

# مقارنة بين طريقة السيطرة المضببة و الدالة التمييزية في تصنيف بعض آبار محافظة نينوى

د. مثنى صبحي سليمان

د. عمر صابر قاسم

طلال فاضل حسين

مدرس / قسم الإحصاء والمعلوماتية

مدرس / قسم الرياضيات

مدرس مساعد/ قسم الرياضيات

كلية علوم الحاسوب والرياضيات/ جامعة الموصل

## المستخلص

تم في هذه الدراسة بناء نموذج استدلال ضبابي للسيطرة على تحديد صلاحية نوعية المياه الجوفية لبعض آبار محافظة نينوى، وذلك من خلال مجموعة من المشاهدات التي تم الحصول عليها من المناطق قيد الدراسة. ولبيان أهمية النموذج تم مقارنته مع الدالة التمييزية التي تقوم بتصنيف الفرد إلى المجتمع الصحيح، وقد اثبت نموذج السيطرة المضببة كفاءة عالية في تحديد نسبة صلاحية كل بئر مقارنةً بنموذج الدالة التمييزية التي تم فيه فقط تصنيف الآبار قيد الدراسة إلى صالح أو غير صالح للشرب ، فضلاً عن سهولة بناء الإجراءات الحسابية المطلوبة لبناء نموذج الاستدلال الضبابي مقارنة بالإجراءات الحسابية المعقدة التي تتطلبها الدالة التمييزية. وقد تم تكوين نموذج يمكن استخدامه في المستقبل لتمييز نوعية المياه الجوفية لأي بئر معتمداً على الخصائص النوعية لمياهه.

*الكلمات الدالة: السيطرة المضببة ، الدالة التمييزية، المياه الجوفية.*

## Comparison between the method of Fuzzy Control and Discriminate Function in the classification of some wells Nineveh

### Abstract

In this study, the construction of a Fuzzy Inference Control to determine the validity of the quality of ground water wells of some of Nineveh province, through a series of observations that were obtained from the areas under study. To illustrate the importance of the model were compared with the Discriminate Function that the classification of the individual to the community the correct model , has proved a model of control Fuzzy high efficiency in the determination of the validity of each well is compared to a model Discriminate Function was the only classification of the wells under study is valid or invalid to drink, as well as easily construction of the computational procedures required to build a Fuzzy Inference model compared to complex computational procedures required by the Discriminate Function. The configured model can be used in future to distinguish the quality of any groundwater wells based on qualitative characteristics of the waters.

*Keyword: Fuzzy Control, Discriminate Function, groundwater.*

## (1) مقدمة:

بالنظر لأهمية المياه الجوفية في محافظة نينوى في عملية الري في بعض المناطق الزراعية، ولكون هذه المياه متفاوتة في نوعيتها باحتوائها على شوائب مختلفة وبتراكيز متباينة، فقد كان اهتمام البحث بتصنيف نوعية المياه الجوفية في آبار المحافظة إلى صالحة للشرب وأخرى غير صالحة وذلك من خلال بناء نماذج رياضية يتم من خلالها تحديد نوعية هذه المياه.

تم اخذ البيانات من بحث [سليمان وصالح، 2011] والتي تمثل نماذج لعينات عشوائية من مناطق مختلفة من محافظة نينوى لأبار محفورة حديثاً وأبار قديمة وبأعماق مختلفة وقد جرى تحليل هذه النماذج في مختبرات جامعة الموصل وفقاً للطرائق القياسية وفحوصات منظمات الصحة العالمية. وتم اختيار ثلاث مؤشرات نوعية للنماذج المأخوذة وذلك بالاعتماد على رأي خبراء البيئة و المياه الجوفية وهي (العسرة الكلية، المواد الصلبة الكلية، الكبريتات)، إذ أن أهم مظاهر تلوث المياه هي زيادة نسبة الكبريتات لما لها من تأثيرات جمة سلبية على استخدامات المياه ويعتمد هذا التأثير على تركيزها في الماء، وقد صنفت منظمات الصحة العالمية الكبريتات بتركيز (500 ملغم/لتر) كحد أقصى مقبول لمياه الشرب، وذلك لان ارتفاعها عن هذا الحد يتسبب بمشاكل صحية للإنسان والحيوان. كما أن الكبريتات تكون متناسبة طردياً غالباً مع العسرة الكلية، وقد صنفت منظمات الصحة العالمية العسرة الكلية بتركيز (500 ملغم/ لتر) كحد أقصى مقبول لمياه الشرب. [سليمان وصالح، 2011]

## (2) التحليل التمييزي:

يعد التحليل التمييزي Discriminate Analysis أحد المناهج الإحصائية المهمة في تحليل متعددة المتغيرات Multivariate Statistical Analysis التي يمكن الاعتماد عليها في بناء قاعدة لإعادة توزيع أو تصنيف المجتمعات التي تشترك في خصائص أو صفات معينة. أي إن التحليل التمييزي يمثل تقنية تستخدم لتصنيف الأفراد إلى واحد من مجتمعين أو أكثر بالاعتماد على مقاييس معينة وكذلك على خصائص المشاهدة التي لا بد أن تتوافق بدرجة ما مع خصائص المجتمع الذي ستنتسب، وذلك من خلال تكوين دالة تسمى الدالة التمييزية Discriminate Function.

إن عملية التصنيف هي عملية تلي عملية تكوين الدالة التمييزية، إذ يتم الاعتماد على هذه الدالة في التنبؤ وتصنيف المفردة الجديدة لإحدى المجموعات قيد الدراسة بأقل خطأ تصنيف ممكن، فضلاً عن استخدامها في معرفة المتغيرات التي تساهم في التصنيف. أي إن التصنيف هو جمع للمتشابهات في خصائص الأشياء أو العلاقات بينها في فئات معينة (حمودات، 2005).

## (1-2) الدالة التمييزية Discriminate Function :

تعد الدالة التمييزية من الدوال التي بواسطتها يمكن تصنيف أو تمييز الأفراد الجدد (المجهولة الانتماء) إلى المجموعة الصحيحة التي يفترض انتماءهم لها وفقاً للمعايير أو القياسات التي تم الحصول عليها من الأفراد المعروفين. وتعطي الدالة نتائج أفضل في التمييز كلما زاد حجم البيانات المستخدمة وكذلك ملائمة الدالة مع نوعية البيانات. وهناك نوعين رئيسيين لدالة التمييز، الأولى دالة التمييز الخطية

Linear Discriminate Function (والتي تسمى دالة فيشر Fisher نسبة للعالم الذي قام باشتقاقها)، والتي تستخدم عندما تكون العلاقة بين المتغيرات علاقة خطية، والثانية دالة التمييز لخطية Non-Linear Discriminate Function والتي تستخدم عندما تكون العلاقة بين المتغيرات علاقة لخطية (تربيعية أو ذات درجة أعلى). [الراوي، 2004]

إن دالة التمييز الخطية L هي تركيب خطي من المتغيرات حسب الصيغة الآتية:

$$L = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \dots + \alpha_k x_k \quad \dots (1)$$

إذ إن  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_k$  هي معاملات الدالة التمييزية الخطية، يتم اختيارها بحيث تعطي أعلى تمييز بين المجموعتين، والمقصود بأعلى تمييز بين المجموعتين هو إن الاختلاف بين قيم المجموعتين (Between group variation) أكبر بكثير من الاختلاف بين قيم داخل كل مجموعة (Within group variation).

وإن  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  تمثل المتغيرات التوضيحية للدالة التمييزية، وهي متغيرات عشوائية عددها  $k$ .

فإذا رمزنا لنسبة الاختلاف بين المجموعتين إلى الاختلاف داخل المجموعتين بالرمز  $\lambda$ :

$$\lambda = \text{Between group variation} / \text{Within group variation}$$

بحيث أن اختيار قيم  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_k$  يقوم بتعظيم قيمة  $\lambda$ . (Raykov and Marcoulides, 2008).

## (2-2) تقدير معاملات الدالة التمييزية Parameter Estimation of Discriminate Function :

لتقدير معاملات الدالة التمييزية في حالة وجود مجموعتين نتبع الخطوات الآتية:

1. إيجاد متوسط كل متغير في كل مجموعة، ثم إيجاد المسافة بين المتغيرين  $d_i$  من خلال إيجاد الفرق بين متوسطي كل متغير في المجموعتين كالآتي:

$$d_i = \bar{x}_{i(1)} - \bar{x}_{i(2)} \quad , \quad i=1,2,\dots,k \quad \dots (2)$$

2. إيجاد مصفوفتي التباين والتباين المشترك للمجموعتين:

$$(n_j - 1)S_{(j)} = \sum_{i=1}^{n_j} [X_{i(j)} - \bar{X}_{(j)}][X_{i(j)} - \bar{X}_{(j)}] \quad , \quad j=1,2 \quad (\text{عدد المجاميع})$$

3. إيجاد مصفوفة التباين والتباين المشترك ( $S_P^2$ ) داخل المجموعتين كالآتي:

$$S_P^2 = \frac{[(n_1 - 1)S_{(1)} + (n_2 - 1)S_{(2)}]}{n_1 + n_2 - 2} \quad \dots (3)$$

4. وعليه يمكن حساب قيم معاملات الدالة التمييزية الخطية  $\alpha$  اعتماداً على الصيغة الآتية:

$$\alpha = \underline{S}^{-1} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \quad \dots (4)$$

5. كما يمكن ترتيب كل متغير حسب أهميته عن طريق تطبيق الصيغة الآتية:

$$\alpha_j^* = \alpha_j \sqrt{V_{jj}} \quad \dots (5)$$

إذ أن  $V_{jj}$ : تمثل التباين ونستخرجه من عناصر قطر مصفوفة التباين والتباين المشترك  $(S_P^2)$ .

### (3-2) نقطة الفصل Cutoff Point:

وهي النقطة الفاصلة بين المجموعتين، وتستخدم لغرض تصنيف مفردة معينة إلى المجموعة الأقرب لها. ونقطة الفصل تمثل الحد الفاصل الذي يفصل بين المجموعتين، فإذا كانت قيمة الدالة بعد تعويض قيم المفردة فيها أكبر من هذه النقطة فالمفردة تعود للمجموعة الأولى، أما إذا كانت قيمة الدالة أكبر من هذه النقطة فالمفردة تعود للمجموعة الثانية.

فعندما تكون قيمة الدالة التمييزية للمجموعة الأولى  $L_1$  أكبر من قيمة الدالة التمييزية للمجموعة الثانية  $L_2$  فإن الفرد يعود للمجموعة الأولى، إذا كانت:

$$L > \frac{1}{2}(L_1 + L_2)$$

ويعود الفرد للمجموعة الثانية، إذا كانت:

$$L < \frac{1}{2}(L_1 + L_2)$$

فإذا فرضنا أن:

$$\alpha_0 = -\frac{1}{2}(L_1 + L_2) \quad \dots (6)$$

وللحصول على دالة التصنيف  $L^*$ ، فإنه يمكن دمج نقطة الفصل  $\alpha_0$  مع الدالة التمييزية  $L$  كما يلي:  
[Anderson, 1984]

$$L^* = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \dots + \alpha_k x_k \quad \dots (7)$$

وعليه وبالاعتماد على الدالة التصنيفية  $L^*$  يتم تصنيف المفردة إلى المجموعات حسب العلاقات الآتية:

$$L^* \begin{cases} > 0 & \text{يتم تصنيف المفردة الى المجموعة الأولى} \\ < 0 & \text{يتم تصنيف المفردة الى المجموعة الثانية} \\ = 0 & \text{لا يمكن اجراء التصنيف} \end{cases}$$

(4-2) اختبار الفرق بين متوسطي المجموعتين: [الراوي، 1979]

لاختبار هل أن الفرق بين متوسطي المجموعتين معنوي أم لا، نستخدم المختبر الإحصائي  $t$  للمقارنة بين الأوساط الحسابية وذلك لبيان أهمية دالة التصنيف في تصنيف المجاميع، ويمكن حساب المختبر الإحصائي  $t$  حسب الصيغة الآتية:

$$t = \frac{\bar{X}_{(1)} - \bar{X}_{(2)}}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \dots (8)$$

علماً أن  $S_p^2$  تمثل مصفوفة التباين والتباين المشترك للمجموعتين،  $\bar{X}_{(i)}$  تمثل الوسط الحسابي للمجموعة (i)

(5-2) الدالة التمييزية لمياه الآبار:

تم اختار أول ستة مناطق من كل صنف لتقدير معلمات الدالة التمييزية وتحديد نقطة الفصل بين صنف مياه الآبار، أما بقية المناطق فقد تم استخدامها لإجراء التصنيف عليها ولاختبار مدى دقة الدالة التمييزية في التصنيف.

الجدول رقم (1): تصنيف المناطق قيد الدراسة حسب نوعية المياه [سليمان وصالح، 2011]

أبار غير صالحة للشرب $y$	أبار صالحة للشرب $x$	
أم الكهف	شرق ربيعة	.1
العياضية	قرية خرمل	.2
بعاج خويتلة	زمار	.3
بعويزة	الشاقولي	.4
برطلة	مخمور	.5
مفرق حمام العليل	فايدة	.6
وادي عكاب موصل	قرية عوينات	.7
الشلالات	ربيعة قرية السعدة	.8
حقل دواجن برطلة	الخازر	.9
النمرود	كوكلي	.10
	القوش	.11

والمصفوفتان التاليتان تمثل أعمدها تراكيز المؤشرات النوعية (العسر الكلية  $T.H$ ، المواد الصلبة الكلية  $T.S$ ، الكبريتات  $SO_4$ ) على التوالي لكل صنف وللمناطق قيد الدراسة:

$$x = \begin{bmatrix} 184 & 1129 & 190 \\ 600 & 1834 & 500 \\ 500 & 873 & 212 \\ 561.5 & 1293 & 446 \\ 480 & 830 & 375 \\ 270 & 396 & 17 \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} 1766 & 10164 & 476.6 \\ 1350 & 4469 & 2150 \\ 2350 & 4524 & 225 \\ 2840 & 5708 & 330 \\ 1460 & 3131 & 1700 \\ 2440 & 3082 & 1850 \end{bmatrix}$$

والمتجه التالي يمثل المسافات بين التغيرات:

$$\underline{d} = \begin{bmatrix} 1601.8 \\ 4120.5 \\ 831.93 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{العسرة الكلية} \\ \text{المواد الصلبة الكلية} \\ \text{الكبريتات} \end{bmatrix}$$

أما مصفوفة التباين والتباين المشترك داخل المجموعتين فهي:

$$S_P^2 = \begin{bmatrix} 192300 & -8000 & -136500 \\ -8000 & 3584200 & -612100 \\ -136500 & -612100 & 393600 \end{bmatrix}$$

وقيم معاملات الدالة التمييزية الخطية ( $\alpha$ ) هي:

$$\alpha = \begin{bmatrix} 0.018518 \\ 0.0036064 \\ 0.014145 \end{bmatrix}$$

ويمكن ترتيب المتغيرات حسب الأهمية وذلك من خلال قيمة ( $\alpha^*$ ):

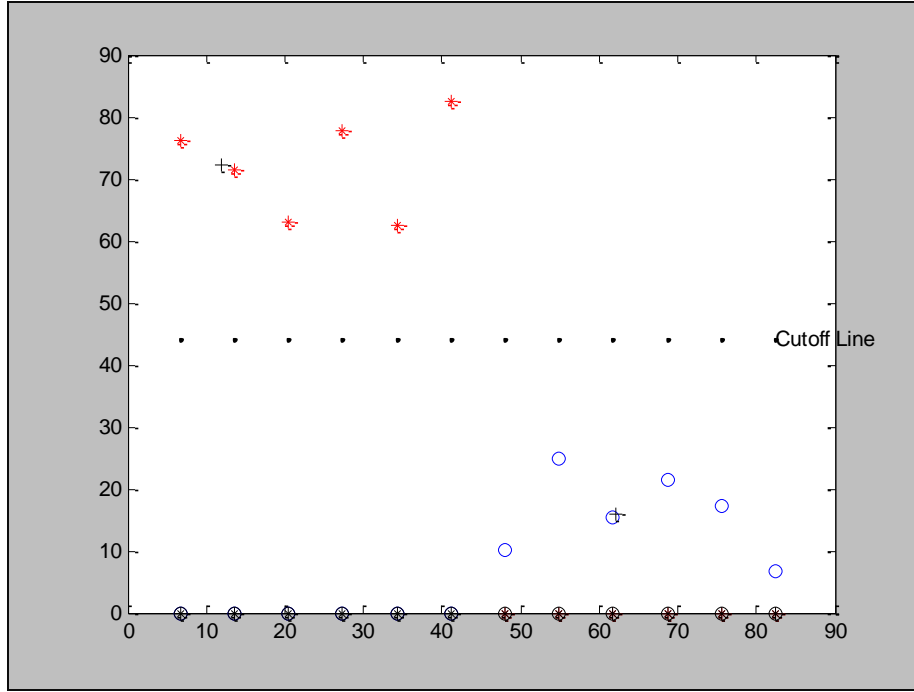
$$\alpha^* = \begin{bmatrix} 8.1206 \\ 6.8277 \\ 8.8737 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{العسرة الكلية} \\ \text{المواد الصلبة الكلية} \\ \text{الكبريتات} \end{bmatrix}$$

إذ تم ملاحظة أن أكثر المؤشرات أهمية في تحديد نوعية المياه الجوفية في الآبار هي الكبريتات ثم العسرة الكلية ثم المواد الصلبة الكلية، وهذه النتيجة مطابقة لقياسات وفحوصات منظمات الصحة العالمية [WHO,1985].

وقد اظهر اختبار ( $t = 12.9948$ ) أن هنالك اختلاف معنوي بين الأوساط الحسابية مما يدل على أهمية الدالة التمييزية في تصنيف المجاميع. كما تم تحديد نقطة الفصل Cutoff Point كما يلي:

$$\alpha_0 = 44.0765$$

والشكل التالي بين نقطة الفصل التي تفصل بين الآبار قيد الدراسة حسب نوعية المياه الجوفية:



الشكل رقم (1): توزيع الآبار قيد الدراسة حسب نوعيتها

## (6-2) تصنيف الآبار باستخدام الدالة التمييزية:

باستخدام الدالة التمييزية تم تصنيف تسعة آبار مختلفة وذلك من خلال دمج نقطة الفصل  $\alpha_0$  مع الدالة التمييزية  $L$  للحصول على دالة التصنيف  $L^*$ ، وكانت النتائج كالاتي:

$$L^* = \begin{bmatrix} -23.5847 \\ -31.4246 \\ 35.0080 \\ -30.4466 \\ 3.6820 \\ 45.4294 \\ -6.2742 \\ 73.6804 \\ -36.1831 \end{bmatrix}$$

والجدول التالي بين التصنيف باستخدام الدالة التمييزية مقارنة مع التصنيف الحقيقي للبيانات:

الجدول رقم (2): تصنيف الآبار باستخدام الدالة التمييزية مقارنة مع التصنيف الحقيقي .

المنطقة	التصنيف باستخدام الدالة التمييزية	التصنيف الحقيقي للآبار
قرية عوينات	يصلح	يصلح
ربيعة قرية السعدة	يصلح	يصلح
وادي عكاب موصل	لا يصلح	لا يصلح
الخازر	يصلح	يصلح
الشلالات	لا يصلح	لا يصلح
حقل دواجن برطلة	لا يصلح	لا يصلح
كوكجلي	يصلح	يصلح
النمرود	لا يصلح	لا يصلح
القوش	يصلح	يصلح

والجدول أعلاه بين دقة نتائج الدالة التمييزية في عملية تصنيف الآبار مقارنة مع التصنيف الحقيقي لها.

### (3) المجموعات البيئية والمجموعات المضببة Crisp Sets and Fuzzy Sets :

المجموعة البيئية هي مجموعة يكون الانتماء فيها إما بنعم أو لا ، أو خطأ أو صواباً، أي عدم وجود عضوية جزئية في المجموعة الحديثة، ويمكن تمثيلها بالشكل الآتي:- [Sivanandam, et al., 2007]

$$\mu_A(x) \xrightarrow{\text{yields}} \{0, 1\}$$

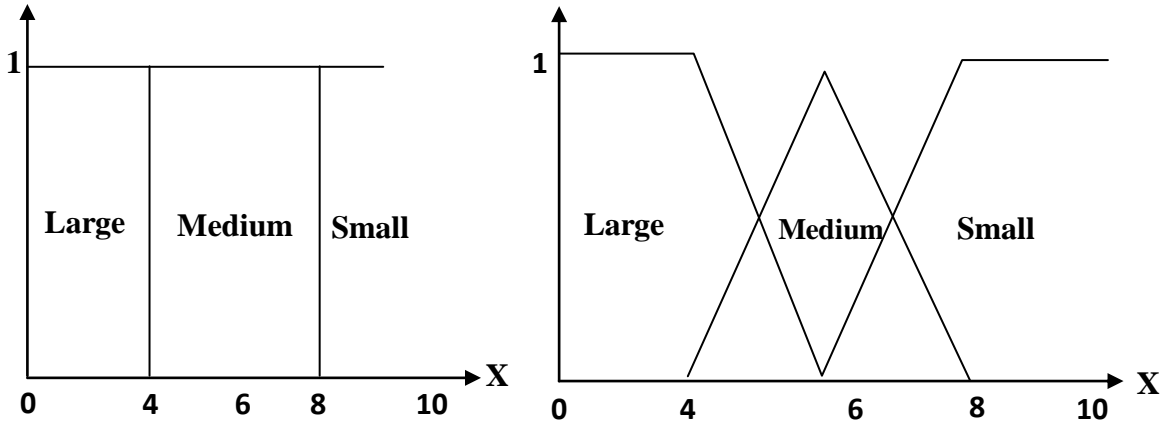
إذ أن :

$\mu_A(x)$  : تمثل درجة انتماء العنصر  $x$  في المجموعة  $A$ .

أي أن القيمة (0) تمثل عدم عضوية العنصر للمجموعة  $A$  في حين أن القيمة (1) تمثل العضوية الكاملة.

أما المجموعات المضببة فتعد تعميماً للمجموعات البيئية عن طريق إعطاء درجة عضوية لكل عنصر في المجموعة ، وبهذا يمكن للعناصر فيها أن تكون منتمية انتماء جزئياً ، وان درجة انتمائها يطلق عليه درجة العضوية (Membership Degree)، والتي يمكن أن تكون أعداداً حقيقية تقع ضمن الفترة المغلقة [1,0] فإذا كانت درجة العضوية صفراً فإن العنصر لا ينتمي للمجموعة ، أما إذا كانت درجة العضوية واحداً فهذا يعني أن العنصر ينتمي للمجموعة ويكون انتماؤه كاملاً .





الشكل رقم (2): يوضح الفرق بين المجموعة البيئية والمجموعة المضطربة.

#### (4) دوال العضوية [ Math works Inc., 2001]: Membership Functions

هناك العديد من دوال العضوية المستخدمة في النموذج المضطرب نذكر منها على سبيل المثال الدوال الآتية :

##### 1- دالة العضوية ذات الشكل المثلثي (Triangular-Shape):

يمكن التعبير عن هذه الدالة رياضياً من خلال المعادلة الآتية :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \frac{|x-a|}{c} & ; a-c \leq x \leq a+c \\ 0 & ; \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (9)$$

##### 2- دالة العضوية ذات الشكل شبه المنحرف (Trapezoidal-Shape):

يمكن التعبير عن هذه الدالة رياضياً من خلال المعادلة الآتية :

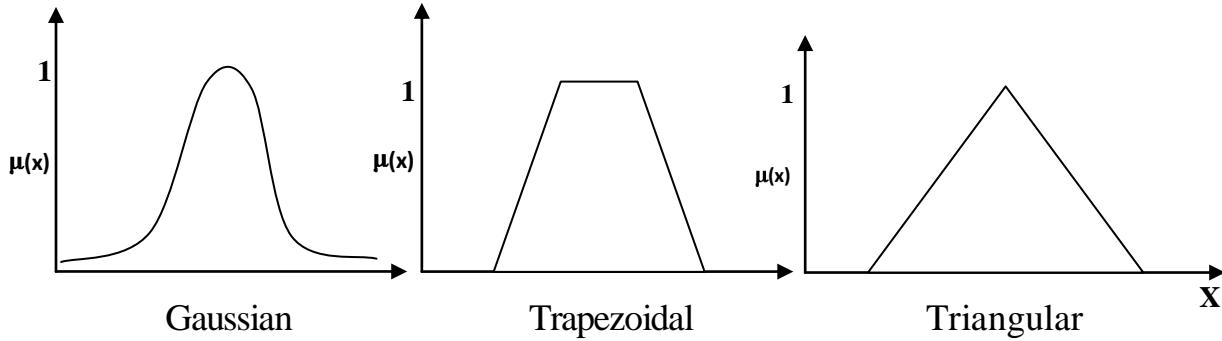
$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{(a-x)}{(a-b)} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & ; c \leq x \leq d \\ 0 & ; \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (10)$$

##### 3- دالة العضوية ذات الشكل الجرسية (Bell-Shape):

تسمى هذه الدالة أيضا بدالة كاوس ( Gaussian Function ) ويكون الشكل العام لها كما يأتي:

$$\mu_{A(x)} = e^{-\frac{(x-a)^2}{2b^2}} \quad \dots (11)$$

ويمكن توضيح رسم هذه الدوال من خلال الشكل الآتي:



الشكل رقم (3): يوضح مجموعة من دوال العضوية المستخدمة في النموذج المضيب.

### (5) النموذج المضيب Fuzzy Model [Xuzhu, et al., 2009]:

هو نموذج رياضي يتم بناؤه اعتماداً على مفاهيم مأخوذة من نظرية المجموعات المضيبة (Fuzzy Sets Theory)، إذ يوصف النظام من خلال العلاقات القائمة بين الإدخالات (Inputs) والاطراجات (Outputs) على شكل قواعد معينة.

ويتألف النموذج المضيب من مجموعة قواعد (Rules) يتم من خلالها توصيف النظام، وعادة يكون النموذج المضيب مرناً (Flexible) وذات تركيب رياضي واضح يصف العلاقات المترابطة بين المدخلات والمخرجات من أجل المعالجة.

### (1-5) مراحل بناء النموذج المضيب :

النموذج المضيب نظام خبير (Expert System) يبين العلاقة بين الإدخالات والاطراجات من خلال مجموعة من القواعد، ويمر بناء النموذج بثلاث مراحل أساسية يمكن توضيحها من خلال المراحل الآتية :

- 1- مرحلة التضبيب (Fuzzification).
- 2- مرحلة تقييم القواعد (Rules Evaluation).
- 3- مرحلة إزالة الضبابية (Defuzzification).

### 1- مرحلة التضبيب:

يعد التضبيب أول مرحلة من المراحل لبناء النموذج المضيب الذي يقوم بتحويل الإدخالات الحدية إلى إدخالات مضيبة من خلال استخدام دوال عضوية للإدخالات الحدية التي تأخذ أشكالاً مختلفة وتكون درجة عضويتها محصورة بين الصفر والواحد.

## 2- مرحلة تقييم القواعد:

تتضمن هذه المرحلة تحويل الإدخالات المضبية إلى اخراجات مضبية من خلال الاستعانة بالقواعد الشرطية. ويتم ذلك بتكوين قواعد أحكام (Great Rules Base) تستخدم فيها قواعد لغوية وتحديد قيم الصحة للمقدمة المنطقية (Antecedent) وتحديد الاخراجات المضبية للنتيجة المنطقية (Consequent).

## 3- مرحلة إزالة الضبابية:

وهي المرحلة الأخيرة من مراحل بناء النموذج المضبب التي تعمل على تحويل الاخراجات المضبية إلى اخراجات حدية ذات قيم عددية حقيقية، يتم ذلك من خلال طريقة مركز الثقل أو الطرائق الأخرى الخاصة بإزالة الضبابية.

## (2-5) الاستدلال المضبب (Fuzzy Inference) :

يتألف نظام الاستدلال المضبب من جمل المقدمة المنطقية والتي تكون مشابهة للقواعد المستخدمة في الأنظمة الخبيرة التقليدية ومن مجموعات مضبية ومتغيرات وحواجز لغوية فضلا عن آليات التحكم والسيطرة المتمثلة بآلية التضمين وآلية إزالة الضبابية التي تربط جميع الأجزاء لتكوين نظام استدلال مترابط.

## (3-5) أنظمة الاستدلال المضبب (Fuzzy Inference Systems) :

هناك نوعان من أنظمة الاستدلال المضبب يمكن تنفيذها في المنطق المضبب :

1- Mamdani Type

2- Sugeno Type

يختلف هذان النوعان في طريقة تمثيل الإخراج بشكل مجاميع مضبية وقيم ثابتة على التوالي، وقد حققت أنظمة الاستدلال المضبب نجاحات كبيرة إذ طبقت في حقول ومجالات مختلفة كنظم السيطرة وتحليل القرارات والأنظمة الخبيرة وتصنيف البيانات، وارتبط اسمها بأسماء عدد من الأنظمة كأنظمة القواعد المضبية والأنظمة الخبيرة المضبية والنمذجة المضبية ومسيطرات المنطق المضبب والذاكرة المضبية.

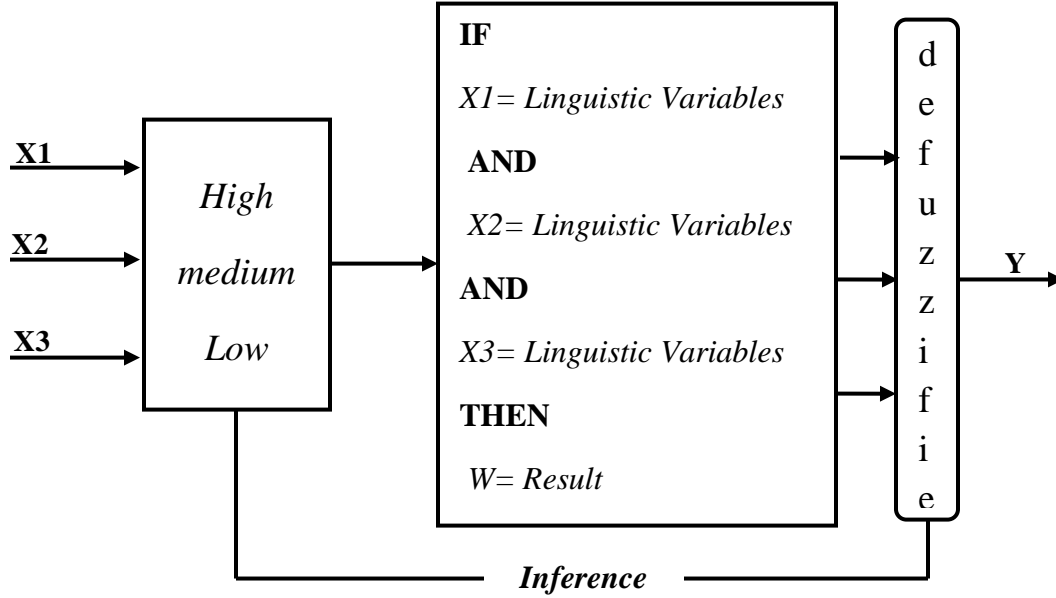
إن أهم ما يميز نظم الاستدلال من نوع (Mamdani) هو كونها حدسية ولها قبول واسع الانتشار وملائمة للإدخالات البشرية، أما نظم الاستدلال من نوع (Sugeno) فهي مناسبة جداً للتطبيقات الرياضية مع ضمان استمرارية الاخراجات فضلاً عن كفاءتها في العمليات الحسابية خصوصاً مع التقانات الخطية وملائمتها في حسابات الأمثلية.

## (6) تصميم نموذج السيطرة المضبية لمياه الآبار:

إن تصميم نموذج السيطرة وفق منطق التحكم الضبابي لا يحتاج نموذجاً عددياً معقداً أو تحليلاً تفصيلياً للنظام وإنما يكفي أن يمتلك المصمم بعض البديهيات والمعلومات الأولية حول كيفية التحكم بالنظام،

ويتم الحصول على هذه المعلومات من خلال الإجراءات التي تم ذكرها مراحل بناء النموذج التي تم ذكرها في الفقرات السابقة.

إن المتحولات اللغوية (Linguistic Variables) التي تعرف كل من العسرة الكلية والمواد الصلبة الكلية والكبريتات هي متحولات ضبابية, ولكن القيم المقاسة وسرعة تغييرها بالإضافة إلى فعل التحكم النهائي المطبق على النظام فهي قيم محدودة ودقيقة. ويبين المخطط الآتي الشكل التوضيحي لهذه الفكرة :



الشكل رقم (4): يمثل الشكل العام لمنظومة التحكم وفقا لمنطق السيطرة المضببة.

إذ أن (العسرة الكلية = X1) و (المواد الصلبة الكلية = X2) و (الكبريتات = X3), كما أن المتغيرات اللغوية (Linguistic Variables) قد تكون (High) أو (Medium) أو (Low) ومثال على ذلك :

**IF X1=Low AND X2=Low AND X3=medium THEN Y=Accept**

**IF X1=High AND X2=medium AND X3=High THEN Y=NonAccept**

وقد تم اعتماد نقطة الفصل Cutoff Point التي تم تقديرها في الدالة التمييزية (44.0765) كنقطة فصل لتحديد صلاحية المياه الجوفية بالاعتماد على نتائج منظومة السيطرة المضببة. والجدول الآتي يبين تصنيف بعض آبار المياه في محافظة نينوى باستخدام طريقة السيطرة المضببة مقارنة مع التصنيف الحقيقي للآبار.

الجدول رقم (3): يبين تصنيف بعض آبار المياه في محافظة نينوى باستخدام السيطرة المضطربة.

نوع التركيز المنطقة	العسرة الكلية	المواد الصلبة الكلية	الكبريتات	نتائج منظومة السيطرة الضبابية	تصنيف الآبار باستخدام السيطرة الضبابية	التصنيف الحقيقي للآبار
	T.H	T.S	SO <sub>4</sub>			
شرق ربيعة	184	1129	190	0.1273	يصلح	يصلح
أم الكهف	1766	10164	476.6	0.4841	لا يصلح	لا يصلح
قرية خرمل	600	1834	500	0.2409	يصلح	يصلح
قرية عوينات	376	1555	560	0.1728	يصلح	يصلح
العباضية	1350	4469	2150	0.4841	لا يصلح	لا يصلح
بعاج خويتلة	2350	4524	2520	0.6355	لا يصلح	لا يصلح
ربيعة قرية السعدة	390	682	210	0.1280	يصلح	يصلح
وادي عكاب موصل	2000	3274	2138	0.5101	لا يصلح	لا يصلح
زمار	500	873	212	0.1326	يصلح	يصلح
الخازر	481.5	754	141	0.1317	يصلح	يصلح
الشاقولي	561.5	1293	446	0.1358	يصلح	يصلح
الشلالات	1612	2024	750	0.4842	لا يصلح	لا يصلح
بعويزة	2840	5708	3300	0.8552**	لا يصلح	لا يصلح
برطلة	1460	3131	1700	0.4841	لا يصلح	لا يصلح
حقل دواجن برطلة	2385	4583	2037	0.5007	لا يصلح	لا يصلح
مخمور	480	830	375	0.1316	يصلح	يصلح
كوكجلي	1150	1863	692	0.4333	يصلح	يصلح
النمرود	2240	10996	2589	0.6140	لا يصلح	لا يصلح
مفرق حمام العليل	2440	3082	1850	0.4841	لا يصلح	لا يصلح
القوش	286	579	36	0.1254	يصلح	يصلح
فايدة	270	396	17	0.1251*	يصلح	يصلح

(7) مناقشة النتائج:

1. إن تطبيق الطريقتين المقترحتين (الدالة التمييزية والسيطرة المضطربة) على نوعية المياه الجوفية في محافظة نينوى أعطى نتائج دقيقة ومطابقة مع التصنيف الحقيقي للآبار، بحيث أصبح من السهل تمييز العينات المأخوذة من أي بئر في المحافظة لمعرفة نوعية مياهه الجوفية.
2. إن ما يميز طريقة السيطرة المضطربة عن بقية طرائق التصنيف هو عدم اعتمادها بشكل مباشر على حجم البيانات، وإنما تعتمد على صفات ونوعية تلك البيانات من خلال تحديد المتغيرات اللغوية (مثل تركيز المؤشرات النوعية للمياه)، فضلاً عن خبرة الخبير.
3. من خلال التطبيق ظهر أن طريقة السيطرة المضطربة لا تحتاج إلى عمليات حسابية كبيرة ومعقدة في عملية التصنيف كما في الدالة التمييزية.

4. من الجدول رقم (3) وباستخدام نتائج السيطرة المضطربة يمكن تحديد نسبة صلاحية المياه الجوفية في الآبار من خلال ترتيب القيم تصاعدياً، بحيث ظهر أن أكثر المياه صلاحية (\*) هي في منطقة (فايدة)، وأقلها صلاحية (\*\*\*) هي في منطقة (بعويزة).

#### المصادر:

1. حمودات، آلاء عبد الستار(2005)، "الدالة التمييزية وطرق تحديد متغيراتها". رسالة ماجستير غير منشورة، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل.
2. الراوي، خاشع محمود(1979)، " المدخل إلى الإحصاء ". مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.
3. الراوي، عمر فوزي(2004)، " استخدام الدالة التمييزية في السيطرة النوعية مع تطبيق على ولادات الأطفال الخدج ". رسالة ماجستير غير منشورة، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل.
4. سليمان، مثنى صبحي وصالح، رياض محمود (2011)، "توظيف التحليل العنقودي وطريقة الجار الأقرب في التعرف على الأنماط مع تطبيق على نوعية المياه الجوفية في محافظة نينوى"، بحث مقبول للنشر في المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العراق.

5. Anderson .T.W (1984)," **An Interdiction to Multivariate Statistical Analysis**" Second Edition, JOHN WILEY & Sons, New York.
6. Math works Inc., (2001), "**Fuzzy Logic Toolbox**", For MATLAB Release 12, Electronic Online Reference.
7. Raykov, T. and Marcoulides, G. A. (2008)," **An Introduction to Applied Multivariate Analysis**". Taylor & Francis Group, LLC, New York.
8. Sivanandam, S. N., Sumathi, S. and Deepa , S. N. , (2007), "**Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB**", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.
9. WHO (1985), "**Guidelines for drinking water quality** " Vol. 3, Geneva.
10. Xuzhu W., Da R. and Etienne E. K., (2009)," **Mathematics of Fuzziness– Basic Issues**", Springer-Verlag Berlin Heidelberg.