



# مدل سازی بیزی حوادث ناشی از کار ایران در سال ۱۳۸۸

مسعود صالحی<sup>۱</sup> / مهدی ایمانی<sup>۲</sup> / فرید زایری<sup>۳</sup> / نسیم وهابی<sup>۴</sup> / حسن پیرحسینی<sup>۵</sup> / مصطفی ارجی<sup>۶</sup>

## چکیده

**مقدمه:** در هر جامعه‌ای بررسی الگوی جغرافیایی یک بیماری جهت تعیین نواحی با خطر بالا یا پایین، از اهمیت خاصی برخوردار است. نقشه‌بندی بیماری‌ها، مجموعه‌ای از روش‌های آماری را شامل می‌شوند که نقشه‌هایی دقیق جهت بررسی توزیع جغرافیایی بیماری مورد نظر به دست می‌دهند. در این پژوهش از روش‌های بیزی برای برآورد خطر نسبی وقوع حوادث ناشی از کار استفاده شده است.

**روش کار:** در این پژوهش، داده‌های حوادث ناشی از کار ایران در سال ۱۳۸۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای برآورد پارامترهای نقشه حوادث ناشی از کار و همچنین پیامدهای آن از روش بیز تجربی (مدل پواسون-گاما) و نرم افزار Winbugs 1.4 استفاده شد. همچنین برای تنظیم نقشه مربوط به خطر نسبی رخداد حادثه ناشی از کار و مرگ و میر ناشی از آن از نرم افزار Arc GIS 9.3 استفاده شد.

**یافته‌ها:** با توجه به برآوردهای مدل پواسون-گاما، بیشترین و کمترین برآورد خطر نسبی رخداد حادثه ناشی از کار در سال ۱۳۸۸ برای مردان به ترتیب در استان‌های مرکزی (۲.۱۹۹) و خراسان رضوی (۰.۴۵۷) و برای زنان نیز به ترتیب در استان‌های سمنان (۳.۸۴۸) و هرمزگان (۰.۲۳۴) به دست آمده است.

**نتیجه‌گیری:** به طور کلی رخداد حوادث ناشی از کار در استان‌های مختلف کشور از پراکندگی یکسانی پیروی نمی‌کند و در اکثر استان‌های کشور این الگو برای زنان و مردان متفاوت است. کلاً در استان‌های همجوار استان تهران شیوع این حوادث بیشتر از سایر نقاط کشور است.

**کلیدواژه‌ها:** حوادث ناشی از کار، خطر نسبی، بیز تجربی، مدل پواسون-گاما

• وصول مقاله: ۹۱/۶/۲۸ • اصلاح نهایی: ۹۱/۹/۱۳ • پذیرش نهایی: ۹۱/۹/۲۰

۱. استادیار گروه آمار و ریاضی، مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران؛ نویسنده مسئول ([Salehi74@yahoo.com](mailto:Salehi74@yahoo.com))

۲. کارشناس ارشد آمار زیستی، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳. دانشیار گروه آمار زیستی، دانشکده پیراپزشکی، مرکز تحقیقات پروتئومیکس، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۴. کارشناس ارشد آمار زیستی، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۵. کارشناس ارشد گروه شبکه و خدمات کامپیوتری، مرکز آمار ایران، تهران، ایران

۶. کارشناس ارشد اقتصاد، دفتر آمار و محاسبات اقتصادی-اجتماعی، سازمان تامین اجتماعی، تهران، ایران

## مقدمه

مرگ و میر استاندارد شده، رتبه بندی شده و رنگ بندی می‌شوند. گرچه بیشتر مناطق پر خطر مورد توجه قرار می‌گیرند ولی مانعی در بررسی کلیه نقاط با خطر بالا و پایین وجود ندارد. از آن جا که ناهمگنی بالای جمعیت‌ها در مناطق کوچک ممکن است منجر به برآوردهای متفاوت از خطر نسبی شود، بنابراین چنین عدم ثباتی باعث توسعه برآوردهای پایا شده است. [۱۶، ۱۷]

به طور معمول، برای تولید برآوردهای استوار در مناطق مختلف جغرافیایی از روش‌های هموار سازی یا مدل‌سازی استفاده می‌شود. با توجه به وجود همبستگی مکانی در توزیع جغرافیایی حوادث ناشی از کار، برای دستیابی به برآوردهایی قابل اعتماد باید از مدل‌هایی استفاده شود که ساختار سلسله مراتبی داده‌ها را در نظر بگیرند. مدل‌های مرسوم رگرسیونی (مانند رگرسیون خطی چند گانه و ...) قادر به در نظر گرفتن این همبستگی مکانی نیستند و برآوردهای حاصل از این مدل‌ها از دقت بالایی برخوردار نیستند. بنابراین در این گونه مطالعات برای دست یابی به کارایی بالاتر از خانواده مدل‌های تعمیم یافته و یا مدل‌های بیزین که همبستگی بین داده‌ها را در نظر می‌گیرند (مانند مدل‌های خطی تعمیم یافته آمیخته، مدل‌های چند سطحی و ...) استفاده می‌شود.

علاوه بر مدل‌بندی مشاهدات و استفاده از مدل‌های آمار پارامتری می‌توان از روش‌های هموار سازی ناپارامتری نیز استفاده کرد. در روش‌های هموار سازی ناپارامتری از قبیل هموار سازی هسته و کریگینگ نیز همانند مدل‌های بیزین نیازی به در نظر گرفتن پیش فرض بر روی توزیع مشاهدات (مانند آن چه که در مدل‌های اثرات تصادفی گاوسی فرض می‌شود) وجود ندارد. [۱۸] بنابراین در روش‌های هموار سازی ناپارامتری، به طور معمول رویکردهای درونیایی به کار گرفته می‌شوند. [۱۹، ۲۰] در مطالعات مختلف انجام شده برای مقایسه مدل سازی بیزی

حوادث ناشی از کار یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشتی قابل پیش‌گیری در سراسر جهان است. حوادث ناشی از کار علاوه بر این که در کشورهای در حال توسعه موجب بروز زیان‌های جانی و مالی قابل توجهی می‌شوند، در کشورهای صنعتی نیز خسارات فراوانی از این حوادث گزارش می‌شود. این حوادث بالقوه کشنده و یا ناتوان کننده است و بر روی زندگی افراد اثرات اقتصادی و اجتماعی می‌گذارند و از سال‌های فعال زندگی افراد می‌کاهند. [۱، ۲] از این رو نیاز به انجام تحقیقات مختلف بر روی الگوها و دلایل رخداد حوادث ناشی از کار به خوبی احساس می‌شود تا فعالیت‌های پیش‌گیرانه از این حوادث بر اساس مدارک علمی بهبود و ارتقا یابند. [۳-۵] بسیاری از تحقیقات انجام شده بر روی الگوی حوادث ناشی از کار مرگبار متمرکز شده‌اند و به بررسی توزیع جغرافیایی و اپیدمیولوژیک تمامی حوادث ناشی از کار پرداخته‌اند. [۶-۱۳]

مطالعات اپیدمیولوژی بر روی حوادث ناشی از کار مرگبار بر انواع دیگر پژوهش‌ها برتری دارند چرا که این مطالعات می‌توانند دانش مربوط به عواملی که احتمال رخداد این گونه از حوادث را افزایش و ارتقاء دهند و اثربخشی برنامه و مداخلات پیش‌گیرانه را تعیین نمایند. به علاوه، این مطالعات باعث افزایش آگاهی جامعه و سیاست‌گذاران در خصوص وسعت و اهمیت حوادث ناشی از کار می‌شود. [۱۴-۱۲]

در اپیدمیولوژی، مطالعه نقشه‌ی میزان‌های بروز یا میزان‌های مرگ و میر برای یافتن نشانه‌های سبب‌شناسی بیماری بسیار مهم است. مناطق با میزان‌های بالا و یا پایین در این نقشه‌ها، به دلیل این که می‌توانند مورد بررسی‌های اپیدمیولوژی تحلیلی قرار گیرند، حائز اهمیت هستند. [۱۵] در نقشه بندی بیماری‌ها، میزان‌های بروز و یا میزان‌های

و روش‌های هموارسازی ناپارامتری نشان داده شده است که روش‌های هموارسازی نسبت به مدل سازی سهولت و سرعت بیشتری در محاسبات دارند ولی مدل‌های بیزین در برآورد پارامترها از دقت بالاتری برخوردارند. [۲۱]

خانواده مدل‌های بیزین شامل مدل‌های بیز تجربی و بیز کامل است که در این خانواده توزیع‌های احتمالی (توزیع پیشین و پسین) برای پارامترها بر اساس مقادیر مورد انتظار و یا مقادیر محتمل توزیع‌های احتمالی در نظر گرفته می‌شوند. در مدل بیز تجربی، پارامترهای توزیع پیشین (میانگین و واریانس) توسط داده‌های مشاهده شده، برآورد می‌شوند در حالی که در مدل بیز کامل برای پارامترهای توزیع پیشین، یک توزیع در نظر گرفته می‌شود که باید این توزیع از روی داده‌های مشاهده شده به دست آید و سپس به برآورد پارامترهای توزیع پیشین اولیه پرداخته شود. [۲۲] گرچه برآوردهای حاصل از بیز کامل از دقت بالاتری برخوردار هستند، ولی روش بیز تجربی از پیچیدگی بسیار کمتری برخوردار است و برآوردهای معتبری نیز به دست می‌دهد. [۲۳] دستیابی به برآوردهای قوی و مستقیم از مناطق همسایه به دلیل برآوردگرهای استوار و پایا و همچنین کمی سازی بهتر واریانس برآوردگرها از برجسته‌ترین مزایای مدل‌های بیزین نسبت به سایر روش‌ها و مدل‌ها است. [۲۶-۲۲، ۱۹]

در ایران تا کنون نقشه بندی جغرافیایی و اپیدمیولوژیک میزان حوادث ناشی از کار و به طبع آن، به طور پیشرفته‌تر مدل سازی بیزین آن انجام نشده است. در این مطالعه برای اولین بار به مدل سازی پواسون - گامای این حوادث و تهیه نقشه آن برای داده‌های سال ۱۳۸۸ پرداخته شده است.

## روش کار

این پژوهش از نوع مطالعات کاربردی یا اکولوژیک است. در این نوع از مطالعه به جای این که بررسی بر

روی افراد صورت بگیرد، به علت فقدان اطلاعات در سطح تک تک افراد، مطالعه بر روی گروه‌ها صورت می‌گیرد و امکان مقایسه گروه‌ها از قبیل استان‌ها، مناطق و... وجود دارد.

جامعه آماری این پژوهش را تمامی افراد بیمه شده تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی در سال ۱۳۸۸ تشکیل می‌دهند. با توجه به این که در مطالعات مربوط به نقشه‌بندی بیماری‌ها، معمولاً داده‌های ثبتی، تعداد رویدادها و متغیرهای کمکی مرتبط با آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا نیازی به استفاده از روش‌های نمونه‌گیری و تعیین حجم نمونه نیست از این رو در این مطالعه نیز نمونه‌گیری خاصی انجام نشده و تمامی افرادی که در سال ۱۳۸۸ برای آن‌ها حادثه ناشی از کار اتفاق افتاده است به عنوان صورت کسر و تمامی افراد بیمه شده تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی ایران در سال ۱۳۸۸ به عنوان جمعیت در معرض خطر در مخرج کسر (به تفکیک در استان‌های مختلف کشور) مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

داده‌های این پژوهش نیز به صورت گزارش حوادث ناشی از کار سال ۱۳۸۸ به تفکیک استان‌های مختلف کشور در سازمان تأمین اجتماعی منتشر شده است. به عبارت دیگر در این جا از داده‌های ثبت شده در خصوص حوادث ناشی از کار سال ۱۳۸۸ استفاده شده است. این داده‌ها توسط دفتر آمار و محاسبات اقتصادی - اجتماعی معاونت امور اقتصادی سازمان تأمین اجتماعی گردآوری و ثبت شده است. در بانک اطلاعاتی موجود در این دفتر نتیجه هر حادثه ناشی از کار به صورت بهبودی، از کارافتادگی جزئی (کمتر از ۳۳ درصد)، از کار افتادگی کلی (بین ۳۳ درصد تا ۶۶ درصد)، از کار افتادگی دائم (بیش از ۶۶ درصد) و مرگ، ثبت و نگهداری شده است که در این

در مرحله اول، میانگین و واریانس توزیع گاما برآورد شده و در مرحله دوم بروز استاندارد شده حوادث ناشی از کار  $r_i$  به صورت زیر برآورد شد.

$$\hat{r}_i = \frac{y_i + \hat{\nu}}{e_i + \hat{\alpha}}$$

احتمال حاشیه‌ای  $y_i$  به شرط  $\alpha$  و  $\nu$  برای یک ناحیه جغرافیایی با مقادیر مورد انتظار  $e_i r_i$ ، که در آن از یک توزیع گاما انتخاب شده است منجر به توزیع دوجمله‌ای منفی می‌گردد. با توجه به این ویژگی، برای برآورد پارامترهای میانگین  $\mu$  و واریانس  $\tau^2$  توزیع گاما در یک تابع لگاریتم درستنمایی به صورت زیر استفاده شد:

$$L(\mu, \tau^2) = \sum_i \left[ \ln \left\{ \frac{\Gamma\left(y_i + \frac{\mu^2}{\tau^2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\mu^2}{\tau^2}\right)} \right\} + \frac{\mu^2}{\tau^2} \ln\left(\frac{\mu}{\tau^2}\right) - \left(y_i + \frac{\mu^2}{\tau^2}\right) \ln\left(e_i + \frac{\mu}{\tau^2}\right) \right]$$

با به دست آوردن برآورد پارامترهای توزیع گاما به کمک رابطه فوق، به برآورد بروز استاندارد شده حوادث ناشی از کار که به صورت خطر نسبی تعریف می‌گردند، پرداخته می‌شود و با استفاده از این مقادیر برآوردی به صورت بازگشتی پارامترهای توزیع برآورد می‌گردند تا برآوردهای پایایی از خطرات نسبی به دست آیند.

برای توصیف داده‌ی حوادث ناشی از کار مورد مطالعه در این پژوهش از روش‌های آمار توصیفی به کمک نرم افزار آماری SAS 9.1 بهره گرفته شد. برای به کارگیری روش بیز تجربی و تهیه نقشه خطر نسبی رخداد حادثه ناشی از کار در ایران، مدل پواسون-گامای معرفی شده در فوق را به کمک نرم افزار Winbugs 1.4 به داده‌های مورد نظر برازش داده شده و از خطر نسبی رخداد حادثه به همراه انحراف معیار و فاصله اطمینان مربوطه برآوردی به دست آمد. مدل پواسون-گاما با استفاده از دو زنجیر مارکوف و

مطالعه پیامد هر حادثه ناشی از کار در سه سطح بهبودی، معلولیت و مرگ در نظر گرفته شده است.

در این روش، توزیع متغیر تصادفی تعداد حوادث ناشی از کار در یک منطقه  $y_i$  (وقایع نادر و جمعیت بسیار زیاد) یک توزیع پواسون در نظر گرفته می‌شود. از این رو احتمال مشاهده  $y_i$  به صورت زیر است.

$$f(y_i) = e^{-e_i r_i} \cdot \frac{(e_i r_i)^{y_i}}{y_i!}$$

در اینجا روش‌های مدل سازی کلاسیک دارای دو محدودیت اساسی هستند. اول این که در واحدهای جغرافیایی مختلف (که در این مطالعه استان‌ها در نظر گرفته شده‌اند) ناهمگنی بالایی در جمعیت در معرض خطر وجود دارد که باعث کاهش دقت برآوردهای خطر نسبی حوادث ناشی از کار می‌شوند. با توجه به نادر بودن این گونه حوادث در واحدهای جغرافیایی مختلف، موارد مشاهده شده در این استان‌ها به طور معمول بسیار بیشتر از موارد مورد انتظار خواهند شد که خود باعث کاهش دقت برآوردها می‌گردد. از سوی دیگر در مدل‌های پواسونی مرسوم هیچ‌گونه ساختار فضایی (مکانی) در نظر گرفته نمی‌شود.

برای رفع محدودیت‌های فوق از روش آماری بیز تجربی (مدل پواسون-گاما) استفاده شد. برای این منظور یک اطلاع پیشین برای تغییر پذیری نرخ حوادث در نظر گرفته شد. برای این اطلاع پیشین فرض کردیم که تمامی مقادیر واقعی بروزهای استاندارد شده حوادث ناشی از کار  $r_i$  به صورت یک توزیع گاما با میانگین  $\mu = \frac{\nu}{\alpha}$  و واریانس  $\tau^2 = \frac{\nu}{\alpha^2}$  توزیع شده اند که در آن  $\alpha$ ، پارامتر مقیاس و  $\nu$  نیز پارامتر شکل است. تابع چگالی احتمال  $r_i$  به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

$$g(r_i | \alpha, \nu) = \frac{\alpha^\nu r_i^{\nu-1} e^{-\alpha r_i}}{\Gamma(\nu)}$$

جدول ۲: توزیع نوع فعالیت حادثه دیدگان حوادث ناشی از کار ایران در سال ۱۳۸۸

نوع فعالیت	تعداد	درصد
کشاورزی، جنگلبانی، شکار، صید ماهی	۵۹۶	۲.۸
استخراج معادن	۸۳۵	۳.۹
صنایع مواد غذایی، دخانیات	۹۹۲	۴.۶
صنایع نساجی، ساختن البسه، کفش	۶۸۵	۳.۲
چوب، مبل، کاغذ، چاپ، چوب‌پنبه، چرم	۸۳۲	۳.۹
صنایع محصولات شیمیایی، کائوچویی	۲۱۶۰	۱۰.۱
فلزات اساسی، ماشین‌های الکتریکی و غیر الکتریکی	۵۲۵۳	۲۴.۵
متفرقه در صنایع	۷۱	۰.۳
ساختمان	۴۰۵۲	۱۸.۸
برق، آب، گاز، بخار، خدمات بهداشتی	۲۳۶	۱.۱
تجارت، بانک، بیمه، مستغلات و امور مربوطه	۳۷۱	۱.۷
حمل و نقل، انبارداری، ارتباطات	۵۴۹	۲.۶
خدمات	۱۰۳۹	۴.۸
فعالیت‌های متفرقه	۳۶۷	۱.۷
فعالیت‌های ثبت نشده	۳۴۴۶	۱۶.۰
کل	۲۱۴۸۴	۱۰۰.۰

با توجه به جدول دو، بیشترین حوادث در گروه شغلی فلزات اساسی و ماشین‌های الکتریکی و غیر الکتریکی رخ داده است. پیامد حوادث ناشی از کار رخ داده در سال ۱۳۸۸ در جدول شماره سه ارائه شده است. نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این است که پیامد مرگ برای هیچ کدام از زنان حادثه دیده رخ نداده است.

جدول ۳: توزیع پیامد حوادث ناشی از کار ایران در سال ۱۳۸۸

پیامد	تعداد	درصد
مرگ	۹۶	۰.۴
معلولیت بالای ۶۶٪	۱۸۳	۰.۹
معلولیت بین ۳۳٪ تا ۶۶٪	۲۷۴	۱.۳
معلولیت کمتر از ۳۳٪	۹۸۰	۴.۶
بهبودی کامل	۱۹۹۵۱	۹۲.۸
کل	۲۱۴۸۴	۱۰۰.۰

با ۳۰۰۰۰ تکرار پس از سوزاندن ۱۰۰۰۰ برآورد به داده‌ها برآش داده شده و برآوردهای حاصل در جداول و نقشه‌های بخش یافته‌ها ارائه شده‌اند. برای تهیه نقشه‌ها نیز از نرم افزار Arc GIS 9.3 استفاده شده است.

### یافته‌ها

در سال ۱۳۸۸ تعداد ۲۱۴۸۴ مورد حادثه ناشی از کار در سازمان تأمین اجتماعی به ثبت رسیده بود که از این تعداد، ۲۱۱۱۳ (۹۸.۳ درصد) نفر را مردان و تعداد ۳۷۱ (۱.۷ درصد) نفر را زنان تشکیل می‌دادند. هم‌چنین از این تعداد حادثه دیده ناشی از کار، تعداد ۱۶۴۴۳ (۵.۷۶ درصد) متأهل و تعداد ۵۰۴۱ (۰.۲۳ درصد) مجرد بوده‌اند. توزیع سنی حادثه دیدگان حوادث ناشی از کار ایران در سال ۱۳۸۸ در جدول شماره یک ارائه شده است.

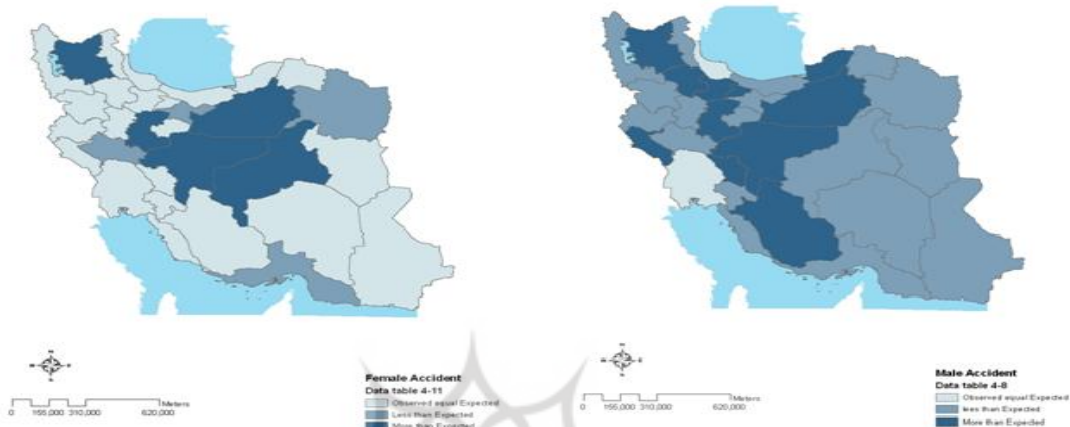
جدول ۱: توزیع سنی حادثه دیدگان حوادث ناشی از کار ایران در سال ۱۳۸۸

گروه سنی (سال)	تعداد	درصد
۱۰-۱۹	۵۴۲	۲.۵
۲۰-۲۹	۹۳۳۶	۴۳.۵
۳۰-۳۹	۷۳۳۱	۳۴.۲
۴۰-۴۹	۳۰۸۸	۱۴.۴
۵۰-۵۹	۹۹۱	۴.۵
۶۰-۶۹	۱۵۷	۰.۷
بیش از ۶۹	۳۹	۰.۲
کل	۲۱۴۸۴	۱۰۰.۰

همان گونه که از جدول فوق می‌توان دریافت، بیشترین حوادث ناشی از کار در افراد گروه سنی ۲۰ تا ۲۹ سال رخ داده است. نوع فعالیت افراد حادثه دیده مورد بررسی نیز در جدول شماره دو ارائه شده است.

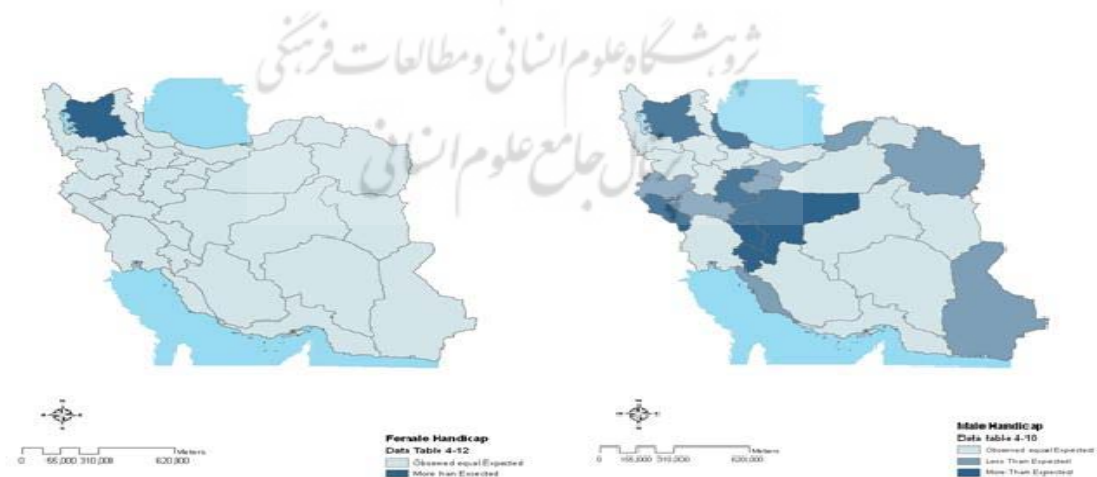
شکل شماره یک نشان دهنده توزیع برآورد خطر نسبی رخداد حوادث ناشی از کار در استان‌های مختلف کشور برای زنان و مردان است.

با استفاده از روش بیز تجربی و به کارگیری مدل پواسون - گاما برآورد خطر نسبی رخداد این حوادث و پیامد مرگ و معلولیت در استان‌های مختلف به تفکیک برای زنان و مردان در نقشه‌هایی ارائه شده اند.



شکل ۱: نقشه برآورد خطر نسبی رخداد حادثه ناشی از کار با استفاده از مدل پواسون-گاما در سال ۱۳۸۸ برای مردان و زنان

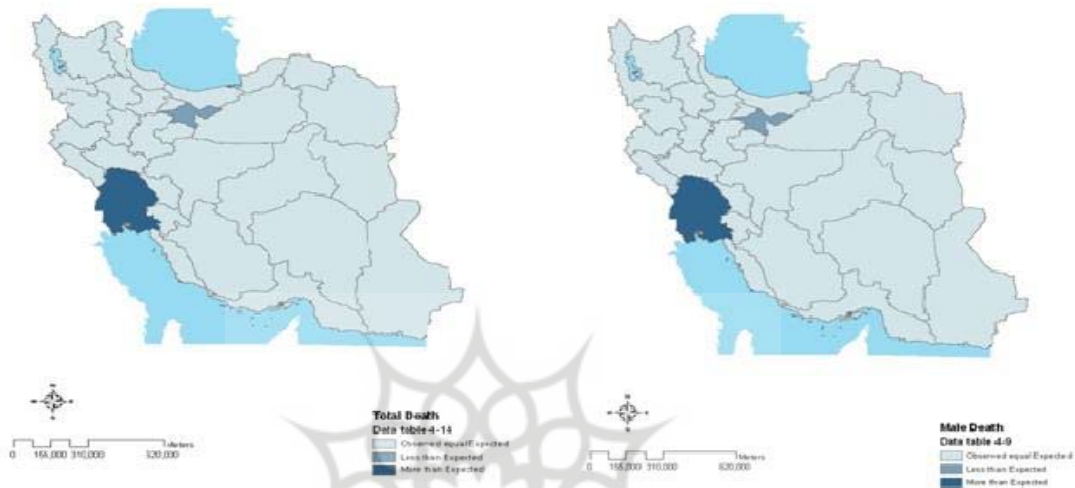
شکل شماره دو توزیع برآورد خطر نسبی معلولیت‌های حاصل از حوادث ناشی از کار در استان‌های مختلف کشور برای زنان و مردان را نشان می دهد.



شکل ۲: نقشه برآورد خطر نسبی معلولیت‌های حاصل از حادثه ناشی از کار با استفاده از مدل پواسون-گاما در سال ۱۳۸۸ برای مردان و زنان

زنان تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی به وقوع نپیوسته است، از این رو نقشه برآورد خطر نسبی مرگ برای زنان تهیه نشد.

شکل شماره سه توزیع برآورد خطر نسبی مرگ و میر حاصل از حوادث ناشی از کار در استان‌های مختلف کشور برای مردان و در کل نشان می‌دهد. با توجه به این که در سال مورد بررسی حادثه شغلی منجر به فوتی برای



شکل ۳: نقشه برآورد خطر نسبی مرگ و میر حادثه ناشی از کار با استفاده از مدل پواسون-گاما در سال ۱۳۸۸، برای مردان و در کل

گزارش نشده‌اند و از این رو کم شماری در ثبت و نگهداری این داده‌ها وجود دارد. البته ناگفته نماند که این مشکل تنها به ایران محدود نمی‌شود و در سایر نقاط دنیا نیز به آن اشاره شده است. [۳۲]

از تعداد ۲۱۴۸۴ حادثه ناشی از کار ثبت شده در سال ۱۳۸۸، ۲۱۱۱۳ (۳۰۹۸ درصد) نفر را مردان و تعداد ۳۷۱ (۷۰۱ درصد) نفر را زنان تشکیل داده بودند. توزیع جنسیتی رخداد این حوادث نشان دهنده این است که بیشتر این حوادث در مردان رخ داده است. شاید بتوان گفت که به علت تعداد بیشتر کارگران مرد نسبت به زن و هم‌چنین توجه و احتیاط بیشتر زنان در هنگام کار، شاهد کاهش چشم‌گیر این حوادث در زنان بوده‌ایم. البته، حضور مردان در غالب کارهای سخت و خطر آفرین را نباید

### بحث

در سال ۱۳۸۸ تعداد ۲۱۴۸۴ مورد حادثه ناشی از کار در سازمان تأمین اجتماعی به ثبت رسیده بود که با توجه به تعداد ۹۹۱۷۵۴۲ نفر بیمه شده میزان بروز حادثه ناشی از کار در کل کشور در این سال برابر با ۲۱۰ درصد به دست آمد. این مقدار مشابه با سایر مقادیر گزارش شده در مطالعات دیگر است. [۲۷، ۲۸] میزان بروز این حوادث برای خاورمیانه در سال ۲۰۰۶ برابر با ۹۰ درصد گزارش شده است. [۲۹] در مقایسه مقدار بروز به دست آمده با مقدار گزارش شده در خاورمیانه می‌توان بیان نمود که با توجه به دلایل مختلفی هم‌چون عدم امنیت شغلی، دلایل قانونی، ناآگاهی در خصوص سیستم پرداخت خسارت، رد ادعای کارگر و غیره [۳۰، ۳۱] برخی از حوادث شغلی

دلیل طبقه بندی غلط یا عدم ثبت از دست رفته است. بیشترین حوادث شغلی گزارش شده در کشور آمریکا در گروه‌های شغلی کشاورزی، ماهیگیری، کارگران معدن و کارگران خدماتی در بخش ساختمان سازی ثبت شده‌اند. [۳۹] در مطالعات مختلف دیگر، گروه‌های شغلی کارگران ساختمانی، کشاورزی و ماهیگیری بیشترین موارد آسیب را به خود اختصاص داده‌اند. [۴۰، ۴۱]

به کمک روش پواسون- گامای به کار گرفته شده، برآورد خطر نسبی رخداد حادثه ناشی از کار در مردان (شکل یک) به ترتیب در استان‌های مرکزی، قزوین، زنجان، سمنان، ایلام، چهارمحال و بختیاری، گلستان، فارس، اصفهان، البرز و آذربایجان شرقی بزرگتر از یک محاسبه شده است. به عبارت دیگر، در این استان‌ها خطر نسبی رخداد حوادث ناشی از کار در مردان بیش از مقدار مورد انتظار است. همچنین استان‌های یزد، گیلان و خوزستان برآورد خطر نسبی معادل یک داشته‌اند (مقادیر مورد انتظار با مقادیر مشاهده شده برابرند). برآورد این خطر نسبی برای سایر استان‌ها نیز کمتر از یک محاسبه شده است (به این معنا که مقادیر مورد انتظار بسیار کمتر از مقادیر مشاهده شده‌اند) و در این بین، استان‌های خراسان رضوی و قم کمترین مقدار برآورد را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین برآورد خطر نسبی رخداد حادثه ناشی از کار در زنان به ترتیب در استان‌های سمنان، مرکزی، یزد، آذربایجان شرقی و اصفهان بزرگتر از یک محاسبه شده است. برآورد این خطر نسبی برای استان‌های هرمزگان، لرستان، خراسان رضوی و تهران کمتر از یک محاسبه شده است. همچنین سایر استان‌ها نیز برآورد خطر نسبی معادل یک داشته‌اند. نکته حائز اهمیت این است که با توجه به تعداد بالای حادثه ناشی از کار مشاهده شده در استان تهران، شیوع استاندارد شده حوادث ناشی از کار

نادیده گرفت. سایر مطالعات انجام شده، نیز میزان بروز حوادث را در مردان بیشتر از زنان گزارش کرده‌اند. [۲۷، ۲۸، ۳۲-۳۵]

همچنین از این تعداد حادثه دیده ناشی از کار، تعداد ۱۶۴۴۳ (۵.۷۶ درصد) متأهل و تعداد ۵۰۴۱ (۵.۲۳ درصد) مجرد بوده‌اند. این یافته مشابه با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین به دست آمده است. [۲۷، ۲۸، ۳۶] توزیع سنی حادثه دیدگان حوادث ناشی از کار ارائه شده در جدول یک، نشان دهنده این است که بیشتر حادثه دیدگان در گروه سنی ۲۰-۲۹ سال قرار گرفته‌اند. در مطالعه انجام شده در کشور آمریکا نشان داده شده است که بیشترین حادثه شغلی در کارگرانی که سنی کمتر از ۲۵ سال داشته‌اند به وقوع پیوسته است. [۳۷] البته این مطلب در سایر مطالعات منتشر شده نیز گزارش شده است. [۳۴، ۳۸] شاید بتوان برخی از ویژگی‌های دوره جوانی مانند بی‌تجربگی، غرور و کم‌آگاهی و ... را از یک سو و از سوی دیگر جذب و استخدام افراد جوان در مشاغل پر خطر و سخت، از مهم‌ترین دلایل رخداد حوادث ناشی از کار در این گروه سنی دانست.

همان‌گونه که در جدول دو می‌توان مشاهده کرد، بیشترین گروه‌های شغلی در معرض خطر حوادث ناشی از کار به ترتیب گروه شغلی فلزات اساسی، ماشین‌های الکتریکی و غیر الکتریکی و گروه شغلی ساختمانی بوده‌اند. باید اذعان داشت که طبقه بندی انجام شده توسط سازمان تأمین اجتماعی، یک طبقه بندی قراردادی بوده و بر اساس استانداردهای جهانی نیست، بنابراین می‌توان ادعا کرد که برخی گروه‌های شغلی از دست داده می‌شوند و یا اطلاعات آن‌ها به درستی ثبت نمی‌شود. می‌توان در این جدول مشاهده نمود که در حدود ۱۶ درصد از حوادث در گروه شغلی نامشخص طبقه بندی شده‌اند که عملاً اطلاعات با ارزش زیادی به



۱۳۸۸ هیچ حادثه ناشی از کار مرگباری را تجربه نکرده‌اند.

به طور کلی می‌توان بیان کرد که رخداد حوادث ناشی از کار در کشور از پراکندگی یکسانی پیروی نمی‌کند، به طوری که در برخی از استان‌ها خطر نسبی بیشتر از یک و در برخی دیگر از استان‌ها خطر نسبی کمتر از یک است. همچنین این الگو برای زنان و مردان متفاوت است. برخلاف استنباطی که از داده‌های خام حوادث ناشی از کار می‌شود استان تهران نه تنها موارد زیادی از این حوادث را شامل نمی‌شود بلکه مقادیر ثبت شده این حوادث بسیار کمتر از حد انتظار بوده است. در استان‌های همجوار استان تهران، همچون سمنان، البرز، مرکزی، زنجان و استان‌هایی همچون اصفهان و آذربایجان شرقی شیوع حوادث ناشی از کار بالا است. نکته مهم این که در استان‌هایی همچون ایلام و چهارمحال بختیاری نیز شیوع این حوادث به طور قابل توجهی بالا است. بالا بودن شیوع حوادث ناشی از کار در استان‌های فوق لزوم توجه ویژه بازرسان کار و ایمنی وزارت کار را می‌طلبد. همچنین برنامه ریزان استانی و مسئولان سازمان تأمین اجتماعی و وزارت کار این استان‌ها نیز باید با برنامه‌ریزی‌های دقیق و کارا در راستای کاهش شیوع این حوادث گام بردارند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران با کد ۱۲۹۵۴-۱۳۶ در سال ۱۳۹۰ می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا شده است. از کارشناسان محترم دفتر آمار و محاسبات اقتصادی اجتماعی سازمان تأمین اجتماعی به خاطر همکاری صمیمانه در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

در این استان کمتر از مقدار مورد انتظار است. اما استان‌های همجوار آن مانند استان‌های مرکزی، قزوین، زنجان، سمنان و البرز که البته صنعت در آنها توسعه خوبی یافته است از شیوع حادثه ناشی از کار بالایی برخوردارند.

برآورد خطر نسبی یا همان شیوع استاندارد شده از کار افتادگی‌های حاصل از حوادث ناشی از کار در مردان (شکل دو) به ترتیب در استان‌های ایلام، چهارمحال و بختیاری، گیلان، مرکزی، اصفهان، کهگیلویه و بویر احمد و آذربایجان شرقی بزرگتر از یک محاسبه شده است. با توجه به رخداد ۹۸ درصدی حادثه ناشی از کار برای مردان، الگوی از کار افتادگی در کل نیز مشابه از کار افتادگی مردان است. در حالی که شیوع از کار افتادگی زنان به ترتیب در استان‌های آذربایجان شرقی، اصفهان، مرکزی، البرز، سمنان، یزد، آذربایجان غربی و کهگیلویه و بویر احمد بزرگتر از یک محاسبه شده است ولی تنها در استان آذربایجان شرقی این مقدار به طور معناداری بیش از یک بوده است (شکل دو). نکته قابل توجه این که خطر نسبی از کار افتادگی ناشی از حوادث کاری تنها در استان آذربایجان شرقی هم برای زنان و هم برای مردان به طور معناداری بیش از مقدار مورد انتظار بوده است.

برآورد شیوع از کار افتادگی برای مردان و در کل نیز برای استان‌های قم، گلستان، سیستان و بلوچستان، خراسان رضوی، کرمانشاه، تهران، بوشهر و لرستان به ترتیب کمترین مقدار برآوردها را به خود اختصاص داده‌اند.

برآورد خطر نسبی مرگ و میر حوادث ناشی از کار در مردان و در کل (شکل سه) در استان خوزستان به طور معناداری بزرگتر از یک و در استان تهران به طور معناداری کمتر از یک برآورد شده است. زنان در سال

## References

1. Santana VS, Loomis D. Informal Jobs and Non-fatal Occupational Injuries. *Annals of Occupational Hygiene*. 2004; 48(2):147-57.
2. Li CY, Du CL, Chen CJ, Sung FC. A registry-based case-control study of risk factors for the development of multiple non-fatal injuries on the job. *Occupational Medicine*. 1999; 49(5):331-4.
3. Courtney TK, Burdorf A, Sorock GS, Herrick RF. Methodological challenges to the study of occupational injury - an international epidemiology workshop. *American Journal of Industrial Medicine*. 1997; 32(2): 103-5.
4. Hagberg M, Christiani D, Courtney TK, Halperin W, Leamon TB, Smith TJ. Conceptual and definitional issues in occupational injury epidemiology. *American Journal of Industrial Medicine*. 2004; 32(2): 106-15.
5. Rivara FP. The scientific basis for injury control. *Epidemiology*. 2003; 25(1), 20-23.
6. Rossignol M, Pineauk M. Fatal occupational injury rates: Quebec, 1981 through 1988. *American Journal of Public Health*. 1993; 83(11): 1563-6.
7. Jenkins EL. Occupational injury deaths among females. The US experience for the decade 1980 to 1989. *Annals of Epidemiology*. 1994; 4(2): 146-51.
8. Toscano G, Jack T. Occupational injury fatalities — 1994. *Statistical Bulletin Metropolitan Life Insurance Company*. 1994; 77(2): 12-22.
9. Fullerton L, Olson L, Crandall C, Sklar D, Zumwalt R. Occupational injury mortality in Mexico. *Annals of Emergency Medicine*. 1995; 26(4): 447-54.
10. Stout NA, Jenkins EL, Pizatella TJ. Occupational injury mortality rates in the United States: changes from 1980 to 1989. *American Journal of Public Health*. 1996; 86(1): 73-7.
11. Schoemaker M, Barreto S, Swerdlow A, Higgins C, Carpenter R. A nested case-control study of fatal work related injuries among Brazilian steel workers. *Occupational and Environmental Medicine*. 2000; 57(8): 555-62.
12. Nurminen M, Karjalainen A. Epidemiologic estimate of the proportion of fatalities related to occupational factors in Finland. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*. 2001; 27(3):161-213.
13. Villanueva V, Garcia AM. Individual and occupational factors related to fatal occupational injuries: A case-control study. *Accident Analysis and Prevention*. 2011; 43(1):123-7.
14. Thacker SB, MacKenzie EJ. The role of the Epidemiology in injury prevention and control – an unmet challenge. *Epidemiologic Reviews*. 2003; 25(1):1-2.
15. Porta M. *A Dictionary of Epidemiology*. 5<sup>th</sup> ed. London: Oxford University Press; 2008.
16. Devesa SS, Gramuan DG, Blot WJ, Pennello GA, Hoover RN. *Atlas of Cancer Mortality in the United States, 1950-94*. Washington: 1999. Available from: URL: <http://ratecalc.cancer.gov/archivedatlas/pdfs/text.pdf>.
17. Clayton D, Kaldor J. Empirical Bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. *Biometrics*. 1987; 43(3):671-81.
18. Waller LA, Gotway CA. *Applied spatial statistics for public health data*. New Jersey: John Wiley & Sons; 2004.
19. Lawson AB, Browne WJ, Vidal Rodeiro CL. *Disease Mapping with WinBUGS and MLWin*. London: John Wiley & Sons; 2003.
20. Goovaerts P. Geostatistical analysis of disease data: accounting for spatial support and population density in the isopleth mapping of cancer mortality risk using area-to-point Poisson kriging. *International Journal of Health Geographic*. 2006 Nov 30; 5:52.

Available from: URL: <http://www.ij-healthgeographics.com/content/5/1/52>.

21. Lawson AB, Biggeri AB, Boehning D, Lesaffre E, Viel JF, Clark A, et al. Disease mapping models: an empirical evaluation. *Disease Mapping Collaborative Group. Statics in Medicine*. 2000; 19(17-18):2217-41.

22. Ghosh M, Natarajan K, Waller LA, Kim D. Hierarchical Bayes GLMs for the analysis of spatial data: An application to disease mapping. *Journal of Statistical Planning and Inference*. 1999; 75(2):305-18.

23. Bernardinelli L, Montomoli C. Empirical Bayes versus fully Bayesian analysis of geographical variation in disease risk. *Statics in Medicine*. 1992; 11(8):983-1007.

24. Banerjee S, Carlin BP, Gelfand AE. *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. New York: Chapman & Hall/CRC; 2004.

25. Dunson DB. Commentary: practical advantages of Bayesian analysis of epidemiologic data. *American Journal of Epidemiology*. 2001; 153(12):1222-6.

26. Wakefield J. Disease mapping and spatial regression with count data. *Biostatistics*. 2007; 8(2):158-83.

27. Bakhtiyari M, Aghaie A, Delpisheh A, Akbarpour S, Zayeri F, Soori H, et al. An Epidemiologic Survey of Recorded Job-Related Accidents by Iranian Social Security Organization (2001-2005). *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2012; 11(3): 231-46. [Persian]

28. Bakhtiyari M, Delpisheh AI, Riahi M, Latifi A, Zayeri F, Salehi M, et al. Epidemiology of occupational accidents among Iranian insured workers. *Safety Science*. 2012; 50(8): 1480-4.

29. Shafieian SH, Tofighi H, Rezvani Ardestani F, Beheshti S, Khaji A. Epidemiologic survey of death related to occupational accidents referred to Tehran

medical organization (2003-2004). *Medical Jurisprudence*. 2007; 12(1):30-4. [Persian]

30. Rosenman KD, Gardiner JC, Wang J, Biddle J, Hogan A, Reilly MJ, et al. Why most workers with occupational repetitive trauma do not file for workers' compensation. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2000; 42(1):25-34.

31. Shannon HS, Lowe GS. How many injured workers do not file claims for workers' compensation benefits? *American Journal of Industrial Medicine*. 2002; 42(6):467-73.

32. Benavides F, Serra C. Quality assessment of the system of information on labor accidents in Spain. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*. 2003; 6(1):26-30.

33. Hamalainen P, Takala J, Saarela K. L. Global estimates of occupational accidents. *Safety Science*. 2006; 44(2):137-56.

34. Mc Caig LF, Burt CW, Stussman BJ. A comparison of work-related injury visits and other injury visits to emergency departments in the United States, 1995-1996. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 1998; 40(10):870-5.

35. Solomon C, Poole J, Palmer KT, Coggon D. Non-fatal occupational injuries in British agriculture. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2007; 64(3):150-4.

36. Ghods A, Alhani F, Monireh A, Kahoie M. Epidemiology of occupational accidents in Semnan (2002-2006). *Journal of Semnan University of Medical Sciences*. 2009; 10(2):95-101. [Persian]

37. International Labour Office [ILO]. *ILO Safety in numbers. Pointers for a global safety culture at work*. Geneva: 2003. Available from: URL:

[http://www.ilo.org/public/english/region/eurpro/moscow/areas/safety/docs/safety\\_in\\_numbers\\_en.pdf](http://www.ilo.org/public/english/region/eurpro/moscow/areas/safety/docs/safety_in_numbers_en.pdf).

38. Cloutier E. The effect of age on safety and work practice among domestic trash collectors in Québec safety science. *Safety Science*. 1994; 17(4):291-308.
39. Ahn YS, Bena JF, Bailer AJ. Comparison of unintentional fatal occupational injuries in the Republic of Korea and the United States. *Injury Prevention*. 2004; 10(4):199-205.
40. Villanueva V, Garcia AM. Individual and occupational factors related to fatal occupational injuries: A case-control study. *Accident Analysis and Prevention*. 2011; 43(1):123-7
41. Horwitz IB, Mc Call BP. Disabling and fatal occupational claim rates, risks, and costs in the Oregon construction industry 1990-1997. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2004; 1(10):688-98



# Bayesian model for work-related accidents in Iran: 2009

Salehi M<sup>1</sup>/ Imani M<sup>2</sup>/ Zayeri F<sup>3</sup>/ Vahabi N<sup>4</sup>/ Pirhosseini H<sup>5</sup>/ Arji M<sup>6</sup>

## Abstract

**Introduction:** It is of prime importance to consider the pattern and geographical changes of a disease, in each community independently, to determine high and low risk areas. Mapping diseases is a set of statistical methods which attempt to provide precise maps by which the geographical distribution of a disease is estimated. In this study, Bayesian methods were applied to estimate the relative death rate of work-related accidents in Iran.

**Methods:** For the purpose of this study, the data of work-related accidents of Iran in 2009 were analyzed. To estimate the parameters of the map, empirical Bayes method (Poisson-Gamma method) was applied using Winbugs 1.4 software. Moreover, the Arc GIS 9.2 software was used to set relative incidence of death and accident related maps.

**Results:** Regarding the estimates achieved by empirical Bayes method and applying Poisson-Gamma for the incidence of work related accidents in 2009, the maximum and minimum prevalence risk rate among men was 2.991 in Markazi province and 0.457 in Khorasan Razavi province, while they were 3.848 in Semnan province and 0.243 in Hormozgan province for women.

**Conclusion:** Overall, the incidence of work-related accidents follows no specific geographical distribution pattern and in most provinces the pattern was different for men and women in Iran. By and large, the incidence of these events in the neighboring provinces of Tehran is more than the other parts of the country.

**Keywords:** Work-Related Accidents, Empirical Bayes, Relative Risk, Poisson-Gamma Modeling

• Received: 19/Sep/2012 • Modified: 3/Dec/2012 • Accepted: 10/Dec/2012

1. Assistant Professor of Statistics and Mathematics Department, Health Management and Economics Research Center, School of Health Management and Information Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Corresponding Author ([Salehi74@yahoo.com](mailto:Salehi74@yahoo.com))

2. MSc in Biostatistics, School of Health Management and Information Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. Associate Professor of Biostatistics, Faculty of Paramedical Sciences, Proteomics Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4. MSc in Biostatistics, Department of Statistics and Mathematics, School of Health Management and Information Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5. MSc in Computer Sciences, Department of Network and Computer Services, Statistics Center of Iran, Tehran, Iran

6. MSc in Economics, Offices of Statistics and Economic-Social Calculations, Social Security Organization of Iran, Tehran, Iran