دراسة طرق التعنقد الضبابية للتكهن بالمتسلسلات الزمنية المضببة مع تطبيق

ازهر عباس محمد ، محمد طه احمد الغنام ، اياد حمد خلف اللهيبي

قسم الرياضيات ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

تم في هذا البحث دراسة طرق العنقدة الضبابية للتكهن بالمتسلسلات الزمنية المضببة وبشكل خاص دراسة أهم الطرق السابقة كطريقة Chen واستخدام طريقة FCM لتكوين العناقيد المضببة . تم اقتراح طريقة جديدة للتكهن وذلك بإعادة تشكيل زمر العلاقات المضببة وطبقت هذه الطريقة المقترحة وقورنت نتائجها مع نتائج الطرق السابقة وللمرتبتين الأولى والثانية للعلاقات المضببة وبعدد من العناقيد يتراوح بين 5 و 11 عنقود وكانت قيم التكهنات أفضل من قيم التكهنات للطرق السابقة حيث تم الحصول على متوسط مربع أخطاء m.s.e اقل من الطرق السابقة .

الكلمات المفتاحية : العنقدة المضببة , المتسلسلات الزمنية المضببة , التكهن ، العلاقات المضببة , طريقة Chen للتكهن بالمتسلسلات الزمنية المضببة و طريقة Fuuzzy c-means (FCM) .

المقدمة Introduction

ان مفهوم المجموعة المضببة والمنطق المضبب والتي طرحت من قبل العالم الاذربيجاني الاصل لطفي أ. زادة عام 1965 قد طبقت في ما بعد بشكل واسع ومتنوع على الانظمة المختلفة وخصوصا المعقدة منها حيث ان زيادة التعقيد في الانظمة تزيد من اللاموكدية (Uncertainty) وبالتالي تؤدي الى نقص في المعلومات ولقد برز اصطلاح اللاموكدية لكي يعزز موقف نظرية الاحتمال . ان نظرية الاحتمال ونظرية المجموعات المضببة تميز نوعين من اللاموكدية والتي تأتي عموماً نتيجة سببين اثنين ، اولهما طريقة القياس للوصول الى معرفة جديدة ، وثانيهما اللغة الطبيعية للتواصل مع الاخرين من اجل التعامل مع مشاكل اللاموكدية ويمكن تطبيق نظرية الاحتمال بنجاح على مساحات واسعة من العلوم لانها تهتم بمعالجة حصول حوادث عشوائية بالمستقبل استناداً الى معلومات متوفرة حالياً . وبرغم نجاح نظرية الاحتمال فانها تبقى غير قادرة على اظهار اللاموكدية بدقة عالية كما انها غير قادرة ايضاً على إظهار اللاموكدية في النتائج ايضاً .

ان غموض المصطلحات اللغوية المعبرة عن الصفات الطبيعية مثل صفة الطول ودرجة الحرارة ... الخ قد ساهمت في ظهور وتطور مفهوم المجموعة الضبية [1] ، [2] .

يعتبر التحليل العنقودي احد الطرق المستخدمة احصائياً لتصنيف البيانات اولياً الى مجموعة من العقد (العناقيد) كل عنقود يحوي على مجموعة من البيانات التي توجد بينها صفات بنيوية مشتركة وهذا من تفضله اغلب طرق تمييز الانماط (pattern Recognition) لأن البيانات سوف تتوزع على عدد من العناقيد بحيث ان كل عنقود يحوي عناصر تتصف بصفات متماثلة فيما بينها مما يتطلب ان يكون هناك عناقيد منفصلة عن بعضها بحيث ان كل نمط ينتمي الى عنقود واحد وفقط واحد في حالة كون العناقيد تمثل مجموعات اعتيادية . اما في حالة كون العناقيد قد تمثل مجموعات مضببة فان التعنقد المضبب (Fuzzy Clustering) يجعل مفهوم التجزئة أوسع وبشكل يسمح لأي نمط بأن يكون له علاقة انتماء لأي عنقود من العناقيد باستخدام دالة العضوية (membership function) التي تتراوح فيما بين الصفر والواحد بحيث ان قيمة دالة العضوية لأي نمط تشير الى اعلى وثوقية لانتماء هذا النمط الى عنقود معين . ان مخرجات خوارزميات العنقدة المضببة تسمى بالتجزئة المضببة (Fuzzy Partition) وتحتل هذه الخوارزميات والطرق مساحة واسعة في البحوث والدراسات وفي جميع المجالات واشهر تقنيات العنقدة المضببة هي خوارزمية او طريقة الوسط _ c المضبب (Fuzzy c_mean) واختصاراً FCM والمقترحة من قبل العالم Besdek قبل اكثر من 25 سنة مضت .[3].

اما المتسلسلات الزمنية االمضببة (Fuzzy time serier) فقد أُقترحت عام 1993 من قبل العالمان Song و Chissom وقد وضعا تعريفان لنماذج المتسلسلة الزمنية المضببة اللامتغيرة الزمن (time-invariant) والمتغيرة الزمن (time-variant) والتي تستخدم في التكهن وتتلخص طرق التكهن باستخدام المتسلسلات الزمنية المضببة بخطوات محددة تتمثل بتحويل البيانات التي تمثل متسلسة زمنية الى مجموعات مضببة ثم إيجاد العلاقات المضببة (Fuzzy relationship) بينها والتي يتم تعريف المتسلسة الزمنية بدلالة العلاقات والخطوة الأخيرة تتضمن رفع الضبابية (انقشاع الضبابية) (defuzzifiction) لنتائج التكهن [4].

ان اغلب الدراسات والبحوث في مجال المتسلسلات الزمنية المضببة تهتم بطرق تكوين المجموعة المضببة والعلاقات المضببة فهنالك متسلسلات زمنية مضببة من المرتبة الاولى ومن مراتب أعلى بالاعتماد على العلاقات المنطقية بين المجموعات المضببة واتجاهات البحوث في هذا المجال تتضمن طرق تكوين المجموعات المضببة ومن أشهرها طريقة (FCM) وتنقسم اتجاهات البحوث الى عدة اتجاهات من حيث تأثير كل من عدد المجموعات المضببة ، رتبة المتسلسلة الزمنية المضببة ، طرق انقشاع الضبابية على دقة نتائج التكهن .

المفاهيم الاساسية Preliminaries

1 – المجموعة الاعتيادية (الجازمة) والمجموعات المضببة وخصائصها [5] Fuzzy sets and their Properties & Crisp set

1.1– المجموعة الاعتيادية (الجازمة) Crisp Set

تعرّف المجموعة الاعتيادية او الهشة (crisp set) بانها حشد من العناصر أو الأشياء $x \in U$ أي ان العنصر x ينتمي او لا ينتمي الى المجموعة A و $U \supseteq A$ حيث U المجموعة الشاملة وعندما يقال بأن $x \in A$ فأن هذه العبارة اما صادقة او كاذبة وان جميع عناصر المجموعة الشاملة U ممكن ان تحدد لتكون اما اعضاء او ليست اعضاء في المجموعة A والتي يمكن ان نعرفها بدالة مميزة (characteristic function) ويرمز لهذه الدالة للمجموعة A بالرمز $\mu_A(x)$ لكل $x \in U$ وتكون صيغتها بالشكل التالي :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 \leftrightarrow x \in A \\ 0 \leftrightarrow x \notin A \end{cases} \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\mu_A : U \rightarrow \{0,1\} \quad [6] .$$

او بالشكل وللتغلب على قصور نظرية المجموعات التقليدية (الكلاسيكية) في حديتها عرفت فكرة المجموعات المضببة كتوسيع للمجموعات التقليدية حيث ان لها حدوداً غير دقيقة (غير حادة).

1.2– المجموعة المضببة Fuzzy set [7]

لتكن المجموعة A ضمن المجموعة الشاملة U تمثل مجمل عناصر المجموعة الشاملة U ، اذ ان كل عنصر في U يمكن ان يكون عنصر في A ولكن درجة عضويته تحدد بقيمة حقيقية ضمن الفترة [0,1] وأن دالة العضوية (membership function) للمجموعة A تعرف كما يلي :

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

يوجد عدد غير محدود من دوال العضوية اشهرها الدالة المثلثية وشبه المنحرف والدالة ذات الشكل الجرسي (الكاوسية) ويمكن من خلال هذا التعبير الحصول على معلومات كاملة عن درجة عضوية اي عنصر في A ضمن المجموعة الشاملة U اذا ان $\mu_A(x)$ تمثل درجة العضوية للعنصر x ضمن المجموعة A ويعبر عن المجموعة المضببة A من خلال أزواج مرتبة لكل عنصر ودالة عضويته وكما يلي:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \; \forall \; x \in U\} \quad \ldots (2)$$

وهناك تعبيرات اخرى للمجموعة المضببة A , فاذا كانت المجموعة الشاملة U متقطعة فأن المجموعة المضببة تكتب بالشكل:

$$A = \sum_U \frac{\mu_A(x)}{x} \quad , \forall \; x \in U \quad \ldots (3)$$

1.3– المتغيرات اللغوية : Linguistic Variables [10]

تستخدم الأعداد المضببة كثيراً لتمثيل المتغيرات الكمية ، وتدعى هذه الأعداد باسم المتغيرات اللغوية . تعتبر المتغيرات اللغوية تعبير لكلمات او جمل بشكل قيم عددية وبصيغة تقابل حالة المتغير الجبري عندما يأخذ قيمة عددية . كل القيم المأخوذة من مجموعة التعابير (المصطلحات) التي تحوي على مجموعة القيم المقبولة وتكون عناصرها بالشكل

($\frac{\text{قيمة}}{\text{مفهوم}}$) . وكل ($\frac{\text{قيمة}}{\text{مفهوم}}$) في مجموعة التعبير يعبر عنها بعدد مضبب والمعرف على الفترة الشاملة او جزء منها يسمى بالمتغير الأساسي (base Variable) وبشكل مختصر هذه العلاقة يعبر عنها بالشكل متغير منطقي ← متغير مضبب ← متغير اساسي .

1.4– التضبيب Fuzzification

وهي عملية تحويل القيم الهشة الجازمة الى قيم مضببة وذلك باستخدام دوال العضوية للقيم الهشة التي تأخذ أشكالا مختلفة منها المثلثية , وشبه المنحرف , والطبيعية , ... الخ والتي تكون قيم عضويتها محصورة بين الصفر والواحد . وهناك طرق مختلفة لاجراء هذه العملية يمكن ان تُنفَذ ، مثل الحدس ، الخوارزميات الوراثية او الشبكات العصبية .

1.5– انقشاع الضبابية (رفع الضبابية) : Defuzzification

وهي عملية تحويل المخرجات المضببة الى مخرجات هشة والتي تأخذ قيماً عددية حقيقية ويتم هذا بعدة طرق برفع الضبابية ومنها :

أ– قاعدة أعلى قيمة درجة عضوية Max-membership principle

في هذه القاعدة تكون قيمة Z بعد رفع الضبابية عنها مساوية لقيمة x مع أعلى درجة عضوية والمعبر عنها بالصيغة :

$$\mu_A(x_*) \geq \mu_A(x) \quad for\ all\ x \in A \quad \ldots (7)$$

حيث x_* هو القيمة التي لها اعلى درجة عضوية في المجموعة المضببة A واذا اخذنا المثال الاتي للمجموعة

A= 0.3/10+0.45/12+0.6/15+0.9/17

فأن Z= max(A)=17

ب– طريقة التمركز Centroid Method

هذه الطريقة تستخدم على نحو واسع . وتسمى ايضاً طريقة مركز الجاذبية أو طريقة مركز المنطقة وتعرف في حال دالة العضوية μ_A متقطعة ومعرفة على المجموعة الشاملة بالصيغة التالية :

$$z = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_A(x_i).x_i}{\sum_{i=1}^{n} \mu_A(x_i)} \quad \ldots (8)$$

ج– طريقة المعدل المرجح Weighted average method

هذه الطريقة قابلة للتطبيق فقط لدوال العضوية المتماثلة ، وهي تحمل بعض التشابه لطريقة centroid ما عدا انها تاخذ الدرجات القصوى لدوال العضوية فقط وتكون صيغتها بالشكل :

$$z = \frac{\sum \max(\mu_A(x)).x}{\sum \max(\mu_A(x))} \quad \ldots (9)$$

1.6– بعض التعاريف المتعلقة بالمتسلسلات الزمنية المضببة some definition related to Fuzzy time series .

المتسلسلات الزمنية المضببة تم تعريفها اولاً من قبل العالمان Song و Chissom في العام 1993 ويمكن وصف مفهوم المتسلسلة الزمنية المضببة بالعبارات اللآتية :

لنفرض ان U حشد من الاشياء يمثل الفضاء الشامل المنته حيث

$U = \{u_1, u_2, \ldots, u_n\}$

المجموعة المضببة A_i يمكن تعريفها بالنسبة لـ U بالشكل

$$A_i = \frac{f_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{f_{A_i}(u_2)}{u_2} + \cdots + \frac{f_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad \ldots(10)$$

حيث ان f_{A_i} تمثل قيمة دالة العضوية للمجموعة المضببة A_i وان

$$f_{A_i}: U \to [0,1] \quad \ldots (11)$$

u_k هو عنصر في المجموعة المضببة A_i و $f_{A_i}(u_k)$ تمثل قيمة دالة عضوية u_k الى A_i او بعبارة اخرى درجة انتماء العنصر u_k الى المجموعة المضببة A_i وأن $1 < k < n$, $f_{A_i}(u_k) \in [0,1]$.

تعريف (1) : المتسلسلة الزمنية المضببة (Fuzzy Time Series) [11] [12]

لتكن Y(t),t=0,1,2,.... مجموعة جزئية من الأعداد الحقيقةّ R وتمثل الفضاء الذي تعرّف عليه المجموعات المضببة $f_i(t)$, i=1,2,... ولتكن F(t) حشد من $f_i(t)$ فأن F(t) يطلق عليها متسلسلة زمنية مضببة معرفة على Y(t) .

ان F(t) في التعريف اعلاه ينظر إليها كمتغير لغوي (Linguistic variable) وان $f_i(t)$, i=1,2,... تمثل القيم اللغوية (Linguistic values) لـ F(t) حيث ان $f_i(t)$ يعبر عنها بالمجموعات المضببة وكذلك نستطيع القول ان F(t) دالة للزمن t. نستخلص من ذلك ان الفرق الجوهري بين المتسلسلة الزمنية الاعتيادية والمضببة هو ان الاولى تتكون من اعداد حقيقية (مشاهدات) بينما الثانية تمثل بمجموعات مضببة .

تعريف (2): العلاقة المضببة Fuzzy relationship : [11]

على فرض ان F(t) متسببة في F(t-1) فقط أي F(t-1) →F(t), فأن هذه العلاقة يعبر عنها بـ F(t) = F(t-1) o R(t,t-1) حيث R(t,t-1) هي علاقة مضببة (Fuzzy relationship) بين F(t) و F(t-1) وان التعبير F(t) = F(t-1) o R(t,t-1) يطلق عليه نموذج المتسلسلة المضببة F(t) من المرتبة الاولى .

تعريف (3) : العلاقات المضببة من المرتبة N n-order Fuzzy relation

لتكن F(t) متسلسلة زمنية اذا كانت

F(t) متسببة من F(t-1) ، F(t-2) , F(t-n)....

فأن هذه العلاقة يعبر عنها بـ

$$F(t-n),\ldots,F(t-2),F(t-1) \to F(t) \quad \ldots (12)$$

ويطلق عليها بالمتسلسلة الزمنية المضببة من المرتبة n .

ان مفهوم المتسلسلة الزمنية من المرتبة n اقترح من قبل العالم Chen عام 2002 واستخدمه في التكهن باعداد الطلبة المقبولين في جامعة الاباما [10] .

تعريف (4) : السلسلة الزمنية اللامتغيرة الزمن Time-Invariant Fuzzy time series

على فرض أن F(t) مسببة من F(t-1) ويرمز لها بالرمز F(t- F(t) → (1 فانه يوجد علاقة مضببة بين F(t) و F(t-1) والتي يعبر عنها بالمعادلة F(t)=F(t-1) o R(t-1,t)

العلاقة R مفضلة لنموذج المسلسلة الزمنية من المرتبة الاولى . اذا كانت R(t-1,t) مستقلة بالنسبة للزمن t إذا كانت R(t2 , t2-1) = R(t1 , t1-1) لاي نقطتين زمنيتين مختلفتين t1 و t2 فأن F(t) تسمى بالمتسلسلة الزمنية المضببة اللامتغيرة الزمن وبعكس هذا فيطلق عليها المتسلسلة الزمنية المضببة المتغيرة الزمن .[10]

تعريف (5) : زمرة العلاقات المنطقية المضببة (FLRG) Fuzzy Logical Relationship Group

العلاقات على نفس المجموعة المضببة في الطرف الايسر يمكن تجميعها زمرة علاقات. لنفترض انه توجد علاقات منطقية مضببة بالشكل :

$$A_i \to A_{i1} \quad , \quad A_i \to A_{i2} \quad \ldots \quad A_i \to A_{in} \quad \ldots (13)$$

فأنه يمكن تجميعها في زمرة علاقات كما يلي

$$A_i \to A_{i1}, A_{i2}, \ldots, A_{in} \quad .[10]$$

ولا يمكن ان تظهر أي مجموعة مضببة في الطرف الايمن لأكثر من مرة واحدة فقط . ان مصطلح زمرة العلاقات (Relationship group) ظهر لاول مرة من قبل العالم Chen عام 1996.

1.7– العنقدة المضببة Fuzzy clustering

سنتطرق إلى مفهوم العنقدة المضببة واستخدامها للتكهن بالمتسلسلات الزمنية المضببة Fuzzy time series باستخدام طريقة Chen وطريقة الوسط c المضبب Fuzzy c-mean (FCM) وطريقة مقترحة لتكهن باستخدام FCM مع عرض الخوارزميات وخطوات ايجاد قيم التكهن للمتسلسلة الزمنية المضببة .

1.7.1– طريقة Chen : Chen Method [10]

ان هذه الطريقة هي مقترح نموذج مبسط يتضمن عمليات حسابية بسيطة . ان الاجراء التدريجي المقترح يمكن وصفه بالخطوات التالية :

1–تقسيم الحدث الشامل Universe of discourse الى فترات متساوية الطول .2– تعريف المجموعات المضببة Fuzzy sets على الحدث الشامل .3– تضبيب البيانات تاريخياً . Fuzzify historical data 4– تمييز العلاقات المضببة Identify fuzzy relationships .5– تأسيس زمر او مجاميع من العلاقات المضببة (FLR'S) . (FLRG'S)

6– رفع الضبابية لحساب نتائج التكهن. Defuzzify the forecasted output .

الخطوات المتبعة في طريقة Chen

الخطوة الاولى : تعريف الحدث الشامل وتقسيمه الى فترات متساوية الطول

الحدث الشامل U يعرف U= [$D_{min} - D_1$, $D_{max} + D_2$] حيث D_{min} و D_{max} هما اقل قيمة واعلى قيمة للبيانات على التوالي اما قيمتي D_1 و D_2 هما اعداد موجبة يتم اختيارهم لتكملة القيمة الصغرى والعظمى لتكون قيم قابلة للتجزئة مما يسهل عملية حسابها . يقسم الحدث الشامل الى عدة فترات وكمثال اذا كانت عدد الفترات 7 ولتكن $u_1 = [x_1, x_2]$, $u_2 = [x_2, x_3]$, $u_3 = [x_3, x_4]$

$u_6 = [x_6, x_7]$, $u_5 = [x_5, x_6]$, $u_4 = [x_4, x_5]$,
$u_7 = [x_7, x_8]$.

الخطوة الثانية : تعريف المجموعات المضببة على الحدث الشامل

لنفرض ان $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$ هي المجموعات المضببة حيث انها قيم لغوية من المتغيرات اللغوية للبيانات قيد الدراسة .المجموعات المضببة $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$ تعرف على الحدث الشامل كالاتي

$$A_1 = {}^{a_{11}}/_{u_1} + {}^{a_{12}}/_{u_2} + \cdots + {}^{a_{1m}}/_{u_m} \ ,$$
$$A_2 = {}^{a_{21}}/_{u_1} + {}^{a_{22}}/_{u_2} + \cdots + {}^{a_{2m}}/_{u_m},$$
$$, \ A_k = {}^{a_{k1}}/_{u_1} + {}^{a_{k2}}/_{u_2} + \cdots + {}^{a_{km}}/_{u_m}$$

حيث ان $a_{ij} \in [0,1]$ و $1 \le i \le k$ و $1 \le j \le m$ وان a_{ij} تمثل درجة العضوية للفترة الجازمة u_j في المجموعة المضببة A_i .قبل تعريف المجموعات المضببة على U ،القيم اللغوية يجب ان تكون قد خصصت لكل مجموعة مضببة . يستعمل Chen القيم اللغوية (ليس العدد من)=A_1 ، (ليس الكثير من)=A_2 ، (الكثير من)=A_3 ، (العديد من الكثير)=A_4 ، (الكثير جداً)=A_5 ، (الكثير من)=A_6 ، (الكثير من الكثير)= A_7 . المجموعات المضببة يمكن ان تعرف على الحدث الشامل كالاتي:

$$A_1 = {}^{1}/_{u_1} + {}^{0.5}/_{u_2} + {}^{0}/_{u_3} + {}^{0}/_{u_4} + {}^{0}/_{u_5} + {}^{0}/_{u_6} + {}^{0}/_{u_7}$$
$$A_2 = {}^{0.5}/_{u_1} + {}^{1}/_{u_2} + {}^{0.5}/_{u_3} + {}^{0}/_{u_4} + {}^{0}/_{u_5} + {}^{0}/_{u_6} + {}^{0}/_{u_7}$$
$$A_3 = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0.5}/_{u_2} + {}^{1}/_{u_3} + {}^{0.5}/_{u_4} + {}^{0}/_{u_5} + {}^{0}/_{u_6} + {}^{0}/_{u_7}$$
$$A_4 = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0}/_{u_2} + {}^{0.5}/_{u_3} + {}^{1}/_{u_4} + {}^{0.5}/_{u_5} + {}^{0}/_{u_6} + {}^{0}/_{u_7}$$
$$A_5 = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0}/_{u_2} + {}^{0}/_{u_3} + {}^{0.5}/_{u_4} + {}^{1}/_{u_5} + {}^{0.5}/_{u_6} + {}^{0}/_{u_7}$$
$$A_6 = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0}/_{u_2} + {}^{0}/_{u_3} + {}^{0}/_{u_4} + {}^{0.5}/_{u_5} + {}^{1}/_{u_6} + {}^{0.5}/_{u_7}$$
$$A_7 = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0}/_{u_2} + {}^{0}/_{u_3} + {}^{0}/_{u_4} + {}^{0}/_{u_5} + {}^{0.5}/_{u_6} + {}^{1}/_{u_7}$$

وبصورة عامة يمكن كتابة التعبير بالشكل [13]

$$A_k = \begin{cases} \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} & , \ k = 1 \\ \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} & ,2 \le k \le n-1 \\ \frac{0.5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n} & , \ k = n \end{cases} \quad \dots \quad (14)$$

الخطوة الثالثة : تضبيب البيانات تاريخياً :في هذه الخطوة عملية التضبيب هي تمييز مجاميع بين القيم التاريخية في مجموعة البيانات والمجموعات المضببة المعرفة في الخطوة السابقة ، كل قيمة تاريخية تضبب طبقاً لاعلى درجة عضوية . اذا كانت اعلى درجة انتماء بالتاكيد كمتغيرة وقت زمني , ولنقل F(t-1) , تظهر في المجموعة المضببة A_k , فأن F(t-1) تضبب للمجموعة A_k .ولناخذ مثال اننا اردنا تضبيب القيمة عند السنة (1970) فاننا نحسب اعلى درجة انتماء للقيمة في أي فترة , ولتكن الفترة u_1 فان F(1970) تضبب في المجموعة A_1 ، ولتكن القيمة عند السنة (1971) تملك اعلى درجة انتماء في الفترة u_2 فان F(1971) تضبب في المجموعة A_2 وهكذا لجميع البيانات .

الخطوة الرابعة : تمييز العلاقات المضببة في هذه الخطوة يتم تمييز العلاقات من تضبيب البيانات التاريخية ، اذا كان متغير المتسلسلة الزمنية F(t-1) تم تضبيبه في المجموعة المضببة A_k و F(t) في A_m فأن A_k متعلقاً بـ A_m . ونرمز لهذه العلاقة بالشكل $A_k \to A_m$ حيث A_k هي الحالة الحالية و A_m هي الحالة اللاحقة لقيمة البيان للسنة المعينة ، ومن المثال في الخطوة السابقة نستطيع القول ان العلاقة بين (1970) و (1971) هي $A_1 \to A_2$.

وتدعى A_1 الجهة اليسرى Left hand side (LHS) , و A_2 Right hand side (RHS) ، وهكذا لجميع البيانات .

مع ملاحظة انه لايمكن ان تظهر العلاقات المتكررة من نفس النوع سوى مرة واحدة فقط وتهمل البقية .

الخطوة الخامسة :تاسيس زمر العلاقات المضببة Establish fuzzy relationship groups تتلخص هذه الخطوة بانه اذا كان المجموعة المضببة لها علاقة مضبب بأكثر من مجموعة واحد فانه يتم دمج او تجميع المجموعات في الجهة اليمنى ولا يمكن ان تظهر أي مجموعة مضببة في الطرف الايمن لأكثر من مرة واحدة فقط وهذا ما يسمى تاسيس زمر المجموعات المضببة وكمثال توضيحي فأن تأسيس زمر العلاقات في بحثنا تكون بالشكل

roup (1) : $A_1 \to A_1$ $A_1 \to A_2$ Group (2) : $A_2 \to A_3$
$A_2 \to A_4$ $A_2 \to A_7$.... Group (7) : $A_7 \to A_2$

الخطوة السادسة : رفع الضبابية لحساب نتائج التكهن وعلى افتراض ان التضبيب لقيمة البيان من F(t-1) هو A_j , فأن نتائج تكهن F(t) محددة طبقاً للمبادئ التالية :

1- اذا وجدت علاقة (واحد لواحد) (1-1) في زمر العلاقات لـ A_j ، ولنقل $A_j \to A_k$ وكانت اعلى درجة انتماء ل A_k تقع في الفترة

u_k فأن نتائج التكهن ل F(t) تساوي نقطة المنتصف (midpoint) للفترة u_k .

2- اذا كانت A_j لا ترتبط بأية مجموعة أخرى أي $A_j \to \emptyset$ حيث $\emptyset$ المجموعة الخالية . وحيث انه A_j تملك اعلى درجة انتماء للفترة u_k , فأن نتائج التكهن تساوي منتصف الفترة u_k .

3 – اذ وجد (واحد الى العديد one-to-many) من العلاقات في زمر العلاقات المضببة لـ A_j ، ولنقل $A_j \to A_1, A_2, \dots, A_n$ وان اعلى درجة انتماء تحدث في الفترات $u_1, u_2, \dots u_n$ فأن نتائج التكهن تحسب بايجاد معدل نقاط المنتصف للفترات $m_1, m_2, \dots, m_n$ وبالصيغة $\frac{m_1+m_2+\cdots+m_n}{n}$

هذا النموذج الذي تم تقديمه يطلق عليه نموذج متلسلسلة زمنية مضببة من المرتبة الاولى ، وقد قام Chen بتقديم نماذج ذات مراتب عليا بعلاقات مضببة ، وكمثال على علاقة من المرتبة الثانية بالشكل

$A_{i1}, A_{i2} \to A_{i3}$ ، فأن خطوات ايجاد التكهن تكون بنفس الطريقة السابقة مع اختلاف في تكوين العلاقات المضببة وكمثال توضيحي على العلاقات من المرتبة الثانية في دراستنا تكون بالشكل

$A_1, A_2 \to A_3$ والتي تكافئ $F(1970), F(1971) \to F(1972)$

حيث A_1 و A_2 و A_3 هما التضبيب للبيانات للسنوات (1970 و 1971 و 1972) على التوالي. و يتم تأسيس زمر العلاقات المضببة كما ورد ذكره سابقا وكما يلي

Group (1) : $A_1, A_1 \to A_1$ $A_2, A_3 \to A_1$
Group (2) : $A_1, A_2 \to A_2$ $A_3, A_5 \to A_2$ $A_4, A_6 \to A_2$
… Group (7) : $A_5, A_7 \to A_7$

1.7.2 طريقة Fuzzy C-Means: [16][15] [14]

ان طريقة FCM تدعى أيضاً بـ Fuzzy ISODATA ، والتي اقترحها الباحث Bezdek في 1981 .

ان خوارزمية هذه الطريقة تمثل تقنية عنقدة مفصولة عن Hard c-Means (HCM)، إذ ان خوارزمية HCM مبينة أساساً على فلسفة المجموعات الجازمة Crisp Set ، التي تستخدم التجزئة القوية Hard Partitioning لنقاط البيانات ، بحيث يتم التحديد القطعي لانتماء هذه النقاط: اما أن ينتمي لعنقود معين أو لا ، أما خوارزمية FCM فهي مبنية على فلسفة المنطق المضبب الذي يعتمد أساساً على فكرة الانتماء التدريجي والتجزئة المضببة Fuzzy Partitioning التي تسمح لكل نقطة بيانات أن تنتمي إلى عنقود بدرجة محددة بدرجة عضوية وبهذا فان كل نقطة بيانات يمكن أن تنتمي إلى عدة عناقيد في آن واحد وبدرجات عضوية مختلفة تقع في الفترة [0,1] .

فلو فرضنا ان مجموعة البيانات $X=\{x_1,x_2,\dots,x_n\}$ هي مجموعة جزئية منتهية من مجموعة الأعداد الحقيقية. ولنفرض أن c هو عدد العناقيد وهو عدد صحيح بحيث $2 \le c \le n$، لذا فان خوارزمية FCM تعمل على تجزئة مجموعة البيانات X إلى c من العناقيد المضببة ، بحيث ان البيانات في نفس المجموعة تكون متشابهة قدر الإمكان وتختلف عن المجاميع المختلفة الاخرى قدر الإمكان .

وبهذا فان التجزئة المضببة لمجموعة البيانات X يمكن تمثيلها بمصفوفة العضوية **U** ذات الأبعاد c×n ، إذ ان كل مدخل في المصفوفة **U** يُشار إليه بـ u_{ik} ويكون ضمن المدى Range [0,1] :

$$u_{ik} \in [0,1], \forall i = 1,\dots,c, \forall k = 1,\dots,n \quad \dots(15)$$

ان هدف طريقة FCM يشبه ما موجود في طريقة HCM وهو إيجاد المركز لكل عنقود وتقليل دالة الهدف حسب قيود محددة ، التي يمكن تمثيلها بالمعادلة الآتية :

$$J(\mathbf{U}, \mathbf{c}_1, \mathbf{c}_2, \dots, \mathbf{c}_c) = \sum_{i=1}^{c} J_i = \sum_{i=1}^{c} \sum_{k=1}^{n} (u_{ik}{}^m)(d_{ik})^2 \quad \dots(16)$$

حيث ان J_i هي دالة الهدف داخل العنقود i . وان d_{ik} هي المسافة الاقليدية بين نقطة البيانات $\mathbf{x}_k$ والمركز $\mathbf{c}_i$

وان الدالة J تُقلَل تبعاً للقيود التالية :[17]

a) $0 \le u_{ij} \le 1 \quad 1 \le i \le c \ , \ 1 \le j \le n$
b) $0 \le \sum_{j=1}^{n} u_{ij} \le n \quad 1 \le i \le c \quad \dots (17)$
c) $\sum_{j=1}^{n} u_{ij} = 1$

إن كل عنصر (مشاهدة) قد ينتمي إلى عدة عناقيد وبدرجات عضوية متفاوتة لكن الشرطين (a) و (c) يتطلبان أن يكون المجموع النهائي لقيم دوال العضوية لأي عنصر مساوٍ للواحد . [18] , [19] .

أما u_{ik} فتمثل درجة عضوية نقطة البيانات $\mathbf{x}_k$ إلى مركز العنقود $\mathbf{c}_i$ وتكون ضمن المدى[0,1]. وان المعلمة m : هي القوة الموزونة للعضوية Membership Weighting Exponent إذ: $m \in [1,\infty]$, ولأجل الوصول إلى تقليل دالة الهدف فهنالك شرطان متمثلان بالمعادلتين (18) و(19) وكالآتي [20]

$$\mathbf{c}_i = \frac{\sum_{k=1}^{n} u_{ik}{}^m \mathbf{x}_k}{\sum_{k=1}^{n} u_{ik}{}^m} \quad \text{for all i… (18)}$$

حيث ان $\mathbf{c}_i$ يمثل مركز العنقود i ، وان i= 1,2,…,c.

$$u_{ik} = \frac{1}{\sum_{j=1}^{c} \left(\frac{|\mathbf{x}_k - \mathbf{c}_i|}{|\mathbf{x}_k - \mathbf{c}_j|} \right)^{2/(m-1)}} \quad \text{for all k} \quad \dots(19)$$

1.7.3- التكهن باستخدام طريقة الوسط C المضبب FCM

لايجاد قيم التكهن باستخدام هذه الطريقة سنستخدم خوارزمية FCM ، حيث انه يتم ادخال البيانات على شكل متجهات واختيار عدد العناقيد c وتحديد قيمة العتبة وتحديد قيمة m. ومن ثم استخدام المخرجات لهذه الخوارزمية والتي هي عبارة عن عناقيد بعدد c التي تضم العناصر بعد تصنيفها ، وعدد التكرارات ، ومصفوفة العضوية **U** ، ومصفوفة المراكز ، ودالة الهدف .

خطوات العمل :

الخطوة الاولى : تعريف المجموعة الشاملة U التي تحوي جميع بيانات الدراسة حيث $U = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

الخطوة الثانية : تقسيم المجموعة الشاملة الى عدة عناقيد Clusters باستخدام خوارزمية FCM والتي ستنتج عناقيد تحتوي على مجموعة من البيانات تكون متشابهة فيما بينها الى حد ما $cl_1, cl_2, \dots, cl_c$

الخطوة الثالثة : تعريف المجموعات المضببة على المجموعة الشاملة لنفرض ان $A_1, A_2, A_3, \dots A_c$ هي المجموعات المضببة فيمكن تعريفها بالشكل :

$$A_1 = {}^{a_{11}}/_{u_1} + {}^{a_{12}}/_{u_2} + \cdots + {}^{a_{1m}}/_{u_n}$$
$$A_2 = {}^{a_{21}}/_{u_1} + {}^{a_{22}}/_{u_2} + \cdots + {}^{a_{2m}}/_{u_n}$$
$$\dots$$
$$A_c = {}^{a_{c1}}/_{u_1} + {}^{a_{c2}}/_{u_2} + \cdots + {}^{a_{cm}}/_{u_n}$$

حيث ان $a_{ij} \in [0,1]$ و $1 \le i \le n$ و $1 \le j \le c$ وان a_{ij} تمثل درجة انتماء البيان x_i للمجموعة المضببة A_j هو عنصر من مصفوفة العضوية **U** .

الخطوة الرابعة : تضبيب البيانات وتتم هذه الخطوة باختيار كل عنقود على شكل مجموعة مضببة .

$$cl_1 = A_1, cl_2 = A_2, \dots, cl_c = A_c$$

ان كل قيمة مدخلة تمتلك اعلى درجة انتماء ضمن عنقود معين والذي تظهر في مصفوفة العضوية التي تم ذكرها سابقاً يتم تضبيبها الى المجموعة المضببة المساوية لذلك العنقود. ولنقل ان القيمة المدخلة x_1 لسنة 1970 تقع ضمن العنقود الاول فأن F(1970) = A_1 وهكذا لجميع المدخلات فانه يتم تضبيب البيانات التاريخية كلّ حسب مجموعته المضببة .

اما الخطوات المتبقية (من الخطوة الخامسة الى الخطوة الاخيرة) فهي مشابهة للخطوات المذكورة سابقاًضمن طريقة Chen وللمرتبتين الاولى والثانية .

1.7.4– طريقة مقترحة للتكهن باستخدام FCM

من خلال دراستنا لطرق التعقد المضبب كطريقة Chen وطريقة الوسط C المضبب FCM وحصولنا على نتائج التكهن لها ولاجل تطوير الطرق السابقة للحصول على نتائج أفضل لقيم التكهن وفقاً لافكار المدروسة في هذا البحث ، اقتراحنا طريقة تتضمن نفس الخطوات السابقة عدا الخطوة الخاصة باعادة بناء زمر العلاقات المضببة وتكون كما يلي : اعادة بناء العلاقات المضببة لزمرة المجموعات المضببة هي الخطوة الاهم في هذه الطريقة حيث انه يتم رفع (تشذيب) العلاقات للمجموعات المتطرفة ، وتتم اعادة بناء العلاقات بين زمرة المجموعات المضببة بقواعد خاصة أي انه اذا كانت $A_i \to A_j$ وقيمة التكهن للمجموعة المضببة A_j تعتمد على المجموعة A_i فان زمر العلاقات يعد تشكيلها بالعلاقة المقترحة

$$A_i \to A_{|j-\alpha| \le 1} \quad \dots (20)$$

فاذا كان لدينا العلاقات $A_i \to A_j$, $A_i \to A_k$ و $A_i \to A_l$ فأن $\alpha = j, k, l$. وعليه تكون نتائج التكهن قريبة من النتائج الحقيقية فلو اخذنا المثال في الخطوة السادسة فستكون العلاقات الجديدة طبقا لمقترحنا بالشكل

Group (1) : $A_1 \to A_1$ $A_1 \to A_2$ $A_1 \to A_5$
$\Rightarrow$ $A_1 \to A_1, A_2$
Group (2) : $A_2 \to A_3$ $A_2 \to A_4$ وهذا لبقية الزمر
$A_2 \to A_7$ $\Rightarrow$ $A_2 \to A_3$
…
Group (k) : $A_k \to A_2$ $\Rightarrow$ $A_k \to \emptyset$

وهذه الطريقة تشبه نوعا ما طريقة الوسيط median كمقياس من مقاييس النزعة المركزية في الاحصاء.

2– الجانب التطبيقي

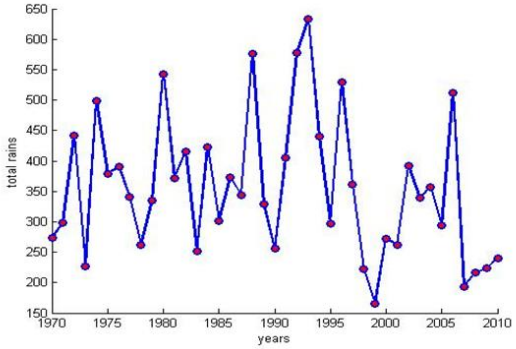
2-1 المقدمة

تتضمن هذه الفقرة ثلاث تطبيقات لطرق العنقدة المضببة للتكهن بالمتسلسلات الزمنية المضببة على بيانات تمثل كمية الامطار المتساقطة على مدينة الموصل للسنوات (1970 – 2010) . ويتناول التطبيق الاول طريقة chen , اما التطبيق الثاني فتناول العنقدة طريقة الوسط c المضبب FCM , واخيرا طريقة مقترحة للتكهن باستخدام FCM .باستخدام دوال عضوية مختلفة في ايجاد القيم العضوية للعناصر في المجموعات المضببة ، وايضاً تم اخذ قيم مختلفة لعدد العناقيد تراوحت بين (5 – 11) عنقود ، وايضاً تم استخدام العلاقات المضببة من المرتبة الاولى والثانية ، وتم توضيح مدى تأثير كل هذه العناصر على نتائج التكهن .

لقد تم استخدام البرنامج الجاهز (MATLAB 2012) لتقسيم البيانات الى العناقيد المطلوبة بطريقة FCM ، وايضاً لايجاد قيم درجات العضوية ورسمها ، ورسم المتسلسلات الزمنية المضببة .والمذكور في الملحق (1) .

2-2 وصف البيانات

ان البيانات المستخدمة في التطبيق تمثل كمية الامطار المساقطة على مدينة الموصل للسنوات(1970 – 2010) ويتراوح مداها ما بين (165.1 – 633)mm ، من ملاحظة البيانات نجدها تتصف بعدم الاستقرارية وتختلف من سنة لاخرى بشكل عشوائي وقد تناولنا هذه البيانات لما للامطار من اهمية وتأثير كبير على حياتنا اليومية وتأثيرها على الاقتصاد والزراعة و...الخ وكذلك الفيضانات , والشكل (1–3) يمثل رسم المتسلسلة الزمنية لتساقط الامطار ولكل سنة .



شكل(2-1): المتسلسلة الزمنية لكمية الأمطار في مدينة الموصل للسنوات(1970 – 2010)

2-3 تطبيق طريقة Chen في ايجاد قيم التكهن :

سنجد قيم التكهن باستخدام طريقة Chen f تقسيم الحدث الشامل الى عشرة فترات وباستخدام دالة العضوية شبه المنحرف ، اما بقية التقسيمات فسنذكر الفرق بينها بجدول موحد . الخطوة الاولى وهي تعريف الحدث الشامل U= [165.1 - D_1, 633 + D_2] أذ ان قيمة

D_1 =25 ، وقيمة D_1 =25 أيضا ، ومنها نحصل على [655.1, 140.1] =U ومن ثم نقسم U الى عشرة فترات متساوية بالطول وهي u_1 ، u_2 ، u_3 ، u_4 ، u_5 ، u_6 ، u_7 ، u_8 ، u_9 ، u_{10} .

وبما اننا استخدمنا دالة العضوية شبه المنحرف سنبين الرقم شبه المنحرف المضبب ومن ثم سنختار الفترة الجازمة (Crisp interval) وكما مبين في الجدول ادناه.

جدول (2–1) تقسيم الفترات

الفترة الجازمة Crisp interval	الرقم شبه المنحرف المضبب (أ،ب،ج،د) Trapezoidal Fuzzy number(a,b,c,d)	الفترة الجازمة Crisp interval	الرقم شبه المنحرف المضبب (أ،ب،ج،د) Trapezoidal Fuzzy number(a,b,c,d)
u_1 = [165.1,190.1]	(140.1,165.1,190.1,215.1)	u_6 = [415.1,440.1]	(390.1,415.1,440.1,465.1)
u_2 = [215.1,240.1]	(190.1,215.1,240.1,265.1)	u_7 = [465.1,490.1]	(440.1,465.1,490.1,515.1)
u_3 = [265.1,290.1]	(240.1,265.1,290.1,315.1)	u_8 = [515.1,540.1]	(490.1,515.1,540.1,565.1)
u_4 = [315.1,340.1]	(290.1,315.1,340.1,365.1)	u_9 = [565.1,590.1]	(540.1,565.1,590.1,615.1)
u_5 = [365.1,390.1]	(340.1,365.1,390.1,415.1)	u_{10} = [615.1,640.1]	(590.1,615.1,640.1,665.1)

الخطوة الثانية هي تعريف المجموعات المضببة على الحدث الشامل وعليه تكون المجموعات المضببة $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$ كتعابير لغوية بالشكل

$$A_1 = {}^{1}/_{u_1} + {}^{0.5}/_{u_2} + {}^{0}/_{u_3} + \cdots + {}^{0}/_{u_{10}}$$
$$A_2 = {}^{0.5}/_{u_1} + {}^{1}/_{u_2} + {}^{0.5}/_{u_3} + \cdots + {}^{0}/_{u_{10}}$$
$$\ldots \quad A_{10} = {}^{0}/_{u_1} + {}^{0}/_{u_2} + \cdots + {}^{0.5}/_{u_3} + {}^{1}/_{u_{10}}$$

ويكون حساب قيمة دالة العضوية للمجموعات المضببة بالشكل

$$A_1 = \begin{cases} 0 & , \ x < 140.1 \\ \frac{x-140.1}{165.1-140.1} & , 140.1 \le x \le 165.1 \\ 1 & , 165.1 \le x \le 190.1 \\ \frac{215.1-x}{215.1-190.1} & , 190.1 \le x \le 215.1 \\ 0 & , x > 215.1 \end{cases} ,$$

$$A_2 = \begin{cases} 0 & , \ x < 190.1 \\ \frac{x-190.1}{215.1-190.1} & , 190.1 \le x \le 215.1 \\ 1 & , 215.1 \le x \le 240.1 \\ \frac{265.1-x}{265.1-240.1} & , 190.1 \le x \le 265.1 \\ 0 & , x > 265.1 \end{cases}$$

وهكذا لبقية المجموعات .الخطوة الثالثة وهي تضبيب البيانات التاريخية فكان على اساس اعلى درجة عضوية ضمن الفترات فلناخذ القيمة الاولى فانها تمتلك اعلى درجة انتماء في الفترة u_3 فأن F(1970) تضبب في المجموعة A_3 و القيمة الثانية فانها تمتلك اعلى درجة انتماء في الفترة u_3 ايضاً فأن F(1971) تضبب في المجموعة A_3 وهكذا لبقية القيم التاريخية وكما مبين في الجدول (2–2) ادناه

جدول (2–2) تضبيب البيانات التاريخية

السنة	كمية الامطار	تضبيب البيانات	السنة	كمية الامطار	تضبيب البيانات	السنة	كمية الامطار	تضبيب البيانات	السنة	كمية الامطار	تضبيب البيانات
1970	273.4	A3	1981	371.9	A5	1992	577.1	A9	2003	339.8	A4
1971	298.4	A3	1982	415.4	A6	1993	633	A10	2004	357.1	A5
1972	441.5	A6	1983	251.9	A2	1994	439.6	A6	2005	294.5	A3
1973	227.1	A2	1984	422	A6	1995	296.2	A3	2006	511.2	A8
1974	498.9	A7	1985	301.4	A3	1996	528.7	A8	2007	193.8	A1
1975	378.8	A5	1986	373.1	A5	1997	360.7	A5	2008	216.3	A2
1976	390.3	A5	1987	343.4	A4	1998	222.2	A2	2009	223.8	A2
1977	340.3	A4	1988	576.1	A9	1999	165.1	A1	2010	240.6	A2
1978	262.2	A3	1989	329.2	A4	2000	272.8	A3			
1979	335.1	A4	1990	256.6	A3	2001	261.5	A3			
1980	542.9	A8	1991	404.6	A6	2002	391.3	A5			

الخطوة الرابعة وهي تمييز العلاقات المضببة . من تعريف العلاقات المضببة نجد ان متغير المتسلسلة الزمنية F(1971) تم تضبيبه في A3 و F(1970) تم تضبيبه في A_3 ، فأن A_3 يتعلق بـ A_3 ونرمز له بالرمز $A_3 \rightarrow A_3$ ، و F(1972) تم تضبيبه في A6 فيكون A_3 يتعلق بـ A_6 فيرمز له $A_3 \rightarrow A_6$ ، والجدول (3−2) يبين علاقات المجاميع المضببة .

جدول (3−2) العلاقات المضببة

$A_3 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_4$
$A_4 \rightarrow A_8$	$A_8 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_9$
$A_9 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_9$	$A_9 \rightarrow A_{10}$	$A_{10} \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_8$	$A_8 \rightarrow A_5$
$A_5 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_8$
$A_8 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$					

الخطوة الخامسة تمثل تاسيس زمر العلاقات المضببة من الجدول(3−2) اعلاه نلاحظ ان المجموعات المضببة لها علاقة مضببة باكثر من مجموعة واحدة فيتم دمج او تجميع المجموعات في الجهة اليمنى مع ملاحظة عدم تكرار أي مجموعة مضببة في الجهة اليمنى فنلاحظ ان المجموعة A_1

لها علاقه بـ A_2, A_3 فتصبح الزمرة الاولى بالشكل Group(1): $A_1 \rightarrow A_2, A_3$

والجدول(4−2) الاتي يبين زمر العلاقات المضببة .

جدول (4−2) زمر العلاقات المضببة FLRG'S

Group(1): $A_1 \rightarrow A_2, A_3$	Group(2): $A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_6, A_7$	Group(3): $A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$		
Group(4): $A_4 \rightarrow A_3, A_5, A_8, A_9$	Group(5): $A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	Group(6): $A_6 \rightarrow A_2, A_3, A_9$		
Group(7): $A_7 \rightarrow A_5$	Group(8): $A_8 \rightarrow A_1, A_5$	Group(9): $A_9 \rightarrow A_4, A_{10}$	Group(10): $A_{10} \rightarrow A_6$	

الخطوة السادسة والاخيرة وهي رفع الضبابية لايجاد نتائج التكهن وهذه الخطوة تعتمد على الخطوة السابقة فمن الزمرة الاولى Group(1) تكون نتيجة رفع الضبابية لناتج التكهن للمجموعة المضببة A_1 هي معدل Centroid للمجموعات المضببة A_3 , A_2 وكما يلي

$(((230.5 + 276.5))/2) = 253.5$ اما نتيجة رفع الضبابية لـــــــ A_2 فتســـــــاوي $(((171.3 + 230.5 + 425.8 + 497.3))/3) = 333$ وهكذا لبقية المجموعات المبينة في الجدول (2−5).

جدول (5– 2) نتائج التكهن

السنة	القيم الحقيقية	المجموعة المضببة	قيمة التكهن	زمرة العلاقات المضببة	المركز المتوسطCentroid
1970	273.4	A3	-	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
1971	298.4	A3	387.1	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
1972	441.5	A6	387.1	$A_6 \rightarrow A_2, A_3, A_9$	230.5;276.5;574.8
1973	227.1	A2	360.6	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_6, A_7$	178.3;230.5;425.8;497.4
1974	498.9	A7	333.0	$A_7 \rightarrow A_5$	376.9
1975	378.8	A5	376.9	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	230.5;276.5;331.8;376.9;425.8
1976	390.3	A5	328.3	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	230.5;276.5;331.8;376.9;425.8
1977	340.3	A4	328.3	$A_4 \rightarrow A_3, A_5, A_8, A_9$	276.5;376.9;524.6;574.8
1978	262.2	A3	452.0	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
1979	335.1	A4	387.1	$A_4 \rightarrow A_3, A_5, A_8, A_9$	276.5;376.9;524.6;574.8
1980	542.9	A8	452.0	$A_7 \rightarrow A_1, A_5$	178.3;376.9
1981	371.9	A5	277.6	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	230.5;276.5;331.8;376.9;425.8
1982	415.4	A6	328.3	$A_6 \rightarrow A_2, A_3, A_9$	230.5;276.5;574.8
1983	251.9	A2	360.6	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_6, A_7$	178.3;230.5;425.8;497.4
1984	422	A6	333.0	$A_6 \rightarrow A_2, A_3, A_9$	230.5;276.5;574.8
1985	301.4	A3	360.6	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
1986	373.1	A5	387.1	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	230.5;276.5;331.8;376.9;425.8
1987	343.4	A4	328.3	$A_4 \rightarrow A_3, A_5, A_8, A_9$	276.5;376.9;524.6;574.8
1988	576.1	A9	452.0	$A_9 \rightarrow A_4, A_{10}$	331.8;633.0
1989	329.2	A4	482.4	$A_4 \rightarrow A_3, A_5, A_8, A_9$	276.5;376.9;524.6;574.8
1990	256.6	A3	452.0	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
1991	404.6	A6	387.1	$A_6 \rightarrow A_2, A_3, A_9$	230.5;276.5;574.8
1992	577.1	A9	360.6	$A_9 \rightarrow A_4, A_{10}$	331.8;633.0
1993	633	A10	482.4	$A_{10} \rightarrow A_6$	425.8
1994	439.6	A6	425.8	$A_6 \rightarrow A_2, A_3, A_9$	230.5;276.5;574.8
1995	296.2	A3	360.6	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
1996	528.7	A8	387.1	$A_7 \rightarrow A_1, A_5$	178.3;376.9
1997	360.7	A5	277.6	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	230.5;276.5;331.8;376.9;425.8
1998	222.2	A2	328.3	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_6, A_7$	178.3;230.5;425.8;497.4
1999	165.1	A1	333.0	$A_1 \rightarrow A_2, A_3$	230.5; 276.5
2000	272.8	A3	253.5	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
2001	261.5	A3	387.1	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
2002	391.3	A5	387.1	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	230.5;276.5;331.8;376.9;425.8
2003	339.8	A4	328.3	$A_4 \rightarrow A_3, A_5, A_8, A_9$	276.5;376.9;524.6;574.8
2004	357.1	A5	452.0	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$	230.5;276.5;331.8;376.9;425.8
2005	294.5	A3	328.3	$A_3 \rightarrow A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	276.5;331.8;376.9;425.8;524.6
2006	511.2	A8	387.1	$A_7 \rightarrow A_1, A_5$	178.3;376.9
2007	193.8	A1	277.6	$A_1 \rightarrow A_2, A_3$	230.5; 276.5
2008	216.3	A2	253.5	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_6, A_7$	178.3;230.5;425.8;497.4
2009	223.8	A2	333.0	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_6, A_7$	178.3;230.5;425.8;497.4
2010	240.6	A2	333.0	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_6, A_7$	178.3;230.5;425.8;497.4
				10892	m.s.e.

إن التطبيق الذي تناولناه هو نموذج متسلسلة زمنية مضببة من المرتبة الأولى ، والآن سنقدم نموذج المتسلسلة الزمنية من المرتبة الثانية ، إن خطوات العمل الأولى والثانية والثالثة لهذا النموذج هي نفسها للنموذج السابق أما الفرق فيبدأ من الخطوة الرابعة وهي تمييز العلاقات المضببة أي ان السنتين السابقتين تؤثران على نتائج التكهن للسنة اللاحقة لهما أي ان العلاقات تؤسس اعتمادا على الجهة اليسرى للعلاقة ومثال على ذلك من الجدول (6–2) نلاحظ ان

F(1970), F(1971) → F(1972) = $A_3, A_3 \rightarrow A_6$

جدول (6–2) زمر العلاقات المضببة المرتبة الثانية

$A_3, A_3 \rightarrow A_6$	$A_3,A_6 \rightarrow A_3$	$A_3,A_6 \rightarrow A_7$	$A_3,A_7 \rightarrow A_5$	$A_7,A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_6$	$A_3,A_6 \rightarrow A_3$	$A_3,A_6 \rightarrow A_7$		
$A_3,A_7 \rightarrow A_5$	$A_7,A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_6$	$A_3,A_6 \rightarrow A_3$	$A_3,A_6 \rightarrow A_7$	$A_3,A_7 \rightarrow A_5$	$A_7,A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_6$		
$A_3,A_6 \rightarrow A_3$	$A_3,A_6 \rightarrow A_7$	$A_3,A_7 \rightarrow A_5$	$A_7,A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_6$	$A_3,A_6 \rightarrow A_3$	$A_3,A_6 \rightarrow A_7$	$A_3,A_7 \rightarrow A_5$		
$A_7,A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_6$	$A_3,A_6 \rightarrow A_3$	$A_3,A_6 \rightarrow A_7$	$A_3,A_7 \rightarrow A_5$	$A_7,A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_6$	$A_3,A_6 \rightarrow A_3$		
$A_3,A_6 \rightarrow A_7$	$A_3,A_7 \rightarrow A_5$	$A_7,A_5 \rightarrow A_5$	$A_3, A_3 \rightarrow A_6$	$A_3,A_6 \rightarrow A_3$	$A_3,A_6 \rightarrow A_7$	$A_3,A_7 \rightarrow A_5$	$A_7,A_5 \rightarrow A_5$		

اما الخطوة الخامسة فهي تأسيس زمر العلاقات المضببة والتي تختلف عن الخطوة الاولى بانها تعتمد على الجهة اليسرى من العلاقة المضببة والجدول (7–2) يبين زمر العلاقات .

جدول (7–2) زمر العلاقات المضببة المرتبة الثانية

Group(1): $A_2, A_3, A_5, A_8 \rightarrow A_1$	Group(2): $A_1, A_2, A_3, A_5, A_6, A_8, \rightarrow A_2$	Group(3): $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_9, A_{10} \rightarrow A_3$
Group(4): $A_3, A_4, A_5, A_9 \rightarrow A_4$	Group(5): $A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8 \rightarrow A_5$	Group(6): $A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8, A_9, A_{10} \rightarrow A_6$
Group(7): $A_2, A_6 \rightarrow A_7$	Group(8) $A_3, A_4, A_5, A_6 \rightarrow A_8$	Group(9): $A_3, A_4, A_5, A_6 \rightarrow A_9$ Group(10): $A_6, A_9 \rightarrow A_{10}$

الخطوة الاخيرة وهي رفع الضبابية من نتائج التكهن فتكون بايجاد معدل قيمة مراكز المجموعات المعتمدة على العلاقات التي تعتمد عليها كل سنة للسنتين السابقتين للسنة الثالثة ومثال على ذلك لايجاد قيمة تكهن سنة (1973) نعتمد العلاقة F(1970),F(1971) → F(1973) ومنه نحصل على $A_3, A_3 \rightarrow A_6$ بداية نحسب قيمة التكهن المفردة لـ A_3 وبالاعتماد على زمرة المجموعة الثالثة Group(3) تكون قيمتها مساوية

$$(178.3 + 230.5 + 276.5 + 331.8 + 376.9 + 425.8 + 574.8 + 633\ )/8 = 378.5$$

ومنها نحصل على قيمة التكهن $= (378.5 + 378.5)/2$ 378.5 وهكذا لبقية السنوات والجدول (8–2) يبين ذلك.

جدول (8–2) قيم التكهن

السنة	القيم الحقيقية	قيمة التكهن	السنة	القيم الحقيقية	قيمة التكهن	السنة	القيم الحقيقية	قيمة التكهن	السنة	القيم الحقيقية	قيمة التكهن
1970	273.4	-	1981	371.9	371.4	1992	577.1	400.1	2003	339.8	379.5
1971	298.4	-	1982	415.4	366.7	1993	633	387.3	2004	357.1	385.3
1972	441.5	378.5	1983	251.9	401.1	1994	439.6	426.6	2005	294.5	385.3
1973	227.1	400.1	1984	422	378.6	1995	296.2	461.0	2006	511.2	379.5
1974	498.9	378.6	1985	301.4	378.6	1996	528.7	400.1	2007	193.8	365.6
1975	378.8	331.8	1986	373.1	400.1	1997	360.7	365.6	2008	216.3	352.5
1976	390.3	354.4	1987	343.4	379.5	1998	222.2	366.7	2009	223.8	343.8
1977	340.3	380.5	1988	576.1	385.3	1999	165.1	358.0	2010	240.6	335.5
1978	262.2	385.3	1989	329.2	371.4	2000	272.8	343.8			
1979	335.1	384.3	1990	256.6	371.4	2001	261.5	365.3			
1980	542.9	384.3	1991	404.6	384.3	2002	391.3	378.5	m.s.e.	12606	

2-4 تطبيق طريقة الوسط c المضبب Fuzzy c-mean (FCM) في ايجاد قيمة التكهن

في هذه النموذج سنعرض التطبيق في ايجاد قيم التكهن للبيانات المبينة, وكما ذكرنا في الفقرة (2-8-1) طريقة ايجاد العناقيد التي سنستخدمها في ايجاد قيم التكهن ولعدد العناقيد من (5–11) عنقود وباستخدام دالة العضوية الطبيعية gussian وللمرتبتين الاولى والثانية **الخطوة الاولى** تعريف مجموعة البيانات .اما **الخطوة الثانية** وهي تحديد عدد العناقيد وايجاد مجموعة كل عنقود وقد تناولنا عدد العناقيد (10) ، اما بقية النتائج سنذكرها بملحق خاص بالنتائج . وباستخدام برنامج MATLAB تم تحديد العناقيد العشر ومحتوياته من البيانات المستخدمة فكانت النتائج كما مبينة في الجدول (9–2) ادناه.

جدول (9–2) العناقيد والمجموعات المضببة

السنة	كمية الامطار	المجموعة المضببة	العنقود
1973	227.1	A1	cl_1
1998	222.2	A1	
1999	165.1	A1	
2007	193.8	A1	
2008	216.3	A1	
2009	223.8	A1	
1970	273.4	A2	cl_2
1978	262.2	A2	
1983	251.9	A2	
1990	256.6	A2	
2000	272.8	A2	
2001	261.5	A2	
2010	240.6	A2	
1971	298.4	A3	cl_3
1985	301.4	A3	
1995	296.2	A3	
2005	294.5	A3	
1977	340.3	A4	cl_4
1979	335.1	A4	
1987	343.4	A4	
1989	329.2	A4	
2003	339.8	A4	
1975	378.8	A5	cl_5
1981	371.9	A5	
1986	373.1	A5	
1997	360.7	A5	
2004	357.1	A5	
1976	390.3	A6	cl_6
2002	391.3	A6	
1982	415.4	A7	cl_7
1984	422.0	A7	
1991	404.6	A7	
1972	441.5	A8	cl_8
1994	439.6	A8	
1974	498.9	A9	cl_9
1980	542.9	A9	
1996	528.7	A9	
2006	511.2	A9	
1988	576.1	A10	cl_{10}
1992	577.1	A10	
1993	633.0	A10	

الخطـوة الثالثـة وهـي تعريـف المجموعـات المضـببة : مـن مصـفوفة العضـوية التـي حصـلنا عليهـا مـن تطبيـق البرنـامج يمكـن تعريـف المجموعات بالشكل

$$A_i=\sum_U \frac{\mu_A(xi)}{xi} \quad , \ \forall\ x_i \in U$$

الخطوة الرابعة تمثل تضبيب البيانات : وتتم هذه الخطوة باختيار كل عنقود على شكل مجموعة مضببة أي انه

$$cl_1 = A_1, cl_2 = A_2, cl_3 = A_3, cl_4 = A_4, cl_5 = A_5$$
$$cl_6 = A_6, cl_7 = A_7, cl_8 = A_8, cl_9 = A_9, cl_{10} = A_{10}$$

فنرى القيمة الاولى تقع ضمن العنقود الثاني وعليه يتم تضبيبها A_2 اما القيمة الثانية تقع ضمن العنقود الثالث فتضبب A_3 وهكذا لبقية البيانات كما في الجدول (9–2) اعلاه . **الخطوة الخامسة** وهي تمييز العلاقات المضببة : من تعريف العلاقات المضببة يمكننا ان نستخرج العلاقات بين المجموعات المضببة ، بما ان متغير المتسلسلة الزمنية F(1970) تم تضبيبه في المجموعة المضببة A_2 و F(1971) في A_3 فأن A_2 متعلقاً بـ A_3 . فتصبح العلاقة بالشكل $A_2 \rightarrow A_3$ حيث A_2 هي الحالة الحالية و A_3 هي الحالة اللاحقة لقيمة البيان للسنة المعينة ، وتدعى A_2 الجهة اليسرى (LHS) Left hand side و A_3 الجهة اليمنى (RHS) Right hand side . والجدول الاتي يبين العلاقات المضببة.

جدول (10–2) العلاقات المضببة

$A_2 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_8$	$A_8 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_9$	$A_9 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_2$
$A_2 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_9$	$A_9 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_5$
$A_5 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_{10}$	$A_{10} \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_{10}$	$A_{10} \rightarrow A_{10}$	$A_{10} \rightarrow A_8$
$A_8 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_9$	$A_9 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_6$
$A_6 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_9$	$A_9 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$

الخطوة السادسة تمثل بناء زمر (مجاميع) من العلاقات المضببة : ان كل العلاقات المضببة التي تم ايجادها يمكن ان تجمع في زمرة علاقات مضببة مختلفة طبقاً لنفس الجهة اليسرى من العلاقة المضببة من الجدول(10–2) اعلاه نرى المجموعة المضببة A_1 لها علاقة

مضببة بأكثر من مجموعة واحد فانه يتم دمج او تجميع المجموعات في الجهة اليمنى ولا يمكن ان تظهر أي مجموعة مضببة في الطرف الايمن لأكثر من مرة واحدة فقط فتكون الزمرة الاولى

$A_1 \to A_1 \quad A_1 \to A_2 \quad A_1 \to A_9 \quad \Rightarrow$
Group (1) : $A_1 \to A_1, A_2, A_9$

والجدول (2−11) ادناه يبين زمر المجاميع المضببة.

جدول (2−11) زمر المجاميع المضببة

Group(1): $A_1 \to A_1, A_2, A_9$	Group(2): $A_2 \to A_2, A_3, A_4, A_6, A_7$	Group(3): $A_3 \to A_5, A_8, A_9$
Group(4): $A_4 \to A_2, A_5, A_9, A_{10}$	Group(5): $A_5 \to A_1, A_3, A_4, A_6, A_7$	Group(6): $A_6 \to A_4$
Group(7): $A_7 \to A_2, A_3, A_{10}$	Group (8): $A_8 \to A_1, A_3$	Group(9): $A_9 \to A_5, A_1$ Group(10): $A_{10} \to A_4, A_8, A_{10}$

الخطوة السابعة وهيرفع الضبابية لايجاد نتائج التكهن بما ان التضبيب لقيمة البيان من F(1970) هو A_2 , فأن نتائج تكهن F(1971) تعتمد على علاقات A_2 وعلى الزمرة الثانية Group(2) فيحسب ناتج التكهن والذي يساوي معدل Centroid للمجموعات المضببة A_2, A_3, A_4, A_6, A_7 وتساوي $(((256.7 + 293.4 + 337.7 + 388.8 + 415.4))/5) = 432.7$ وهكذا لبقية السنوات المبينة في جدول(2−14)

إن التطبيق الذي تناولناه هو نموذج متسلسلة زمنية مضببة من المرتبة الأولى ، والآن سنقدم نموذج المتسلسلة الزمنية من المرتبة الثانية ، إن خطوات العمل لهذا النموذج هي نفسها للنموذج السابق أما الفرق فيبدأ في تمييز العلاقات المضببة أي ان السنتين السابقتين تؤثران على نتائج التكهن للسنة اللاحقة لهما أي ان العلاقات تؤسس اعتمادا على الجهة اليسرى للعلاقة فتكون بالشكل F(1970), F(1971) → F(1972) = $A_2, A_3 \to A_8$

وهكذا لبقية السنوات والجدول (2−12) الاتي يبين العلاقات المضببة من المرتبة الثانية.

جدول (2−12) العلاقات المضببة من المرتبة الثانية

$A_2, A_3 \to A_8$	$A_3, A_8 \to A_1$	$A_8, A_1 \to A_9$	$A_1, A_9 \to A_5$	$A_9, A_5 \to A_6$	$A_5, A_6 \to A_4$
$A_6, A_4 \to A_2$	$A_4, A_2 \to A_4$	$A_2, A_4 \to A_9$	$A_4, A_9 \to A_5$	$A_9, A_5 \to A_7$	$A_5, A_7 \to A_2$
$A_7, A_2 \to A_7$	$A_2, A_7 \to A_3$	$A_7, A_3 \to A_5$	$A_3, A_5 \to A_4$	$A_5, A_4 \to A_{10}$	$A_4, A_{10} \to A_4$
$A_{10}, A_4 \to A_2$	$A_4, A_2 \to A_7$	$A_2, A_7 \to A_{10}$	$A_7, A_{10} \to A_{10}$	$A_{10}, A_{10} \to A_8$	
$A_{10}, A_8 \to A_3$	$A_8, A_3 \to A_9$	$A_3, A_9 \to A_5$	$A_9, A_5 \to A_1$	$A_5, A_1 \to A_1$	$A_1, A_1 \to A_2$
$A_1, A_2 \to A_2$	$A_2, A_2 \to A_6$	$A_2, A_6 \to A_4$	$A_6, A_4 \to A_5$	$A_4, A_5 \to A_3$	$A_5, A_3 \to A_9$
$A_3, A_9 \to A_1$	$A_9, A_1 \to A_1$	$A_1, A_1 \to A_1$	$A_1, A_1 \to A_2$		

اما الخطوة التالية فهي تأسيس زمر العلاقات المضببة والتي تختلف عن النموذج الاولى بانها تعتمد على الجهة اليسرى من العلاقة

المضببة والجدول (2−13) يبين زمر العلاقات.

جدول (2−13) زمر العلاقات المضببة

Group(1): $A_1, A_3, A_5, A_8, A_9 \to A_1$	Group(2): $A_1, A_2, A_4, A_5, A_6, A_7, A_{10} \to A_2$
Group(3): $A_2, A_4, A_5, A_7, A_8, A_{10} \to A_3$	Group(4): $A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_{10} \to A_4$
Group(5): $A_1, A_3, A_4, A_6, A_7, A_9 \to A_5$	Group(6): $A_2, A_5, A_9, \to A_6$
Group(7): $A_2, A_4, A_5, A_7, A_9 \to A_7$	Group(8) $A_2, A_3, A_{10} \to A_8$
Group(9): $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_8 \to A_9$	Group(10): $A_2, A_4, A_5, A_7, A_{10} \to A_{10}$

الخطوة الأخيرة وهي رفع الضبابية عن نتائج التكهن فتكون بايجاد معدل قيمة مراكز المجموعات المضببة المعتمدة على العلاقات التي تعتمد عليها كل سنة للسنتين السابقتين للسنة الثالثة ومثال على ذلك لايجاد قيمة تكهن سنة (1973) نعتمد العلاقة F(1970),F(1971) → F(1973) ومنه نحصل على A_2, A_3 بداية نحسب قيمة التهكن المفردة لـ A_2 و A_3 وبالاعتماد على زمرة المجموعة الثانية Group(2) والثالثة Group(3) على التوالي ومن ثم نحسب معدلهما والذي يمثل نتيجة التكهن للسنة (1970) والمعبر عنه بالاتي: بالنسبة لـ A_2 فتساوي

$(214.6 + 256.6 + 337.7 + 367 + 388.7 + 415.4 + 584.6\ )/7 = 366.4$ اما بالنسبة لـA_3 فتساوي

$A_2, A_4, A_5, A_7, A_8, A_{10}(256.6 + 337.7 + 367 + 415.4 + 441.7 + 584.6\ )/6 = 400.5$

ومنها نحصل على قيمة التكهن $(366.4 + 400.5)/2 =$ 383.4 وهكذا لبقية السنوات والجدول (14–2) يبين ذلك .

جدول (14–2) قيم التكهن لنموذج FCM من المرتبة الثانية

السنة	القيم الحقيقة	قيم التكهن المرتبة 1	قيم التكهن المرتبة 2	السنة	القيم الحقيقة	قيم التكهن المرتبة 1	قيم التكهن المرتبة 2	السنة	القيم الحقيقة	قيم التكهن المرتبة 1	قيم التكهن المرتبة 2	السنة	القيم الحقيقة	قيم التكهن المرتبة 1	قيم التكهن المرتبة2
1970	273.4			1981	371.9	290.9	345.0	1992	577.1	378.2	373.2	2003	339.8	337.7	374.3
1971	298.4	338.4		1982	415.4	330.0	341.0	1993	633.0	454.7	386.1	2004	357.1	432.7	376.8
1972	441.5	443.8	383.5	1983	251.9	378.2	371.7	1994	439.6	454.7	392.3	2005	294.5	330.0	367.4
1973	227.1	254.1	389.4	1984	422.0	338.4	373.2	1995	296.2	254.1	385.3	2006	511.2	443.8	382.0
1974	498.9	331.3	373.1	1985	301.4	378.2	373.2	1996	528.7	443.8	389.4	2007	193.8	290.9	359.5
1975	378.8	290.9	343.2	1986	373.1	443.8	390.2	1997	360.7	290.9	359.5	2008	216.3	331.3	343.2
1976	390.3	330.0	341.0	1987	343.4	330.0	382.0	1998	222.2	330.0	341.0	2009	223.8	331.3	367.9
1977	340.3	337.7	372.8	1988	576.1	432.7	367.4	1999	165.1	331.3	365.7	2010	240.6	331.3	367.9
1978	262.2	432.7	376.8	1989	329.2	454.7	381.8	2000	272.8	331.3	367.9				
1979	335.1	338.4	368.9	1990	256.6	432.7	381.8	2001	261.5	338.4	367.2		9817		m.s.e. المرتبة1
1980	542.9	432.7	368.9	1991	404.6	338.4	368.9	2002	391.3	338.4	366.4		12807		m.s.e. المرتبة2

2-5 تطبيق نموذج طريقة مقترحة للتكهن باستخدام FCM

في هذه النموذج سنعرض التطبيق في ايجاد قيم التكهن للبيانات المذكورة في جدول (3–1) ولعدد العناقيد من (5–11) عنقود وباستخدام دالة العضوية الطبيعية Gaussian وللمرتبتين الاولى والثانية ، ان خطوات العمل لهذا النموذج هي مشابهة لخطوات العمل لنموذج **FCM** ولكن الفرق يبدأ بعد خطوة تاسيس زمر المجاميع المضببة وهو اننا نعيد تشكيل زمرة العلاقات المضببة ، أي انه في عملية رفع الضبابية فاننا سنستخدم علاقة مضببة مقترحة وهي $A_{i,1} \rightarrow A_{|\ j-\alpha|\leq 1}$ لتشكيل قواعد لتاسيس الزمر الجديدة للحصول على افضل النتائج للتكهن والجدول الاتي يبين اعادة تشكيل زمر العلاقات المضببة .

جدول (15–2) قاعدة اعادة تشكيل زمر العلاقات المضببة

Rule (1): $A_2 \rightarrow A_2, A_3, A_4$	Rule (2): $A_3 \rightarrow A_8, A_9$
Rule (3): $A_8 \rightarrow A_1$	Rule (4): $A_1 \rightarrow A_9$
Rule (5): $A_9 \rightarrow A_5$	Rule (6): $A_5 \rightarrow A_6, A_7$
Rule (7): $A_6 \rightarrow A_4$	Rule (8): $A_4 \rightarrow A_2$
Rule (9): $A_2 \rightarrow A_3, A_4$	Rule (10): $A_4 \rightarrow A_9, A_{10}$
Rule (11): $A_9 \rightarrow A_5$	Rule (12): $A_5 \rightarrow A_6, A_7$
Rule (13): $A_7 \rightarrow A_2, A_3$	Rule (14): $A_2 \rightarrow A_6, A_7$
Rule (15): $A_7 \rightarrow A_2, A_3$	Rule (16): $A_3 \rightarrow A_5$
Rule (17): $A_5 \rightarrow A_3, A_4$	Rule (18): $A_4 \rightarrow A_9, A_{10}$
Rule (19): $A_{10} \rightarrow A_4$	Rule (20): $A_4 \rightarrow A_2$

Rule (21): $A_2 \rightarrow A_6, A_7$	Rule (22): $A_7 \rightarrow A_{10}$
Rule (23): $A_{10} \rightarrow A_{10}$	Rule (24): $A_{10} \rightarrow A_8$
Rule (25): $A_8 \rightarrow A_2$	Rule (26): $A_3 \rightarrow A_8, A_9$
Rule (27): $A_9 \rightarrow A_5$	Rule (28): $A_5 \rightarrow A_1$
Rule (29): $A_1 \rightarrow A_1, A_2$	Rule (30): $A_1 \rightarrow A_1, A_2$
Rule (31): $A_2 \rightarrow A_2, A_3$	Rule (32): $A_2 \rightarrow A_7$
Rule (33): $A_6 \rightarrow A_4$,	Rule (34): $A_4 \rightarrow A_5$
Rule (35): $A_5 \rightarrow A_3, A_4$	Rule (36): $A_3 \rightarrow A_8, A_9$
Rule (37): $A_9 \rightarrow A_1$	Rule (38): $A_1 \rightarrow A_1, A_2$
Rule (38): $A_1 \rightarrow A_1, A_2$	Rule (40): $A_1 \rightarrow A_1, A_2$

الخطوة الاخيرة وهي رفع الضبابية عن نتائج التكهن :ولناخذ حساب قيمة تكهن سنة (1971)

بما ان العلاقة المضببة F(1970) → F(1971) =

$A_2 \rightarrow A_3$

وان الزمرة الثانية تساوي Group(2):

$A_2 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6, A_7$

فتصبح الزمرة باستخدام المقترح بالشكل $A_2 \rightarrow A_2, A_3, A_4$

أي ان قيمة التكهن لسنة 1971 يساوي $(265.7 + 293.4 + 337.3)/3 = 295.9$

والجدول(16–2) يبين نتائج التكهن

الان سنذكر التطبيق للنموذج المقترح من المرتبة الثانية . هذا النموذج مشابه لنموذج FCM الاعتيادي من المرتبة الثانية ولكن الفرق هو في اعادة تشكيل زمر العلاقات المضببة من المرتبة الثانية باستخدام العلاقة (21) المقترحة ، فلناخذ قيمة التكهن لسنة 1973 فانها تعتمد على السنتين 1970 و 1971 السابقتين فنجد قيمة التكهن للسنة الاولى والثانية على التوالي ومن ثم نجد المعدل لهما والذي يمثل ناتج التكهن للسنة الثالثة والجدول الاتي يبين قيمة التكهن.

جدول (16–2) نتائج التكهن باستخدام الطريقة المقترحة للمرتبتين الأولى والثانية

السنة	القيم الحقيقية	المجموعة المضببة	نتائج التكهن المرتبة الاولى	نتائج التكهن المرتبة الثانية	السنة	القيم الحقيقية	المجموعة المضببة	نتائج التكهن المرتبة الاولى	نتائج التكهن المرتبة الثانية
1970	273.4	A2			1991	404.6	A7	402.1	394.2
1971	298.4	A3	296.0		1992	577.1	A10	584.6	553.8
1972	441.5	A8	482.2	430.1	1993	633.0	A10	584.6	553.8
1973	227.1	A1	214.7	256.555	1994	439.6	A8	441.7	584.557
1974	498.9	A9	522.6	516.8	1995	296.2	A3	293.4	295.168
1975	378.8	A5	367.1	356.002	1996	528.7	A9	482.2	513.7
1976	390.3	A6	402.1	417.319	1997	360.7	A5	367.1	346.0
1977	340.3	A4	337.7	314.5	1998	222.2	A1	214.7	235.7
1978	262.2	A2	256.7	274.7	1999	165.1	A1	235.7	214.809
1979	335.1	A4	315.6	314.5	2000	272.8	A2	235.7	253.9
1980	542.9	A9	553.6	584.557	2001	261.5	A2	275.1	254.8
1981	371.9	A5	367.1	373.8	2002	391.3	A6	402.1	394.2
1982	415.4	A7	402.1	430.1	2003	339.8	A4	337.7	336.027
1983	251.9	A2	275.1	254.8	2004	357.1	A5	367.1	354.7
1984	422.0	A7	402.1	404.7	2005	294.5	A3	315.6	295.2
1985	301.4	A3	275.1	296.3	2006	511.2	A9	482.2	516.8
1986	373.1	A5	367.1	364.7	2007	193.8	A1	214.7	235.7
1987	343.4	A4	315.6	328.3	2008	216.3	A1	235.7	235.7
1988	576.1	A10	553.6	553.8	2009	223.8	A1	235.7	214.809
1989	329.2	A4	337.7	314.5	2010	240.6	A2	235.7	253.9
1990	256.6	A2	256.7	274.7			m.s.e.	503	1060

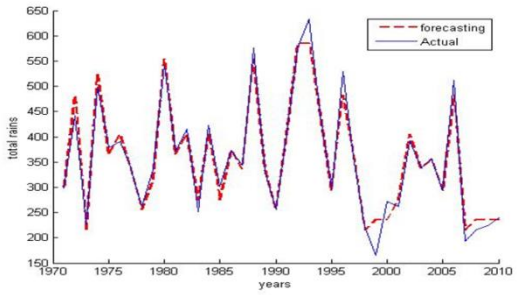
الجدول الاتي يبين قيم متوسط مربع الاخطاء لطريقة Chen عند استخدام دالة العضوية شبة المنحرف ودالة العضوية المثلثية ولعدد العناقيد بين 5 و 11 عنقود وللمرتبتين الاولى والثانية ، وكذلك لطريقة FCM والطريقة المقترحة .

جدول (2–17) قيم متوسط مربع الاخطاء m.s.e.

عدد العناقيد	m.s.e. لطريقة FCM المقترحة		m.s.e. لطريقة FCM الاعتيادية		m.s.e. لطريقة Chen			
					الدالة المثلثية		دالة شبه المنحرف	
	المرتبة الثانية	المرتبة الأولى	المرتبة الثانية	المرتبة الأولى	المرتبة الثانية	المرتبة الأولى	المرتبة الثانية	المرتبة الأولى
5	1917	1932	13811	12698	13423	12194	13031	11092
6	1556	1464	13747	10934	14057	12371	13324	10197
7	856	754	12665	10549	13394	10988*	12583*	9408*
8	868	1060	13136	10718	13000	10022	12871	13952
9	578	521	12041*	9898	14132	11936	14122	11209
10	495*	503	12807	9817	14862	12876	12606	10892
11	1060	471*	13087	8784*	13572	10060	14099	9860

2-6 الاستنتاجات :

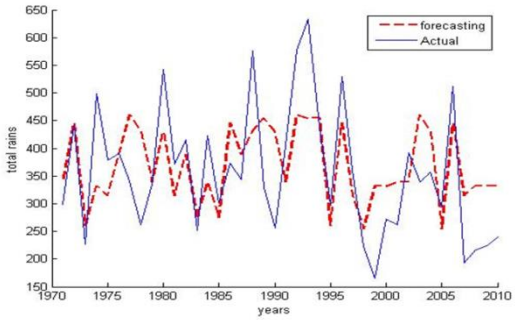
من الجدول (2–17) والخاص بدقة التكهن باستخدام المقياس m.s.e. يتضح ما ياتي



شكل (2–2) رسم المتسلسلة الاصلية ورسم متسلسلة قيم التكهن بالطريقة المقترحة

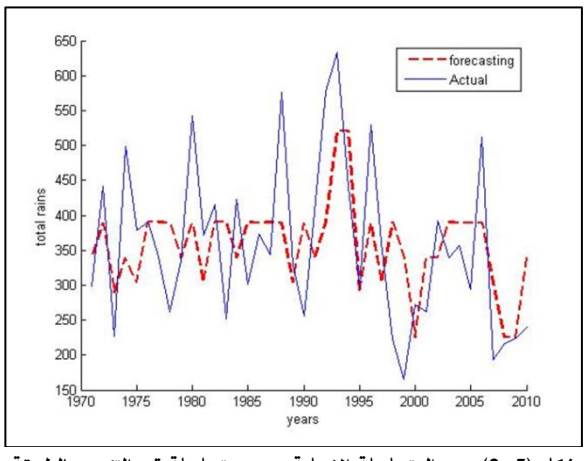
1–افضل قيم التكهن التي تم الحصول عليها وبأقل m.s.e. هي للطريقة المقترحة وبعدد عناقيد (11) باستخدام العلاقة المضببة من المرتبة الاولى والشكل (2–2)

2– اما بالنسبة لطريقة FCM الاعتيادية فان افضل قيم تنبؤ تم الحصول عليها هي القيم المحسوبة باستخدام العلاقة المضببة من المرتبة الاولى وبعدد عناقيد (11) والشكل (3–2)



شكل (2–4) رسم المتسلسلة الاصلية ورسم متسلسلة قيم التكهن بالطريقة المقترحة

3– اما بالنسبة لطريقة Chen فان افضل قيم تنبؤ تم الحصول عليها هي القيم المحسوبة باستخدام العلاقة المضببة من المرتبة الاولى بدالة عضوية شبه المنحرف وبعدد عناقيد (7) والشكل (3–2)



شكل (2–5) رسم المتسلسلة الاصلية ورسم متسلسلة قيم التكهن بالطريقة المقترحة

ملحق (1)

برنامج بنظام MATLAB2012a خاص بتكوين العناقيد (11) حسب طريقة FCM وحساب قيم مصفوفة العضوية **U** وحساب قيم المركز المتوسط (centroid) .

```
1-  data=[273.4;298.4;441.5;227.1;498.9;378.8;390.3;340.3;262.2;335.1;542.9;371.9;415.4;251.9;422;301.4;3
73.1;343.4;576.1;329.2;256.6;404.6;577.1;633;439.6;296.2;528.7;360.7;222.2;165.1;272.8;261.5;391.3;339.8;35
7.1;294.5;511.2;193.8;216.3;223.8;240.6];
2-  [center,U,obj_fcn] = fcm(data, 11);
3-  maxU = max(U);
4-  disp(U);,disp(center);
5-  index1 = find(U(1,:) == maxU);,index2 = find(U(2,:) ==maxU);  index3 = find(U(3,:) == maxU);index4 =
find(U(4,:) == maxU); index5 = find(U(5,:) == maxU);,index6 = find(U(6,:) == maxU);
6-  index7 = find(U(7,:) == maxU);,index8 = find(U(8,:) == maxU); index9 = find(U(9,:) == maxU);,index10
= find(U(10,:)== maxU); index11 = find(U(11,:) == maxU);
7-  disp(index1);,disp(index2);,disp(index3);,disp(index4);
8-  disp(index5);,disp(index6);
9-  disp(index7);,disp(index8);,disp(index9);,disp(index10);
10- disp(index11);
11- hold on
12- plot(index1,data(index1),'o','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','g');
13- plot(index2,data(index2),'s','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','b');
14- plot(index3,data(index3),'o','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','k');
15- plot(index4,data(index4),'s','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','w');
16- plot(index5,data(index5),'o','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','y');
17- plot(index6,data(index6),'s','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','w');
18- plot(index7,data(index7),'s','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','r');
19- plot(index8,data(index8),'o','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','b');
20- plot(index9,data(index9),'s','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','g');
21- plot(index10,data(index10),'o','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','r');
22- plot(index11,data(index11),'s','MarkerEdgeColor','k','MarkerFaceColor','y');
23- plot (data);
24- hold off
25- z1=(U(1,:)*data);,d1=sum(U(1,:));,zz1=z1/d1;,z2=(U(2,:)*data); d2=sum(U(2,:);,zz2=z2/d2;
26- z3=(U(3,:)*data);,d3=sum(U(3,:));,zz3=z3/d3;,z4=(U(4,:)*data); d4=sum(U(4,:));
27- zz4=z4/d4;,z5=(U(5,:)*data);,d5=sum(U(5,:));,zz5=z5/d5;,z6=(U(6,:)*data);
28- d6=sum(U(6,:));,zz6=z6/d6;,z7=(U(7,:)*data);,d7=sum(U(7,:));,zz7=z7/d7;
29- z8=(U(8,:)*data);,d8=sum(U(8,:));,zz8=z8/d8;,z9=(U(9,:)*data); d9=sum(U(9,:));
30- zz9=z9/d9;,z10=(U(10,:)*data);,d10=sum(U(10,:));,zz10=z10/d10; z11=(U(11,:)*data);
31- d11=sum(U(11,:));,zz11=z11/d11;,disp(zz1);
32- disp(zz2);,disp(zz3);,disp(zz4);,disp(zz5);,disp(zz6);disp(zz7);,disp(zz8);,disp(zz9);
33- disp(zz10);,disp(zz11);
```

المصادر (Reference)

1-زين العابدين, نورسل احمد , (2008), " تطبيقات المنطق المضبب في الاحصاء " , رسالة ماجستير،كلية علوم الحاسبات والرياضيات ،جامعة الموصل.

2-هندوش. رنا وليد بهنام،(2006) "دراسة عن النمذجة المضببة مع تطبيقات", رسالة ماجستير،كلية علوم الحاسبات والرياضيات ،جامعة الموصل.

3- M. Falasconi, A. Gutierrez, M. Pardo, G. Sberveglieri, S. Marco, (2009), '"A stability based validity method for fuzzy clustering ",Pattern Recognition 43 PP (1292–1305), ELSEVIER

4- Meredith Stevenson and John E. Porter, (2009), " Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change as the Universe of Discourse ",World Academy of Science, Engineering and Technology 55 PP(154-157).

5- الجوادي ، رضوان يوسف صديق(2004)،"تقييم صحة العنقدة" رسالة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات/قسم علوم الحاسبات/ جامعة الموصل.

7- Guanroug Chen , Tuung Tat Pham , (2001) " Introduction to Fuzzy set , Fuzzy Logic , Fuzzy Control systems " , LLC, U.S.A.

8- محمد ،عامر خضر جرجيس (2007)" استخدام المنطق المضبب في السيطرة النوعية""، رسالة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ،جامعة الموصل.

9- Patricia Melin , Oscar Castillo ,(2005) , " Hybrid Intelligent systems for Pattern Recognition using soft Computing , An Evolutionary Approach for Neural Networks and Fuzzy system ", Springer –Verlag , Berlin Heidelberg , Germany .

15-- Jose Valente de Oliveira and Witold Pedrycz ,(2007),"Advances in Fuzzy clustering and its Applications " ,John Wiley and sons Ltd ,England .

16- بهنام , بيداء سلمان ,(2006) , " استخدام العنقدة المحسنة في تضبيب البيانات " , رسالة ماجستير،كلية علوم الحاسبات والرياضيات ،جامعة الموصل.

17-Olaf Wolkenhauer ,"Fuzzy Clustering, Hard-c-means, Fuzzy – c-means , Gustafson-Kessel", Control Systems Centre, UMIST,U.K .

18 -Erol E˘grio glu, (2012) , " A New Time-Invariant Fuzzy Time Series Forecasting Method Based on Genetic Algorithm ", Advances in Fuzzy Systems ,Volume 2012, Hindawi Publisher Corporation .

19- Zimmermann . H.J. (1991), " Fuzzy set Theory – and its Applications , second , Revised Edition, Kluwer academic publisher , USA .

20- Mika Sato-Ilic and Lakhmi C.Jain,(2006), "Innovations in Fuzzy Clustering ", stud Fuzz 205.1-8, system Research Institute polish Academy of sciences ul. Newelska , Warsaw , Poland .

10- Jens Runi Poulsen , (2009),"Fuzzy Time Series Forecasting - Developing a new forecasting model based on high order fuzzy time series", Aalborg University Esbjerg (AAUE).

11- Yu Yan-Hua & Song Li-Xia , (2010), " On Fuzzy Time Series Method", International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling.2010-IEEE,pp(297-300).

12- الشرابي ،نجلاء سعد ابراهيم ,(2009), " المنطق المضبب لنماذج السلسلة الزمنية مع تطبيق ", رسالة ماجستير،كلية علوم الحاسبات والرياضيات ،جامعة الموصل.

13- Ashraf K. Abd Elaal ,Hesham A. Hefny and Ashraf H. Abd Elwahab , (2010) , " Constructing Fuzzy Time Series Model Based on for forecasting " , Journal of Computer science 6(7)pp(735-739).

14- Sadaaki Miyamoto , Hidetomo Ichihashi and Katsuhiro Honda ,(2008), Algorithms for Fuzzy Clustering ,methods in c-Means clustering with applications " , studies Fuzziness and Soft Computing ,Volume(229),Springer –Verlag , Berlin Heidelberg .

Study on Fuzzy-Clustering Methods in Fuzzy Time Series Forecasting with Application

Azher Abbas mohammad Ayad hammad , Mohammed Taha A. AL-gan'nam , KHalaf AL-loheby

Department of Mathematics, College of Education for Pure Science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

Abstract

In this research we study some fuzzy clustering methods in fuzzy time series forecasting especially Chen method and we used a FCM method to construct a fuzzy clustering . we suggest a new method for forecasting based on re-established a fuzzy group relation and we apply the suggest method and comparing the results of pervious methods for first and second order fuzzy relation with the number of clusters between 5 and 11 and we obtained best forecasting with m.s.e. less than the previous method.