اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۰/شماره ۳ /۱۷-۱

کاربرد الگوهای رگرسیون ضربی در شناسایی عامل‌های موثر بر به‌کارگیری عملیات مدیریت تلفیقی آفات در استان خوزستان

اسماعیل پیش‌بهار*، جواد حسین زاد، سحر عابدی، پریا باقری[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۰ /۲۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۰۵/۰٦

چکیده

استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی همواره آسیب‌های زیانباری بر محیط‌زیست وارد کرده است. چنین چالش‌هایی، اهمیت توسعه و اجرای برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات (Integrated Pest Management) را بیشتر می‌کند. در این راستا، بررسی عوامل مؤثر بر تعداد عملیات IPM به کارگرفته شده توسط زارعین، می‌تواند گام مؤثری در جهت کاربرد گسترده مدیریت تلفیقی آفات باشد. از سویی، چنین بررسی‌هایی راهنمای مناسبی برای تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان در انتخاب سیاست‌های صحیح در زمینه عملیاتی‌کردن کشاورزی پایدار می‌باشد. برای این منظور، در این بررسی سعی شده است، عامل‌های مؤثر بر تعداد عملیات مدیریت تلفیقی آفات به‌کارگرفته شده توسط زارعین استان خوزستان برای کاهش اثرگذاری‌های زیانبار زیست‌محیطی مصرف سموم شیمیایی ارزیابی شوند. اطلاعات مورد نیاز با تکمیل پرسشنامه از ۱۸۰ زارع در استان خوزستان در سال ۱۳۹۳ گردآوری شد. با توجه به ماهیت شمارشی و گسسته متغیر وابسته از الگوهای رگرسیون ضربی استفاده گردید. پارامتر پراکندگی الگوهای توزیع دو جمله‌ای منفی نوع اول، دوم و حالت تعمیم یافته آن نزدیک به صفر و در الگوی پوآسن تعمیم‌یافته برابر با ۰/۴۲۹- بود. آماره χ^2 در آزمون LR نیز به ترتیب در انواع الگوی دوجمله‌ای منفی نزدیک به صفر و در الگوی پوآسن تعمیم یافته برابر ۴۴/۷۱ بود که نشان می‌دهد، الگوی مورد بررسی پراکندگی کمتر از حد داشته و الگوی پوآسن تعمیم یافته برای بررسی عوامل مؤثر بر متغیر وابسته الگوی ارجح‌تری است. بنابر نتایج ضرایب برآوردی، میزان تجربه، تحصیلات، سطح آگاهی، میزان رویارویی با خطرات سموم شیمیایی و درآمد تاثیر مثبت معنی‌دار و شدت تراکم آفات تاثیر منفی معنی‌دار بر متغیر تعداد عملیات IPM دارد. براساس نتایج نسبت خطر، بیشترین تاثیر مربوط به سطح آگاهی با ۱/۰۹۹ و کمترین مربوط به شدت تراکم آفات ۰/۸۹۶ است. لذا تهیه پوستر و بازدید از کشتزارهایی که اثرگذاری‌های سموم شمیمیایی را نشان می‌دهند، همچنین اتخاذ سیاست‌هایی برای تشویق زارعین در استفاده از مبارزه بیولوژیک و دیگر عملیات مدیریت تلفیقی آفات برای کشاورزان ضروری است.

طبقه‌بندی JEL: G22, J65, N55, O13, Q10

واژه‌های کلیدی: استان خوزستان، عملیات مدیریت تلفیقی آفات، متغیر وابسته شمارشی، الگوهای رگرسیون ضربی، نسبت خطر.

[۱] به ترتیب دانشیار(نویسنده مسئول) ، دانشیار، دانش‌آموخته و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز

*Email: pishbahar@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در اقتصاد ایران بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی است که حدود ۱۳ درصد تولید ناخالص داخلی، ۱۹ درصد اشتغال و تامین غذای بیش از ۸۰ درصد جامعه را پوشش می‌دهد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۴)بنابراین آسیب و زیان ناشی از آفات می‌تواند منجر به کاهش معنی‌داری در تولید و درآمد حاصل از این بخش شود. شمار عامل‌های خسارت‌زای گیاهی مهم و اقتصادی در ایران بالغ بر ۶۰۷ عامل شامل آفات (حشرات، کنه‌ها، موش‌ها و پرندگان)، بیماری‌ها (باکتری‌ها، قارچ‌ها، نماتدها، ویروس‌ها، فیتوپلاسماها و ...) و علف‌های هرز که به‌ترتیب سهم آفات از این عوامل ۲۸ درصد، بیماری‌ها ۲۵ درصد و علف‌های هرز ۴۷ درصد است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۱). در نتیجه مدیریت آفات نقش بسیار مهمی را در فرایند تولید محصولات کشاورزی بازی می‌کند. مدیریت آفات از با کاربرد سموم شیمیایی نه تنها باعث کنترل خسارت آفات نمی‌شود؛ بلکه سطح آلودگی کشتزارها را روزبه‌روز افزایش می‌دهد و همچنین از آنجایی‌که مصرف بیش از حد سموم اثرگذاری‌های زیانباری بر محیط، سلامت انسان و حیوان دارد، «مدیریت تلفیقی آفات»[1] (IPM) به جای مبارزه شیمیایی می‌تواند به عنوان یک رهیافت مؤثر و حساس از نظر حفظ محیط‌زیست به کار گرفته شود. مدیریت تلفیقی آفات، مصرف کمینه آفتکش‌ها و یا استفاده بیشینه از کنترل‌های زراعی و طبیعی برای ایجاد تعادل بین موجودات زنده در یک نظام زراعی می‌باشد (قربانی وهمکاران، ۱۳۸۹). در ایران سالانه در سطحی حدود ۱۲ میلیون هکتار مبارزه شیمیایی و حدود ۲/۵ میلیون هکتار عملیات مبارزه غیرشیمیایی صورت می‌پذیرد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۱). آمار نشان می‌دهد که مبارزه شیمیایی در سطح کشور زیاد است.

استان خوزستان یکی از مناطق مهم کشاورزی کشور است که از نظر سطح زیرکشت و تولید محصولات کشاورزی، مانند گندم، ذرت، سبزی، صیفی و محصولات جالیزی جایگاه بسیار مهم و مناسبی در کشور دارد. بنابراین سالانه مقادیر زیادی سموم شیمیایی و آفت‌کش در مناطق مختلف استان خوزستان برای مبارزه با آفات بیماری‌ها و علف‌های هرز به‌کار گرفته می‌شود. به طوری که از نظر توزیع و مصرف سموم، این استان به‌ترتیب پس از استان‌های فارس، قم، مازندران، آذربایجان‌شرقی، خراسان‌رضوی و مرکزی در رتبه هفتم کشوری قرار دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۱). با توجه به سطح بالای کشت محصولات سبزی، صیفی و جالیزی در استان

[1] Integrated pest management

Archive of SID

www.SID.ir

خوزستان به نظر می‌رسد که مصرف سموم و آفت‌کش‌ها در این استان برای این محصولات چالش‌های بسیاری را از ابعاد مختلف انسانی و زیست‌محیطی ایجاد کرده باشد. از این رو از جمله راهکارهایی که در سال‌های اخیر برای کاهش مصرف سموم مطرح شده‌است می‌توان به برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) اشاره کرد. در نتیجه شناسایی عوامل مؤثر بر به کارگیری IPM امری مهم و ضروری است. مطالعاتی که در این رابطه در داخل و خارج از کشور صورت گرفته به‌طور معمول، بر عوامل مؤثر بر پذیرش و عدم پذیرش مدیریت تلفیقی آفات تاکید کرده‌اند که از مطالعات داخلی می‌توان به مطالعه اسدپور (۱۳۹۰)، نوری و همکاران (۱۳۹۰) و شوشتری و عمانی (۱۳۹۱) و از مطالعات خارجی به مطالعه گاجانانا و همکاران[1] (۲۰۰۶) و گافو همکاران[2] (۲۰۰۹) اشاره کرد.

در سال‌های اخیر، انجام عملیات کشاورزی پایدار در راستای کاهش مصرف سموم در اولویت و دستور کار اداره حفظ نباتات استان‌ها قرار گرفته است (حسین‌زاد و همکاران، ۱۳۸۹) و کشاورزان نسبتاً در این زمینه آگاهی کسب کرده‌اند. مشکل امروزه کمتر بودن به‌کارگیری این عملیات می‌باشد؛ از این‌روی، در مطالعه حاضر سعی شده است عامل‌های مؤثر بر تعداد عملیات مدیریت تلفیقی آفات که توسط کشاورزان استان خوزستان صورت می‌گیرد، شناسایی شود که این امر در جهت افزایش این فعالیت‌ها می‌تواند مؤثر واقع شود.

در الگوهای رگرسیونی یکی از اجزای اصلی آن، توزیع شرطی متغیر وابسته می‌باشد که به طور معمول از میان توزیع‌های نرمال، لوجستیک، پوآسن، گاما و غیره (در الگوی رگرسیونی خطی ساده توزیع متغیر وابسته نرمال است) انتخاب می‌شود. در این مطالعه متغیر وابسته (تعداد عملیات مدیریت تلفیقی آفات صورت گرفته) ماهیت شمارشی دارد؛ از این‌روی، نمی‌توان از روش‌های رگرسیون خطی ساده استفاده کرد. استفاده از الگوی رگرسیون خطی ساده در پیش‌بینی متغیرهای شمارشی محدودیت‌هایی دارد، چرا که متغیر وابسته باید در این الگوها از توزیع نرمال پیروی کند و ماهیت پیوسته داشته باشد. همچنین، با توجه به اینکه بازه پیش‌بینی توزیع نرمال، از منفی بی‌نهایت تا مثبت بی‌نهایت می‌باشد، لذا ممکن است مقدار منفی برای فراوانی متغیر وابسته تخمین زده شود. افزون بر این داده‌های شمارشی معمولاًچولگی به راست یا چپ دارند (مارازی[3]، ۱۹۹۸). در نتیجه یک راه حل مناسب به منظور

[1] Gajanana et al
[2] Goffet et al
[3] Marazzi

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی عوامل مؤثر بر تعداد فعالیت‌های IPM صورت گرفته، استفاده از الگوهای رگرسیون ضربی[۱] می‌باشد. در این الگوها از توزیع‌های پوآسن[۲] و دوجمله‌ای منفی[۳] استفاده می‌گرددکه امکان در نظر گرفتن ماهیت شمارشی و غیر منفی را برای متغیر وابسته فراهم می‌آورند. از مطالعات داخلی صورت گرفته در این زمینه می‌توان به مطالعات حسن‌زاده و هکاران (۱۳۸۶) در بررسی عواعل مؤثر بر بیماری عروق کرونر، زارع و همکاران (۱۳۸۹) در تحلیل باروری زنان روستایی، رودباری و صالحی (۱۳۹۳) برای الگوسازی داده‌های آموزشی و از مطالعات خارجی بهوانگ و فاموی[۴] (۱۹۹۷) در الگوسازی تصمیم به حاصلخیزی زمین، قیتانی و همکاران[۵] (۲۰۰۱) در بررسی عوامل مؤثر بر توزیع فراوانی کرم‌های ذرت در کشتزارهای ذرت اروپا، فرلی[۶] (۲۰۰۲) در مورد شیوع جهانی سرطان و مرگ و میر، فاموی و همکاران[۷] (۲۰۰۴) در الگوسازی داده‌های تصادف، اسماعیل و جماین[۸] (۲۰۰۷) در الگوسازی داده‌های اتومبیل، موتور و کشتی، پارک[۹] (۲۰۱۰) در بررسی تصادف وسایل نقلیه، معتسم و ایزاهد[۱۰] (۲۰۱۲) در مورد تعداد مدعیان بیمه سلامت در مراکش، فرم و همکاران[۱۱] (۲۰۱۲) در تجزیه و تحلیل داده‌های مراقبت‌های پزشکی در آمریکا و مفجول اسلام و همکاران[۱۲] (۲۰۱۳) در بررسی سوء تغذیه کودکان در بنگلادش اشاره کرد. با توجه به پیشینه پژوهش، بیشتر مطالعاتی که تاکنون از الگوهای رگرسیون ضربی استفاده کرده‌اند مربوط به حیطه پزشکی بوده و در مطالعات اقتصادی داخل کشور از این الگوها استفاده چندانی صورت نگرفته است. بنابراین این بررسی نخستین کاربرد چنین الگوهایی در زمینه اقتصادکشاورزی به‌شمار می‌آید.

مواد و روش‌ها

عملیات IPM به‌کارگرفته شده در استان خوزستان، شامل «به‌کارگیری واریته‌های مقاوم»، «تناوب زراعی»، «استفاده از حشرات مفید برای مبارزه بیولوژیک»، «مدیریت آبیاری»،

[1] Multiplicative Regression Models
[2] Poisson
[3] Negative Binomial
[4] Wang and Famoye
[5] Ghitany et al
[6] Ferlay
[7] Famoye et al
[8] Ismail and Jemain
[9] Park
[10] Mouatassim and Ezzahid
[11] Frome et al
[12] Mafijul Islam et al

Archive of SID

www.SID.ir

«بذرهای اصلاح‌شده» و «بهینه‌سازی مصرف کود» و « کاربرد درست سموم شیمیایی» هستند. متغیر وابسته یا تعداد عملیات IPM به‌کارگرفته شده ماهیت گسسته و شمارشی داشته و می‌تواند مقادیر صفر تا هفت را دریافت کند. در چنین شرایطی متغیر وابسته دیگر نمی‌تواند توزیع نرمال داشته باشد؛ زیرا در توزیع نرمال متغیر وابسته به صورت پیوسته تغییر می‌کند. در نتیجه می‌توان از الگوهای رگرسیون ضربی به‌منظور بررسی عوامل مؤثر بر آن استفاده نمود. از جمله معروف‌ترین الگوهای رگرسیون ضربی می‌توان به الگوهای پوآسن، دوجمله‌ای منفی نوع اول و نوع دوم، دوجمله‌ای منفی تعمیم یافته[1] و پوآسن تعمیم یافته[2] اشاره کرد که در زیر به شرح آن‌ها پرداخته می‌شود.

الف) الگوی پوآسن: اگر Y_i یک متغیر تصادفی شمارشی به صورت $i=1,2,..,n$ و دارای توزیع پوآسن باشد، تابع چگالی احتمال آن به صورت زیر خواهد بود:

$$\Pr(Y_i = y_i) = \frac{\exp(-\lambda_i)\lambda_i^{y_i}}{y_i!}, \qquad y_i = ۰,۱,۲,... \tag{۱}$$

λ_i پارامتر توزیع پوآسن است که برابر با امید ریاضی و واریانس Y_i ($E(Y_i \mid x_i) = Var(Y_i \mid x_i) = \lambda_i$) نیز می‌باشد که تحت تاثیر عامل‌های مختلفی قرار می‌گیرد؛ لذا می‌توان برای آن یک معادله رگرسیونی تعریف کرد. برای اطمینان از غیرمنفی بودن λ_i و Y_i، الگوی رگرسیونی یا $E(Y_i \mid x_i)$ به صورت یک تابع نمایی به شکل زیر نمایش داده می‌شود (اسماعیل و جماین،۲۰۰۷):

$$E(Y_i \mid x_i) = \lambda_i = \exp(x_i^T \beta) \tag{۲}$$

لگاریتم رابطه (۲) به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$\ln \lambda_i = x_i^T \beta \tag{۳}$$

x_i برداری از متغیرهای مستقل و β برداری از پارامترهای الگو است. تابع درست‌نمایی برای الگوی پوآسن عبارت است از:

$$L = \prod_{i=1}^{n} \Pr(Y_i = y_i) = \prod_{i=1}^{n} \frac{\exp(-\lambda_i)\lambda_i^{y_i}}{y_i!} \tag{۴}$$

با گرفتن لگاریتم از رابطه (۴) می‌توان تابع درست‌نمایی را به صورت رابطه (۵) بیان کرد (سوری، ۱۳۹۲).

---

[1] Generalized Negative Binomial
[2] Generalized Poisson

Archive of SID

www.SID.ir

$$\ln L(\beta) = \sum_{i=1}^{n} \frac{\exp(-\lambda_i)\lambda_i^{y_i}}{y_i!} = \sum_{i=1}^{n} (-\lambda_i + y_i \ln\lambda_i - \ln y_i!) \qquad (۵)$$

در رابطه (۵) λ_i، پارامتر توزیع پوآسن، y_i، مجموعه مقادیری است که متغیر تصادفی Y_i می‌تواند با احتمال‌های منتسب به هر یک از مقادیر اختیار کند، علامت exp، نشان‌دهنده تابع نمایی عدد نپر، (!) نشان‌دهنده علامت فاکتوریل و ln نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی می‌باشد. در الگوی پوآسن، امید ریاضی و واریانس باید برابر باشند که این ویژگی معروف به «پراکندگی یکسان»[1] است. این ویژگی باعث محدودیت الگوی پوآسن می‌شود. اگر واریانس بزرگتر از امید ریاضی باشد که معروف به ویژگی «پراکندگی بیش از حد»[2] است، برآوردهای الگوی پوآسن دارای انحراف معیار با تورش منفی هستند که ناکارا خواهند بود. لذا مقدار آماره آزمون هر یک از ضرایب را افزایش می‌دهد. در صورتی که واریانس کوچکتر از میانگین باشد «پراکندگی کمتر از حد»[3] ظاهر شده که باعث بیش برآوردی انحراف معیار و در نتیجه کاهش مقدار آماره آزمون ضرایب می‌شود.

ب) الگوی پوآسن تعمیم‌یافته: برتری استفاده از توزیع پوآسن تعمیم‌یافته در این است که امکان برازش هر دو حالت پراکندگی بیش از حد ($Var(Y_i) > E(Y_i)$) و کمتر از حد ($Var(Y_i) < E(Y_i)$) را فراهم می‌آورد. برای توزیع پوآسن تعمیم‌یافته، تابع چگالی احتمال به صورت زیر قابل بازنویسی می‌باشد:

$$\Pr(Y_i = y_i) = \left(\frac{\mu_i}{1+\alpha\mu_i}\right)^{y_i} \frac{(1+\alpha y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left(-\frac{\mu_i(1+\alpha y_i)}{1+\alpha\mu_i}\right), \quad y_i = ۰,۱,۲,... \qquad (۶)$$

در رابطه (۶) میانگین و واریانس توزیع به ترتیب به صورت $E(Y_i) = \mu_i$ و $Var(Y_i) = \mu_i(1+\alpha\mu_i)^2$ است. اگر در رابطه بالا α برابر صفر باشد، الگوی پوآسن تعمیم‌یافته به الگوی پوآسن ساده تبدیل می‌شود و در نتیجه $Var(Y_i) = E(Y_i)$ برقرار می‌شود. اگر $\alpha > 0$ باشد، واریانس بزرگ‌تر از میانگین شده و پراکندگی بیش از حد رخ می‌دهد. در نهایت اگر $\alpha < 0$ باشد، واریانس کوچک‌تر از میانگین شده و منجر به پراکندگی کمتر از حد می‌شود. برای یک الگوی پوآسن تعمیم‌یافته با معادله رگرسیونی رابطه (۲) لگاریتم درست‌نمایی به صورت رابطه زیر بیان می‌گردد:

---

[1] Equi-Dispersion
[2] Over-Dispersion
[3] Under Dispersion

Archive of SID

www.SID.ir

$$\ln L(\beta,\alpha)=\sum_{i=1}^{n} y_i \ln\left(\frac{\mu_i}{1+\alpha\mu_i}\right)+(y_i-1)\ln(1+\alpha y_i)-\left(-\frac{\mu_i(1+\alpha y_i)}{1+\alpha\mu_i}\right)_i-\ln y_i! \quad (۷)$$

در رابطه (۷) μ، میانگین توزیع پوآسن تعمیم‌یافته، α، نشان‌دهنده پارامتر پراکندگی، y_i، مجموعه مقادیری است که متغیر تصادفی Y_i می‌تواند با احتمال‌های منتسب به هر یک از مقادیر اختیار کند، علامت (!) نشان‌دهنده علامت فاکتوریل و ln نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی می‌باشد. با توجه به آنچه که گفته شد باید مشخص گردد که آیا الگو دچار مشکل پراکندگی بیش از حد یا کمتر از حد می‌باشد یا نه. در صورتی که هیچ مشکلی وجود نداشته باشد، الگوی پوآسن بهترین گزینه برای برآورد الگوی رگرسیونی خواهد بود. در حالی که، در صورت وجود پراکندگی بیش از حد و کمتر از حد باید الگوهای دیگر بررسی گردند و بهترین الگو با توجه به معیارهای خوبی برازش مانند نیکویی برازش خی-دو[1]، نسبت درست‌نمایی[2]، معیار آکائیک (AIC) و شوارتز بیزین (BIC) انتخاب شوند (اسماعیل و جماین،۲۰۰۷).

ج) توزیع دوجمله‌ای منفی: با در نظر گرفتن توزیع پوآسن، میانگین یا λ_i، باید در درون طبقات ثابت و همگن[3] باشد. با تعریف یک توزیع خاص برای λ_i، امکان همگن بودن درون طبقات فراهم می‌آید، برای مثال با فرض یک توزیع گاما برای λ_i با میانگین $E(\lambda_i)=\mu_i$، واریانس $Var(\lambda_i)=\mu_i{}^2 v_i^{-1}$ و تعریف رابطه $Y_i \mid \lambda_i$ که نشان‌دهنده یک توزیع پوآسن به شرط میانگین $E(Y_i \mid \lambda_i)=\lambda_i$ است، می‌توان نشان داد که توزیع حاشیه‌ای Y_i از یک توزیع دوجمله‌ای منفی با تابع چگالی احتمال زیر پیروی می‌کند:

$$\Pr(Y_i=y_i)=\int \Pr(Y_i=y_i \mid \lambda_i) f(\lambda_i) d\lambda_i=\frac{\Gamma(y_i+v_i)}{\Gamma(y_i+1)\Gamma(v_i)}\left(\frac{v_i}{v_i+\mu_i}\right)^{v_i}\left(\frac{\mu_i}{v_i+\mu_i}\right)^{y_i} \quad (۸)$$

میانگین و واریانس Y_i به ترتیب به صورت $E(Y_i)=\mu_i$ و $Var(Y_i)=\mu_i+\mu_i{}^2 v_i^{-1}$ می‌باشند.

[1] Goodness of fit Chi-squares
[2] Likelihood ratio
[3] Homogeneous

Archive of SID

www.SID.ir

با پارامترسازی‌های[1] مختلف می‌توان انواع مختلفی از توزیع‌های دوجمله‌ای منفی را ایجاد کرد. برای نمونه اگر $v_i = \alpha^{-1}$ باشد، یک توزیع دوجمله‌ای منفی با میانگین $E(Y_i) = \mu_i$ و واریانس $Var(Y_i) = \mu_i(1+\alpha\mu_i)$ به دست می‌آید که α نشان‌دهنده پارامتر پراکندگی است. اگر α برابر صفر باشد، میانگین و واریانس Y_i با هم برابر شده و در نتیجه توزیع تبدیل به یک توزیع پوآسن ساده می‌شود. اگر $\alpha > 0$ باشد، واریانس از میانگین تجاوز می‌کند و پراکندگی بیش از حد اتفاق می‌افتد. چنین توزیعی را دوجمله‌ای منفی نوع اول می‌نامند.

اگر معادله رگرسیونی رابطه (۲) در نظر گرفته شود، لگاریتم درست‌نمایی برای توزیع دوجمله‌ای منفی نوع اول به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\ln L(\beta,\alpha) = \sum_i \left\{ \sum_{r=1}^{y_i-1} \ln(1+\alpha r) \right\} - y_i \ln(\alpha) - \ln y_i! + y_i \ln(\alpha\mu_i) - (y_i + \alpha^{-1}) \ln(1+\alpha\mu_i) \qquad (۹)$$

اگر $v_i = \mu_i\alpha^{-1}$ تعریف شود، نوع دیگری از توزیع دوجمله‌ای منفی به‌دست می‌آید که میانگین آن $E(Y_i) = \mu_i$ و واریانس آن به صورت $Var(Y_i) = \mu_i(1+\alpha)$ می‌باشد. همانند حالت قبل، اگر α برابر صفر باشد، میانگین و واریانس Y_i با هم برابر شده و در نتیجه توزیع تبدیل به یک توزیع پوآسن ساده می‌گردد. اگر $\alpha > 0$ باشد، واریانس از میانگین بزرگتر شده و پراکندگی بیش از حد به وجود می‌آید. چنین توزیعی را نیز توزیع دوجمله‌ای منفی نوع دوم می‌نامند.

با فرض معادله رگرسیونی رابطه (۲) تابع لگاریتم درست‌نمایی توزیع دوجمله‌ای منفی نوع دوم به صورت رابطه (۱۰) قابل بیان است.

$$\ln L(\beta,\alpha) = \sum_i \ln(\Gamma(y_i + \mu_i\alpha^{-1})) - \ln(\Gamma(\mu_i\alpha^{-1})) - \ln y_i! - \mu_i\alpha^{-1}\ln(\alpha) - (y_i + \mu_i\alpha^{-1})\ln(1+\alpha^{-1}) \qquad (۱۰)$$

توزیع دو جمله‌ای منفی را می‌توان با یک اصلاح ساده تعمیم داد. در واقع، در توزیع دو جمله‌ای منفی تعمیم‌یافته لگاریتم پارامتر پراکندگی یا $\ln\alpha$ دیگر ثابت نبوده و می‌تواند به صورت یک رگرسیون خطی از متغیرهای مستقل z_i به صورت رابطه زیر تبیین شود:

$$\ln\alpha_i = z_i\gamma \qquad (۱۱)$$

با توجه به مطالعه برتور و ویرسینک[2] (۲۰۰۱) و حسین‌زاد و همکاران (۱۳۸۹)و بررسی‌های صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه، الگوی تجربی به صورت زیر تبیین شد:

$$PIP = \alpha + \beta_1 EX + \beta_2 EDU + \beta_3 SEV + \beta_4 KNOW + \beta_5 PEXI + \beta_6 IMI + \beta_7 REV \qquad (۱۲)$$

[1] Parameterization
[2] Brethour and Weersink

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن، PIP: تعداد عملیات انجام شده مدیریت تلفیقی آفات (IPM) شامل عملیات بهینه‌سازی مصرف کود و سموم شیمیایی، استفاده از واریته مقاوم، تناوب زراعی، استفاده از حشرات مفید در مبارزه بیولوژیک، مدیریت آبیاری و استفاده از بذرهای اصلاح شده به عنوان متغیر وابسته و EX: تجربه کشاورز (سال)، EDU: تعداد سال‌های تحصیل، SEV: شدت تراکم آفات (ناچیز=۰، کم=۱، متوسط=۲، زیاد=۳، خیلی زیاد=۴)، $KNOW$: مجموع امتیازات آگاهی از ورود خطرات زیست محیطی سموم به پنج لایه زیست‌محیطی شامل انسان، پرندگان، پستانداران، آبزیان و حشرات (امتیاز هر لایه صفر (ناآگاهی) و یک (آگاهی))، $PEXI$: مجموع امتیازهای رویارویی شدن با خطرات زیست محیطی سموم به لایه‌های زیست محیطی (امتیاز هر لایه صفر (روبه‌رو نشدن) و یک (روبه‌رو شدن))، IMI: مجموع امتیازهای سطح اهمیت قائل شدن به کاهش خطرات زیست محیطی سموم در لایه‌ها (امتیاز هر لایه صفر (اهمیت ندادن) و یک (اهمیت دادن)) و REV: میزان درآمد کشاورز (ریال)، به عنوان متغیرهای مستقل می‌باشند. اطلاعات لازم برای انجام محاسبات و برآورد الگوها با تکمیل پرسشنامه از ۱۸۰کشاورز در سال ۱۳۹۳که به فعالیت‌های کشت سبزی، صیفی و جالیز در شهرستان‌های مختلف استان خوزستان مشغول بودند گردآوری شد. حجم نمونه با استفاده از رابطه کوکران به‌دست آمد و برای نمونه‌گیری از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای استفاده شد، به این صورت که برای نمونه‌گیری در مرحله اول، در آغاز خوشه یا شهرستان‌های نمونه که دارای سطح زیرکشت شایان توجهی در رابطه با محصولات صیفی، جالیزی و سبزی بودند[1] انتخاب شدند و سپس از هر شهرستان منتخب، تعدادی کشاورزان به روش نمونه‌گیری ساده تصادفی انتخاب شد.

نتایج و بحث

در وهله اول از زارعین در مورد تعداد عملیات مدیریت تلفیقی آفات که به کار می‌گیرند، پرسش‌هایی شد. نتایج مربوط به بررسی تعداد عملیات IPM و فراوانی هر دسته از آن‌ها در جدول (۱) ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول (۱) به ترتیب ۴۵ درصد زارعین حداقل دو مورد از عملیات IPM و ۲/۲۳ درصد زارعین هر itj مورد این عملیات را به کار گرفته‌اند.

[1] آبادان، امیدیه، اندیمشک، اهواز، ایذه، باغملک، بندر ماهشهر، بهبهان، دزفول، دشت آزادگان، رامشیر، رامهرمز، شادگان، شوش، شوشتر، گتوند، لالی، مسجد سلیمان و هندیجان.

Archive of SID

www.SID.ir

بیش‌ترین تعداد عملیات IPM به کار گرفته شده مربوط به عملیات بهینه‌سازی مصرف سموم شیمیایی و کم‌ترین آن مربوط به استفاده از حشرات مفید برای مبارزه بیولوژیک می‌باشد.

جدول(۱)نتایج مربوط به تعداد عملیات IPM

نام عملیات	فراوانی هر عملیات		تعداد عملیات IPM	فراوانی تعداد عملیات	
بهینه‌سازی مصرف سموم شیمیایی	فراوانی (نفر)	۱۷۹	۱	فراوانی (نفر)	-
	درصد	۹۹/۴۵		درصد	-
واریته مقاوم	فراوانی (نفر)	۵۹	۲	فراوانی (نفر)	۸۱
	درصد	۳۲/۷۷		درصد	۴۵
تناوب زراعی	فراوانی (نفر)	۱۷۶	۳	فراوانی (نفر)	۳۹
	درصد	۹۷/۷۸		درصد	۲۱/۶۷
حشرات مفید	فراوانی (نفر)	۳۱	۴	فراوانی (نفر)	۱۶
	درصد	۱۷/۲۳		درصد	۸/۸۹
مدیریت آبیاری	فراوانی (نفر)	۳۸	۵	فراوانی (نفر)	۱۷
	درصد	۲۱/۱۲		درصد	۹/۴۵
بذرهای اصلاح شده	فراوانی (نفر)	۷۷	۶	فراوانی (نفر)	۲۳
	درصد	۴۲/۷۸		درصد	۱۲/۷۷
بهینه سازی مصرف کود	فراوانی (نفر)	۳۴	۷	فراوانی (نفر)	۴
	درصد	۱۸/۸۹		درصد	۲/۲۲

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که اشاره شد، در الگوی پوآسن میانگین و واریانس متغیر وابسته باید با یکدیگر برابر باشند. لذا میانگین و واریانس متغیر تعداد عملیات IPM انجام شده برای ۱۸۰ مشاهده، محاسبه گردیدند که به ترتیب برابر ۳/۳ و ۲/۳۴ می‌باشند. واریانس IPM حدود ۰/۷ برابر میانگین است در نتیجه می‌توان بیان کرد که توزیع IPM پراکندگی کمتر از حد دارد. ولی برای اطمینان بیشتر انواع الگوهای رگرسیون ضربی برآورد گردید تا با بررسی پارامتر پراکندگی در انواع مختلف توزیع در مورد نوع پراکندگی تصمیم‌گیری بهتری صورت گیرد. ابتدا الگوی تجربی ارائه شده در رابطه (۱۲)، با در نظر گرفتن توزیع پوآسن برآورد گردید که نتایج مربوط به آن در جدول (۲) ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۲) تعیین عوامل مؤثر بر تعداد عملیات IPM با استفاده از مدل پوآسن معمولی

متغیرها	ضرایب برآوردی	آماره (Z)	نسبت خطر
تجربه کشاورز	۰/۰۰۷*	۱/۸۸	۱/۰۰۷
شمار سال‌های تحصیل	۰/۰۲۳**	۱/۹۱	۱/۰۲۳
شدت تراکم آفات	-۰/۰۸۵*	-۱/۵۹	۰/۹۱۸
سطح آگاهی	۰/۰۸۹***	۲/۶۱	۱/۰۹۳
روبه‌رو شدن با خطرات زیست محیطی	۰/۰۰۳	۱/۳۲	۱/۰۰۲
سطح اهمیت قائل شدن به کاهش خطرات زیست محیطی	-۰/۰۰۲	-۰/۸۹	۰/۹۹۷
درآمد کشاورز	۰/۳۴۵**	۲/۲۰	۱
عرض مبدا	۰/۵۲۹**	۲/۰۷	-
لگاریتم درست‌نمایی:	log likelihod =-۳۰۶/۸۸	LR=۴۳/۲۳)	p-=۰/۰۰۰ (value
شاخص نیکویی برازش خی-دو:		chi2=۷۴/۵۹۶)	p-=۱/۰۰۰ (value
معیارهای نیکویی برازش:	$Psudo_R^2$ =۰/۲۱۹	AIC=۶۲۷/۷۶۱	BIC=۶۵۰/۱۱۱

*، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد.

منبع:یافته‌های تحقیق

برای بررسی نیکویی برازش این الگو از آماره نیکویی برازش خی-دو استفاده شد. مقدار آماره برابر ۷۴/۵۹۶ و p-vlue مربوط به آن نزدیک به یک بود که نشان می‌دهد فرض صفر یا مناسب بودن الگوی پوآسن رد نمی‌شود. با این حال به منظور بررسی وجود پراکندگی بیش از حد، توزیع‌های دوجمله‌ای منفی نوع اول و دوم و همچنین توزیع دو جمله‌ای منفی تعمیم یافته نیز برآورد گردیدند.

پارامتر پراکندگی در الگوهای توزیع دو جمله‌ای منفی نوع اول، دوم و حالت تعمیم یافته به ترتیب برابر $۱۰^{-۲۹} \times ۴،۹/۲۳$ $۱۰^{-۹} \times ۱/۴۰$ و $۱۰^{-۹} \times ۳/۸۹$ بود. به منظور بررسی معنی‌داری پارامتر پراکندگی در انواع الگوی دوجمله‌ای منفی از آماره LR استفاده شد. آماره χ^2 برای هر سه الگو تقریبا برابر صفر بود در نتیجه می‌توان گفت الگو دچار پراکندگی بیش از حد نبوده و الگوی پوآسن در مقایسه با انواع الگوی دوجمله‌ای منفی الگوی مناسبتری است. همچنین از

Archive of SID

www.SID.ir

آنجایی که پارامتر پراکندگی در این الگوها تقریبا برابر با صفر بود، نتایج به‌دست‌آمده از برآورد انواع توزیع دوجمله‌ای منفی با نتایج الگوی پوآسن یکسان شد.

الگوی پوآسن تعمیم یافته در مقایسه با دیگر الگوها، الگوی جامع‌تری می‌باشد؛ چرا که می‌تواند هم الگوی پوآسن ساده را در برگیرد و هم مشکل پراکندگی بیش از حد و کمتر از حد را نیز حل نماید. در ادامه به منظور بررسی وجود پراکندگی کمتر از حد، الگوی پوآسن تعمیم یافته برآورد شد که نتایج مربوط به آن در جدول (۳) گزارش شده است.

جدول(۳) تعیین عامل‌های مؤثر بر تعداد عملیات IPM با استفاده از الگوی پوآسن تعمیم‌یافته

متغیرها	ضرایب برآوردی	آماره (Z)	نسبت خطر
تجربه کشاورز	۰/۰۰۷***	۲/۸۸	۱/۰۰۷
شمار سال‌های تحصیل	۰/۰۲۳***	۲/۸۷	۱/۰۲۳
شدت تراکم آفات	-۰/۱۰۹**	-۲/۲۸	۰/۸۹۶
سطح آگاهی	۰/۰۹۴***	۴/۰۰	۱/۰۹۹
روبه‌رو شدن با خطرات زیست محیطی	۰/۰۰۳**	۲/۳۷	۱/۰۰۳
سطح اهمیت قائل شدن به کاهش خطرات زیست محیطی	-۰/۰۰۲	-۱/۱۷	۰/۹۹۷
درآمد کشاورز	۰/۲۹۳***	۲/۶۷	۱
عرض مبدا	۰/۵۲۴***	۳/۰۴	-
α (شاخص پراکندگی)	-۰/۴۲۹		
مقدار لگاریتم درست‌نمایی:	log likelihod =-۲۸۴/۵۲۷	LR=۷۹/۱۰)	p-value=۰/۰۰۰
بررسی $\alpha = 0$		chi2=۴۴/۷۱)	p-value=۰/۰۰۰
معیارهای نیکویی برازش:	$Psudo_R^2$ =۰/۳۶۳	AIC=۵۸۵/۰۵۶	BIC=۶۱۰/۵۹۹

*، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد.

منبع:یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۳) پارامتر پراکندگی برابر با ۰/۴۲۹- می‌باشد. آماره χ^2 در آزمون LR برابر ۴۴/۷۱ است که فرض صفر بودن پارامتر پراکندگی را در سطح اطمینان یک درصد رد می‌کند. در نتیجه با توجه به منفی بودن این پارامتر می‌توان بیان کرد که واریانس متغیر تعداد عملیات IPM صورت گرفته کمتر از میانگین آن بوده و الگو دچار مشکل پراکندگی کمتر از حد است. بنابراین استفاده از الگوی پوآسن ساده باعث بیش برآوردی انحراف معیار و

Archive of SID

www.SID.ir

در نتیجه کاهش مقدار آماره آزمون ضرایب می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به نتایج جدول (۲) و (۳) می‌توان مشاهده کرد که آماره AIC و BIC در الگوی پوآسن به ترتیب برابر ۶۲۷/۷۶۱ و ۶۵۰/۱۱۱ می‌باشند، در حالی که این آماره‌ها در الگوی پوآسن تعمیم یافته به مقادیر ۵۸۵/۰۵۶ و ۶۱۰/۵۹۹ کاهش یافتند. آماره χ^2 در آزمون LR که برای بررسی معنی داری کل ضرایب به کار می‌رود از ۴۳/۲۳ در الگوی پوآسن به ۷۹/۱۰ در الگوی پوآسن تعمیم یافته بهبود می‌یابد. همچنین «R^2 ساختگی» (Pseudo-R^2) با به‌کارگیری الگوی پوآسن تعمیم یافته از ۰/۲۱۹ به ۰/۳۶۳ افزایش می‌یابد. همه این آماره‌ها گواه این هستند که الگوی پوآسن تعمیم یافته برای بررسی عوامل مؤثر بر تعداد عملیات IPM صورت گرفته در استان خوزستان الگوی بهتری نسبت به سایر الگوهای رگرسیون ضربی می‌باشد؛ لذا از نتایج مربوط به این الگو برای تشریح نتایج استفاده گردید.

با توجه به نتایج جدول (۳) همه ضرایب به غیر از سطح اهمیت قائل شدن به کاهش خطرات زیست محیطی سموم معنی‌دار هستند. ضرایب متغیرهای تجربه، تحصیلات، سطح آگاهی، سطح رویارویی با خطرات زیست محیطی سموم و درآمد کشاورز مثبت و معنی دار هستند. انتظار می‌رود به ازای هر سال افزایش در تجربه و تحصیلات زارعین، لگاریتم شمار مورد انتظار[1] تعداد عملیات IPM به کار گرفته شده به ترتیب ۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۳ واحد افزایش یابد. همچنین به ازای هر سطح افزایش در آگاهی، میزان رویارویی با خطرات زیست‌محیطی سموم و درآمد کشاورز این شمار به ترتیب حدود ۰/۰۹۴، ۰/۰۰۳ و ۰/۲۹۳ واحد افزایش می‌یابد. ضریب متغیر شدت تراکم آفات تاثیر منفی معنی‌دار بر تعداد عملیات IPM انجام شده دارد. در نتیجه در صورتی که تراکم آفات زیاد باشد افراد گرایشی به استفاده از عملیات IPM از خود نشان نمی‌دهند. مقدار ضریب این متغیر برابر با ۰/۱۰۹- است که نشان می‌دهد به ازای هر سطح افزایش در شدت تراکم آفات (مثلا افزایش شدت تراکم از سطح دو یا متوسط به سطح ۳ یا زیاد)، لگاریتم شمار مورد انتظار تعداد عملیات IPM به کار گرفته شده به اندازه ۰/۱۰۹ واحد کاهش می‌یابد، به عبارتی به ازای هر سطح افزایش در شدت تراکم آفات، به اندازه ۰/۱۰۹ واحد، لگاریتم شمارنده متغیر وابسته یا تعداد عملیات IPM (با توجه به ماهیت شمارشی بودن آن یا $Y_i = 0,1,2,..$) کم می‌شود.

[1] The expected log count

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به رابطه (۳) به نظر می‌رسد، درک مفهوم لگاریتم شمار مورد انتظار پیچیده باشد؛ لذا در چنین مواردی به جای ضرایب یا β_i، به بررسی مفهوم نسبت خطر[1] (IRR) ضرایب یا e^{β_i} پرداخته می‌شود. برای هر واحد افزایش در سال‌های تجربه و تحصیل، نسبت خطر تعداد عملیات IPM به کارگرفته شده به ترتیب ۱/۰۰۷ و ۱/۰۲۳ درصد افزایش می‌یابد. به عبارتی به ازای هر سال افزایش در تجربه و تحصیل زراع نرخ به کارگیری عملیات IPM به ترتیب ۱/۰۰۷ و ۱/۰۲۳ برابر افزایش می‌یابد. با توجه به مقدار IRR برآوردی می‌توان بیان کرد که هر سطح افزایش در آگاهی فرد، نرخ به‌کارگیری این عملیات را ۱/۰۹۹ برابر نسبت به افراد در سطح پایین‌تر آگاهی افزایش می‌دهد. همچنین افرادی که با خطرات زیست‌محیطی بیشتری روبه‌رو شده‌اند عملیات بیشتری را به کار می‌گیرند به طوری که هر سطح افزایش در میزان رویارویی با خطرات، نسبت خطر تعداد عملیات استفاده شده را ۱/۰۰۳ درصد افزایش می‌دهد. به ازای هر ریال افزایش در درآمد کشاورز، نرخ به‌کارگیری این عملیات ۱ برابر افزایش می‌یابد. افزایش شدت تراکم آفات نیز به ازای هر سطح، نرخ به‌کارگیری عملیات مدیریت تلفیقی آفات را ۰/۸۹۶ برابر کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به ماهیت شمارشی و گسسته متغیر وابسته یا تعداد عملیات IPM به کار گرفته شده توسط زارعین، فرض نرمالیتی برای متغیر وابسته باعث نااطمینانی نتایج می‌گردد؛ لذا ضرورت دارد از الگوهای رگرسیون ضربی که توزیع‌های پوآسن، دو جمله‌ای منفی و حالت تعمیم‌یافته آن‌ها را برای متغیر وابسته در نظر می‌گیرند، استفاده نمود. محدودیت الگوی پوآسن فرض یکسان بودن میانگین و واریانس متغیر وابسته می‌باشد. در این مطالعه نیز نشان داده شد که واریانس کمتر از میانگین بوده و در نتیجه الگو دچار مشکل پراکندگی کمتر از حد می‌باشد. در چنین شرایطی الگوهای دوجمله‌ای منفی نیز که برای حل مشکل پراکندگی بیش از حد تعمیم داده شده‌اند الگوهای مناسبی نیستند و تنها گزینه ممکن برای برآورد الگوی و بررسی عوامل مؤثر بر آن استفاده از توزیع پوآسن تعمیم یافته است. افزون بر این، معیارهای مختلف نیکویی برازش نیز برای انتخاب و مقایسه الگوها نیز استفاده شدند که همه آن‌ها مناسب بودن توزیع پوآسن تعمیم یافته را نسبت به دیگر الگوهای رگرسیون ضربی تایید کردند.

[1] Incident rate ratios

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج برآورد ضرایب و نسبت‌های خطر نشان داد که میزان تجربه، تحصیلات، سطح آگاهی، میزان رویارویی با خطرات سموم شیمیایی و درآمد تاثیر مثبت معنی‌داری بر متغیر تعداد عملیات IPM استفاده شده دارند. به‌نظر می‌رسد اختصاص زمان‌هایی برای سخنرانی افراد با تجربه و تحصیلکرده و کارآزموده در کلاس‌های ترویج و گنجاندن مفاهیم کشاورزی پایدار در درس‌های مدرسه و دانشگاه، می‌تواند تاثیر مثبتی در افزایش آگاهی کشاورزان از برتری و سودمندی عملیات مدیریت تلفیقی آفات و کاستی‌های کشاورزی تجاری داشته باشد. نتایج نشان داد، افرادی که با خطرات زیست‌محیطی سموم شیمیایی روبه‌رو شده‌اند، تعداد بیشتری از عملیات IPM را به کار می‌گیرند. در نتیجه تهیه پوستر و برنامه‌هایی که اثرگذاری‌های زیانبار سموم شیمیایی مانند گیاه‌سوزی، تخریب خاک و آلودگی آب را به تصویر می‌کشند، همچنین بازدید از کشتزارهای شاهد (کشتزارهایی که از سموم شیمیایی استفاده می‌کنند و کشتزارهایی با تولیدات ارگانیک)، می‌تواند کمک مؤثری در کاهش مصرف این مواد داشته باشد. شدت تراکم آفات تاثیر منفی بر تعداد عملیات IPM دارد. همان‌گونه که نتایج توصیفی نیز نشان داد، زارعین اندکی از حشرات مفید برای مبارزه بیولوژیک با آفات استفاده می‌کنند. تصور نادرست این است که سموم شیمیایی در صورت افزایش شدت تراکم آفات گزینه مناسب‌تری است. درحالی‌که افزایش آگاهی در مورد مزایای مبارزه بیولوژیک و توانایی جهش ژنتیکی آفات در مقابل مواد شیمیایی، به‌منظور تشویق زارعین در استفاده از کشاورزی پایدار ضروری است. گذر از کشاورزی متداول به کشاورزی ارگانیک در کوتاه‌مدت باعث کاهش تولید می‌شود و شاید از این منظر گرایش زارعین برای به‌کارگیری عملیات پایداری را کاهش دهد. لذا استفاده از ابزار تشویقی و اطلاع‌رسانی در مورد سودمندی و تقاضای محصولات کشاورزی ارگانیک با توجه به مثبت و معنی‌داری متغیر درآمد می‌تواند انگیزه زارعین را در مصرف سموم کاهش دهد. در مواردی نیز الزام زارعین و وضع استانداردها و قوانین مناسب می‌تواند مؤثر باشد.

منابع

آمارنامه کشاورزی، (۱۳۹۱). وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. قابل دسترسی در سایت www.maj.ir

اسدپور ح، (۱۳۹۰). بررسی عوامل اقتصادی-اجتماعی مؤثر در گسترش فناوری مبارزه بیولوژیک علیه آفت کرم ساقه خوار در مزارع برنج استان مازندران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۹:(۷۶)

Archive of SID

www.SID.ir

حسن‌زاده ج، اشراقیان م، محمد ک، فتوحی ا و سالاری‌فر م، (۱۳۸۶). برآورد نسبت خطر با استفاده از روش رگرسیون پواسن تعمیم یافته در مطالعات کوهورت با پیامد دو حالتی. مجله پژوهشی حکیم، ۱۰(۲): ۶۹-۶۵.

حسین‌زاد ج، شرفا س، دشتی ق، حیاتی ب و کاظمیه ف، (۱۳۸۹). ارزشگذاری اقتصادی منافع زیست‌محیطی برنامه‌های کاهش مصرف سموم شیمیایی (مطالعه موردی: استان خوزستان). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۰ (۴): ۱۱۲-۱۰۲

رودباری م و صالحی م، (۱۳۹۳). به‌کارگیری رگرسیون پوآسنی و رگرسیون دوجمله‌ای منفی با انباشتگی صفر برای مدل‌سازی داده‌های آموزشی. مجله علوم پزشکی رازی، ۲۱:(۱۱۹) ۲۴-۱۹.

زارع ن، صیادی م، رضائیان فرد ا و قائم ه، (۱۳۸۹). کاربرد مدل رگرسیون پوآسنی تعمیم یافته در تحلیل داده‌های باروری زنان روستایی استان فارس. مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران ۶:(۱) ۵۰-۴۶

سوری ع، (۱۳۹۲). اقتصاد سنجی پیشرفته با کاربرد Eviews8 و Stata12. جلد دوم. نشر فرهنگ شناسی. چاپ اول.

شوشتری م و عمانی ا، (۱۳۹۱). عوامل مؤثر در پذیرش صیفی‌کاران شهرستان شوشتر در زمینه مدیریت تلفیقی آفات. پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۵:(۲)۴۴-۲۹

قربانی م، یزدانی س و زارع میرک‌آباد ه، (۱۳۸۹). مقدمه‌ای بر کشاورزی پایدار (رهیافت اقتصادی). دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ اول.

مرکز آمار ایران، (۱۳۹۴). درگاه رسمی مرکز آمار ایران به آدرس www.amar.org.ir

نوری س، لشگرآرا ف و شجاعی م، (۱۳۹۰). عوامل مؤثر بر پذیرش مدیریت تلفیقی سن گندم با تاکید بر رهیافت مشارکتی مدرسه مزرعه کشاورز توسط گندم‌کاران استان کرمانشاه. پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۴: (۳) ۲۹-۱۵

Brethour C and Weersink A, (2001).An economic evaluation of the environmental benefits from pesticide reduction. *Agricultural Economics*, 25: 219-226.

Famoy F, Wulu J.T and Singh K.P, (2004).On the generalized Poisson regression model with an application to accident data. *Journal of Data Science*, 2:287-295.

Ferlay J. G, (2002). Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide. *Lyon: IARC Cancer Base.*

Frome E, Watkins J and Ellis E, (2012). Poisson regression analysis of illness and iniury surveillance data. *National Technical Information Service 5285 Port Royal Road*. 1-38

Gajanana T. M, Krishna P.N, Anupama H.L, Raghunatha R and Prasanna G.T, (2006). Integrated pest and disease management in tomato: An economic analysis. *Agricultural Economics Research Review*, 19: 269-280

Archive of SID

www.SID.ir

Ghitany M. E, Al-Awadhi S.A and Kall S.L, (2001). On hyper geometric generalized negative binomial distribution. *IJMMS*, 29(12):727-736.

Goff S, Lindner R.J and Dolly D, (2009). Farmer field school completer's non completer's and non-participant's perceptions of integrated pest management: the case of Trinidad and Tobago. *AIAEE Proceeding of the 25 Annual Conferences, San Juan Resort*, 225-237, Puerto Rico.

Ismail N and Jemain A, (2007). Handling over-dispersion with negative binomial and generalized Poisson regression models. *Casualty Actuarial Society Forum*, 103-158

Mafijul Islam M, Alam M, Tariquzaman M, Alamgir Kabir M, Pervin R, Begum M and Hossain Khan M, (2013). Predictors of the number of under-five malnourished children in Bangladesh: application of the generalized poisson regression model. *BMC Public Health*, 1-8.

Marazzi A, Paccaud F and R ueux C, (1998).Fitting the distributions of length of stay by

parametric models. *Med Care*; 36: 27-915.

Mouatassim Y and Ezzahid E, (2012). Poisson regression and zero-inflated poisson regression:application to private health insurance data. *European Actuarial Journal, Springer*.

Park B.J, (2010). Application of the finite mixture models for vehicle crash data analysis. PhDDissertation, Texas A&M University, College Station, TX.

Wang, W and Famoye F, (1997).Modeling household fertility decisions with generalized Poisson regression. *Journal of Population Economics*, 10: 273-283.

Archive of SID

www.SID.ir