به کارگیری مدل‌های بیزی، گاما–پوآسون، Lognormal و BYM در بررسی خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام

بهزاد مهکی[۱]، یداله محرابی[۲]، امیر کاوسی[۳]، یوخابه محمدیان[۴]، سهیلا خداکریم[۵]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: نقشه‌بندی بیماری‌ها شامل مجموعه‌ای از روش‌های آماری است که به تهیه نقشه‌های دقیق بر اساس برآوردهایی از میزان‌های بروز، شیوع و مرگ و میر منجر می‌شود. مدل‌های بیزی از مهم‌ترین مدل‌ها در این حوزه به شمار می‌آید که اطلاعات پیشین تغییرات میزان‌های بیماری در نقشه کلی و الگوی فضایی بیماری را در نظر می‌گیرد. این مدل‌ها دامنه گسترده‌ای را شامل می‌شوند که هر کدام دارای فرمول‌بندی، ویژگی‌ها، نقاط ضعف و قوت مخصوص به خود هستند. در مطالعه حاضر به تشریح و مقایسه مدل‌های بیزی مهم و پرکاربرد گاما–پوآسون، Lognormal و BYM (Besag, York and Mollie) در بررسی خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام پرداخته شد.

روش‌ها: پژوهش از نوع کاربردی- اکولوژیک بود. در این پژوهش داده‌های خودکشی استان ایلام در سال ۱۳۸۶ و نیمه نخست سال ۱۳۸۷ مورد تحلیل قرار گرفت. جهت تحلیل داده‌ها از مدل‌های بیزی، گاما–پوآسون، Lognormal و BYM استفاده گردید. برازش مدل‌ها به داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار WinBUGS صورت گرفت.

یافته‌ها: بر اساس برآوردهای به دست آمده از برازش این سه مدل، شهرستان‌های دره‌شهر و شیروان- چرداول به ترتیب بیشترین و کمترین خطر نسبی خودکشی را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری: با وجود تفاوت برآورد خطر نسبی در سه مدل، رتبه خطر نسبی شهرستان‌ها در هر سه مدل مشابه به دست آمد. شهرستان‌های استان ایلام از بیشترین تا کمترین خطر نسبی خودکشی به ترتیب دره‌شهر، ایلام، دهلران، ایوان، آبدانان، مهران، ملکشاهی و شیروان- چرداول بود. همچنین فواصل اطمینان و انحراف معیار به دست آمده از برازش این سه مدل نیز تفاوت اندکی داشتند.

واژه‌های کلیدی: نقشه‌بندی بیماری، خودکشی، بیزی تجربی، BYM، خطر نسبی

ارجاع: مهکی بهزاد، محرابی یداله، کاوسی امیر، محمدیان یوخابه، خداکریم سهیلا. **به کارگیری مدل‌های بیزی، گاما–پوآسون، Lognormal و BYM در بررسی خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۲؛ ۹ (۱): ۹۵-۸۶

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۰۹ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۰۹

۱- استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: behzad.mahaki@gmail.com
۲- استاد، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه علوم پایه، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- دانشجوی دکتری، گروه روان‌شناسی بالینی، انستیتو روان‌پزشکی تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۵- استادیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]
www.mui.ac.ir

مقدمه

نقشه‌بندی بیماری شامل مجموعه‌ای از روش‌های آماری است که به تهیه نقشه‌های دقیق بر اساس برآوردهایی از میزان‌های بروز، شیوع و مرگ و میر منجر می‌شود. بدین طریق کاربران می‌توانند با اطمینان توزیع جغرافیایی بیماری مورد نظر را برآورد کنند (۲، ۱).

قدیمی‌ترین نمونه نقشه‌بندی بیماری‌ها، نقشه آدرس قربانیان وبا بر حسب فاصله از منابع آبی بود که در سال ۱۸۵۴ توسط Snow ارایه شد (۳). در سالیان اخیر توجه به نقشه‌بندی و برآورد خطر بیماری‌ها بسیار بیشتر شده است؛ چرا که توزیع جغرافیایی میزان‌های بروز، شیوع و مرگ و میر نقش مهمی در تشخیص عوامل خطر و علل بسیاری از بیماری‌ها داشته است و نباید آن را دست کم گرفت (۲).

نقشه‌ها روشی کارا و منحصر به فرد برای پاسخگویی به پرسش‌هایی درباره مکان و میزان بیماری ایفا می‌کند. پاسخ به این پرسش‌ها منجر به تحلیل جغرافیایی بیماری می‌گردد. تحلیل تغییرات جغرافیایی میزان‌های بیماری‌ها دارای کاربردهای بسیاری است. این کاربردها تنها محدود به فرمول‌بندی و ارزیابی فرضیات علت‌شناسی نیست، بلکه در حوزه اختصاص منابع یا ارزیابی خطر در بهداشت عمومی نیز کاربرد دارد.

اهداف اصلی نقشه‌بندی بیماری شامل موارد ذیل است.

۱- تشریح تغییرات فضایی در شیوع بیماری جهت فرمول‌بندی فرضیات علت‌شناسی

۲- تعیین نواحی دارای خطر بالا که نیازمند جلب توجه و اعمال مداخله هستند.

۳- تهیه نقشه دقیقی از خطر بیماری در ناحیه جهت اختصاص بهتر منابع و ارزیابی بهتر خطر

۴- ساخت اطلس بیماری‌ها (۴، ۲، ۱).

مدل‌ها و روش‌های متفاوتی برای تنظیم نقشه بیماری‌ها وجود دارد که در حالت کلی شامل ۱- نمایش آماری ساده، ۲- روش‌های غیر رسمی، ۳- مدل‌های پایه، ۴- مدل‌های بیزی و ۵- مدل‌های چند سطحی هستند. رویکرد بیزی به نقشه‌بندی بیماری علاوه بر رویدادهای مشاهده شده در هر ناحیه، شامل اطلاعات پیشین تغییرات میزان‌های بیماری در نقشه کلی است. همچنین آن می‌تواند الگوی فضایی بیماری که بر اساس آن نواحی جغرافیایی نزدیک‌تر، میزان‌های بیماری نزدیک‌تر دارند را در نظر بگیرد (۹-۵).

مدل‌های بیزی در نقشه‌بندی بیماری‌ها، دامنه گسترده و متنوعی را شامل می‌شود که هر کدام دارای فرمول‌بندی، ویژگی‌ها، نقاط ضعف و قوت مخصوص به خود هستند. این مسأله لزوم بررسی و مقایسه نتایج حاصل از به کارگیری این مدل‌ها را آشکار می‌سازد. مطالعه‌های متعددی در خصوص مقایسه این مدل‌ها انجام گرفته است. به عنوان نمونه می‌توان به نقشه‌بندی سندروم مرگ سریع نوزادان، سرطان لب در اسکاتلند، مرگ و میر کودکان در میسوری، سرطان در فرانسه و سرطان ریه در آلمان اشاره کرد. با این وجود جز در چند مطالعه اندک و به صورت محدود، روش‌های متعدد پیشنهاد شده برای تحلیل نقشه‌های بیماری‌ها با هم مقایسه نشدند و شرایط کلی آن‌ها مورد بررسی قرار نگرفته است.

Clayton و Kaldor مقایسه‌هایی درباره مجموعه محدودی از مدل‌ها [مدل‌های بیزی تجربی و BYM (Besag, York and Mollie)] انجام دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با وجود تفاوت برآورد خطر نسبی در دو روش، رتبه خطر نسبی در کل ناحیه نقشه‌بندی مشابه است (۹). تلاش‌های دیگری برای ارزیابی حساسیت مدل BYM نیز انجام شده است که این ارزیابی‌ها نیز تنها محدود به دامنه محدودی از مدل‌های بیزی است (۱۶-۱۰). با توجه به اهمیت مدل‌های بیز تجربی و BYM، در تحقیق حاضر به تشریح و مقایسه مدل‌های بیزی تجربی گاما-پوآسون، Lognormal و BYM در نقشه‌بندی خطر نسبی خودکشی پرداخته شد.

خودکشی مرگی است که عمداً به دست خود شخص حاصل می‌شود. Shneidman (به نقل از Lawson و همکاران) خودکشی را چنین تعریف می‌کند: «عمل آگاهانه نابودسازی به دست خود است. در بهترین مفهوم آن را یک ناراحتی چند بعدی در انسان نیازمندی می‌توان دانست که برای مسأله تعیین شده او، این عمل بهترین راه حل تصور می‌شود» (۱۷). خودکشی را از نظر شدت می‌توان به صورت یک پیوستار در نظر گرفت که از رفتارهای بی‌خطر و قابل

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]

پیشگیری شروع و به رفتارهای شدید و غیر قابل پیشگیری ختم می‌شود. در یک طرف این پیوستار افکار خودکشی بدون اقدام به خودکشی مشاهده می‌شود. به عنوان نمونه افرادی که نقشه‌هایی برای خودکشی دارند، اما هیچ گونه اقدامی برای کشتن خود ندارند. در طرف دیگر این پیوستار افرادی هستند که اقدام جدی برای کشتن خود انجام دادند (۱۸).

طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی میزان خودکشی در جهان یک میلیون نفر در سال است و تعداد افراد اقدام‌کننده به خودکشی ۱۰ تا ۲۰ برابر آن می‌باشد (۲۱-۱۹). این در حالی است که تخمین زده شده است که در سال ۲۰۲۰ میلادی، تقریباً یک میلیون و پانصد و سی هزار نفر بر اثر خودکشی خواهند مرد و بیش از ده تا بیست برابر آن در سطح جهان اقدام به خودکشی خواهند کرد (۲۲). نکته فوق به این معنی است که در سال ۲۰۲۰ میلادی به طور متوسط یک مورد مرگ ناشی از خودکشی در هر بیست ثانیه و یک مورد اقدام به خودکشی در فاصله هر یک تا دو ثانیه اتفاق می‌افتد.

میانگین نرخ خودکشی را در جهان ۱۴/۵ در صد هزار نفر برآورد کردند. لیتوانی با ۴۶ در صد هزار نفر، روسیه ۴۱ در صد هزار و کشورهای استقلال یافته شوروی سابق، سریلانکا، مجارستان رتبه‌های اول و آذربایجان، کویت و ارمنستان نرخ کمی را در آمار خودکشی جهان به خود اختصاص دادند (۲۱). کشورهای اسکاندیناوی، آلمان، اروپای شرقی تا استرالیا و ژاپن موسوم به کمربند خودکشی نیز ۲۵ در صد هزار نفر در سال و اسپانیا، ایتالیا، ایرلند، هلند و مصر به عنوان یک کشور آفریقایی مسلمان ۱۰ در صد هزار نفر خودکشی را به خود اختصاص دادند (۲۳).

پدیده خودکشی یک ناهنجاری اجتماعی است که در ایران نیز شیوع دارد (۲۴). کارشناسان سازمان بهزیستی کشور، رتبه جهانی ایران را در خودکشی ۵۸ اعلام نمودند. آمارهای بین‌المللی نیز نشان دادند که میزان خودکشی در ایران ۹ در صد هزار نفر است که ۱ درصد کل مرگ و میرها را شامل شده است (۲۱).

خودکشی را می‌توان پدیده روانی پیچیده‌ای در نظر گرفت که تحت تأثیر متقابل عوامل فردی و محیطی قرار دارد. از میان عوامل محیطی، مطالعه‌ای نشـــان داد که شرایط جغرافیایی و آب و هوایی می‌تواند روی خودکشی مؤثر واقع شود (۲۵). این نکته برای اولین بار در سال ۱۸۸۱ میلادی توسط دانشمند ایتالیایی به نام Morselli عنوان گردید (۲۶). مطالعه‌های دیگری پس از وی، این نظریه را تأیید نمودند (۲۷).

تحقیق حاضر به بررسی خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام پرداخت. این استان دارای هشت شهرستان است، در غرب ایران واقع شده است و جمعیت آن در سال ۱۳۸۵، ۵۴۵۷۸۷ نفر بود. این استان به ویژه در سال‌های اخیر میزان بالایی از خودکشی در زنان به ویژه در سنین ۲۹-۲۰ سالگی را گزارش کرده است (۲۸).

امکان تأثیر هر کدام از عوامل محیطی شامل تفاوت‌های آب و هوایی، فرهنگی و اجتماعی شهرستان‌های استان بر خودکشی وجود داشت. همچنین برخی شهرستان‌های استان در مجاورت مرز کشور عراق قرار داشتند و سال‌ها درگیر مشکلات ناشی از ۸ سال جنگ تحمیلی بودند. از این رو بررسی و مقایسه خطر نسبی خوکشی در شهرستان‌های استان ایلام ضروری به نظر می‌رسد.

بنابراین با توجه به اهمیت مدل‌های بیزی در نقشه‌بندی بیماری‌ها و ضرورت مقایسه وضعیت خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام، مقایسه خطر نسبی خودکشی در این شهرستان‌ها با استفاده از سه مدل بیزی، گاما-پوآسون، Lognormal و BYM مدنظر قرار گرفت. خطر نسبی ابتلا به یک بیماری به نسبت افراد مبتلا شده به آن بیماری در افراد مواجهه شده به افراد مبتلا شده به همان بیماری در افراد مواجهه نشده گفته می‌شود (۲۹). در این مطالعه منظور از خطر نسبی، نسبت موارد خودکشی مشاهده شده به موارد خودکشی مورد انتظار است. در این مطالعه خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام در سال ۱۳۸۶ و شش ماهه نخست سال ۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی- اکولوژیک است. در این نوع مطالعه‌ها به جای تک‌تک افراد، گروه‌ها مبنای مقایسه قرار می‌گیرند. در این پژوهش داده‌های خودکشی استان ایلام در

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]

سال ۱۳۸۶ و شش ماهه نخست سال ۱۳۸۷ که توسط اداره آمار دانشگاه علوم پزشکی ایلام جمع‌آوری شد، مورد تحلیل قرار گرفت. تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل‌های بیزی گاما-پوآسون، Lognormal و BYM در نرم‌افزار WinBUGS انجام گرفت. با توجه به اهمیت این روش‌ها، ویژگی‌های خاص هر کدام و تفاوت‌های موجود لازم است که مبانی نظری، نقاط قوت و ضعف و خواص هر کدام به اختصار توضیح داده شود.

روش‌های نقشه‌بندی بیماری‌ها

برآورد حداکثر درستنمایی (نسبت مرگ و میر استاندارد شده (Standardized mortality ratio یا SMR)

گام نخست برای ارزیابی وضعیت یک ناحیه از نظر بروز بیماری این است که ارزیابی شود چه میزان بروزی برای آن بیماری در آن ناحیه مورد انتظار است. سپس موارد مشاهده شده را با بروز مورد انتظار مقایسه شود. این رویکرد برای تحلیل مقادیر درون نواحی استفاده می‌شود (۲، ۱). نسبت مقادیر مشاهده شده به مقادیر مورد انتظار مرگ و میر، نسبت مرگ و میر استاندارد شده (Standardized mortality ratio یا SMR) نامیده می‌شود. در مطالعه‌های مربوط به ابتلا و بروز بیماری از نسبت مقادیر مشاهده شده به مقادیر مورد انتظار بروز بیماری استفاده می‌شود که نسبت بروز استاندارد شده (SIR یا Standardized incidence ratio) نامیده می‌شود. این نسبت برآورد خطر نسبی درون هر ناحیه را نشان می‌دهد (۲، ۱).

برای به کارگیری این روش، نقشه به n ناحیه مجاور نا متداخل تقسیم می‌شود (I = 1,2,…,n). O_i و E_i به ترتیب تعداد رویداد مشاهده شده و مورد انتظار در ناحیه iام را نشان می‌دهد. E_i در دوره مطالعه ثابت و معلوم فرض می‌شود و از حاصل‌ضرب نسبت جمعیت هر ناحیه به جمعیت کل در کل موارد مشاهده شده به دست می‌آید. خطر نسبی بیماری در ناحیه iام نیز با θ_i نشان داده می‌شود. در نقشه‌بندی بیماری‌ها فرض می‌شود که تعداد رویدادها بین نواحی، مستقل از هم است و از توزیع Poisson با میانگین $E_i\theta_i$ پیروی می‌کند. بدین ترتیب درستنمایی O_i از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$L(\theta)=\prod^{n}\frac{\exp(-E_i\theta_i)}{O_i!}\{E_i\theta_i\}^{O_i}\propto\prod^{n}\theta_i^{O_i}.\exp\left\{-\sum^{n}E_i\theta_i\right\}$$

لگاریتم تابع درستنمایی نیز به صورت زیر است.

$$l(\theta)=\ln L(\theta)=\sum O_i\ln\theta_i-\sum E_i.\theta_i$$

بر این اساس برآورد حداکثر درستنمایی عبات از $\hat{\theta}=SMR_i=\frac{O_i}{E_i}$ است.

گرچه استفاده از SMR و SIRها در نقشه‌بندی بیماری‌ها بسیار رایج است، اما چند نقطه ضعف اساسی در استفاده از این شاخص‌ها وجود دارد که در ادامه بیان می‌شود.

۱- این شاخص‌ها مبتنی بر برآورد نسبتی هستند. بنابراین اندک تغییراتی در مقادیر مورد انتظار می‌تواند منجر به تغییرات بزرگی در برآورد گردد. ۲- در حالت حدی هنگامی که مقدار مورد انتظار نزدیک به صفر باشد، مقدار این شاخص‌ها برای هر مقدار مشاهده شده مثبت، بسیار بزرگ خواهد بود. ۳- مقادیر صفر این شاخص‌ها تفاوت‌های موجود در مقادیر مورد انتظار را نشان نمی‌دهد. ۴- واریانس این شاخص‌ها متناسب با عکس مقدار مورد انتظار است و در نواحی با جمعیت بزرگ، دارای مقادیر کوچک و در نواحی با جمعیت کم، دارای مقدار بزرگ است. این مسأله تصمیم‌گیری بر اساس آن را مشکل می‌سازد. ۵- این شاخص‌ها تلاشی برای نشان دادن ساختار پایه‌ای داده‌ها انجام نمی‌دهند و دقیقاً برآورد اشباع از خطر نسبی هستند. بنابراین استفاده از آن خلاف اصل امساک است.

از آن جایی که این برآوردگر دارای عیوب مذکور است، می‌توان از هموارسازی‌های آماری برای غلبه بر این مشکلات استفاده کرد (۱۲). مدل‌های بیزی سلسله مراتبی نقش مهمی در مدل‌بندی پیچیدگی ساختار داده‌ها در اپیدمیولوژی فضایی دارند و بر مشکلات SMRها غلبه می‌کنند (۳۰). رویکرد بیزی در نقشه‌بندی بیماری‌ها، علاوه بر رویدادهای مشاهده شده در هر ناحیه شامل اطلاعات پیشین از تغییرپذیری میزان‌های بیماری در کل نقشه است (۸). همچنین می‌تواند الگوی فضایی بیماری (گرایش نواحی جغرافیایی نزدیک‌تر به میزان‌های بیماری مشابه) را در نظر بگیرد.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]
www.mui.ac.ir

مدل گاما-پوآسون

یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های نقشه‌بندی بیزی بیماری‌ها، مدل گاما-پوآسون است. برآوردگر حاصل از این در دسته برآوردهای بیزی تجربی قرار دارد (۳۱). در این مدل فرض بر این است که تعداد مرگ‌ها در هر ناحیه دوبه‌دو مستقل هستند و از توزیع Poisson با میانگین $E_i\theta_i$ پیروی می‌کنند. توزیع پیشین برای خطرات نسبی نیز توزیع Gamma (a,b) در نظر گرفته می‌شود. برای به دست آوردن توزیع پسین، توزیع پیشین Gamma برای خطرات نسبی با درستنمایی Poisson ترکیب می‌شود. در این صورت خطر نسبی دارای توزیع پسین $Gamma(a+O_i, b+E_i)$ با میانگین

$$E[\theta_i|O_i,a,b]=\frac{a+O_i}{b+E_i}=w_i SMR_i+(1-w_i)\frac{a}{b}$$

که $w_i=\frac{E_i}{b+E_i}$ است.

بنابراین میانگین پسین برای iامین ناحیه، میانگین وزنی SMR برای iامین ناحیه و خطر نسبی بیماری در نقشه کلی است که وزن به طور معکوس با واریانس SMR در ارتباط است.

اگر مقادیر مشاهده شده و مقادیر مورد انتظار بزرگ باشد، برآوردگر به سمت SMR میل می‌کند، اما اگر مقادیر مشاهده شده و مقادیر مورد انتظار کوچک باشد، برآوردگر به سمت میانگین پیشین میل می‌کند (۳۱، ۸، ۵).

محاسن این روش شامل ۱- این مدل پسین کامل را برآورد می‌کند که امکان انجام آزمون فرض و محاسبه فاصله اطمینان را فراهم می‌کند و ۲- حتی اگر توزیع واقعی خطرات نسبی gamma باشد، این مدل میانگین و واریانس آن را با استفاده از روش حداکثر درستنمایی برآورد می‌کند که با ارزش‌تر از روش گشتاوری است (۳۱، ۸، ۵). عیب اساسی این روش نیز این است که این مدل قادر به در نظر گرفتن همبستگی فضایی نیست (۳۱).

مدل Lognormal

توزیع پیشین gamma برای خطر نسبی گرچه از منظر ریاضیاتی مناسب است، می‌تواند محدودکننده باشد؛ چرا که ورود کووریت به آن مشکل است و امکان در نظر گرفتن همبستگی فضایی در نواحی نزدیک‌تر وجود ندارد (۱). مدل Lognormal برای خطرات نسبی بیماری انعطاف‌پذیرتر از مدل گاما-پوآسوناست.

$$y_i \sim poisson(E_i\theta_i)$$
$$\log\theta_i=\alpha+v_i$$
$$v_i \sim N(0,\tau_v^2)$$

در این مدل v_i برای در نظر گرفتن همبستگی فضایی و مشابهت وضعیت نواحی مجاور هم در مدل وارد شده است.

مدل BYM

در این مدل فرض بر این است که تعداد مرگ‌ها در هر منطقه دوبه‌دو مستقل است و از توزیع Poisson پیروی می‌کند. این مدل توسط Clayton و Kaldor مطرح شد و توسط Besag و همکاران بسط داده شد (۳۲، ۹). فرمول‌بندی این مدل به شرح زیر است.

$$y_i \sim Poisson(E_i\theta_i)$$
$$\log(\theta_i)=\alpha+u_i+v_i$$

در این مدل پارامتر خطر نسبی بیماری به سه مؤلفه تجزیه می‌شود.

۱- α: مؤلفه روند که سطح کلی خطر نسبی است.

۲- u_i (بیش پراکندگی فضایی (ناهمگنی همبسته فضایی)): منطقی است که نواحی نزدیک هم، خطرات نسبی مشابه هم داشته باشند. برای در نظر گرفتن این امکان، متغیر تصادفی u_i که با دیگر $\{u_j\}$ها همبسته است، در مدل وارد می‌شود. برای این مؤلفه، ساختار همبستگی فضایی استفاده می‌شود که برآورد خطر نسبی در هر ناحیه وابسته به نواحی همسایه است. مدل خودبازگشتی شرطی توسط Besag و همکاران پیشنهاد شده است.

$$\left[u_i|u_j, i\neq j, \tau_u^2\right]\sim N(\bar{u}_i,\tau_i^2)$$

که $\bar{u}_i=\frac{1}{\sum_j w_{ij}}\sum_j u_j w_{ij}$ و $\tau_i^2=\frac{\tau_u^2}{\sum_j w_{ij}}$ اگر i و j مجاور باشند، $w_{ij}=1$ و در غیر این صورت $w_{ij}=0$ است.

۳- v_i (بیش پراکندگی غیر فضایی (ناهمگنی ناهمبسته

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]

فضایی): با فرمول‌بندی مدل برای بیش پراکندگی همبسته فضایی، واریانس وابسته به تعداد همسایگی‌ها است و استقلال به خوبی تعریف نمی‌شود. برای حل این مشکل می‌توان عبارت دیگری (v_i) را معرفی کرد که پارامتر بیش پراکندگی ناهمبسته استاندارد است. توزیع پیشین برای این پارامتر عبارت از $v_i \sim N(0,\tau_v^2)$ است.

پارامترهای τ_u^2 و τ_v^2 تغییرپذیری u و v را کنترل می‌کنند. در تحلیل BYM باید برای این پارامترها توزیع‌های پیشین تعیین شود. Besag و همکاران (۳۲) و Bernardinelli و همکاران (۳۳) توزیع‌های پیشین gamma را برای این پارامترها پیشنهاد دادند.

یافته‌ها

پیش از تحلیل داده‌ها، اطلاعات مربوط به جمعیت شهرستان‌های ایلام، تعداد موارد خودکشی بر اساس سرشماری سراسری سال ۱۳۸۵ و موارد ثبت شده خودکشی به تفکیک شهرستان‌ها در دوره زمانی ۱۸ ماهه از ابتدای سال ۱۳۸۶ تا مهر ماه ۱۳۸۷ در جدول ۱ آمده است. تعداد موارد مورد انتظار خودکشی در هر شهرستان از حاصل‌ضرب نسبت جمعیت هر ناحیه به جمعیت کل در کل موارد مشاهده شده (حاصل ضرب ستون سوم در ستون پنجم جدول ۱) به دست می‌آید. نتایج در جدول ۲ آمده است.

جهت به کارگیری و مقایسه روش‌های بیزی در برآورد خطر نسبی خودکشی شهرستان‌های استان ایلام، مدل‌های گاما–پوآسون (GP)، Lognormal (LN) و مدل BYM با استفاده از نرم‌افزار WinBUGS به داده‌ها برازش داده شد. بدین ترتیب برآورد خطر نسبی خودکشی هر شهرستان به همراه انحراف معیار و فاصله اطمینان به دست آمد. نتایج در جداول ۳، ۴ و ۵ آمده است. بر اساس نتایج جدول می‌توان افزون بر مقایسه سه مدل مورد نظر، شهرستان‌ها را نیز از منظر خطرات نسبی با هم مقایسه نمود. با توجه به برآوردهای به دست آمده از برازش این سه مدل، شهرستان‌های دره‌شهر و شیروان– چرداول به ترتیب بیشترین و کمترین خطر نسبی خودکشی را به خود اختصاص دادند.

برای مقایسه سه مدل از شاخص DIC استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۶ آمده است. این شاخص از مجموع دو شاخص که به ترتیب بیانگر نکویی برازش و پیچیدگی مدل است، به دست می‌آید. بر اساس نتایج جدول ۶ و با توجه به نزدیکی مقادیر DIC (Deviance information criterion) و دو جزء تشکیل دهنده آن، تفاوت خاصی بین این مدل‌ها مشاهده نشد.

جدول ۱: جمعیت شهرستان‌ها بر اساس سرشماری سراسری سال ۱۳۸۵ و تعداد موارد خودکشی و نسبت آن به جمعیت هر شهرستان از ابتدای سال ۱۳۸۶ تا مهر ماه ۱۳۸۷

نام شهرستان	جمعیت	نسبت جمعیت به جمعیت کل استان	تعداد موارد خودکشی	میزان خودکشی در هر ۱۰،۰۰۰نفر
آبدانان	۴۷۳۷۰	۰/۰۸۷	۴۲	۸/۸۷
ایلام	۱۹۹۵۰۹	۰/۳۶۵	۳۰۱	۱۵/۰۸
ایوان	۴۷۹۵۸	۰/۰۸۸	۵۲	۱۰/۸۴
دره شهر	۵۶۸۲۲	۰/۱۰۴	۱۷۱	۳۰/۰۹
دهلران	۶۲۲۵۶	۰/۱۱۴	۸۷	۱۳/۹۷
شیروان– چرداول	۷۳۹۷۳	۰/۱۳۶	۲۹	۳/۹۲
ملکشاهی	۳۱۷۹۴	۰/۰۵۸	۱۲	۳/۷۷
مهران	۲۶۱۰۵	۰/۰۴۸	۱۶	۶/۱۳
جمع کل استان	۵۴۵۷۸۷	۱/۰۰۰	۷۱۰	۱۳/۰۱

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]
www.mui.ac.ir

جدول ۲: تعداد موارد مورد انتظار خودکشی هر شهرستان از ابتدای سال ۱۳۸۶ تا مهر ماه ۱۳۸۷

نام شهرستان	تعداد موارد مورد انتظار خودکشی
آبدانان	۶۲
ایلام	۲۶۰
ایوان	۶۲
دره شهر	۷۴
دهلران	۸۱
شیروان- چرداول	۹۶
ملکشاهی	۴۱
مهران	۳۴
جمع کل استان	۷۱۰

جدول ۳: برآورد خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام بر اساس مدل گاما-پوآسون (GP)

شهرستان	برآورد خطر نسبی خودکشی	انحراف معیار	فاصله اطمینان
آبدانان	۰/۶۹۰۹	۰/۱۰۳۹	۰/۵۰۴۲-۰/۹۱۰۷
ایلام	۱/۱۵۴	۰/۰۶۶۰	۱/۰۲۸-۱/۲۸۷
ایوان	۰/۸۴۱۲	۰/۱۱۳۷	۰/۶۳۷۲-۱/۰۷۴
دره شهر	۲/۲۴۳	۰/۱۷۲	۱/۹۲۲-۲/۵۹
دهلران	۱/۰۶۷	۰/۱۱۲۶	۰/۸۵۹-۱/۳۰۷
شیروان- چرداول	۰/۳۲۰۷	۰/۰۵۷۲	۰/۲۱۸۲-۰/۴۴۳۷
ملکشاهی	۰/۳۳۹	۰/۰۹۰۷	۰/۱۸۷۸-۰/۵۴۰۳
مهران	۰/۵۱۱۳	۰/۱۱۹۸	۰/۳۰۶۰-۰/۷۷۰۲

جدول ۴: برآورد خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام بر اساس مدل Lognormal (LN)

شهرستان	برآورد خطر نسبی خودکشی	انحراف معیار	فاصله اطمینان
آبدانان	۰/۶۷۹۵	۰/۱۰۳۳	۰/۴۹۳۸-۰/۹۰۰۰
ایلام	۱/۱۵۳	۰/۰۶۶۳۹	۱/۰۳۰۰-۱/۲۸۸۰
ایوان	۰/۸۳۳۵	۰/۱۱۵۷	۰/۲۶۱۰-۱/۰۸۲۰
دره شهر	۲/۲۷۵	۰/۱۷۳۰	۱/۵۷۰۰-۲/۶۲۳۰
دهلران	۱/۰۶۲	۰/۱۱۳۶	۰/۸۴۹۷-۱/۳۰۰۰
شیروان- چرداول	۰/۳۲۵۱	۰/۰۵۷۹۹	۰/۲۲۳۰-۰/۴۴۷۰
ملکشاهی	۰/۳۴۲۵	۰/۰۸۹۳	۰/۱۹۱۴-۰/۵۴۲۷
مهران	۰/۴۹۸۲	۰/۱۱۲۸	۰/۳۰۴۴-۰/۷۳۸۵

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]

www.mui.ac.ir

جدول ۵: برآورد خطر نسبی خودکشی در شهرستان‌های استان ایلام بر اساس مدل BYM

شهرستان	برآورد خطر نسبی خودکشی	انحراف معیار	فاصله اطمینان
آبدانان	۰/۶۹۰۴	۰/۱۰۵۳۰	۰/۴۹۹۲-۰/۹۱۰۷
ایلام	۱/۱۵۶۰	۰/۰۷۴۶۷	۱/۰۱۳۰-۱/۳۱
ایوان	۰/۸۲۸۷	۰/۱۱۵۵۰	۰/۶۱۸۵۰-۱/۰۷۴
دره شهر	۲/۲۷۹۰	۰/۱۹۲۲۰	۱/۹۲۶۰-۲/۶۷۵
دهلران	۱/۰۶۶۰	۰/۱۱۷۹۰	۰/۸۵۱۳-۱/۳۱۲
شیروان- چرداول	۰/۳۱۹۳	۰/۰۵۶۲۷	۰/۲۱۹۱-۰/۴۳۹۸
ملکشاهی	۰/۳۳۳۵	۰/۰۸۴۳۶	۰/۱۸۸۵-۰/۵۱۵۲
مهران	۰/۴۸۷۲	۰/۱۱۲۴۰	۰/۲۹۶۵-۰/۷۳۶۳

BYM: Besag, York and Mollie

جدول ۶: مقدار DIC برای مقایسه سه مدل

مدل	شاخص برازش مدل	شاخص پیچیدگی	DIC
گاما-پوآسون	۵۴/۵۷	۷/۷۵	۶۲/۱۲
Lognormal	۵۴/۴۳	۷/۷۰	۶۲/۱۳
BYM	۵۴/۷۸	۸/۱۵	۶۲/۹۳

DIC: Deviance information criterion; BYM: Besag, York and Mollie

بحث

سه مدل گاما-پوآسون، Lognormal و BYM برآوردهای تقریباً مشابهی را برای خطر نسبی خودکشی نتیجه دادند. این نتیجه با نتایج مطالعه Clayton و Kaldor در مقایسه مدل‌های بیزی مطابقت داشت. بر این اساس گرچه تفاوت‌هایی بین برآوردهای خطر نسبی در مدل‌های بیزی وجود داشت، اما رتبه کلی نواحی یکسان بود (۹). بر اساس برآوردهای به دست آمده از برازش این سه مدل، شهرستان‌های استان ایلام به ترتیب از بیشترین تا کمترین خطر نسبی خودکشی شامل دره‌شهر، ایلام، دهلران، ایوان، آبدانان، مهران، ملکشاهی و شیروان- چرداول بود.

فواصل اطمینان به دست آمده از برازش این سه مدل نیز تفاوت اندکی داشت. همچنین انحراف معیار این برآوردها نیز تقریباً مشابه بود. در هر سه مدل، بیشترین انحراف معیار مربوط به شهرستان دره شهر بود که بیشترین تعداد موارد خودکشی را داشت. کمترین انحراف معیار نیز مربوط به شهرستان شیروان- چرداول بود که کمترین تعداد موارد خودکشی را داشت.

References

1. Lawson AB, Browne WJ, Vidal Rodeiro CL. Disease Mapping with WinBUGS and MLwiN. New Jersey, NJ: John Wiley & Sons; 2003.
2. Lawson AB, Biggeri AB, Boehning D, Lesaffre E, Viel JF, Clark A, et al. Disease mapping models: an empirical evaluation. Disease Mapping Collaborative Group. Stat Med 2000; 19(17-18): 2217-41.
3. Snow J. On the Mode of Communication of Cholera. London, UK: John Churchill; 1855.
4. Pickle LW, Mungiole M, Jones GK, White AA. Exploring spatial patterns of mortality: the new atlas of United States mortality. Stat Med 1999; 18(23): 3211-20.
5. Carlin BP, Louis TA. Bayes and empirical Bayesian methods for data analysis. London, UK: Chapman & Hall; 1996.
6. Geordies L. Epidemiology. Trans. Sabbaghian H, Holakouei Naeeni K. Tehran, Iran: Gap Publication; 2005.
7. Manton KG, Woodbury MA, Stallard E. A variance components approach to categorical data models with heterogeneous cell populations: analysis of spatial gradients in lung cancer mortality rates in North Carolina counties. Biometrics 1981; 37(2): 259-69.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]

8. Tsutakawa RK. Mixed model for analyzing geographic variability in mortality rates. J Am Stat Assoc 1988; 83(401): 37-42.
9. Clayton D, Kaldor J. Empirical estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. Biometrics 1987; 43(3): 671-81.
10. Bernardo JM, Smith AF. Bayesian Theory. New Jersey, NY: Wiley; 1994.
11. Cressie N, Chan NH. Spatial Modeling of Regional Variables. Journal of the American Statistical Association 1989; 84(406): 393-401.
12. Marshall RJ. Mapping disease and mortality rates using empirical Bayesian estimators. J R Stat Soc Ser C Appl Stat 1991; 40(2): 283-94.
13. Tsutakawa RK, Shoop GL, Marienfeld CJ. Empirical Bayesian estimation of cancer mortality rates. Stat Med 1985; 4(2): 201-12.
14. Mollie A, Richardson S. Empirical Bayesian estimates of cancer mortality rates using spatial models. Stat Med 1991; 10(1): 95-112.
15. Schlattmann P, Boehning D, Clark A, Lawson A. Lung cancer mortality in women in Germany 1995: a case study in disease mapping. In: Lawson AB, Biggeri A, Böhning D, Lesaffre E, Viel JF, Bertollini R, Editors. Disease Mapping and Risk Assessment for Public Health. New Jersey, NJ: Wiley; 1999.
16. Lawson AB, Biggeri A, Böhning D, Lesaffre E, Viel JF, Bertollini R. Disease Mapping and Risk Assessment for Public Health. New Jersey, NJ: Wiley; 1999.
17. Lawson AB, Cressie NC. Spatial statistical methods in environmental epidemiology. In: Sen PK, Rao CR, Editors. Handbook of Statistics: Bioenvironmental and Public Health Statistics. Amsterdam, Netherlands: North-Holland; 2000. p. 357-96.
18. Andrivian V. Frequency of suicide attempts and its relation with main risk factors among schizophrenic patients in Golestan hospital. Proceedings of the 1st Adventure Seminar Abstracts book; 2000 Oct 18-19; Lorestan, Iran; 2000. p. 2.
19. Esfandiari Gh. The Risk Factors of Suicide: a review on previous studies. J Nurs Midwifery Shahid Beheshti Univ Med Sci 2001; 37: 24-9. [In Persian].
20. Krug EG, World Health Organization. World Report on Violence and Health. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2002.
21. Farhadi A. A sociological and psychological affecting variables on suicide in Lorestan, Proceedings of the 1st Adventure Seminar Abstracts book; 2000 Oct 18-19; Lorestan, Iran; 2000. p. 61. [In Persian].
22. Stanhope M, Lancaster J. Community & Public Health Nursing. Philadelphia, PA: Mosby; 2000.
23. Bertolote JM, Fleischmann A. Global perspective in the epidemiology of suicide. Suicidologi 2002; 7: 2.
24. Ahmadi AM, Haji ahmadi M. An epidemiological report on successful suicide in mazndaran province in 1990-91. J Mazandaran Univ Med Sci 2000; 10(28): 8-12.
25. Lee HC, Lin HC, Tsai SY, Li CY, Chen CC, Huang CC. Suicide rates and the association with climate: a population-based study. J Affect Disord.2006; 92(2-3): 221-6.
26. Morselli EA. Suicide: An Essay on Comparative Moral Statistics. London, UK: K. Paul, Trench, & Company; 1983.
27. Mann JJ, Waternaux C, Haas GL, Malone KM. Toward a clinical model of suicidal behavior in psychiatric patients. Am J Psychiatry 1999; 156(2): 181-9.
28. Flisher AJ, Parry CD, Bradshaw D, Juritz JM. Seasonal variation of suicide in South Africa. Psychiatry Res 1997; 66(1): 13-22.
29. Janghorbani M, Sharifirad Gh. Completed and attempted suicide in Ilam, Iran (1995-2002): incidence and associated factors. Arch Iranian Med 2005; 8(2): 119-26.
30. Simonoff JS. Smoothing Methods in Statistics. New York, NY: Springer; 1996.
31. Wolpert RL, Ickstadt K. Poisson/Gamma Random Field Models for Spatial Statistics. Biometrika 1998; 85(2): 251-67.
32. Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. Annals of the Institute of Statistical Mathematics 1991; 43(1): 1-20.
33. Bernardinelli L, Clayton D, Montomoli C. Bayesian estimates of disease maps: How important are priors? Statistics in MedicineStatistics in Medicine 1995; 14(21-22): 2411-31.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]

Applying Gamma-Poisson, Lognormal, and BYM Models in Comparing Relative Risk of Suicide among Provinces of Ilam, Iran

Behzad Mahaki[1], **Yadollah Mehrabi**[2], **Amir Kavousi**[3], **Youkhabeh Mohammadian**[4] **Soheila Khodakarim**[5]

Original Article

Abstract

Background: Disease mapping includes a set of statistical techniques that provide detailed maps of rates based on estimated incidence, prevalence, and mortality. Bayesian models are the most important models in this field. They consider prior information on changes in the disease rates in the overall map and spatial pattern of the disease. These include a broad range of models with their own formulation, characteristics, strengths, and weaknesses. In the present study we explain and compare three important and widely-used models (Gamma-Poisson and lognormal as empirical Bayesian models, and Besag, York and Mollie (BYM) as a full Bayesian model) with regard to the relative risk of suicide in the Ilam Province, Iran.

Methods: In this applied, ecological research, suicide information of the Ilam Province for 2007 and first half of 2008 was analyzed using Gamma-Poisson, lognormal, and BYM Bayesian models. Models were fitted to data using WinBUGS software.

Findings: Fitting the three models showed that Darrehshahr and Shirvan-Chrdavol had the highest and the lowest relative risk of suicide, respectively.

Conclusion: Despite some differences in estimates, the ranks of relative risks in all three models are similar for all provinces. This result was in accordance with the results of the study by Clayton and Kaldor. The provinces from the highest to lowest relative risk of suicide are: Darrehshahr, Ilam, Dehloran, Eyvan, Abdanan, Mehran, Malekshahi, and Shirvan-Chrdavol.

Key words: Disease Mapping, Suicide, Empirical Bayes Method, BYM, Relative Risk

Citation: Mahaki B, Mehrabi Y, Kavousi A, Mohammadian Y, Khodakarim S. **Applying Gamma-Poisson, Lognormal, and BYM Models in Comparing Relative Risk of Suicide among Provinces of Ilam, Iran.** J Health Syst Res 2013; 9(1): 86-95.

Received date: 29/05/2012 Accept date: 29/12/2012

1- Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: behzad.mahaki@gmail.com
2- Professor, Department of Epidemiology, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Sciences, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- PhD Candidate, Department of Clinical Psychology, Tehran Psychiatric Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5- Assistant Professor, Department of Epidemiology, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-01-31]