

واسنجی مدل‌های گامپرتز و لجستیک برای محاسبه دوره‌ی بحرانی کنترل علف‌های هرز (گزارش علمی)

سید محمود رضا بهبهانی^{*}، محسن اسکافی نوغانی^{**} و علی محمد احمدی^{***}

چکیده

تأثیر علف هرز بر کاهش محصول در طول دوره رشد گیاهان یکسان نیست. لذا تعیین مرحله‌ای از دوره رشد گیاه که علف‌های هرز بیشترین خسارت را دارند برای یک مبارزه اصولی و مؤثر ضروری می‌باشد. از مدل‌های ریاضی مورد استفاده برای توصیف چگونگی تأثیر علف‌های هرز بر عملکرد گیاهان، مدل‌های گامپرتز^۱ و لجستیک^۲ می‌باشند. یکی از مشکلات استفاده از این مدل‌ها واسنجی^۳ آنها می‌باشد. در تحقیق حاضر یک روش مناسب برای محاسبه پارامترهای این مدل‌ها ارائه شده و با استفاده از نتایج حاصل از اجرای یک آزمایش بر روی گیاه گوجه‌فرنگی پارامترهای دو مدل محاسبه و با در نظر گرفتن پنج درصد کاهش مجاز محصول، مرحله‌ی بحرانی برای کنترل علف‌های هرز محاسبه شده است. از مزایای این روش دقت زیاد محاسبات و سادگی امکانات مورد نیاز می‌باشد. در این روش با استفاده از روش حداقل مربعات و ارائه یک طرح مناسب می‌توان محاسبات را تا رسیدن به دقت دلخواه ادامه داد.

واژه‌های کلیدی: دوره بحرانی، روشهای عددی، علف هرز، مدل گامپرتز، مدل لجستیک، واسنجی

۱ - Gompertz

۲ - Logistic

۳ - Calibration

* - استادیار گروه آبیاری و زهکشی، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

** - کارشناس گروه آبیاری و زهکشی، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

*** - کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان، هرمزگان - ایران

مقدمه

یکی از روشهای افزایش تولید مواد غذایی، افزایش تولید در واحد سطح می باشد. جلوگیری از خسارت ناشی از علف های هرز، بیماری ها، حشرات و سایر آفات از روشهای مناسب برای افزایش تولید در واحد سطح می باشند. خسارت علف های هرز حدود ۲۷۸ میلیون تن محصول در سال برآورد شده که تقریباً ۱۱/۵ درصد از کل غذای جهان است (۹ و ۱۱). بررسی ها نشان می دهد که کنترل علف های هرز در دوره بحرانی رشد گیاه در افزایش محصول مؤثر است (۴، ۵، ۷ و ۸). در یک تحقیق دیگر برای کنترل علف هرز در زراعت ذرت با در نظر گرفتن پنج درصد کاهش مجاز، دوره بحرانی کنترل علف های هرز تعیین شده است (۶).

مدل گامپرتز (۱) برای تعیین رابطه ی دوره ی کنترل علف های هرز با میزان عملکرد گیاه ارایه شده است:

$$Y = A \exp(-B \exp(-Kt)) \quad (1)$$

در این مدل t تعداد روز از شروع کاشت تا پایان مرحله کنترل (متغیر مستقل) و Y درصد عملکرد نسبت به شاهد (متغیر وابسته) است.

حروف A ، B و K نیز مربوط به پارامترهای این مدل می باشند و مقدار آنها به مشخصات گیاه و منطقه مورد آزمایش بستگی دارد.

مدل تابع لجستیک (۲) نیز برای تعیین رابطه دوره ی تداخل و عملکرد گیاه زراعی به شکل زیر ارایه شده است:

$$Y = (1/(D \times e^{k(T-X)} + F) + (F-1)/F) \times 100 \quad (2)$$

تعیین دقیق مرحله ی بحرانی از نظر اقتصادی دارای اهمیت ویژه ای است. دقت اندازه گیری دوره ی بحرانی نیز به دقت برآورد پارامترهای معادله لجستیک و گامپرتز بستگی دارد.

در تحقیق حاضر با استفاده از نتایج حاصل از اجرای آزمایش در گیاه گوجه فرنگی و با تلفیق دو روش حداقل مربعات و نیوتن - رافسون پارامترهای معادله گامپرتز و لجستیک برآورد شد و با در نظر گرفتن پنج درصد کاهش مجاز محصول برای این گیاه دوره ی بحرانی محاسبه و نتایج مربوط به آن ارایه شده است.

مواد و روشها

در معادله ی (۱) حد Y وقتی t به سمت یک عدد بزرگ میل کند مساوی با A می باشد.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} A \exp(-B \exp(-Kt)) = A$$

چون بیشترین مقدار برای t طول دوره رشد می باشد لذا Y در این زمان مقدار عملکرد شاهد و مساوی ۱۰۰ است. بنابراین مقدار پارامتر A عددی نزدیک به ۱۰۰ می باشد. به منظور برآورد دقیق پارامترها می توان معادله (۱) را به صورت زیر نوشت:

$$\ln Y = \ln A - B e^{-Kt} \quad (3)$$

اگر در عبارت e^{-Kt} برای پارامتر K یک مقدار معلوم در نظر گرفته شود این مقدار دارای خطای به اندازه ΔK می باشد. یعنی:

بنابراین:

$$K = K_0 + \Delta K$$

$$e^{-KT} = e^{-K_0 T} e^{-\Delta K T}$$

بسط تیلور عبارت $e^{-\Delta K T}$ عبارت است از:

$$e^{-\Delta K T} = 1 - \Delta K T + \frac{\Delta K^2}{2!} T^2 + \dots$$

باتوجه به کوچک بودن مقدار ΔK می توان از جملاتی که شامل عبارت ΔK با توان بزرگتر از یک است صرف نظر نمود. پس:

$$e^{-\Delta K T} = 1 - \Delta K T$$

با جایگزین کردن در معادله (۳) می توان

نوشت:

$$Lny = \ln A + B e^{-k_0 T} (\Delta K T - 1)$$

رابطه فوق به صورت زیر قابل تبدیل است:

$$I = C_1 f_1 + C_2 f_2 + C_3 f_3$$

با برآزش منحنی مقادیر ΔK از روابط زیر

حاصل می شود:

$$f_1 = 1 \quad f_2 = -e^{-KT} \quad f_3 = f_2 T$$

$$\Delta K = -\frac{C_3}{C_2}$$

با محاسبه مقدار ΔK مقدار K حاصل

می شود. در این مرحله اگر مقدار ΔK به اندازه ی

کافی کم باشد مقادیر A و B از روابط زیر

محاسبه می شوند:

$$A = e^{c_1} \quad B = -c_2$$

اگر مقدار ΔK قابل توجه باشد با

جایگزین کردن مقدار $K_0 + \Delta K$ به جای K

محاسبات تکرار می شوند و تا زمانی که ΔK

به اندازه ی کافی کم باشد ادامه داده می شود. بدین

ترتیب مقادیر پارامترهای مدل محاسبه می شوند.

مدل لجستیک به صورت معادله (۲)

می باشد. در این معادله، Y درصد عملکرد نسبت

به شاهد (متغیر وابسته)، t زمان (برحسب روز) از

شروع کاشت تا شروع مرحله ی کنترل (متغیر

مستقل)، X طول نقطه ی عطف منحنی قابل

محاسبه می باشد و D ، K و F نیز پارامترهای

معادله می باشند.

به منظور محاسبه ی F باتوجه به این که در

پایان دوره ی رشد عبارت $\frac{1}{De^{K(T-X)} + F}$

دارای کمترین مقدار خود می باشد می توان از این

عبارت صرف نظر کرد.

با استفاده از مقدار Y مربوط به تیمار

تداخل تمام فصل، مقدار F از فرمول زیر محاسبه

می شود:

$$F = \frac{100}{(-Y + 100)}$$

پارامتر F در کلیه ی موارد بیشتر از یک بوده

و مقاومت گیاه درمقابل علف هرز را نشان

می دهد. برای گیاهان حساس به علف هرز مقدار

آن نزدیک به یک است. هرچه گیاه در مقابل

علف هرز مقاوم تر باشد مقدار این پارامتر بیشتر

است.

چون نقطه (X, Y_x) روی منحنی لجستیک

قرار دارد و مقدار $e^{K(t-X)}$ مساوی یک است. لذا:

$$Y_x = (1/(D + F) + (F - 1)/F)100$$

پس از ساده کردن این معادله مقدار D از

رابطه ی زیر محاسبه می شود:

همچنین معادلات مورد استفاده برای مدل لجستیک و ارقام مربوط به برآورد پارامترها

به صورت زیر است:

$$Y = 103/23e^{-2/139}e^{-0/417T}$$

$$A=103/231, B=2/139, K=0/417$$

ضریب تعیین = ۹۹۸/۰

نتایج حاصل از برازش منحنی‌های لجستیک و گامپرتز به ترتیب در جداول یک و دو ارائه شده است.

جدول ۱ - مقادیر حاصل از اجرای آزمایش و برآوردهای حاصل از مدل گامپرتز

مقادیر حاصل از آزمایش	مقادیر برآورد شده	زمان (روز)
۱۰۰	۹۹/۳۶	۰
۹۲/۶۷	۹۷/۹۵	۱۴
۹۲/۰۷	۹۳/۶۴	۲۱
۸۶/۴۶	۸۲/۴۹	۴۲
۷۳/۱۱	۶۲/۶۳	۵۶
۳۴/۳۶	۴۳/۰۴	۷۰
۲۶/۱۹	۲۶/۲۴	۱۴۲

جدول ۲ - مقادیر حاصل از اجرای آزمایش و برآوردهای حاصل از مدل لجستیک

مقادیر حاصل از آزمایش	مقادیر برآورد شده	زمان (روز)
۳۱/۹۵	۳۱/۳۳	۱۴
۴۹/۴۵	۵۳/۱۰	۲۸
۷۴/۶	۷۱/۲۶	۴۲
۸۳/۹	۸۳/۹۶	۵۶
۹۴/۳۶	۹۲/۰۰	۷۰
۱۰۰	۱۰۲/۶۵	۱۴۲

$$D = \frac{-F^2(Y_x - 100)}{F(Y_x - 100) + 100}$$

برای تعیین پارامتر K معادله لجستیک را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$e^{k(t-x)} = \frac{-F^2(Y - 100)}{(F(Y - 100) + 100)D}$$

با ساده کردن معادله بالا می‌توان نوشت:

$$K(t-x) = \ln\left(\frac{F^2(100-Y)}{(F(Y-100)+100)D}\right)$$

با برازش خط مستقیم می‌توان مقدار K را محاسبه نمود.

برای محاسبه پارامترهای مربوط به دو مدل گامپرتز و لجستیک برنامه رایانه‌ای تهیه و ارائه شده است.

نتایج و بحث

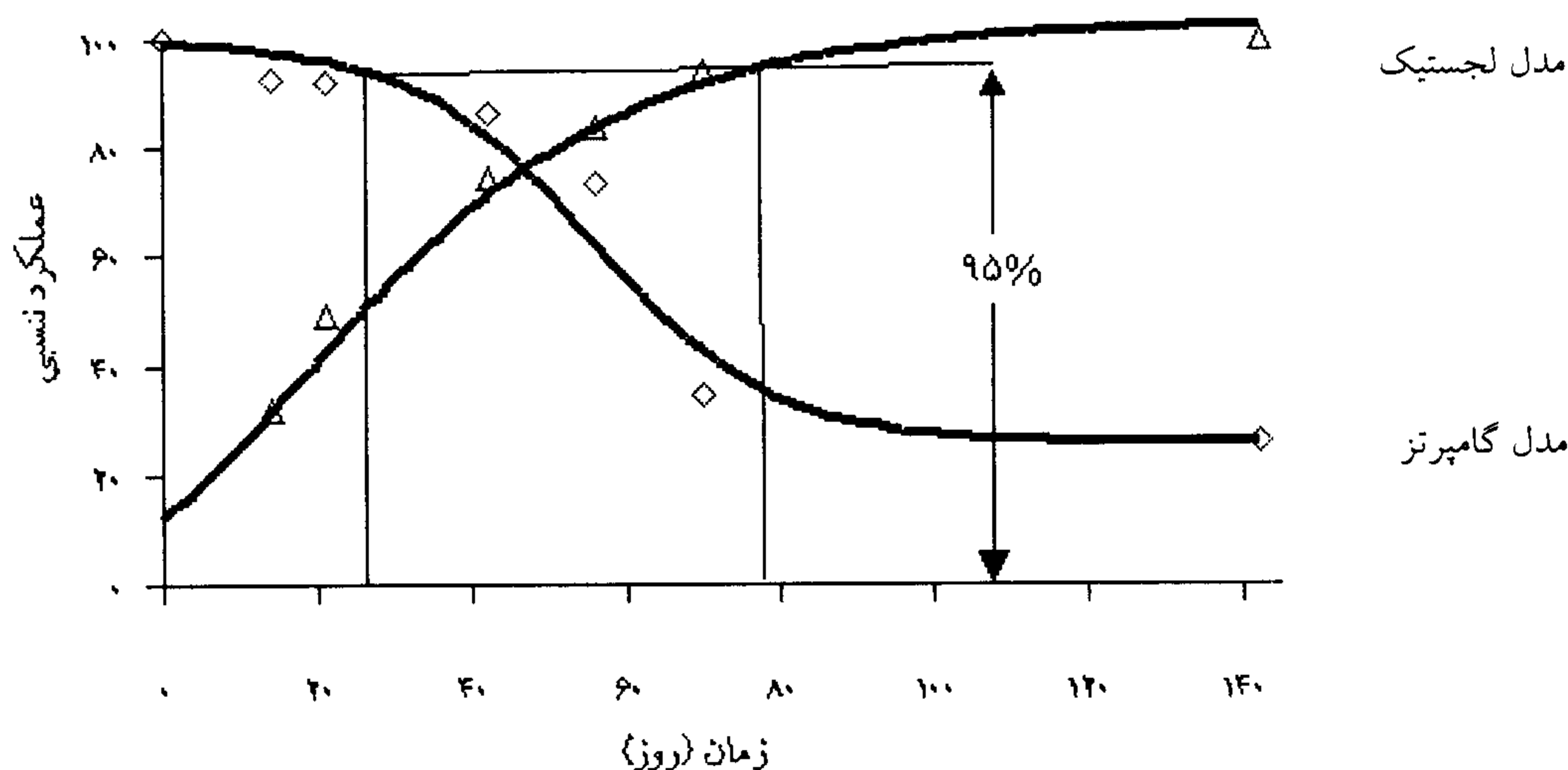
برای برآورد پارامترهای دو مدل مورد بحث از اطلاعات حاصل از یک آزمایش انجام شده بر روی گیاه گوجه‌فرنگی استفاده شد. معادلات مورد استفاده برای مدل گامپرتز و ارقام مربوط به برآورد پارامترها به صورت زیر است:

$$Y = \left(\frac{1}{2/81e^{0/085(T-64/28)} + 1/35} + \frac{1/35-1}{1/35} \right) * 100$$

$$X = 64/28, F = 1/35, D = 2/81: \quad \text{و}$$

$$K = ۰/۰۸۵$$

مقدار ضریب تعیین این معادله برابر با ۰/۹۵۲ محاسبه شد.



شکل ۱ - نمایش مدل های گامپرتز و لجستیک و تعیین دوره ی بحرانی پنج درصد

با در نظر گرفتن پنج درصد کاهش عملکرد دوره ی بحرانی گیاه گوجه فرنگی از ۲۵ الی ۷۷ روز بعد از کاشت محاسبه شده است.

با استفاده از ارقام جداول یک و دو، شکل یک ترسیم شده است. تغییرات این منحنی دقت زیاد روش ارایه شده را تأیید می کند.

منابع مورد استفاده

- ۱ - احمدی، ع. ۱۳۷۸. تعیین دوره ی بحرانی کنترل علف های هرز در گوجه فرنگی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران.
- ۲ - برجسته، ع. ۱۳۷۵. تعیین دوره ی بحرانی کنترل علف های هرز در سورگوم علوفه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۳ - کیانی فریبرز، م. ر. ۱۳۷۶. دوره ی بحرانی کنترل علف های هرز در گوجه فرنگی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۴ - محمودی، س. ۱۳۷۷. تعیین دوره بحرانی کنترل علف های هرز در پنبه (*Gossypium hirsatum*) و بررسی اثرات رقابت بر عملکرد کمی و کیفی و اجزاء عملکرد آن، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران.
- 5 . Dunan CM, Westra P, Schweizer EE, Lybecker DW and Moore FD (1995) The concept and application of early economic period threshold: The case of DCPA in onion (*Alium cepa*). Weed Sci. 43:634-639.
- 6 . Ghosheh HZ, Holshouser L and Chandle JM (1996) The critical period of johnsongrass (*Sorghum halopense* control in field corn (*Zea mays*). Weed Sci. 44: 994-947.

- 7 . Hall MR, Swanton CJ and Anderson GW (1992) The critical period of weed control in grain corn. *Weed Sci.* 40: 441-447.
- 8 . Van acker RC, Wanton CS and Weise S (1993) The critical period of weed control in soybean [*Glycine max* (L. merr.)], *Weed Sci.* 41: 194-200.
- 9 . Vmbha N and Ushilumar S (1998) Weed Science Research in India. *J. Agricultural. Sci.* 68(8. special issue): 567-582.
- 10 . Weaver SE and Tan CS (1983) Critical period of weed interference in transplanted tomatoes (*Lycopersicon esculentum*): Growth analysis. *Weed sci.* 31: 476-481.
- 11 . Weaver SE and Tan CE (1986) Critical period of weed interference in field – seeded tomatoes and its relation to water stress and shading. *c.p. Sci.* 67: 575-583.