پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳

رگرسیون فازی و کاربرد آن در بررسی عوامل موثر بر کیفیت زندگی بیماران با عمل جراحی قلب باز

جوادناصریان[۱]- انوشیروان کاظم نژاد[۲]- غلامرضا بابایی روچی[۲]،

سقراط تقی‌زاده[۳]

تهران- دانشگاه تربیت مدرس-دانشکده پزشکی-گروه آمار زیستی
javad_nasseryan@yahoo.com

چکیده

سالهاست که رگرسیون خطی آماری در کلیه علوم استفاده میشود. لیکن رگرسیون خطی بوسیله بعضی فرضها محدود میشود. در رگرسیون خطی فازی بعضی از فرضهای مدل آماری کاسته شده است. رگرسیون فازی می تواند در برآورد روابط بین متغیرها زمانیکه تعداد داده ها کم و اثر آنها برهم نامشخص است, مفید باشد. در این مقاله کاربردی از رگرسیون فازی در بررسی عوامل موثر بر کیفیت زندگی بیماران تحت عمل جراحی قلب باز, ارائه می دهیم., بگونه ایکه تحلیل بازه رگرسیونی و انتخاب متغیرها قابل انجام باشد. همچنین بهترین مدل رگرسیون خطی فازی, در صورت بروز همخطی بین متغیرهای مستقل ، را مورد بررسی قرار میدهیم.

واژگان کلیدی: رگرسیون فازی ـ همخطی ـ کیفیت زندگی ـ عمل جراحی قلب باز

۱- مقدمه

بیشتر مفاهیم که در زندگی روزمره و نیز در شاخه های مختلف علوم پزشکی با آن مواجهیم , مفاهیم منعطف و مجموعه هایی با کرانهای نادقیق هستند. ما اغلب از عباراتی مانند کیفیت زندگی, بهره هوشی و... استفاده می کنیم که هیچکدام دارای تعاریف دقیق نیستند.

در ریاضیات کلاسیک با مجموعه هایی سروکار داریم که بصورت گردایه ای نامعین از اشیا تعریف میشوند. بعبارت دیگر هر مجموعه ای با ویژگی هایی ,خوش تعریف میشود که با توجه به آن ویژگی میتوان گفت شیئ متعلق به مجموعه مورد نظر هست یا خیر. لیکن بیشتر مفاهیم و ویژگی هایی که در زندگی روزمره و نیز در شاخه های مختلف علوم پزشکی با آن مواجهیم, مفاهیمی منعطف و مجموعه هایی با کرانهای نادقیق هستند. هنگامیکه از عباراتی مانند کیفیت زندگی افراد صحبت می کنیم , متوجه میشویم که با تعریف دقیقی روبرو نیستیم . در قلمرو و نظریه های مجموعه های کلاسیک جایی برای این مفاهیم و ابزاری برای تجزیه وتحلیل آنها موجود نیست. نظریه مجموعه های فازی یک قالب جدید برای صورت بندی و تجزیه

۱- محقق ارشد ـ گروه آمار زیستی ـ دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار ـ گروه آمار زیستی ـ دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس

و تحلیل این مفاهیم است. این نظریه اولین بار در سال ۱۹۶۵ بوسیله پروفسور لطفی عسگرزاده دانشمند ایرانی تبار و استاد دانشگاه برکلی آمریکا ارائه شد[۱].

در زمینه مجموعه های فازی , اعداد فازی ابزار بسیار قوی در تحلیل رگرسیون بر مبنای مشاهدات مبهم است. بطور کلی میتوان گفت که بیشترین مطالعات در روشهای کلاسیک آماری و روشهای فازی , در زمینه رگرسیون انجام میشود[۲]. در رگرسیون معمولی متغیرهای مورد مطالعه و مشاهدات مربوط به آنها دقیق و نامبهم بوده و بوسیله بعضی مفروضات دقیق درباره داده ها محدود میشود. بطوریکه خطاهای مشاهده شده دوبدو مستقل و دارای توزیع یکسان هستند. اما اگر در یک سیستم , با متغیرهای نادقیق و یا روابط مبهم روبرو باشیم , آنگاه رگرسیون فازی میتواند الگوهای مناسب تری در اختیار بگذارد[۳].

کاربرد تئوری فازی در پزشکی ازنیمه دوم دهه ۱۹۷۰ آغاز شده است [۴]. تمرکز اصلی در این زمینه فرآیند تشخیص امراض بوده است. این موضوع تعجب آور نیست . زیرا امراض معمولا بصورت زبان طبیعی بیان میگردند. مثلا در سیروز کبدی میگوییم که پروتئین های کامل کاهش یافته اند. در اینجا واژه طبیعی کاهش یافته اند ، ذاتا گنگ و مبهم است . برای نمایش معنی دار این واژه بایستی از مجموعه های فازی استفاده گردد. بعلاوه مجموعه های فازی برای توصیف ظاهرشدن علائم بیماری ها و نیز برای ایجاد کردن رابطه بین این علائم با بیماریهای شناخته شده بسیار کارا هستند.

لی و چانگ ، با استفاده ازرگرسیون خطی فازی ، واکنش دز نیترات (مقدار دارو) افراد را مورد ارزیابی قرار داد [۵]. شیمیزو و جیندو ، با استفاده از رگرسیون خطی فازی، عوامل موثر بر میزان حساسیت افراد را مورد بررسی قرار داد[۶]. احمدی ، تاثیر مدل مراقبت پیگیر بر کیفیت زندگی بیمارن عروق کرونری را مورد بررسی قرار داد [۷]. دهداری ، تاثیر آموزش بهداشت بر کیفیت زندگی بیماران با عمل جراحی قلب باز زا مورد مطالعه قرار داد[۸].

مطالعات انجام شده تاکنون بر روی شاخصهای کیفیت زندگی بوده و هیچکدام از مطالعات انجام شده (در داخل و در خارج) مبنی بر برازش مدل رگرسیون خطی فازی بر عوامل موثر بر کیفیت زندگی بیماران قلبی نبوده و از این جهت موضوع قابل مطالعه و ارزیابی می باشد.

دراین مقاله ابتدا مدل رگرسیون خطی با ضرایب فازی در مجموعه اعداد فازی مثلثی متقارن را مطرح میکنیم. رگرسیون فازی مطرح شده در بخش دوم , در صورت وجود متغیرهای مستقل زیاد, منجر به مسئله همخطی میشود. بدین منظور, در بخش سوم یک رویه برای انتخاب متغیرها مطرح میشود بطوریکه زیر مجموعه از متغیرهای مستقل را طوری تعیین کنیم که شامل اطلاعات رضایت بخشی باشد. در بخش چهارم به کاربرد رگرسیون خطی با ضرایب فازی در بررسی عوامل موثر بر کیفیت زندگی بیماران قلبی می پردازیم در نهایت به بحث و نتیجه گیری می پردازیم.

۲- رگرسیون خطی با ضرایب فازی(FLR):

رگرسیون خطی فازی برای اولین بار توسط $Tanaka$ و همکارانش [۹] شرح داده شد که در آن بعضی از مفروضات دقیق مدل آماری کاسته شده است. مدل اصلی یک تابع خطی فازی بصورت زیر است:

$$\widetilde{Y} = \widetilde{A}_0 X_0 + \widetilde{A}_1 X_1 + ... + \widetilde{A}_N X_N = \widetilde{A} X \qquad (۱)$$

زمانیکه $X = [X_0, X_1, ..., X_N]^T$ یک بردار از متغیرهای مستقل است. $\widetilde{A} = [\widetilde{A}_0, \widetilde{A}_1, ..., \widetilde{A}_N]^T$ یک بردار ضرایب فازی بشکل اعداد فازی مثلثی متقارن هست که با $\widetilde{A}_j = (\alpha_j, c_j)$ نشان داده میشود و دارای تابع عضویت به شکل زیر است:

$$\mu_{A_j}(a_j) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|a_j - \alpha_j|}{c_j} & \alpha_j - c_j \le a_j \le c_j + \alpha_j \ , \quad c_j > 0 \\ 0 & o.w. \end{cases} \qquad (۲)$$

که تحت آن α_j مقدار مرکزی و c_j مقدار پهنا است. بنابراین فرمول فوق بصورت زیر نوشته میشود:

$$\widetilde{Y}_i = (\alpha_0, c_0) + (\alpha_1, c_1)X_1 + ... + (\alpha_N, c_N). \quad (۳)$$

تحلیل رگرسیون فازی , داده های ورودی و خروجی دقیق را در نظر میگیرد که در آن ارتباط بین داده های ورودی و خروجی با یک تابع فازی معین میگردد. با استفاده از کاربرد *Extension Principle* [۱۰], تابع عضویت از عضو فازی $\widetilde{Y}_i$ بصورت زیر نمایش داده میشود که هر مقدار از متغیر وابسته, مشابه یک عضو فازی $\widetilde{Y}_i = (Y_i^L, Y_i^{h=1}, Y_i^U)\ ; i = 1,2,...,M$ معرفی میشود که در آن $Y_i^L = \sum_{j=0}^{N}(\alpha_j - c_j)X_{ij}$ حد پایین $\widetilde{Y}_i$ و $Y_i^{h=1} = \sum_{j=0}^{N}\alpha_j X_{ij}$ مقدار میانه $\widetilde{Y}_i$ و $Y_i^U = \sum_{j=0}^{N}(\alpha_j + c_j)X_{ij}$ حد بالای $\widetilde{Y}_i$ میباشد.

$$\mu_Y(y) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|Y - a'x|}{c'|x|} & x \neq 0 \\ 1 & x = 0,\ y = 0 \\ 0 & x = 0,\ y \neq 0 \end{cases} \quad (۴)$$

که در آن $c^t = (c_0, c_1, ..., c_N)$ و $\alpha = (\alpha_0, \alpha_1, ..., \alpha_N)$.

بمنظور دریافت رگرسیون فازی (با هدف مینیمم درجه فازی) , تابع هدف زیرین مجموع پهنای عدد فازی $\widetilde{Y}_i$ را مینیمم میکند.

$$MIN\ \ c^t\ |\ X\ | = MIN\ \ \sum_{j=0}^{N}(c_j \sum_{i=1}^{M} |\ x_{ij}\ |) \quad (۵)$$

و این قیود مستلزم این است که درجه تعلق Y_i به $\widetilde{Y}_i$ حداقل h باشد. یعنی $\mu_Y(y_i) \geq h$ و این معادل است با:

$$1 - \frac{|\ Y_i - X^t\alpha\ |}{c^t\ |\ X\ |} \geq h, \qquad \forall i = 1,2,..., M \quad (۶)$$

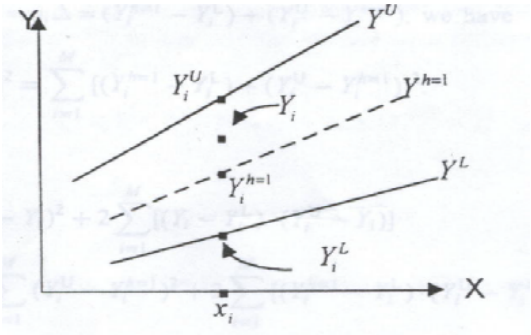
تحلیل فوق منجر می شود به برنامه خطی زیر[۹]:

$$Z = MIN \sum_{j=0}^{N}(c_j \sum_{i=1}^{M} |\ x_{ij}\ |) \quad (۷)$$

$$s.t.\ \ \sum_{j=0}^{N}\alpha_j x_{ij} + (1-h)\sum_{j=0}^{N} c_j\ |\ x_{ij}\ | \geq Y_i \quad \text{و} \quad \sum_{j=0}^{N}\alpha_j x_{ij} + (1+h)\sum_{j=0}^{N} c_j\ |\ x_{ij}\ | \leq Y_i$$

$$c_j \geq 0\ ,\quad a \in \Re\ ,\ \ x_{i0} = 1\ \ ,\ \ (0 \leq h \leq 1\ ; \forall i = 1,2,...., M) \quad (۸)$$

در مدل رگرسیون خطی فازی , هر x_i متناظر است در فاصله $\widetilde{Y}_i$ با محدود شدن به Y_i^U و Y_i^L بطوریکه در شکل (۱)نشان داده شده است.



شکل (۱) بازه رگرسیونی فازی

سپس مقدار مفروض از فاصله $\widetilde{Y}_i$ برابر $\int_{Y_i^L}^{Y_i^U} 1dY$. که مقدار آن بوسیله n_i تکه با فاصله برابر Δ تقریب زده شود و مقدار مجموع فاصله $\widetilde{Y}_i$ برابر است با:

$$= Y_i^L + (Y_i^L + \Delta) + (Y_i^L + 2\Delta) + ... + (Y_i^L + n_i\Delta) = (n_i + 1)Y_i^L + [n_i(n_i + 1)/2]\Delta \qquad (۹)$$

پس میانگین $\widetilde{Y}_i$ برابر است با:

$$\overline{Y_i} = 1/(n_i + 1) * \{(n_i + 1)Y_i^L + [n_i(n_i + 1)/2]\Delta\} = Y_i^L + (n_i * \Delta)/2$$
$$= [Y_i^L/2 + (Y_i^L + n_i\Delta)/2] = (Y_i^L + Y_i^U)/2 \qquad (۱۰)$$

حال اگر تابع عضویت پارامترهای فازی در مدل رگرسیون خطی فازی, متقارن باشد آنگاه: $Y_i^{h=1} = \overline{Y}_{i.}$ [۱۱].

۳- انتخاب متغیرها

در رگرسیون خطی فازی روند رایج این است که بیش از یک متغیر مستقل طوری در نظر گرفته شود که مدل ایجاد شده بتواند به دقت به پیش بینی بپردازد. با این وجود اغلب تعداد بیشتر متغیرهای مستقل موجب همبستگی بین داده ها شده و موجب میگردد که در مدل رگرسیون فازی چند همخطی ایجاد گردد. وقتی متغیرهای مسقل مدنظر میگیرد, این فرضیه دو قسمتی مطرح میگردد:

الف) به یک مدل فازی نیاز است که تا حد امکان دربرگیرنده تعداد بیشتری از متغیرهای مستقل باشد بطوریکه محتوای اطلاعات موجود در این فاکتورها بتواند پیش بینی بهتری از مقدار Y را موجب گردد.

ب) تعداد متغیرها کاهش یابند تا از همخطی اجتناب گردد و همچنین هزینه و زمان جمع آوری داده ها کاهش یابد.

جهت برطرف نمودن این مشکل ما در این بخش بر مبنای مفهوم ارائه شده در بخش قبل , یک رویه برای انتخاب متغیرها که توسط $Wang$ [۱۱]پیشنهاد شده ,بدست می آوریم بطوریکه زیرمجموعه ای از متغیرها را بتوان طوری تعیین نمود تا حاوی اطلاعات رضایت بخشی باشد.

قبل از آن مفاهیم زیر را برای رگرسیون خطی فازی یادآور میشویم[۱۱]:

الف)مجموع مجذورات کل: $SST = \sum_{i=1}^{M}(Y_i - Y_i^L)^2 + \sum_{i=1}^{M}(Y_i^U - Y_i)^2$

ب) مجموع مجذورات رگرسیونی: $SSR = \sum_{i=1}^{M}(Y_i^{h=1} - Y_i^L)^2 + \sum_{i=1}^{M}(Y_i^U - Y_i^{h=1})^2$

ج)مجموع مجذورات خطاها: $SSE = SST - SSR = 2\sum_{i=1}^{M}(Y_i^{h=1} - Y_i)^2$

د) شاخص اطمینان : $IC = SSR/SST = 1 - (SSE/SST)$

که شاخص IC مشابه با ضریب تعیین , R^2, در رگرسیون معمولی میباشد و درجه تغییرپذیری Y بین Y^L و Y^U را با توجه به خط رگرسیون مرکزی , $Y^{h=1}$,نشان می دهد. اکنون یک ضریب IC جزئی را تعریف می کنیم تا بتوانیم نسبت حاشیه ای یک متغیر xرا بصورت زیر اندازه گیری نماییم.

یک مدل رگرسیون خطی فازی با دو متغیر مستقل $\widetilde{Y} = \widetilde{A}_0 + \widetilde{A}_1X_1 + \widetilde{A}_2X_2$ را در نظر میگیریم. با توجه به اینکه $SSE(X_2)$ تغییرپذیری Y را هنگامیکه X_2در مدل وجود دارد,همچنین $SSE(X_1, X_2)$ تغییرپذیری Y را هنگامیکه X_1 و X_2 در مدل وجود دارند, نشان می دهد. از اینرو تغییر حاشیه ای نسبی در تغییر پذیری Yاز ناحیه X_1 زمانیکه متغیر X_2 قبلا در مدل وجود داشته , عبارتست از:

$$\frac{SSE(X_2) - SSE(X_1, X_2)}{SSE(X_2)} = \frac{SSE(X_1 \mid X_2)}{SSE(X_2)} \qquad (۱۱)$$

این امر را میتوان بعنوان ضریب IC جزئی بین Y و X_1 در نظر گرفت. با این علم که X_2 قبلا در مدل وجود داشته است و این ضریب را بصورت $IC_{1|2}$ نشان می دهیم. پس وجود متغیرهای بیشتر در مدل خطی فازی ممکن است قابلیت پیش بینی خط رگرسیون مرکزی $Y^{h=1}$ را افزایش ندهد[۱۲]. بدین علت مقدار IC جزئی ممکن است همیشه مثبت نباشد و متغیرهای موجود در مدل نسبت منفی با مدل داشته باشد. بر اساس روش مرسوم انتخاب متغیرها , ما از یک روش انتخاب روبه جلو استفاده می کنیم تا متغیرهای مستقل را به شیوه ساده تری انتخاب نماییم. این امر با انتخاب کوچکترین مقدار SSE زمانی حاصل میشود که مجموعه های متغیرهای متفاوتی را در یک مدل رگرسیون در نظر بگیریم. پس در هر مرحله , مدل انتخابی بایستی کوچکترین خطای برآوردشده را دارا باشد و متغیر وارد شده در مدل موجب بهترین کاهش حاشیه ای در تغییر پذیری شود تا مرحله ایکه کلیه مقادیر IC جزئی , منفی شوند. هرچند فرآیند مفروض متضمن بهینگی نمی باشد ولی زیرمجموعه قابل قبولی از متغیرها را فراهم می نماید.

۴- کاربرد رگرسیون فازی در بررسی عوامل موثر بر کیفیت زندگی:

در راستای تعیین فرآیند انتخاب متغیرها ، اقدام به بررسی کیفیت زندگی بیماران با عمل جراحی قلب باز می نماییم. جدول (۱) توصیفی از متغیرهای موجود و نیز جدول (۲) مجموعه داده ها را نشان می دهد[۸]. در این فرآیند ما مقدار h را ۰/۵ اختیار می کنیم. چون این کار یک تحقیق بر روی وضعیت بیماران قلبی بوده ، بنابراین سوالات در ارتباط با کیفیت زندگی این بیماران می باشد. بنابراین در چنین تحقیقی ارتباط بین متغیرهای وابسته و مستقل فازی است و یک مدل رگرسیون فازی برای تحلیل این مسئله ایده آل بنظر می رسد.

حال با توجه به نظریات بخش (۳) و با استفاده از نرم افزار برنامه نویسی $MATLAB$ نتایج را در جدول (۳) فهرست کرده ایم. در اولین مرحله مشاهده میشود که x_4 کمترین مقدار SSE را دارا است. بنابراین x_4 اولین متغیر واردشونده در مدل می باشد. از آنجا که در این مدل تمامی مقادیر IC جزئی منفی نمی باشند، فرآیند را ادامه می دهیم. در این مرحله تمام مقادیر مربوط به IC جزئی منفی می شوند و فرآیند متوقف می شود. اکنون با توجه به بخش (۳) نتیجه میگیریم که با وجود متغیرهای x_4 و x_3 و x_2 همبستگی بین متغیرها از بین می رود و این متغیرها بدون ایجاد مسئله همخطی می توانند در مدل وارد شوند. بنابراین زیرمجموعه x_4 و x_3 و x_2 یکی از راه حل های بهینه ای است که زیرمجموعه قابل قبولی از متغیرها را فراهم می نماید.

جدول۱- توصیف متغیرها

متغیر	توصیف
x_1	درآمد بیمار
x_2	سن بیمار
x_3	آگاهی بیمار در مورد کیفیت زندگی
x_4	نگرش بیمار در مورد کیفیت زندگی
x_5	عملکرد بیمار در مورد کیفیت زندگی
y	کیفیت زندگی بیمار

جدول۲- مجموعه داده ها

y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
۱۱۶	۱۱۰	۵۷	۲۶	۴۵	۲۰
۱۱۶	۷۰	۶۳	۲۶	۴۷	۱۹
۱۵۱	۱۷۰	۵۴	۱۸	۵۱	۱۵
۱۱۹	۷۵	۶۵	۲۴	۴۴	۲۰
۱۲۶	۷۰	۶۲	۲۴	۳۷	۲۱
۱۳۱	۲۵۰	۵۳	۲۷	۵۲	۱۸
۱۱۸	۱۳۰	۴۰	۱۰	۴۵	۱۴
۱۴۳	۹۰	۴۸	۱۱	۴۱	۱۵
۱۳۱	۷۰	۶۰	۱۵	۴۶	۱۵
۱۰۷	۷۵	۶۲	۱۸	۴۱	۱۶

حال برای برازش مدل رگرسیون خطی فازی ، طبق رابطه (۷) ، تابع هدف Z برای مجموعه داده های جدول (۲) با سه متغیر x_2, x_3, x_4 بصورت زیر نوشته میشود :

$$Z = s_0 + s_2 \sum_{i=1}^{10} x_{i2} + s_3 \sum_{i=1}^{10} x_{i3} + s_4 \sum_{i=1}^{10} x_{i4} = s_0 + 564 s_2 + 199 s_3 + 449 s_4 \qquad (۱۲)$$

جدول۳-نتایج مربوط با انتخاب متغیرها

متغیرهای مستقل انتخاب شده در مدل	SSE	IC جزئی				
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	۳۱۰۰/۰۸					
x_2	۳۳۸۰					
x_3	۳۶۶۱/۰۹					
x_4	۳۰۷۳/۲۴	-۰/۰۰۸۷	-۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۶۱	---	-۰/۰۰۴۳
x_5	۳۳۸۰					
x_4 و x_1	۳۱۰۰/۱۷					
x_4 و x_2	۳۱۲۲/۴۱					
x_4 و x_3	۳۰۷۱/۳۷	-۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۵۴	---	---	-۰/۰۳۹
x_4 و x_5	۳۰۸۶/۳۸					
x_4 و x_3 و x_1	۳۰۹۲/۰۹					
x_4 و x_3 و x_2	۳۰۵۴/۶۴	-۰/۰۱۴۹	---	---	---	-۰/۰۲۵۹
x_4 و x_3 و x_5	۳۱۹۲/۹۵					
x_4 و x_3 و x_2 و x_1	۳۱۰۰/۱۷					
x_4 و x_3 و x_2 و x_5	۳۱۳۳/۸۲					

حال می خواهیم رابطه فوق را با توجه به محدودیتهای رابطه (۸) و $h = 0.5$ ، مینیمم نماییم. برای این منظور با استفاده از نرم افزار $MATLAB$ ، مساله برنامه ریزی خطی را حل کردیم و بدست آوردیم که $s_0 = 36$ و $s_2 = s_3 = s_4 = 0$ و $c_0 = 84.47$ و $c_3 = c_2 = 0$ و $c_4 = 0.9398$. مقدار مینیمم شده تابع هدف عبارت است از $Z = 36$. با استفاده از این نتایج ، مقادیر فازی مدل عبارت است از : $\widetilde{A}_0 = (84.47,36)$ و $\widetilde{A}_2 = \widetilde{A}_3 = (0,0)$ و $\widetilde{A}_4 = (.9398,0)$. این یعنی $\widetilde{A}_2, \widetilde{A}_3$ دقیقا برابر صفر و $\widetilde{A}_4$ دقیقا برابر ۰/۹۳۹۸ است و مدل بصورت زیر است:

$$\widetilde{Y} = \widetilde{A}_0 + \widetilde{A}_4 X_4 = (84.47,36) + (0.9398,0) X_4 \qquad (۱۳)$$

که اکنون میتوانیم به ازای مقادیری از متغیر مستقل x_4 ، مقدار خروجی فازی را پیش بینی نماییم.

۵- بحث و نتیجه گیری

مدل رگرسیون با ضرایب فازی ، در مواردی که با خطای ناشی از ابهام در ساختار معادله رگرسیون روبرو هستیم ، یک مدل قابل استفاده است. در این مقاله با استفاده از مجموعه داده های فازی مثلثی متقارن ، ضرایب فازی مدل رگرسیون خطی برآورد شد. در نتیجه یک تابع خطی فازی برای مدل رگرسیون خطی در نظر گرفتیم. هنگامیکه متغیرهای مستقل در مدل افزایش می یابند امکان ایجاد شدن مسئله همخطی بین متغیرهای مستقل وجود دارد که این امر مدل را دستخوش تغییر می‌نماید.

بدین منظور با استفاده از SSE و IC جزئی و روند انتخاب رو به جلو ، متغیرهای مستقل انتخاب گردیدند. با این روش یک مجموعه قابل قبولی از متغیرهای مستقل با زمان کوتاه و محاسبه دقیق تولید میشوند. در نهایت بدلیل اهمیت این مدل در علوم پزشکی ، اقدام به بررسی مجموعه قابل قبولی از متغیرهای مستقل در بررسی عوامل موثر بر کیفیت زندگی بیمارن با عمل جراحی قلب باز پرداخته شد.

آموزش بهداشت برای بیمار از اهمیت خاصی برخوردار است. چراکه هر انسانی بایستی از بیماری خود آگاهی داشته و مهارتهای لازم را در جهت مراقبت از خود بعمل آورد و باعث افزایش کیفیت زندگی خود شود. از سوی دیگر عمق نگرش بیمار به کیفیت زندگی، بیشتر از آگاهی وی به کیفیت زندگی است. نگرش بیمار به کیفیت زندگی میتواند روی کیفیت زندگی و ابعاد مختلف کیفیت زندگی موثر باشد. نگرش مثبت به نوع مقاومت ، نگرش مثبت به نوع فعالیت و ... میتواند تاثیر مثبت بر کیفیت زندگی بیماران داشته باشد. همانطور که در رابطه (۱۳)مشاهده میشود ، نگرش بیمار به کیفیت زندگی تاثیر گذار بوده و این نتیجه مطالب فوق را تایید میکند.

منابع

[1] Zadeh L.A.,(1965), "Fuzzy Sets", Information Control,Vol. 8, page 338-353.

[۲]طاهری، سید محمود، (۱۳۷۸)، "آشنایی با نظریه مجموعه های فازی"، جهاد دانشگاهی مشهد.

[۳] ارقامی، ناصر رضا، (۱۳۷۲)، " مروری بر رگرسیون فازی" ، مجموعه مقالات، نخستین سمینار فازی ایران، دانشگاه با هنر کرمان.

[۴] جی.ج.کلر و یو.اس.کلیر و ب.یوآن ، (۱۹۳۲)، " تئوری مجموعه های فازی" ، ترجمه محمد حسین فاضل زرندی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران.

[5]Lee and Chung, (2001), " Dose-response assessment by a fuzzy linear regression method", Water-Science-and-Technology, Vol.43(2), page 133-140.

[6]Shimizu Y. and Jindo T., (1995), "A fuzzy logic analysis method for evaluating human sensitive", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 15(1), page 39-47.

[۷] احمدی، فضل اله،(۱۳۸۰)،"طراحی و ارزیابی مدل مراقبت پیگیر در بیماران عروق کرونری"، پایان نامه دکتری،دانشگاه تربیت مدرس،تهران.

[۸] دهداری، طاهره،(۱۳۸۱) بررسی آموزش بهداشت بر کیفیت زندگی بیماران با عمل جراحی قلب باز، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه تربیت مدرس،تهران.

[9]Tanaka H., et al, (1982), "Fuzzy linear model,Fuzzy linear regression model", IEEE Trans. SystemMan Cybemet, Vol. 12, page 903-907.

[10]Zadeh L.A.,(1975), "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I" , Vol8, page 199-249.

[11] Wang H.F., et al,(2000), " Insight of a fuzzy regression model", Fuzzy Sets And Systems,Vol. 112, page 355-369.

[12] Kim K.J.,et al,(1996), "Fyzzy versus statistical linear regression",European j. pear. Res. , Vol. 92, page 417-434.