

ارائه روش پایش کیفیت عملکرد کادر درمانی، مبتنی بر رگرسیون تحلیل بقا

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸۰۸۰۱۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸۰۱۰۱۸

چکیده

امروزه کاهش مخاطرات و ارائه خدمات باکیفیت در سیستم‌های سلامت و درمان برای محققان مهم می‌باشد. استفاده از ابزارهای کنترل کیفیت در ارزیابی کیفیت درمان بیماران در سال‌های اخیر توجه محققین این حوزه را به خود جلب کرده است. پژوهشگران با روش‌های مختلف، سعی در پایش زمان بقای بیماران داشته‌اند. نمودارهای کنترل روند عملکرد فرآیند را در طول زمان به وضوح نشان داده و مدیران و کارکنان را قادر می‌سازد تا با تشخیص نوسانات عام و خاص یک ارزشیابی منطقی و درست از عملکرد فرآیند بعمل آورند. در مقابل تلاش‌های فراوانی که بر روی پایش عملکرد جراحی قلب انجام شده است، توجه چندانی از سوی محققین این حوزه به پایش عملکرد کادر درمانی مبتنی بر رگرسیون تحلیل بقا نشده است. در این پژوهش سعی شده است با ورود به فضای خدمات درمانی، مدت زمان بقای بیماران به عنوان یک مشخصه کیفی در نظر گرفته می‌شود و ریسک ناشی از هر بیمار و عملکرد کادر درمانی بر اساس روش رگرسیون زمان شکست تسریع یافته تعدیل می‌گردد. سپس یک نمودار کنترل جمع تجمعی پیشنهاد شده است. عملکرد روش پیشنهادی با استفاده از شبیه‌سازی و بر اساس متوسط طول دنباله در دو حالت عدم و حضور سانسور شدگی در نظر گرفته شده است. این بررسی، مطالعه موردی بر روی داده‌های حاصل از عملکرد جراحی قلب در یک مرکز جراحی قلب در شهر کرمانشاه انجام شده است

واژگان کلیدی:

جایزه ملی کیفیت ایران، نتایج کلیدی عملکرد، مدل‌های تعالی، تحلیل مسیر

۱ مقدمه

عامل مهم در نظر بگیرند و سعی در سنجش و کنترل آن در حد مطلوب داشته باشند. کیفیت ویژگی‌ها و مشخصاتی از یک محصول یا خدمت است که در رضایتمندی مشتری در تامین نیازهایش سهم دارد که این تعریف را می‌توان در سیستم‌های حوزه سلامت نیز مورد استفاده قرار داد. بهبود کیفیت در سیستم‌های حوزه سلامت از اهمیت بیشتری نسبت به صنعت برخوردار است. امروزه یکی از مفاهیم اساسی در سیستم‌های سلامت، حفظ ایمنی بیمار است، چرا که این سیستم‌ها با جان افراد در ارتباط هستند و وجود نوسانات نامطلوب در تشخیص‌های پزشکی علاوه بر منحرف نمودن مسیر درمان و طولانی شدن دوره‌ی آن، منجر به افزایش هزینه‌های خدماتی، آسیب روحی بیمار و از همه مهم‌تر به خطر افتادن ایمنی بیمار می‌شود. هرچه زمان تشخیص کوتاه‌تر باشد، امکان پیشگیری، مقابله با بیماری، درمان و کنترل آن در سطوح شدت پایین، آسان‌تر خواهد بود. امروزه در بسیاری از کشور های جهان از جمله کشور ما به دلیل پایین بودن فرهنگ عمومی در زمینه آشنایی با عوامل خطرزای بیماری های قلبی عروقی و عدم رعایت اصول پیشگیری از این بیماری

یکی از شاخه های آمار که در دهه‌های اخیر بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته است و کاربرد زیادی در بسیاری از علوم به خصوص در پزشکی، کشاورزی، اقتصاد پزشکی، کشاورزی، اقتصاد، کامپیوتر، جمعیت‌شناسی و علم اجتماعی دارد، تحلیل بقا است که در علوم مهندسی به‌عنوان نظریه قابلیت اطمینان شناخته می‌شود. داده‌های بقا دارای ویژگی منحصر به فرد هستند که از جمله این ویژگی‌ها، می‌توان به پیروی نکردن از توزیع‌های نرمال و وجود سانسورشدگی در برخی از داده‌ها اشاره نمود. کنترل فرایند آماری و ابزارهای آن که یک ابزار پایش فرایند است، می‌تواند در پایش کیفیت سیستم‌های تولیدی مفید واقع شوند. از این رو محققان در سال‌های اخیر سعی داشته‌اند، روش‌های پایش کنترل کیفیت را در سازمان‌های حوزه سلامت مورد استفاده قرار دهند در گذشته بسیاری از مدیران سیستم‌های سلامت کیفیت را مسأله مربوط به حوزه پزشکی می‌دانستند. عواملی همچون گسترش سیستم‌های جدید درمانی و افزایش نرخ مرگومیر در اثر اشتباهات پزشکی باعث شد سازمان‌ها کیفیت را به‌عنوان یک

۱. کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران شمال، تهران، ایران

ها، بیماری های قلبی عروقی به عنوان یکی از مهم ترین عوامل تهدید کننده ی سلامت انسان ها شناخته شده است. اکثر بیماری های قلبی و عروقی با اصلاح عوامل خطر رفتاری مانند استعمال دخانیات، رژیم غذایی ناسالم و افزایش وزن و چاقی و همچنین انجام فعالیت جسمانی می توان از آنها پیشگیری کرد. افراد مبتلا به بیماری های قلبی و عروقی و یا کسانی که در معرض خطر بیماری های قلبی و عروقی (با توجه به وجود یک یا چند عامل خطر مانند فشار خون بالا، دیابت، افزایش چربی خون و ...) هستند، نیاز به تشخیص زود هنگام و استفاده از مشاوره و خدمات پزشکی مناسب جهت پیشگیری از این بیماریها را دارند. همچنین با توجه به کاهش سن بروز در افراد و مرگ و میر بیش تر این بیماری در سنین پایین، هزینه بیشتری بر جامعه تحمیل می گردد. شناخت و تعدیل عوامل خطر ابتلا به این بیماری ها نقش مهمی در کاهش عوارض و مرگ و میر ناشی از آنها دارد. لذا ارائه مدلی در جهت مقابله با خطا یا خطاهای احتمالی در فرایند، تشخیص و درمان بیماری در سیستم های سلامت، الزامی است. لذا قصد داریم در این پژوهش جهت کاهش نرخ مرگ و میر ناشی از عمل جراحی بیماران قلبی رویکرد اجرایی جدیدی مبتنی بر پایش عملکرد پزشکان در یک مرکز جراحی قلب ارائه دهیم.

با توجه به اینکه این فرایندها با سلامتی انسان ها سرو کار دارند، کوچکترین انحراف از حالت طبیعی می تواند منجر به خسارت جبران ناپذیری برای افراد و جامعه شود. شناسایی و حذف علل اختصاصی از مهمترین وظایف مهندسی سلامت است. هرچه زمان تشخیص کوتاه تر باشد، امکان پیشگیری، مقابله با بیماری، درمان و کنترل آن در سطوح شدت پایین، آسانتر خواهد بود. سالیانه مرگ و میر ناشی از عمل جراحی قلب بسیار زیاد است. بنابراین ارائه مدلی در جهت مقابله با خطا یا خطاهای احتمالی در فرایند تشخیص و درمان بیماری در سیستم های سلامت، محققان را بر آن داشته تا رویکرد هایی را ارائه دهند که با استفاده از آنها مشخصه کیفی عملکرد پزشکان جراح قلب را پایش کنند و میزان مرگ و میر ناشی از عمل جراحی را کاهش دهند.

نمودارهای کنترل به دلیل جمع آوری تعداد زیادی نمونه با حجم کم، سادگی محاسبات مربوط به زیرگروه ها و تشخیص تغییرات غیر تصادفی، ارائه کننده ی یک وسیله پویا برای پایش فرایند ها می باشند. مهمترین ویژگی های نمودارهای کنترل

تشخیص، تحلیل و رفع نوسانات است. این نمودار های کنترل می توانند به عنوان یک ابزار قدرتمند برای تثبیت فرایند های مراقبت جراحی و بهبود نتایج پس از عمل و رضایت بیماران باشند. به همین دلیل استفاده از نمودارهای کنترل امری مهم و ضروری است. کنترل فرایند آماری به طور گسترده و با هدف پایش داده های قابلیت اطمینان، در فرایندهای تولیدی و خدماتی به منظور کنترل و بهبود کیفیت و بازدهی سیستم تولید و یا خدمات به کار گرفته می شود و همچنین به دنبال تشخیص تغییرات در فرایند از طریق به کارگیری نمودارهای کنترل می باشد که، بر روی عملکرد سیستم تاثیر می گذارند. غفلت از پایش کنترل مشخصه های کیفی، درحوزه صنایع تولیدی و خدماتی هزینه های شکست را به شدت افزایش می دهد، به همین دلیل با سرمایه گذاری بر روی هزینه های پیشگیری و ارزیابی می توانیم کل هزینه های کیفیت را بهبود بخشیم. در فرایندهای خدماتی ریسک فاکتورهای بیماران و همچنین مدت زمان بقای بیماران می توانند بر پایش عملکرد تاثیر بگذارند که از اهمیت زیادی برخوردارند و باید لحاظ شوند. درک لزوم پایش مشخصه های کیفی با ماهیت قابلیت اطمینان محققان را بر آن داشته است تا به ارائه و توسعه مدل ها و رویکردهای پایش چنین مشخصه هایی روی آورند. در بسیاری اوقات در نظر گرفتن متغیرهای کیفی تاثیرگذار امکانپذیر نبوده و یا اندازه گیری آنها با صرف وقت و هزینه بالایی قابل انجام است. این مسئله مستلزم بکارگیری روش های مناسب و مدلسازی رابطه بین ریسک فاکتورها و مدت زمان بقای بیماران را دارد، تا بتوانیم به طور مؤثر عملکرد پزشکان را پایش کنیم. چون داده ها از نوع قابلیت اطمینان هستند عموماً از توزیع خاصی پیروی میکنند و به دلیل محدودیت زمان و هزینه، تحت سانسور شدگی قرار می گیرند، باید رویکردی ارائه شود که نرخ مرگ و میر را کاهش دهد در غیر این صورت مدت زمان بقای بیماران کاهش پیدا می کند و متوجه این امر نمی شویم.

۲ مبانی نظری:

۲-۱ کنترل فرایند آماری:

کاربرد اصول و روش های آماری در تمامی مراحل طراحی، تولید، نگهداری و خدمات که با هدف برآورده ساختن

اقتصادی خواسته ها انجام می پذیرد، کنترل کیفیت آماری نامیده می شود. هدف اصلی کنترل فرایند آماری این است که، تغییرپذیری موجود در فرایند را که مورد انتظار نیست حذف کند. یکی از پرکاربردترین ابزار کنترل آماری فرایند نمودارهای کنترل هستند.

۲-۲ نمودار کنترل :

نمودارهای کنترل به طور وسیعی در صنایع تولیدی و سیستم های خدماتی، به منظور کنترل میزان تغییرات در یک و یا چند مشخصه کیفی و در نتیجه بهبود کیفیت مورد استفاده واقع می شوند. نمودارهای کنترل شوهارت معمولی، نمودار کنترل جمع تجمعی و نمودار میانگین متحرک موزون نمایی از پرکاربردترین نمودارهای کنترل، جهت پایش تنها یک مشخصه کیفی در کنترل فرایند آماری هستند.

۲-۳ فرایند چند مرحله ای:

بسیاری از فرایندهای واقعی تولیدی و خدماتی، دارای چندین مرحله کاری می باشند، به طوری که مشخصه های فنی محصول بتدریج و در طی چند مرحله کاری حاصل می شوند. به سیستم هایی که در آنها مشخصات کیفی و یا مشخصات فنی مورد نظر در یک محصول، پس از طی چند مرحله کاری تاثیر گذار بر هم، تحقق می یابد، سیستم ها و یا فرایندهای چند مرحله ای میگویند. در فرایندهای چند مرحله ای تغییر در مشخصه کیفی در هر یکی از مراحل می تواند ناشی از تغییر در مشخصه های کیفی در مراحل قبل باشد و نکته ی حائز اهمیت آن است که شرایط خارج از کنترل سریع تشخیص داده شوند (اسدزاده و همکاران ۲۰۰۸).

۲-۴ متوسط طول دنباله:

یکی از معیارهای ارزیابی عملکرد فرایند است. و عبارت است از متوسط تعداد نقاطی که باید روی نمودار کنترل ترسیم گردند تا یک نقطه خارج از حدود کنترل مشاهده شود.

۳ پیشینه پژوهش

اسدزاده و همکاران (۲۰۱۴) کاربرد مدل مخاطره متناسب کاکس و مدل های ناهمگونی (شکنندگی) به منظور کنترل فرایند های چند مرحله ای را پایش کردند. نمودارهای کنترل مبتنی بر مدل را برای مؤثر بودن داده های قابلیت

اطمینان در فرایندهای چند مرحله ای در نظر گرفتند، که در آن اثر ناهمگونی مشاهده شد. برای تطبیق چنین ناهمگونی در ارزش های اندازه گیری کیفیت خروجی، مدل مخاطره متناسب کاکس و مدل های ناهمگونی ادغام شدند و سه نمودار کنترلی جهت پایش پیشنهاد شد. یک نمودار کنترل یک طرفه بر اساس حد احتمال در راستای نمودارهای کنترل یک طرفه CUSUM و EWMA برای تشخیص وفاداری در داده های قابلیت اطمینان محصول ساخته شد. ساختار نمودارهای کنترل در حضور یک مکانیزم سانسور شدگی برای تطبیق نتایج سانسور شده مورد بحث قرار گرفت. یافته ها نشان می دهد که نمودار CUSUM نسبت به هم تاییان پایش بیشتری دارد، زیرا می تواند، تغییرات راسریعتر تشخیص دهد. علاوه بر این، مطالعه دقیق از سطوح مختلف سانسور شدگی، انجام شد. نتایج حاکی از آن است که انتخاب مدل مناسب بخشی ضروری از روش پایش است، که اشاره به اهمیت ویژگی خاصیت آبخاری در فرایندهای چند مرحله ای دارد.

اسدزاده و همکاران (۲۰۱۶) به پایش داده های قابلیت اطمینان با توزیع لگ نرمال سانسور شده در یک فرایند سه مرحله ای با استفاده از مدل رگرسیون زمان شکست تسریع یافته پرداختند. آنها، یک فرایند سه مرحله ای، که در مرحله اول با زمان شکست تسریع یافته (AFT)، در مرحله دوم با مشخصه کیفی مرتبط با قابلیت اطمینان و در مرحله سوم با توزیع لگ نرمال برای متغیرهای ورودی استفاده کردند.

سپس نمودارهای کنترل میانگین متحرک موزون نمایی و جمع تجمعی را برای پایش خروجی متغیرهای کیفی که سانسور شدگی در هر مرحله مربوط به داده های قابلیت اطمینان اتفاق می افتد، ارائه کردند. عملکرد نمودارهای پایش توسط شاخص متوسط طول دنباله بررسی شد. نتایج مطالعات و شبیه سازی تایید کرد که، نمودار کنترل جمع تجمعی قدرت تشخیص تغییرات بهتری نسبت به نمودار کنترل میانگین متحرک موزون نمایی دارد و مضاف بر اینکه، نمودار کنترل میانگین متحرک موزون نمایی فقط در نرخ بالای سانسور شدگی، عملکرد بهتری داشت.

اسد ایوبی و نیایکی (۲۰۱۶) به بررسی پایش زمان بقای بیماران در سیستم های جراحی با استفاده از یک مدل رگرسیون اصلاح شده زمان شکست تسریع یافته تعدیل ریسک شده مبتنی بر یک آزمون احتمال نسبت درست نمایی پرداختند.

آنها، یک نمودار کنترل کلی در فاز یک بر اساس مدل نقطه تغییر ارائه کردند. نتایج به شرایط بیمار توصیف شده در امتیاز پارسونت و متغیرهای مستقل عملیاتی دیگر مانند جراحان وابسته است. همچنین مدل پیشنهادی ارائه شده، نشان می‌دهد متغیر مستقل می‌تواند ناهمگونی داده‌ها را منعکس کند و برآورد پارامترهای مدل رگرسیون زمان شکست تسریع یافته تعدیل ریسک شده را بهبود بخشد و در نتیجه می‌تواند قدرت تشخیص نمودار کنترل پیشنهادی را افزایش دهد.

ونگ و همکاران (۲۰۱۷) نمودار کنترل جدید برای پایش صدک‌های ویبول تحت داده‌های کامل سانسور شده نوع دوم ارائه کردند. برای تبدیل توزیع ویبول به توزیع نرمال استاندارد آنها نمودارهای کنترل جمع تجمعی و میانگین متحرک موزون نمایی را بر اساس مقدار محوری برای پایش صدک‌های ویبول با داده‌های کامل ارائه کردند.

اسدزاده و بقایی (۲۰۱۸) به پایش روش‌های مبتنی بر مدل رگرسیون زمان شکست تسریع یافته استوار داده‌های قابلیت اطمینان در حضور داده‌های پرت پرداختند. مدل‌های رگرسیون زمان شکست تسریع یافته و رگرسیون استوار به منظور ارتباط دقیق بین متغیرها تلفیق شدند. روش رگرسیون استوار، به نام برآوردگر M ، جهت از بین بردن تاثیرات مخرب ناشی از داده‌های پرت مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه جهت پایش بهینه متغیر کیفی توزیع ویبول و متغیر کمکی موثر، یک نمودار کنترل جمع تجمعی جدید و دو نمودار کنترل میانگین متحرک موزون نمایی ارائه شد. عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی از طریق مطالعات شبیه سازی گسترده مورد ارزیابی قرار گرفت. که نتایج حاکی از آن است که نمودار کنترل جمع تجمعی نسبت به رقبای خود عملکرد بهتری دارد.

ژو و جسکه (۲۰۱۸) به پایش نمودار کنترل وزنی میانگین متحرک موزون نمایی سانسور شده نوع ۱ با استفاده از توزیع ویبول زمان بقا پرداختند. نمودار کنترل میانگین متحرک موزون نمایی، نمودار کنترل میانگین متحرک موزون نمایی استاندارد و نمودار کنترل جمع تجمعی که اخیراً به عنوان راه حل‌های جایگزینی برای مشکل پایش هستند، را مقایسه کردند. نتایج عددی و مطالعات نشان داد که هنگام سانسور شدگی نمودار WEWMA بهتر بوده و عملکرد قوی تری دارد.

۴ روش پژوهش:

در این پژوهش، ابتدا به بررسی و مدلسازی رابطه بین دو متغیر در یک فرایند خدماتی دو مرحله‌ای می‌پردازیم. به عنوان مثال: در این پژوهش، یک فرایند دو مرحله‌ای مدت زمان بقای بیماران در یک مرکز جراحی قلب که در قسمت‌های قبل توضیح دادیم، مورد بررسی قرار می‌دهیم. در مرحله اول با استفاده از ترکیب وزنی (امتیاز پارسونت)، میانگین وزنی عوامل تاثیر گذار بر روی بیماران را محاسبه می‌کنیم و تاثیر آنها را با استفاده از مدل رگرسیون زمان شکست تسریع یافته در مرحله دوم لحاظ می‌کنیم. سپس با توجه به ویژگی سانسور شدگی و تشکیل تابع درست نمایی و با در نظر گرفتن رابطه‌ی بین مشخصه‌های کیفی و به کارگیری مقادیر باقیمانده کاکس-اسنل، نمودار کنترل جمع تجمعی جدید را ارائه می‌دهیم. همچنین در ادامه عملکرد نمودار کنترل پیشنهادی توسط شبیه سازی‌های گسترده در نرم افزار متلب و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزار مینی تب، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ضمن معیار بررسی عملکرد نمودار کنترل پیشنهادی شاخص متوسط طول دنباله است. در انتها برای نشان دادن اجرای عملی نمودار کنترل پیشنهادی از یک مجموعه داده واقعی، در یک مرکز جراحی قلب بیمارستان واقع در شهر کرمانشاه استفاده خواهد شد.

۵ مدل پژوهش

در پژوهش پیش رو تعداد مراحل پایش در این فرایند برابر با دو است. بنابراین با یک متغیر خروجی روبه رو می‌شویم. در این پژوهش یک متغیر (X) تحت عنوان امتیاز پارسونت داریم که بر متغیر مدت زمان بقای بیمار (t) تأثیر می‌گذارد. در حقیقت امتیاز پارسونت یک ترکیب وزنی از ریسک فاکتورهای موثرمانند: فشار خون، دیابت، جنسیت و... در مرگ و میر می‌باشد.

متغیر مدت زمان بقای بیمار (t) از توزیع ویبول پیروی می‌کند. تابع بقای توزیع ویبول به قرار زیر است:

$$S(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^k\right)$$

که در آن $\kappa > 0$ پارامتر شکل و $\eta > 0$ پارامتر مقیاس می‌باشند.

همچنین ما در این پژوهش قصد داریم از روش مدل زمان شکست تسریع یافته AFT استفاده کنیم.

مدل رگرسیون زمان شکست تسریع یافته :

در این دسته از مدلها یک و یا چند عنصر از پارامترهای مدل به کمک تابعی از متغیرهای تاثیرگذار بیان می‌گردد. در حالت کلی، تابعی با شکل مشخص و اما یک یا چند پارامتر غیرمشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد. که نیاز است تا پارامترهای این تابع تخمین زده شوند.

برای استفاده از این مدل، معمولاً یکی از پارامترهای توزیع را که مرتبط با میانگین (در اینجا η می‌باشد) را به x های مراحل قبل ربط می‌دهیم. سپس داریم:

$$\eta = \exp(\beta_0 + \beta_1 x)$$

که β_0 و β_1 پارامترهای مدل رگرسیونی هستند. در ادامه η مربوط به این پژوهش در تابع چگالی احتمال و بقا ویبول به شرح زیر بازنویسی می‌شود:

$$f(t) = \frac{k}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \left(\frac{t}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \right)^{k-1} \exp \left(- \left(\frac{t}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \right)^k \right)$$

$$S(t) = \exp \left(- \left(\frac{t}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \right)^k \right)$$

حال می‌توانیم بردار پارامترهای تحت کنترل و خارج از کنترل توزیع ویبول مبتنی بر مدل را به ترتیب به شرح زیر نمایش دهیم:

$$\theta_{10} = (\kappa, \eta)$$

$$\theta_{11} = (\kappa, \nu \eta)$$

که در حالت خارج از کنترل ν ضریبی است که مقدار پارامتر η را تغییر می‌دهد و لذا امکان بررسی شیفت‌های مختلف را فراهم می‌کند. دلیل ایجاد شیفت در پارامتر η آن است که، شیفت در η تفسیر مشابه با شیفت در میانگین توزیع ویبول دارد. چرا که میانگین توزیع ویبول به قرار زیر است:

$$\mu = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\kappa} \right)$$

لذا واضح است که تغییر در η همانند تغییر در μ می‌باشد. طبق آن چیزی که در فصل ۴ عنوان خواهد شد با بررسی امتیاز پارسونت (x ها) و برازش مدل بر روی داده‌ها در مطالعه موردی نشان داده می‌شود که x ها از توزیع گاما پیروی

می‌کنند.

$X \sim \text{Gamma}$

۵-۲ ارائه نمودار کنترل پیشنهادی:

در این زیر بخش، رویکردهای پایش فرایند تحت دو سناریوی مختلف عدم حضور و حضور سانسورشدگی توسعه داده می‌شوند. بعد از تشکیل مدل رگرسیون زمان شکست تسریع یافته برای توجیه ناهمگونی موجود در مقدار متغیر خروجی بنا نهادن نمودارهای کنترل برای تشخیص شیفت‌های کاهش مدت زمان بقای مورد توجه قرار می‌گیرد. جهت حذف تاثیر مراحل قبل در مرحله حاضر باید باقیمانده‌ها را پایش کرد و بسته به اینکه مشخصه کیفی مد نظر از چه توزیعی پیروی می‌کند از توزیع‌های مختلف استفاده نمود. روش پایش نمودار کنترل پیشنهادی بر اساس مقادیر خاصی با عنوان باقیمانده‌های کاکس-اسنل استوار می‌باشند.

باقیمانده کاکس-اسنل به شکل رابطه زیر تعریف می‌شوند:

$$r_i = H_i = -\log(S_i) = \left(\frac{t}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_i)} \right)^k$$

که H_i و S_i به ترتیب تابع مخاطره تجمعی و تابع بقای مشاهده i ام می‌باشند. لالس (۲۰۰۳) نشان داده است که r_i ها دارای توزیع نمایی با میانگین یک ($\lambda=1$) می‌باشند. لازم به ذکر است که این فارغ از این مسئله است که توزیع و شکل تابع بقا به چه صورت است. بدین مفهوم که:

$$r_i \sim \exp(\lambda = 1)$$

$$g(r) = \lambda e^{-\lambda r} = e^{-r}$$

$$G(r) = 1 - e^{-\lambda r} = 1 - e^{-r}$$

که g تابع چگالی احتمال باقیمانده‌ها و G تابع توزیع تجمعی برای مقادیر باقیمانده‌ها می‌باشند. همچنین تابع بقا برای مقادیر باقیمانده به شرح زیر می‌باشد:

$$S(r) = e^{-\lambda r} = e^{-r}$$

نکته ی مهم قبل از ارائه رویکرد پایش پیشنهادی این است که ما قصد داریم شیفت‌های کاهش در مدت زمان بقای بیمار (t) را کشف کنیم که طبق آنچه در قبل گفته شد از توزیع ویبول پیروی می‌کند. اما در عمل آماره ی ما باقیمانده کاکس-اسنل است و دیگر پیرو توزیع ویبول نیست پس باید در ابتدای امر رابطه ی بین توزیع ویبول و توزیع نمایی را

پیدا کنیم که اگر شیفتی در توزیع ویبول داده شد و ضریب کاهش پیدا کرد، بدانیم تاثیر شیفت‌ها به چه ترتیب بر روی r_i ها اعمال شود. با توجه به این مهم می‌توان نشان داد که اگر داده‌های مدت زمان بقای بیماران t ما تحت شیفت ضریبی به عنوان (v) قرار بگیرد آنگاه میانگین باقیمانده های کاکس-اسنل تحت شیفت (v^*) قرار خواهند گرفت.

$$E(r) = (v)^k$$

حال به ارائه رویکرد پایش پیشنهادی مبتنی بر نمودار کنترل جمع تجمعی می‌پردازیم.

نمودار کنترل جمع تجمعی بطور وسیعی در صنعت‌های مدرن برای مشاهده تغییرات فرایند شیفت‌های میانگین استفاده می‌شود. نمودار کنترل جمع تجمعی با رسم جمع های تجمعی مربوط به انحرافات مقادیر نمونه از مقدار هدف، کلیه اطلاعات موجود در نمونه‌ها را استفاده می‌کند. در خطوط تولید صنعتی نمودار کنترل جمع تجمعی به وفور برای کنترل میانگین یک مشخصه کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اساس کار نمودار کنترل جمع تجمعی پایش انحراف های مشخصه های انفرادی یا میانگین زیرگروه‌ها (\bar{r}_i) مقدار هدف از قبل تعیین شده است. در واقع نمودار کنترل جمع تجمعی در طول زمان این انحراف‌ها را جمع و به صورت گرافیکی نشان می‌دهد. میزان بالای حساسیت در نمودار کنترل جمع تجمعی باعث می‌شود مدت زمانی که صرف کشف انحراف های کوچک می‌شود خیلی کمتر از مدت زمانی باشد که در روش های دیگر منتظر می‌مانیم تا هشدار خارج از کنترل صادر شود.

نمودار کنترل دو طرفه CUSUM بر اساس دو آماره جمع تجمعی زیر استوار است:

$$c_i^+ = \max(0, c_{i-1}^+ + w_i)$$

$$c_i^- = \min(0, c_{i-1}^- - w_i)$$

رویکرد پایش پیشنهادی، بر بکارگیری نمودار کنترل جمع تجمعی CUSUM استوار است. همانطور که پیشتر بیان شد، به دنبال کشف شیفت‌های کاهشی در مدت زمان بقای بیماران هستیم، اما با توجه به اینکه هرچقدر میانگین توزیع ویبول کاهش پیدا کند به طور متناظر میانگین توزیع نمایی افزایش پیدا می‌کند در اینجا در حقیقت (میانگین باقیمانده کاکس-اسنل) لذا به دنبال آن هستیم که از آماره افزایشی در نمودار CUSUM استفاده کنیم.

آماره CUSUM به شرح زیر است:

$$C_i = \max(0, c_{i-1} + w_i) \quad i = 1, 2, \dots$$

$$C_0 = 0$$

ارائه رویکرد پیشنهادی در حالت عدم حضور سانسور شدگی: در این قسمت به ارائه رویکرد پایش پیشنهادی در عدم حضور سانسور شدگی می‌پردازیم. در این حالت w_i ، امتیاز نمودار کنترل جمع تجمعی می‌باشد و به صورت رابطه ی زیر تعریف می‌گردد:

$$w_i = \ln \frac{L_1}{L_0} = \ln \frac{g_1}{g_0} = \ln \frac{g(r_i | \lambda_1)}{g(r_i | \lambda_0)}$$

در این شرایط توابع چگالی به صورت زیر تعریف می‌گردند:

$$g_1 = \lambda_1 e^{-\lambda_1 r}$$

$$g_0 = \lambda_0 e^{-\lambda_0 r}$$

که در آن ها λ_0 و λ_1 به ترتیب مقادیر خارج از کنترل و تحت کنترل از پیش تعیین شده برای پارامترهای مرتبط با باقیمانده های کاکس-اسنل هستند و همچنین مقدار λ_0 برابر با یک است و با جایگذاری وساده سازی تابع درست نمایی داریم:

$$w_i = \ln \left(\frac{\lambda_1 e^{-\lambda_1 r_i}}{\lambda_0 e^{-\lambda_0 r_i}} \right) = \ln(\lambda_1 e^{-\lambda_1 r_i + r_i}) \ln(\lambda_1 e^{(1-\lambda_1)r_i}) \ln \lambda_1 + (1 - \lambda_1)r_i$$

$$w_i = \ln \lambda_1 + (1 - \lambda_1)r_i$$

با جایگذاری در آماره CUSUM داریم:

$$C_i = \max(0, C_{i-1} + \ln \lambda_1 + (1 - \lambda_1)r_i)$$

$$C_i = \max \left(0, C_i + \ln \frac{1}{(v)^k} + \left(1 - \frac{1}{(v)^k} \right) r_i \right)$$

مقدار آماره CUSUM بر روی این نمودار کنترل باید ترسیم گردد که دارای یک حد کنترل بالا UCL است. حال این نمودار کنترل زمانی هشدار خارج از کنترل می‌دهد، که مقدار آماره ی آن از یک حد کنترل بالا UCL مشخص شده بیشتر شود. این حد کنترل از طریق شبیه سازی به گونه ای تعیین می‌شود. که به مقدار متوسط طول دنباله تحت کنترل مشخصی برسیم که در فصل بعد در ارتباط با به دست آوردن متوسط طول دنباله و مطالعات شبیه سازی صحبت خواهد شد.

ارائه رویکرد پیشنهادی در حضور سانسور شدگی:

در این مرحله داده‌ها تحت سانسور شدگی قرار می‌گیرند. بدین مفهوم که مقادیر متوسط طول عمر بیماران بعد از رسیدن به مقدار مدنظر سانسور می‌گردند. به عنوان مثال در مطالعه موردی خواهیم دید که بیماران تا ۲۱ روز مورد پایش قرار

گرفته اند و بعد از آن اطلاعاتی از وضعیت مرگ و میر یا بقا بیماران در دسترس نیست این بدان مفهوم است که داده‌های ما در روز ۲۱ سانسور می‌شوند.

حال در این شرایط متغیری به شرح زیر تعریف می‌گردد:

$$Z_i = \min(t_{i,c})$$

با توجه به آنکه داده‌های t_i در c سانسور می‌شوند به طور مشابه مقادیر باقیمانده های کاکس-اسنل در C' سانسور می‌شوند که داریم:

$$C' = -\log(S_i(c))$$

همچنین مقدار تابع درست‌نمایی در این حالت دستخوش تغییرات زیادی می‌شوند و برای مشاهده i ام به صورت زیر خواهد بود:

$$L = (g)^{\delta_i} (1-G)^{1-\delta_i}$$

حال متغیر Z_i به شرح زیر تغییر می‌کند:

$$Z_i = \min(r_i, c')$$

همچنین داریم:

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & r_i \leq c' \\ 0 & r_i > c' \end{cases}$$

بعد از تشکیل تابع درست‌نمایی متناسب با شرایط مسئله، طراحی نمودار کنترل CUSUM مورد توجه قرار می‌گیرد. آماره CUSUM از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C_i = \max(0, c_{i-1} + w_i) \quad i = 1, 2, \dots \\ C_0 = 0$$

برای به دست آوردن امتیاز نمودار کنترل جمع تجمعی (w_i) داریم:

$$w_i = \ln \frac{L_1}{L_0} = \ln \frac{(g_1)^{\delta_i} (1-G_1)^{1-\delta_i}}{(g_0)^{\delta_i} (1-G_0)^{1-\delta_i}}$$

که در این رابطه:

$$w_i = \ln \frac{(\lambda_1 e^{-\lambda_1 r_i})^{\delta_i} (e^{-\lambda_1 c'})^{1-\delta_i}}{(\lambda_0 e^{-\lambda_0 r_i})^{\delta_i} (e^{-\lambda_0 c'})^{1-\delta_i}}$$

در محاسبه و ساده‌سازی رابطه‌ها، به صورت زیر خلاصه می‌شود:

$$w_i = \ln(\lambda_1 e^{-\lambda_1 r_i + r_i})^{\delta_i} (e^{-\lambda_1 c' + c'})^{1-\delta_i}$$

حال مقدار آماره CUSUM بر روی این نمودار کنترل باید ترسیم گردد که دارای یک حد کنترل بالا UCL است. این نمودار کنترل زمانی هشدار خارج از کنترل می‌دهد، که مقدار آماره Y آن از حد کنترل بالا UCL مشخص شده بیشتر شود این حد کنترل از طریق شبیه سازی به گونه ای تعیین می‌شود که به مقدار متوسط طول دنباله تحت کنترل مشخصی برسیم

که در فصل بعد در ارتباط با به دست آوردن متوسط طول دنباله و مطالعات شبیه سازی صحبت خواهد شد.

۵-۳ ارزیابی عملکرد نمودار کنترل پیشنهادی و انجام مطالعه موردی

۹-۱ تخمین پارامترهای مدل:

همانطور که پیداست هدف از این بخش بررسی عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی بوده تا مشخص گردد که کدام روش پایش در کشف سیگنال بهتر عمل میکند. در این پژوهش، معیار ارزیابی شاخص متوسط طول دنباله ARL می‌باشد. متوسط طول دنباله متداولترین معیار برای مقایسه قدرت کشف نمودار های کنترل می‌باشد. در حقیقت متوسط طول دنباله، متوسط تعداد نقاطی است که بر روی نمودار کنترل ترسیم می‌گردد تا یک هشدار دریافت گردد. نکته آخر اینکه در تمام نمودار های کنترل حد بالای کنترل UCL به صورتی تعیین شده است که به متوسط طول دنباله حدود ۲۰۰ برسیم.

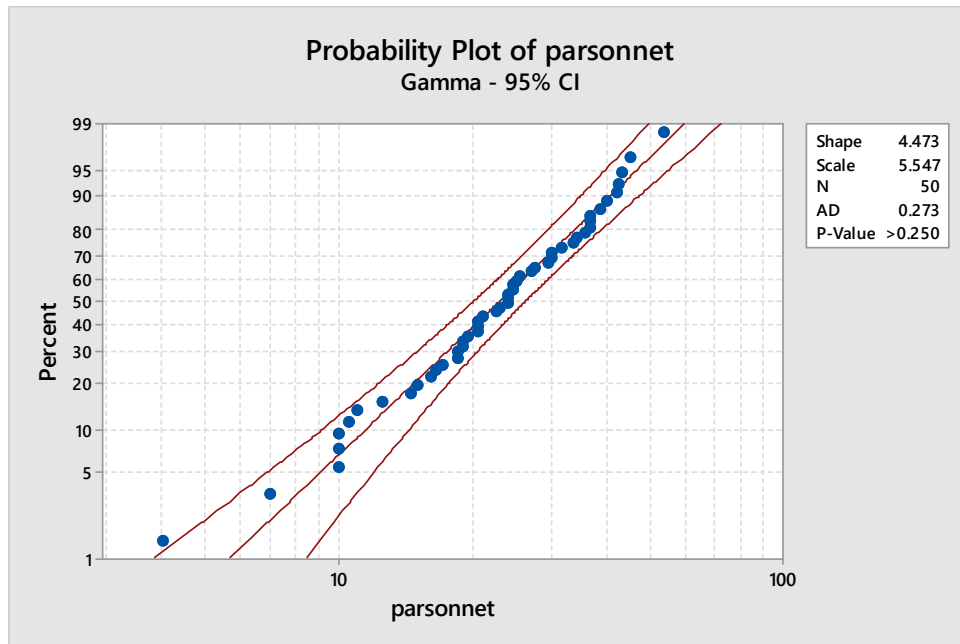
همچنین برای ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی از ۹۵ داده به دست آمده از زمان بقای بیماران پس از عمل جراحی قلب، از یک بیمارستان در شهر کرمانشاه استفاده کردیم، که امتیاز پارسونت و مدت زمان بقای بیماران با توجه به سیاست و روال کاری بیمارستان سانسور می‌شوند. داده‌ها مربوط به بیمارانی هست که تحت عمل جراحی قرار گرفتند و تا ۲۱ روز بعد از عمل جراحی اطلاعات در ارتباط با بقا یا مرگ آنها ثبت شده است اگر بقا بیماری تا ۲۱ روز باشد، عدد ۲۱ مقابل آن ثبت می‌شود. در حقیقت بر روی عدد ۲۱ سانسور می‌شوند و اگر قبل از ۲۱ روز اطلاعاتی از مرگ و میر بیماران به دست آمد عدد دقیق آن ثبت می‌گردد.

حال ما این ۹۵ داده را در دو فاز مورد بررسی قرار می‌دهیم. در فاز اول، از ۵۰ داده و در فاز دوم از ۴۵ داده دیگر استفاده می‌کنیم.

در فاز اول از ۵۰ داده به منظور برآورد پارامترها و به دست آوردن حدود کنترل استفاده می‌کنیم. نرم افزار مورد استفاده در فاز اول مینی تب است.

این ۵۰ داده به صورت زوجی، شامل: داده‌های امتیاز پارسونت و مدت زمان بقاها هستند. ابتدا برای تخمین پارامترها می‌خواهیم داده‌های امتیاز پارسونت را مورد بررسی قرار دهیم

تا متوجه این امر شویم که از چه توزیعی پیروی میکنند. لذا در این مرحله فقط تمرکز روی داده‌های پارسونت است.



شکل ۱: نمودار احتمال برای ۵۰ داده مرتبط با امتیاز پارسونت

با توجه به نمودار بالا، آماره این آزمون $P\text{-value} > 0.25$ و آزمون فرض زیر:

$$\begin{cases} H_0 & \text{داده‌ها از توزیع گاما پیروی می‌کنند} \\ H_1 & \text{داده‌ها از توزیع گاما پیروی نمی‌کنند.} \end{cases}$$

بدین معنی است که فرض H_0 رد نمی‌شود و توزیع گاما بهترین توزیع برای برازش بر روی مقادیر پارسونت X ما است. با توجه به ۵۰ داده مرتبط با امتیاز پارسونت در فاز اول دو پارامتر شکل و مقیاس مرتبط با توزیع گاما به شرح زیر است: $a = 4.473$ پارامتر شکل و $b = 5.547$ پارامتر مقیاس.

در قدم دوم با توجه به تابع بقا توزیع ویبول:

$$S(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}\right)^\kappa\right)$$

باید پارامترهای رگرسیون β_0 و β_1 و مقدار κ را برای مشخصه کیفی خروجی در حقیقت مدت زمان بقای بیماران به دست آوریم.

در این قسمت با توجه به ۵۰ داده زوجی که داریم باید به مدلسازی و برآورد ضرایب مدل AFT پردازیم که در این رابطه پارامتر κ و پارامترهای رگرسیون با استفاده از نرم افزار مینی تب به شرح زیر می‌باشد:

Regression with Life Data: survival versus parsonnet

Response Variable: survival

Censoring

Censoring Information Count

Uncensored value 6

Right censored value 44

Censoring value: $C7 = c$

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Relationship with accelerating variable(s): Linear

Regression Table

Predictor	Coef	Standard Error	Z	P	95.0% Normal CI	
					Lower	Upper
Intercept	11.6804	2.85518	4.09	0.000	6.08430	17.2764
parsonnet	-0.203303	0.0631224	-3.22	0.001	-0.327021	-0.0795858
Shape	1.13520	0.382578			0.586414	2.19755

Log-Likelihood = -24.107

ARL، تحت کنترل در حدود عدد ۲۰۰ به دست بیاید. شیفیت در داده‌ها را با v' نشان می‌دهیم و هر جا مقدار v' برابر با یک باشد بدین معناست که شیفیتی صورت نگرفته است. در ادامه ابتدا شیفیت v' را ۱ قرار می‌دهیم و آنقدر حد کنترل بالا UCL را تغییر می‌دهیم تا متوسط طول دنباله ARL حدوداً به عدد ۲۰۰ برسد. بعد از آنکه UCL را به دست آوردیم، v' را در شیفیت‌های بعدی قرار داده و مقادیر ARL و Standard Error را ثبت می‌کنیم.

۴-۵-۱ تحلیل ارزیابی عملکرد نمودار کنترل در حضور و عدم حضور سانسورشدگی:

در این بخش نمودار کنترل پیشنهادی بر اساس معیار متوسط طول دنباله و خطای استاندارد در حضور سانسورشدگی و عدم حضور سانسورشدگی تحت شیفیت‌های افزایشی ارزیابی شد و نتایج در جداول زیر ثبت گردید.

که بر طبق جدول بالا داریم:

مقادیر $\beta_0 = 11.6804$ ، $\beta_1 = -0.203303$ و $\kappa = 1.35520$ می‌باشند. همچنین نتایج جدول (۴-۱) نشان می‌دهد از این ۵۰ داده، ۴۴ داده سانسور شده‌اند و ۶ داده سانسور نشده‌اند که با توجه به عدد ۲۱ به عنوان حد سانسورشدگی، ما در این مجموعه ی بیمارستانی که مورد بررسی قرار دادیم تقریباً با ۸۸٪ سانسورشدگی مواجه شدیم.

۴-۵-۲ ارزیابی عملکرد طی مطالعات شبیه سازی:

در این زیر بخش به بررسی عملکرد نمودار کنترل پیشنهادی فارغ از مطالعه موردی می‌پردازیم. بعد از آنکه توسط نرم افزار مینی تب برآورد پارامترها را به دست آوردیم، حال یک نمودار کنترل جمع تجمعی CUSUM طراحی می‌کنیم. طبق آنچه که در فصل گذشته توضیح دادیم، به دنبال کشف شیفیت‌های افزایشی هستیم پس یک نمودار کنترل جمع تجمعی یک طرفه می‌بایست طراحی شود.

در کل مطالعات شبیه سازی به کمک نرم افزار متلب، در ابتدا مقادیر حدود نمودار کنترل UCL با ۱۰۰۰۰ بار تکرار شبیه سازی، به گونه ای تعیین می‌شود که متوسط طول دنباله



جدول ۲. مقادیر متوسط طول دنباله و خطای استاندارد نمودار کنترل جمع تجمعی پیشنهادی در حضور سانسورشدگی

مقدار UCL در زمانی که ARL حدود ۲۰۰ باشد	Standard Error	ARL	شیفته ν'
	۱.۶۳۴۲	۲۰۰.۸۴۹۱	۱
۰.۱۱۷	۱.۵۱۲۳	۱۹۰.۵۰۹۱	۰.۹۷۵
۰.۲۳	۱.۳۵۳۷	۱۶۹.۸۰۵۴	۰.۹۵
۰.۴۴۹	۱.۱۱۶۲	۱۴۳.۲۸۸۴	۰.۹
۰.۸۶۳	۰.۷۶۶۸	۱۰۲.۰۱۴۱	۰.۸
۱.۲۴۰	۰.۵۳۵۷	۷۳.۴۸۴۷	۰.۷
۱.۵۸۰	۰.۳۸۱۹	۵۲.۸۴۶۰	۰.۶

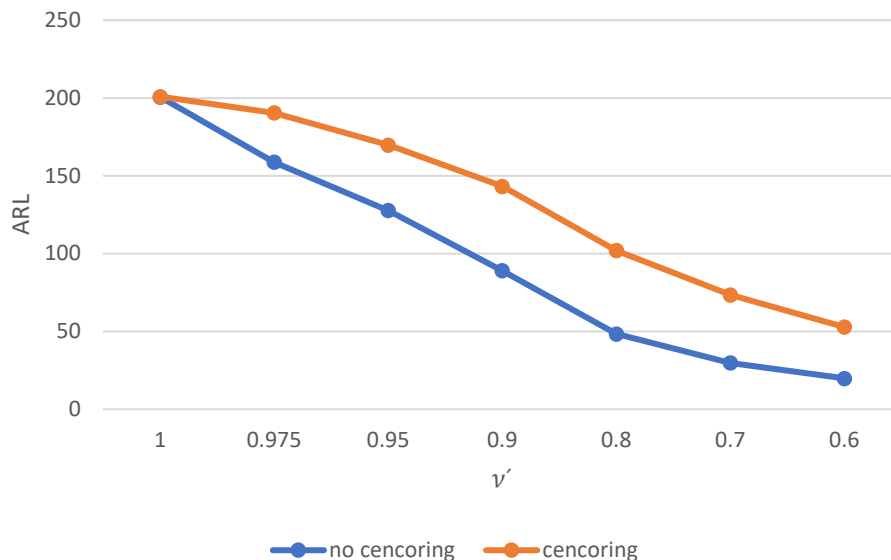
دستآورد نشان می‌دهد عملکرد نمودار کنترل پیشنهادی خوب است. زیرا مقدار متوسط طول دنباله به ازای شیفته‌های بزرگتر کاهش پیدا کرده است.

جدول ۳. مقادیر متوسط طول دنباله و خطای استاندارد نمودار کنترل جمع تجمعی پیشنهادی در عدم حضور سانسورشدگی

مقدار UCL در زمانی که ARL حدود ۲۰۰ باشد	Standard Error	ARL	شیفته ν'
	۱.۵۹۱۱	۲۰۰.۶۴۹۷	۱
۰.۳۴۰	۱.۱۹۴۹	۱۵۸.۸۴۱۰	۰.۹۷۵
۰.۶۴۶	۰.۹۳۹۲	۱۲۷.۷۶۹۹	۰.۹۵
۱.۱۷	۰.۶۱۳۷	۸۹.۰۰۲۹	۰.۹
۱.۹۹۸	۰.۳۰۴۸	۴۸.۳۹۱۶	۰.۸
۲.۲۵۸	۰.۱۶۶۸	۲۹.۸۰۳۳	۰.۷
۳.۰۵	۰.۱۰۲۰	۱۹.۷۹۰۴	۰.۶

نتایج نشان می‌دهد عملکرد نمودار کنترل پیشنهادی خوب است زیرا مقدار متوسط طول دنباله به ازای شیفته‌های بزرگتر کاهش پیدا کرده است.

همچنان شکل ۲ منحنی متوسط طول دنباله را برای نمودار کنترل CUSUM برای دو حالت سانسورشدگی و عدم سانسورشدگی نشان می‌دهد.



شکل ۲: منحنی متوسط طول دنباله نمودار کنترل CUSUM برای دو حالت سانسورشدگی و عدم حضور سانسورشدگی

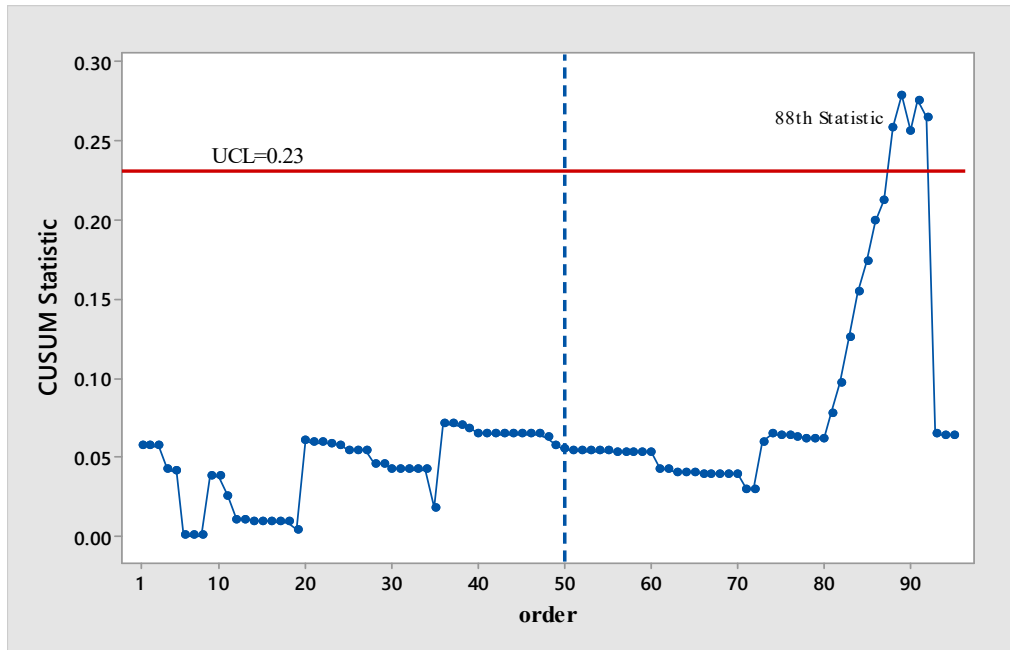
مشخص است و ۴۵ داده ی بعدی بر روی نمودار مشخص شده اند. مشاهده می کنیم که با در نظر گرفتن سانسورشدگی از نمودار کنترل سیگنال دریافت کردیم اما در حالتی که سانسورشدگی لحاظ نشود توانایی دریافت سیگنال را نداشتیم و این مهم بر طبق کارهایی که در مطالعات شبیه سازی انجام دادیم در مطالعه موردی هم نیز به آن اشاره می کند که هنگامی که به درستی از نمودار کنترل و تابع درست نمایی و امتیاز CUSUM استفاده کنیم نمودار عملکرد بهتر و قوی تری دارد که باعث شده ما بحث سانسورشدگی هم لحاظ کنیم.

همانطور که اذعان شد داده های ما تحت سانسورشدگی قرار گرفته اند. برای این داده ها از دو نمودار کنترل استفاده کرده ایم. نمودار کنترل جمع تجمعی که در تابع درست نمایی آن سانسورشدگی لحاظ شده است و نمودار کنترل جمع تجمعی که در تابع درست نمایی آن سانسورشدگی لحاظ نشده است ۴۵ داده بر روی هر دو نمودار کنترل ترسیم شده اند همانطور که مشخص است نمودار کنترل جمع تجمعی که سانسورشدگی در آن لحاظ شده است این توانمندی را دارد که در نقطه ۸۸ به ما سیگنال خارج از کنترل را بدهد. در حقیقت هنگامی که از فاز اول وارد فاز دوم می شود بعد از ۳۸ نقطه به ما سیگنال خارج از کنترل را می دهد. در حالی که نمودار کنترل جمع تجمعی بدون در نظر گرفتن سانسورشدگی توان دریافت سیگنال خارج از کنترل را ندارد. بررسی عملکرد نمودار کنترل CUSUM در مطالعه موردی:

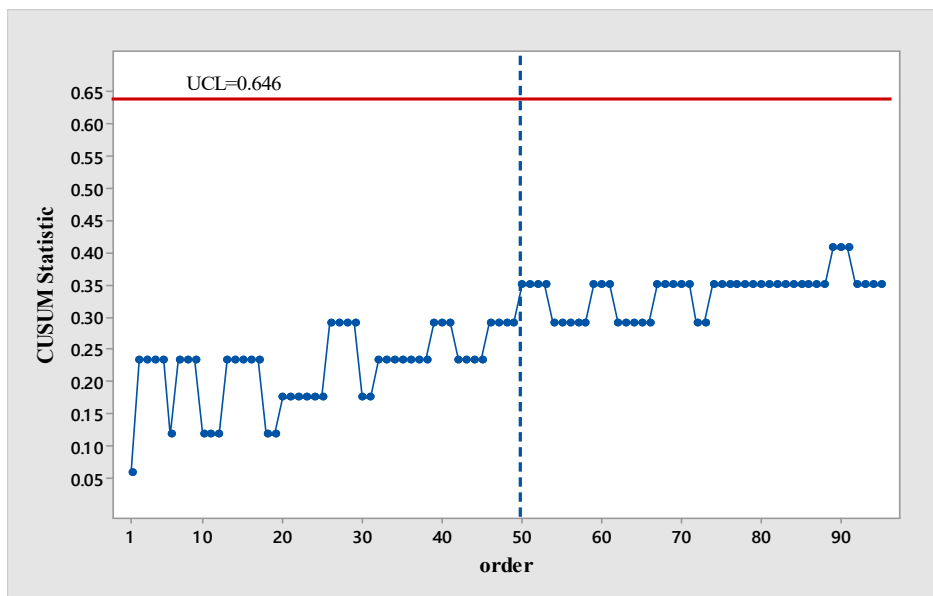
از شکل ۲ واضح است که هر دو نمودار عملکرد خوب، نمودار کنترل جمع تجمعی پیشنهادی را نشان می دهند به دلیل اینکه مقادیر متوسط طول دنباله با افزایش شیفتهای کاهش پیدا کرده است اما با تحلیل دو جدول ۲ و ۳ و شکل ۲ نشان می دهند، که سانسورشدگی تاثیر منفی بر قدرت کشف سیگنال در نمودار کنترل را دارد. به عنوان مثال: به ازای شیفتهای $v' = 0.95$ مقدار متوسط طول دنباله برابر با 169.8054 شده است اما در عدم حضور سانسورشدگی v' برابر با 127.7699 شده است. این نشان می دهد که حضور سانسورشدگی تاثیر منفی بر عملکرد نمودار کنترل پیشنهادی دارد و توصیه می گردد تا حد امکان داده ها تحت سانسور شدگی زیاد قرار نگیرند.

بعد از برآورد پارامترها، داده های مرتبط با آن در نظر گرفته می شود و مطالعه موردی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در این قسمت نمودار کنترل جمع تجمعی برای پایش داده های جراحی قلب که پیشتر نیز در ارتباط با آن بحث کرده ایم به کار گرفته می شود. هدف اصلی پایش مدت زمان بقای بیماران بعد از عمل جراحی قلب می باشد که، این مشخصه کیفی خود به متغیر تاثیر گذار امتیاز پارسونت هر بیمار وابسته است. در این قسمت ۴۵ داده باقیمانده در فاز دوم برای تحت کنترل بودن یا خارج از حدود کنترل بودن مورد پایش قرار می گیرند. ۹۵ داده بر روی نمودار کنترل جمع تجمعی ترسیم شده اند و با خطی ۵۰ داده ای که در فاز اول مورد استفاده قرار گرفتند، جدا شده اند، حدود کنترل بر روی نمودارها

در این زیر بخش به بررسی عملکرد نمودار کنترل جمع
تجمعی پیشنهادی در حضور و عدم حضور سانسورشدگی در
مطالعه موردی می پردازیم.



شکل ۳: نمودار کنترل جمع تجمعی با در نظر گرفتن سانسورشدگی



شکل ۴: نمودار کنترل جمع تجمعی بدون در نظر گرفتن سانسورشدگی

قرار گرفتند و نمودار کنترل جمع تجمعی با در نظر گرفتن
سانسورشدگی نسبت به نمودار کنترل جمع تجمعی که
سانسورشدگی در آن لحاظ نشده است عملکرد بهتری دارد
پس باید به این مهم توجه داشته باشیم در حالت حضور
سانسورشدگی حتما از نمودار

شواهد حاکی از آن است که عملکرد نمودار کنترل جمع
تجمعی پیشنهادی در حالت سانسورشدگی تاثیر بهتری دارد
و عکس العمل سریع تری در حالات خارج از کنترل از خود
نشان می دهد.
همانطور که بیان شد ، داده های ما ۸۸٪ تحت سانسورشدگی

کنترل جمع تجمعی که در تابع درست نمایی آن سانسورشدگی لحاظ شده است استفاده نماییم.

۶ نتیجه گیری:

هدف از انجام این تحقیق، کاهش نرخ مرگ و میر بیماران قلبی که مورد عمل جراحی قلب قرار می‌گیرند، با استفاده از پایش عملکرد پزشکان جراح قلب مبتنی بر باقیمانده های کاکس-اسنل بود.

در این تحقیق به مدلسازی و ارائه نمودار کنترل جمع تجمعی پیشنهادی در حضور و عدم حضور سانسورشدگی اختصاص یافت. با توجه به آنکه تعداد مراحل این فرایند برابر با ۲ است، در مرحله اول، ریسک فاکتورهای بیماران مورد بررسی قرار گرفت و در مرحله دوم زمان بقای بیماران مورد پایش قرار گرفت. بدین منظور از مدل های رگرسیونی تحلیل بقا خاصی با عنوان مدل های رگرسیونی زمان تسریع شده برای برقراری ارتباط با مرحله قبل استفاده به عمل آمده است. همچنین از توزیع ویبول که یکی از پرکاربردترین توزیع ها در زمینه قابلیت اطمینان می‌باشد استفاده شده است. در ادامه با استفاده از مقادیر باقیمانده های خاصی با عنوان باقی مانده های کاکس-اسنل به عنوان آماره پایش نمودار کنترل جمع تجمعی ارائه گردید.

همچنین پایش کیفیت عملکرد جراحی با استفاده از ۹۵ نمونه که از مرکز جراحی قلب در شهر کرمانشاه به دست آمد انجام شد. در فاز اول از ۵۰ نمونه و در فاز دوم از ۴۵ نمونه باقیمانده استفاده شد.

متعاقباً، عملکرد رویکردهای پایش به کمک معیار شاخص های متوسط طول دنباله مورد بررسی قرار گرفت.

در ادامه با شبیه سازی به کمک نرم افزار متلب، متوسط طول دنباله برای کشف شیفت های افزایشی در حالت حضور سانسور شدگی و عدم حضور سانسور شدگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی ها نشان داد که نمودار کنترل جمع تجمعی برای کشف تغییرات در حالت عدم حضور سانسور شدگی عملکرد بهتری نسبت به حالت حضور سانسور شدگی دارد. در فاز دوم مطالعه موردی مورد بررسی قرار گرفت و نمودار کنترل جمع تجمعی به گونه ای طراحی شد که شیفت های افزایشی را کشف کند. سپس در مطالعه موردی همانطور که مشخص شد نمودار کنترل جمع تجمعی با در نظر گرفتن سانسور شدگی

از نقطه ۸۸ به بعد، به حالت خارج از کنترل می رود که می بایست توسط پزشکان و تیم مربوطه مورد بررسی قرار بگیرد.

۷ منابع

- Aminnayeri M., Sogandi F., (2016). A Risk- Adjusted Self-Starting Bernoulli CUSUM Control Chart with Dynamic Probability Control Limits. *AUT Journal of Modeling and Simulation*.48(2),103-110.
- Asadayoobi N., Niaki STA., (2016). Patient Survival Times in Surgical Systems Using a Risk-Adjusted AFT Regression Chart. *Quality Technology & Quantitative Management*.14(2),237-248.
- Asadzadeh S., Aghaie A., Niaki STA., (2013). AFT Regression-Adjusted Monitoring of Reliability Data in Cascade Processes. *Quality & Quantity*. 47(6), 3349-3362.
- Asadzadeh S., Aghaie A., Shahriari H., Niaki STA., (2015). Improving Reliability in Multistage Processes with Autocorrelated Observations. *Quality Technology & Quantitative Management*. 12(2),143-157.
- Asadzadeh S., Aghaie A., Shahriari H., Niaki STA., (2014). The Application of Proportional Hazards and Frailty Models to Multistage Processes Surveillance. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 74(1-4), 461-470.
- Asadzadeh S., Baghaei A., (2018). Robust AFT-Based Monitoring Procedures for Reliability Data. *Quality Technology & Quantitative Management*.Doi:10.1080/16843703.2018.1522997.
- Asadzadeh S., Kiadaliry F., (2017). Monitoring Type-2 Censored Reliability Data in Multistage Processes. *Quality and Reliability Engineering International*. 33(8):2551-2561.
- Asadzadeh, S., Aghaie, A. & Yang, S. F. (2008). Monitoring and Diagnosing Multistage Processes: A Review of Cause Selecting Control Charts, *Journal of Industrial and Systems Engineering* Vol. 2, No. 3, pp 214- 235
- Assareh H., Mengersen K L., (2014). Estimation of The Time of a Linear Trend in Monitoring Survival Time. *Health Services and Outcomes Research Methodology*.14(1-2), 15-33.
- English T A., Bailey A R., Dark J F., Williams W G., (1984). The UK Cardiac Surgical Register, 1977-82. *BRITISH MEDICAL JOURNAL*. 289(6453), 1205-1208.
- Gandy A., Kvaloy J T., Bottle A., and Zhou F., (2010). Risk-Adjusted Monitoring of Time to Event. *Biometrika*

- Charts for Censored Data Using Rayleigh lifetimes. *Quality and Reliability Engineering International*. Doi: 10.1002/qre.2354.
- Sego L H., Reynolds MR., Woodall WH., (2009). Risk-Adjusted Monitoring of Survival Times. *Statistics in Medicine*. 28(9), 1386–1401.
- Shojaei S N., Niaki STA., (2013). A Risk-Adjusted Multi-Attribute Cumulative Sum Control Scheme in Health-Care Systems. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. Doi:10.1109/ieem.2013.6962581.
- Steiner S H., Cook R J., Farewell V T., (2001). Risk-Adjusted Monitoring of Binary Surgical Outcomes. *Medical Decision Making*. 21(3),163–169.
- Steiner Stefan H., Jones Mark., (2009). Risk-Adjusted Survival Time Monitoring with an Updating Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) control chart. *Statistics in Medicine*.29(11),444-454.
- Wang FK., Bizunch B., Cheng X B., (2017). New Control Charts for Monitoring the Weibull Percentiles Under Complete Data and Type-II Censoring. *Quality and Reliability Engineering International*. 34(3), 403–416.
- Wang FK., (2013). MaxEWMA Control Chart for a Weibull Process with Individual Measurements. *Quality and Reliability Engineering International*. 33(2), 369–379.
- Xu S., Jeske D R., (2018). Weighted EWMA Charts for Monitoring Type-I Censored Weibull lifetimes. *Journal of Quality Technology*. 50(2), 220–230.
- Zhang C., Tsung F., Xiang D., (2016). Monitoring Censored Lifetime Data with a Weighted-Likelihood Scheme. *Naval Research Logisticst (NRL)*.63(8):631-646.
- 97(2),375–388.
- Guo B., Wang B X., (2014). Control Charts For Monitoring The Weibull Shape Parameter Based On Type-II Censored Sample. *Quality and Reliability Engineering International*. 30(1):13-24.
- Goodarzi A., Amiri A., (2017). Monitoring Lognormal Reliability Data in a Two-Stage Process Using Accelerated Failure Time Model. *Journal of Quality Engineering and Production Optimization*.2(1),17-26.
- Haghighi F., Pascual F., (2015). Castagliola PH. Conditional Control Charts for Weibull Quantiles under Type II Censoring. *Quality and Reliability Engineering International*. 31(8),1649-1664.
- Lovegrove J., Valencia O., Treasure et al T., (1997). Monitoring the Results of Cardiac Surgery by Variable life-Adjusted Display. *The Lancet*, 350(9085), 1128-1130.
- Mohammadian F., Niaki STA., Amiri A., (2016). Phase-I Risk-Adjusted Geometric Control Charts to Monitor Health-Care Systems. *Quality and Reliability Engineering International*.32(1):19-28.
- Montgomery, D. C. (2005) *Introduction to Statistical Quality Control*, 5th Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Nawumbeni D N., Luguterah A., Adampah T., (2014). Performance of Cox Proportional Hazard and Accelerated Failure Time Models in The Analysis of HIV/TB Co-Infection Survival Data. *Research on Humanities and Social Sciences*. 4 (21), 95-102.
- Noyez L., (2009). Control Charts, Cusum Techniques and Funnel Plots. A Review of Methods for Monitoring Performance in Healthcare. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 9(3),494–499.
- Pascual F., Li S., (2012). Monitoring the Weibull Shape Parameter by Control Charts for The Sample Range of Type II Censored Data. *Quality and Reliability Engineering International*. 28(2),233–246.
- Paynabar K., Jin J., Yeh A., (2012). Phase I Risk Adjusted Control Charts for Monitoring Surgical Performance with Considering Categorical Covariates. *Journal of Quality Technology*. 44(1),39-53.
- Poloniecki J., Valencia O., Littlejohns P., (1998). Cumulative Risk- Adjusted Mortality Chart for Detecting Changes in Death Rate: Observational Study of Heart Surgery. *BRITISH MEDICAL JOURNAL*, 316 (7146), 1697 – 1700.
- Raza SMM., Ali S., Butt MM., (2018). DEWMA Control