

دراسة مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية باستخدام المنطق الضبابي

حالة دراسية :- سكان بلدية أبوسليم - طرابلس - ليبيا

نجاح عبد المجيد ضو البهليل فاطمة عبد المجيد ضو البهليل²¹ قسم الرياضيات - كلية العلوم - جامعة طرابلس² المركز الليبي المتقدم للتقنية - الهيئة الليبية للبحث العلميEmail: n.bheelel@uot.edu.ly

Submission data : 29. 12.2024

Acceptance data: 14. 4. 2025

Electronic publishing data: 21.4.2025

المخلص: لوحظ خلال العشر السنوات الأخيرة ازدياد عدد السكان في مدينة طرابلس بشكل كبير بسبب الأحداث الأخيرة في البلاد ، وهذا شكل عباً على البنية التحتية للمدينة من ضمنها شبكة المياه المنزلية، يهدف هذا البحث لإمكانية ترشيد استهلاك المياه المنزلية من خلال تطبيق برامج الذكاء الاصطناعي في معرفة أنماط الاستهلاك المختلفة باستخدام طريقتي مركز المساحة (COA) ، وطريقة التصغير العظمى (SOM) ، وبالتالي يتم تحديد الإجراءات التي ستحد من استهلاك المياه المنزلية، ولتحقيق ذلك أجرى استبيان وزع على 170 مستهلك ببلدية أبوسليم محل البحث خلال فترة فصل الشتاء الممتدة من شهر يناير 2024م حتى شهر مارس 2024م، ويتكون من 45 مؤشراً واختير ست مؤشرات الأكثر تأثيراً من وجهة نظر الباحثين. وفي هذا البحث تم استخدام أكثر أدوات الذكاء الاصطناعي شمولية المنطق الضبابي باستخدام نموذج ممداني، وذلك من خلال تصنيف البيانات المتحصل عليها وتحليلها باستخدام برنامج MATLAB من خلال ربط أنماط استهلاك المياه المنزلية بمدى ترشيد الاستهلاك ، حيث أشارت نتائج الطريقتين المستخدمة إلى أن الترشيح سيئ بنسبة 41% في الطريقة الأولى، ومتوسطة في الطريقة الثانية 55% هي مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية وفق النموذج المعد من قبل الباحثين وتعتبر مؤشر خطير نظراً لاستهلاك المياه المتزايد خلال السنوات الأخيرة، وبهذا استخلص من البحث أنه يوجد وعي نوع ما بأهمية استهلاك المياه ، وقد أوصى البحث بأنه لا بد من زيادة الوعي بأهمية ترشيد استهلاك المياه من خلال الاعلام والتوعية المستمرة، بحيث تكون مياه النهر الصناعي والابار للشرب والاستهلاكات المنزلية، وأيضا إمكانية تدوير المياه المنزلية لإعادة استخدامها في ري الحدائق وغسيل الأرصيات، وخصوصا إعادة تدوير المياه المستهلكة في المطابخ .

الكلمات المفتاحية: ترشيد استهلاك المياه، المنطق الضبابي، MATLAB، بلدية أبوسليم

1. المقدمة

تعتبر منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من المناطق الشبه قاحلة بسبب ندرة المياه من ناحية، والتغير المناخي والذي يؤثر في موارد المياه، وزيادة ملوحة مياه البحر بالمنطقة مضافاً إلى ذلك زيادة النمو السكاني وبالتالي زيادة الاستهلاك في المياه المنزلية مع ندرة تساقط مياه الأمطار خلال السنوات الأخيرة وخصوصاً في المناطق القريبة من البحر وهذا يؤثر بشكل مباشر على كميات المياه الجوفية أو السطحية في شمال أفريقيا والشرق الأوسط [4]، وحيث أن ليبيا تعتمد اعتماد مباشر حتى الآن على المياه الجوفية المحدودة ولهذا وجب علينا إدارة واستغلال ومتابعة استهلاكها باستمرار للحفاظ على هذه الثروة لأجيال القادمة. حيث أن عام 2022 م بداية مرحلة عاش فيها نصف سكان العالم تقريباً تحت وطأة ندرة حادة في المياه خلال جزء من السنة على أقل تقدير، بينما تكبد ربع سكان العالم مستويات "عالية للغاية" من الإجهاد المائي لاستخدام أكثر من 80٪ من إمدادات المياه العذبة المتجددة السنوية. ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة تواتر وشدة هذه الظواهر، مع وجود مخاطر جسيمة تهدد الاستقرار الاجتماعي. ويُنظر إلى انعدام الأمن المائي كأحد أسباب الهجرة. ويُساهم هذا النزوح في المقابل في انعدام الأمن المائي كونه يضاعف العبء على شبكات المياه والموارد المائية في الأماكن التي يستوطن فيها النازحون. [6] وهذا ما حدث فعلاً لمدينة طرابلس عقب الأحداث الأخيرة منذ 2011م وحتى تاريخه من نزوح العديد من السكان من المدن المختلفة والتي طالتها الحروب والنزاعات واستقرار هؤلاء النازحين بالعاصمة بالرغم من توقف النزاعات تقريباً، وازدياد المهاجرين من أفريقيا وخصوصاً السودان مما يشكل عبء على البنية التحتية ومن ضمنها شبكة المياه المنزلية سواء كانت مياه النهر الصناعي أو مياه الآبار المختلفة، والذي تركز بعض منهم في بلدية بوسليم موضوع البحث. ويتطور عالم التكنولوجيا مؤخرًا والذي سهل الكثير من الأمور في حياتنا من خلال سهولة الحصول على معلومات بواسطة الذكاء الاصطناعي الذي كان ظهوره له في العام 1956م . [20] حيث أدرك لطف زاده سنة 1965م أن المنطق الكلاسيكي الذي يستخدم القيمتين 0 و 1 فقط لا يمكن تطبيقه بشكل فعال في مجالات مختلفة وأن هناك منطق ضبابي يسمح

باستخدام القيم بين 0 و 1 وعدم اليقين، وغالبًا ما يستخدم في اتخاذ القرار المناسب. يعتبر المنطق الضبابي هو شكل من أشكال المنطق الذي يقدم مفاهيم غامضة للقيم، على عكس المنطق الكلاسيكي وهو تطور للمنطق البولياني. [14] وحيث أن الذكاء الاصطناعي هو مجموعة من المنهجيات التي تهدف إلى معالجة وحل المشاكل المختلفة لاتخاذ القرار المناسب.

والمنطق الضبابي أحد هذه المنهجيات الأكثر شيوعاً، الذي يستخدم عمليات الاستدلال التي تتضمن معرفة غير واضحة أو غير مؤكدة للبيانات في المتغيرات اللغوية. [19] وقد تم تطبيق المنطق الضبابي في السياسة، والاقتصاد وعلم النفس والأحياء والتنبؤ بالطقس، وذلك استناداً إلى مفاهيم نظام دعم القرار الذي يوفر لأصحاب القرار نظام مرناً قابلاً للتوسيع ويكون تفاعلي لاختيار وتقييم استراتيجيات المخرجات البديلة في مرحلة صياغة القرار [22]

وهذا البحث يساعد الأشخاص على اتخاذ قرار ترشيد استهلاك المياه باستخدام المنطق الضبابي (نموذج ممداني) من خلال معرفة أنماط استهلاك المواطنين للمياه.

2. تساؤلات البحث

يمكن التساؤل الرئيسي: - هل يمكن معرفة إمكانية ترشيد استهلاك المياه المنزلية من خلال معرفة أنماط استهلاك المواطنين ببلدية أبوسليم للمياه المنزلية؟

ومنه السؤال الفرعي هل استخدام أحد أدوات الذكاء الاصطناعي والمتمثلة في المنطق الضبابي تعطي مؤشر واضح لأنماط استهلاكهم؟

ومنه السؤال الفرعي الثاني هل التطبيقات العلمية باستخدام المنطق الضبابي تساهم في سرعة وسهولة تحليل البيانات؟

وأيضاً معرفة ما مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية للمجيبين داخل البلدية؟

3. أهمية البحث

1. يسبب التناقص المتزايد في المياه الجوفية عبر الوقت نظراً لانخفاض معدل سقوط الأمطار منذ عشرات السنين على ليبيا وخصوصاً المنطقة الغربية.
2. تشهد بلدية أبوسليم ضغط ديمغرافي متزايد وذلك منذ 2011 بسبب نزوح العديد من المواطنين إليها من عدة مناطق، ولهذا فإن مسألة ترشيد استهلاك المياه مهمة للحفاظ على المياه وإدارتها واستهلاكها بترشيد وحرص.
3. ضرورة مواكبة التطورات في البحث العلمي واستخدام أحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل واستخلاص النتائج، وتطبيقات المنطق الضبابي، منها نموذج ممداني في المجالات المختلفة.
4. أهمية استخدام طرق علمية تساعد في سهولة قياس مدى الترشيح والتمثلة في SOM, COA

4. مجتمع البحث

المواطنين بالمحلات المختلفة التابعة لبلدية أبوسليم – طرابلس – ليبيا.

5. الدراسات السابقة

1.5 الدراسة الأولى: دراسة ملحم وآخرون 2024م

تبحث هذه الدراسة في الأنماط السلوكية المحتملة في استهلاك المياه السكنية بين الأسر في السعودية. ويتم استخدام منهج التجزئة لتصنيف السكان إلى مجموعات وتقييم أنماط سلوكهم المحتملة. وقد تم جمع البيانات من 618 أسرة من خلال استبيان منظم وتحليل المكونات الرئيسية وتحليل المجموعات، وتم تصنيف المشاركين إلى ست قطاعات بناءً على العلاقة بين سلوكياتهم واستهلاك المياه المستمدة من تحليل العوامل. وتشير النتائج إلى وجود علاقة بين العوامل الاجتماعية والديموغرافية للمستجيبين وأنماط سلوكهم المحتملة. وتسلسل النتائج الضوء على أهمية النظر في مزيج من وجهات نظر التجزئة السلوكية والمعتقدية في رسم خرائط مبادرات الاستهلاك المستدام للمياه بين السكان السعوديين. [11]

2.5 الدراسة الثانية: دراسة ريمون المغولي 2015 م.

هدف البحث إلى دراسة في كيفية تأثير تعليم المرأة وعرفتها بالمياه على استخدام المياه المنزلية، ووجد أن معظم الأسر (93%) تحصل على المياه من الشبكة العامة، مع كميات أقل من الخزانات (5.5%) والمياه المعبأة (7%) وكان متوسط استخدام المياه 107.3 لترًا يوميًا، وحصلت النساء المشاركات في الدراسة على تعليم جيد، مع ربط التعليم العالي بالاختلافات في استهلاك الأسرة للمياه. [2]

3.5 الدراسة الثالثة: دراسة امهني وآخرون 2021 م

هدفت هذه الدراسة التحديات والتهديدات حول الأمن المائي الليبي من خلال معرفة أهمية تأمين الحاجة الماسة من المياه والذي يعتبر أكبر تحدي ومشكلة، وتعتبر ليبيا من بين دول العالم أفقرها من حيث تجدد مصار المياه، وكان نصيب الفرد من المياه 10% من المتوسط العالمي، وأغلب اعتماد البلاد على المياه الجوفية المحدودة، والتي تمثل 97% من إجمالي المياه، لذلك ركزت الدولة الليبية على الاستثمار في مجال المياه الجوفية لتحقيق الأمن المائي، خاصة وأن ليبيا تحتوي على أكبر احتياطي من المياه الجوفية في أفريقيا، والذي يبلغ نحو 95 ألف كم³. وقد تم إنشاء مشروع النهر وأصبح خيارًا استراتيجيًا، وهو المصدر الرئيسي لإمدادات المياه لأكثر من 70% من المدن الليبية، وفي حال اكتمال كافة مراحله فإنه لن يساهم إلا في تأمين 2.3 مليار م³ من المياه سنويًا. ولكن هذه الكمية لا تكفي لتأمين الاحتياجات المائية المستقبلية الفعلية والتي تقدر بحوالي 10 مليار م³ بحلول عام 2035.

وخلصت الدراسة إلى أن مشكلة المياه في ليبيا ليست مجرد مشكلة نقص كمي في إمدادات المياه العذبة، بل هناك أبعاد ومشاكل أخرى، أبرزها ارتفاع معدلات النمو السكاني، والهدر والسلوكيات غير العقلانية، والتحديات المستمرة على المنظومة النهرية. [3]

4.5 الدراسة الرابعة: دراسة رونيكا وآخرون 2014 م .

تقدم هذه الورقة استخدام أنظمة المنطق الضبابي لنمذجة السلوك البشري المتعلق بتشغيل الأجهزة والإضاءة في المنزل. بناءً على هذا النموذج، يمكن الحصول على ملف تعريف التشغيل لكل جهاز بالساعة، ومن ثم يمكن حساب منحني الحمل للقطاع السكني. يهدف هذا النموذج إلى المساهمة في محاكاة استراتيجيات إدارة جانب الطلب، تم الحصول على النتائج من تعريف مجموعات المدخلات والمخرجات والقواعد، والتي تم تحديدها بناءً على معرفة الباحثين بكيفية تأثير السلوك البشري على استخدام الأجهزة، ونتجت إن أي تشغيل لأنظمة إدارة جانب الطلب تتضمن بالضرورة إشارة إلى تعريف الاستراتيجيات التي تسعى إلى تسطيح منحني توزيع الأحمال الكهربائية. وأيضاً يساهم قطاع الاستهلاك السكني بشكل أكبر في تشكيل تذبذبات المنحنى. وفي ضوء ذلك، من المعقول أن نفترض أن منحني توزيع الأحمال الكهربائي السكني يحظى بمعظم الاهتمام من حيث تعديله المحتمل من خلال المشاركة الفعالة للمستخدمين. [25]

5.5 الدراسة الخامسة: دراسة سلامي وآخرون 2022 م.

استخدمت في هذه الدراسة المنطق الضبابي ليتم التحكم في ري بذور الطماطم. لكي يتم استخدام المياه تلقائيًا وفقًا للرطوبة ودرجة الحرارة ورطوبة التربة في الهواء. أجريت الدراسة على مرحلتين. المرحلة الأولى: تم تصميم نظام الري في برنامج MATLAB، تم استخدام درجة الحرارة والرطوبة ورطوبة التربة كثلاثة مدخلات. تم حساب وقت الري كمخرج. تم ضبط جميع المدخلات والمخرجات على منخفضة ومتوسطة وعالية. في المرحلة الثانية، تم زرع كميات متساوية من بذور الطماطم في حاويتين منفصلتين. تم الري العادي في الوعاء الأول، تم التحكم في الري في الوعاء الثاني بالمنطق الضبابي. يتم عرض جميع البيانات على الشاشة وتسجيلها لمدة دقيقة واحدة. نتيجة للدراسة تم استخدام 22500 مليلتر من الماء في الري العادي، و10410 مليلتر من الماء في دائرة التحكم المنطقي الضبابي، وبالتالي تم تحقيق توفير في المياه بنسبة 53.77%. [23]

أما البحث الحالي فقد انفرد بأنه من ضمن البحوث القلائل التي استخدمت تقنية الذكاء الاصطناعي المتمثلة في نموذج ممداني لبيانات غير مؤكدة حول مدى إمكانية ترشيد استهلاك المياه المنزلية من خلال معرفة أنماط المستهلكين للمياه خلال المقارنة بين طريقتين معرفتين SOM, COA والتي تعتبر من أهم الطرق إزالة التضييق المستخدمة وتختلف كل منها عن الأخرى من خلال درجة الأهمية لمخرجات برنامج MATLAB على سبيل المثال يفضل استخدام طريقة SOM في حالة دراسة ترشيد المياه في المناطق الجبلية لأنها تعطي نتائج أكثر دقة منها عن COA.

6. الجانب النظري

1.6 واقع المياه عالمياً

تحتاج المنطقة العربية بشكل عاجل إلى استخدام المياه بحكمة أكبر بسبب نقصها، وهناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث لتطوير تقنيات جديدة لضمان حصول الجميع على ما يكفي من المياه لتلبية احتياجاتهم.. [15]

2.6 واقع المياه في ليبيا

تمتلك ليبيا القليل جداً من المياه لشعبها، حيث يحصل كل شخص على حوالي 108 م³، بينما يحتاج العالم إلى 1000 م³ على الأقل، وتأتي معظم مياهه من مصادر جوفية. [9]

تواجه ليبيا نقصاً حاداً في المياه، وتعتمد في الغالب على المياه الجوفية من طبقات المياه الجوفية شبه الفارغة، والتي توفر أكثر من 90% من المياه العذبة في البلاد.. [3]

والتي تتمركز كما في الشكل (1)، نحن بحاجة إلى قوانين صارمة لاستخدام المياه لتوفيرها، وسوف يستكشف هذا البحث كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد في ذلك المتمثل في المنطق الضبابي.

7. الجانب الرياضي

المجموعة الضبابية هي نوع خاص من المجموعات تكون حدودها غير واضحة المعالم. بدلاً من قول أن العنصر إما ينتمي أو لا ينتمي، فإن المجموعة الضبابية كل عنصر بها ينتمي إليها بدرجة ما.

1.7 المجموعة الضبابية

يقال عن المجموعة A أنها مجموعة جزئية ضبابية من النوع الأول في المجموعة X وعناصرها مكونة من مركبتين. المركبة الأولى تمثل العنصر والثانية هي درجة انتماء هذا العنصر للمجموعة.

وتعرف $\mu_A: X \rightarrow I = [0,1]$ وتكتب $A = \{(x, \mu_{A(x)}) : x \in X, 0 \leq \mu_{A(x)} \leq 1\}$ حيث تسمى μ_A دالة العضوية.

2.7 عمليات زاده الأساسية للمجموعات الضبابية .

لتكن A, B كل منهما مجموعة ضبابية في المجموعة X ($X \neq \emptyset$) لكل $x \in X$.

نعرف عمليتي التقاطع والاتحاد للمجموعات الضبابية التي اعتمدنا عليها في هذا البحث على التوالي [13]

$$\mu_{A \cap B} = \min\{\mu_{A(x)}, \mu_{B(x)}\}$$

$$\mu_{A \cup B} = \max\{\mu_{A(x)}, \mu_{B(x)}\}$$

3.7 عمليات المنطق الضبابي

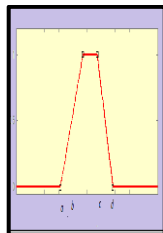
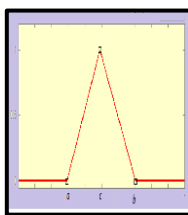
المنطق الضبابي هو تعميم للمنطق التقليدي الذي يعتمد على الصح أو الخطأ، وذلك للاستدلال، في حين توجد علاقات أخرى يمكن اعتبارها صحيحة جزئياً، أو خاطئة جزئياً في الوقت نفسه، هذه المفاهيم (الحقائق) تسمى بالمنطق الضبابي. [25]

يعتبر المنطق الضبابي أسلوب رياضي في اتخاذ القرارات عندما تكون المعلومات غير مؤكدة ما يجعله مفيداً لحل المشكلات المعقدة.

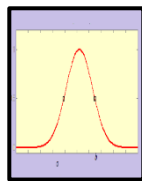
يمكن ربط قواعد المنطق الضبابي كمدخلات ومخرجات أي بيانات باستخدام OR أو AND المنطقية مع المحافظة على مبدأ عملها. [24] ويمكن توضيح ذلك كما يلي الجدول رقم (1):

A	B	AND $\min(A, B)$	OR $\max(A, B)$
0	0	0	0
1	0	0	1
1	1	1	1

الأعداد الضبابية الأكثر شيوعاً هي العدد المثلثي، العدد شبه المنحرف، جاسوس والتي يتم تطبيقها بفعالية وكفاءة من قبل الباحثين وفي مجالات المنطق الضبابي. [24]



الشكل رقم (3) يوضح العدد المثلثي، شبه منحرف



الشكل رقم (4) يوضح عدد جاسوس



الشكل رقم (1) :- يمثل الأحواض المائية في ليبيا [7]

إن التغيرات الحادثة في المناخ والنمو السكاني المتزايد وزيادة الطلب على استهلاك المياه مع زيادة شح مصادر المياه أدت للضغط على الإمدادات الغذائية باعتبار أن 70% من المياه العذبة تستخدم في الزراعة، وذلك لأن معدل إنتاج الغذاء اليومي للفرد الواحد يحتاج لمتوسط 3500 لتر من المياه. [8]

وهذا تطلب ترشيد في استهلاك المياه بصفة عامة والمياه المنزلية بصفة خاصة من خلال معرفة أنماط استهلاك الأشخاص.

3.6 ترشيد المياه

يعتبر ترشيد المياه المنزلية مهم جداً خلال الأونة الأخيرة مع أنها تبلغ نسبة 8% من إجمالي المياه المستخدمة في العالم، وباعتبار أن المياه الصالحة للاستخدام نادرة في الكثير من الدول عالمياً،

حيث من المنطق مواجهة الاستهلاك في المياه المنزلية باعتبار سببها هو زيادة عدد السكان وتطور مستوى المعيشة في معظم الدول وذلك للحاجة المتزايدة لاستخدامها في الغذاء والشرب والنظافة، مقارنة بمسألة مواجهة النقص الحاد في المياه الناجم عن عوامل طبيعية. [1]

ومن خلال ذلك يمكن القول إن مفهوم ترشيد استهلاك المياه - هو تقليل من إهدار المياه المنزلية والحفاظ عليها من قبل المستهلكين لها في الشرب، الغذاء، النظافة، غسل الخضار والأواني، وأيضاً في ري الحدائق المنزلية من خلال سلوكيات معينة تساعد في ترشيد استهلاك المياه المنزلية. [10]

ومن هنا استخلصت الباحثتان أهمية ترشيد استهلاك المياه المنزلية في التالي:-

1. البعد عن استهلاك المنهى عنه في ديننا الحنيف من خلال التوجيهات إلهية وسنة نبينا الكريم عليه الصلاة والسلام من منطلق الآية الكريمة (وجعلنا من الماء كل شيء حي).
2. التعرف على الاستخدامات المثلى للمياه المنزلية، غيرها.
3. التقليل من المياه المنزلية المستهلكة لأنها في الغالب لا يمكن إعادة تدويرها في أغلب البلدان حتى الآن.
4. توعية الجمهور المستهلك للمياه بأهمية الحفاظ عليها في المنزل وجميع المؤسسات الأخرى.

4.6 بلدية أبوسليم

تقع بلدية أبوسليم في قلب العاصمة طرابلس وتبلغ مساحتها الجغرافية حوالي 12.550 هكتاراً تحدها شمالاً بلدية طرابلس المركز، وجنوباً بلدية قصر بن غشير، وغرباً بلدية حي الاندلس وبلدية سواني بني آدم ومن الشرق تحدها بلدية عين زارة. [5]

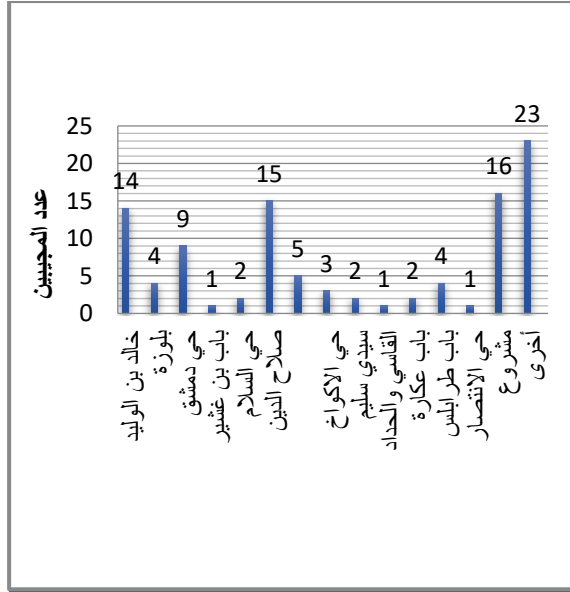


الشكل رقم (2) صورة جوية لموقع بلدية أبوسليم (المصدر كتيب التعريف بالبلدية)

جدول رقم (2) يوضح أهم المؤشرات المستخدمة.

رقم المؤشر	اسم المؤشر الخاص بالعينة
1	طريقة تنظيف المنزل
2	عدد مرات الاستحمام
3	طريقة الاستحمام
4	آلية التخلص من فضلات المراحيض
5	جلي الأواني
6	غسل الفواكه والخضروات

1.8 طبيعة العينة وعددها وتوزيعها على محلات بلدية أبوسليم.



الشكل رقم (6) يوضح عدد المجيبين بكل محلة في بلدية أبوسليم

2.8 مرحلة عملية تضبيب البيانات

هذه المرحلة مهمة لأنها تعمل على تحديد المجموعات الضبابية لكل مدخلات ومخرجات النموذج المستخدم في تحديد ما مدى درجة ترشيد استهلاك المياه المنزلية من قبل المواطنين بالبلدية، حيث تم اختيار العدد المثلثي الضبابي، وشبه المنحرف الضبابي، جاسوس وما يقابلها من بيانات، لتمثل النموذج المتبع بالبحث للمتغيرات التي استخدمت ليتم اتخاذ القرار من خلالها بتعابير لغوية والتي من الصعب في كثير من الأحيان التعبير عنها بلغة الأرقام. مثل "كثير، قليل، سيئ، جيد وغيرها". وهو ما تم تطبيقه في هذا البحث للتعبير عن مخرجات ومدخلات المستخدمة في برنامج MATLAB.

3.8 ترميز وتوصيف البيانات

جدول رقم (3) يوضح ترميز وتوصيف البيانات الخاصة ببرنامج MATLAB

النوع	المتغيرات	رمز المتغير	أوصاف المتغيرات
المدخلات	طريقة تنظيف المنزل	I_1	ثلاثة
	عدد مرات الاستحمام	I_2	ثلاثة
	طريقة الاستحمام	I_3	ثلاثة
	آلية التخلص من فضلات المراحيض	I_4	أربعة
	جلي الأواني	I_5	اثنان
	غسل الفواكه و الخضروات	I_6	اثنان
مخرج	ترشيد استهلاك المياه	O_1	ثلاثة

4.7 تصميم النموذج الضبابي

في هذا البحث تم استخدام نموذج مدداني الضبابي لاتخاذ قرار ما إذا كان ترشيد استهلاك المياه متحقق أم لا. تم الاختبار من خلال عينة عددها 20 أسرة من سكان بلدية أبوسليم. تظهر بنية هذا النظام في الشكل التالي: -



بالاعتماد على الأسس الرياضية، يمكن تطبيق المنطق الضبابي في المجالات التي يصعب تحديد القيم فيها بدقة، وبهذا يعتبر المنطق الضبابي أداة رياضية قوية في معالجة البيانات الغير مؤكدة.

5.7 نموذج مدداني:

في الوقت الحاضر يتم الاستفادة من المنطق الضبابي في النمذجة والمحاكاة وصنع القرار، يعتبر نموذج مدداني إحدى تقنيات المنطق الضبابي الأكثر شيوعاً لأنها سهلة التطبيق والفهم ومصممة لدمج معرفة الخبراء في شكل قواعد IF-THEN يتم التعبير عنها باللغة الطبيعية. مع توفر البرامج الجاهزة مثل MATLAB. النظام الضبابي يجب أن تكون مخرجاته النهائية واضحة وذلك بتحويل النتيجة الضبابية المجمعة إلى نتيجة عددية. [21] يستخدم نموذج مدداني صياغة Max-Min، حيث تحسب قوة تفعيل القاعدة بين درجات العضوية للمدخل، Max تستخدم لدمج تأثير جميع القواعد.

هناك العديد من أساليب إزالة التضبيب، واستخدمت في هذا البحث طريقتين منها طريقة مركز المساحة (COA)، حيث يتم حساب المتوسط المرجح لمجموعة ضبابية و التعبير الرياضي لها

$$Z_{COA} = \frac{\int Z \mu_A(Z) dZ}{\int \mu_A(Z) dZ}$$

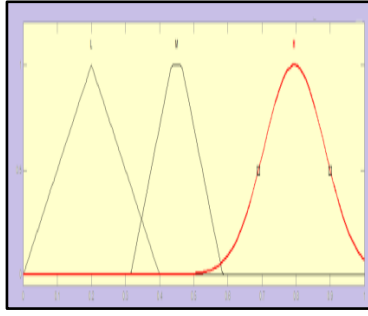
حيث Z_{COA} هو الناتج النهائي (المخرج) و $\mu_A(Z)$ هو مجموع جميع دوال العضوية [12] طريقة أصغر الحد الأقصى (SOM). يتم استخدام طريقة النقطة الوسطى للمنطقة (COA). يتم الحصول على الحل الواضح عن طريق أخذ أصغر قيمة من المجال الذي يحتوي على الحد الأقصى لقيمة العضوية. [17]

الخطوات الرئيسية في نموذج مدداني:

يتكون هيكل نظام الاستدلال الضبابي من أربع مراحل:-
تضبيب المدخلات، محاكاة الاستدلال، إزالة التضبيب، قاعدة المعرفة. [16]

8. الجانب التطبيقي للبحث

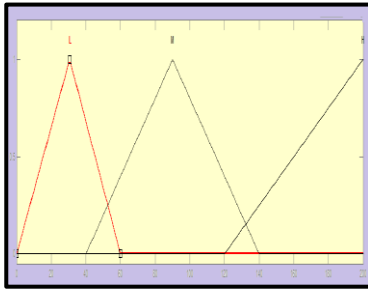
في هذا البحث تم تطبيق ست مؤشرات مهمة من ضمن 45 مؤشر الأكثر تأثيراً على ترشيد استهلاك المياه المنزلية كما بالجدول رقم (2) وتم تقسيمها لثلاث محاور لتسهيل عملية أتمته البيانات والحصول على دقة في النتائج وذلك من خلال توزيع استبيان الإلكتروني بالخصوص، وقد حصلنا على 174 رد وتم استبعاد البيانات الغير مكتملة والردود لغير قاطني بلدية أبوسليم، من خلال تطبيق أحد أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي المتمثل في المنطق الضبابي باستخدام نموذج مدداني، حيث تم تحليل ومعالجة البيانات واستخلاص النتائج باستخدام برنامج MATLAB في هذا البحث تم اختيار 20 عينة مأخوذة عشوائياً من مجتمع المجيبين، وبعدها بإسقاط النتائج المتحصل عليها على كامل العينة.



الشكل رقم (9) يبين التمثيلات البيانية لعدد مرات الاستحمام .

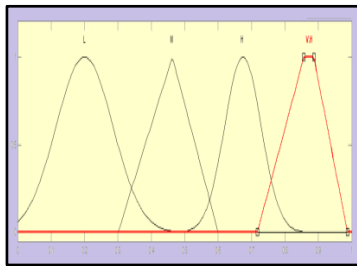
جدول رقم (6) يبين التعبيرات اللغوية والتمثيلات الضبابية لمدخل طريقة الاستحمام .

النطاق (باللتر)	استحمام	دوش	تقليدي
طريقة الاستحمام	H	M	L
التعبير اللغوي			
نطاق المجموعات الضبابية	[120 200 280]	[40 90 140]	[0 40 60]



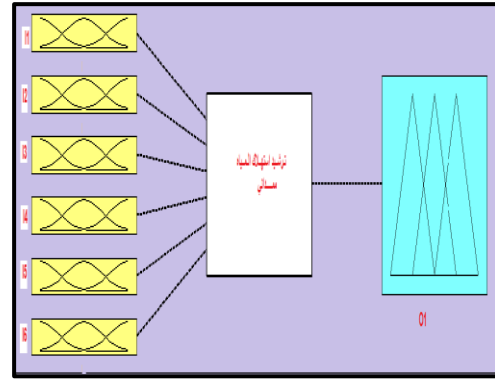
الشكل رقم (10) يبين التمثيلات البيانية طريقة الاستحمام .
جدول رقم (7) يبين التعبيرات اللغوية والتمثيلات الضبابية لمدخل آلية التخلص من فضلات المراحيض.

النطاق	بالدلو	سيفون معلق	سيفون كبسة واحدة	سيفون كبستين
الآلية التخلص من فضلات	V.H	H	M	L
التعبير اللغوي				
نطاق المجموعات الضبابية	[0.7 0.9 1]	[0.5 0.6 0.8]	[0.3 0.4 0.6]	[0 0.3 0.4]



الشكل رقم (11) يبين التمثيلات البيانية آلية التخلص من فضلات المراحيض.

3.4.8 استهلاك المياه في المطبخ حسب رأي المجيبين أنه تركز الاستهلاك في استخدام الكثير من الماء في غسل الفواكه والخضروات وجلي الأواني، وفي هذه المرحلة سيتم أتمته البيانات كالتالي كما هو موضح في جدول (8)، (9).



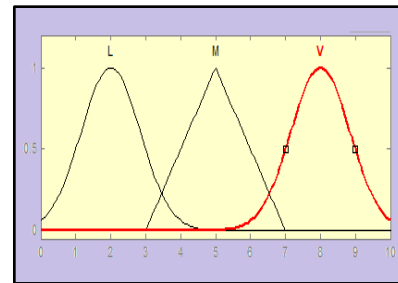
الشكل رقم (7) يبين نموذج استخدام الذكاء الاصطناعي لتحديد مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية ببلدية أبو سليم.

4.8 مدخلات برنامج MATLAB

1.4.8 تنظيف المنزل فيما يخص ذلك حسب رأي المجيبين يتم استهلاك المياه بشكل كثير من خلال طرق التنظيف التقليدية والتي تعتمد المرأة الليبية باستخدام الخرطوم أو الدلو، وفي هذه المرحلة سيتم أتمته البيانات كالتالي.

جدول رقم (4) يبين التعبيرات اللغوية والتمثيلات الضبابية لمدخل طريقة تنظيف المنزل .

النطاق	خرطوم مياه	الدلو	شطف و مسح
طريقة تنظيف المنزل	V	M	L
التعبير اللغوي			
نطاق المجموعات الضبابية	[6 8 10]	[3 5 7]	[0 2 4]



الشكل رقم (8) يبين التمثيلات البيانية لطريقة تنظيف المنزل.

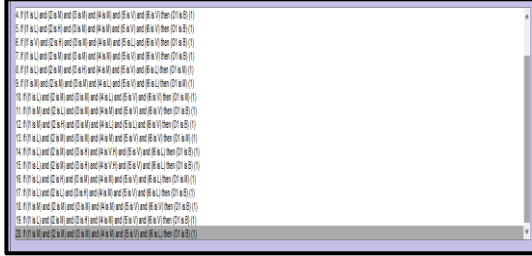
2.4.8 استهلاك المياه في الحمام حسب رأي المجيبين كان الاستهلاك بنسبة كبيرة في آلية التخلص من فضلات المراحيض، و عدد مرات الاستحمام، و طريقة الاستحمام المتبعة، مع الأخذ في الاعتبار عدد أفراد الأسرة في التمثيل. وفي هذه المرحلة سيتم أتمته البيانات كالتالي كما هو موضح في جدول (5)، (6)، (7).

جدول رقم (5) يبين التعبيرات اللغوية والتمثيلات الضبابية لمدخل عدد مرات الاستحمام .

النطاق	مرة في اليوم	مرة كل يومين	مرة كل ثلاثة أيام
عدد مرات الاستحمام	H	M	L
التعبير اللغوي			
نطاق المجموعات الضبابية	[0.5 0.8 1]	[0.3 0.4 0.6]	[0 0.2 0.4]

5.4.8 بناء القواعد الضبابية للنموذج المستخدم.

في هذا البحث لتحديد مدى استهلاك المياه المنزلية سيكون هناك مجموعة من القواعد الضبابية ينبغي بنائها باستخدام MATLAB، وحيث تم تطوير القواعد باستخدام معرفة الخبراء بتأثير جميع متغيرات الإدخال المستخدمة على المخرج. كما هو موضح بالشكل التالي.



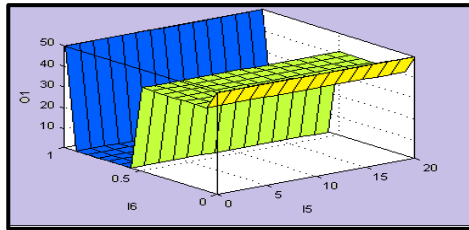
الشكل رقم (15) يبين القواعد الشرطية الضبابية لكل من المدخلات والمخرجات .

6.4.8 تحليل البيانات المتحصل عليها من برنامج MATLAB

1. تحليل بيانات المتحصل عليها باستخدام الطريقة الأولى (طريقة التصغير العظمى) SOM

1. نتائج استهلاك المياه في المطبخ (من خلال علاقة جلي الاواني، وغسل الفواكه والخضروات (I5,I6) .

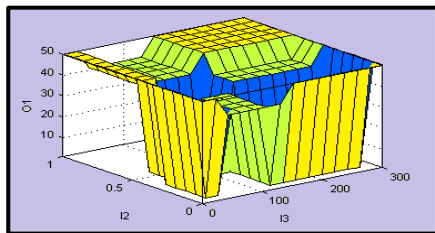
أظهرت نتائج ردود المجيبين بين I5,I6 أن كمية استهلاك المياه في طريقة جلي الأواني كانت موزعة بالتساوي بين الطريقة اليدوية واستخدام غسالة الأواني بامتداد كامل بالفترة [0 20]، وكمية استهلاك المياه في غسل الفواكه والخضروات كانت عالية (V) بين الفترة $0.0 < V \leq 1.0$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) بين المتوسط M، وبين السيئ B في الفترة (40 ، 50)، كما في الشكل التالي :-



الشكل رقم (16) يوضح العلاقة بين I5,I6

2. نتائج استهلاك المياه في الحمام علاقة عدد مرات الاستحمام، طريقة الاستحمام (I2,I3)

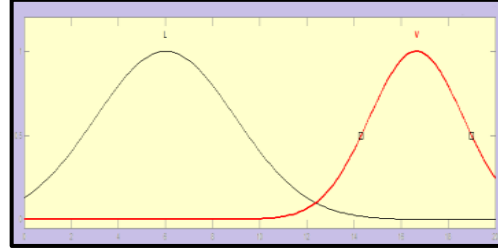
أظهرت نتائج ردود المجيبين بين I3,I2 أن كمية استهلاك المياه منخفضة (L) في طريقة الاستحمام (التقليدي) في الفترة $0 < L < 50$ ، وكمية استهلاك المياه في عدد مرات الاستحمام منخفضة (L) مرة كل ثلاثة أيام في الفترة $0 < L < 5$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) بين المتوسط M، وبين السيئ B في الفترة (40 ، 50)، كما في الشكل التالي:



الشكل رقم (17) يوضح العلاقة بين I2,I3

جدول رقم (8) يبين التعبيرات اللغوية والتمثيلات الضبابية لمدخل طريقة جلي الأواني.

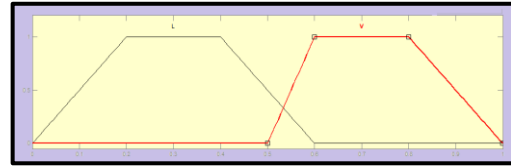
النطاق		جلي الأواني
غسالة	يدويًا	
L	V	
[0 5 7 12]	[7 16 18 20]	نطاق المجموعات الضبابية



الشكل رقم (12) يبين التمثيلات البيانية طريقة جلي الأواني.

جدول رقم (9) يبين التعبيرات اللغوية والتمثيلات الضبابية لمدخل طريقة غسل الفواكه والخضروات.

النطاق		غسل الفواكه والخضروات
التنع	مياه جارية	
L	V	
[0.0 0.2 0.4 0.6]	[0.5 0.6 0.8 1.0]	نطاق المجموعات الضبابية



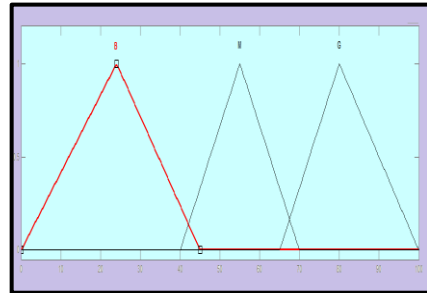
الشكل رقم (13) يبين التمثيلات البيانية لمدخل طريقة غسل الفواكه والخضروات.

4.4.8 مخرجات برنامج MATLAB

في هذه المرحلة سيتم أنتمه المخرج الوحيد والذي يمثل مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية كتالي.

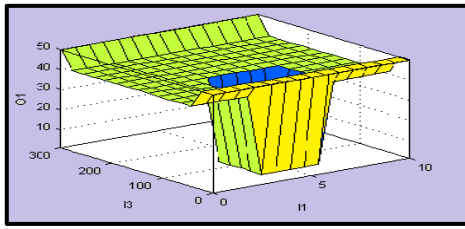
جدول رقم (10) يبين التعبيرات اللغوية والتمثيلات الضبابية لمخرج طريقة مدى ترشيد استهلاك المياه .

النطاق			ترشيد استهلاك المياه
سيء	متوسط	جيد	
B	M	G	
[0 24 45]	[45 55 70]	[65 80 100]	نطاق المجموعات الضبابية



الشكل رقم (14) يبين التمثيلات البيانية لمخرج ترشيد استهلاك المياه المنزلية.

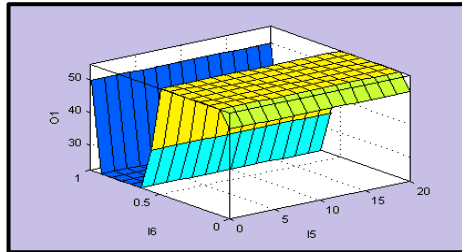
(مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) بين المتوسط M ، وبين السيئ B في الفترة (40 ، 50) كما في الشكل التالي:-



الشكل رقم (16) يوضح العلاقة بين $I3, I1$
2. تحليل بيانات المتحصل عليها باستخدام الطريقة
الثانية (طريقة مركز المساحة) COA

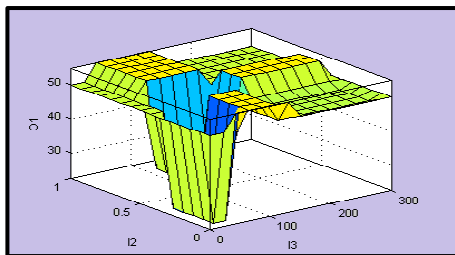
1. نتائج استهلاك المياه في المطبخ من خلال علاقة جلي
الأواني ، وغسل الفواكه والخضروات $I6, I5$.

أظهرت نتائج ردود المجيبين بين $I6, I5$ أن كمية استهلاك المياه في طريقة جلي الأواني كانت موزعة بالتساوي بين الطريقة اليدوية واستخدام غسالة الأواني بامتداد كامل في الفترة $[0, 20]$ ، وكمية استهلاك المياه في غسل الفواكه والخضروات عالية (V) في الفترة $0.6 \leq V < 1.0$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) متوسط M بقيمة 50 ، كما في الشكل التالي:-



الشكل رقم (17) يوضح العلاقة بين $I6, I5$
2. نتائج استهلاك المياه في الحمام علاقة عدد مرات
الاستحمام ، طريقة الاستحمام $I3, I2$.

أظهرت نتائج ردود المجيبين بين $I3, I2$ أن كمية استهلاك المياه منخفضة (التقليدي) (L) في طريقة الاستحمام في الفترة $0.0 < L < 0.4$ ، وكمية استهلاك المياه في عدد مرات الاستحمام منخفضة (L) مرة كل ثلاثة أيام في الفترة $0.0 < L < 0.4$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) متوسط M بقيمة 50 كما في الشكل التالي :-

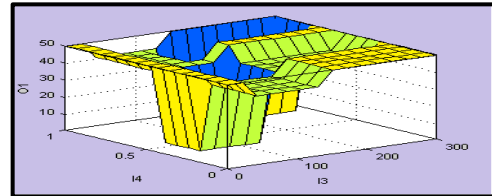


الشكل رقم (20) يوضح العلاقة بين $I2, I3$
3. نتائج استهلاك المياه بين علاقة طريقة الاستحمام ، آلية

التخلص من الفضلات $I3, I4$.
أظهرت نتائج ردود المجيبين بين $I4, I3$ أن كمية استهلاك المياه في طريقة الاستحمام تقاطع بين الدوش، التقليدي (L)، (M) في الفترة $L, M > 120$ ، وكمية استهلاك المياه في آلية التخلص من الفضلات في تقاطع المرتفعة والمرتفعة جدا H ، $V.H \geq 0.7$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) متوسط M بقيمة 50 كما في الشكل التالي :-

3. نتائج استهلاك المياه بين علاقة طريقة الاستحمام ، آلية التخلص من الفضلات ($I3, I4$)

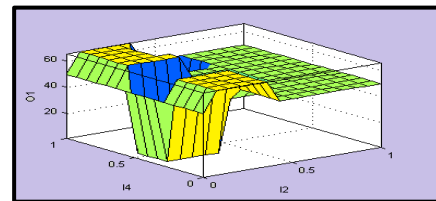
أظهرت نتائج ردود المجيبين $I4, I3$ أن كمية استهلاك المياه متوسطة (M) في طريقة الاستحمام (الدوش) في الفترة $40 < M < 140$ ، وكمية استهلاك المياه في آلية التخلص من الفضلات متوسطة (M) في الفترة $0.3 \leq M < 0.6$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) بين المتوسط M ، وبين السيئ B بين الفترة (40 ، 50) كما في الشكل التالي:-



الشكل رقم (18) يوضح العلاقة بين $I3, I4$

4. نتائج استهلاك المياه بين آلية التخلص من الفضلات ، عدد مرات الاستحمام $I4, I2$

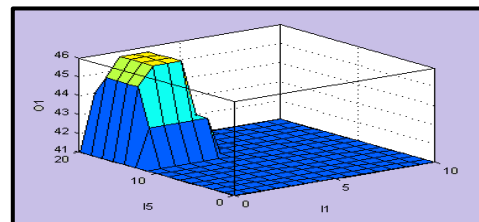
أظهرت نتائج ردود المجيبين بين $I4, I2$ أن كمية استهلاك المياه منخفضة (L) في طريقة عدد مرات الاستحمام (كل ثلاث أيام) في الفترة $0.0 < L \leq 0.4$ ، وكمية استهلاك المياه في آلية التخلص من الفضلات متوسطة (M) في الفترة $0.3 \leq M < 0.6$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) بين المتوسط M ، وبين السيئ B في الفترة (40 ، 60) كما في الشكل التالي:-



الشكل رقم (19) يوضح العلاقة بين $I4, I2$

5. نتائج استهلاك المياه بين علاقة تنظيف المنزل ، جلي الأواني $I1, I5$

أظهرت نتائج ردود المجيبين بين $I5, I1$ أن كمية استهلاك المياه في طريقة تنظيف المنزل كانت موزعة بالتساوي بين الطريقة استخدام الخرطوم، الدلو، المسح بامتداد كامل في الفترة $[0, 10]$ ، وكمية استهلاك المياه في جلي الأواني موزعة بالتساوي بين (اليدي، وغسالة الأواني) بامتداد كامل في الفترة $[0, 20]$ ، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) كان متوسط M في الفترة (45 ، 46) كما بالشكل التالي :-

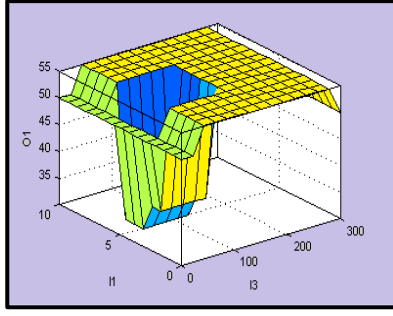


الشكل رقم (15) يوضح العلاقة بين $I1, I5$

6. نتائج استهلاك المياه بين علاقة تنظيف المنزل ، طريقة

الاستحمام $I1, I3$

أظهرت نتائج ردود المجيبين بين $I1, I3$ أن كمية استهلاك المياه متوسطة (M) باستخدام (الدلو) في طريقة تنظيف المنزل وكانت في الفترة $3 < M \leq 6$ ، وكمية استهلاك المياه في طريقة الاستحمام بين (الدوش) في الفترة $40 < M \leq 110$ ، وكان المخرج



الشكل رقم (24) يوضح العلاقة بين I1, I3

7.4.8 الاستنتاجات المتحصلة عليها من برنامج MATLAB

ومن خلال ما سبق يمكن استنتاج مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية من خلال المخرج من برنامج MATLAB، بطريقتي تضبيب مختلفة بحيث كانت كما في الشكل التالي :-

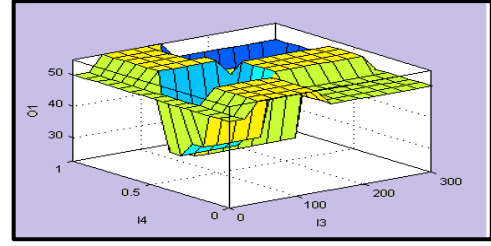


الشكل رقم (25) :- نتائج استخدام نموذج ممداني بطريقتي COA, SOM .

ويمكن تلخيص النتائج في الجدول رقم (11) التالي

نتائج مخرجات MATLAB طريقة SOM						
المخرج	المدخلات					
ترشيد استهلاك المياه	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁
%41	0.5	10	0.5	150	0.5	5

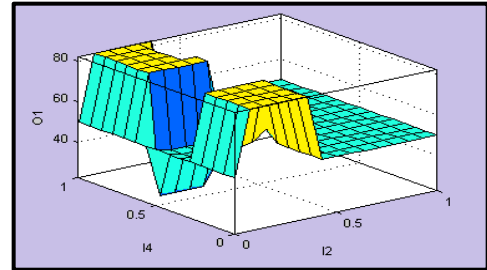
والجدول رقم (12) التالي :-



الشكل رقم (21) يوضح العلاقة بين I3, I4

4. نتائج استهلاك المياه بين آلية التخلص من الفضلات، عدد مرات الاستحمام I4, I2

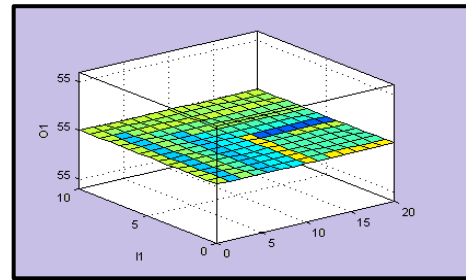
أظهرت نتائج ردود المجيبين بين I4, I2 أن كمية استهلاك المياه عد مرات الاستحمام (كل ثلاث أيام) منخفضة (L) في الفترة $0.4 \leq L$ ، وكمية استهلاك المياه في آلية التخلص من الفضلات في التقاطع بين سيفون كبسة واحدة متوسطة (M)، وبين السيفون المعلق (H) بقيمة 0.6، وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) بين الجيد G، وبين المتوسط M في الفترة (50، 80) كما في الشكل التالي:-



الشكل رقم (22) يوضح العلاقة بين I4, I2

5. نتائج استهلاك المياه بين علاقة تنظيف المنزل، جلي الأواني I1, I5

أظهرت نتائج ردود المجيبين بين I1, I5 أن كمية استهلاك المياه في طريقة تنظيف المنزل وكمية استهلاك المياه في جلي الأواني أخذت جميع القيم بما يدل على ظهور الواجهة الخاصة برنامج MATLAB مسطحة وكان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) كان متوسط M بقيمة 55 كما في الشكل التالي:-



الشكل رقم (23) يوضح العلاقة بين I1, I5

6. نتائج استهلاك المياه بين علاقة تنظيف المنزل، طريقة الاستحمام I1, I3

أظهرت نتائج ردود المجيبين بين I1, I3 أن كمية استهلاك المياه في طريقة تنظيف المنزل متوسطة (M) استخدام (الدلو) وكانت بين الفترة $5 < M \leq 6$ ، وكمية استهلاك المياه في طريقة الاستحمام كانت متوسطة (M) (الدش)، وبين المنخفضة (L) (التقليدي) خلال الفترة $120 \geq L, M \geq 40$ ، وبذلك كان المخرج (مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية) متوسط M في الفترة (50، 55)

لبيانات المدخلات والمخرج، لديها القدرة على قياس مدى ترشيد استهلاك المياه بدقة وكفاءة يمكن أن يمهد الطريق لمزيد من البحث في هذا المجال.

4. تميزت العينة بأن المجيبين أغلبهم من النساء المتعلّقات بنسبة 74%، ومؤهل بكالوريوس بنسبة 79.9%.

10. التوصيات

1. يجب استخدام هذا النموذج المستخدم كأداة بديلة لاتخاذ القرار ترشيد استهلاك المياه المنزلية في بلدان أخرى.
2. اختيار طريقة الاستخدام وفق المناطق التي تعاني ندرة في المياه أكثر من الأخرى.
3. زيادة الوعي بأهمية ترشيد استهلاك المياه من خلال الاعلام والتوعية المستمرة، بحيث تكون مياه النهر الصناعي والابار للشرب والاستهلاكات المنزلية.
4. امكانية تدوير المياه المنزلية لإعادة استخدامها في الري وغسيل الارضيات.
5. إعادة تدوير المياه المستهلكة في المطابخ.
6. تدريس أساليب وطرق المنطق الضبابي في الجامعات للبيئة لسهولة التعامل مع البيانات المختلفة

(2016). *Journal of Pure and Applied Sciences*, ZIPAS www.researchgate.net

2. Almulhim, I. A., et al, A segmentation approach to understanding water consumption behavioral patterns among households in Saudi Arabia for a sustainable future, March 2024 *Resources, Environment and Sustainability*, Vol 15, 100144
3. Al-Nahas, Y., et al, Modified Mamdani-fuzzy inference system for predicting the cost overrun of construction projects, January 2024, vol 151, *Applied Soft Computing*, journal homepage: www.elsevier.com/locate/asoc
4. Blanc, T. C., et al, Subset hood measures based on cardinality of type-2 fuzzy sets, 2025, *Fuzzy Sets and Systems*, 499, journal homepage: www.elsevier.com/locate/fss
5. Doz, D., Felda D., et al, "Assessing Students' Mathematical Knowledge with Fuzzy Logic, 2022 *Educ. Sci.*, vol. 12, no. 4
6. Damanhouri M., Impact of Training Program to Rationalize Consumption of Domestic Water Usage, 2012, *American Journal of Applied Sciences* vol9 no.8: pp 1188-1193
7. Elbhillil, A. F., et al, Studying the effect of the standard of living on the quality of academic achievement for higher education students using artificial intelligence (Fuzzy inference), 2023, vol.22 no. 3, *SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES* 2023
8. Grandianus, M., et al, Defuzzification Methods Comparison of Mamdani Fuzzy Inference System in Predicting Tofu Production, April 2022, *Journal Varian* Vol. 5, No. 2, 2017

نتائج مخرجات MATLAB طريقة COA						
المخرج	المدخلات					
ترشيد استهلاك المياه	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁
%55	0.5	10	0.5	150	0.5	5

9. النتائج

1. لوحظ من خلال العينة المأخوذة أن استهلاك المياه المنزلية تركزت في الحمام أكثر من المطبخ وتنظيف المنزل. على هذا الأساس تم بناء القواعد الضبابية حيث أن المخرج هو تحديد مدى ترشيد استهلاك المياه المنزلية وذلك لتقليل كمية الاستهلاك ليساعد ذلك في توفير المياه في البلاد. وهو مؤشر بنذر بوجود مشكلة والذي كان 41% في الترشيح في استهلاك المياه حسب طريقة COM، و55% في الترشيح حسب الطريقة SOM
2. تختلف منهجية هذا البحث عن غيرها من المنهجيات المستخدمة في إزالة الضباب بطريقتي COA, AOM ومن ذلك تحصلنا على قراءات مختلفة لمخرج مدى ترشيد استهلاك المياه، والذي من خلال هذه النتائج سيخبرنا مدى ترشيد استهلاك المياه عن الحد الأدنى الذي يمكننا استخدامه للمحافظة على المياه النادرة في البلاد.
3. تشير هذه النتائج إلى أن أنظمة المنطق الضبابي مع نموذج مدداني، والتي تتضمن دالة العضوية المثلثية ودالة شبه المنحرف

11. المراجع

أولا المراجع العربية

1. العلي، يوسف، وآخرون، مساهمة في تقييم أنماط وممارسات استهلاك المياه المنزلية في محافظة طرطوس، سنة 2014 م، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية المجلد 36 (2).
2. المعلولي، ريمون، المياه المنزلية وفروق استهلاكها بين النساء تبعاً لمستويات تعليمهن ومعرفةهن عنها. دراسة ميدانية في عدد من محافظات سورية 2015، مجلة جامعة دمشق - المجلد 31- العدد الأول ص ص 187- 221
3. امهني، صالح وآخرون، الأمن المائي الليبي: التحديات والتهديدات المحيطة والحلول المقترحة، أكتوبر 2021، مؤتمر حوكمة إدارة المياه بين الواقع واستراتيجيات التنمية - المركز العربي الديمقراطي ص ص 225- 243.
4. فتحي معيني، تأثير التغير المناخي على الموارد المائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، يناير 2020، المجلة الجزائرية لأمن والتنمية المجلد 09 العدد 19، 2020 ص ص 438-439
5. كتيب تعريف بلدية بوسليم-إدارة العلاقات العامة والأعلام المحلي 2016 م، info@mas.ly
6. البيئة والمناخ. مارس 2024 أخبار الأمم المتحدة. 18-2024/6 م. WWW.news.un.org
7. الموارد المائية في ليبيا، ملف الموارد المائية، أغسطس 2020، 24 ديسمبر 2024، fanakwater.water.fanack.com
8. المياه - في قلب أزمة المناخ، العمل المناخي، سنة 2022، تاريخ الاطلاع 2024/10/31 م، www.un.org
9. بواذر، السياسة المائية في ليبيا: أزمة إدارة وليست أزمة ندرة، 29 يونيو 2021، مبادرة الإصلاح العربي www.arabreform.net، 2024/08/31

ثانيا المراجع الأجنبية

1. Adeeb, N.A., et al, Realization of sustainability through rationalization of water consumption for domestic. (Case study of Erbil city-Iraq,

13. Rawabdeh, I., et al , *Developing a Fuzzy Logic Decision Support System for Strategic Planning in Industrial Organizations*, 2013, *IJISAE*1(2), pp 14–23
14. Selami, K., et al , *Increasing Water Efficiency by Using Fuzzy Logic Control in Tomatoes Seedling Cultivation*, 2022, *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, vol 6 no.1, pp 66 – 70
15. Ross, J. T, 2004 , *Fuzzy Logic With Engineering Applications*, 3rd, University of New Mexico, USA
16. Zadeh L. A ,1965, *Fuzzy Sets. Information and Control*, 8(3).
17. Zúñiga K.V, et al , *Using fuzzy logic to model the behavior of residential electrical utility customers*, 15 February 2014, *Applied Energy*, Vol 115, pp 384-393.
9. Khairuddin S. H. ,et al , *Generating Clustering-Based Interval Fuzzy Type-2 Triangular and Trapezoidal Membership Functions: A Structured Literature Review*, 2021, 13, 239.
10. Ma'rif, E. ,et al , *Fuzzy appliction Mamdani Method) In decission- makinng on led TV selection* ,june 2024, *BAREKENG: Journal of Mathematics and Its Applications*, Vol 18 no.2, pp 1117-1128
11. Flasiński, M., .*History of Artificial Intelligence*, 2016, *Introd. to Artif. Intell.*, pp. 3–13
12. Priya ,M., et al , *Fuzzy Logic Harmony in Water: Mamdani Inference System Applied to Evaluate Pristine Pond Water Quality*, 2024, *Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal*, Vol. 23 no.3, pp 1775-1782

Abstract: During the last ten years, the population of Tripoli has increased significantly due to the recent events in the country, and this has placed a burden on the city's infrastructure, including the domestic water network. This research aims to rationalize domestic water consumption by applying artificial intelligence programs to identify different consumption patterns using the smallest of maximum (SOM) and the centroid of area (COA) methods, and thus determine the procedures that will limit domestic water consumption. To achieve this, a questionnaire was conducted and distributed to 170 consumers in the Abu Salim municipality, the subject of the research, during the winter period extending from January 2024 to March 2024. It consists of 45 indicators, and six indicators were chosen as the most influential from the researchers' point of view. In this research, the most comprehensive artificial intelligence tools, Fuzzy Logic, were used using the Mamdani model, by fuzzing the data obtained and analyzing them using MATLAB by linking household water consumption patterns to the extent of rationalization of consumption, as the results of the two methods used indicated that rationalization was poor by 41% in the first method, and average in the second method 55%, which is the extent of rationalization of household water consumption according to the model prepared by the researchers, and is considered a dangerous indicator due to the increasing water consumption in recent years. Thus, it was concluded from the research that there is some awareness of the importance of water consumption, and the research recommended that awareness of the importance of rationalizing water consumption must be increased through continuous media and awareness, so that the water of the Man-Made River and wells is for drinking and household consumption, and also the possibility of recycling household water to reuse it in garden irrigation and washing floors, especially recycling water consumed in kitchens.

Keywords: Water rationalization, Fuzzy logic, MATLAB, Abu Salim Municipality