



## مجلة الإدارة والاقتصاد Journal of Administration & Economics

Mustansiriyah  
University

College of  
Administration &  
Economics

P-ISSN: 1813 - 6729

E-ISSN: 2707-1359

### تقدير انموذج الانحدار الخطي الضبابي باستعمال طريقة A.R.Arabpour And M.Tata

ازهار ناجي كاظم

الشركة العامة لصناعة الادوية والمستلزمات الطبية / مصنع بغداد للغازات الطبية، وزارة الصناعة والمعادن، بغداد، العراق.

Email: [azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq), ORCID ID:\

نبا نعيم مهدي

قسم الاحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.

Email: [nabaanaeemahdi@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:nabaanaeemahdi@uomustansiriyah.edu.iq), ORCID ID:\ <https://orcid.org/0000-0003-1177-5111>

#### المستخلص

#### معلومات البحث

##### تواريخ البحث:

تاريخ تقديم البحث: 2024 / 2 / 1

تاريخ قبول البحث: 2024 / 6 / 13

عدد صفحات البحث 98 - 109

##### الكلمات المفتاحية:

انموذج الانحدار الضبابي ، دالة الانتماء ، البيانات الضبابية ، اختبار لمعنوية المعلمات الضبابية .

##### المراسلة:

اسم الباحث: ازهار ناجي كاظم

Email:

[azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq)

يعد الانحدار الخطي الضبابي (Fuzzy Linear Regression) الأداة المثلى لتحليل البيانات البارزة بصفتها غير دقيقة وغير محددة بوضوح، إذ أن استعمال الطرائق الضبابية في تحليل تلك البيانات يمكن أن يؤدي إلى تحسين الدقة والموثوقية في تقدير العلاقات بين المتغيرات. تناول البحث تقدير انموذج الانحدار الخطي الضبابي بمتغير استجابة ضبابي (Fuzzy) مثلثي ومتغيرات توضيحية قطعية (Crisp) ومعلمات ضبابية (Fuzzy) مثلثية باستعمال طريقة A.R.Arabpour And M.Tata للتقدير، أما بيانات الدراسة فكانت عن مرض ارتفاع ضغط الدم الانقباضي والانبساطي ( Systolic and diastolic hypertension) كمتغير استجابة ضبابي ومجموعة من العوامل المؤثرة عليه كمتغيرات توضيحية قطعية غير ضبابية متمثلة بـ (العمر (Age)، الوزن (Weight)، فحص سكر الدم (Glycemia)، الدهون الثلاثية (Triglyce)، الكوليسترول (Cholesterol)) ولمجموعة من المرضى والبالغ عددهم (125) مريض تم الحصول عليها من مستشفى بلد العام في محافظة صلاح الدين في محاولة لمعرفة تأثير كل من هذه العوامل قيد الدراسة على ارتفاع ضغط الدم الانقباضي والانبساطي، وتم الاستعانة ببرنامج MATLAB للحصول على النتائج وكانت النتائج تؤكد طردية العلاقة بين متغير الاستجابة الضبابي والمتغيرات التوضيحية غير الضبابية، كما كانت نتائج اختبار t تؤكد على معنوية العلاقة بينهم، مما يفسر أن ارتفاع ضغط الدم الانقباضي والانبساطي قد يتأثر بشكل طردي بزيادة أي من المتغيرات التوضيحية قيد الدراسة

#### 1. المقدمة

يُعد تحليل الانحدار من الأدوات الأساسية للتحقيق العلمي من العلاقة الدالية بين المتغير التابع والمتغيرات التفسيرية لغرض تحليل المتغيرات والتنبؤ بالمتغيرات الأخرى، وغالباً ما يتم التنبؤ بهذه المتغيرات بواسطة نماذج الانحدار الخطي، ولكن بطبيعة الحال تتسم الكثير من البيانات التي يمكن الحصول عليها بأنها مُتقلبة بأنواع مختلفة من مصادر عدم التأكد، وأن معرفة نوع عدم التأكد للنماذج التي يتم بناءها لغرض تمثيل أي ظاهرة تعتبر الخطوة الأساس للتحليل وذلك من أجل اختيار اسلوب المعالجة المناسب للتخلص من عدم اليقين ومن ثم اتخاذ قرارات صائبة وفعالة. إن التحليل الاحصائي التقليدي ولاسيما فيما يتعلق بنماذج الانحدار غير قادر على تفسير جميع مصادر عدم التأكد، مما أدى الى تطوير وتوسيع للأساليب التقليدية ومن هنا كانت نشأت منطق الانحدار الخطي الضبابي Fuzzy Linear Regression إذ ساعد المنطق الضبابي العلم المستند على مبدأ عدم التأكد على اتخاذ القرارات والتنبؤ بالأحداث. وهنا لا بد من الإشارة إلى أن التنبؤ باستعمال الانحدار الضبابي Fuzzy Regression يتم في حالة عدم التأكد في البيانات كذلك عدم التأكد في العلاقة بين المتغيرات. أما الغرض من تحليل الانحدار الضبابي هو شرح تباين المتغير التابع من حيث تباين المتغيرات التوضيحية فهو وسيلة أو اسلوب احصائي لوصف العلاقة الدالية بينهم في حالات يكون فيها المتغير التابع والمتغيرات التوضيحية في بيئة ضبابية. إذ ساعد المنطق الضبابي العلم المستند على مبدأ عدم التأكد على اتخاذ القرارات والتنبؤ بالأحداث. وهنا لا بد من الإشارة إلى أن التنبؤ باستعمال الانحدار الضبابي Fuzzy Regression يتم في حالة عدم التأكد في البيانات كذلك عدم التأكد في العلاقة بين المتغيرات. أما الغرض من تحليل الانحدار الضبابي هو شرح تباين المتغير

التابع من حيث تباين المتغيرات التوضيحية فهو وسيلة أو أسلوب احصائي لوصف العلاقة الدالية بينهم في حالات يكون فيها المتغير التابع والمتغيرات التوضيحية في بيئة ضبابية.

## 2. هدف البحث:

يهدف البحث إلى تقدير نموذج الانحدار الخطي الضبابي بمتغير استجابة ضبابي مثلثي (Fuzzy) ومتغيرات توضيحية قطعية غير ضبابية (Crisp) ومعلمات ضبابية مثلثية (Fuzzy) باستعمال طريقة A.R.Arabpour And M.Tata لكونها أكثر فعالية وكفاءة مقارنة مع الطرائق الأخرى.

## 3. نظرية المجموعة الضبابية ( Fuzzy Set ):

هناك العديد من التطبيقات العملية تحتوي على مشاكل لا يمكن التعامل معها من خلال نظرية المجموعات الاعتيادية، إذ تم ملاحظة وجود عضوية جزئية لبعض من العناصر وبالتالي لا بد من تطوير نظرية المجموعات الضبابية (Fuzzy Set) لاسيما أن هذه النظرية تمتلك مرونة كبيرة في وصف الكثير من الحالات الواقعية في الكثير من الظواهر الحياتية حيث عرفها العالم Zadeh كما يأتي: [المجموعة الضبابية هي أصناف من العناصر مع درجة انتماء مستمر وأن هذه المجموعة ميزت بداله الانتماء (المميزة) التي خصصت لكل عنصر درجة انتماء مده بين الصفر والواحد] أي عندما يأخذ العنصر درجة انتماء (1) فهذا معناه أن العنصر ينتمي بشكل تام إلى المجموعة الضبابية، وعندما تكون درجة الانتماء (صفر) فهذا معناه أن العنصر لا ينتمي نهائياً إلى المجموعة الضبابية، أما الدرجات الأخرى تتفاوت بين الصفر والواحد، فمثلاً عندما تكون درجة الانتماء (0.5) فهذا معناه أن العنصر ينتمي بنسبة (0.5) إلى المجموعة الضبابية ولا ينتمي إليها بالنسبة نفسها إذ يُدعى هذا العنصر بنقطة التوازن (Equilibrium Point) أما عندما تكون درجة الانتماء (0.9) فهذا معناه أن العنصر ينتمي إلى المجموعة الضبابية بنسبة (0.9) ولا ينتمي إلى المجموعة بنسبة (0.1) وهو بذلك أقرب إلى الانتماء من عدمه. [14,1] وهناك العديد من الصيغ للتعبير عن المجموعة الضبابية منها: [10]

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x)\} = \{(1,0.3), (2,0.7), (3,0.4), (4,1), (5,0.7), (6,0.1)\} \quad (1)$$

$\tilde{A}$ : المجموعة الضبابية.  $\mu_{\tilde{A}}(x)$ : دالة الانتماء للمجموعة الضبابية  $\tilde{A}$ .

2- يمكن التعبير عن المجموعة الضبابية بذكر دالة الانتماء فقط :

$$\tilde{A} = \{x: \mu_{\tilde{A}}(x) > 0, x \in X\} \quad (2)$$

3- يمكن التعبير عن المجموعة الضبابية المتقطعة بالشكل التالي :

$$\tilde{A} = \{\sum_{i=1}^n (\mu_{\tilde{A}}(x_i) / x_i)\} \quad (3)$$

$$\tilde{A} = \{\mu_{\tilde{A}}(x_1) / x_1 + \mu_{\tilde{A}}(x_2) / x_2 + \dots + \mu_{\tilde{A}}(x_n) / x_n\} \quad (4)$$

4- يمكن التعبير عن المجموعة الضبابية المستمرة بالشكل التالي :

$$\tilde{A} = \left\{ \int \mu_{\tilde{A}}(x) / x \right\} \quad (4)$$

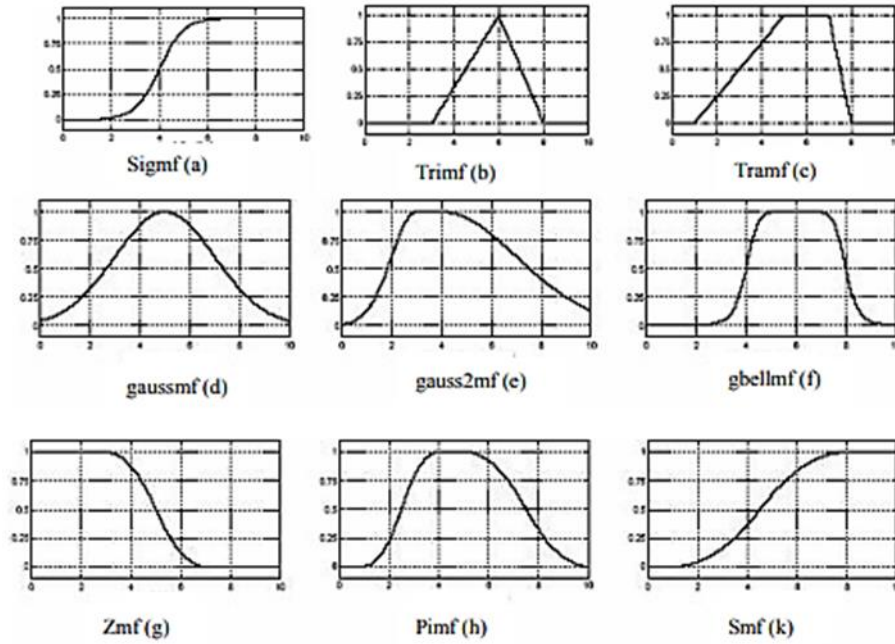
/: يعبر عن ارتباط العنصر بدرجة انتماءه. +: يعبر عن ترابط عناصر المجموعة الضبابية الواحدة.

## 4. دالة الانتماء (العضوية) Membership Function :

تمثل كل قيمة ضبابية باستعمال دالة عضوية وهي درجة انتماء العنصر إلى المجموعة الضبابية إذ تكون هذه الدرجة محصورة بين [0,1] ، وتعتبر من المفاهيم الأساسية في نظرية المجموعة الضبابية إذ إنها تمثل إحدى عناصر الزوج المرتب والذي يمثل المجموعة الضبابية كما أنها تسمح لنا بتمثيل حقيقة أن العناصر يمكن أن تنتمي إلى مجموعة بدرجة معينة وليس فقط تماماً أو لا تنتمي على الإطلاق وهذا يساعد في اتخاذ قرارات بناءً على معلومات غير كاملة، لذلك لا يمكن أن يكون بناء دالة الانتماء عشوائياً و يكون بناؤها مرتبطاً بطبيعة المجموعة الضبابية لأنها تُعطي تصوراً عن بيانات المجموعة الضبابية وقيمها وأهميتها من خلال درجة انتماءها في الظاهرة قيد الدراسة. وبمعنى آخر هي الخريطة التي ترسم درجة انتماء العنصر في المجموعة الشاملة إلى المجموعة الضبابية. أما مجال هذه الدالة فهو مجموعة الأعداد الحقيقية وتتضمن قيم المجموعة الضبابية إذ يتمثل بالمحور الأفقي x و المجال المقابل والمتمثل بالمحور العمودي y فهي الفترة المغلقة [0,1] والذي يعبر عن درجة الانتماء للمجموعة. [4,11]

## 5. أنواع دوال الانتماء :

هناك عدة أنواع من دوال الانتماء وبحسب الظاهرة المدروسة يتم تطبيق دالة الانتماء المناسبة لها، ومن أكثر هذه الدوال استخداماً دالة الانتماء المثلثية (Triangular) ودالة الانتماء شبه المنحرف (Trapizoidal) ودالة الانتماء (Gaussian) وكما هو موضح بالشكل(1): [5]



شكل (1): يمثل نماذج لبعض دوال الانتماء [5]

**1-5 دالة الانتماء المثلثية Triangular Membership Function :**

هي من أكثر الدوال شيوعاً واستعمالاً من بين دوال الانتماء ويطلق عليها (Trimf) إذ أنها تأخذ شكل مثلث وتمتلك ثلاث معلمات (حدود) أساسية  $a_1, a_2, a_3$ ، ويتم صياغتها كالآتي: [2,13]

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-a_1)}{(a_2-a_1)} & \text{if } a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{(a_3-x)}{(a_3-a_2)} & \text{if } a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$a_1$ : معلمة الحد الأيسر ،  $a_2$ : معلمة الحد الوسط ،  $a_3$ : معلمة الحد الأيمن.

**6. الانحدار الخطي الضبابي Fuzzy Linear Regression :**

في نماذج الانحدار التقليدي يكون عدم التأكد ناتج عادةً من العشوائية (Randomness)، أما في حالة عدم اليقين يكون ناتج من الضبابية (Fuzziness) فإن النظرية الاحتمالية لا يمكن استعمالها إنما يتم استعمال نظرية المجموعات الضبابية. الانحدار الضبابي هو تقنية لتحليل البيانات والتنبؤ بها إذ تُستعمل لتقدير العلاقة الدالية بين متغير الاستجابة من جهة والمتغيرات التوضيحية من جهة أخرى في محيط ضبابي مع دالة خطية وبذلك سُمي بالانحدار الخطي الضبابي (FLR) وهو مفيد في الحالات التي يكون فيها البيانات ضبابية أو غير دقيقة ويمكن استعمالها في مجالات عديدة مثل التنبؤ بالأسعار وتحليل السوق وتقدير الأداء، وكذلك في المجال الطبي. [9,8]

ولا بد من الإشارة إلى أن الانحدار الخطي الضبابي يستطيع أن يتفادى العديد من المشاكل التي يواجهها الانحدار التقليدي ومنها:

[9,12]

1. صغر حجم العينة أي أن عدد المشاهدات غير كافٍ مما يؤدي إلى نتائج تقدير غير جيدة.
2. صعوبة في تحقق الفروض الخاصة بالتوزيع (الخاصة بالخطأ العشوائي).
3. الغموض في العلاقة بين متغيرات المدخلات والمخرجات للنموذج.
4. انعدام الدقة والتشويه الذي ينتج عن التمثيل الخطي للعلاقة بين مدخلات ومخرجات الانموذج.

**7. نماذج الانحدار الخطية الضبابية Fuzzy Linear Regression Models :**

تصف هذه النماذج العلاقة بين متغير الاستجابة والمتغيرات التفسيرية (التوضيحية) ضمن محيط ضبابي وحسب ضبابية كل من مكونات الانموذج كالآتي: [3]

1- انموذج انحدار ضبابي بمتغير استجابة ضبابي ومتغيرات توضيحية قطعية ومعلمات ضبابية (وهو الانموذج الذي تم اعتماده في البحث).

2- انموذج انحدار ضبابي بمتغير استجابة ضبابي ومتغيرات توضيحية ضبابية ومعلمات قطعية.

3- انموذج انحدار ضبابي بمتغير استجابة ضبابي ومتغيرات توضيحية ضبابية ومعلمات ضبابية.

**8. طريقة (A. R. ARabpour and M. Tata) للتقدير:**

استعمل الباحثون في محاولاتهم الأولى طرائق البرمجة الخطية لتقدير معاملات النموذج الانحدار الخطي الضبابي بينما في هذه الطريقة استعمل الباحثان (A.R. ARabpour and M. Tata) أسلوب Diamond لتعريف المسافة بين رقمين ضبابيين واعتماده كمعيار لتقدير معاملات النموذج الخطي الضبابي، إذ تتميز هذه الطريقة بانها بسيطة في التعامل الحسابي وأكثر فعالية وكفاءة مقارنة مع الطرائق الأخرى كما أن مجموع أخطاء التقدير تكون قليلة (وهو مقياس لدقة النموذج) بالإضافة الى ذلك يمكن استعمالها في حالة الأعداد الضبابية المثلثية وشبه المنحرف [4,6].

في حالة الأعداد الضبابية المثلثية إذا كان لدينا نموذج انحدار خطي بمتغير معتمد ضبابي (Fuzzy) ومعلمات ضبابية (Fuzzy) ومتغيرات توضيحية قطعية (Crisp) بالصيغة الآتية:

$$\tilde{Y}_i = \tilde{\beta}_0 + \tilde{\beta}_1 X_i + \tilde{\epsilon}_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$\tilde{Y}_i$ : متغير الاستجابة الضبابي،  $\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1$ : معاملات النموذج الضبابية،  $X_i$ : المتغيرات التوضيحية القطعية (غير الضبابية). وحسب النموذج (7) بافتراض أن  $\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1$  أرقام ضبابية مثلثية يمكن كتابتها بالصيغة الآتية:

$$\tilde{\beta}_0 = (\beta_{0l}, \beta_{0m}, \beta_{0u}) \quad \tilde{\beta}_1 = (\beta_{1l}, \beta_{1m}, \beta_{1u})$$

$\beta_{1l}, \beta_{0l}$ : حد المعلمة الضبابية من اليسار،  $\beta_{1m}, \beta_{0m}$ : الحد المركزي للمعلمة الضبابية،  $\beta_{1u}, \beta_{0u}$ : حد المعلمة الضبابية من اليمين.

فإذا كان  $X_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$  أي أن  $\tilde{\beta}_0 + \tilde{\beta}_1 X_i$  هي أعداد ضبابية مثلثية كما يلي:

$$(\beta_{0l} + \beta_{1l}x_i, \beta_{0m} + \beta_{1m}x_i, \beta_{0u} + \beta_{1u}x_i)$$

أما إذا كان  $X_i < 0, i = 1, 2, \dots, n$  أي أن  $\tilde{\beta}_0 + \tilde{\beta}_1 X_i$  هي أعداد ضبابية مثلثية كما يلي:

$$(\beta_{0l} + \beta_{1u}x_i, \beta_{0m} + \beta_{1m}x_i, \beta_{0u} + \beta_{1l}x_i)$$

أولاً: بافتراض أن  $X_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$  لإيجاد مقدرات  $(\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1)$  للنموذج وذلك بتقليل مجموع مربعات المسافة كما يلي:

$$\begin{aligned} (\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1) &= \sum_{i=1}^n d^2(\tilde{Y}_i, \tilde{\beta}_0 + \tilde{\beta}_1 X_i) \\ &= \sum_{i=1}^n [(y_{im} - \beta_{0m} - \beta_{1m}x_i)^2 + (y_{il} - \beta_{0l} - \beta_{1l}x_i)^2 + (y_{iu} - \beta_{0u} - \beta_{1u}x_i)^2] \end{aligned} \quad (7)$$

وبذلك يمكن الحصول على المقدرات  $\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1$  كما يلي:

$$\hat{\beta}_{1l} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_{il} - n\bar{x}\bar{y}_l}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}, \quad \hat{\beta}_{0l} = \bar{y}_l - \hat{\beta}_{1l}\bar{x} \quad (8)$$

$$\hat{\beta}_{1m} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_{im} - n\bar{x}\bar{y}_m}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}, \quad \hat{\beta}_{0m} = \bar{y}_m - \hat{\beta}_{1m}\bar{x} \quad (9)$$

$$\hat{\beta}_{1u} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_{iu} - n\bar{x}\bar{y}_u}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}, \quad \hat{\beta}_{0u} = \bar{y}_u - \hat{\beta}_{1u}\bar{x} \quad (10)$$

$$\hat{\beta}_0 = (\hat{\beta}_{0l}, \hat{\beta}_{0m}, \hat{\beta}_{0u}) \quad \hat{\beta}_1 = (\hat{\beta}_{1l}, \hat{\beta}_{1m}, \hat{\beta}_{1u})$$

$$\bar{y}_l = \frac{\sum_{i=1}^n y_{il}}{n}, \quad \bar{y}_m = \frac{\sum_{i=1}^n y_{im}}{n}, \quad \bar{y}_r = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ir}}{n}, \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

ثانياً: بافتراض أن  $X_i < 0, i = 1, 2, \dots, n$  لإيجاد مقدرات  $(\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1)$  للنموذج كما يلي:

$$\hat{\beta}_{1l} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_{ir} - n\bar{x}\bar{y}_r}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}, \quad \hat{\beta}_{0u} = \bar{y}_u - \hat{\beta}_{1l}\bar{x} \quad (11)$$

$$\hat{\beta}_{1m} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_{im} - n\bar{x}\bar{y}_m}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}, \quad \hat{\beta}_{0m} = \bar{y}_m - \hat{\beta}_{1m}\bar{x} \quad (12)$$

$$\hat{\beta}_{1u} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_{il} - n\bar{x}\bar{y}_l}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}, \quad \hat{\beta}_{0l} = \bar{y}_l - \hat{\beta}_{1u}\bar{x} \quad (13)$$

وبتعميم المعادلات (8) و(9) و(10) الى النموذج العام لنحصل على:

$$\begin{aligned}\hat{\beta}_l &= (X^t X)^{-1} X^t Y_l \\ \hat{\beta}_m &= (X^t X)^{-1} X^t Y_m \\ \hat{\beta}_u &= (X^t X)^{-1} X^t Y_r\end{aligned}\quad (14)$$

$\hat{\beta}_l$ : الحد الايمن للمعلمة الضبابية المقدرة للنموذج الخطي الضبابي.  
 $\hat{\beta}_m$ : الحد المركزي للمعلمة الضبابية المقدرة للنموذج الخطي الضبابي.  
 $\hat{\beta}_u$ : الحد الايسر للمعلمة الضبابية المقدرة للنموذج الخطي الضبابي.  
 t: رمز التبديل (Transposition).

### 9. اختبار t لمعنوية المعلمات الضبابية لانموذج الانحدار الخطي الضبابي :

لمعرفة إذا كان للمتغيرات التوضيحية تأثيراً معنوياً على انموذج الانحدار الخطي الضبابي، يتم استعمال اختبار t ويطبق على بيانات المعلمات الضبابية للحد الاعلى والادنى والمقدرة بطريقة A.R. Arabpour and M. Tata وحسب صيغ الاختبار المبينة ادناه [7,2]

$$t_{\hat{\beta}_{ju}} = \frac{\hat{\beta}_{ju}}{\sqrt{S^2 * O_{zz}}}\quad (15)$$

$t_{\hat{\beta}_{ju}}$ : قيمة اختبار t للمعلمات الضبابية المقدرة وللحد الاعلى.

$\hat{\beta}_{ju}$ : المعلمات الضبابية المقدرة للنموذج الضبابي وللحد الاعلى.

$S^2$ : متوسط مربعات الخطأ MSE (Mean Square Error) ويتم حسابه وفقاً للمعادلة التالية:

$$MSE = S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{iu} - \hat{y}_{iu})^2}{n-k}\quad (16)$$

إذ أن:

$y_{iu}$ : الحد الاعلى لمتغير الاستجابة الضبابي.

$\hat{y}_{iu}$ : الحد الاعلى المقدر لمتغير الاستجابة الضبابي.

$O_{zz}$ : العنصر الواقع في الصف z والعمود z من المصفوفة  $(X^t X)^{-1}$  إذ أن:  $z = j + 1$  كما ان  $j = 0, 1, \dots, k$  وبعد حساب قيمة  $t_{\hat{\beta}_{ju}}$  يتم مقارنتها مع القيمة الجدولية  $t_{(n-k, s)}$  بدرجة حرية  $(n - k)$  ومستوى معنوية  $s$ ، فإذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من القيمة الجدولية يعني ان المتغير التوضيحي  $X_{ij}$  تأثيره معنوي على متغير الاستجابة الضبابي، أما إذا كانت القيمة المحسوبة أقل من الجدولية يعني أن المتغير التوضيحي  $X_{ij}$  له تأثير غير معنوي على متغير الاستجابة الضبابي.

$$t_{\hat{\beta}_{jl}} = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{\sqrt{S^2 * O_{zz}}}\quad (17)$$

إذ أن:

$t_{\hat{\beta}_{jl}}$ : قيمة اختبار t للمعلمات الضبابية المقدرة وللحد الادنى.

$\hat{\beta}_{jl}$ : المعلمات الضبابية المقدرة للنموذج الضبابي وللحد الادنى.

$S^2$ : متوسط مربعات الخطأ MSE ويتم حسابه وفقاً للمعادلة الآتية:

$$MSE = S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{il} - \hat{y}_{il})^2}{n-k}\quad (18)$$

إذ أن:

$y_{il}$ : الحد الادنى لمتغير الاستجابة الضبابي.

$\hat{y}_{il}$ : الحد الادنى المقدر لمتغير الاستجابة الضبابي.

$O_{zz}$ : العنصر الواقع في الصف z والعمود z من المصفوفة  $(X^t X)^{-1}$  إذ أن:  $z = j + 1$  كما ان  $j = 0, 1, \dots, k$  وبعد حساب قيمة  $t_{\hat{\beta}_{jl}}$  يتم مقارنتها مع القيمة الجدولية  $t_{(n-k, s)}$  بدرجة حرية  $(n - k)$  ومستوى معنوية  $s$ ، فإذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من القيمة الجدولية يعني ان المتغير التوضيحي  $X_{ij}$  تأثيره معنوي على متغير الاستجابة الضبابي، أما إذا كانت القيمة المحسوبة أقل من الجدولية يعني أن المتغير التوضيحي  $X_{ij}$  له تأثير غير معنوي على متغير الاستجابة الضبابي.

### 10. الجانب التطبيقي

#### 1-10 جمع البيانات:

تم جمع البيانات من خلال الزيارات الميدانية إلى مستشفى بلد العام في محافظة صلاح الدين وتم تدوين جزء من البيانات المطلوبة بالاعتماد على عدد من طبيلات المرضى الراقدين في قسم الباطنية في المستشفى بالإضافة إلى البيانات التي تم جمعها من المرضى الوافدين إلى قسم الاستشارية في المستشفى أعلاه وللفترة من 2023/2/5 ولغاية 2023/2/23.

**2-10 وصف البيانات:**

البيانات تمثل عينة عشوائية بسيطة بحجم (125) مريض أغلبهم مصابين بارتفاع ضغط الدم وقد تم الحصول عليها من مستشفى بلد العام في محافظة صلاح الدين. إذ تمثل البيانات كما موضح ادناه:  
متغير الاستجابة ( $\hat{Y}$ ): يمثل ضغط الدم hypertension وهو متغير ضبابي (Fuzzy) يتكون من قيمتين  $Y_L$  ضغط الدم الانقباضي Systolic و  $Y_U$  ضغط الدم الانبساطي diastolic اما القيمة الثالثة فيمكن حسابها من خلال:  $Y_M = (Y_L + Y_U)/2$ .

المتغير التوضيحي الاول ( $X_1$ ): يمثل العمر (age) وهو متغير قطعي غير ضبابي.  
المتغير التوضيحي الثاني ( $X_2$ ): يمثل الوزن (weight) هو متغير قطعي غير ضبابي.  
المتغير التوضيحي الثالث ( $X_3$ ): يمثل فحص سكر الدم (glycemia) وهو متغير قطعي غير ضبابي.  
المتغير التوضيحي الرابع ( $X_4$ ): يمثل الدهون الثلاثية (triglyce) وهو متغير قطعي غير ضبابي.  
المتغير التوضيحي الخامس ( $X_5$ ): يمثل الكوليسترول (cholesterol) وهو متغير قطعي غير ضبابي.

**3-10 تقدير قيم المعلمات الضبابية لانموذج الانحدار الخطي الضبابي**

تم تقدير قيم المعلمات الضبابية لانموذج الانحدار الخطي الضبابي بطريقة A.R.Arabpour And M.Tata للبيانات قيد الدراسة وكما مبين اناه:

الجدول (1): يمثل قيم المعلمات الضبابية المقدرة بطريقة A.R. Arabpour And M. Tata لتقدير انموذج الانحدار الخطي الضبابي بمتغير معتمد ضبابي ومعلمات ضبابية ومتغيرات توضيحية غير ضبابية.

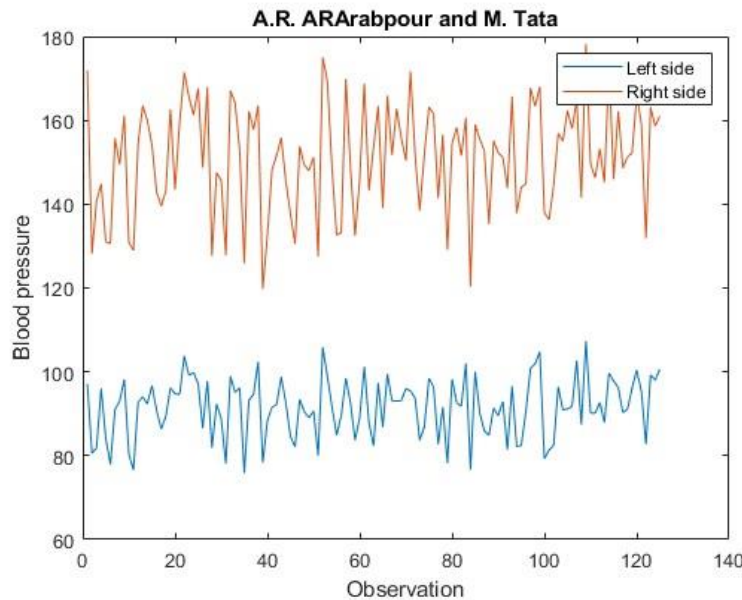
	$\hat{\beta}_0$		$\hat{\beta}_1$		$\hat{\beta}_2$		$\hat{\beta}_3$		$\hat{\beta}_4$		$\hat{\beta}_5$	
	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U
A.R. Arabpour And M. Tata	90.08	150.54	1.35	4.83	0.145	0.362	1.28	4.58	4.32	5.49	4.21	5.08

من الجدول المذكور انفاً رقم (1) نستنتج أن العلاقة طردية بين ارتفاع ضغط الدم الانقباضي والانبساطي وبين العمر والوزن وفحص سكر الدم وفحص الكوليسترول وفحص الدهون الثلاثية.

وبالتالي يمكن كتابة انموذج الانحدار الضبابي المقدر بعد تقدير المعلمات الضبابية بطريقة A.R. Arabpour And M. Tata كما مبين ادناه:

$$\hat{Y} = (90.08, 150.54) + (1.35, 4.83)X_1 + (0.145, 0.362)X_2 + (1.28, 4.58)X_3 + (4.32, 5.49)X_4 + (4.21, 5.08)X_5 \quad (19)$$

واستناداً على مخرجات برنامج MATLAB تم إيجاد الرسم التوضيحي للقيم الحقيقية و المقدرة لانموذج الضبابي والذي يوضح مدى التقارب بينهم بطريقة A.R. Arabpour And M. Tata وكما مبين ادناه:



شكل (2): يمثل قيم  $\hat{Y}_L$  و  $\hat{Y}_U$  المقدرة بطريقة A.R. Arabpour And M.Tata

**4-10 اختبار t لمعنوية المعلمات الضبابية لانموذج الانحدار الخطي الضبابي**

تم حساب قيم اختبار t ثم المقارنة مع القيمة الجدولية  $t(120, 0.05) = 1.6572$  بدرجة حرية 120 ومستوى معنوية 0.05، لمعرفة معنوية قيم المعلمات الضبابية لانموذج الانحدار الخطي الضبابي والمقدرة بطريقة A.R. Arabpour And M.Tata وكما مبين اناه:

الجدول (2): يمثل قيم اختبار t للمعاملات الضبابية المقدرة بطريقة A.R. Arabpour And M.Tata

Parameters	t-value for upper side	t-value for lower side
$\hat{\beta}_0$	1.746152	1.673657
$\hat{\beta}_1$	1.772451	1.998417
$\hat{\beta}_2$	2.057414	1.892406
$\hat{\beta}_3$	1.890846	4.40236
$\hat{\beta}_4$	1.987583	1.754137
$\hat{\beta}_5$	3.281353	1.975337

من الجدول المذكور انفاً رقم (2) نلاحظ أن قيم اختبار t للمعاملات الضبابية بطريقة A.R. Arabpour And M.Tata أكبر بالمقارنة مع القيمة الجدولية  $t(120,0.05) = 1.6572$ ، وهذا يفسر معنوية المتغيرات التوضيحية المتمثلة بـ (العمر والوزن وفحص سكر الدم وفحص الكوليسترول وفحص الدهون الثلاثية) على ارتفاع ضغط الدم الانقباضي والانقباضي.

### 11. الاستنتاجات

- وجود علاقة طردية بين العمر والوزن وفحص سكر الدم وفحص الكوليسترول وفحص الدهون الثلاثية من جهة وبين ارتفاع ضغط الدم الانقباضي والانقباضي من جهة اخرى، فكلما زادت قيمة أي من العوامل أعلاه زادت قيمة ضغط الدم الانقباضي والانقباضي وذلك بعد حساب قيم المعاملات الضبابية المقدرة لانموذج الانحدار الخطي الضبابي بطريقة A.R.Arabpour And M.Tata.
- من نتائج اختبار t للمعنوية تبين معنوية المتغيرات التوضيحية القطعية المتمثلة بـ (العمر والوزن وفحص سكر الدم وفحص الكوليسترول وفحص الدهون الثلاثية) على متغير الاستجابة الضبابي (ارتفاع ضغط الدم الانقباضي والانقباضي) مما يؤكد طردية العلاقة بينهم.
- يمكن استعمال طريقة A.R.Arabpour And M.Tata لتقدير انموذج الانحدار الخطي الضبابي لكفائه في ايجاد المقدرات وبالتالي اتخاذ قرارات صائبة.
- هناك العديد من الاتجاهات البحثية المستقبلية في مجال الانحدار الخطي الضبابي، على سبيل المثال يمكن اجراء المزيد من الابحاث لتحسين كفاءة واستقرار طرائق تقدير المعاملات الضبابية بالإضافة الى ذلك يمكن اجراء المزيد من الابحاث لتوسيع نطاق الانحدار الخطي الضبابي الى مجالات جديدة.

### 12. التوصيات

- اجراء دراسات مستقبلية باستعمال طرائق تقدير معلمية جديدة لتقدير انموذج الانحدار الخطي الضبابي ومقارنتها مع طريقة A.R.Arabpour And M.Tata مثل طريقة بيز الضبابية وطريقة الامكان الاعظم الضبابية باستعمال خوارزمية تعظيم التوقع وغيرها.
- تعزيز استخدام الانحدار الخطي الضبابي في الابحاث والتطبيقات العملية لتمثيل العديد من الظواهر الاجتماعية والاقتصادية التي تتصف ببياناتها بعدم اليقين.
- انشاء قاعدة بيانات الكترونية في مستشفى بلد العام / وحدة الاحصاء تحتوي على كافة البيانات المتعلقة بالمريض سواء كانت هذه البيانات تمثل (العمر، الوزن، طبيعة العمل،... الخ) بالإضافة الى الاختبارات الطبية والفحوصات التي تدون في طبلة المريض وكذلك العلاجات الي يأخذها وتعيين كوادر علمية متخصصة لها القدرة في استعمال الحاسوب والتعامل مع البيانات وذلك ليتسنى للباحثين الحصول على كافة البيانات اللازمة لإجراء بحوثهم واعتماد الدراسة لدى مستشفى بلد العام للاستفادة منها.

### المصادر

- [1] خضر، سليمة محمد، (2022م) "الاعداد الضبابية"، بحث منشور، مجلة التربوي، العدد 20.
- [2] عباس، مروان صبري، (2021م) "مقارنة تطبيقية بين نماذج الانحدار الضبابي"، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية.
- [3] فرح، لؤي، واخرون، (2022م) "اقتراح خوارزمية لإيجاد معادلات نموذج الانحدار الخطي الضبابي من خلال دمج خوارزمتان حسابات بايز التقريبية ABC مع معاينة جيبس"، بحث منشور، مجلة جامعة حماة- المجلد الخامس-العدد التاسع عشر.
- [4] فرحان، علي محمد، (2013م) "بناء نموذج انحدار خطي متعدد ضبابي لأسعار النفط العالمية"، رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
- [5] هندوش، رنا وليد بهنام، (2009م) "تطبيق المنطق المضبب لنمذجة الكثافة الانتاجية لمعمل الالبسة الولادي"، بحث منشور، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية.

- [6] Arabpour, A. R., & Tata, M. (2008). "Estimating the parameters of a fuzzy linear regression model". Iranian Journal of Fuzzy Systems, 5(2), 1-19.
- [7] Asai, H. T. S. U. K., Tanaka, S., & Uegima, K. (1982). "Linear regression analysis with fuzzy model". IEEE Trans. Systems Man Cybern, 12, 903-907.
- [8] Klir, G. J., & Yuan, B. (1996). "Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications". Possibility Theory versus Probab. Theory, 32(2), 207-208.
- [9] Nowakov'a, J.& Pokorn'y, M. (2013). "Fuzzy Linear Regression Analysis." 12th IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems, Czech Republic.
- [10] Pedrycz, W., & Gomide, F. (1998). "An introduction to fuzzy sets: analysis and design". MIT Press.
- [11] Ramly, N., Rusiman, M. S., Ismail, S., Hamzah, F. M., & Gürünlü Alma, Ö. (2023). "An adjustment degree of fitting on fuzzy linear regression model toward manufacturing income".
- [12] Ross, T. J. (2010). "Properties of membership functions, fuzzification, and defuzzification". Fuzzy logic with engineering applications, 89-116.
- [13] Shapiro, A. F. (2005). "Fuzzy regression models". Article of Penn State University, 102(2), 373-383.
- [14] Wu, H. C. (2003). "Linear regression analysis for fuzzy input and output data using the extension principle". Computers & Mathematics with Applications, 45(12), 1849-1859.

ملحق (1)

$Y_M = (Y_L + Y_U)/2$	ضغط الدم الانقباضي diastolic $Y_U$	ضغط الدم الانقباضي Systolic $Y_L$	الكوليسترول cholesterol $X_5$	الدهون الثلاثية triglyce $X_4$	فحص سكر الدم glycemia $X_3$	الوزن Weight $X_2$	العمر age $X_1$	ت
125	100	150	200	290	300	68	70	1
95	70	120	110	105	100	71	40	2
115	90	140	130	120	120	72	65	3
120	90	150	240	250	105	70	35	4
100	80	120	145	160	125	50	25	5
90	70	110	95	90	95	80	54	6
120	100	140	170	225	140	82	76	7
125	100	150	180	290	145	60	42	8
135	110	160	240	350	160	70	50	9
90	60	120	110	165	98	65	36	10
95	60	130	90	110	100	73	45	11
120	90	150	195	240	135	84	66	12
115	90	140	200	270	190	92	74	13
130	100	160	221	240	170	90	70	14
120	100	140	211	340	125	78	45	15
100	60	140	195	260	130	65	30	16
110	80	140	161	175	100	60	49	17
105	70	140	191	220	200	55	24	18
145	100	190	130	405	190	74	57	19
120	90	150	212	330	120	66	17	20
100	60	140	220	241	170	80	69	21
140	110	170	270	400	110	83	75	22
130	100	160	225	340	175	67	64	23
120	100	140	250	400	110	86	50	24



130	100	160	215	320	290	79	52	25
100	70	130	126	280	200	85	41	26
125	100	150	226	381	192	95	60	27
90	70	110	112	140	97	65	32	28
140	120	160	192	290	110	90	43	29
125	90	160	180	300	100	90	40	30
105	80	130	100	140	95	70	35	31
140	100	180	225	380	180	85	60	32
125	100	150	165	280	200	65	77	33
130	110	150	210	340	120	90	43	34
95	80	110	105	100	105	83	35	35
120	90	150	200	240	170	90	80	36
130	100	160	190	300	350	35	18	37
145	120	170	250	400	110	80	56	38
105	80	130	95	90	115	50	18	39
120	90	150	170	200	85	40	25	40
115	90	140	190	220	160	80	48	41
130	100	160	240	230	120	72	55	42
145	120	170	290	300	90	84	51	43
115	80	150	195	260	130	62	37	44
120	100	140	160	175	100	85	45	45
110	90	130	125	140	105	70	36	46
120	100	140	200	290	145	88	52	47
115	90	140	160	195	350	35	20	48
120	100	140	168	170	335	40	23	49
120	90	150	198	275	155	70	45	50
105	80	130	100	110	200	20	16	51
145	100	190	310	400	190	75	61	52
135	100	170	225	340	175	84	75	53
120	90	150	198	200	165	65	50	54
105	80	130	160	175	110	70	28	55
110	90	130	180	210	90	55	23	56
140	110	170	210	300	325	61	55	57
120	90	150	202	268	130	80	44	58
115	90	140	184	104	112	80	37	59
125	100	150	203	181	135	92	53	60
125	100	150	250	335	250	95	55	61
115	90	140	176	169	130	90	53	62
140	100	180	106	208	291	122	55	63
135	100	170	200	350	120	75	72	64
120	90	150	208	185	115	75	35	65
130	100	160	285	330	220	120	49	66
125	100	150	201	321	126	117	45	67
130	100	160	180	330	160	90	70	68
115	90	140	216	285	100	85	65	69
125	100	150	250	330	95	90	36	70
130	100	160	185	315	230	100	83	71

125	100	150	220	275	95	95	56	72
105	80	130	185	160	110	117	45	73
120	100	140	160	130	300	79	52	74
120	90	150	260	350	334	115	18	75
130	100	160	207	288	237	69	53	76
115	90	140	83	89	280	50	47	77
135	100	170	131	269	202	60	63	78
105	80	130	123	90	104	59	42	79
120	90	150	186	326	101	54	57	80
135	100	170	214	208	194	70	67	81
120	90	150	183	281	103	65	58	82
140	100	180	359	238	153	60	50	83
110	80	140	112	68	112	66	22	84
140	100	180	208	401	133	64	45	85
115	60	170	169	230	182	80	66	86
115	80	150	154	166	287	78	51	87
100	80	120	159	152	106	70	41	88
120	100	140	238	165	200	70	61	89
115	70	160	250	160	180	120	58	90
135	80	190	236	209	117	100	60	91
115	70	160	100	130	300	80	40	92
150	100	200	206	294	240	67	63	93
110	80	140	123	104	135	71	58	94
130	100	160	154	122	250	82	43	95
125	100	150	230	193	120	78	45	96
135	90	180	341	236	250	91	55	97
150	110	190	293	304	130	94	63	98
130	110	150	370	269	145	92	66	99
115	90	140	142	105	125	95	58	100
105	80	130	184	100	120	83	47	101
110	60	160	111	129	175	72	65	102
125	90	160	294	168	225	66	50	103
130	100	160	198	204	140	76	73	104
145	100	190	160	263	320	90	52	105
140	100	180	183	190	280	85	58	106
145	110	180	248	374	180	85	51	107
120	100	140	209	171	125	88	43	108
125	90	160	254	450	300	90	48	109
115	90	140	205	183	250	64	37	110
115	90	140	240	205	95	77	50	111
130	100	160	235	250	110	110	60	112
105	80	130	205	156	125	95	57	113
140	110	170	278	300	350	125	50	114
120	100	140	305	300	95	100	20	115
135	100	170	250	230	200	90	67	116
125	90	160	180	250	110	115	57	117

115	90	140	205	183	200	80	53	118
125	100	150	210	333	105	75	45	119
130	100	160	270	290	160	80	70	120
125	90	160	185	300	125	82	72	121
100	70	130	150	160	100	77	33	122
120	100	140	275	343	185	83	46	123
130	110	150	300	254	195	78	44	124
130	100	160	322	342	198	100	30	125



**Journal of Administration  
& Economics**

**Mustansiriya  
University**

**College of  
Administration &  
Economics**

**P-ISSN: 1813 - 6729**

**E- ISSN: 2707-1359**

**Estimation of the fuzzy linear regression model using the method of A.R.  
Arabpour And M.Tata**

**Azhar Naji Kadhim**

Dep. of Statistics, College of Administration & Economics, Mustansiriya University, Baghdad, Iraq.

Email: [azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq), ORCID ID:\

**Nabaa Naeem Mahdi**

Dep. of Statistics, College of Administration & Economics, Mustansiriya University, Baghdad, Iraq.

Email: [nabaanaeemmahdi@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:nabaanaeemmahdi@uomustansiriyah.edu.iq), ORCID ID:\ <https://orcid.org/0000-0003-1177-5111>

**Article Information**

**Article History:**

Received: 1 / 2 / 2024

Accepted : 13 / 6 / 2024

Available Online: 25 / 7 / 2024

Page no : 98 – 109

**Keywords:**

A Fuzzy regression model ,  
Membership Function , Fuzzy data  
, t-test for the significance of fuzzy  
parameters .

**Correspondence:**

Researcher name:

Azhar Naji Kadhim

Email:

[azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:azhar.naji@uomustansiriyah.edu.iq)

**Abstract**

*Fuzzy Linear Regression is the optimal tool for analyzing inaccurate and unclear data, as the use of fuzzy methods in analyzing these data can improve accuracy and reliability in estimating relationships between variables. The research estimated a fuzzy linear regression model with a triangular Fuzzy response variable, Crisp explanatory variables, and triangular Fuzzy parameters using the A.R.Arabpour and M.Tata estimation method. The study data was about systolic and diastolic hypertension as a fuzzy response variable and a set of factors affecting it as Crisp, non-fuzzy explanatory variables represented by (age, weight, Glycemia, triglycerides, and cholesterol) for a group of (125) patients obtained from Balad General Hospital in Salah al-Din Governorate, in an attempt to find out the effect of each of these factors under study on systolic and diastolic hypertension, the MATLAB program was used to obtain the results, and the results confirmed the direct relationship between The fuzzy response and the non-fuzzy explanatory variables. The t-test results confirmed the significance of the relationship between them, which explains that systolic and diastolic hypertension may be directly affected by an increase in any of the explanatory variables under study.*