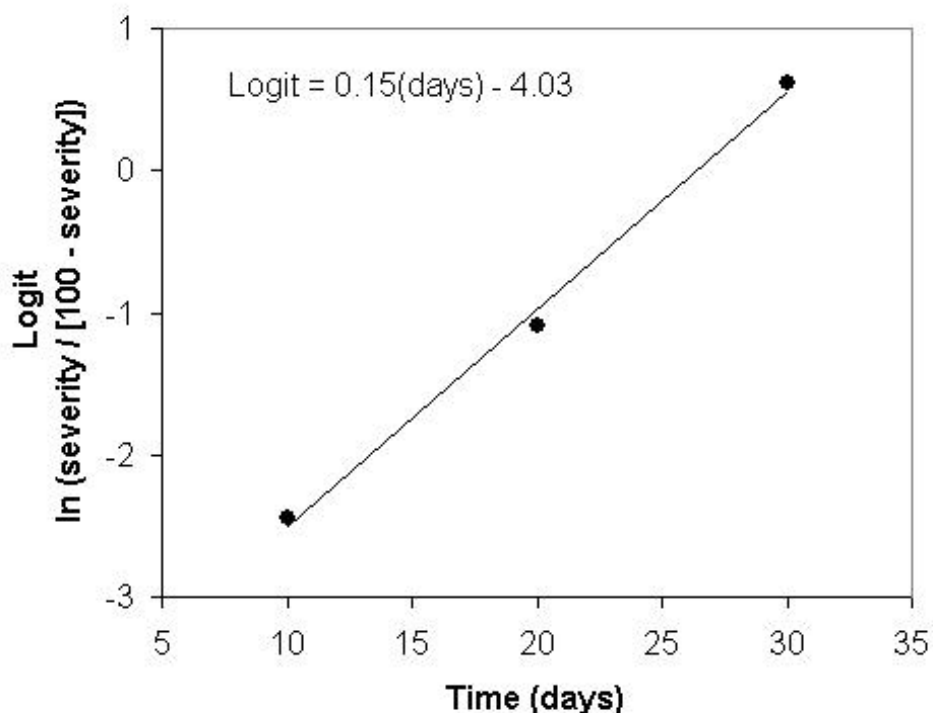
اپیدمیهای LB را می توان با نرخ افزایش بیماری (r) نیز خلاصه نمود. این پارامتری از چندین مدل است که برای مطالعه پیشرفت در یک جمعیت از گیاهان در طول زمان مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین قدم اول انتخاب مناسب ترین مدل برای توصیف پیشرفت بیماری LB در یک تیمار خاص می باشد. مدل لجستیک معمولاً برای بیماریهای پلی سیکل (بیماریهایی با چند چرخه آلودگی طی یک فصل رویشی) که DPCهای سیگموئید (s شکل) دارند نظیر LB مورد استفاده قرار می گیرد. نرخ افزایش بیماری، شیب تبدیل لجستیک شدت بیماری در زمان است. تبدیل لجستیک، Logit نامیده می شود و در معادله ۲ توصیف شده است:

$\text{logit} = \ln(x / [100 - x])$	معادله ۲
-------------------------------------	----------

که در آن $\ln =$ لگاریتم طبیعی و X شدت بیماری (درصد) می باشند (اگر شدت بصورت نسبت بیان شود، در معادله ۲ باید عدد ۱ را جایگزین ۱۰۰ کنید). نرخ افزایش مدل لجستیک نرخ ظاهری آلودگی نامیده می شود زیرا چیزی که ارزیابی می شود بافت ظاهراً بیمار است زیرا بافت آلوده ای نیز وجود دارد که هنوز فاقد علائم می باشد. در ادامه مثال قبلی، برای محاسبه r، ابتدا شدت را به Logit تبدیل می کنیم:

t1=۱۰ روز	x1=۸%	logit x1=-۲/۴
t2=۲۰	x2=۲۵%	logit x2=-۱/۱
t3=۳۰	x3=۶۵%	logit x3 = ۰/۶

سپس شیب رگرسیون خطی لاجیتها در مقابل زمان را با استفاده از آنالیز رگرسیون حداقل مربعات حساب می کنیم (شکل ۳).



شکل ۳- مثالی از محاسبه نرخ ظاهری آلودگی ($r=0/15$) در یک اپیدمی با ۳ ارزیابی شدت بیماری. واحد r برابر logit^{-1} روز (اگر واحد زمان بر حسب روز باشد) می باشد. در مثال قبل، یک افزایش $0/15$ لاجیت برای هر روز وجود دارد. این پارامتر، مقدار سرعت افزایش بیماری در طول زمان را بیان می کند (هرچه مقدار آن بیشتر باشد، افزایش بیماری سریعتر اتفاق می افتد) و بوسیله قدرت تهاجم پاتوژن، حساسیت گیاه میزبان و شرایط محیطی تعیین می گردد.

تبدیل لجستیک در مقادیر $x=0\%$ و $x=100\%$ (یا ۱ اگر x بصورت نسبت بیان شود) تعریف نشده است. بنابراین مقادیر x مورد استفاده برای محاسبه r باید بیشتر از ۰ درصد و کمتر از ۱۰۰ درصد باشد. اپیدمیها باید در نخستین مقدار x برابر ۱۰۰، گرد شوند و آن مقدار باید بوسیله یک مقدار بالاتر از پیش بینی اما کمتر از ۱۰۰ درصد جایگزین گردد. به عنوان مثال برای محاسبه r در اپیدمی زیر:

روز $t_1=10$	$x_1=0\%$
$t_2=20$	$x_2=1\%$
$t_3=30$	$x_3=10\%$
$t_4=40$	$x_4=30\%$
$t_5=50$	$x_5=70\%$
$t_6=60$	$x_6=90\%$
$t_7=70$	$x_7=99\%$
$t_8=80$	$x_8=100\%$

$t_9=90$	$x_9=100\%$
$t_{10}=100$	$x_{10}=100\%$

که ارزیابیها در t_1 ، t_9 و t_{10} نباید در نظر گرفته شود و مقدار x در t_8 باید بوسیله یک مقدار بالاتر از x_7 (۹۹ درصد) و کمتر از ۱۰۰ درصد (مثلاً ۹۹/۵ درصد) جایگزین شود.

در خلاصه سازی اپیدمیها AUDPC چندین برتری نسبت به r دارد. هر چند که چون r پارامتری از مدل لجستیک است برای مقاصد آنالیزی بسیار بهتر از AUDPC. Suited برتریهای AUDPC نسبت به r برای خلاصه سازی اپیدمیها عبارتست از:

مفهوم AUPDC و روش محاسبه آن ساده تر از مفهوم و روش محاسبه r می باشد.

AUPDC هیچ نیازی به پذیرش فرضهای مورد نیاز برای مدل‌های منحنی رشد نظیر مدل لجستیک ندارد. در بین این فرضیات مهمترین فرض اینست که محیط، مقاومت میزبان و قدرت تهاجم پاتوژن در طول فصل یکنواخت است. DPC‌های نامنظم (یعنی منحنی های منحرف از یک منحنی سیگموئید) با AUDPC بهتر از r خلاصه می شوند. این نوع از منحنی ها ممکن است زمانی بدست آیند که یک فاکتور خارجی (نظیر قارچکش) روند پیشرفت بیماری را تغییر دهد.

AUDPC و r (و سایر توصیف کننده ها نظیر فاصله زمانی تا شدت یا درصد وقوع ۵۰ درصد، مقدار نهائی بیماری و غیره) برای هر تکرار از یک تیمار خاص محاسبه می شوند. در آن روش مقدار تنوع وجود دارد که می توان از آن برای مقایسه آماری (مثلاً آنالیز واریانس) استفاده نمود. سرانجام از آنجائیکه AUDPC و r براساس قرائتهای شدت محاسبه می شوند، هنگام محاسبه این توصیفگر های اپیدمی ملاحظات زیادی برای ارزیابی شدت بیماری در مزرعه باید در نظر گرفته شود. توصیه اکید می شود که قبل از انجام هر مطالعه اپیدمیولوژی، حتماً در مورد این ملاحظات تحقیق گردد.

منابع:

1. Andrade-Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Juárez, H. S., Forbes, G. A., Shtienberg, D., and Fry, W. E. 2005. Simulation of potato late blight in the Andes II: Validation of the LATEBLIGHT model. *Phytopathology* 95:1200-1208.
2. Bruhn, J. A., and Fry, W. E. 1981. Analysis of potato late blight epidemiology by simulation modeling. *Phytopathology* 71:612-616.
3. Campbell, C. L., and Madden, L. V. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology* John Wiley & Sons, New York.
4. Fry, W. E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* 68:1650-1655.

5. Haynes, K. G., and Weingartner, D. P. 2004. The use of area under the disease progress curve to assess resistance to late blight in potato germplasm. *Am. J. Potato Res.* 81:137-141.
6. Jeger, M. J., and Viljanen-Rollinson, S. L. H. 2001. The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 102:32-40.
7. Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., and Wasserman, W. 1996. *Applied Linear Statistical Models*. 4th ed. WCB McGraw-Hill, Boston, MA.
8. Spielman, L. J., McMaster, B. J., and Fry, W. E. 1992. Relationships among measurements of fitness and disease severity in *Phytophthora infestans*. *Plant Pathol.* 41:317-324.

بولتن ترویجی مایکوسافت، کد MS-B-Epi1

رفرنس:

آقاجانی، م. ع. و رضی نتاج، م. ۱۳۸۶. خلاصه کردن اپیدمی های بیماریهای گیاهی. بولتن ترویجی وب سایت مایکوسافت. نشانی اینترنتی: www.mycosoft.ir/extension/MS-B-Epi1.pdf