

کارائی مدل دوجمله ای منفی با انباشتگی بیش از حد انتظار صفر در تحلیل مدت اقامت مادران پس از زایمان

محمد رفیعی^۱، سید محمد تقی آیت اللهی^۲، جواد بهبودیان^۳

یافته / سال ششم / شماره ۳۳

چکیده

مقدمه: زایمان مادران یکی از شایع ترین عوامل بستری شدن آنها در تمام کشورها است که مدل بندی آن می تواند چگونگی توزیع آن را تبیین نموده و عوامل مؤثر در افزایش یا کاهش آن را معین کند. هدف این مطالعه ارائه یک مدل مناسب جهت مدل بندی مدت زمان اقامت مادران در بیمارستان و مقایسه مدل های مختلف تبیین این مقادیر است.

مواد و روشها: پژوهش حاضر یک مطالعه مشاهده ای - مقطعی بوده که بر روی یک نمونه تصادفی ۱۶۰۰ نفری از مادران مراجعه کننده به مراکز وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اراک در نیمه اول سال ۱۳۸۳ جهت زایمان صورت گرفته است. از مادران انتخاب شده در نمونه مقادیر متغیر مدت اقامت آنها در بیمارستان (تعداد روزهایی که از پذیرش تا ترخیص در بیمارستان بوده اند) به عنوان متغیر پاسخ و متغیرهای سن مادر، توان دوم سن مادر، شغل مادر، فرزند ناهنجار متولد شده، رتبه تولد یا حاملگی، توان دوم رتبه تولد یا حاملگی، تعداد سقط های مادر، توان دوم تعداد سقط های مادر، تعداد فرزندان فعلی مادر، توان دوم تعداد فرزندان فعلی مادر، محل سکونت، نوع زایمان، وجود فرزند دوقلوی متولد شده و وجود فرزند سه قلو متولد شده به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. جهت تحلیل داده ها از روشهای پیشرفته و جدید مدل بندی داده های شمارشی و روشهای ابتکاری مطرح شده در مقاله، استفاده شد.

یافته ها: نتایج مدل بندی مقادیر مدت اقامت مادران نشان داد که در ابتدا مدل دو جمله ای منفی با توجه به اینکه مقادیر واریانس و میانگین متغیر پاسخ برابر نبودند، مدل مناسبی جهت تبیین مقادیر مدت اقامت مادران بوده است و متغیرهای وجود فرزند ناهنجار، نوع زایمان (طبیعی، سزارین) و دوقلو زائی متغیرهای معنادار آماری در این مدل بر روی مقادیر مدت زمان اقامت مادران بوده اند. در صورتیکه از مدل های اختصاصی تر جهت این مدل بندی استفاده شود (مدل های بریده شده در نقطه صفر پوآسنی و دوجمله ای منفی)، مدل بکار برده شده بیشتر مناسب است و متغیرهای سن، توان دوم سن، وجود فرزند ناهنجار، نوع زایمان، دوقلو زائی و سه قلو زائی متغیرهای معنادار در تبیین مقادیر مدت اقامت مادران بوده اند.

نتیجه گیری: در مقاله حاضر با توجه به ارائه یک تغییر متغیر ساده بر روی مقادیر مدت اقامت مادران، یک مدل مناسب آماری جهت تبیین آنها و مدل بندی این مقادیر بدست آمد. مدل بدست آمده متغیرهای بیشتری را با توجه به اختصاصی تر بودن این مدل نسبت به مدل های رایج ارائه نمود.

واژه های کلیدی: مدت زمان اقامت پس از زایمان، مدل های داده های شمارشی، مدل رگرسیون پوآسنی و

دوجمله ای منفی

۱- مربی گروه بهداشت و پزشکی اجتماعی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک

۲-استاد گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شیراز

۳- استاد گروه آمار دانشکده علوم دانشگاه شیراز

مقدمه

متغیر فوق استفاده شده است (۶، ۷، ۸، ۹). مطالعات دیگر به تفکیک مقادیر ناهمگن مدت اقامت اشاره داشته اند و بیان نموده اند که باید توزیع مدت اقامت بیماران را ناشی از دو یا چند توزیع مختلف دانست (۱۰، ۱۱)، این روشها نیز اعتبار زیادی ندارند.

از آنجائیکه داده های مربوط به مدت اقامت بیماران در بیمارستان بصورت داده های شمارشی (گسسته) می باشند، جهت تبیین آنها مناسب تر است که از توزیع های متغیرهای گسسته مانند پواسن یا دوجمله ای منفی استفاده کرد (۵، ۱۲، ۱۳). جهت این مدل بندی اگر مقادیر میانگین و واریانس داده های متغیر پاسخ با یکدیگر برابر باشند از توزیع پواسن و اگر مقدار واریانس از مقدار میانگین بزرگتر باشد (حالت پراکندگی زیاد متغیر شمارشی^۱) مدل دوجمله ای منفی، توزیع مناسبی جهت تبیین متغیر پاسخ شمارشی بر اساس متغیرهای مستقل دیگر است (۱۴، ۱۵). در صورتیکه واریانس متغیر پاسخ شمارشی از مقدار میانگین این متغیر کمتر باشد (حالت پراکندگی کمتر از معمول متغیر شمارشی^۲) باید از مدل های خاص تغییر یافته شده^۳ (۱۶)، یا روش های خطی شمارشی تعمیم یافته شده (GLM)^۴ استفاده کرد.

مطالعات انجام شده در این زمینه تنها به ذکر این موضوع پرداخته و عملاً آنها را در حالت داده های شمارشی واقعی مورد مقایسه و تحلیل قرار نداده اند. بنابراین با توجه به موارد بالا و با در نظر گرفتن روش های جدید و پیشرفته آماری در تبیین متغیرهای پاسخ شمارشی مانند مدل های پواسنی بریده شده در نقطه خاص^۵ (۱۷)، مدل های دوجمله ای منفی بریده شده در نقطه خاص^۶ (ZTNB)، مدل پواسنی با انباشتگی صفر بیش از حد^۷

در آمار کاربردی و پزشکی مدل بندی یکی از ابزارهای اساسی در تبیین و توصیف پدیده های بهداشتی و پزشکی به شمار می آید. مدل بندی مدت اقامت بیماران در بیمارستان یک روش سودمند جهت شناخت چگونگی توزیع مدت اقامت بیماران در بیمارستان بوده و وسیله ای برای تعیین عوامل مؤثر بر مدت اقامت آنها در بیمارستان است.

زایمان یکی از شایع ترین عوامل بستری شدن در تمام کشورها است. مسئله طول مدت زمان مناسب بستری شدن بعد از زایمان یکی از پیچیده ترین مسائل تحلیلی خدمات بهداشتی است (۱). تحقیقات انجام شده نشان داده اند که ترخیص زود هنگام مادران سالم پس از زایمان، در سلامت جسمی، روحی و عاطفی آنها بسیار مؤثر است (۲).

همچنین طول مدت بستری شدن در بیمارستان اغلب به عنوان معیار بازدهی و کارایی خدمات بیمارستانی مورد استفاده قرار می گیرد و بعنوان نماینده و معرف معقول مصرف ذخائر بهداشتی تلقی می شود و از آن برای مقاصد مختلفی مانند مدیریت خدمات بهداشتی، کنترل کیفیت، نشانگر مفید بودن خدمات بیمارستانی و طرح ریزی نیازمندیهای بیمارستانی مورد استفاده قرار می گیرد (۳، ۴).

از نظر مدیریت خدمات بهداشتی ضرورت دارد که عملکرد نسبی بیمارستانها با مدل سازی پراکندگی مدت اقامت مادران برآورد شود تا به مدل قابل قبولی جهت این بخش از بستری شدگان دست یافت. از لحاظ آماری ناهمگنی موجود در مدت زمان اقامت بیماران در بیمارستان یک مشکل اساسی در تجزیه و تحلیل آماری آنها به شمار می آید (۵). همچنین توزیع مدت زمان اقامت بیماران به سمت راست چوله است و توزیع تجربی آن نیز به سمت راست چولگی دارد (۶، ۷). مدل بندی مدت اقامت بیماران در مطالعات بسیاری با استفاده از تغییر لگاریتمی انجام شده است تا توزیع این متغیر به توزیع نرمال نزدیک شود و سپس از روش های رگرسیون چندگانه جهت مدل بندی

1. Over-dispersion
2. Under-dispersion
3. Hurdle Poisson or Negative binomial models
4. Generalized Linear Models
5. Zero-Truncated Poisson Models
6. Zero-Truncated Negative binomial Models
7. Zero-inflated Poisson model

پرسشنامه ای شامل متغیرهای مدت اقامت بیماران به عنوان متغیر پاسخ و متغیرهای مستقل: سن مادر، مجذور سن مادر (چون متغیر کمی است)، شغل مادر (۱ شاغل، ۰ خانه دار)، فرزند ناهنجار متولد شده (۱ دارد، ۰ ندارد)، رتبه تولد یا حاملگی، توان دوم رتبه تولد یا حاملگی، تعداد سقط های مادر، مجذور تعداد سقط های مادر، تعداد فرزندان فعلی مادر، مجذور تعداد فرزندان فعلی مادر، محل سکونت مادر (۱ شهر، ۰ روستا)، نوع زایمان (۱ طبیعی، ۰ سزارین)، وجود فرزند دوقلو (۱ دارد، ۰ ندارد) و وجود فرزند سه قلو (۱ دارد، ۰ ندارد) بودند، تکمیل گردید. مدت اقامت مادران در بیمارستان عبارت از تعداد روزهایی که مادران از پذیرش تا ترخیص در بیمارستان بوده اند، تعریف شده است (مقادیر بصورت صحیح گرد شد). به کارگیری مجذور متغیرهای کمی باعث ایجاد همخطی در مدل ها نمی شود و از آنجائیکه یکی از اهداف مطالعه مقایسه مدل های مختلف جهت تبیین مدت اقامت مادران پس از زایمان است، توان دوم در تمام مدل های بکار رفته است و باعث خطا و اریبی نمی شود.^۱

برای تحلیل داده های جمع آوری شده از نرم افزارهای SAS و STATA8 و برنامه های نوشته شده در آنها جهت مدل های مطرح شده در بالا، استفاده گردید. برای بررسی مناسبت مدل های بکار رفته (نیکوئی برازش مدل ها) و مقایسه آنها از آماره *Deviance* که آماره ای جهت مقایسه تبیین مدل بکار رفته با مقادیر مشاهده شده متغیر پاسخ است استفاده شد و هر مدلی که مقدار این آماره در آن کمتر باشد به عنوان مدل مناسبتر جهت تبیین متغیر مدت اقامت مادران بر اساس متغیرهای مستقل دیگر در نظر گرفته شده است (۱۵).

ZIP (۱۸)، مدل دوجمله ای منفی با انباشتگی صفر بیش از حد^۱ ZINP (۱۹)، مدل های خاص پوآسنی تغییر یافته شده، مدل های شمارشی تعمیم یافته شده، روشهای داده های شبه پیوسته^۲ (۲۰)، همچنین ایجاد یک مدل ابتکاری در مقاله حاضر که عدم برابری واریانس و میانگین متغیر پاسخ را تا حدود زیادی تبیین می کند و تا به حال در هیچ مطالعه ای بکار گرفته نشده است. این مطالعه به منظور مدل بندی مدت اقامت مادران در بیمارستانهای وابسته به دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان مرکزی- اراک بر اساس پاره ای از عوامل دموگرافیک و مؤثر در آن صورت گرفته است. همچنین به مقایسه مدل های مختلف شمارشی جهت تبیین مدت زمان اقامت مادران پرداخته شده است و کارائی مدل ابتکاری بیان شده نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها

این بررسی یک مطالعه مشاهده ای و از نوع مقطعی است که بر روی یک نمونه تصادفی از مقادیر مدت اقامت مادران پس از زایمان در مرکز بهداشتی، درمانی طالقانی در شهر اراک صورت گرفته است. این مرکز آموزشی تنها مرکز زایمان وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اراک می باشد که مراجعین آن حدوداً شامل تمام طبقات اجتماعی شهر اراک

می باشد. حجم نمونه با استفاده از فرمول
$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}{d^2}$$

تعداد ۱۳۴۱ نفر محاسبه شد که مقدار σ^2 با استفاده از یک نمونه کاملاً تصادفی ۲۰۰ نفری از این مرکز مقدار ۰/۶۱۲ بدست آمد. همچنین مقادیر $\alpha = ۰/۰۱$ و $d = ۰/۰۵۵$ در نظر گرفته شده اند. جهت اطمینان بیشتر تعداد حجم نمونه مورد بررسی ۱۶۰۰ نفر در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی در نیمه اول سال ۱۳۸۳ تعداد ۱۶۰۰ نفر از مادران که جهت زایمان به این مرکز مراجعه کرده بودند، مورد مطالعه واقع شدند. از مادران انتخاب شده

1. Zero – inflated Negative binomial model
2. Tobit models

تعداد سقط های مادران مورد بررسی ۱/۰۱ فرزند با انحراف معیار ۱/۲۱ می باشد. از کل موارد بررسی شده ۸۳۴ نفر (۵۲/۱٪) در روستا و ۷۶۶ نفر (۴۷/۹٪) در شهر ساکن بوده اند. ۵۸۸ مادر زایمان طبیعی (۳۶/۸٪) و ۱۰۱۲ مادر زایمان طبیعی (۳/۶۳٪) داشته اند. ۱۳ مادر (۰/۸٪) دوقلو زائی و ۱۳ مادر (۰/۸٪) نیز سه قلو زائی در کل مادران مورد بررسی داشته اند.

با توجه به اینکه متغیر پاسخ در این مطالعه تعداد روزهای بستری مادران در بیمارستان به علت زایمان بوده است، ظاهراً این متغیر بایستی دارای توزیع آماری پواسن باشد (تعداد پیشامدهائی که در زمان یا مکان خاصی اتفاق می افتد در آمار دارای توزیع پواسن می باشد) و جهت بررسی چگونگی توزیع متغیر پاسخ با متغیرهای مستقل دیگر باید از روش رگرسیون پواسنی استفاده کرد؛ ولی در توزیع پواسن مقادیر میانگین و واریانس با یکدیگر برابرند. در اینجا مقدار واریانس تعداد روزهای بستری (۰/۵۷) از مقدار میانگین این متغیر (۱/۵۴ روز) کمتر می باشد. این حالت در توزیع متغیر پاسخ شمارشی معروف به حالت پراکندگی کمتر از حد معمول توزیع پواسن (*Under-dispersion*) می باشد. بنابر این شرط برابری میانگین و واریانس متغیر پاسخ شمارشی بر قرار نمی باشد و رگرسیون پواسنی جهت تبیین مقادیر مدت اقامت مادران بر اساس متغیرهای مستقل دیگر، یک مدل و روش مناسب نمی باشد. در این مواقع می توان از روش های خطی تعمیم یافته شمارشی و یا از روشهای خاص تغییر یافته شده و توزیع های آمیخته پواسنی استفاده کرد.

جدول شماره ۲- بیانگر ضرائب مدل های خطی تعمیم یافته شده و مقادیر احتمال معناداری آماری این ضرائب بر اساس تابع پیوند یکنواخت و لگاریتمی با توزیع های متفاوت جهت تبیین مدت اقامت مادران در بیمارستان بر اساس متغیرهای مستقل دیگر نشان می دهد (۲).

همچنین از برخی توابع لینک پیوسته نیز (گوسین، گوسین منفی، گاما) جهت نشان دادن برتری مدل های بیان شده استفاده گردید.

یافته ها

از ۱۶۰۰ مادر مورد بررسی که جهت زایمان به مرکز بیمارستانی طالقانی شهر اراک در نیمه اول سال مراجعه کرده بودند، موارد زیر در خصوص متغیرهای مورد نظر مشاهده گردید:

میانگین تعداد روزهای بستری مادران در بیمارستان ۱/۵۴ روز با واریانس ۰/۵۷ بوده است. تعداد روزهای بستری مادران در جدول شماره ۱- نشان داده شده است.

جدول شماره ۱- توزیع فراوانی تعداد روزهای بستری مادران در

تعداد روزهای بستری	فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
۱	۹۳۰	۵۸/۱	۵۸/۱
۲	۵۳۱	۳۳/۲	۹۱/۳
۳	۱۰۶	۶/۶	۹۷/۹
۴	۲۲	۱/۴	۹۹/۳
۵ و بیشتر از آن	۱۱	۰/۷	۱۰۰
جمع	۱۶۰۰	۱۰۰	

۱/۵۴ = میانگین تعداد روزهای بستری

۰/۵۷ = واریانس تعداد روزهای بستری

۱/۸۷ = ضریب چولگی تعداد روزهای بستری

با توجه به این جدول می بینیم ۵۸/۱٪ موارد یک روز و ۳۳/۱٪ دو روز و ۸/۷٪ مشاهدات بیشتر از دو روز در بیمارستان بستری بوده اند. همچنین مقدار واریانس متغیر پاسخ شمارشی (تعداد روزهای بستری) از میانگین کمتر می باشد (حالت پراکندگی کمتر از حد معمول). در خصوص شغل مادران ۲۸ نفر (۱/۸٪) شاغل و ۱۵۷۲ نفر (۹۸/۳٪) خانه دار بوده اند. از کل متولدین ۹۲۴ نفر (۵۷/۸٪) پسر و ۶۷۶ نفر (۴۲/۳٪) دختر بوده اند. از کل مادران بررسی شده ۱۵ مادر (۰/۹٪) در زایمان فرزند ناهنجار بدنیا آورده اند. رتبه تولد فرزند در موارد مورد بررسی ۲/۱ با انحراف معیار ۱/۳۱ فرزند بوده است. میانگین

جدول شماره ۲- برآورد ضرائب مدل های خطی تعمیم یافته شده و مقادیر احتمال معناداری آماری این ضرائب بر اساس تابع پیوند یکنواخت با توزیع های متفاوت در خصوص مدت اقامت مادران مورد بررسی بر اساس متغیرهای دیگر

متغیر سن	تابع پیوند	گاووسین معکوس (Inverse Gaussian)		پوآسن (Poisson)		دوجمله ای منفی (Negative Binomial)		گاما (Gamma)		دوجمله ای منفی با تابع واریانس	
		ضریب	P-Value	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value
یکنواخت	یکنواخت	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	۰/۶۶۶	-۰/۰۳۷	۰/۳۸۵	-۰/۰۲۶	۰/۶۹۳	-۰/۰۱۱	۰/۴۹۶
لگاریتمی	لگاریتمی	-۰/۰۳۷	۰/۰۰۲	-۰/۰۱۳	۰/۳۲۴	-۰/۰۳۲	۰/۲۳۷	-۰/۰۲۷	۰/۵۴۳	—	—
مجذور سن	یکنواخت	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۶۰۹	۰/۰۰۰	۰/۳۲۱	۰/۰۰۰	۰/۶۵۰	۰/۰۰۰	۰/۴۲۵
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷۰	۰/۰۰۰	۰/۴۸۱	—	—
شغل	یکنواخت	۰/۰۲۷	۰/۸۰۹	-۰/۲۱۷	۰/۰۵۵	-۰/۱۰۶	۰/۶۴۷	-۰/۱۵۶	۰/۶۷۳	-۰/۰۰۵	۰/۹۵۶
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۱۶۲	۰/۰۵۲	۰/۱۳۴	۰/۰۸۴	۰/۱۰۵	۰/۹۲۰	-۰/۰۵۰	۰/۸۴۰	—	—
جنس فرزند متولد شده	یکنواخت	-۰/۰۱۷	۰/۵۶۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۱۶	۰/۷۸۸	۰/۰۳۲	۰/۷۲۷	-۰/۰۰۴	۰/۸۷۷
لگاریتمی	لگاریتمی	-۰/۰۸۳	۰/۰۸۰	-۰/۰۳۱	۰/۱۱۱	-۰/۱۰۹	۰/۷۹۳	۰/۰۰۳	۰/۹۶۶	—	—
وجود فرزند ناهنجار	یکنواخت	۱/۳۳۷	۰/۰۰۷	۱/۰۱۱	۰/۰۰۶	۱/۲۲۲	۰/۰۰۸	۱/۱۳۸	۰/۰۱۹	۰/۱۵۳	۰/۰۲۲
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۵۹۳	۰/۰۰۰	۰/۴۹۱	۰/۰۰۰	۰/۵۵۲	۰/۰۰۰	۰/۵۲۸	۰/۰۰۰	—	—
رتبه تولد یا حاملگی	یکنواخت	۰/۰۹۶	۰/۵۲۱	-۰/۱۶۳	۰/۲۵۴	-۰/۱۶۴	۰/۶۶۲	-۰/۱۶۱	۰/۷۵۷	۰/۰۱۱	۰/۹۲۷
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۰۰۰	۰/۹۹۷	-۰/۱۱۹	۰/۲۸۲	-۰/۰۴۳	۰/۸۳۳	-۰/۰۷۴	۰/۸۲۹	—	—
مجذور رتبه تولد یا حاملگی	یکنواخت	-۰/۰۲۸	۰/۰۴۱	-۰/۲۷۸	۰/۰۵۶	-۰/۰۲۹	۰/۳۱۵	-۰/۲۹۶	۰/۵۳۱	-۰/۰۰۵	۰/۶۷۸
لگاریتمی	لگاریتمی	-۰/۰۱۱	۰/۱۷۰	-۰/۰۱۹	۰/۰۵۲	-۰/۰۱۵	۰/۴۳۷	-۰/۰۱۷	۰/۵۹۰	—	—
تعداد سقط	یکنواخت	۰/۰۰۰	۰/۹۹۸	-۰/۱۷۳	۰/۹۹۸	-۰/۰۴۲	۰/۸۹۸	-۰/۰۷۶	۰/۸۸۹	-۰/۰۰۴	۰/۹۶۹
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۰۲۵	۰/۷۶۸	-۰/۰۶۴	۰/۵۸۷	-۰/۰۰۶	۰/۹۷۵	-۰/۰۱۱	۰/۹۷۴	—	—
مجذور تعداد سقط	یکنواخت	۰/۰۲۹	۰/۲۶۰	۰/۱۱۹	۰/۱۱۹	۰/۰۴۰	۰/۵۴۱	۰/۰۵۳	۰/۷۰۰	۰/۰۰۴	۰/۸۲۰
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۰۰۷	۰/۶۷۸	-۰/۰۳۸	۰/۲۸۹	۰/۰۱۴	۰/۶۶۱	۰/۰۱۹۰	۰/۷۳۷	—	—
تعداد فرزندان زنده	یکنواخت	-۰/۰۵۹	۰/۶۸۴	-۰/۱۳۸	۰/۳۰۹	-۰/۱۱۰	۰/۷۲۶	-۰/۱۲۹	۰/۷۹۵	-۰/۰۰۶	۰/۹۵۶
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۰۱۴	۰/۸۶۵	-۰/۰۹۹	۰/۳۴۴	-۰/۰۲۶	۰/۸۹۲	-۰/۰۵۵	۰/۸۶۴	—	—
مجذور تعداد فرزندان زنده	یکنواخت	۰/۰۳۳	۰/۰۴۳	۰/۰۳۶	۰/۰۳۱	۰/۰۳۵	۰/۳۰۸	۰/۰۳۶	۰/۵۱۵	۰/۰۰۵	۰/۶۷۳
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۰۱۳	۰/۱۷۹	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷	۰/۰۱۷	۰/۴۳۴	۰/۰۱۹	۰/۵۸۲	—	—
محل سکونت	یکنواخت	-۰/۰۴۴	۰/۱۴۲	-۰/۰۲۴	۰/۳۲۹	-۰/۰۳۴	۰/۵۶۹	-۰/۰۳۰	۰/۷۴۴	-۰/۰۰۸	۰/۷۵۰
لگاریتمی	لگاریتمی	-۰/۰۲۸	۰/۱۳۳	-۰/۰۳۰	۰/۳۰۳	-۰/۰۲۵	۰/۵۵۱	-۰/۰۲۳	۰/۷۳۲	—	—
نوع زایمان	یکنواخت	-۰/۰۱۹	۰/۰۰۰	-۰/۰۲۵	۰/۰۰۰	-۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	-۰/۰۱۶	۰/۰۰۰	-۰/۲۱۹	۰/۰۰۰
لگاریتمی	لگاریتمی	-۰/۵۷۵	۰/۰۰۰	-۰/۵۷۶	۰/۰۰۰	-۰/۵۷۰	۰/۰۰۰	-۰/۵۷۰	۰/۰۰۰	—	—
دوقلو زایی	یکنواخت	۰/۷۸۸	۰/۰۰۰	۱/۰۳۴	۰/۰۰۱	۰/۸۸۷	۰/۰۳۴	۰/۷۰۱	۰/۷۰۱	۰/۱۳۷	۰/۱۶۹
لگاریتمی	لگاریتمی	۰/۳۲۶	۰/۰۰۰	۰/۵۸۹	۰/۰۰۰	۰/۴۱۸	۰/۰۲۵	۰/۴۸۴	۰/۰۲۵	—	—
سه قلو زایی	یکنواخت	-۰/۰۶۵	۰/۶۹۸	-۰/۰۷۳	۰/۷۷۵	-۰/۰۶۲	۰/۸۷۸	-۰/۰۶۳	۰/۹۲۸	-۰/۰۰۸	۰/۹۴۴
لگاریتمی	لگاریتمی	-۰/۰۳۶	۰/۶۶۷	-۰/۰۲۳	۰/۸۵۵	-۰/۰۲۷	۰/۸۹۴	-۰/۰۲۴	۰/۹۴۶	—	—
مقدار ثابت	یکنواخت	۲/۶۹	۰/۰۰۰	۲/۲۶۷	۰/۰۰۰	۲/۵۳۹	۰/۰۰۰	۲/۴۳۰	۰/۰۲۵۰	-۰/۲۶۰	۰/۳۴۵
لگاریتمی	لگاریتمی	۱/۰۵۸	۰/۰۰۰	۰/۹۲۹	۰/۰۱۵	۱/۱۰۰	۰/۱۵۰	۱/۰۶۸	۰/۱۵۰	—	—
Deviance	یکنواخت	۵۴۳/۱۳	۱۰۶/۷	۲۸۴/۸	۱۰۶/۷	۲۸۴/۸	۱۰۶/۷	۱۰۲/۶	۱۰۲/۶	۱۰۲/۲	۱۰۲/۲
لگاریتمی	لگاریتمی	۵۳۴/۸۷	۱۰۶/۹	۲۸۲/۳	۱۰۶/۹	۲۸۲/۳	۱۰۶/۹	۱۰۲/۲	۱۰۲/۲	۱۶۶/۲	۱۶۶/۲

حاصل از مدل دوجمله ای منفی کمترین مقدار را در بین مدل های دیگر دارا است (۱۰۲/۶). بنابراین مدل دوجمله ای منفی

با استفاده از جدول فوق می بینیم که مقدار آماره Deviance (مقداری جهت مناسب بودن مدل بکار رفته)

دوجمله ای منفی بهترین مدل در بیان مقادیر و پراکندگی مدت اقامت مادران است. با استفاده از این مدل نیز همان متغیرهای بیان شده بر مدت اقامت مادران تأثیر دارد، با توجه به اینکه مقادیر مدت اقامت مادران از ۱ روز به بالا توزیع شده است و این مقادیر عدد صفر را در بر نمی گیرد (جدول شماره ۱)، بایستی از مدل های تغییر یافته که شامل این مقدار (صفر) نیستند، استفاده کرد. جدول شماره ۳- بیانگر نتایج بکار بردن مدل های بریده شده پواسنی در نقطه صفر (ZTP)، مدل بریده شده دوجمله ای منفی در نقطه صفر (ZTNB) و مدل های شبه پیوسته Tobit، مدل لجیت ترتیبی و مدل (Order Logit Model) و مدل پروبیت ترتیبی (Order Probit Model) می باشد.

مدل مناسبی جهت تبیین مقادیر مدت اقامت مادران نسبت به دیگر مدل های بکار رفته می باشد. با استفاده از مدل بیان شده متغیرهای نوع زایمان، وجود فرزند متولد شده ناهنجار و دو قلو زائی بر روی مدت اقامت مادران تأثیر دارد. البته مدل مناسبی جهت تبیین مقادیر مدت اقامت مادران نسبت به دیگر مدل های بکار رفته می باشد. با استفاده از مدل بیان شده متغیرهای نوع زایمان، وجود فرزند متولد شده ناهنجار و دو قلو زائی بر روی مدت اقامت مادران تأثیر دارد. البته اگر این مدل با تابع واریانس دو جمله ای منفی بکار رود مقدار آماره Deviance به ۱۰۲/۲ کاهش می یابد؛ ولی در معناداری ضرائب تغییری ایجاد نمی شود. در صورتیکه از مدل های تعمیم یافته با تابع پیوند لگاریتمی نیز استفاده نمائیم، در این حالت نیز توزیع

جدول شماره ۳- برآورد ضرائب مدل های شمارشی بریده شده در نقطه صفر با توزیع پواسن (ZTP) و دوجمله ای منفی (ZTNB)، مدل های شبه پیوسته (Tobit Model, Order Probit Model, Order Logit Model) و مقادیر احتمال معناداری آماری این ضرائب در خصوص

مدت اقامت مادران مورد بررسی بر اساس متغیرهای دیگر

متغیر	ZTP		ZTNB		Tobit Model		Order Logit Model		Order Probit Model	
	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value
سن	-۰/۰۵۸	۰/۰۰۸	-۰/۰۱۳	۰/۰۰۴	-۰/۰۸۸	۰/۰۵۴	۰/۰۱۲	۰/۸۲۱	۰/۰۴۱	-۰/۰۹۱
مجذور سن	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۳۱	۰/۰۰۴	۱/۰۰۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱
شغل	۰/۰۳۰	۰/۸۱۲	۰/۱۳۹	۰/۰۸۱	-۰/۱۲۷	۰/۶۰۴	۰/۸۰۶	۰/۸۹۰	۰/۶۸۱	-۰/۰۹۸
جنس فرزند متولد شده	-۰/۰۱۹	۰/۵۶۳	-۰/۰۷۱	۰/۴۱۱	۰/۰۳۶	۰/۶۰۱	۰/۴۳۳	۰/۹۱۰	۰/۸۹۸	-۰/۰۰۸
وجود فرزند ناهنجار	۱/۳۵۳	۰/۰۰۰	۰/۹۹۱	۰/۰۰۰	۱/۵۷۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۸/۱۶۰	۰/۰۰۰	۱/۲۹۶
رتبه تولد یا حاملگی	۰/۱۰۱	۰/۵۴۷	۰/۱۸۱	۰/۲۸۲	۰/۲۲۶	۰/۴۹۸	۰/۵۴۳	۱/۴۱۸	۰/۵۰۶	۰/۲۲۱
مجذور رتبه تولد یا حاملگی	-۰/۰۲۹	۰/۰۵۱	-۰/۰۱۹	۰/۰۵۷	-۰/۰۵۰	۰/۱۰۹	۰/۰۷۸	۰/۹۱۴	۰/۰۸۲	-۰/۰۵۳
تعداد سقط	۰/۰۰۰	۰/۹۹۸	-۰/۰۶۴	۰/۵۸۷	-۰/۰۵۱	۰/۸۷۱	۰/۹۵۵	۱/۰۳۱	۰/۹۹۴	-۰/۰۰۲
مجذور تعداد سقط	۰/۰۳۰	۰/۲۶۸	۰/۴۱۸	۰/۹۸۹	۰/۰۵۷	۰/۲۶۷	۰/۲۵۱	۱/۱۰۴	۰/۲۹۹	۰/۰۵۴
تعداد فرزندان زنده	-۰/۰۶۲	۰/۶۹۴	-۰/۲۲۳	۰/۴۶۴	-۰/۱۹۴	۰/۵۳۲	۰/۵۰۳	۰/۶۹۷	۰/۵۴۹	-۰/۱۸۷
مجذور تعداد فرزندان زنده	۰/۰۳۴	۰/۰۵۲	۰/۰۷۸	۰/۰۷۸	۰/۰۶۳	۰/۰۷۳	۰/۰۴۲	۱/۱۲۶	۰/۰۵۷	۰/۰۶۷
محل سکونت	-۰/۰۴۸	۰/۱۴۵	-۰/۰۲۰	۰/۳۰۳	-۰/۰۶۲	۰/۳۶۳	۰/۳۱۷	۰/۸۸۴	۰/۲۷۱	-۰/۰۷۴
نوع زایمان	-۰/۰۹۶۵	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۷۶	۰/۰۰۰	-۱/۹۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۳	۰/۰۰۰	-۱/۸۷۴
دوقلو زائی	۰/۸۱۸	۰/۰۰۰	۰/۵۸۹	۰/۰۰۰	۱/۳۹۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۲/۲۴۰	۰/۰۰۰	۱/۵۱۵
سه قلو زائی	-۰/۰۶۳	۰/۷۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۴۷	۰/۸۸۱	۰/۷۵۲	۰/۸۴۴	۰/۰۹۴۰	-۰/۰۲۵
مقدار ثابت	۱/۰۵۸	۰/۰۰۰	۰/۹۲۹	۰/۰۰۰	۳/۰۹۰	۰/۰۰۰				
مقدار آماره Deviance	۹۰/۴		۸۹/۹		۹۳/۷		۱۷۹/۷		۱۵۷/۲	

مدل تغییر یافته بوده و متغیرهای سن، مجذور سن، وجود فرزند ناهنجار، نوع زایمان، دوقلو زائی و سه قلو زائی متغیرهای

با استفاده از این جدول و مقدار آماره Deviance مدل بریده شده دوجمله ای منفی در نقطه صفر (ZTNB) بهترین

با استفاده از این جدول متغیرهای سن، مجذور سن، وجود فرزند ناهنجار متولد شده، نوع زایمان، دوقلو زائی و سه قلو زائی عوامل مؤثر در مدت اقامت مادران می باشند.

بحث

از آنجائیکه مقادیر مدت اقامت مادران یک متغیر پاسخ شمارشی می باشد، برای مدل بندی و تبیین آن مناسب تر است که از مدل هائی که به منظور متغیرهای پاسخ شمارشی اخیرا مطرح شده است استفاده کرد. در صورتیکه برای این متغیر از مدل بندی معمولی و سنتی (رگرسیون خطی چند گانه) جهت تبیین و بدست آوردن عوامل مؤثر استفاده کنیم، از نقش گسسته بودن متغیر مدت زمان اقامت مادران صرف نظر کرده ایم و برآوردهای بدست آمده از اعتبار کافی برخوردار نخواهند بود (۱۲). برای تحلیل داده های متغیر شمارشی و مدل بندی آن بر اساس متغیرهای مستقل دیگر، توزیع پواسن و دوجمله ای منفی دو توزیع و مدل بندی استاندارد هستند (۱۲، ۱۳). از شرایط رگرسیون پواسنی برابری مقادیر میانگین و واریانس می باشد، در صورتی که مقدار واریانس از مقدار میانگین بیشتر باشد به منظور مدل بندی باید از روش های مدل بندی آمیخته استفاده کرد و در حالتی که مقدار واریانس کمتر از مقدار میانگین باشد باید از مدل بندی های خاصی که در این مقاله از آنها استفاده شده است، سود جست. برای این حالت، مطالعات کمی بصورت مقایسه ای صورت گرفته است و هر مطالعه یک مدل خاص مانند *Katz* یا *GECK* را تعریف کرده اند که همه این مدل ها در حالات خاصی قابلیت برازش دارند (۱۴، ۱۵، ۲۱، ۲۲).

در این مطالعه میانگین مقادیر مدت اقامت مادران ۱/۵۴ روز با واریانس ۰/۵۷ بوده است. حدود مدت زمان اقامت مادران ۱ تا ۷ روز بدست آمده است. این حدود در کشور سوئد ۱ تا ۳ روز (۲۳)، در انگلستان ۶ تا ۴۸ ساعت (۲۴) و در استرالیا ۱ تا ۴ روز (۲۵) گزارش شده است. همچنین توزیع مقادیر فوق به سمت راست کج می باشد (ضریب چولگی ۱/۸۷). بنابراین

معنادار در مدت اقامت مادران در بیمارستان می باشند. در صورتیکه یک متغیر جدید جهت مقادیر مدت اقامت مادران به این صورت تعریف شود که از هر مقدار موجود، عدد یک کم شود، توزیع مقادیر مدت اقامت مادران دارای مقدار مشاهده صفر نیز خواهند بود. از آنجائیکه با این تغییر متغیر مقدار مدت اقامت صفر روز دارای درصد بالائی می باشد (۰/۵۸۱) بنابراین توزیع شمارشی یک پارامتری مانند پواسن یا دو جمله ای منفی جهت تبیین مقادیر مدت اقامت مادران مناسب نخواهد بود و بهتر است از مدل هائی که درصد بیشتر مشاهده صفر را تبیین می کنند، مانند توزیع پواسنی با انباشتگی صفر بیش از حد (ZIP) و توزیع دوجمله ای منفی با انباشتگی صفر بیش از حد (ZINB) بعنوان دو مدل پیشنهادی استفاده کنیم.

جدول شماره ۴- نتایج بکار بردن این مدل ها را جهت مقادیر مدت اقامت مادران تغییر یافته شده (کم کردن عدد) نشان می دهد.

جدول شماره ۴- برآورد ضرائب مدل های شمارشی با انباشتگی بیش از حد صفر پواسنی (ZTP) و دوجمله ای منفی (ZTNB) و مقادیر احتمال معناداری آماری این ضرائب در خصوص مدت اقامت مادران مورد بررسی بر اساس متغیرهای دیگر

	ZTNB		ZTP		مدل
	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value	
سن	-۰/۰۷۲	۰/۰۰۹	-۰/۰۰۵	۰/۰۱۲	
مجذور سن	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۲۴	
شغل	۰/۲۶۶	۰/۳۳۵	۰/۱۶۲	۰/۵۷۷	
جنس فرزند متولد شده	-۰/۱۵۸	۰/۰۵۴	-۰/۱۶۶	۰/۰۴۵	
وجود فرزند ناهنجار	۰/۸۸۶	۰/۰۰۰	۰/۹۳۴	۰/۰۰۰	
رتبه تولد یا حاملگی	۰/۰۷۱	۰/۸۳۹	-۰/۰۲۱	۰/۹۵۱	
مجذور رتبه تولد یا حاملگی	-۰/۰۲۹	۰/۴۳۰	-۰/۰۱۹	۰/۵۷۶	
تعداد سقط	۰/۰۲۶	۰/۹۳۳	۰/۰۳۵	۰/۹۱۳	
مجذور تعداد سقط	۰/۰۲۷	۰/۶۰۴	۰/۰۲۴	۰/۶۳۵	
تعداد فرزندان زنده	۰/۰۰۵	۰/۹۸۶	۰/۴۲	۰/۸۹۶	
مجذور تعداد فرزندان زنده	۰/۰۲۴	۰/۵۴۳	۰/۰۱۹	۰/۶۰۳	
محل سکونت	-۰/۰۶۲	۰/۴۳۳	-۰/۰۷۶	۰/۳۳۹	
نوع زایمان	-۱/۰۲۲	۰/۰۰۰	-۱/۰۱۳	۰/۰۰۰	
دوقلو زائی	۰/۶۹۷	۰/۰۰۷	۰/۶۷۱	۰/۰۱۰	
سه قلو زائی	۰/۰۵۹	۰/۰۱۰	۰/۱۲۱	۰/۷۲۲	
مقدار ثابت	۶۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۹۰	۰/۰۰۰	
مقدار آماره Deviance	۷۶/۱		۸۴/۴		

روش رایج جهت مدل بندی و تعیین عوامل مؤثر بر مقادیر مدت اقامت بیماران بر اساس متغیرهای دیگر استفاده از روشهای تعمیم یافته آماری (GLM) بر اساس مدل های مختلف آماری است. در این مطالعه علاوه بر مدل بندی با استفاده از این روشها و مدل های خاص تغییر یافته ($ZTNB, ZTP$) یک مدل خاص با استفاده از تغییر متغیر مقادیر مدت اقامت مادران (کم کردن مقدار یک از این مقادیر) پرداخته شد.

نتایج بدست آمده از بکار بردن مدل های GLM نشان داد که با توجه به کمتر بودن مقدار آماره $Deviance$ مدل دوجمله ای منفی و رگرسیون حاصل از آن بهترین مدلی است که مقادیر مدت اقامت مادران را تبیین می کند، با استفاده از این مدل وجود فرزند ناهنجار اثر مستقیم (با استفاده از علامت این متغیر در جدول شماره ۲) بر روی مقادیر اقامت مادران دارد و وجود فرزند ناهنجار باعث افزایش مدت اقامتی بطور متوسط $3/1$ روز برای مادران در بیمارستان پس از زایمان شده است، نوع زایمان نیز بر روی مقادیر فوق تاثیر داشته و زایمان سزارین باعث افزایشی معادل $2/5$ روز بطور متوسط گردیده است. دوقلو زائی نیز ارتباط معنادار آماری با مقادیر مدت اقامت داشته و باعث افزایشی معادل 2 روز بطور متوسط بر روی مدت زمان اقامت مادران است. در صورتیکه از مدل های شمارشی بریده شده در نقطه صفر پواسنی و دوجمله ای منفی ($ZTP, ZTNB$) و مدل های شبه پیوسته (جدول شماره ۳) استفاده کنیم مدل بریده شده در نقطه صفر دوجمله ای منفی از مدل های دیگر مناسب تر می باشد (مقدار آماره $Deviance$ مدل از بقیه کمتر می باشد). با استفاده از این مدل علاوه بر متغیرهای بیان شده مدل دوجمله ای منفی، متغیرهای سن و توان دوم سن و سه قلو زائی نیز عوامل مؤثر بر مدت اقامت مادران می باشند. هر چقدر سن مادران کمتر بوده است مدت زمان اقامت بیشتری را در بیمارستان داشته اند و سه قلو زائی باعث افزایشی معادل $1/02$ روز بطور متوسط شده

است. با استفاده از آزمون نیکوئی برازش این مدل یک مدل معنادار در تبیین مقادیر مدت اقامت مادران و تبیین عوامل معنادار است، در مطالعات انجام شده در خصوص مدل بندی مدت زمان اقامت بیماران کرائی بالا این مدل ها در تبیین مدت زمان اقامت بر اساس متغیرهای دیگر ذکر شده است (۱۶، ۱۷، ۲۶، ۲۷). در انتها نیز مدل خاص تعریف شده (کم کردن عدد ۱ از مقادیر مدت اقامت مادران) جهت تبیین مقادیر مدت اقامت مادران بکار برده شده است. وقتی این تغییر متغیر برای متغیر پاسخ صورت گرفته است مشاهده صفر روز اقامت دارای فراوانی نسبی زیاد گردیده ($0.58/1$) و بنابر این می توان از مدل های پیشرفته انباشتگی بیش از حد در نقطه صفر پواسنی (ZIP) و دوجمله ای منفی استفاده کرد. ($ZINB$) وقتی که این مدل ها جهت داده ها بکار برده می شوند، مدل دوجمله ای منفی (با انباشتگی بیش از حد انتظار صفر) مدل بهتری بوده و آزمون نیکوئی برازش آن نیز معنادار می باشد. با استفاده از این مدل ($ZINB$) متغیرهای سن، توان دوم سن، وجود فرزند ناهنجار متولد شده، نوع زایمان، دوقلو زائی و سه قلو زائی عوامل مؤثر در تبیین مدت زمان اقامت مادران در بیمارستان می باشند، علامت مثبت و منفی این ضرائب بعنوان اثر مستقیم و معکوس آنها می باشد (جدول شماره ۴). مناسب بودن مدل های $ZIP, ZINB$ در تبیین و جدا سازی مشاهده بیش از حد صفر در مطالعات بهداشتی و پزشکی بسیاری بیان گردیده است (۱۲، ۱۶، ۲۳، ۲۶). بنابراین وقتی مدل خاص تغییر یافته شده جهت مشاهدات تعریف گردید (مدل ابتکاری)، مدل دوجمله ای منفی با انباشتگی بیش از حد صفر بسیار مناسب مقادیر متغیر پاسخ را بر اساس متغیرهای دیگر تبیین نمود. پس با تغییر متغیر ساده ای به جای استفاده از مدل های بریده شده در نقطه خاص پواسنی و دوجمله ای که برآورد پارامترهای این مدل ها بسیار پیچیده هستند، می توان از مدل های پواسنی و دوجمله ای منفی با انباشتگی بیش از حد صفر استفاده نمود، این مطلب تا به حال در مطالعات انجام شده در

خصوصاً در حالت‌هایی که مقادیر متغیر پاسخ حالت خاص دارند (واریانس متغیر پاسخ شمارشی کمتر از میانگین این متغیر باشد، انباشتگی بیش از حد مقدار مشاهده شده صفر، شامل صفر نبودن مشاهدات مورد نظر) را پیشنهاد می‌کنیم.

مورد این مدل‌ها بیان نشده است. در مطالعات انجام شده قبلی بیشتر به ناشناخته بودن عوامل مؤثر در افزایش یا کاهش مدت زمان اقامت مادران در بیمارستان اشاره شده است (۲۳). در انتها کاربرد مدل‌های پیشنهادی در این مقاله را برای داده‌های متغیر پاسخ شمارشی و مدل بندی آنها بر اساس متغیرهای مستقل دیگر را در مطالعات بهداشتی و پزشکی

References

1. Udom NU, Betley CL. Effects of maternity-stay legislation on 'drive-through deliveries'. *Health Affairs*, 1998; 17:208-215
2. Shorten A. Obstetric early discharge versus traditional hospital stay. *Australian Health Review*, 1995; 18: 19-39
3. Solomon GL. Length of the hospital stay for mothers and newborns. *New England Journal of Medicine* 1996; 334:1134-39
4. Wang K, Kelvin K W Y, Lee AH. A zero-inflated Poisson mixed model to analyze diagnosis related groups with majority of same-day hospital stays. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2002; 68: 195-203
5. Bernard AM, Hayward RA, Rosevear J. Comparing the hospitalizations of transfer and nontransfer patients in an academic Medical Center. *Acad Med*. 1996; 71: 262-271
6. Silberbach M, Shumaker D, Menash V. Predicting hospital charge and length of stay for congenital heart disease Surgery. 1996; 72: 985-63
7. Wolfe MW, Roubin GS, Schweiger M. Length of hospital stay and complications after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation*, 1995; 92: 311-319
8. Lave JR, Frank RG. Factors affecting Medicaid patients length of stay in psychiatric units. *Health Care Financing Review*, 1998; 10:57-66
9. Melfi C, Holleman E, Arthur D. Selecting a patient characteristics index for the prediction of medical outcomes using administrative claims data. *Clinical Epidemiology*. 1995; 48: 917-26
10. Bender JA, McGuire TE. A focussed look at the L3H3 exception policy. In: Hofdijk J, editors. *Proceedings of Patient Classification System/Europe*, 11th Working Conference. Oslo, 1995; pp: 266-277
11. Palmer G, Aisbett C. Defining and paying for outliers: an evidence-based clarification of conceptual issues. In: Hofdijk J, editors. *Proceedings of Patient Classification System*, 12th Working Conference. Sydney, 1996; pp: 12-21
12. Cameron C and Trivedi P. *The Analysis of Count Data*. New York: Cambridge University Press, 1998: 58-77
13. Zelterman D. *Discrete distributions: applications in health*. New York: John Wiley, 2004: 141-161
14. Xio W, Xio M. A mixed Poisson Model and its application to attribute testing data of Microelectron and Reliability. 1996; 36(2):133-40

15. Xio J, Lee A, Vemura S. Mixture distribution analysis of length of hospital stay for efficient funding, of Socio-economic Planning Sciences 1999; 33: 39-59
16. Christopher JW, Zorn W. Evaluating zero-inflated and hurdle Poisson specifications. Midwest Political Science Association, 1996; 18(20): 1-16
17. Lee AH, Wang K, Yau KKW. Truncated negative binomial mixed regression modeling of ischaemic stroke hospitalizations. Statistics in Medicine, 2003; 22: 1129-1139
18. Lee AH, Xiang L, Fung WK. Sensitivity of score tests for zero-inflation in count data. Statistics in Medicine, 2004; 23: 2757-69
19. Yau KKW, Wang K, Lee AH. Zero-inflated negative binomial mixed regression modeling of over-dispersed count data with extra zeros. Biometrical 2003; 4:437-452
20. Min Y, Agresti A. Modeling nonnegative data with clumping at zero: a survey of the Iranian Statistical Society, 2002; 1: 7-35
21. Cousul PC, Famoye F. Generalized Poisson regression model. Communications in Statistics: Theory and Method, 1992; 21(1): 89-109
22. Cameron C, Johansson P. Count data regression using series expansions: with applications of Applied Econometrics 1997; 12:203-223
23. Persson EK, Dykes AK. Parents' experience of early discharge from hospital after birth in Sweden. Midwifery, 2002; 18: 53-60
24. Winterburn S, Fraser R. Does the duration of postnatal stay influence breast-feeding rates at one month in women giving birth for the first time? A randomized control trial. Advanced Nursing 2000; 32(5): 1152-1157
25. Rice PL, Naksook C, Watson LE. The experiences of postpartum hospital stay and returning home among Thai mothers in Australia. Midwifery, 2000; 15(1): 47-57
26. Dietz E, Boehning D. On estimation of the Poisson parameter in zero-modified Poisson models. Computational Statistics & Data Analysis, 2000; 34: 441-459
27. Xio T, Aickin M. A truncated Poisson regression model with application to occurrence of adenomatous polyps. Statistics in Medicine, 1997; 16: 1845-1857