Entrepreneurship Journal for Finance and Business (EJFB)
2026, VOL. 07, NO. 01, 23-43, E-ISSN: 2709-4251, P-ISSN: 2708-8790
DOI: https://doi.org/10.56967/ejfb2026560

Optimal water management in Baghdad: Using analysis hierarchy (AHP)

Fatima D. Abdel Hasan[1*], Abbas M. Husein[2], Buraq S. Kamal[3]
[1, 2, 3] Department of economics of investment and resources management, College of business economics, Al- Nahrain university, Baghdad, Iraq
fatimadh.ieco24@ced.nahrainuniv.edu.iq, abbas.mohammedh@nahrainuniv.edu.iq, dr.barraq@nahrainuniv.edu.iq

Article information:
Received: 08–12– 2024
Revised: 12–02– 2025
Accepted: 15–02– 2025
Published: 25–03– 2026

***Corresponding author:**
Fatima D. Abdel Hasan
fatimadh.ieco24@ced.nahrainuniv.edu.iq

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Abstract:

The research aims to reach the optimal management of water resources in the city of Baghdad by using the Analytic Hierachy Process - AHP, which is one of the effective methods of supporting the process of making multiple decisions. Baghdad faces many challenges related to the water sector, including a lack of water quantities available, water deterioration, institutional and administrative challenges. The research follows a comprehensive scientific methodology that begins to determine the problem, and set clear goals related to improving the effectiveness and efficiency of water management and ensuring its sustainability. Where an analytical model is built with the use of (AHP) analysis, which includes defining the main goal of (optimal water management), standards of evaluation (water pricing, awareness and aqueous education, systems and water standards, legislation and water laws, water losses), and possible alternatives (improving infrastructure Rationalizing water use). The data was collected through a questionnaire for the competent authorities and experts in the water sector exclusively. Through the AHP (AHP) application, both standards as well as alternatives and arrangement were analyzed based on the relative weights of each standard. The results show the possibility of using (AHP) to direct specialists and decision makers towards choosing sustainable and effective solutions to address water issues.

And highlighting the results of the research was the possibility of access to the optimal water management in the city of Baghdad, by formulating a comprehensive water management approach by adopting a strategy to integrate school standards and alternatives, and set a maximum priority for the application of rationalization of water use as an implementable option and the first step to achieve a sustainable water resource, which supports Achieving efficiency of water resources optimall .

With the presence of practical recommendations that are applicable, most notably promoting the rationalization of water use through a comprehensive work for both water legislation and awareness of users of the importance of water, as well as the need for water pricing to estimate the value of water as an important resource. The research is expected to improve the management of water resources in Baghdad, and it can also constitute an applicable model in other cities facing similar challenges.

Keywords: Optimal water management, water processing management, water consumption management, hierarchy analysis (AHP).

Conclusions:

1. The optimum water management can be achieved in Baghdad, through the integration of standards with alternatives. As the combination of legal frameworks, societal awareness, appropriate pricing, technological innovation in water systems and loss of loss will work to improve efficiency and rationalize water use to ensure the effectiveness of the water system effectively.
2. Aquaculture and water education has achieved relative importance of (38.7%), as increasing awareness and educating users is necessary and important. This is because raising the level of awareness and educating society can change the behavior of users towards good water use and encourage society's participation in conserving water.
3. The pricing has obtained relative importance by (32.9%), as pricing is an essential and effective means of achieving the balance between supply and demand for water. By identifying the fees based on the use of users, as it encourages users to reduce excessive use of water and reduce waste.
4. The legislation and water laws have made relative importance of (13%), as the legal framework has an important role in water management, as legislation plays a major role in protecting water resources and ensuring fair and sustainable use for all generations.
5. Water losses have been given relative importance by (10.9%), as the adoption of water loss techniques, such as leaking control systems, plays an important role in improving water use efficiency.
6. Water systems and standards dominated relative importance by (4.6%), as the development of infrastructure and building tanks and complexes is necessary to ensure water quality and sustainability by improving and modernizing the water distribution network. Moreover, the construction of tanks ensures sustainable, continuous and reliable water supplies by increasing water storage and using it, treating severe water stress and meeting water demand.
7. The rationalization of water use obtained the highest evaluation in terms of classification between alternatives by (8433.61), which made him lead as the first decision as the best method or way to achieve optimal water management in Baghdad. As water rationalization is of the utmost importance to implementation, because it is the urgent solution to the problems of water scarcity and acute water stress.
8. Improving the infrastructure has achieved the second evaluation after rationalizing (1564.39), and has a major role in greatly improving the optimal water management, but it lacks adequate financing and the large time it requires to cover all sectors.

الإدارة المثلى للمياه في بغداد بإستخدام تحليل التسلسل الهرمي (AHP)

فاطمة ظاهرعبدالحسن[1*]، عباس محمد حسين[2]، براق صبحي كامل[3]
[1,2,3] قسم إقتصاديات إدارة الاستثمار والأعمال، كلية إقتصاديات الأعمال، الجامعة النهرين، بغداد، العراق
fatimadh.ieco24@ced.nahrainuniv.edu.iq ,abbas.mohammedh@nahrainuniv.edu.iq,
dr.barraq@nahrainuniv.edu.iq

معلومات البحث:
- تاريخ استلام البحث: 08–12– 2024
- تاريخ ارسال التعديلات: 12–02– 2025
- تاريخ قبول النشر: 15–02– 2025
- تاريخ النشر: 25–03– 2026

***المؤلف المراسل:**
فاطمة ظاهرعبدالحسن
fatimadh.ieco24@ced.nahrainuniv.edu.iq

هذا العمل مرخص بموجب المشاع الابداعي نسب المصنف 4.0 دولي (CC BY 4.0)

المستخلص:

يهدف البحث للوصول الى الإدارة المثلى للموارد المائية في مدينة بغداد بإستخدام إنموذج تحليل التسلسل الهرمي (Analytic Hierarchy Process - AHP)، الذي يُعد من الاساليب الفعّالة في دعم عملية إتخاذ القرارات متعددة المعايير. حيث تواجه بغداد الكثير من التحديات التي تتعلق بقطاع المياه، بما في ذلك نقص الكميات المياه المتوافرة، وتدهورجودة المياه، والتحديات المؤسسية والإدارية. يتبع البحث منهجية علمية شاملة تبدأ بتحديد المشكلة، ووضع أهداف واضحة تتعلق بتحسين فاعلية وكفاءة إدارة المياه وضمان أستدامتها. حيث يتم بناء إنموذج تحليلي بإستخدام تحليل (AHP) الذي يتضمن تحديد الهدف الرئيسي المتمثل (الإدارة المثلى للمياه)، ومعايير التقييم (التسعير المائي، التوعية والتثقيف المائي، الانظمة والمقاييس المائية، التشريعات والقوانين المائية، الفاقد المائي)، والبدائل الممكنة (تحسين البنية التحتية، ترشيد الإستخدام المائي). تم جمع البيانات من خلال أستمارة أستبيان موجهة الى الجهات المختصة والخبراء في قطاع المياه حصراً. ومن خلال تطبيق تحليل التسلسل الهرمي (AHP)، تم تحليل كل من المعايير وكذلك البدائل وترتيبها بناءً على الأوزان النسبية لكل معيار. تُظهر النتائج إمكانية إستخدام تحليل (AHP) لتوجيه المختصين وصناع القرار نحو أختيار حلول مستدامة وفعّالة لمعالجة قضايا المياه.

وإن إبرز نتائج البحث تمثلت في أمكانية الوصول الى الإدارة المثلى للمياه في مدينة بغداد، من خلال صياغة منهج شامل لإدارة المياه بإعتماد استراتيجية دمج المعايير والبدائل المدرسة، ووضع أولوية قصوى لتطبيق ترشيد الإستخدام المائي كخيار قابل للتنفيذ واول خطوة لتحقيق مورد مائي مستدام، مما يدعم تحقيق كفاءة إستخدام للموارد المائية بشكل أمثل.

مع وجود توصيات عملية قابلة للتطبيق، أبرزها تعزيز ترشيد إستخدام المياه من خلال عمل شامل لكل من التشريعات المائية والتوعية للمستخدمين بأهمية المياه وكذالك ضرورة وجود تسعير للمياه لتقدير قيمة المياه كمورد مهم. يُتوقع أن يسهم البحث في تحسين إدارة الموارد المائية في بغداد، كما يمكن أن يشكل نموذجاً قابلاً للتطبيق في مدن أخرى تواجه تحديات مماثلة.

الكلمات المفتاحية: الإدارة المثلى للمياه، أدارة تجهيز المياه، أدارة إستهلاك المياه، تحليل التسلسل الهرمي (AHP).

المقدمة:

يُعتبر المياه عنصراً محورياً، وحلقة وصل نهائية بين مختلف القطاعات (السكنية، الزراعية، الصناعية)، اذ يعد توفر المياه شرطاً أساسياً لتحقيق وتلبية أحتياجات المجتمعات في المستقبل. يشهد الشرق الاوسط تطور سريع في الجانب الاجتماعي والاقتصادي والبيئي والسياسي، اذ يتسم بارتفاع معدلات النمو السكاني، وايضاً التوسع العمراني المتزايد, فضلاً عن التغيرات المناخية التي تجعلها من المناطق ذات الندرة والاجهاد المائي المرتفع على مستوى العالم، ويقع العراق في منطقة الشرق الاوسط التي تعاني من الاجهاد المائي الشديد، بفعل الضغط السكاني والتوسع الحضري وقلة ما يصل الى أرض العراق من المياه السطحية التي تعتبر مورد أساسي للبلاد, وذلك بفعل سياسات دول الجوار, فضلاً عن وجود مظاهر شحة وندرة المياه على نطاق واسع مما ينعكس سلباً على جميع افراد المجتمع. ولذلك يجب التوصل لحلول لإيجاد توازن بين العرض والطلب على المياه هو من الأولويات العاجلة، اذ أصبح من الضروري اعتماد منهجيات علمية لإتخاذ قرارات فعالة لإدارة قطاع المياه. ومساعدة الجهات المختصة في مواجهة التحديات المائية من خلال

طرح أدوات قابلة للتنفيذ وفعالة، حيث يهدف هذا البحث إلى استعراض وتحليل الإدارة المثلى للمياه في مدينة بغداد بإستخدام تحليل التسلسل الهرمي (Analytic Hierarchy Process - AHP)، كأداة لاتخاذ القرارات متعددة المعايير من شأنها ان تعالج حدة الاجهاد المائي الذي تعاني منه مدينة بغداد مع تقديم خيارات فعالة لمعالجة شدة الندرة المائية، ومحاولة النهوض بالواقع المائي وضمان وجود مورد مائي مستدام يخدم الاجيال الحالية والمستقبلية في بغداد.

المبحث الأول: منهجية البحث

1.1 مشكلة البحث:

تواجه مدينة بغداد تحديات كبيرة في إدارة الموارد المائية بسبب النمو السكاني والتوسع الحضري وتدهور البنية التحتية وتغير المناخ مما يؤثر على كمية المياه المتاحة ونوعيتها. ومن هذا المنطلق يبرز سؤال البحث الرئيسي في: كيف يمكن تحقيق الإدارة المثلى للمياه في بغداد بإستخدام التحليل التسلسل الهرمي (AHP)؟

2.1 أهمية البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من أهمية المياه كمورد أساسي في مختلف المجالات والقطاعات، فضلاً عن أهميته في التنمية البيئية والاجتماعية والاقتصادية، اذ يساعد هذا البحث الجهات المختصة في أختيار أدوات فعالة لإدارة الموارد المائية، اي انه يُعالج القضايا الادارية لقطاع المياه، ويدعم التحسين المستمر لإدارة المياه لتلبية أحتياجات الافراد وضمان أستدامة الموارد المائية، بإستخدام أسلوب تحليل التسلسل الهرمي (AHP) الذي يساعد على اتخاذ قرارات لإدارة المياه بشكل أمثل.

3.1 أهداف البحث:

توجد عدة أهداف يسعى البحث الى تحقيقها منها:

1. إيجاد حل لمعالجة الاجهاد المائي الذي تعاني منه مدينة بغداد.
2. المساهمة في تحديد الادوات الفعالة لإدارة المياه بشكل أمثل.
3. وضع أساس تطبيقي لإنموذج تحليل التسلسل الهرمي (AHP) لإدارة قطاع المياه.
4. الادارة التنظيمية للمياه وتنظيم الاستهلاك لضمان وجود مورد مائي مستدام.

4.1 فرضية البحث:

ينطلق البحث من الفرضية الاتية :(يساهم تحليل التسلسل الهرمي (AHP) في الوصول الى الإدارة المثلى للمياه في بغداد).

5.1 حدود البحث:

يمكن تحديد حدود البحث فيما يأتي:

1. الحدود المكانية: مدينة بغداد.
2. الحدود الزمانية: دراسة تحليلية لدى الجهات المختصة في أدارة المياه في بغداد لعام 2024.
3. الحدود البشرية: الخبراء والمختصين في قطاع أدارة المياه في بغداد.

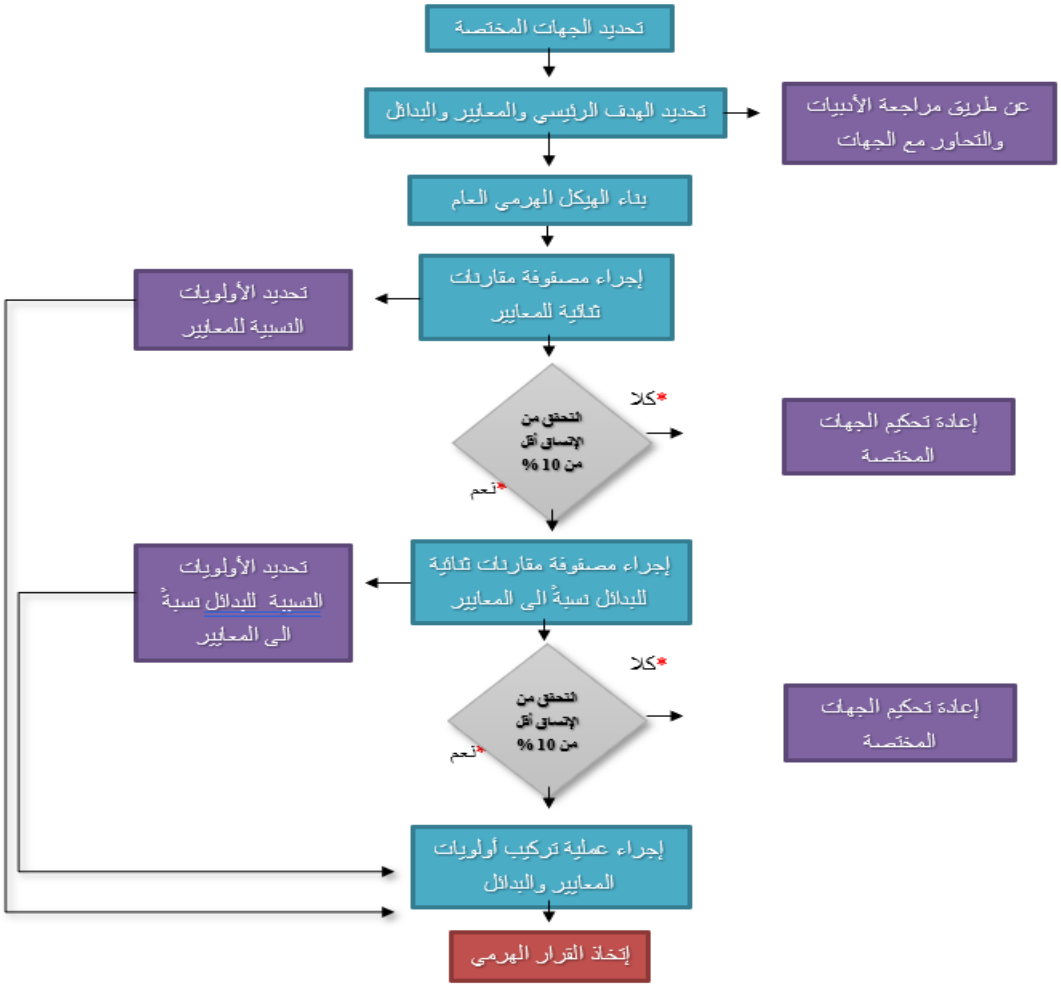
6.1 هيكلية البحث:

قُسم البحث الى:

المبحث الأول: منهجية البحث.
المبحث الثاني: الجانب النظري.
المبحث الثالث: الجانب التطبيقي.
المبحث الرابع: الإستنتاجات والتوصيات.

7.1 أسلوب البحث

اعُتمد المنهج الوصفي في الجانب النظري من البحث، والمنهج التحليلي الرياضي في الجانب التطبيقي، لتحليل بيانات إنموذج تحليل التسلسل الهرمي (AHP)، كذلك تم إستخدام برامج (AHP Online System - AHP-OS) لمطابقة النتائج. وسنوضح الخطوات المنهجية لإنموذج التحليل الهرمي:



الشكل (1) الخطوات المنهجية لتحليل التسلسل الهرمي (AHP)
المصدر: من إعداد الباحثة.

يوضح الشكل (1)، الخطوات المنهجية التي تم الإعتماد عليها للوصول الى القرار النهائي لتحليل التسلسل الهرمي.

المبحث الثاني: الجانب النظري

1.2 الإدارة المثلى للمياه:

تشير إدارة المياه الى أستخدام الموارد المتاحة لتحقيق الأهداف المرجوة وأستخدام الموارد المائية المتاحة لتلبية أحتياجات المجتمع من المياه. وتشير إدارة المياه إلى العملية التي تؤثر من خلالها سلطات المياه على كمية ونوعية المياه المتاحة. (بوقنور & غريب،2021: 1164)، تقليدياً، ركزت إدارة المياه على إدارة العرض من المياه، (Yass & Mhaibes 2024: 61)، ويعتبر هذا هو الخيار الوحيد المتاح أمام صانعي القرار وسلطات المياه، وكانت جميع الخيارات في الواقع إجراءات تهدف إلى زيادة كمية المياه المتاحة من خلال الجمع والمعالجة والتوزيع على المستخدمين (Cabrera et al 2011: 344)، ولكن هذا النهج أدى إلى مستويات عالية من الإجهاد المائي، اذ لا يمكن لإدارة العرض على المياه وحدها تلبية الطلب على المياه بشكل دائم. إن الإجهاد المائي المتزايد ليس فقط نتيجة للطلب المتزايد المستمر على المياه من قبل الأفراد، ولكن أيضاً بسبب عدم كفاية ممارسات إدارة المياه التقليدية في مختلف القطاعات (مداحي & محمد، 2018: 39)، وكان للإدارة التقليدية للمياه مفهومان أساسيان: المفهوم الاول أدارة العرض من المياه والذي ينص على إن ادارة العرض غالباً تكون مركزية، اي قيام الحكومات بتوفير المياه العذبة للقطاعات السكنية والزراعية والصناعية، وتعظيم استخدام موارد المياه العذبة وتنميتها.(Baroudy et al ., 2005: 2) ، والمفهوم الثاني: إدارة الطلب على المياه حيث كان إدخال إدارة الطلب على المياه محدوداً وبطيئاً.(saleth ,2011 672) ، وذلك بإستخدام بعض الأدوات المتاحة، مثل الترشيد من خلال وسائل مختلفة. لتشجيع الأفراد على تغيير سلوكهم في استخدام المياه من دون وجود أساليب فعلية. : (Hamad ,2015 52)، وتقليدياً يتعامل كل من ادارة العرض والطلب على المياه لتوفير المياه وتلبية الطلبات، لكن وجود العديد من العوامل مثل النمو السكاني وتغير المناخ، تعني أن ندرة المياه وما يرتبط بها من إجهاد مائي الذي طال معظم دول العالم، يفرض الحاجة إلى تحسين وتطوير جميع جوانب

الإدارة التقليدية للمياه. ومن هنا كان لابد من وجود إدارة مثلى للمياه تعمل على تعزيز كفاءة وفاعلية كل من العرض والطلب في وقت واحد، اذ ينظر البنك الدولي إلى مفهوم الإدارة المثلى للمياه (الطلب والعرض) كآلية لتحقيق الإستخدام الأمثل والنوعي للمياه. (53: مصدر سابق، Hamad). وإن وجود إطار عمل شامل لإدارة التوازن بين الطلب على المياه والعرض أمر بالغ الأهمية لإدارة المياه على النحو الأمثل. (65: مصدر سابق، Yass & Mhaibes)، وتتطلب الإدارة المثلى للموارد المائية جهوداً ومساهمات كبيرة لتحسين الوضع المائي وتوفير حلول لمعالجة قضايا الإجهاد المائي من أجل دعم استدامة المياه. (عبد القادر & غراية، 2015: 14)، يستدعي الوضع الحالي في إدارة الموارد المائية إدخال تحسينات على الإدارة التقليدية للموارد المائية. ولا بد من إدخال عملية شاملة لصنع القرار في قطاع المياه للاعتراف بقيمة المياه كمورد أساسي ولتحقيق الإدارة الفعالة والمثلى.(United Nations ,2021 :1)، يجب تحقيق إدارة متوازنة للطلب والعرض في بيئة سريعة التغير. ويمكن أن يساعد التركيز على نقاط القوة في إدارة العرض (أدارة التجهيز) مثل تحسين البنية التحتية، والإدارة الصارمة للطلب على المياه (أدارة الإستهلاك) لتغيير سلوك الأفراد في الحد من الإجهاد المائي. (63: مصدر سابق، Yass & Mhaibes)،

يمكن تعريف الإدارة المثلى للمياه بأنها" الإدارة التي تحقق التوازن المائي بين تلبية الموارد المائية المتاحة (التجهيز) والطلب (الإستهلاك)". (مداحي & محمد، مصدر سابق: 33)، ويستلزم ذلك زيادة كفاءة إستخدام الموارد المائية وتنميتها، وبناء الأمن المائي للمستخدمين الحاليين والمستقبليين، وتلبية الطلبات الفردية المتزايدة على المياه وزيادة كفاءة الإستخدام بما يعزز أستدامة الموارد المائية. (مداحي & محمد، مصدر سابق: 33)، لذلك، هناك حاجة لتحديد موارد المياه والطلب عليها، وتطوير نظام مياه متكامل يساهم في تنميتها.

2.2 أدوات الإدارة المثلى للمياه: الادوات المستخدمة في أدارة المياه بشكل أمثل:

1.2.2 أدارة تجهيز المياه (أدارة عرض المياه)

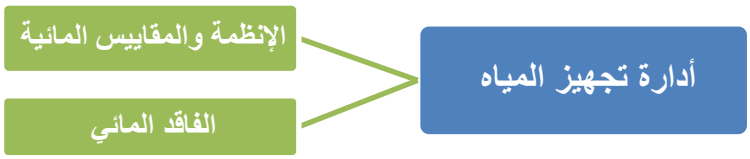
2.2.2 أدارة الإستهلاك المائي (أدارة طلب المياه)

1.2.2 أدارة تجهيز المياه (أدارة عرض المياه):

في مواجهة تناقص موارد المياه والعوامل الأخرى التي تؤثر على المعروض من المياه، والذي يطلق عليه ايضاً (تجهيز المياه)، مثل زيادة الطلب والنمو السكاني والظروف المناخية، يجب أن تضمن أنظمة التجهيز المائي حصول المستهلكين على كميات كافية من المياه عالية الجودة.(2773 :Fernandes et al .,2020)، و يمكن لاستراتيجيات إدارة استهلاك المياه أن تؤدي إلى إمدادات إضافية من المياه بسبب كفاءتها وتوفيرها للمياه، لكنها ليست كافية لحل مشكلة ندرة المياه بشكل كامل. ولذلك فإن وجود استراتيجيات فعالة لتجهيز المياه أمر ضروري.(680: مصدر سابق، saleth)،

مفهوم إدارة التجهيز المائي: هي إدارة ذات تدابير مؤثرة على كمية ونوعية المياه التي تدخل نظام التوزيع، كما تشمل أيضاً أنشطة تحديد مصادر المياه للاستفادة منها وتطوير. وبعبارة أخرى، فأن إدارة تجهيز المائي تكون نحو عملية إنشاء وتطوير قطاع المياه. (صويلح، 2014: 58)، وتتفاقم التحديات التي تواجه إدارة التجهيز بسبب زيادة ندرة المياه، وتغير المناخ، الذي من المتوقع أن يكون له تأثير كبير على أنماط استخدام المياه، والنمو السكاني السريع، مما يعني زيادة طلب المستهلكين على المياه. وهناك حاجة إلى خطط استثمارية لتحسين قطاع المياه وزيادة التجهيز من المياه لتلبية الطلب المتزايد، وتحسين كفاءة المياه المتاحة. (عبد القادر & غراية، مصدر سابق: 19)، من خلال تطوير أنظمة البنية التحتية للمياه وإدخال تقنيات جديدة لتوفير مصادر جديدة للمياه.

(Halefom. et al., 2020:57)، وتقسم أدوات ادارة تجهيز المياه الى ما يأتي:



الشكل (2) أدوات التجهيز المائي

1.1.2.2 الإنظمة والمقاييس المائية:

يُعد قياس المياه ضروري لتلبية طلب المستهلكين على المياه بفعالية وكفاءة، وينبغي تعظيم انتشار الإنظمة والعدادات في جميع القطاعات.(Edalat & Abdi ,2017 :16)، اذ يعتبر القياس أهم جزء في نظام تجهيز المياه، وذلك من اجل المحافظة على المتوافر من المياه، فوجود العدادات والأجهزة الموفرة للمياه تمكن من توفير المزيد من المياه عند الإستخدام، مما يعني زيادة فاعلية الإستخدام المائي. (مساعدية & الوافي،2023: 100)، يمكن أستخدام تكنولوجيا القياس وأجهزة توفير المياه لرصد التغيرات في سلوك أستخدام المياه الفردي وأختبار فعالية التدخلات المختلفة لإدارة سلوك الإستهلاك لدى المستخدمين. وهذا يمكن أن يقلل من الإستهلاك المفرط للمياه ويؤدي إلى وفورات كبيرة في المياه. (274: 2015. ,Garcia-Valiñas).

2.1.2.2 الفاقد المائي:

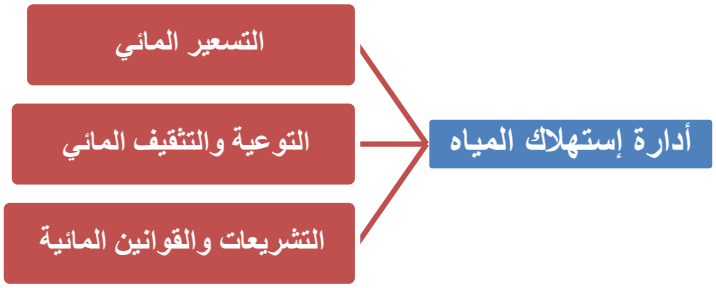
يمكن تحقيق وفورات كبيرة في المياه عن طريق تقليل الفاقد من المياه في نظام التوزيع والتحكم فيه، وبالتالي تجنب الحاجة إلى توسيع أو تركيب مرافق إمدادات المياه، عن طريق تقليل الفاقد من المياه في نظام التوزيع. (211: 2009، Sharma & Vairavamoothy). خسائر المياه لا يمكن تجنبها في أنظمة التوزيع، ولكن يجب على مؤسسات المياه أن تسعى جاهدة لتوفير المياه بكفاءة وفعالية عن طريق تقليل فواقد

المياه، وليست كل خسائر المياه ناتجة عن ضعف البنية التحتية وتسرب الأنابيب.. فغالباً ما تكون هذه الخسائر ناتجة عن الإستخدام غير الكافي أو المفرط لشبكة توزيع المياه. (13: مصدر سابق، Edalat & Abdi).

2.2.2 أدارة إستهلاك المياه (أدارة طلب المياه):

إن ندرة المياه والإجهاد المائي هما مظهران من مظاهر الفجوة المتزايدة بين الطلب على المياه والعرض من المياه، وهو ما يظهر بالفعل في العديد من البلدان حول العالم ما لم يتم إعتماد سياسات مناسبة لإدارة الإستهلاك على المياه والإمداد بها وفقاً لمستويات الإستخدام. وقد أدى النمو السكاني السريع والنشاط الاقتصادي إلى زيادة سريعة في الطلب على المياه، لكن إمدادات المياه لم تزد في الوقت نفسه. (671: مصدر سابق، Saleth)، إن إدارة الإستهلاك على المياه هي استراتيجية لتحسين الإستخدام الفعال والمستدام لموارد المياه، مع مراعاة الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وتعتمد بشكل كبير على الأساليب الاجتماعية والاقتصادية مثل تحليل سلوك المستهلك، وأستخدام تقنيات توفير المياه والحد من الإستخدام المفرط للمياه. (11: مصدر سابق، Bautista)،

مفهوم إدارة إستهلاك المياه: يشير إلى الإدارة التي تستخدم أساليب وآليات لتحقيق أنماط أفضل لإستهلاك المياه بين المستخدمين، وإتخاذ تدابير للتأثير على الإستخدام المفرط للمياه من قبل الأفراد بعد تدفق المياه إلى نظام التوزيع. اذ إنها عملية لإتخاذ التدابير. وبعبارة أخرى، ترتبط إدارة استهلاك المياه بإدارة المعايير السلوكية والاجتماعية للمستخدمين. (صويلح، مصدر سابق: 58)، تستخدم إدارة استهلاك المياه أدوات لتنظيم إستهلاك المياه من قبل المستخدمين وتقليل الضغط على إمدادات المياه العذبة والحفاظ على المياه. (1: مصدر سابق، Baroudy ,.et al)، تختلف إدارة جانب الإستهلاك عن إدارة جانب التجهيز في أنها تركز على كمية ونمط إستخدام المياه من قبل المستهلكين. وبالتالي، فإن إدارة جانب الإستهلاك ينطوي على سلوكيات استخدام المياه بالإضافة إلى التكنولوجيا والبنية التحتية، ويجب الاعتراف بأن سلوكيات أستخدام المياه جانب مهم من جوانب إدارة الاستهلاك المائي. (1: 2010, Russell & Fielding)، وتم تصميم إدارة استخدام المياه لتحسين الكفاءة الكلية لإستخدام المياه في القطاعات المختلفة. (673: مصدر سابق، Saleth)، وتقسم أدوات الإستهلاك المائي الى ما يأتي:



الشكل(3) أدوات الإستهلاك المائي

1.2.2.2 التسعير المائي:

يعد تسعير المياه أحد أكثر الوسائل المباشرة للتحكم في إستهلاك المياه، وتوليد الدخل لتغطية تكاليف تجهيز المياه، وأن وضع وتنفيذ استراتيجية التسعير يكون الهدف منه تحقيق كفاءة في الاستخدام المائي بين المستخدمين، و يمكن أن يصبح هذا الاسلوب خياراً ملائم لتحقيق التوازن بين عرض المياه والطلب في المستقبل.(15: مصدر سابق, Edalat & Abdi)، يعتبر التسعير المائي آلية مهمة لإدارة الإستهلاك المائي، وتعزيز كفاءة إستخدام المياه، وتخصيص المياه بين الاستخدامات المتنافسة، وتوليد الأموال للإستثمار في البنية التحتية والخدمات المتعلقة بالمياه. (36: OECD ,2015)، ويعد التسعير وفرض الضرائب على الإستخدام المفرط للمياه من القوى التي يمكن أن تغير سلوك المستهلكين لتحقيق الكفاءة المثلى في أستخدام المياه. (662: Berbel Expósito ,2020 &)، يُنظر إلى سياسات التسعير المائي كوسيلة لتعزيز كفاءة استخدام المياه ودعم أستدامة المياه.(2 :Iglesias & ,2008 Blanco).

2.2.2.2 التوعية والتثقيف المائي:

إن رفع مستوى الوعي وتثقيف المجتمعات حول قيمة المياه والحفاظ عليها والتشديد على المسؤولية الفردية اتجاه المياه، سيؤدي بدوره إلى تغيير سلوك المستخدمين والحد من إستهلاك وهدر المياه. (4: Padder & Bashir ,2023)، ولأنه من المرجح أن يكون المستهلكون أكثر اهتماماً بحماية البيئة والحفاظ عليها كلما زادت معرفتهم بالمشاكل البيئية وحلولها، فإن برامج التثقيف غالباً ما تزود المستهلكين بمعلومات عامة عن أهمية الحفاظ على المياه. وللحملات الإعلامية العامة تأثير كبير على الحد من الاستخدام المفرط للمياه، حيث أن حملات التثقيف لها تأثير إيجابي على كل من عملية صنع القرار والسلوك لدى المستخدمين، كما أنها تعمل على تعزيز أهمية الحفاظ على المياه بين المستخدمين. (273: مصدر سابق، Garcia- Valiñas .,et al).

3.2.2.2 التشريعات والقوانين المائية:

تلعب الدولة دوراً هاماً في التشريعات والقوانين التي تصدرها بشأن إدارة المياه بشكل عام وإدارة الإستهلاك المائي بشكل خاص. حيث تعتبر التشريعات وسيلة مباشرة تلزم بها الحكومة الإفراد، وذلك من خلال التشريعات والقوانين التي تفرضها على المستهلكين، للالتزام بالإستخدام المعقول

والرشيد للمياه، لأن التشريعات والقوانين تتضمن قواعد خاصة لإدارة المياه لمختلف القطاعات ولكافة المستخدمين. (مساعدية & الوافي، مصدر سابق: 129)، ويجب تحديث التشريعات واللوائح التنظيمية وتطويرها باستمرار بما يتماشى مع التغيرات التي تواجه قطاع المياه لضمان تنفيذ أفضل لممارسات أستخدام المياه. (Al- Zuhairi ,2022 :4)

3.2 تحليل التسلسل الهرمي (AHP)

Analysis Hierarchy Process (AHP)

يعد التحليل التسلسل الهرمي (AHP) أحد أساليب صنع القرار متعددة المعايير المعتمدة على نطاق واسع، اذ تستخدم الأساليب الكمية المناسبة في عملية صنع القرار لتحديد البديل الأفضل من بين مجموعة من البدائل المتاحة وفقاً لمعايير متعددة. وبما أن هذه النظرية تثبت الكفاءة العالية في إيجاد حلول للمشاكل المعقدة وإتخاذ القرارات ذات المعايير المتعددة، فقد تم إجراء الكثير من الأبحاث حول العالم للتعامل مع مشكلة التمايز وأختيار عدة بدائل بإستخدام هذه الطريقة، ويتم إستخدامها في العديد من المجالات الاقتصادية والاجتماعية والإدارية. (الراشد،2011: 116).

1.3.2 مفهوم تحليل التسلسل الهرمي: تُعد عملية تحليل التسلسل الهرمي (AHP) أداة فعالة لتحليل القرارات المعقدة ذات السمات المتعددة، وهي نهج أساسي في عملية صنع القرار. وتتمثل مزايا هذا النهج في أنه يختزل القرارات المعقدة إلى سلسلة من المقارنات الثنائية المنفصلة والمستمرة في هيكل هرمي متعدد المستويات، ويخلق أولويات شاملة لترتيب البدائل، ويجمع النتائج كنظرية عامة لطرق القياس ويتناول الجوانب الذاتية والموضوعية لعملية إتخاذ القرار، بالإضافة إلى تضمين تقنيات مفيدة للتحقق من إتساق أحكام متخذي القرار وتقليل التحيز في عملية اتخاذ القرار. (Saaty.et aI.,2012: (Thungngern.et aI,.2017:90) .(1,2

2.3.2 خطوات التحليل الهرمي: توجد عدة خطوات لإتخاذ القرار الهرمي النهائي وتتمثل فيما يأتي:

1.2.3.2 بناء الهيكل الهرمي: يتكون الهيكل الهرمي من ثلاثة مستويات أساسية مرتبة بترتيب منطقي للمساعدة في إتخاذ القرارات بطريقة منهجية وفعالة. وكما يأتي:

(Macchiaroil. et aI.مصدر سابق :23) ، (6: 2021 : 9)(Axelsson. et aI,.2021:27) (Bozorg.et aI., مصدر سابق ,.Saaty.etaI).

المستوى الأول

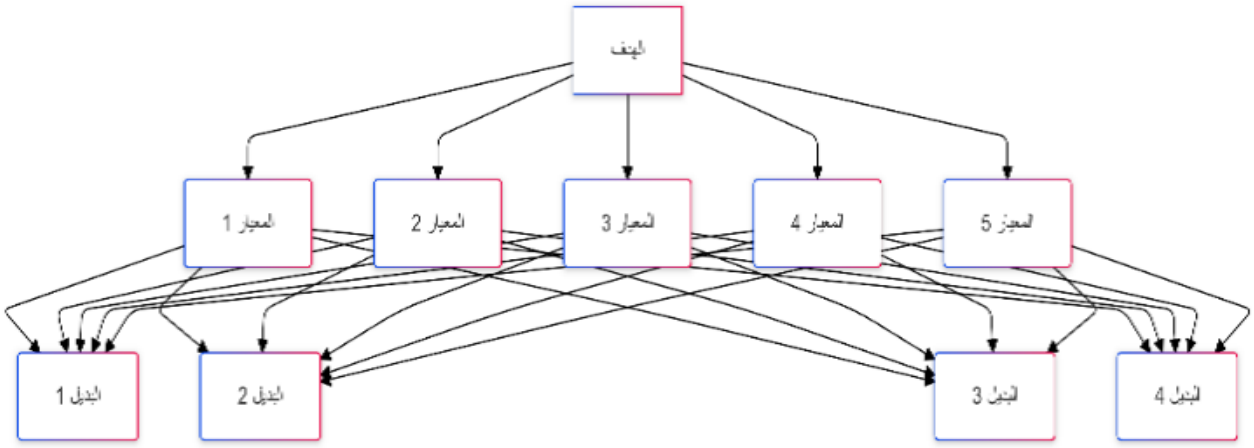
الهدف: يقع هذا المستوى في أعلى التسلسل الهرمي ويحدد الهدف العام الذي يسعى التحليل إلى تحقيقه. الهدف هو النتيجة النهائية أو الهدف الرئيسي لعملية التحليل. يمكن أن تكون الأهداف عامة أو محددة. ويتم تحديد الأهداف بناءً على طبيعة المشكلة واحتياجات أصحاب المصلحة وهو ما يوجه عملية التحليل الهرمي بأكملها.

المستوى الثاني

المعايير: في هذا المستوى، يتم تحديد المعايير التي تشكل العوامل الرئيسية المؤثرة في تحقيق الأهداف. تقع هذه المعايير في منتصف التسلسل الهرمي، وبالتالي يُنظر إليها على أنها وسيط بين الهدف العام والبدائل. المعايير هي العوامل أو الجوانب التي يتم النظر فيها من أجل تقييم البدائل. يتم تصنيف المعايير بناءً على أهميتها بالنسبة للهدف الرئيسي، وغالباً ما يتم إعطاء أوزان نسبية لكل معيار للإشارة إلى تأثيره.

المستوى الثالث

البدائل: يمثل هذا المستوى البدائل المتاحة أو الحلول الممكنة للمشكلة ويتم تقييمها للوصول إلى أفضل قرار. ويتم ترتيب البدائل بناءً على مدى استيفائها للمعايير المحددة في المستوى الثاني، ويتم تقييم كل بديل باستخدام مقاييس كمية أو نوعية للتأكد من جودته وأدائه وفقاً لكل معيار. ويوضح الشكل (4) المستويات الثلاثة للتسلسل الهرمي العام.



الشكل (4) الهيكل الهرمي العام

2.2.3.2 مصفوفة المقارنات الثنائية:

يعمل التحليل الهرمي في المقام الأول من خلال مقارنة المعايير والبدائل وصياغة الأولويات من أجل إصدار حكم عام على البدائل (التفضيل العام للبديل النهائي). يتم أخذ هذه المقارنات من القياسات الفعلية من خلال إصدار أحكام ذاتية من قبل صانعي القرار والخبراء من أجل معرفة تأثير جميع

العوامل. (Saaty.etaI., مصدر سابق :5,23,24) (Malhotra,2001:2)

سندرج في الجدول (1) مصفوفة المقارنات الثنائية بتفاصيلها، وكما يأتي:

الجدول (1) مصفوفة المقارنات الثنائية

A n*n = (aij) =

a 1n	a 13	a 12	1
a 2n	....	1	$1/a\ 12$
....	1	....	....
1	....	....	....

حيث أن:
العلاقة بين قيم مصفوفة المقارنة الثنائية لمعيارين متبادلين على النحو التالي:
(A) هي مصفوفة المقارنات الثنائية، وتمثل (aij) المقارنات الثنائية بين العناصر، (i) تمثل عناصر الصفوف، (j) تمثل عناصر الأعمدة، والتي تمثل (n...3.2.1)، وتكون المصفوفة مربعة أي أن عدد الصفوف يساوي عدد الأعمدة، (n*n).

تمثل المقارنة الثنائية مع نفس العناصر بمقدار (1) و بشكل ثابت (aii = 1). ويقوم صانع القرار بتعبئة المصفوفة المثلثية العلوية استناداً إلى مقياس توماس ساعاتي العددي للمقارنات الثنائية، الموضح في الجدول (). ليتم الحصول على قيم المصفوفة المثلثية السفلى تلقائياً، حيث يتم استخدام معكوس الجزء السفلي من المصفوفة بناءً على خاصية المبادلة للعناصر.

الجدول (2) المقياس العددي لتوماس ساعاتي للمقارنات الثنائية

التصنيف اللفظي	التصنيف العددي	التصنيف المتبادل
أهمية متساوية	1	1
أهمية ضعيفة	2	$\frac{1}{2}$
أهمية معتدلة	3	$\frac{1}{3}$
أهمية أكثر من معتدلة	4	$\frac{1}{4}$
أهمية قوية	5	$\frac{1}{5}$
أهمية أكثر من قوية	6	$\frac{1}{6}$
أهمية قوية جداً	7	$\frac{1}{7}$
أهمية أكثر من قوية جدأ	8	$\frac{1}{8}$
أهمية قصوى	9	$\frac{1}{9}$

المصدر: من إعداد الباحثة.

ويوضح الجدول (2) الأحكام اللفظية والعددية والتبادلية المستخدمة في المصفوفة المقارنات (A)، حيث يختار صانع القرار من منظوره الشخصي أحد هذه الأهميات لغرض التفضيل بين العناصر.(Thungngern.et مصدر سابق :91 aI.,).

3.2.3.2 توليف أوزان المصفوفة:

هو أستخدام المعلومات الموجودة في مصفوفة المقارنة الثنائية لتقدير الأولوية النسبية لكل عامل من عوامل القرار (اي اعطاء وزن لكل معيار وبديل)، نظراً لأن تحديد الأولويات هو جوهر التحليل الهرمي، فإن الغرض من تحديد الأولويات هو أستخدامها لترتيب البدائل. ولتوليد الأولويات، يتم جمع القيم الموجودة في كل عمود من مصفوفة المقارنة لإستخراج العمود الإجمالي، ويتم تكوين مصفوفة قياسية بإستخدام طريقة تقريب وتعمل بقسمة كل عنصر من المصفوفة على مجموع أعمدتها، وأستخدام المتوسط الحسابي لكل صف لتحويل القيم إلى نسب مئوية تعكس الأهمية النسبية، مما يشير إلى الأولوية النسبية المطلوبة. تظهر المصفوفة القياسية في المعادلة التالية (1):
(سليماني، 2021: 111-112) (بن حكومة وآخرون، 2019: 1206) (الراشد، مصدرسابق: 120) (Brestovac.etat.,2013:10).

$$Kij = \frac{aij}{\sum aij} \quad (1)$$

أذ أن:
(Kij) تُمثل عناصر المصفوفة القياسية
$\frac{aij}{\sum aij}$ تُشير الى الوسط الحسابي لمصفوفة المقارنات الثنائية.
ليتم الحصول على المصفوفة القياسية (A1)، الموضحة في الجدول (3).

الجدول (3) المصفوفة القياسية للمقارنات الثنائية

A 1 =

K11	**....**	**K1n**
....	**....**	**....**
Kn1	**....**	**knn**

حيث تمثل:
(A1) المصفوفة القياسية للمقارنات الثنائية.
وبعد إستخراج المصفوفة القياسية الكاملة، يتم حساب الأولويات النسبية (الأوزان النسبية). وكما موضح في المعادلة (2):

$$Wij = \frac{\sum kij}{N} \quad (2)$$

حيث إن:
Wij تُشير الى الأوزان النسبية
$\frac{\sum kij}{N}$ يُمثل الوسط الحسابي لكل صف.
وبذلك تظهر الأولويات النهائية للمصفوفة وكما في الجدول (4):

الجدول (4) هيكل الأوزان النسبية النهائية

Wij=

W1
W2
W3
wn

4.2.3.2 المتجه الذاتي (Eigenvector):
تعد المتجهات الذاتية والتي تُعرَّف بأنها الترتيب الأساسي للتفضيلات (المعايير والبدائل)، خطوة أساسية لإستخراج القيمة الذاتية القصوى (λmax) والتي تساعد في تحديد ما إذا كانت المصفوفة متسقة أم لا. تُحسب المتجهات الذاتية للمصفوفة (A) بضرب مصفوفة المقارنات الثنائية مع متجه الأولويات النسبية المستخرجة (ضرب كل عنصر في الوزن بشكل صف)، وبالتالي تكوين المتجه الذاتية والذي يرمز له (λ)، وكما يأتي في الجدول (5): (بن حكومة وآخرون، مصدرسابق:1206) (12739: مصدر سابق Konakil & Goeksu, مصدر سابق:8,24,64) (Saaty.et aI.,).

الجدول (5) المصفوفة الموحدة في متجه الأوزان لإستخراج المتجهات الذاتية

A n*n (aij) =

1	a 12	a 13	a 1n
$1/_{a\ 12}$	1	....	a 2n
....	....	1	....
....	....	....	1

***Wij**

W1
W2
W3
wn

Eigen =vector (A)

$\lambda 1$
$\lambda 2$
$\lambda 3$
λn

أذ أن:
(λ) يمثل المتجه الذاتي الخاص بكل معيار.

5.2.3.2 القيمة الذاتية القصوى (λmax):
تُستخدم كمعيار أساسي لحساب نسبة الإتساق، مما يجعلها أداة ضرورية لضمان موثوقية نتائج التحليل الهرمي، ويتم حساب القيمة الذاتية القصوى(λmax)، عن طريق جمع المتجهات الذاتية والقسمة على عدد المتجهات الذاتية، للوصول الى القيمة الذاتية النهائية(λmax) وكما موضح في المعادلة (3). (بن حكومة وآخرون، مصدر سابق:1206) (8: مصدر سابق ., Saaty. et aI.).

$$\lambda max = \frac{\lambda 1 + \lambda 2 + \ldots \lambda n}{N} \qquad (3)$$

حيث أن:
(λmax): تمثل القيمة الذاتية القصوى، وهي عبارة عن الوسط الحسابي لعناصر المتجه الذاتي.
(n): تمثل عدد المتجها الذاتية.

6.2.3.2 نسبة الإتساق (ثبات الحكم):

ويتم فحص نسبة الإتساق للتأكد من ثبات الأحكام الكلية لصناع القرار والتحقق من دقة المقارنات الثنائية، وهذا المقياس ضروري لمعرفة ما إذا كانت المقارنات صحيحة ومنطقية، وهو أمر غير موجود في العديد من الطرق الكمية المستخدمة في إتخاذ القرارات. ويتم حساب نسبة الإتساق (نسبة الثبات) من خلال أستخراج مؤشر الإتساق (CI) ومتوسط مؤشرالإتساق العشوائي (RI) للوصول الى نسبة الإتساق (CR) النهائية ويكون ذلك كما يأتي: (الجندي، مصدر سابق:20)، (جوهر،2015: 60)، (Zyoud et aI 2016:536).

- حساب مؤشر الأتساق (CI): يتم حساب مؤشر الأتساق والذي يرمز له برمز (CI)، من خلال المعادلة (4): (92: مصدر سابق ,.Thungngern.et aI).

$$CI = \frac{\lambda\, max - N}{N-1} \qquad (4)$$

حيث أن:
(CI) يمثل مؤشر الإتساق.

- متوسط مؤشرالإتساق العشوائي (RI): يتم الحصول على قيمة متوسط مؤشر الأتساق العشوائي، والذي يرمز له برمز (RI)، عن طريق قيم متوسط الإتساق العشوائي لتوماس ساعاتي، وهي قيم ثابتة بناءً على حجم المصفوفة (n*n)، والموضحة في الجدول (6): (91مصدر سابق.Thungngern. et aI)، (Anagnostopoulos.et aI., 2005:5).

الجدول (6) متوسط قيم الأتساق العشوائي لتوماس ساعاتي

حجم المصفوفة (N)	متوسط مؤشرالإتساق العشوائي (RI)
1	0
2	0
3	0.52
4	0.89
5	1.11
6	1.25
7	1.35
8	1.40
9	1.45
10	1.49

المصدر: من إعداد الباحثة

بعد إستخراج (CI) و (RI)، يمكن حساب الصيغة النهائية لنسبة الإتساق وكما في المعادلة التالية (5):

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (5)$$

اذ أن:
(CR) يمثل نسبة الإتساق الكلي.
(RI) يمثل متوسط مؤشر الإتساق العشوائي.
بعد إجراء المعادلة والوصول الى نسبة الإتساق، لابد أن تكون هذه النسبة ضمن الحدود المقبولة، وكما في الجدول (7):
(Macchiaroli. et aI., مصدر سابق :21).

الجدول (7) نسب الإتساق المقبولة لتوماس ساعاتي

حجم المصفوفة (n)	3	4	أكبرمن 4
نسبة الإتساق المقبولة	%5	%9	%10

المصدر: من إعداد الباحثة

وفي حال كانت نسبة الإتساق خارج الحدود المقبولة تكون المصفوفة غير متسقة، وتحتاج الى إعادة تقييم من قبل صناع القرار لمراجعة أحكامه الذاتية (اي يتم إعادة التحكيم وإعادة خطوات التحليل الهرمي وصولاً الى نسبة الإتساق للتأكد من موثوقية التحليل)، كون التحليل الهرمي يعتمد على معرفة وخبرة صناع القرار الخاصة بالحالة المدروسة. (Brestovac & Grgurina, 2013:9 ،23 مصدر سابق Saaty.et :127) (aI.، مصدر سابق :5) Anagnostopoulos.et aI.,).

7.3.3.2 تركيب أولويات المعايير والبدائل:

لإتخاذ القرار الهرمي، يتم إجراء عملية التركيب أو الدمج للأولويات الخاصة بالمعايير مع الأولويات الخاصة بالبدائل نسبةً الى المعايير، من خلال ضرب أولويات المعايير مع أولويات بديل معين، للوصول الى الأولوية النهائية لكل بديل، ويتم إتخاذ القرار الهرمي بناءً على البديل صاحب أعلى قيمة.

المبحث الثالث: الجانب التطبيقي

تـمهيد: تعتبر بغداد قلب العاصمة العراقية ومركز جمهورية العراق. ولتنوع البيئة المائية المحيطة بها، فقد تم الحصول على البيانات والمعلومات المطلوبة لإجراء البحث من مختلف الجهات المتخصصة في إدارة الموارد المائية في بغداد، وذلك لضمان دقة وتنوع البيانات والمعلومات المستخدمة في منطقة الدراسة. وهذه الجهات تمثلت فيما يأتي:

1. وزارة الموارد المائية العراقية
2. المركز الوطني الأدارة الموارد المائية
3. دائرة ماء بغداد

1.3 بيانات الدراسة:

تم جمع البيانات بإستخدام أستمارة أستبيان، موزعة على المتخصصين في قطاع المياه والخبراء وصناع القرار في بغداد، وقد تضمن الأستبيان أسئلة ذات صلة بإنموذج التحليل الهرمي، لأخذ آرائهم الخاصة حول موضوع البحث، مما وفر نظرة ثاقبة للأهمية النسبية للمعايير والبدائل، وتضمنت العينة (30) مشارك من ذوي الإختصاص، وكما مدرج ادناه:

جدول (8) الجهات المختصة للمعايير

الجهات المختصة	عدد الخبراء المشاركين
وزارة الموارد المائية	14
المركز الوطني لأدارة الموارد المائية	5
دائرة ماء بغداد	11
المجموع	30

جدول (9) الجهات المختصة بالبدائل

الجهات المختصة	عدد الخبراء المشاركين
وزارة الموارد المائية	3
المركز الوطني لأدارة الموارد المائية	3
دائرة ماء بغداد	2
المجموع	8

بعد الحصول على البيانات والمعلومات اللازمة لبناء الهيكل الهرمي، تم إعداد مصفوفة مقارنة ثنائية لكل معيار من المعايير الآخرى (التسعير المائي – التوعية والتثقيف المائي – التشريعات والقوانين المائية – الفاقد المائي – الإنظمة والمقاييس المائية). وتم إعداد مصفوفة مقارنة ثنائية للبدائل نسبةً الى المعايير، وتمثل البدائل (ترشيد الإستخدام المائي – تحسين البنية التحتية)، وتم إجراء تحليل ترجيحي بعد إتخاذ القرارات اللازمة من قبل الجهات المختصة. تضمن هذا التحليل الترجيحي عملية تحويل القائمة المرجعية من صياغة لفظية، ممثلة بمستويات الأهمية الأساسية لنموذج التحليل الهرمي، إلى صياغة عددية ممثلة بأوزان محددة، بحيث يكون لكل مستوى من مستويات الأهمية وزنه الخاص وكما مذكور في الجدول (2) الخاص للأهميات النسبية للتحليل الهرمي.
بعد معالجة أهميات المصفوفات، يتم إنشاء مصفوفة موحدة للمعايير والبدائل، عن طريق أخذ المتوسط الحسابي (للمعايير والبدائل) بشكل مستقل للحصول على مصفوفة موحدة للمقارنات الثنائية.

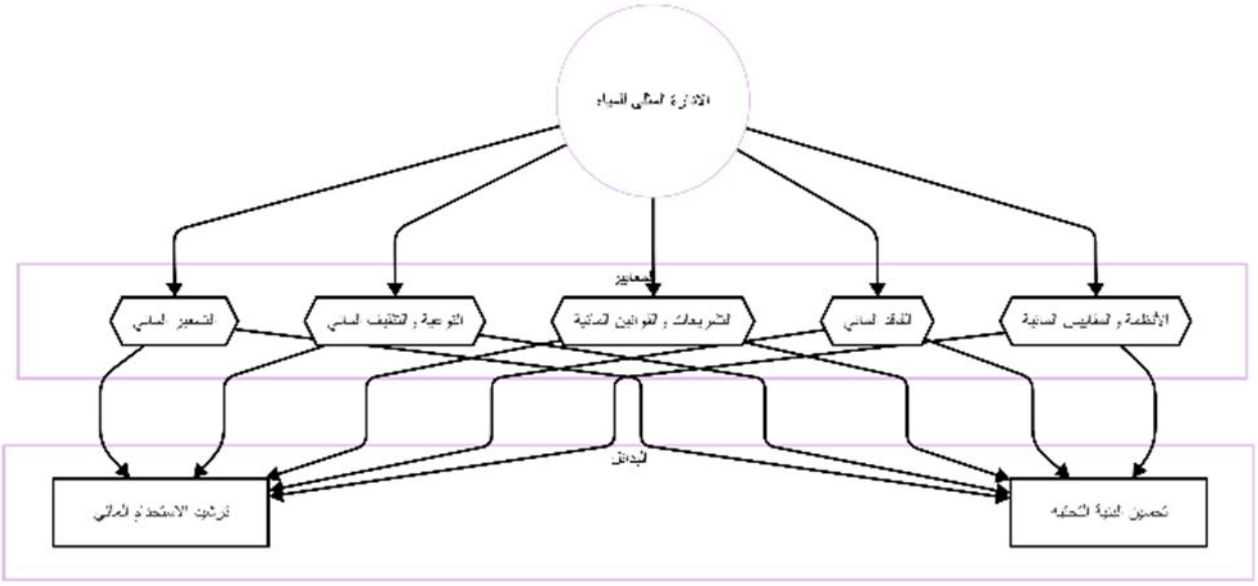
2.3 تطبيق أدوات الإدارة المثلى للمياه بإستخدام تحليل التسلسل الهرمي:

1.2.3 بناء الهيكل الهرمي:

يتألف الهيكل الهرمي المائي من ثلاث مستويات أساسية لبناء إنموذج هرمي خاص بموضوع البحث وكما يأتي:

المستوى الأول

الهدف: الهدف هو النتيجة النهائية أو الهدف الرئيسي لعملية التحليل الهرمي، والهدف في هنا هو الوصول الى الإدارة المثلى للمياه، وبعبارة أخرى، كيف يمكن تحسين إدارة مياه لتحقيق هدف لإدارة المثلى للمياه في بغداد؟ ويمكن تمثيل الهيكل الهرمي للهدف والمعايير والبدائل، كما مدرج ادناه:



الشكل (5) الهيكل العام للإنموذج المائي
المصدر: من إعداد الباحثة

يوضح الشكل (5) هيكل التحليل المكون من ثلاث مستويات هرمية، تتمثل في المستوى الأول(الهدف) والمستوى الثاني(المعايير) والمستوى الثالث(البدائل).

المستوى الثاني

المعايير: تم أختيار هذه المعايير بعناية، حيث إخُذت هذه المعايير بعد مراجعة مستفيضة للأدبيات التي تخص أدارة المياه وتجارب معظم دول العالم لهذه (الأدوات)، وكذلك تم إجراء مناقشات مع الجهات المختصة المعنية بالأمر لأخذ أقتراحاتهم ولتحديد أنسب الأدوات لأدارة المياه في بغداد.

وتعمل هذه المعاييرعمل أداري تنظيمي يوضح كيفية أستخدام الموارد المائية بكفاءة والمحافظة عليها سواء كانت هذه موارد (مياه سطحية – مياه جوفية – مياه أمطار) وتطويرها وتنميتها. وتُشكل العوامل الرئيسية المؤثرة في تحقيق الهدف. وهي العوامل أو الجوانب التي يتم النظر فيها من أجل تقييم البدائل المختارة، وتُمثل (التسعير المائي – التوعية والتثقيف المائي – التشريعات والقوانين المائية – الفاقد المائي – الأنظمة والمقاييس المائية) وكما مدرجة ادناه:

الشكل (6) المعاييرالمائية الرئيسية
المصدر: من إعداد الباحثة

يوضح الشكل (6) المعايير الهرمية المائية، والتي بطريقة متكاملة لتعزيز الإدارة المثلى للمياه.

المستوى الثالث

البدائل: وهي الحلول الممكنة للوصول الى الإدارة المثلى للمياه، ويتم تقييمها لإتخاذ إلى أفضل قرار هرمي. ويتم ترتيب البدائل بناءً على مدى إستيفائها للمعايير المحددة في المستوى الثاني، ويتم تقييم كل بديل وفقاً لكل معيار، وتُمثل (ترشيد الإستخدام المائي - تحسين البنية التحتية). وتتطلب الإدارة المثلى للمياه، تنفيذ بدائل إستراتيجية تعمل على ضمان وجود مياه نظيفة ومستدامة.

الشكل (7) البدائل المختارة
المصدر: من إعداد الباحثة

يُبين الشكل (7) البدائل التي تعتبر حلول مقترحة ومن الممكن تطبيقها لتحقيق أعلى مستويات الكفاءة والاستدامة المائية وتحقيق الإدارة المثلى للمياه.

2.2.3 مصفوفة المقارنات الثنائية الموحدة:

1.2.2.3 إنشاء مصفوفة مقارنات ثنائية موحدة:

بعد تحديد الهيكل الهرمي ومعرفة المستويات الثلاثة الأساسية وتحديد الجهات المختصة وإخذ ارائهم حول الإهميات النسبية (المعايير والبدائل)، يتم توحيد أحكام المختصين لمصفوفات المعايير والبدائل بشكل منفصل، للوصول الى حكم موحد ويكون ذلك عن طريق إستخدام المتوسط الحسابي، لتتشكل المصفوفة الموحدة بمستويات أهمية مختلفة للمقارنات الثنائية.

2.2.2.3 مصفوفة المقارنات الثنائية الموحدة للمعايير:

بعد توحيد الأحكام الخاصة بالمعايير الرئيسية والمأخوذة من الأحكام الترجيحية للمختصين، يتم إنشاء مصفوفة مقارنات ثنائية خاصة بالمعايير، اذ يظهر لكل معيار رئيسي مستوى أهمية بعد مقارنتهُ مع المعايير الرئيسية الاخرى. ويمثل الجدول (10) المصفوفة الموحدة للمعايير، وكما مدرج ادناه:

الجدول (10) مصفوفة المقارنات الثنائية للمعايير

(criterion)	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	1	3	3	6
C2	1	1	4	5	5
C3	0.33	0.25	1	1	5
C4	0.33	0.2	1	1	3
C5	0.16	0.2	0.2	0.33	1
المجموع	2.82	2.65	9.2	10.33	20

إذ أن:

C: تمثل المعايير المائية، وهي مؤخوذة من مصطلح (criterion) والتي تعني المعايير.

C1: يشير الى التسعير المائي.

C2: يشير الى التوعية والتثقيف المائي.

C3: يشير الى التشريعات والقوانين المائية.

C4: يشير الى الفاقد المائي.

C5: يشير الى الإنظمة والمقاييس المائية.

1.2.2.2.3 توليف أوزان المعايير:

في هذه الخطوة سنعمل على توليد أولويات للمعايير الرئيسية، وذلك عن طريق عمل مصفوفة قياسية، ويتم تكوين مصفوفة قياسية بإستخدام طريقة تقريب وتعمل بقسمة كل عنصر من المصفوفة على مجموع أعمدتها، وأستخدام المتوسط الحسابي لكل صف لتحويل القيم إلى نسب مئوية تعكس الأهمية النسبية لكل معيار، مما يشير إلى الأولوية النسبية المطلوبة. وتظهر المصفوفة القياسية مع الأولويات النسبية كما موضحة في الجدول (11) ادناه:

الجدول (11) المصفوفة القياسية للمعايير

(criterion)	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0.354	0.377	0.326	0.290	0.3
C2	0.354	0.377	0.434	0.434	0.25
C3	0.117	0.094	0.108	0.096	0.25
C4	0.117	0.075	0.108	0.096	0.15
C5	0.056	0.075	0.021	0.031	0.05
w	0.329	0.380	0.133	0.109	0.047
W*100 %	32.9%	38.7%	13%	10.9%	4.6%

ويلاحظ من الجدول (11)، الأوزان النسبية لكل معيار والتي يرمز لها (W)، اذ يبين الأولويات النسبية للمعايير، وسنقوم بترتيبها بشكل تسلسلي بناءً على أهميتها وكما موضح ادناه:

1. احتلت التوعية والتثقيف المائي (C2) المرتبة الأولى بمقدار أهمية (38.7%).
2. حصل التسعير المائي (c1) على المرتبة الثانية بمقدار أهمية (32.9%).
3. هيمنت التشريعات والقوانين المائية (C3) على المرتبة الثالثة بمقدار أهمية (13%).
4. حصل الفاقد المائي (C4) على المرتبة الرابعة بمقدار أهمية (10.9%).
5. حققت الإنظمة والمقاييس المائية (C5) على المرتبة الخامسة بمقدار أهمية (4.6%).

2.2.2.2.3 حساب المتجهات الذاتية للمعايير (Eigenvector):

تُحسب المتجهات الذاتية للمصفوفة، والتي يُرمز لها بـ(ʎ)، بضرب مصفوفة المقارنات الثنائية في الأولويات النسبية المستخرجة (ضرب كل معيار في المصفوفة في متجه الأوزان على شكل صفوف)، وكما موضح في الجدول (12)، ليتشكل بذلك المتجهات الذاتية للمصفوفة:

الجدول (12) المتجهات الذاتية للمعايير

C	C1	C2	C3	C4	C5		الأوزان
C1	1	1	3	3	6		0.329
C2	1	1	4	5	5	*	0.380
C3	0.33	0.25	1	1	5		0.133
C4	0.33	0.2	1	1	3		0.109
C5	0.16	0.2	0.2	0.33	1		0.047

$\lambda 1 = (1*0.329) + (1*0.380) + (3*0.133) + (3*0.109) + (6*0.047) = 1.717$

ثم يتم قسمة المتجه الجديد على وزن المعيار الكلي للحصول على القيمة الذاتية للمعيار الاول.

$= \frac{1.717}{0.329} = 5.219$

$\lambda 2 = (1*0.329) + (1*0.380) + (4*0.133) + (5*0.109) + (5*0.047)$

$= 2.021 = \frac{2.021}{0.380} = 5.318$

$\lambda 3 = (0.33*0.329) + (0.25*0.380) + (1*0.133) + (1*0.109) + (5*0.047)$

$= 0.68 = \frac{0.68}{0.133} = 5.113$

$\lambda 4 = (0.33*0.329) + (0.2*0.380) + (1*0.133) + (1*0.109) + (3*0.047)$

$= 0.567 = \frac{0.567}{0.109} = 5.202$

$\lambda 5 = (0.16*0.329) + (0.2*0.380) + (0.2*0.133) + (0.33*0.109) + (1*0.047)$

$= 0.239 = \frac{0239}{0.147} = 5.085$

3.2.2.2.3 حساب القيمة الذاتية القصوى للمعايير (λmax):

تُحسَب القيمة الذاتية القصوى للمعايير (λmax)، بجمع المتجهات الذاتية والقسمة على عدد المتجهات الذاتية، للحصول على القيمة الذاتية القصوى، وكما في المعادلة (6) ادناه:

$$\lambda max = \frac{5.219+ 5.318+5.113+5.202+5.085}{5} \quad (6)$$
$$\lambda max = 5.18$$

4.2.2.2.3 حساب نسبة الإتساق للمعايير:

يتم حساب نسبة الأتساق (نسبة الثبات)، من خلال أستخراج مؤشر الإتساق (CI) ومتوسط مؤشرالإتساق العشوائي (RI) للوصول الى نسبة الأتساق (CR) النهائية، وكما في المعادلة (7):

$$CI= \frac{5.18 -5}{5-1} = 0.045 \quad (7)$$

ومتوسط مؤشر الإتساق العشوائي (RI) يكون بناءً على حجم العينة والمذكور في جدول (6)، وكانت العينة (5) وعليه فأن (RI) هو (1.11). ليتم بعد ذلك إستخراج نسبة الإتساق من المعادلة (8) ادناه:

$$CR = \frac{0.045}{1.11} = \%4.05 \quad (8)$$

وظهرت نسبة الإتساق للمعايير بمقدار (4.05%) وهي نسبة مقبولة في هذا الإنموذج، وتشير الى إن المصفوفة متسقة ودقيقة.

3.2.2.3 مصفوفة المقارنات الثنائية للبدئل نسبةً الى المعايير:

تتم مقارنة البدائل من حيث أحد المعايير الرئيسية في المستوى الثاني من الأهمية. وبما أن عدد المعايير المستخدمة (5) سيكون هناك (5) مقارنات ثنائية للبدائل نسبةً الى المعايير، وكما موضح في الجدول (13) ادناه:

الجدول (13) مصفوفة المقارنات الثنائية للبدائل نسبةً الى المعايير

C1	A1	A2	C2	A1	A2	C3	A1	A2
A1	1	7	A1	1	5	A1	1	4
A2	0.14	1	A2	0.2	1	A2	0.25	1
مجموع الأعمدة	1.14	8		1.2	6		1.25	5

إذ أن:
C1: يشير الى التسعير المائي.
C2: يشير الى التوعية والتثقيف المائي.
C3: يشير الى التشريعات والقوانين المائية.
A1: يشير الى ترشيد الإستخدام المائي.
A2: يشير الى تحسين البنى التحتية.

C4	A1	A2	C5	A1	A2
A1	1	5	A1	1	5
A2	0.2	1	A2	0.2	1
مجموع الأعمدة	1.2	6		1.2	6

إذ أن:
C4: يشير الى الفاقد المائي.
C5: يشير الى الإنظمة والمقاييس المائية.

1.3.2.2.3 توليف الأوزان للبدائل نسبةً الى المعايير:

في هذه الخطوة سنعمل على توليد أولويات للبدائل من حيث أحد المعايير الرئيسية، وذلك عن طريق عمل مصفوفة قياسية، كما موضح ادناه في الجدول (14):

الجدول (14) المصفوفة القياسية للبدائل نسبةً الى المعايير

C1	A1	A2	W1	C2	A1	A2	W2
A1	0.877	0.875	0.876	A1	1	5	0.833
A2	0.122	0.125	0.123	A2	0.2	1	0.166
C3	A1	A2	W3	C4	A1	A2	W4
A1	0.8	0.8	0.8	A1	0.833	0.833	0.833
A2	0.2	0.2	0.2	A2	0.166	0.166	0.166
C5	A1	A2	W5				
A1	0.833	0.833	0.833				
A2	0.166	0.166	0.166				

ويوضح الجدول (14) الأولوية النسبية لكل بديل بالنسبة الى كل معيارعلى التوالي:

1. البديل الأول: (ترشيد اللإستخدام المائي) والذي يرمز له (A1)، مع كل المعايير (تسعير المائي والتوعية والتثقيف المائي والتشريعات والقوانين المائية والفاقد المائي والإنظمة والمقاييس المائية) حصل على الأولويات التالية، (، 87.6%، 8083.3%، 83%، 83.3%).
2. البديل الثاني: (تحسين البنية التحتية) والذي يرمز له (A2)، مع كل المعايير (تسعير المائي والتوعية والتثقيف المائي والتشريعات والقوانين المائية والفاقد المائي والإنظمة والمقاييس المائية) حصل على الأولويات التالية: (، 12.3%، 16.6%، 20%، 16.6%، 16.6%).

2.2.2.2.3 حساب المتجهات الذاتية (Eigenvector) مع القيمة الذاتية القصوى (λmax) مع نسبة الإتساق للبدائل نسبةً الى المعايير:

تُحسب المتجهات الذاتية للمصفوفة، والتي يُرمز لها بـ(ℵ)، بضرب مصفوفة المقارنات الثنائية في الأولويات النسبية المستخرجة، وكما يأتي في الجدول (15)، ثم يتم حساب القيمة الذاتية القصوى ونسبة الإتساق لكل للبدائل نسبةً الى كل المعايير:

الجدول (15) المتجهات الذاتية للبدائل نسبةً الى المعايير

C1	A1	A2	W1	C2	A1	A2	W2
A1	1	7	0.876	A1	1	5	0.833
A2	0.14	1	0.123	A2	0.2	1	0.166

C1=(1*0.876)+(7*0.123)=0.876+ 0.861=1.737
=(0.14*0.876)+(1*0.123)= 0.12264+ 0.123=0.123

$\lambda 1 = \frac{1.737}{0.876} = 1.982$

$\lambda 2 = \frac{0.123}{0.123} = 1.997$

$(\lambda 1 , \lambda 2)\sum 3.979, \lambda \boldsymbol{max} = \frac{3.979}{2} = 1.989,$

$CI = \frac{1.989 - 2}{2-1} = -0.011, CR = \frac{-0.011}{0} = 0\%$

C2=(1*0.833)+(5*0.166)=0.833+ 0.83=1.663
=(0.2*0.833)+(1*0.166)= 0.1666+ 0.166 =0.332

$\lambda 1 = \frac{1.663}{0.833} = 1.996$

$\lambda 2 = \frac{0.332}{0.166} = 2$

$(\lambda 1 , \lambda 2)\sum 3.996, \lambda \boldsymbol{max} = \frac{3.996}{2} = 1.998,$

$CI = \frac{1.998 - 2}{2-1} = -2, CR = \frac{-2}{0} = 0\%$

C3	A1	A2	W3	C4	A1	A2	W4
A1	1	4	0.8	A1	1	5	0.833
A2	0.25	1	0.2	A2	0.2	1	0.166

C3=(1*0.8)+(4*0.2)=0.8+ 0.8=1.6
=(0.25*0.8)+(1*0.2)= 0.2+ 0.2=0.4

$\lambda 1 = \frac{1.6}{0.8} = 2$

$\lambda 2 = \frac{0.4}{0.2} = 2$

$(\lambda 1 , \lambda 2)\sum 4, \lambda \boldsymbol{max} = \frac{4}{2} = 2, CI = \frac{2 - 2}{2-1} = 0, CR = \frac{0}{0} = 0\%$

C4=(1*0.833)+(5*0.166)=0.833+ 0.83=1.663
=(0.2*0.833)+(1*0.166)= 0.1666+ 0.166 =0.332

$\lambda 1 = \frac{1.663}{0.833} = 1.996$

$\lambda 2 = \frac{0.332}{0.166} = 2$

$(\lambda 1 , \lambda 2)\sum 3.996, \lambda \boldsymbol{max} = \frac{3.996}{2} = 1.998,$

$CI = \frac{1.998 - 2}{2-1} = -2, CR = \frac{-2}{0} = 0\%$

C5	A1	A2	W5
A1	1	5	0.833
A2	0.2	1	0.166

C5=(1*0.833)+(5*0.166)=0.833+ 0.83=1.663
=(0.2*0.833)+(1*0.166)= 0.1666+ 0.166 =0.332

$\lambda 1 = \frac{1.663}{0.833} = 1.996$

$\lambda 2 = \frac{0.332}{0.166} = 2$

$(\lambda 1 , \lambda 2)\sum 3.996, \lambda \boldsymbol{max} = \frac{3.996}{2} = 1.998,$

$CI = \frac{1.998 - 2}{2-1} = -2, CR = \frac{-2}{0} = 0\%$

كانت نسبة إتساق مصفوفة المقارنة الثنائية للبدائل نسبةً الى المعايير نسبة مقبولة (0%)، وهذا يعني أن المصفوفة مستقرة ودقيقة. وكذلك تم إجراء الحل بإستخدام برنامج (AHP-OS) للتأكد من النتائج التحليل الهرمي، وتبين أن الطريقتين تمتلكان نتائج مقاربة ومؤكدة لإنموذج.

4.2.2.3 تركيب الأولويات النهائية:

يتم إجراء عملية التركيب أو الدمج للأولويات الخاصة بالمعايير مع الأولويات الخاصة بالبدائل نسبةً الى المعايير، لإتخاذ القرار الهرمي النهائي، ويكون من خلال ضرب أولويات المعايير مع أولويات بديل معين، للوصول الى الأولوية النهائية لكل بديل والتي سيتم اتخاذ القرار الهرمي بناءً على البديل صاحب أعلى قيمة. وكما في الجدول (16):

الجدول (16) الأولوية النهائية للبديل الأول

	C1	C2	C3	C4	C5
WC	32.9	38.7	13	10.9	4.6
WA1	87.6	83.3	80	83	83.3

اذ إن:

WC: تشير الى أوزان المعايير الرئيسية.

WA1: تشير الى أوزان البديل الأول نسبةً الى كل معيار.

= (32.9*87.6) + (38.7*83.3) + (13*80)
+(10.9*83) + (4.6*83.3) = 8433.61 ✓

الجدول (17) الأولوية النهائية للبديل الثاني

	C1	C2	C3	C4	C5
WC	32.9	38.7	13	10.9	4.6
WA2	12.3	16.6	20	16.6	16.6

اذ إن:

WA2: تشير الى أوزان البديل الثاني نسبةً الى كل معيار.

= (32.9*12.3) + (38.7*16.6) + (13*20)
+(10.9*16.6) + (4.6*16.6) = 1564.39

تشير نتائج لإنموذج إلى أن (ترشيد الإستخدام المائي) هو الخيار الأفضل، اذ يشمل جميع الإجراءات التي تهدف إلى ترشيد أستهلاك المياه وتقليل الهدر دون التأثير على أحتياجات الأفراد والقطاعات المختلفة. وتشير نتائج التحليل الهرمي إلى أن ترشيد الإستخدام المائي هو الخيار الأفضل لمعالجة مشاكل ندرة المياه والإجهاد المائي في بغداد. وله عدة مزايا من حيث:

1. ضمان فاعلية الإستخدام المائي: يؤدي الترشيد المائي إلى الإستخدام الأمثل للمياه في مختلف القطاعات، مثل الزراعة والصناعة والإستخدام المنزلي، من خلال تطبيق التقنيات الحديثة والتدابير الفعالة التي تهدف إلى تقليل الفاقد وتحسين كفاءة توزيع المياه. على سبيل المثال، تشمل هذه التدابير (أستخدام تقنيات الري الحديثة، مثل الري بالتنقيط والري بالرش، لتقليل كمية المياه المستخدمة في الزراعة - تقليل التسربات في شبكة توزيع المياه وتحسين نظام توزيع المياه - رفع مستوى الوعي المائي بين السكان والمستهلكين لتبني ممارسات ترشيد أستهلاك أكثر استدامة).
2. تعزيز كفاءة النظام المائي: يساهم ترشيد الإستخدام في رفع كفاءة النظام المائي من خلال (تقليل الضغط على محطات المعالجة وشبكات التوزيع، مما يؤدي إلى تحسين جودة الخدمات المائية وتقليل تكاليف الصيانة والتشغيل - تحسين إدارة المياه في القطاعات المختلفة، حيث يساعد تقليل الاستهلاك في تحقيق توازن بين العرض والطلب على المياه - إدخال تكنولوجيا متقدمة في إدارة المياه مثل أنظمة المراقبة الذكية التي تحدد أنماط الاستهلاك وتوفر بيانات دقيقة تسهم في تحسين السياسات المائية).
3. دعم استدامة المياه: تعد أستدامة الموارد المائية من أهم الأهداف الاستراتيجية التي تتطلبها الإدارة المثلى للمياه، حيث يمكن أن يحقق ترشيد الإستخدام المائي هذه الاستدامة من خلال (الحفاظ على الموارد المائية الاستراتيجية عن طريق تقليل استنزاف المياه الجوفية - الحفاظ على التوازن البيئي من خلال الحد من الإستهلاك، وتقليل الحاجة إلى إستخراج كميات كبيرة من المياه من المصادر الطبيعية والحفاظ على النظم الإيكولوجية المائية - تكامل الموارد المائية من خلال تقليل الإعتماد على المياه العذبة ودمج الموارد المائية من خلال تشجيع أستخدام مصادر المياه البديلة مثل مياه الأمطار والمياه المعالجة).
4. تقليل من هدر المياه: الهدر المائي يعد من أكبر التحديات التي تواجه الإدارة المائية في بغداد، ويأتي ترشيد الاستهلاك، ويعد ترشيد الإستخدام أحد الحلول الفعالة لمعالجة هذه المشكلة من خلال (إصلاح شبكة توزيع

المياه لمنع التسربات وتقليل الفاقد من المياه - تشجيع أستخدام أدوات وتجهيزات موفرة للمياه في المنازل والمرافق العامة والخاصة - تطبيق سياسات مرنة لتسعير المياه تشجع على الإستخدام المعقول وتحد من الإستهلاك غير الضروري).

5. التكيف مع التقلبات المناخية واثارها على المياه: يؤثر تغير المناخ بشكل كبير على الموارد المائية من خلال ارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر والتغيرات في أنماط هطول الأمطار، و يمكن أن يساعد ترشيد الإستخدام المائي في التكيف مع التحديات مثل (تقليل الطلب على المياه للتخفيف من آثار نقص المياه خلال فترات الجفاف - بناء السدود والخزانات لتحسين كفاءة تخزين المياه وإتاحة المياه من موسم الأمطار لإستخدامها في موسم الجفاف - زيادة مرونة المياه من خلال إستخدام تقنيات إعادة التدوير وإعادة أستخدام المياه في مختلف القطاعات).

الإستنتاجات والتوصيات

4.1 الإستنتاجات:

1. يمكن تحقيق الإدارة المثلى للمياه في بغداد، من خلال تكامل المعايير مع البدائل. اذ ان الجمع بين الأطر القانونية والوعي المجتمعي والتسعير المناسب والابتكار التكنولوجي في الإنظمة المائية والحد من الفاقد، سيعمل على تحسين الكفاءة وترشيد الإستخدام المائي لضمان أستدامة نظام المياه بشكل فعال.
2. حققت التوعية والتثقيف المائي أهمية نسبية بمقدار (38.7%)، اذ إن زيادة الوعي وتثقيف المستخدمين يعتبر أمر ضروري ومهم. وذلك لأن رفع مستوى الوعي وتثقيف المجتمع يمكن أن يغير سلوك المستخدمين نحو الإستخدام الرشيد للمياه ويشجع مشاركة المجتمع في الحفاظ على المياه.
3. حصل التسعيرالمائي على أهمية نسبية بمقدار (32.9%)، اذ يعتبر التسعير وسيلة أساسية وفعالة لتحقيق التوازن بين العرض والطلب على المياه. من خلال تحديد الرسوم على أساس أستخدام المستخدمين، اذ تعمل على تشجيع المستخدمين للحد من الاستخدام المفرط للمياه وتقليل الهدر.
4. أحرزت التشريعات والقوانين المائية أهمية نسبية بمقدار (13%)، حيث إن الإطار القانوني له دور مهم في ادارة المياه، اذ تلعب التشريعات دوراً رئيسياً في حماية الموارد المائية وضمان الاستخدام العادل والمستدام لجميع الاجيال.
5. تم إعطاء الفاقد المائي أهمية نسبية بمقدار (10.9%)، حيث أن إعتماد تقنيات الحد من الفاقد من المياه، مثل أنظمة مراقبة التسرب، يلعب دوراً مهماً في تحسين كفاءة أستخدام المياه.
6. هيمنت الإنظمة والمقاييس المائية على أهمية نسبية بمقدار (4.6%)، اذ إن تطوير البنية التحتية وبناء الخزانات والمجمعات أمر ضروري لضمان جودة المياه واستدامتها من خلال تحسين وتحديث شبكة توزيع المياه. وعلاوة على ذلك، يضمن بناء الخزانات إمدادات مياه مستدامة ومستمرة وموثوقة من خلال زيادة تخزين المياه واستخدامها، ومعالجة الإجهاد المائي الشديد وتلبية الطلب على المياه.
7. حصل ترشيد الإستخدام المائي على أعلى تقييم من حيث التصنيف بين البدائل بمقدار (8433.61)، مما جعله يتصدر بكونه القرار الأول كأفضل أسلوب أو طريقة لتحقيق الإدارة المثلى للمياه في بغداد. اذ أن للترشيد المائي أهمية قصوى للتنفيذ، لأنه الحل العاجل لمشاكل ندرة المياه والإجهاد المائي الحاد.
8. حقق تحسين البنية التحتية التقييم الثاني بعد الترشيد بمقدار (1564.39)، وله دور رئيسي في تحسين الإدارة المثلى للمياه بشكل كبير، لكنه يفتقر الى التمويل الكافي والوقت الكبير الذي تتطلبه لتغطية كافة القطاعات.

4.2 التوصيات:

1. يجب على السلطات المسؤولة عن إدارة المياه وضع قوانين صارمة وفعالة لإدارة المياه وحمايتها وضمان تنفيذ هذه القوانين والتشريعات للحد من الهدر والاستنزاف غير الضروري. وسيضمن ذلك تحقيق التوازن بين حماية الموارد المائية واستخدامها المستدام.
2. القيام بحملة توعية شاملة لزيادة الوعي بأهمية الحفاظ على المياه وتشجيع الممارسات المستدامة. وبالإضافة إلى استخدام وسائل الإعلام المختلفة، يمكن وضع منهج دراسي للحفاظ على المياه وتدريسه في المدارس لإحداث تأثير أكبر وتغيير السلوك نحو الأفضل.
3. لتعزيز ترشيد إستهلاك المياه، لابد من إستحداث نظام لتسعير المياه، بحيث كلما زاد أستخدام المياه، تزداد تسعيرة المياه. وسيساهم ذلك في تحسين وتطوير قطاع المياه من خلال إدخال تقنيات جديدة والاستثمار بكثافة في قطاع المياه من عائدات المياه المتاحة.
4. إدخال الأنظمة الذكية ومقاييس المياه، وتركيب عدادات في المنازل والمباني لقياس الإستهلاك في جميع القطاعات. وتدريب جميع الموظفين الفنيين والمهنيين على إدارة هذه الأنظمة بفعالية.
5. ينبغي توجيه جميع الجهود نحو تحقيق التوازن بين أستدامة المياه وكفاءة أستخدام المياه. وتحقيقاً لهذه الغاية، ينبغي أن ينصب التركيز على ضمان توفير مياه نظيفة وآمنة للأجيال الحالية والقادمة، من خلال التخطيط الاستراتيجي والإدارة الفعالة للموارد المائية المتاحة.

توافر البيانات:

تم تضمين البيانات المستخدمة لدعم نتائج هذه الدراسة في المقالة.

تضارب المصالح:

يعلن المؤلفون أنه ليس لديهم تضارب في المصالح.

موارد التمويل:
لم يتم تلقي اي دعم مالي.

شكر وتقدير:
لا أحد.

References:

1. Al -Rashed, Ahmed Ali Ahmed. 2011. Evaluating the opportunities for private sector participation in the completion and development of the operations of Iraq ports using the Hiebble analysis process (AHP): A field study in the General Company for Iraqi Ports. Economic Sciences, Maj. 7, p. 28, p. 112-158. https://search.emarefa.net/detail/bim-308160.
2. Axelsson, C., Giove, S., & Soriani, S. (2021). Urban pluvial flood management Part 1: Implementing an AHP-TOPSIS multi-criteria decision analysis method for Stakeholder integration in urban climate and stormwater adaptation. Water, 13(17), 2422.
3. BAUTISTA JR, E. M. (2019). HOUSEHOLD WATER DEMAND MANAGEMENT AS MITIGATION MEASURE ON WATER SCARCITY IN ZAMBOANGA CITY.
4. Berbel, J., & Expósito, A. (2020). The theory and practice of water pricing and cost recovery in the Water Framework Directive. Water Alternatives, 13(3), 659-673.
5. Bouqnour, Ismail, & Ghareeb. (2021). Water resources management strategy in Algeria: towards achieving sustainable development.
6. Cabrera Jr, E., Cobacho, R., Estruch, V., & Aznar, J. (2011). Analytical hierarchical process (AHP) as a decision support tool in water resources management. Journal Of Water Supply: Research and Technology—Aqua, 60(6), 343-351.
7. Al-Zuhairi, A. (2022). Water demand management in Iraq: Analysis and modeling (Master's thesis, Altınbaş Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
8. Amarathunga, W. L. D. S. (2022). The determination of port automation levels using an analytic hierarchical process: a case study for the Port of Colombo.
9. Barish Abdel Qader, & Zuhair Gharaya (2015). Methods of integrated water resources management and their role in the development and use of water resources in the Arab region.
10. Baroudy, E., Abid, A. L., & Attia, B. (2005). Managing Water Demand.
11. Bin Government, M. A., Al -Sousi, p. Show. M., and lalys, b. M. (2019). Arrange priority for production equipment using the hierarchical analysis process., Misurata, Libya.
12. Bozorg-Haddad, O., Zolghadr-Asli, B., & Loáiciga, H. A. (2021). A handbook on multi-attribute decision-making methods. John Wiley & Sons.
13. Brestovac, G., & Grgurina, R. (2013). Applying multi-criteria decision analysis methods in embedded systems design.
14. Brestovac, G., & Grgurina, R. (2013). Applying multi-criteria decision analysis methods in embedded systems design.
15. Dr. Lilia Ben Sweileh. 2014, Integrated Water Resources Management is a strategic option for achieving sustainable development.
16. Edalat, F. D., & Abdi, M. R. (2017). *Adaptive* Water Management: concepts, principles and applications for sustainable development (Vol. 258). Springer.
17. Essence, m. A. (2015). Using the hierarchical analysis method to determine the precedence of machines: ABRAS case study (Master Thesis, Dr.
18. Al -Taher Moulay University - Saida). Dr. Al -Taher Moulay University.
19. Fernandes, S., Bonfante, M. C., de Oliveira, C. T., Maldonado, M. U., & Campos, L. M. (2020). Decentralized water supply management model: a case study of public policies for the utilization of rainwater. Water Resources Management, 34, 2771-2785.

20. Garcia-Valiñas, M. A., Martínez-Espiñeira, R., & To, H. (2015). The use of non-pricing instruments to manage residential water demand: What have we learned? Understanding and managing urban water in transition, 269-281.

21. Halefom, A., Khare, D., Sisay, E., Teshome, A., Worku, T., Tadesse, D., & Dananto, M. (2020). Conceptual analysis of urban water management considering climate change scenarios. *World News of Natural Sciences*, *28*, 51-66.

22. Hamad, M. (2015). The Integrated Management for Water Resources in Al-Anbar Governorate. *no*, *16956*, 1-172.

23. Iglesias, E., & Blanco, M. (2008). New directions in water resources management: The role of water pricing policies. Water Resources Research, 44(6).

24. Macchiaroli, M., Dolores, L., & De Mare, G. 24. (2023). Multicriteria Decision Making and Water Infrastructure: An Application of the Analytic Hierarchy Process for a Sustainable Ranking of Investments. Applied Sciences, 13(14), 8284.

25. Madahi, & Muhammad. (2018). The role of integrated water resources management in preserving and managing water in Arab countries.

26. Malhotra, V. (2001). A trust model for analytic hierarchy process.

27. MEDALION JOURNAL: Medical Research, Nursing, Health and Midwife Participation, 4(1), 1-5.

28. Musaidiyya, the pure, the loyal, and the good. (2023). Managing water resources projects and their role in addressing the water crisis in Algeria (Doctoral dissertation, Larbi Ben M'hidi University Oum El Bouaghi).

29. OECD (2015), "Water pricing for public supply", in Environment at a Glance 2015: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris.

30. Padder, F. A., & Bashir, A. (2023). Scarcity of water in the twenty-first century: Problems and potential remedies.

31. Russell, S., & Fielding, K. (2010). Water demand management research: A psychological perspective. Water resources research, 46(5).

32. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences, 1(1), 83-98.

33. Saaty, TL, Vargas, LG (2012). The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process. In: Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. International Series in Operations Research & Management Science, vol 175. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6_2.

34. Saleth, R. M. (2011). Water scarcity and climatic change in India: the need for water demand and supply management. Hydrological Sciences Journal, 56(4), 671-686.

35. Sharma, S. K., & Vairavamoorthy, K. (2009). Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries. *Water and Environment Journal*, *23*(3), 210-218.

36. Thungngern, J., Sriburi, T., & Wijitkosum, S. (2017). Analytic hierarchy process for stakeholder participation in integrated water resources management. Engineering Journal, 21(7), 87-103

37. United Nations, United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water, UNESCO Paris. Paris, UNESCO. Water Valuing 2021: Water Development Report World Nations United the Nations United.

38. Yass, B. E., & Mhaibes, H. A. (2024). Reviewing some water resources management strategies (Globally, Arabic, local). Journal of Economics and Administrative Sciences, 30(139), 56-69.

39. Zyoud, S. H., Shaheen, H., Samhan, S., Rabi, A., Al-Wadi, F., & Fuchs-Hanusch, D. (2016). Utilizing analytic hierarchy process (AHP) for decision making in water loss management of intermittent water supply systems. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 6(4), 534-546.