

المجلد: 5

العدد: 20



مجلة جامعة حماة



2022 ميلادي / 1444 هجري

ISSN Online(2706-9214)

المجلد: الخامس

العدد: العشرون



مجلة جامعة حماة

2022 / ميلادي

1444 / هجري

مجلة جامعة حماة

هي مجلة علمية محكمة دورية سنوية متخصصة تصدر عن جامعة حماة

المدير المسؤول: الأستاذ الدكتور عبد الرزاق سالم رئيس جامعة حماة.

رئيس هيئة التحرير: أ.م.د. مها السلوم.

سكرتير هيئة التحرير (مدير مكتب المجلة): م.وفاء الفيل.

أعضاء هيئة التحرير:

أ. د. حسان الحلبية.

أ. د. محمود الفطامه.

أ. د. محمد زهير الأحمد.

أ.م. د. رود خباز.

د. عثمان نقار.

الهيئة الاستشارية:

أ.د. هزاع مفلح.

أ.د. محمد فاضل.

أ.د. عبد الفتاح المحمد.

أ.د. رباب الصباغ.

د. محمد مرزا

الإشراف اللغوي:

أ.د. وليد سراقبي.

أ.م.د. مها السلوم.

مجلة جامعة حماة

أهداف المجلة:

مجلة جامعة حماة هي مجلة علمية محكمة دورية سنوية متخصصة تصدر عن جامعة حماة تهدف إلى:

1- نشر البحوث العلمية الأصيلة باللغتين العربية أو الإنكليزية التي تتسم بمزايا المعرفة الإنسانية الحضارية والعلوم التطبيقية المتطورة، وتسهم في تطويرها، وترقى إلى أعلى درجات الجودة والابتكار والتميز، في مختلف الميادين الطبية، والهندسية، والتقانية، والطب البيطري، والعلوم، والاقتصاد، والآداب والعلوم الإنسانية، وذلك بعد عرضها على مقومين علميين مختصين.

2- نشر البحوث الميدانية والتطبيقية المتميزة في مجالات تخصص المجلة.

3- نشر الملاحظات البحثية، وتقارير الحالات المرضية، والمقالات الصغيرة في مجالات تخصص المجلة.

رسالة المجلة:

- تشجيع الأكاديميين والباحثين السوريين والعرب على إنجاز بحوثهم المبتكرة.
- ضبط آلية البحث العلمي، وتمييز الأصيل من المزيف، بعرض البحوث المقّمة إلى المجلة على المختصين والخبراء.
- تسهم المجلة في إغناء البحث العلمي والمناهج العلمية، والتزام معايير جودة البحث العلمي الأصيل.
- تسعى إلى نشر المعرفة وتعميمها في مجالات تخصص المجلة، وتسهم في تطوير المجالات الخدمية في المجتمع.
- تحفّز الباحثين على تقديم البحوث التي تُعنى بتطوير مناهج البحث العلمي وتجديدها.
- تستقبل اقتراحات الباحثين والعلماء حول كل ما يسهم في تقدّم البحث العلمي وفي تطوير المجلة.
- تعميم الفائدة المرجوة من نشر محتوياتها العلمية، بوضع أعدادها بين أيدي القراء والباحثين على موقع المجلة في الشبكة (الإنترنت) وتطوير الموقع وتحديثه.

قواعد النشر في مجلة جامعة حماة:

- أ- أن تكون المادة المرسلّة للنشر أصيلة، ذات قيمة علمية ومعرفية إضافية، وتتمتع بسلامة اللغة، ودقة التوثيق.
- ب- ألا تكون منشورة أو مقبولة للنشر في مجالات أخرى، أو مرفوضة من مجلة أخرى، ويتعهد الباحث بمضمون ذلك بملء استمارة إيداع خاصة بالمجلة.
- ت- يتم تقييم البحث من ذوي الاختصاص قبل قبوله للنشر ويصبح ملكاً لها، ولا يحق للباحث سحب الأوليات في حال رفض نشر البحث.
- ث- لغة النشر هي العربية أو الإنكليزية، على أن تزود إدارة المجلة بملخص للمادة المقدمة للنشر في نصف صفحة (250 كلمة) بغير اللغة التي كتب بها البحث، وأن يتبع كل ملخص بالكلمات المفتاحية Key words .

إيداع البحوث العلمية للنشر:

أولاً - تقدم مادة النشر إلى رئيس هيئة تحرير المجلة على أربع نسخ ورقية (تتضمن نسخة واحدة اسم الباحث أو الباحثين وعناوينهم، وأرقام هواتفهم، وتغفل في النسخ الأخرى أسماء الباحثين أو أية إشارة إلى هويتهم)، وتقدم نسخة إلكترونية مطبوعة

على الحاسوب بخط نوع Simplified Arabic، ومقاس 12 على وجه واحد من الورق بقياس 210×297 مم (A4) . وتترك مساحة بيضاء بمقدار 2.5 سم من الجوانب الأربعة، على ألا يزيد عدد صفحات البحث كلها عن خمس عشرة صفحة (ترقيم الصفحات وسط أسفل الصفحة)، وأن تكون متوافقة مع أنظمة (Microsoft Word 2007) في الأقل، وبمسافات مفردة بما في ذلك الجداول والأشكال والمصادر، ومحفوظة على قرص مدمج CD، أو ترسل إلكترونياً على البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة.

ثانياً - تقدم مادة النشر مرفقة بتعهد خطي يؤكد بأن البحث لم ينشر، أو لم يقدم للنشر في مجلة أخرى، أو مرفوضة من مجلة أخرى.

ثالثاً - يحق لهيئة تحرير المجلة إعادة الموضوع لتحسين الصياغة، أو إحداث أية تغييرات، من حذف، أو إضافة، بما يتناسب مع الأسس العلمية وشروط النشر في المجلة.

رابعاً - تلتزم المجلة بإشعار مقدم البحث بوصول بحثه في موعد أقصاه أسبوعين من تاريخ استلامه، كما تلتزم المجلة بإشعار الباحث بقبول البحث للنشر من عدمه فور إتمام إجراءات التقويم.

خامساً - يرسل البحث المودع للنشر بسريّة تامة إلى ثلاثة محكمين متخصصين بمادته العلمية، ويتم إخطار ذوي العلاقة بملاحظات المحكمين ومقترحاتهم، ليؤخذ بها من قبل المودعين؛ تلبيةً لشروط النشر في المجلة، وتحقيقاً للسوية العلمية المطلوبة.

سادساً - يعد البحث مقبولاً للنشر في المجلة في حال قبول المحكمين الثلاثة (أو اثنين منهم على الأقل) للبحث بعد إجراء التعديلات المطلوبة وقبولها من قبل المحكمين.

- إذا رفض المحكم الثالث البحث بمبررات علمية منطقية تجدها هيئة التحرير أساسية وجوهرية، فلا يقبل البحث للنشر حتى ولو وافق عليه المحكمان الآخران.

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث الكليات التطبيقية:

أولاً - يشترط في البحث المقدم أن يكون حسب الترتيب الآتي: العنوان، الملخص باللغتين العربية والإنكليزية، المقدمة، هدف البحث، مواد البحث وطرائقه، النتائج والمناقشة، الاستنتاجات والتوصيات، وأخيراً المراجع العلمية.

- العنوان:

يجب أن يكون مختصراً وواضحاً ومعبراً عن مضمون البحث. خط العنوان بلغة النشر غامق، وبحجم (14)، يوضع تحته بفواصل سطر واحد اسم الباحث / الباحثين بحجم (12) غامق، وعنوانه، وصفته العلمية، والمؤسسة العلمية التي يعمل فيها، وعنوان البريد الإلكتروني للباحث الأول، ورقم الهاتف المحمول بحجم (12) عادي. ويجب أن يتكرر عنوان البحث ثانياً وباللغة الإنكليزية في الصفحة التي تتضمن الملخص. Abstract. خط العناوين الثانوية يجب أن يكون غامقاً بحجم (12) ، أما خط متن النص؛ فيجب أن يكون عادياً بحجم (12).

- الملخص أو الموجز:

يجب ألا يتجاوز الملخص 250 كلمة، وأن يكون مسبقاً بالعنوان، ويوضع في صفحة منفصلة باللغة العربية، ويكتب الملخص في صفحة ثانية منفصلة باللغة الإنكليزية. ويجب أن يتضمن أهداف الدراسة، ونبذة مختصرة عن طريقة العمل، والنتائج التي تمخضت عنها، وأهميتها في رأي الباحث، والاستنتاج الذي توصل إليه الباحث.

- المقدمة:

تشمل مختصراً عن الدراسة المرجعية لموضوع البحث، وتدرج فيه المعلومات الحديثة، والهدف الذي من أجله أجري البحث.

- المواد وطرائق البحث:

تذكر معلومات وافية عن مواد وطريقة العمل، وتدعم بمصادر كافية حديثة، وتستعمل وحدات القياس المترية والعالمية في البحث. ويذكر البرنامج الإحصائي والطريقة الإحصائية المستعملة في تحليل البيانات، وتعرف الرموز والمختصرات والعلامات الإحصائية المعتمدة للمقارنة.

- النتائج والمناقشة:

تعرض بدقة، ويجب أن تكون جميع النتائج مدعمة بالأرقام، وأن تقدم الأشكال والجدول والرسومات البيانية معلومات وافية مع عدم إعادة المعلومات في متن البحث، وترقم بحسب ورودها في متن البحث، ويشار إلى الأهمية العلمية للنتائج، ومناقشتها مع دعمها بمصادر حديثة. وتشتمل المناقشة على تفسير حصول النتائج من خلال الحقائق والمبادئ الأولية ذات العلاقة، ويجب إظهار مدى الاتفاق أو عدمه مع الدراسات السابقة مع التفسير الشخصي للباحث، ورأيه في حصول هذه النتيجة.

- الاستنتاجات:

يذكر الباحث الاستنتاجات التي توصل إليها مختصرةً في نهاية المناقشة، مع ذكر التوصيات والمقترحات عند الضرورة.

- الشكر والتقدير:

يمكن للباحث أن يذكر الجهات المساندة التي قدمت المساعدات المالية والعلمية، والأشخاص الذين أسهموا في البحث ولم يتم إدراجهم بوصفهم باحثين.

ثانياً- الجداول:

يوضع كل جدول مهما كان صغيراً في مكانه الخاص، وتأخذ الجداول أرقاماً متسلسلة، ويوضع لكل منها عنوان خاص به، يكتب أعلى الجدول، وتوظف الرموز * و** و*** للإشارة إلى معنوية التحليل الإحصائي، عند المستويات 0.05 أو 0.01 أو 0.001 على الترتيب، ولا تستعمل هذه الرموز للإشارة إلى أية حاشية أو ملحوظة في أي من هوامش البحث. وتوصي المجلة باستعمال الأرقام العربية (1، 2، 3،). في الجداول وفي متن النص أينما وردت.

ثالثاً - الأشكال والرسوم والمصورات:

يجب تحاشي تكرار وضع الأشكال التي تستمد مادتها من المعطيات الواردة في الجداول المعتمدة، والاكتفاء إما بإيراد المعطيات الرقمية في جداول، وإما بتوقيعها بيانياً، مع التأكيد على إعداد الأشكال والمنحنيات البيانية والرسوم بصورتها النهائية، وبالمقياس المناسب، وتكون ممسوحة بدقة 300 بكسل/أنش. ويجب أن تكون الأشكال أو الصور المظهرة بالأبيض والأسود بقدر كاف من التباين اللوني، ويمكن للمجلة نشر الصور الملونة إذا دعت الضرورة إلى ذلك، ويعطى عنوان خاص لكل شكل أو صورة أو مصوّر في الأسفل وتأخذ أرقاماً متسلسلة.

رابعاً - المراجع:

تتبع المجلة طريقة ذكر اسم المؤلف - صاحب البحث أو مؤلفه - وسنة النشر داخل النص ابتداءً من اليمين إلى اليسار أيّ كان المرجع، مثال: وجد ناجح وعبد الكريم (1990)، وأورد Basem و Samer (1998)، وأشارت العديد من الدراسات.... (Sing، 2008؛ Hunter و John، 2000؛ Sabaa وزملاؤه، 2003) ولا ضرورة لإعطاء المراجع أرقاماً متسلسلة. أما في ثبت المراجع عند كتابة المراجع العربية، فيجب كتابة نسبة الباحث (اسم العائلة)، ثم الاسم الأول بالكامل، وفي حال كون المرجع لأكثر من باحث يجب كتابة أسماء جميع الباحثين بالطريقة السابقة الذكر. وفي حال كون المرجع غير عربي فيكتب أولاً اسم العائلة، ثم يذكر الحرف الأول أو الحروف الأولى من اسمه، يلي ذلك سنة النشر بين قوسين، ثم العنوان الكامل

للمرجع، وعنوان المجلة (الدورية أو المؤلف، ودار النشر)، ورقم المجلد Volume، ورقم العدد Number، وأرقام الصفحات (من - إلى)، مع مراعاة أحكام التنقيط وفق الأمثلة الآتية:

العوف، عبد الرحمن والكزبري، أحمد (1999). التنوع الحيوي في جبل البشري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15(3):33-45.

Smith, J., Merilan, M.R., and Fakher, N.S., (1996). Factors affecting milk production in Awassi sheep. J. Animal Production, 12(3):35-46.

إذا كان المرجع كتاباً: يوضع اسم العائلة للمؤلف ثم الحروف الأولى من اسمه، السنة بين قوسين، عنوان الكتاب، الطبعة، مكان النشر، دار النشر ورقم الصفحات وفق المثال الآتي:

Ingrkam, J.L., and Ingrahan, C.A., (2000). Introduction in: Text of Microbiology. 2nd ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

أما إذا كان بحثاً أو فصلاً من كتاب متخصص (وكذا الحال بخصوص وقائع) المداولات العلمية (Proceedings)، والندوات والمؤتمرات العلمية)، يذكر اسم الباحث أو المؤلف (الباحثين أو المؤلفين) والسنة بين قوسين، عنوان الفصل، عنوان الكتاب، اسم أو أسماء المحررين، مكان أو جهة النشر ورقم الصفحات وفق المثال الآتي:

Anderson, R.M., (1998). Epidemiology of parasitic Infections. In: Topley and Wilsons Infections. Collier, L., Balows, A., and Jassman, M., (Eds.), Vol. 5, 9th ed. Arnold a Member of the Hodder Group, London, PP: 39-55.

إذا كان المرجع رسالة ماجستير أو أطروحة دكتوراه، تكتب وفق المثال الآتي:

Kashifalkitaa, H.F., (2008). Effect of bromocriptine and dexamethasone administration on semen characteristics and certain hormones in local male goats. PhD Thesis, College of veterinary Medecine, University of Baghdad, PP: 87-105.

• تلحظ النقاط الآتية:

- ترتب المراجع العربية والأجنبية (كل على حدة) بحسب تسلسل الأحرف الهجائية (أ، ب، ج) أو (A, B, C).
- إذا وجد أكثر من مرجع لأحد الأسماء يلجأ إلى ترتيبها زمنياً؛ الأحدث فالأقدم، وفي حال تكرار الاسم أكثر من مرة في السنة نفسها، فيشار إليها بعد السنة بالأحرف a, b, c على النحو^a (1998) أو^b (1998) ... إلخ.
- يجب إثبات المراجع كاملة لكل ما أشير إليه في النص، ولا يسجل أي مرجع لم يرد ذكره في متن النص.
- الاعتماد - وفي أضيق الحدود- على المراجع محدودة الانتشار، أو الاتصالات الشخصية المباشرة (Personal Communication)، أو الأعمال غير المنشورة في النص بين أقواس ().
- أن يلتزم الباحث بأخلاقيات النشر العلمي، والمحافظة على حقوق الآخرين الفكرية.

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث العلوم الإنسانية والآداب:

- أن يتسم البحث بالأصالة والجدة والقيمة العلمية والمعرفية الكبيرة وبسلامة اللغة ودقة التوثيق.
- ألا يكون منشوراً أو مقبولاً للنشر في أية وسيلة نشر.
- أن يقدم الباحث إقراراً خطياً بالألا يكون البحث منشوراً أو معروضاً للنشر.

- أن يكون البحث مكتوباً باللغة العربية أو بإحدى اللغات المعتمدة في المجلة.
- أن يرفق بالبحث ملخصان أحدهما بالعربية، والآخر بالإنكليزية أو الفرنسية، بحدود 250 كلمة.
- ترسل أربع نسخ من البحث مطبوعة على وجه واحد من الورق بقياس (A4) مع نسخة إلكترونية (CD) وفق الشروط الفنية الآتية:

- توضع قائمة (المصادر والمراجع) على صفحات مستقلة مرتبة وفقاً للأصول المعتمدة على أحد الترتيبين الآتين:
- أ- كنية المؤلف، اسمه: اسم الكتاب، اسم المحقق (إن وجد)، دار النشر، مكان النشر، رقم الطبعة، تاريخ الطبع.
- ب- اسم الكتاب: اسم المؤلف، اسم المحقق (إن وجد)، دار النشر، مكان النشر، رقم الطبعة، تاريخ الطبع.
- توضع الحواشي مرقمة في أسفل كل صفحة وفق أحد التوثيقين الآتين:
- أ- نسبة المؤلف، اسمه: اسم الكتاب، الجزء، الصفحة.
- ب- اسم الكتاب، رقم الجزء، الصفحة.
- يُتَجَنَّبُ الاختزال ما لم يُشَرَّ إلى ذلك.
- يقدم كل شكل أو صورة أو خريطة في البحث على ورقة صقيلة مستقلة واضحة.
- أن يتضمن البحث المُعادِلات الأجنبية للمصطلحات العربية المستعملة في البحث.

يشترط لطلاب الدراسات العليا (ماجستير / دكتوراه) إلى جانب الشروط السابقة:

- أ- توقيع إقرار بأن البحث يتصل برسالته أو جزء منها.
- ب- موافقة الأستاذ المشرف على البحث، وفق النموذج المعتمد في المجلة.
- ج- ملخص حول رسالة الطالب باللغة العربية لا يتجاوز صفحة واحدة.
- تنشر المجلة البحوث المترجمة إلى العربية، على أن يرفق النص الأجنبي بنص الترجمة، ويخضع البحث المترجم لتدقيق الترجمة فقط وبالتالي لا يخضع لشروط النشر الواردة سابقاً. أما إذا لم **يكن** البحث محكماً ففسرى عليه شروط النشر المعمول بها.
- تنشر المجلة تقارير عن المؤتمرات والندوات العلمية، ومراجعات الكتب والدوريات العربية والأجنبية المهمة، على أن لا يزيد عدد الصفحات على عشر.

عدد صفحات مخطوطة البحث:

تنشر البحوث المحكمة والمقبولة للنشر مجاناً لأعضاء الهيئة التدريسية في جامعة حماة من دون أن يترتب على الباحث أية نفقات أو أجور إذا تقيّد بشروط النشر المتعلقة بعدد صفحات البحث التي يجب أن لا تتجاوز 15 صفحة من الأبعاد المشار إليها آنفاً، بما فيها الأشكال، والجداول، والمراجع، والمصادر. علماً أن النشر مجاني في المجلة حتى تاريخه.

مراجعة البحوث وتعديلها:

يعطى الباحث مدة شهر لإعادة النظر فيما أشار إليه المحكمون، أو ما تطلبه رئاسة التحرير من تعديلات، فإذا لم ترجع مخطوطة البحث ضمن هذه المهلة، أو لم يستجب الباحث لما طلب إليه، فإنه يصرف النظر عن قبول البحث للنشر، مع إمكانية تقديمه مجدداً للمجلة بوصفه بحثاً جديداً.

ملاحظات مهمة:

- البحوث المنشورة في المجلة تعبر عن وجهة نظر صاحبها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة تحرير المجلة.
- يخضع ترتيب البحوث في المجلة وأعدادها المتتالية لأسس علمية وفنية خاصة بالمجلة.
- لا تعاد البحوث التي لا تقبل للنشر في المجلة إلى أصحابها.
- تدفع المجلة مكافآت رمزية للمحكمين وقدرها، 2000 ل.س.
- تمنح مكافآت النشر والتحكيم عند صدور المقالات العلمية في المجلة.
- لا تمنح البحوث المستلة من مشاريع التخرج، ورسائل الماجستير والدكتوراه أية مكافأة مالية، ويكتفى بمنح الباحث الموافقة على النشر.
- في حال ثبوت وجود بحث منشور في مجلة أخرى، يحق لمجلة جامعة حماة اتخاذ الإجراءات القانونية الخاصة بالحماية الفكرية، ومعاينة المخالف بحسب القوانين الناظمة.

الاشتراك في المجلة:

يمكن الاشتراك في المجلة للأفراد والمؤسسات والهيئات العامة والخاصة.

عنوان المجلة:

- يمكن تسليم النسخ المطلوبة من المادة العلمية مباشرةً إلى إدارة تحرير المجلة على العنوان التالي : سورية - حماة - شارع العلمين - بناء كلية الطب البيطري - إدارة تحرير المجلة.
- البريد الإلكتروني الآتي : hama.journal@gmail.com
- magazine@hama-univ.edu.sy
- عنوان الموقع الإلكتروني: www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/
- رقم الهاتف: 00963 33 2245135

فهرس محتويات

رقم الصفحة	اسم الباحث	عنوان البحث
1	م.حمزة فاضل أ.د.م. علي خضور	تحلية مياه البحر بالاعتماد على الطاقة الكهرو-شمسية
18	م. سميرة شعار أ.د. د. إيهاب عبد الله	ايجاد نموذج رياضي لحساب النتج -التبخر المرجعي (القسم الأوسط من حوض العاصي)
32	علاء عليشه د.اناس ليلي	تحليل أداء شبكات نقل الصوت عبر الانترنت عند استخدام آليات إدارة الازدحام في الموجهات
51	د.م.رائد سلمان جعفر	التنبؤ بمؤشر جودة المياه السطحية باستخدام التحليل التمييزي والانحدار الخطي المتعدد
74	د.م. بسام فركوح م.علي بلال	تقدير الطلب المائي الكلي للمدينة الصناعية بحسباء
90	م. علي بلال د.م. وسام نخلة د.م. بسام فركوح	الكفاءة الاقتصادية لاستخدام المياه في بعض البلدان العربية وكيفية الاستفادة منها في سورية
106	م.رشا الحجل د.م. رافة خازم	دراسة مقارنة لأحدث التطورات في خوارزمية الجدولة الدورانية
124	م. يزن سامر فطوم د.م. براق نجيب غربي	الاستدامة في التخطيط الحضري و دورها في مواجهة الأوبئة
151	م. زهراء حسان النداف د.م. حسين جنيدي أ.د.م. محمود فطامة	استخدام الحوامل البيولوجية من البولي بروبيلين لتعزيز أداء أحواض التهوية بالحماة المنشطة

تحلية مياه البحر بالاعتماد على الطاقة الكهرو-شمسية

أ.د.م. علي خضور**

م.حمزة فاضل*

(الإيداع:7 نيسان 2022،القبول:19 حزيران 2022)

الملخص:

يعرض البحث اعتبارات تصميم واختيار واختبار جهاز مخبري لتحلية المياه يعمل بالطاقة الكهرو-شمسية لأغراض توفير مياه صالحة للشرب وللإستخدام في العديد من المنشآت التي يدخل الماء فيها، مما يخفف الاعتماد على مياه الأمطار والمياه الجوفية ويتيح الإستفادة من الطاقة الكهرو-شمسية في تخفيض تكلفة تحلية المياه عند توافر كمية كافية من الإشعاع الشمسي في منطقة التركيب.

الجهاز يمكن استخدامه في الأماكن الصحراوية والريفية النائية التي تنعدم فيها المياه العذبة ولا تتوفر فيها الكهرباء. إن إحدى الخيارات المتاحة في بلادنا لتحلية المياه هو استخدام أجهزة تعمل بالطاقة الكهرو-شمسية حيث تتميز ببساطة التركيب وانخفاض تكاليف التشغيل وسهولة الصيانة وإمكانية الحصول على إنتاجية كبيرة ومردود أفضل. في هذه المقالة تم عرض جميع الخطوات الضرورية والمكونات الرئيسية اللازمة لتصميم جهاز تحلية مياه باستخدام الطاقة الكهرو-شمسية منخفض التكلفة وصادق للبيئة مع دراسة اقتصادية مقارنة.

الكلمات المفتاحية: تحلية المياه – الطاقة الكهرو-شمسية – تحلية المياه بالطاقة الكهرو-شمسية – خلايا PV.

*ماجستير طاقة شمسية وطاقت متجددة – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس.

**أستاذ دكتور في هندسة التوتر العالي- كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس.

seawater desalination based on electro solar energy

Hamza Fadil*

Ali Addour**

(Received:7 April 2022,Accepted:19 June 2022)

Abstract:

The research presents considerations for designing, selecting and testing a laboratory device for water desalination, which works by electro solar to provide water good for drinking, and for various uses in the establishments that use water.

This device reduces the dependence on rainwater and groundwater. Furthermore, it helps getting use of electro solar energy in reducing the high costs of water desalination when a sufficient amount of solar radiation is available in the installation area. This device can be used in remote deserts and rural areas where there are neither freshwater nor electricity.

One of the choices in Syria for water desalination is using devices work by electro solar energy, which are featured by simplicity of installation, a maintenance, low costs of running, and great productivity with better output.

This research presents all the necessary steps and the main components required for designing water desalination by using electro solar energy that is low cost, environment friend, (renewable) with an economic study compared.

Keywords: Water desalination–Solar power (energy)–desalination by solar power–PV cells.

*Master's degree in solar energy and renewable energies.

**Professor of high tension engineering.

1. المقدمة:

يُعتبر الماء القاعدة الأساسية التي تقوم عليها الحياة فوق الأرض، فعلى المياه قامت أولى الحضارات البشرية، وحيثما وجد الماء وجدت الحضارات.

تغطي المياه مساحة كبيرة من الأرض تصل إلى حوالي ثلاثة أرباع سطح هذا الكوكب، ولكن تصل نسبة المياه العذبة إلى حوالي 1% فقط من إجمالي المياه الموجودة على الأرض.

وأدى التزايد الهائل في عدد السكان والتطور الصناعي والزراعي إلى تلوث المياه، ونتيجة لاقتران مصادر المياه العذبة على المياه الجوفية، وهي مصدر محدود، برزت مشكلة النقص الحاد في المياه العذبة.

وفي هذه المقالة تم القيام بدراسة فنية واقتصادية لجهاز مخبري يُستخدم لتحلية مياه البحر وذلك بالاستفادة من أحد أنواع الطاقات المتجددة وهي الطاقة الكهروضوئية كمشغل للجهاز.

2. أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في الحصول على المياه العذبة، من خلال استخدام جهاز لتحلية الماء المالح بالطاقة الكهروضوئية، ويمكن استخدامه في المناطق الريفية والنائية والصحراوية، والمناطق التي يقل فيها وجود المياه العذبة. كما تكمن أهمية البحث في تخفيض تكلفة تحلية المياه باستخدام الطاقة الكهروضوئية.

3. هدف البحث:

تصميم جهاز مخبري بسيط لتحلية مياه البحر بالاعتماد على الطاقة الكهروضوئية من أجل:

- إنتاج مياه صالحة للشرب.
- تشغيل الجهاز بالاعتماد على الطاقة الكهروضوئية المتجددة كبديل عن الطاقة الكهربائية.
- تحقيق جدوى اقتصادية باستخدام الجهاز المصمم.

4. المواد وطرائق البحث:

تم اتباع المنهج التجريبي التحليلي لتحقيق أهداف البحث، حيث تم ترتيب خطوات البحث وتوصيف الإجراءات اللازمة لإنجاز البحث، وتم إجراء وتوصيف التجارب اللازمة لإثبات الفرضيات. واتبعت الخطوات والمراحل التالية لإنجاز البحث:

- ✓ تصميم جهاز مخبري لتحلية المياه يعمل على الطاقة الكهروضوئية.
- ✓ حساب قيمة ونوع الأحمال المطلوب تغذيتها بالجهاز المخبري.
- ✓ تصميم نظام الطاقة الكهروضوئية المناسب، والذي يؤمن التغذية الموثوقة للجهاز.
- ✓ إجراء الدراسة الاقتصادية للطاقة المستعان بها لتغذية الجهاز، ومقارنتها مع طرق أخرى وتحديد الأفضل.

5. مراحل تحلية المياه:**1- المعالجة الأولية للمياه:**

تتم معالجة مياه التغذية الداخلة لوحدة التحلية لحماية الوحدة والأجهزة من التآكل وترسب الأملاح، ومن عمليات ترسب العوالق والمواد العضوية. وتختلف عملية المعالجة الأولية حسب تكنولوجيا التحلية المستخدمة (حرارية، غشائية، ...).

وأهم المعالجات الأولية في التقنيات الحرارية:

✓ التصفية الشبكية وترسيب المواد الصلبة العالقة من أجل تقليل تركيز العوالق في مجرى التغذية إلى المستوى المقبول لعمل الوحدات.

✓ التعقيم ويتم عادة بإضافة مواد معقمة مثل: الهيوكلوريت أو الكلور أو غيرها من أجل الحد من تكوين الأمونيا والنتروجين العضوي، وخصوصاً في الأجزاء الباردة من الوحدات التشغيلية مثل: مواسير التغذية والمرشحات.

2- عملية إزالة الأملاح:

ويتم فيها إزالة جميع الأملاح الذائبة في المياه والفيروسات والمواد الأخرى كالمواد الكيميائية والعضوية المنقولة والذائبة في الماء. وتتم عن طريق استخدام الأغشية أو التقطير.

3- المعالجة النهائية للمياه:

ويتم فيها إضافة بعض الأملاح والمواد الأخرى لجعل الماء صالحا للاستخدام البشري وهذا يتم فقط عندما يكون الهدف من العملية خدمة المرافق التابعة للاستهلاك المباشر للبشر كالشرب أو الاستخدام المنزلي أو الزراعة.

6. توصيف الجهاز المخبري:

تم تصميم جهاز مخبري بسيط لتحلية المياه يعمل بنظام الطاقة الكهروضوئية وتم دراسة أدائه واقتصاداته.

**أجزاء جهاز الاختبار المدروس:**

- (1) المراوح.
- (2) الغطاء المخروطي.
- (3) قواطع كهربائية.
- (4) ميزان حرارة زئبقي.
- (5) وعاء معدني مغلف بالصفوف الزجاجي الأصفر.
- (6) مقياس لمعرفة مستوى الماء داخل الوعاء.
- (7) قاعدة.

الشكل رقم (1): جهاز الاختبار المستخدم

جهاز الاختبار عبارة عن وعاء معدني مصنوع من الألمنيوم لخفة وزنه، وسهولة تشكيله، ولتحمله الحرارة ومقاومته للصدأ، سعة الوعاء (18 liter) وقطره (36 cm) وارتفاعه (20 cm) وله غطاء على شكل مخروطي ارتفاعه (20 cm) لتكثيف البخار، ويحتوي على سخان باستطاعة (500 W) ومروحتي تبريد باستطاعة (36 W) للمساعدة بعملية تكثيف بخار الماء. ينتج الجهاز حوالي (15 liter) من الماء المقطر لضمان عدم حدوث عطل في السخان، وهذه الكمية كافية لإمداد جهاز التعقيم الرطب العامل ضمن أي مشفى بالماء المقطر.

يعمل الجهاز على تيار متناوب (V) 220 وتردد (Hz) 50، ومزود بحساس حرارة أتوماتيكي لفصل السخان عند درجة حرارة محددة وقواطع كهربائية لفصل السخان أو المراوح حسب الحاجة بالإضافة إلى ميزان حرارة زئبقي يقيس حرارة المياه داخل الجهاز، ومؤشر لمعرفة مستوى المياه داخل الجهاز، وتم عزل الجهاز بمادة الصفوف الزجاجي الأصفر لتخفيف

التبادل الحراري مع الوسط المحيط، ويوجد في أسفل الجهاز صمام لتنظيف الجهاز من الأملاح والشوائب بعد إجراء عملية التحلية والتي يمكن الاستفادة منها كمادة خام في إنتاج ملح الطعام.

7. الاعتبارات التصميمية:

بشكل عام: إن الخطوات الأساسية المتبعة عند تصميم نظام لتحلية المياه بالطاقة الكهروضوئية هي:

- تحديد حجم المياه الواجب تحليتها كل يوم.
- معرفة عدد ساعات وجود ضوء الشمس في الموقع المدروس.
- اختيار نوع الألواح الشمسية المطلوبة.
- اختيار مكونات النظام (مدخرة - أسلاك توصيل - رافع جهد ...).
- اختيار سخان بخصائص توافق كمية المياه المراد تحليتها يومياً.
- اختيار الملحقات المناسبة وطريقة ربطها وتركيبها (حساس حراري - محدد مستوى المياه ...).
- تحديد نوع العازل المناسب للمنطقة المدروسة.

7-1. تحديد الحاجة للمياه:

الخطوة الأولى في تحديد حجم النظام تحديد كمية الماء المطلوبة فإذا تفاوتت الحاجة للماء في أثناء الفصل يجب أن نعتمد الكمية الأكبر التي من المتوقع استهلاكها يومياً وهي (10) ليتر شتاءً و (15) ليتر صيفاً.

7-2. ملاءمة موقع مصدر الماء للطاقة الكهروضوئية:

- ✓ يجب أن يكون موقع مصدر الماء المراد تحليتها ملائماً لتركيبة نظام الطاقة الكهروضوئية.
- ✓ يجب أن تكون الألواح الكهروضوئية في مكان مكشوف ولا يوجد عوائق أمامها.
- ✓ يجب أن تكون المواقع محضرة لوضع مكونات النظام وملحقاته.
- ✓ يجب أن تكون الألواح الشمسية قريبة من موقع الجهاز لتقليل طول السلك وكلفة التركيب.

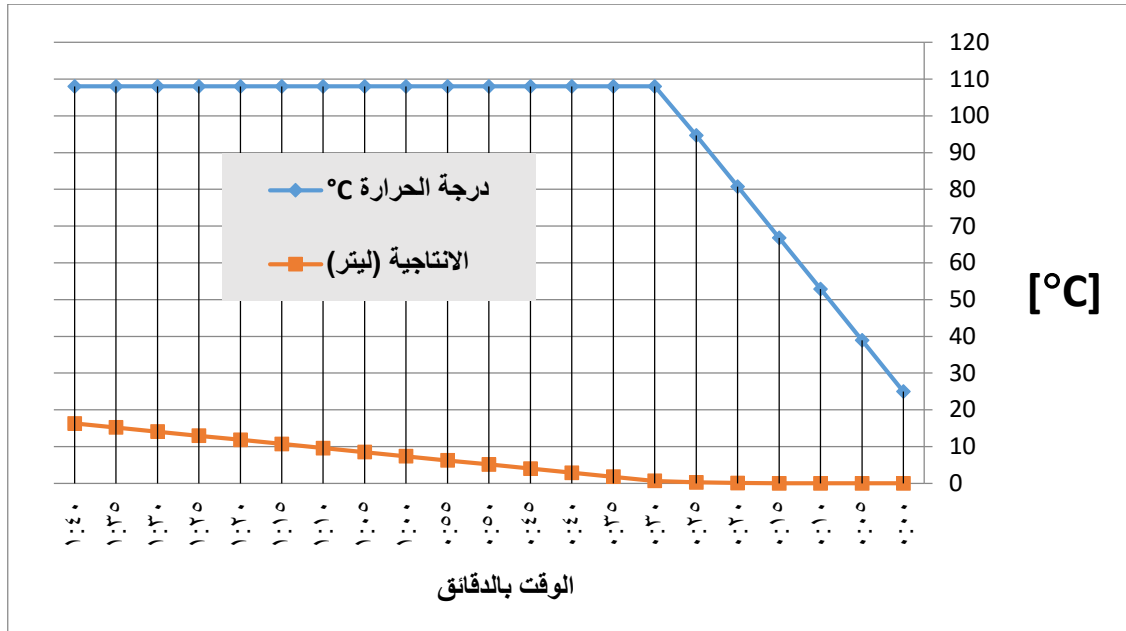
8. نتائج الاختبارات على الجهاز المدروس:

تم إجراء اختبارات على الجهاز باستخدام سخان باستطاعات مختلفة (500, 3000, 3500 watt) وذلك لمعرفة إنتاجية الجهاز عند كل استطاعة وفيما يلي جداول توضح نتائج الاختبارات:

عند استخدام سخان باستطاعة (3500 W):

الجدول رقم (1): قيم الإنتاجية ودرجة الحرارة عند استخدام سخان باستطاعة (3500 W)

المدة	درجة الحرارة	الإنتاجية	المدة	درجة الحرارة	الإنتاجية	المدة	درجة الحرارة	الإنتاجية
دقيقة	C	ليتر	دقيقة	C	ليتر	دقيقة	C	ليتر
0:00	25	0	0:35	108	1.8	1:10	108	9.6
0:05	39	0	0:40	108	2.9	1:15	108	10.7
0:10	53	0	0:45	108	4.0	1:20	108	11.8
0:15	67	0	0:50	108	5.1	1:25	108	12.9
0:20	81	0.1	0:55	108	6.2	1:30	108	14.1
0:25	95	0.3	1:00	108	7.4	1:35	108	15.2
0:30	108	0.7	1:05	108	8.5	1:40	108	16.3



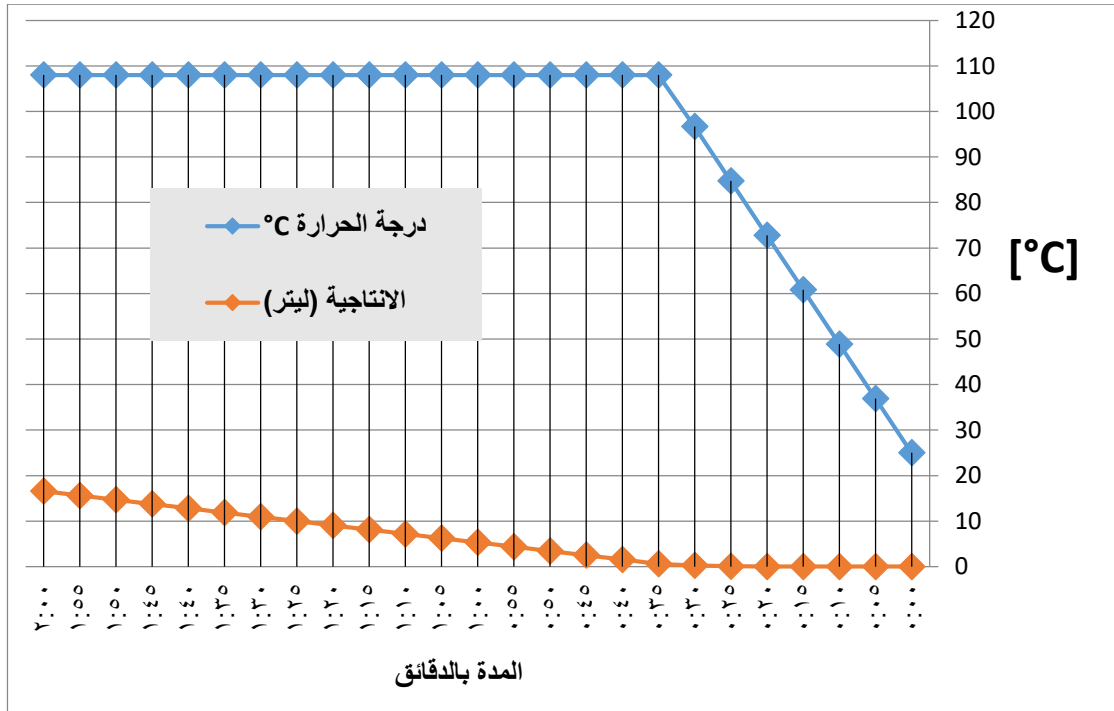
الشكل رقم(2): منحنيات الإنتاجية ودرجة الحرارة عند استخدام سخان باستطاعة 3500 W

- عند استخدام سخان باستطاعة (3500W): بدأت إنتاجية الجهاز عند درجة حرارة (81°C) وكانت المدة تقريباً عشرون دقيقة وتم الحصول على الإنتاجية المطلوبة خلال وقت وقدره ساعة وأربعون دقيقة تقريباً.

عند استخدام سخان باستطاعة (3000 W):

الجدول رقم (2): قيم الإنتاجية ودرجة الحرارة عند استخدام سخان باستطاعة (3000 W)

المدة	درجة الحرارة	الإنتاجية	المدة	درجة الحرارة	الإنتاجية	المدة	درجة الحرارة	الإنتاجية
دقيقة	C	ليتر	دقيقة	C	ليتر	دقيقة	C	ليتر
0:00	25	0	0:45	108	2.5	1:30	108	10.9
0:05	37	0	0:50	108	3.4	1:35	108	11.9
0:10	49	0	0:55	108	4.4	1:40	108	12.8
0:15	61	0	1:00	108	5.3	1:45	108	13.8
0:20	73	0	1:05	108	6.3	1:50	108	14.7
0:25	85	0.1	1:10	108	7.2	1:55	108	15.6
0:30	97	0.3	1:15	108	8.1	2:00	108	16.6
0:35	108	0.6	1:20	108	9.1			



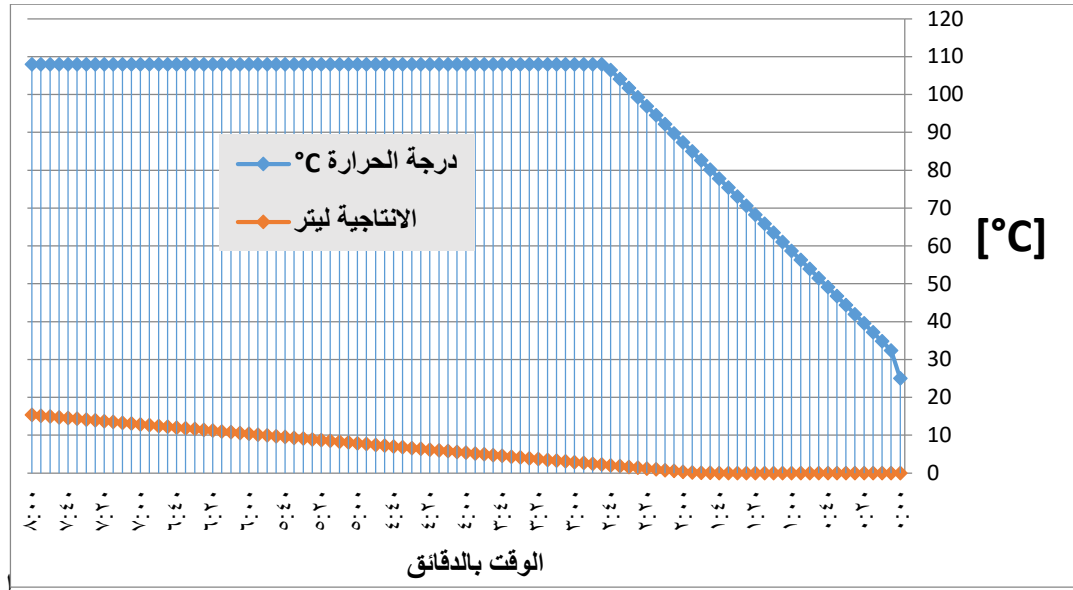
الشكل رقم (3): منحنيات الإنتاجية ودرجة الحرارة عند استخدام سخان باستطاعة 3000 W

- عند استخدام سخان (3000W): بدأت إنتاجية الجهاز عند درجة حرارة (85°C) وكانت المدة تقريباً خمسة وعشرون دقيقة وتم الحصول على الإنتاجية المطلوبة خلال وقت وقدره ساعتان تقريباً.

عند استخدام سخان باستطاعة (500 W):

الجدول رقم (3): قيم الإنتاجية ودرجة الحرارة عند استخدام سخان باستطاعة (500 W)

الانتاجية	درجة الحرارة	المدة	الانتاجية	درجة الحرارة	المدة	الانتاجية	درجة الحرارة	المدة	الانتاجية	درجة الحرارة	المدة
ليتر	C	دقيقة	ليتر	C	دقيقة	ليتر	C	دقيقة	ليتر	C	دقيقة
11.0	108	6:15	5.8	108	4:10	0.6	90	2:05	0	25	0:00
11.2	108	6:20	6.0	108	4:15	0.8	92	2:10	0	32	0:05
11.4	108	6:25	6.2	108	4:20	1.0	95	2:15	0	35	0:10
11.6	108	6:30	6.4	108	4:25	1.2	97	2:20	0	37	0:15
11.8	108	6:35	6.6	108	4:30	1.4	99	2:25	0	40	0:20
12.0	108	6:40	6.8	108	4:35	1.6	102	2:30	0	42	0:25
12.2	108	6:45	7.0	108	4:40	1.8	104	2:35	0	44	0:30
12.4	108	6:50	7.2	108	4:45	2.0	106	2:40	0	47	0:35
12.6	108	6:55	7.4	108	4:50	2.2	108	2:45	0	49	0:40
12.8	108	7:00	7.6	108	4:55	2.4	108	2:50	0	52	0:45
13.1	108	7:05	7.8	108	5:00	2.6	108	2:55	0	54	0:50
13.3	108	7:10	8.1	108	5:05	2.8	108	3:00	0	56	0:55
13.5	108	7:15	8.3	108	5:10	3.1	108	3:05	0	59	1:00
13.7	108	7:20	8.5	108	5:15	3.3	108	3:10	0	61	1:05
13.9	108	7:25	8.7	108	5:20	3.5	108	3:15	0	63	1:10
14.1	108	7:30	8.9	108	5:25	3.7	108	3:20	0	66	1:15
14.3	108	7:35	9.1	108	5:30	3.9	108	3:25	0	68	1:20
14.5	108	7:40	9.3	108	5:35	4.1	108	3:30	0	71	1:25
14.7	108	7:45	9.5	108	5:40	4.3	108	3:35	0	73	1:30
14.9	108	7:50	9.7	108	5:45	4.5	108	3:40	0	75	1:35
15.1	108	7:55	9.9	108	5:50	4.7	108	3:45	0	78	1:40
15.3	108	8:00	10.1	108	5:55	4.9	108	3:50	0	80	1:45
			10.3	108	6:00	5.1	108	3:55	0.1	83	1:50
			10.6	108	6:05	5.3	108	4:00	0.1	85	1:55



الشكل رقم (4): منحنيات الإنتاجية ودرجة الحرارة عند استخدام سخان باستطاعة 500 W

- عند استخدام سخان (500W): بدأت إنتاجية الجهاز عند درجة حرارة (83°C) وكانت المدة تقريباً ساعة وخمسون دقيقة وحصلنا على الإنتاجية المطلوبة خلال وقت وقدره ثمانية ساعات.

9. نتائج تحليل المياه التي تم الحصول عليها من خلال الجهاز:

تم أخذ عينة من المياه الناتجة عن التحلية إلى مخبر المياه في المؤسسة العامة للشرب في محافظة طرطوس وتم القيام بإجراء التحاليل المخبرية للعينة للتأكد من صلاحيتها للشرب، باستخدام الأجهزة المخبرية DR6000 و DR890 وجهاز المعايرة الكومبلكسون فكانت النتائج كما هو موضح في الجدول (4).

الجدول رقم (4): نتائج تحليل المياه بعد تحليتها

الوحدة	النتيجة	الحد الأقصى	المسموح	التحليل	نوع التحليل
M.s/cm	26	2000	1500	الناقلية الكهربائية	فيزيائي
Mg/L	0.1	0.5	0.05	NH ₃	كيميائي
Mg/L	200	700	500	القساوة الكلية	كيميائي
Mg/L	150				كيميائي
Mg/L	34				كيميائي
Mg/L	0.1	0.5	0.05	NH ₄ ⁺	كيميائي
Mg/L	40	200	75	Ca ⁺⁺	كيميائي
Mg/L	12.19	150	50	Mg ⁺⁺	كيميائي
Mg/L	0.03	1	0.3	Fe ⁺⁺⁺	كيميائي
Mg/L	0.02	3	1	Cu ⁺⁺	كيميائي
Mg/L	3	500	250	Cl ⁻	كيميائي
Mg/L	1	500	250	SO ₄ ⁻⁻	كيميائي
Mg/L	34			HCO ₃ ⁻	كيميائي
Mg/L	59	60	50	NO ₃ ⁻	كيميائي
Mg/L	0.014	0.2	0.2	NO ₂ ⁻	كيميائي
Mg/L	0.4	1	0.5	Po ₄ ⁻	كيميائي

والملاحظ من الجدول أن تركيب المياه الناتجة أقرب الى تركيب المياه المقطرة والتي تحتاج الى معالجة ثانوية، حيث تعد المعالجة الثانوية ضرورية للوصول بالماء المنتج إلى ماء عذب قابل للاستهلاك خاصة للأغراض المنزلية، ويتوقف نوع المعالجات وقوتها على العملية المعتمدة والغرض من الماء المنتج.

تنتج التقنيات الحرارية تقريباً ماءً مقطراً مع محتوى ملحي منخفض (10-20 ppm)، وهذا النوع من الماء صالح للتطبيقات الصناعية حيث يكون الماء النقي مطلوباً، إلا أنه من الضروري إعادة تملحه إذا كان الغرض من استخدامه هو الاستخدام المنزلي، وإعادة التملح ضرورية للارتقاء بنوعية الماء المنتج إلى درجة مقبولة، وفق مواصفات منظمة الصحة العالمية (بضعة مئات من أجزاء المليون).

يتطلب الماء المنتج للاستعمال البشري معالجة لاحقة وخاصة في مجال الشرب، تتركز أساساً في معادلة pH للماء لتقليل تآكل شبكة توزيع الماء، ويجري تقييم الناتج أيضاً لمنع النمو البيولوجي ولضمان تطهيره. إن الخطوات التالية تمثل المعالجة الثانوية المعتادة المرتبطة بالتقنيات الحرارية:

1. امتصاص CO₂ بتدوير حجر الجير الذي يتفاعل معه، ونزع الغازات وبالأخص CO₂ غير المتفاعل، ومعادلة pH بإضافة NaOH.

2. كلورة المنتج المعالج لمنع النمو البيولوجي وأي اختزال محتمل لمركبات الحديدوز (ظاهرة الماء المحمر) بواسطة البكتيريا المختزلة للحديد.

والملاحظ من النتائج المخبرية المبينة بالجدول (4):

1. يوجد نقص في الكالسيوم يمكن تعويضه باستخدام عدة طرق، حسب دراسات مرجعية يمكن إضافة عدة مواد لتصبح المياه غنية بالكالسيوم منها قطرات معدنية من مياه صالحة للشرب أو إضافة أقراص الكالسيوم المتوفرة في الصيدليات أو إضافة ملح الهالالايا الوردي اللون الغني بالمعادن والكالسيوم.

2. الناقلية الكهربائية والقساوة الكلزية والقساوة الكلية منخفضة نوعاً ما ولكنها تبقى مطابقة للمواصفات القياسية.

3. النشادر والمركبات العضوية منخفضة وهذا شيء إيجابي جداً، حيث لا يمكن معالجة ارتفاع نسب هذه المركبات وبالتالي تصبح المياه غير صالحة للاستخدام البشري.

4. المنغنيز، الزنك، النترت، النحاس، الفوسفات، الحديد، الكبريتات، النترات منخفضة نوعاً ما بفعل عملية التقطير ولكنها بقيت ضمن الحدود المسموح بها والمطابقة للمواصفات القياسية.

والجدير بالذكر أن تواجد المعادن في الماء يكون بكميات قليلة، وبالتالي فإن معظم المعادن لا يمكن للجسم البشري أن يؤمنها إلا عن طريق تناول الطعام بوجبات متوازنة غنية بالمعادن والبروتينات التي يحتاجها الجسم.

10. الدراسة الكهربائية للنظام الكهروضوئي المقترح لتغذية جهاز الاختبار:

تم القيام بدراسة نظرية لتأمين التغذية الكهربائية لسخان الجهاز المخبري (500W) المدروس عن طريق الطاقة الكهروضوئية، كما تم اختيار مكونات النظام الشمسي (المدخرات- الألواح الشمسية - المعرج) وفق دراسة أكاديمية مفصلة، ويمكن دراسة أي استطاعة مطلوبة لسخان تغذية الجهاز وفق نفس الطريقة.

10-1. آلية عمل الجهاز:

تتوضح استراتيجية العمل للجهاز المدروس وفق ما يلي:

- ✓ عندما يكون النظام الشمسي قادر على تغذية الحمل وشحن المدخرات خلال النهار فإن مصدر التغذية للجهاز وشحن المدخرات سيكون الألواح الكهروضوئية.
- ✓ في الليل أو عند عدم توفر الشمس ستغذي المدخرات الجهاز.

2-10. الموقع:

تمت الدراسة للجهاز من أجل العمل في معظم مناطق سوريا الممتدة بين:

- ✓ خطي عرض 32 – 37.5 شمال خط الاستواء.
- ✓ وخطي طول 35.5 – 42 شرق غرينتش.
- ✓ ومعدل الإشعاع الشمسي 6 ساعات يومياً.

3-10. حمل الجهاز:

يحتوي الجهاز على:

- ✓ سخان كهربائي باستطاعة (500 W) ومروحتي تبريد استطاعة الواحدة (18 W).

$$P_{load} = 500 + 36 = 536 \text{ W/h} \quad \checkmark \text{ استطاعة الحمل:}$$







4-10. حسابات الأحمال ومكونات النظام الكهروضوئي:

- ✓ السطوع الشمسي السنوي 1780 h.
- ✓ متوسط عدد ساعات السطوع الشمسي $T_{min} = 6 \text{ h}$.
- ✓ كفاءة المبدل $\eta_i = 94\%$
- ✓ كفاءة المدخرات $\eta_b = 85\%$
- ✓ كفاءة متحكم الشحن (الشاحن الشمسي) $\eta_c = 94\%$
- ✓ الاستطاعة الإجمالية: $536 \text{ W} = 500 + (18 \times 2)$
- ✓ عدد ساعات العمل في اليوم الواحد 6 ساعات فيكون: $3216 \text{ (W/day)} = 6 \times 536$

5-10. حساب عدد الألواح:

في هذا البحث تم استخدام لوح من نوع SL330S-60M سيليكون أحادي البلورة، ومواصفات اللوح المستخدم مبينة في الجدول (5).

الجدول رقم (5): مواصفات اللوح المختار

	
Module Type:	SL270S-60M
Rated Max. Power	Pmax [W] 330
Open Circuit Voltage	Voc [V] 41.1
Rated Voltage	Vmp [V] 34.98
Short Circuit Current	Isc [A] 10.8
Rated Current	Imp [A] 9.43
Tolerance of Pmax	0~+3%
<i>Power Specifications at STC: 1000W/m2, 25°C, AM 1.5</i>	
Maximum System Voltage	1000VDC
Weight	[kg] 20
Dimension	[mm] 1940*992*40
Maximum Series Fuse Rating	[A] 16
Application Class	A
 IEC-61215	
 IEC-61730	
 CAUTION Potential electrical hazard.	Solarie Technik GmbH WTC City Airport, Hermann-Köhl-Str.7, 28199 Bremen FAX: +49.421.9601-150 www.solarie-technik.com
	Made In China

$$V_{DC} = 34.98 \text{ [V]}, \quad I_{DC} = 9.43 \text{ [A]}$$

$$E_{AC}(Wh) = 3216 \text{ (W/day)}$$

- احتياجات الطاقة اليومية من الألواح الشمسية يمكن تحديدها على الشكل التالي:

$$E_r = \frac{E_{DC}}{\eta_b \cdot \eta_c} + \frac{E_{AC}}{\eta_b \cdot \eta_c \cdot \eta_i} = 0 + \frac{3216}{0.85 \cdot 0.94 \cdot 0.94} = 4.28 \text{ [KWh/day]}$$

- استطاعة الذروة للألواح:

$$P_p = \frac{E_r}{T_{min}} = \frac{4.28}{6} = 0.71 \text{ [KWh]}$$

- التيار الكلي المطلوب:

$$I_{DC} = \frac{P_p}{V_{DC}} = \frac{0.71}{34.98} = 20.29 \text{ [A]}$$

- عدد الألواح على الفرع:

$$N_p = \frac{I_{DC}}{I_r} \cong \frac{20.29}{9.43} = 3 \text{ [panels]}$$

- عدد مجموعات الألواح التسلسلية:

$$N_s = \frac{V_{DC}}{V_r} \cong \frac{34.98}{34.98} = 1$$

- العدد الكلي اللازم من الألواح:

$$N = N_p * N_s = 3 * 1 = 3 \text{ [Panel]}$$

6-10. حساب عدد المدخرات اللازمة:

- تحديد نظام التخزين $E_r = 4.28 \text{ KWh}$

- تم اختيار مدخرة من نوع *Tubular JPM (240Ah/12A) Indian manufacturer*



الشكل رقم (6): مدخرة (240Ah/12A) Tubular JPM

- كمية الطاقة المطلوب تخزينها هي:

$$E_{rough} = 4280 \text{ (Watt/Day)}$$

- طاقة الأمان لضمان موثوقية التغذية من المدخرات تساوي:

$$E_{safe} = \frac{E_{rough}}{DOD} = \frac{4280}{0.75} = 5706.6 \text{ (Wh)}$$

- سعة المدخرات المطلوبة يمكن حسابها من العلاقة:

$$C = \frac{E_{safe}}{V_b} = \frac{5706.6}{12} = 475.55 \text{ (Ah)}$$

- عدد المدخرات الكلي:

$$N_b = \frac{C}{C_b} = \frac{475.55}{240} = 1.98145 \cong 2 \text{ (Batt)}$$

- عدد مجموعات المدخرات على التفرع:

$$N_p = \frac{N}{N_s} = \frac{2}{1} = 2 \text{ (Batt)}$$

النتيجة: الجهاز يحتاج إلى ثلاثة ألواح كهروضمسية 330W توصل على التوازي ومدخرتين 240A توصل على التوازي.

10-7. حساب منظم (متحكم) الشحن:

تم اختيار منظم شحن من نوع 2KW SCC-MPPT بالمواصفات المبينة في الشكل (7). يتحكم الشاحن بتدفق التيار، ووفقاً لهذه الوظيفة فإن منظم الجهد الجيد يجب أن يكون قادر على تحمل التيار الأعظمي الذي تولده مصفوفة الألواح الشمسية. تحديد منظم الشحن يتم بتحديد تيار وجهد المنظم، يمكن الحصول على جهد المنظم بضرب تيار القصر للألواح المتصلة على التوازي بعامل أمان F_{safe} ، بالتالي فإن التيار الاسمي لمنظم الشحن يعطى بالعلاقة:

$$I = I_{sc} \cdot N_p \cdot F_{safe} = 10.8 \cdot 3 \cdot 1.25 = 40 \text{ (Ah)}$$



الشكل رقم (7): مواصفات منظم الشحن.

10-8. تحديد المعرج (المبدل):

يتم حساب طاقة المعرج بالعلاقة التالية:

$$P_{inv} = 1.25(P_{niL} + 3P_{iL}) = 1.25(500 + (3 \times 36)) = 760 \text{ Watt}$$

حيث أن: P_{inv} طاقة المعرج - P_{niL} الأحمال غير التحريضية - P_{iL} الأحمال التحريضية.
الأحمال غير التحريضية تساوي:

$$P_{niL} = \sum_{I=1}^I P_{niLi} = 500 \text{ Watt}$$

الأحمال التحريضية تساوي:

$$3. P_{iL} = \sum_{I=1}^I P_{iLk} = 3 \times 36 = 108 \text{ Watt}$$

نختار معرج باستطاعة 1000 W، وبجهد دخل DC Voltage = 12 V وبجهد خرج $V_{ac} = 230 \text{ V}$.



الشكل رقم (8): مواصفات المعرج المستخدم

مميزات جهاز التحلية:

- A. بسيط التركيب ومنخفض التكلفة.
- B. لا يحتاج إلى ماء للتبريد، لذلك يمكن استخدامه في أماكن بعيدة عن مصدر كبير للمياه.
- C. صديق للبيئة يعتمد على الطاقة الكهروضوئية لتأمين الكهرباء اللازمة لعمل سخان.
- D. باستخدامنا للمدخرات المرافقة للألواح يمكننا إجراء عملية التحلية ليلاً نهاراً على مدار اليوم.
- E. سهل الصيانة ويمكن تدريب أي شخص لاستخدامه وصيانته.
- F. يعمل على جميع مصادر المياه الغير صالحة للشرب كمياه الآبار.....
- G. باستخدامنا للسخان ستصبح عملية التقطير، أسرع، والإنتاجية أكبر، والمردود أفضل.
- H. يمكن استخدامه في المناطق الصحراوية والريفية والمناطق التي تقل فيها المياه العذبة.
- I. يمكن استخدامه داخل المخابر والمشافي، لإمداد جهاز التعقيم الرطب بالماء المقطر.

11-1 الجدوى الاقتصادية لتحلية مياه البحر باستخدام الطاقة الكهروضوئية:

تم مقارنة تكاليف تحلية مياه البحر باستخدام الطاقة الكهروضوئية ذي المواصفات المذكورة سابقاً مع نظام تسخين تقليدي يستخدم سخان كهربائي مزود بالطاقة عن طريق مجموعة توليد تعمل بواسطة الوقود الأحفوري (البنزين)، وذلك عن طريق حساب الكلفة لدورة العمر الافتراضي للنظامين خلال 20 عام، وذلك كما هو مبين في الجدول (6).

الجدول رقم(6): مقارنة بين تكاليف التشغيل على مولد كهربائي يعمل على البنزين وعلى الطاقة الكهروشمسية

نوع النظام	الوحدة	مولد كهربائي	كهروشمسي
استطاعة السخان	W	500	500
استطاعة المراوح	W	36	36
مجموع الأحمال AC	W	536	536
استطاعة مجموعة التوليد	W	1000	990
التكاليف الثابتة			
كلفة مجموعة التوليد	S.P	800,000	لا يوجد
كلفة خزان الوقود	S.P	950000	لا يوجد
أجور التركيب والكابلات	S.P	250,000	400,000
كلفة الألواح الشمسية	S.P	لا يوجد	1,800,000
رافع الجهد + منظم الشحن	S.P	لا يوجد	800,000
مجموع التكاليف الثابتة	S.P	2,000,000	3,000,000
تكاليف التشغيل والصيانة			
استهلاك الوقود (0.5 لتر/ساعة) (6 ساعات عمل يومياً) أي 3 لتر يومياً	Liter	9000	لا يوجد
كلفة الوقود خلال 20 عام (300 يوم عمل في العام)	S.P	54.000.000	لا يوجد
كلفة استهلاك الشحوم والزيوت في 20 عام	S.P	2,000,000	لا يوجد
مدخرتين 240 أمبير كل ثلاثة سنوات	S.P	لا يوجد	2,100,000
مدخرتين 240 أمبير (خلال 20 عام)	S.P	لا يوجد	14,900,000
كلفة صيانة المجموعة (خلال 20 عام)	S.P	2,000,000	2,000,000
مجموع تكاليف التشغيل والصيانة	S.P	58.000.000	19,000,000
المجموع الكلي للتكاليف	S.P	60,000,000	22,000,000

الجدول (6) يبين تكاليف التشغيل باستخدام مولدة تعمل على البنزين على اعتبار سعر ليتر البنزين الأوكتان 95 وفق السعر الرسمي / 3000 / ل. س لليتر الواحد.

حيث يلاحظ من الجدول ووفقاً للحسابات البسيطة للتكاليف في كل من النظام العامل بالوقود والنظام الشمسي بأن: نظام تحلية المياه بالطاقة الكهروشمسية أكثر جدوى اقتصادية من نظام البنزين.

كما يلاحظ من الجدول أن متوسط تكلفة تشغيل الجهاز سنوياً بالنظام الشمسي خلال عمره الافتراضي البالغ 20 عام تبلغ (1.100.000) ليرة سنوياً، ومتوسط تكلفة تشغيل الجهاز سنوياً على النظام التقليدي البنزين بلغت (3.000.000) ليرة، فهي تساوي تقريباً مصروف ثلاثة أعوام للنظام الكهروشمسي.

حيث يمكن القول إن النظام الشمسي يعمل نحو 7 أعوام مجاناً خلال عمره الافتراضي البالغ 20 سنة مقارنة مع النظام التقليدي البنزين.

12. قيمة الوفر الاقتصادي في الوقود الأحفوري عند استخدام الطاقة الكهروشمسية:

بفرض أن المنشأة تعمل لتحلية المياه لمدة 6 ساعات في اليوم وتستهلك في كل ساعة نصف لتر فتكون مستهلكة على مدار عمر المشروع البالغ 20 عاماً (54.000.000) ليرة سورية، وذلك باعتبار أن السعر الرسمي للبنزين أوكتان 95 (3000) ليرة سورية للتر الواحد، وبالتالي قيمة الوقود والطاقة الكهربائية المستهلكة كبيرة نسبياً، وباستخدام الطاقة الكهروشمسية فإن المنشأة توفر (38.000.000) ليرة سورية خلال عمر المشروع الافتراضي 20 عام، فلو تم التحول لاستخدام الطاقة الكهروشمسية المتجددة لأمكن توفير مبالغ ضخمة لشراء المحروقات في كل عام، لذلك لا مانع من تشجيع المنشآت بضرورة وأهمية التحول لاستخدام الطاقة الكهروشمسية المتجددة من خلال إيجاد طريقة أو آلية ما لدعم هذه المشاريع وتشجيعها عن طريق قروض أو منح قيمة التكاليف الثابتة لتجهيزات الطاقة الكهروشمسية على غرار الآلية المتبعة في المشاريع المتطورة.

$$*100 = \frac{\text{مجموع تكاليف تشغيل الجهاز على (النظام التقليدي البنزين - نظام الطاقة الكهروشمسية)}}{\text{مجموع تكاليف تشغيل الجهاز على النظام التقليدي البنزين}} = \text{نسبة الوفر الاقتصادي}$$

$$\text{نسبة الوفر الاقتصادي} = \frac{60.000.000 - 22.000.000}{60.000.000} * 100 = 63 \%$$

13. الاستنتاجات والمقترحات:

- ✓ إن نظام التحلية بالطاقة الكهرو-شمسية المصمم ذو موثوقية عالية وجدوى اقتصادية مبررة مقارنة بالنظم التقليدية.
- ✓ بينت نتائج الجهاز المستخدم من خلال إجراء الاختبارات في مخبر المياه بأن مواصفات المياه الناتجة أقرب إلى تركيب المياه المقطرة والتي تحتاج إلى معالجة ثانوية بموجب إجراءات متعددة مختلفة لإنتاج مياه نقيه بدرجة عالية يمكن استخدامها في شتى مجالات الحياة كالشرب والزراعة والصناعة....
- ✓ بينت نتائج الجهاز المستخدم من خلال إجراء الاختبارات يوجد نقص في الكالسيوم يمكن تعويضه عن طريق عدة طرق، حسب دراسات مرجعية يمكن إضافة عدة مواد لتصبح المياه غنية بالكالسيوم منها قطرات معدنية من مياه صالحة للشرب أو إضافة أقراص الكالسيوم المتوفرة في الصيدليات أو إضافة ملح الهالالايا الوردى اللون الغني بالمعادن والكالسيوم.
- ✓ المنغنيز، الزنك، النترت، النحاس، الفوسفات، الحديد، الكبريتات، النترات منخفضة نوعاً ما بفعل عملية التقطير ولكنها بقيت ضمن الحدود المسموح بها والمطابقة للمواصفات القياسية.
- ✓ باستخدام السخان في عملية التحلية أصبحت عملية التقطير أسرع، والإنتاجية أكبر، والمردود أفضل.
- ✓ إن تكاليف تأسيس منظومة لتحلية المياه بالطاقة الكهرو-شمسية كبيرة عند الإنشاء، بالمقابل فإن تكاليف التشغيل السنوية على مدى عمر المشروع شبه معدومة، وبالتالي تتحقق الجدوى الاقتصادية (استثمار مفضل) من خلال الاستخدام على مدى عمر المشروع الذي يزيد عن 20 عاماً.

✓ إن استخدام الطاقة الكهرو-شمسية في تحلية المياه تساعد على الاستثمار في المناطق الصحراوية والريفية والمناطق التي يقل فيها وجود المياه العذبة، وبتكاليف صيانة منخفضة.

14.التوصيات:

- ✓ إيجاد بدائل للطرق الحالية لعملية التحلية: وذلك عن طريق إجراء تجارب باستخدام أغشية جديدة تكون أفضل من الحالية في عملية فصل الأملاح واختيار العوامل الكيميائية والتشغيلية المناسبة.
- ✓ إيجاد بدائل للمواد الكيميائية المضافة: وذلك عن طريق استخدام الهندسة الوراثية لتسريع عملية تنقية المياه ومعالجتها باستخدام الأحياء الدقيقة.
- ✓ إيجاد بدائل للطاقة المستخدمة لعملية التحلية: وذلك عن طريق استخدام الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح أو طاقة أمواج البحر ...
- ✓ تعميم استخدامات الطاقة الكهرو-شمسية في البادية السورية للاستفادة منها في تحلية المياه الجوفية لإنتاج مياه صالحة للشرب وسقاية قطعان الماشية.

المراجع:

- [1] A. E. Kabeel et al, Design considerations and their effects on the operation and maintenance cost in solar-powered desalination plants, Heat Transfer—Asian Res. 2019;1–15.
- [2] COMPAIN, P. 2012, solar energy for water desalination. Procardia Engineering, 46, 220–227.
- [3] Escwa (Economic and Social Commission for western Asia, Role of desalination in addressing water scarcity, Escwa water development reports3, United Nations, New York, 2009.
- [4] Ioannis C. Karagiannis, Petros G. Soldators, Water desalination cost literature: review and asscsmcat, n*223, 2008.
- [5] Mabrouk Methmani, Influence of fuel costs on seawater desalination options. Desalination. n4 205, 2007.
- [6] Michelle K. Winholz et al, Estimating the cost of desalination plants using a cost database. Dcsalination, n*229, 2008.
- [7] Mohamed Bessenasse et al, seawater desalination: study of three coastal stations in Algiers region, Desalination, n*250, 2010.
- [8] Water Reuse Association Committee, seawater desalination costs, Sustainable Solutions for a Thirsty Planet, while paper, 2013.
- [9] Wei He et al, Field demonstration of a cost–optimized solar powered electro dialysis reversal desalination system in rural India, Desalination 476, 2020.
- [10] Wu Lianying et al, Optimum design of cognatiun for power and desalination to satisfy the demand of water and power, Desalination, n*324, 2013.

ايجاد نموذج رياضي لحساب النتح –التبخـر المرجعي (القسم الأوسط من حوض العاصي)

أ.د. إيهاب عبد الله **

م. سميرة شعار *

(الايـداع: 11 أيلول 2022، القبول: 22 حزيران 2022)

المـلـخـص:

تم في هذا البحث إجراء دراسة تحليلية لقيم النتح –التبخـر المرجعي (Evapo Transpiration Potential) (ETP) المقاسة حقلياً بواسطة جهاز (الليزيمتر)، وربطها بأهم العوامل المناخية المؤثرة على تحديد قيم الـ (ETP) وبالتالي على استهلاك النبات من الماء، ومن أهم هذه العوامل: الرطوبة ودرجة حرارة الهواء وسرعة الرياح وعدد ساعات السطوع الشمسي والهطول المطري، ومن ثم إيجاد معادلة رياضية (خطية) تجريبية لحساب (ETP) وذلك بالاعتماد على تلك العوامل المناخية في منطقة الدراسة (القسم الأوسط من حوض العاصي)، وإجراء مقارنة بين قيمته المحسوبة والمقاسة خلال الفترة الزمنية المدروسة وكذلك في أشهر الجفاف الستة (نيسان، أيار، حزيران، تموز، آب، أيلول)، وتم إجراء مقارنة للقيم المحسوبة مع القيم الناتجة عن معادلة ايفانوف، والتي أعطت قيم أكبر لـ (ETP) في أشهر التحاريق (حزيران، تموز، آب)، وبالتالي يمكن استخدام المعادلة المستنتجة في المنطقة المذكورة في تحديد الاحتياجات المائية المطلوبة للنبات، مما يساهم في ترشيد ورفع كفاءة استخدام مياه الري، ولقد حاكت هذه المعادلة قيم التبخـر – النتح المرجعي في المنطقة المدروسة بشكل جيد، حيث وصل معامل الارتباط لهذه المعادلة إلى (R=80%)، وتبعاً لذلك تبرز الحاجة إلى استنباط معادلات أخرى للمناطق المناخية المختلفة، وذلك للتدقيق في حساب الاحتياجات المائية. أخذت المعطيات من محطة حمص المناخية الواقعة في منطقة الدراسة بالقرب من قرية (تير معلية) على الطريق العام حمص – حماة حوالي 12 كم شمالي مدينة حمص.

الكلمات المفتاحية: التبخـر – عوامل مناخية – الري – الليزيمتر.

*طالبة دكتوراه في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية- كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث- حمص.

**أستاذ في كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص.

Finding a mathematical model for calculating the Evapo Transpiration Potential

(Middle section of the Assi Basin)

Samira Shaar*

Dr.Ihab Abdullah**

(Received:11 April 2022,Acepted:22 June 2022)

Abstract:

In this research an analytical study was conducted for the values of (Evapo Transpiration Potential)(ETP) measured in the field by a (lysimeter)device and linked to the most important climatic factors affecting the determination of the values of (ETP)and consequently on the plants consumption of water. The most important of these factors are humidity air temperature and speed wind and number of hours of solar brightness and precipitation and then finding an empirical (linear) mathematical equation to calculate (ETP) based on those climatic factors in the study area (the middle section of the Orontes Basin) and making a comparison between its calculated and measured value during the studied time period and in the dry months the six (april, may , june , july , august , September) irrigation water, This equation simulates the reference evaporation and transpiration values in the well–studied area, where the correlation coefficient of this equation reached (R=80%).accordingly there is a need to derive other equations for different climatic zones in order to check the calculation of water needs. Climatic data were taken from the Homs climatic station, located in the study area near the village of (TIR MAIEH) on the Homs–Hama highway, about 12km north of the city of Homs.

Keywords: Evapo, climatic data, Irrigation , lysimeter.

*PhD student in the department of Water Resources Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Al–Baath University, Homs.

**Professor, department of Water Resources Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Al–Baath University, Homs.

1 – المقدمة:

تشكل الاحتياجات المائية لأغراض الري أكثر من 85% من الاستهلاك المائي العام للكائنات الحية، ومع ازدياد عدد السكان والتوسع بالمساحات الزراعية، ازداد الطلب على المياه، لذلك هناك ضرورة لاستثمار الموارد المائية بالشكل الأمثل، وتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية دون إسراف، ورفع كفاءة استخدام المياه في الري، الذي سيؤدي إلى استدامة المصادر المائية، التي تعتبر ثروة وطنية هامة.

يعرف التبخر (Evaporation) بأنه تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، ويتم من السطوح الطبيعية مثل الماء المكشوف ومن سطح التربة، ويعرف النتح أو التعرق (Transpiration) بأنه العملية التي يتم فيها تبخر الماء مغادراً جسم النبات وبالتالي يعرف النتح –التبخر (Evapo-Transpiration) بأنه حجم الماء المستعمل من قبل النبتة (ماء التركيب وماء النمو) والماء المتبخر من سطح النبتة، وتتأثر قيمته بعدة عوامل أهمها رطوبة التربة ونوع النبات والعوامل المناخية مثل حرارة الهواء ورطوبة الجو وسرعة الرياح وساعات الإضاءة. وباستخدام العشب كنبات مرجعي يغطي كامل التربة نحصل على النتح –النتح (المرجعي) (Evapo Transpiration Potential) بشرط بقاء رطوبة التربة عند حد سعة الاحتفاظ وعدم وجود مرض في النبات. [1] [7]، إن النتح-التبخر محدد بظواهر فيزيائية جوية وظواهر بيولوجية متعلقة بالنبات، فهو يتعلق بالقدرة الإشعاعية وتغيرات الجو، وهاتان الظاهرتان تتعلقان بالشروط المناخية (درجة الحرارة، رطوبة الهواء، مدة التعرض للشمس، الرياح،.....الخ)، كما يتغير النتح – التبخر تبعاً للشروط البيولوجية للنبات، إذ أن النبتة تمر بأطوار حرجة تكون فيها بأمس الحاجة إلى الماء، تتخللها أطوار راحة يكون فيها الماء مفيداً، ولكن ليس ضرورياً.

عندما يضاف الماء إلى التربة فإنها تخزن جزءاً منه، ويتسرب الباقي إلى باطنها، وتتوقف قيمة كل جزء على نوع التربة وقدرتها على مسك جزيئات الماء، وتفقد التربة جزءاً من مائها إلى الجو عن طريق التبخر، ليتحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، وإذا تم زراعة التربة، فإن النبات يبدأ باستهلاك الماء، وإطلاقه إلى الجو بفعل عملية النتح، ويختلف كل نبات في درجة النتح، بل إن النبات نفسه تختلف درجة نتحه خلال أطوار نموه.

وبإدخال عامل المحصول (K_c) لنبات معين نحصل على النتح التبخري الأعظم Evapo Transpiration Maximum

$$ETM = K_c \cdot ETP \quad (1) \quad \text{(mm/day)}$$

[2] لهذا الزرع وفق العلاقة التالية:

ETP : النتح –التبخر (المرجعي)

وباستخدام النتح _التبخر الأعظمي (ETM) يمكن حساب المقنن المائي (q) للمحصول بواسطة العلاقة التالية [2]:

$$q = ETM * 10 * 1000 / 24 * 3600 \quad (1/s \cdot ha) \quad (2)$$

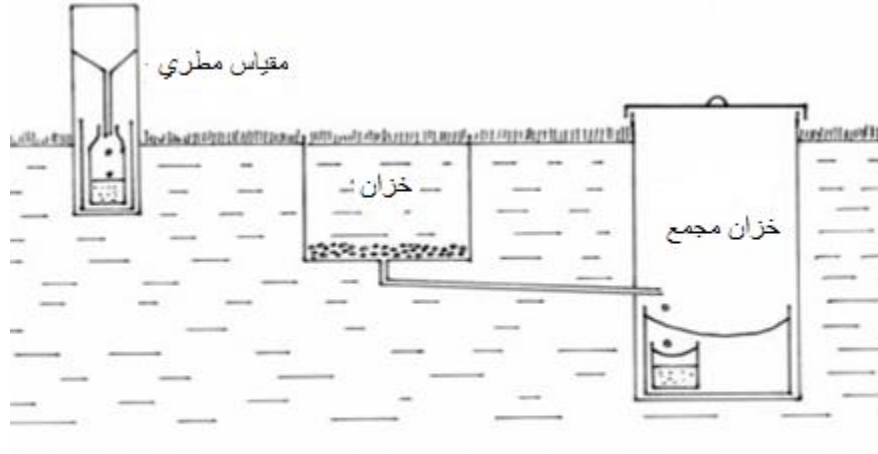
حيث أن كل 1 mm ارتفاع ماء يساوي 10 m³/ha [2]

وبواسطة المقنن المائي (q) نحسب الاحتياجات المائية الشهرية لمحصول معين باستخدام المعادلة التالية [2]:

$$G = 30 * 24 * 3600 * q / 1000 \quad (m^3/ha \cdot month) \quad (3)$$

وهي الخطوة الأولى في دراسة مشاريع الري، حيث يساعد تحديد الاحتياج المائي الشهري في تحديد مدة السقاية وتباعد السقايات، والتدفق الواجب تأمينه، وبالتالي أقطار أنابيب السقاية... الخ.

وتوجد عدة طرق في تحديد النتح –التبخر المرجعي (ETP)، منها قياسات حقلية مباشرة بواسطة جهاز يدعى (Lysimetr) وهو منشأة صغيرة لقياس النتح –التبخر المرجعي بالحقل باستخدام النبات كمحصول كما هو مبين بالشكل (1)، ويقوم على مبدأ عزل جزء من النبات المزروع من محيطه، وقياس الماء الداخل إليه والماء الخارج منه باستخدام حاويات قياس، وتوجد أنواع عديدة منها وزنيه وحجميه [2]



الشكل رقم (1): نموذج جهاز الليزومتر لقياس النتح- التبخر المرجعي

هناك العديد من المعادلات التجريبية التي تربط بين القياسات المناخية والاحتياج المائي للنبات، وعادةً تنطبق هذه المعادلات على ظروف منطقة بعينها.

يتم حساب قيم (ETP) ووحدته (mm/day) وفق عدة معادلات معروفة عالمياً نذكر أهمها: [3] A- معادلة (PENMAN) وهي على الشكل الآتي :

$$E T P = C [w.R_n + (1-w).f(u) (e^* - e)] \quad (4)$$

حيث :

C : عامل تصحيح ، ويعطى بجداول خاصة.

w : عامل الوزن، ويتعلق بمقدار الارتفاع عن سطح البحر ودرجة الحرارة.

R_n : السطوع الشمسي الصافي.

F(u) : عامل الرياح، ويعطى بالعلاقة التجريبية: F(u)=0.27 (u/100+1).

U : سرعة الرياح على ارتفاع 2 m.

e* - e : الفرق بين ضغط بخار الماء المشبع في الهواء وضغط بخار الماء الحقيقي.

B- معادلة (EVANOV) وتكتب على الشكل:

$$E T P = 0.0018(25+t)^2 (100-a)k \quad (5)$$

حيث :

E T P : النتح - التبخر (المرجعي) (mm/day)

t : المعدل اليومي لدرجة الحرارة.

a : متوسط الرطوبة النسبية .

K : عامل المناخ.

C- معادلة (BROCHET-GERBIER) و تأخذ الشكل التالي:

$$E T P = (4.9 t - 63) R_G \cdot 10^{-4} + n E_p \quad (6)$$

• t : درجة حرارة الهواء الوسطية اليومية (C°).

- E_p : بخر جهاز PICHE (mm).
- n : عامل تابع لخط العرض ويمكن حسابه من الجدول (1).
- R_G : الإشعاع الكلي (cal/cm^2)

الجدول رقم (1): عامل خط العرض [1]

N	خط العرض شمالاً
0.30	43^0
0.33	47^0
0.43	52^0

صممت هذه المعادلة لحساب التبخر-النتح المرجعي في جنوب فرنسا، وتحتاج إلى تعديل الثابت n عند تطبيقها في مناطق أخرى مغايرة لموقع البحث.

D- معادلة (Turc) : انطلاقاً من الموازنة المائية للعديد من الأحواض الساكنة في مختلف أنحاء العالم وضع الباحث Turc معادلة لحساب التبخر - النتح على مستوى منطقة مناخية واسعة.

تعتمد هذه المعادلة على درجة الحرارة والإشعاع الوسطي، وتأخذ أحد الصيغتين التاليتين:
: $Rh \geq 50 \%$

$$ETP = c \times \frac{t}{t+15} \times (R_G + 50) \quad (7)$$

: $Rh < 50 \%$

$$ETP = C \times \frac{t}{t+15} \times (R_G + 50) \left(1 + \frac{50 - Rh}{70} \right) \quad (8)$$

R_G : الإشعاع الكلي (cal/cm^2).

t : درجة حرارة الهواء ($^{\circ}C$) الوسطية اليومية

Rh : معدل الرطوبة النسبية للهواء

تعطي المعادلة قيمة أعلى للنتح- التبخر يصل حتى 20% عند استخدام هذه المعادلة في المناخات الاستوائية، حيث تكون رطوبة الهواء عالية، وقيماً أدنى بشكل ملحوظ لقيم التبخر-النتح الفعلية على مستوى محلي، عندما تكون الرياح قوية.

E- معادلة (Blaney-Cridell) : تأخذ المعادلة الشكل التالي وذلك في الوحدات المترية ومن أجل عشب يغطي كامل التربة:

$$ETp = 0.01(15 + 0.84t)h \quad (9)$$

t : درجة الحرارة الوسطية ($^{\circ}C$) للهواء

h : عدد ساعات السطوع الشمسي (hour)

دراسة مرجعية:

- تمت دراسة في منطقة الموصل بالعراق، [8]، حول تقدير التبخر - النتح المرجعي الشهري (ETP)، باستخدام حوض التبخر (Class A) في منطقة الموصل، وبينت أنه يمكن حساب (ETP) بطريقة مبسطة دون اللجوء الى معادلات معقدة، وتحتاج الى عناصر مناخية اكثر، وكانت اقل قيمة ل (ETP) في الشهر الاول (0.78) باليوم، وأعلى قيمة (10.44)

باليوم، في شهر تموز، وأن معرفتنا للتبخر-النتح خلال موسم نمو المحصول، بمنطقة ما تعد احد العوامل الأساسية، التي تعتمد في تحديد كميات المياه، اللازمة للاستغلال الزراعي.

- تمت دراسة في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية [4] حول تقديرات التبخر - النتح المحسوبة بواسطة 12 معادلة معروفة على المستوى العالمي وهي:

1:Penman, 2:Blaney-Criddle,3:Thornthwaite, 4:Olivier-Papadakis, 5:Holdridge, 6:Ivanov, 7:Hargreaves, 8:Turc, 9:Garnier, 10:Torence, 11:Dalton, 12:Jensen-Haise.

ولوحظ وجود فروقات فيما بينها وفروقات عن قيم التبخر- النتح المقاسة حقلياً، وأوصت الدراسة إجراء تعديلات عليها قبل استخدامها في المنطقة المدروسة.

- في دراسة بمنطقة الدلتا المصرية [5] وجد أن قيم النتح -التبخر المرجعي الناتجة عن ثلاث معادلات عالمية هي: (1:Corrected Penman, 2:Doorenboss and Pruitt, 3: Penman-Monteith)

تختلف القيم الناتجة عنها عن قيم النتح - التبخر المقاسة حقلياً، وأن معادلة Penman-Monteith هي أقرب للقيم الفعلية المقاسة، كما بينت هذه الدراسة أيضاً أن الاحتياجات المائية لمحاصيل القمح والذرة والقطن سوف تزيد 10% مع تأثير التغير في المناخ الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة.

- تم تقييم 8 معادلات اختيرت لتقدير التبخر-النتح المرجعي في شرق دلتا النيل بمصر، عن طريق المقارنة بين ال ETP اليومي المحسوب باستخدام البيانات المناخية السائدة في شرق الدلتا ، والتبخر- النتح اليومي المقاس بواسطة جهاز ال Lysimetre لمدة عامين [6] وهذه المعادلات هي:

1: Penman, 2: Corrected Penman, 3: Penman-Monteith 4: Radiation Method

5: Priestley-Taylor (1972), 6: Blaney-Criddle, 7: Hargreaves 8: Pan Evaporation .

وأوصت الدراسة باستخدام معادلة: (Hargreaves) لحساب (ETP) في شرق الدلتا بمصر، كما بينت أنه يمكن استخدام معادلات أخرى بعد إيجاد معامل تصحيح مثل

Corrected Penman, Penman-Monteith, Blaney-Criddle, Radiation Method.

مما يحسن من دقتها في تقدير التبخر- النتح المرجعي، تحت الظروف المناخية السائدة في شرق دلتا النيل بجمهورية مصر العربية.

- إن المتغير المناخي السائد في المنطقة هو الذي يؤثر بشكل واضح في تحديد قيمة ال ETP، وهذا يؤدي إلى اختصار المتغيرات المناخية اللازمة في معادلات حساب التبخر- النتح [10]، ففي المناخات الاستوائية يكون الإشعاع الشمسي أساسياً في المعادلة مقارنة مع درجة الحرارة والرطوبة، بينما تلعب درجة الحرارة دوراً رئيسياً في حساب النتح - التبخر في المناطق المدارية، كما أن سرعة الرياح مؤثرة على قيم ال ETP في المناطق ذات سرعة الرياح العالية وعلى فترة طويلة من السنة [9].

2- هدف البحث:

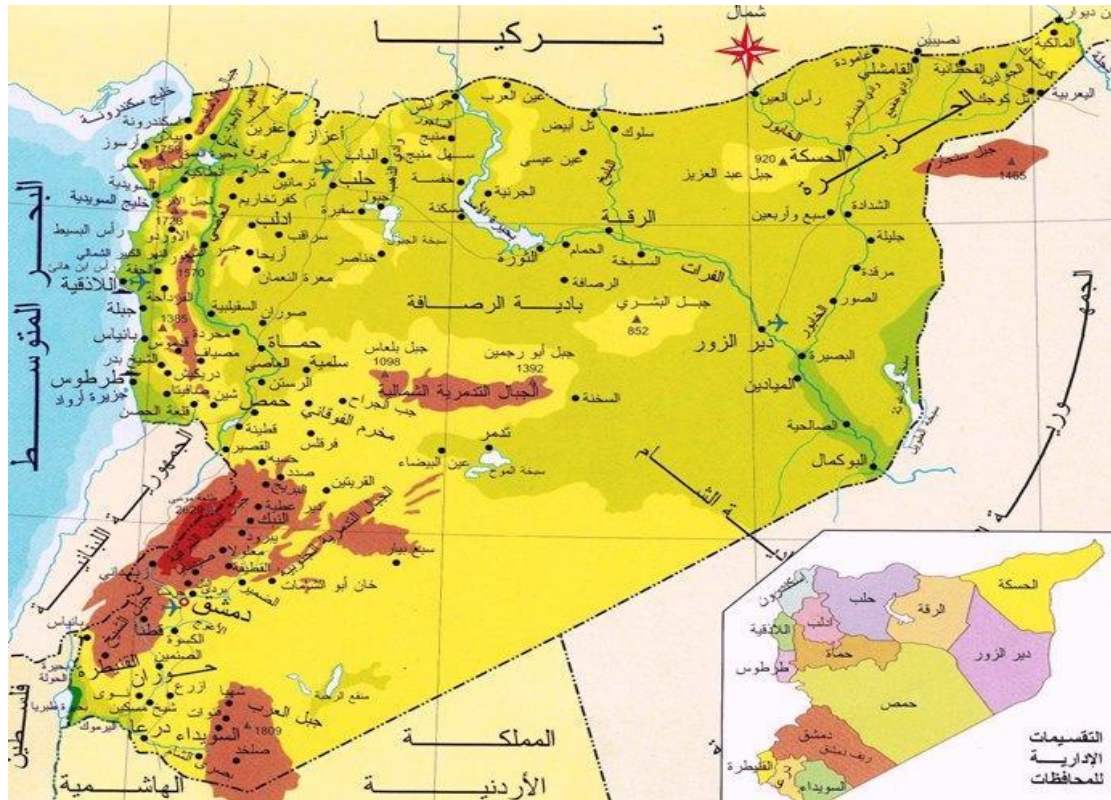
يهدف هذا البحث إلى إيجاد وسيلة مبسطة وذات كفاءة لتحديد التبخر- النتح المرجعي (ETP)، الذي يعتمد عليه تقدير الاحتياجات المائية للنبات، وذلك عن طريق إيجاد علاقة رياضية تجريبية والتي تسمح بحسابه في منطقة الدراسة باستخدام بعض العوامل المناخية المعروفة، وأهمها عدد ساعات السطوع الشمسي وسرعة الرياح ورطوبة الجو ودرجة حرارة الهواء، وبدلاً من العلاقات المستخدمة حالياً، والتي أوجدت في مناطق بعيدة عن منطقتنا ولمناخ مختلف عن مناخنا، ويهدف هذا إلى ترشيد استخدام المياه في الري.

3- مواد وطرق البحث:

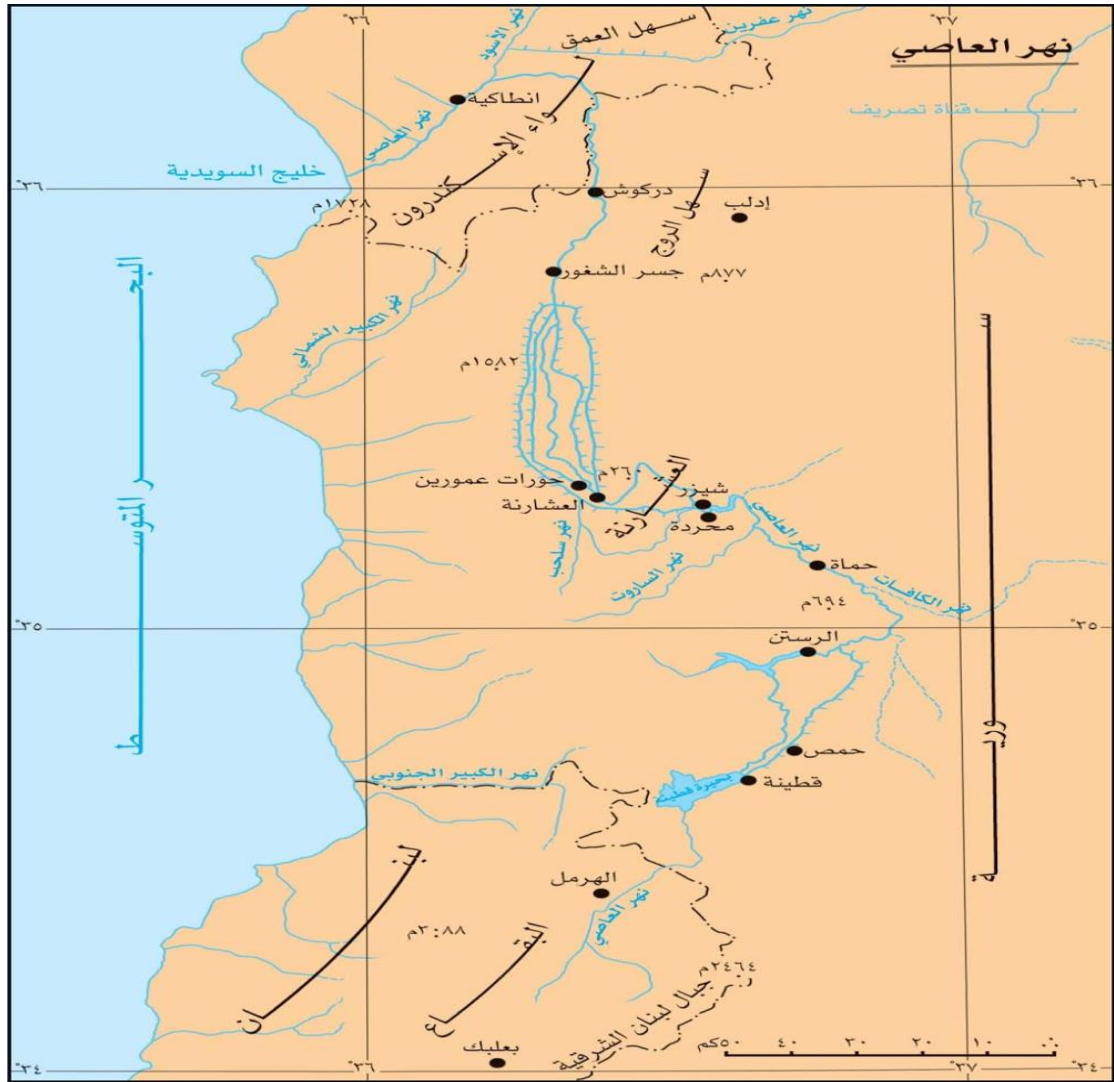
تقع منطقة البحث في الجزء الأوسط من حوض العاصي، الشكل رقم (2)، (3) في القسم الغربي من أراضي الجمهورية العربية السورية (بين حوض الساحل وحوض البادية)، وتتناسمه ثلاث محافظات سورية هي: حمص - حماة - إدلب، يبلغ معدل الهطول المطري السنوي فيه حوالي (420 mm/year).

يتميز حوض العاصي بموقعه الجغرافي ضمن القطر العربي السوري، ويمتاز بخصوبة تربته، تبلغ مساحته حوالي 22 ألف كم² أي ما يعادل (11.7%) من مساحة القطر العربي السوري، وتشكل موارده المائية السنوية (2.5) مليار م³، ويعتبر حوض العاصي سلة غذائية لسكان الجمهورية العربية السورية، حيث ينتج الحوض حوالي (24%) من منتجات القطر الزراعية و(16%) من المنتجات الصناعية.

يعتبر نهر العاصي الشريان الرئيسي لهذا الحوض إذ يبلغ طوله (485 كم) ويرفده عدة أنهار موسمية من أهمها: الساروت - سلحب - وادي الأبيض - عفرين، تمتاز المنطقة بزراعة القطن والشوندر والبقوليات والحبوب.



الشكل رقم (2): خارطة الجمهورية العربية السورية تبين موقع الدراسة



الشكل رقم (3): مخطط (كروكي) يبين موقع الدراسة

4-النتائج ومناقشتها:

تم تحضير المعطيات وإدخالها على الحاسب، و لإيجاد العلاقة الرياضية التي تحسب قيمة النتح -التبخر المرجعي تحت تأثير العوامل المناخية في منطقة الدراسة، قمنا باستخدام مبدأ (تحليل البيانات) (Data anlysis) (إحدى طرق النمذجة الرياضية لإيجاد العلاقة التي تربط بين عدة متحولات) في برنامج (Excel)، وتكتب العلاقة بالشكل التالي:

$$y = c + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 \dots\dots (10).$$

حيث يمثل x_1 : قيم الرطوبة النسبية (θ) وهي نسبة مئوية (%)

x_2 : درجة حرارة الهواء (t) وواحدتها درجة مئوية ($^{\circ}C$)

x_3 : سرعة الرياح (v) وواحدتها (m/s)

x_4 : عدد ساعات السطوع الشمسي (N) وواحدتها (hours)

x_5 : الهطول المطري وواحدته (mm)

يتم زيادة تعقيد هذه العلاقة وزيادة حدودها حتى الوصول إلى الدقة المطلوبة، لكن المطلوب الوصول إلى أقصر علاقة تحقق هذه الدقة، وكلما اقترب عامل (R) من الواحد، كلما زاد مقدار الثقة في العلاقة الرياضية المستنتجة وزادت دقتها، وبعد إدخال كافة المعطيات على الحاسب (المدة زمنية مقدارها 24 سنة) والمعالجة، تم استنتاج العلاقة الرياضية التجريبية لحساب النتح-التبخير المرجعي (ETP) ووحدتها (mm/day) وتكتب بالشكل :

$$ETP = -11.92 + 0.22\theta - 0.07 t + 0.04 V + 0.59 N - 0.03p \quad (11)$$

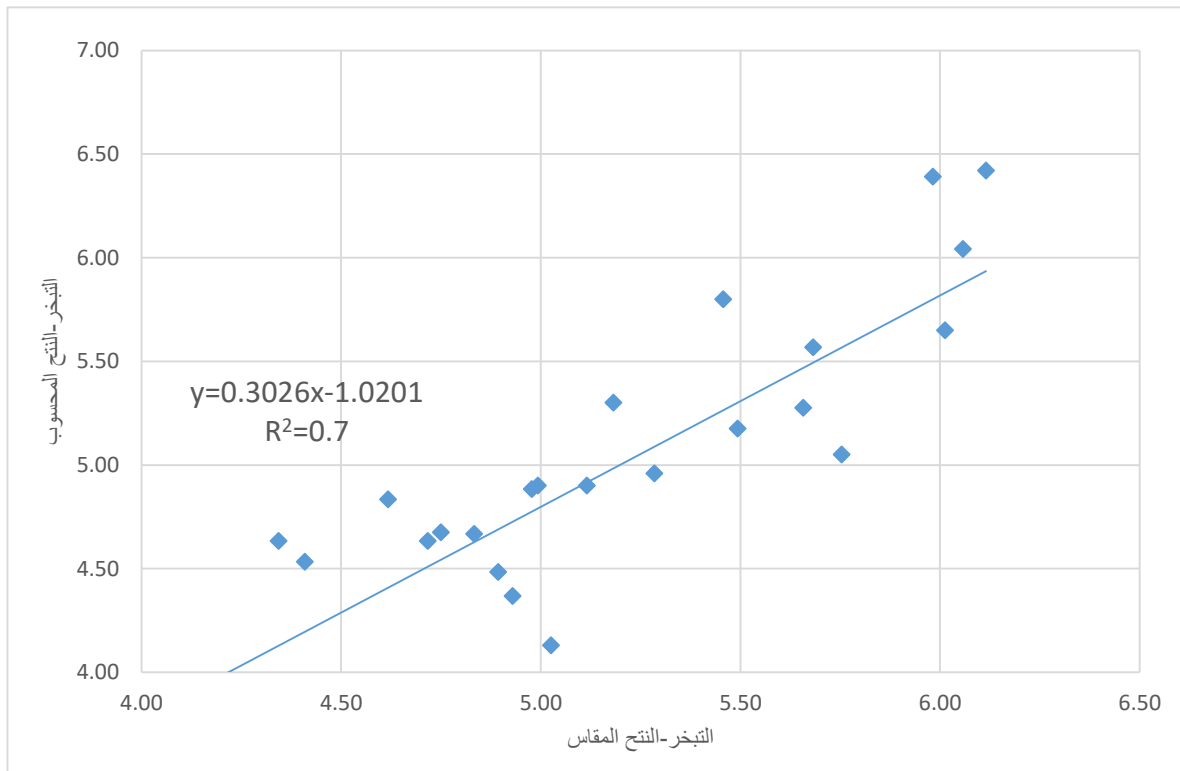
ويإهمال الحدين السالبيين والصغيرين من المعادلة، نحصل على العلاقة المبسطة التالية، التي تسمح بحساب النتح - التبخير المرجعي باستخدام ثلاثة عوامل مناخية فقط هي: عدد ساعات السطوع الشمسي (N) وسرعة الرياح (V) والرطوبة الجوية (θ).

$$ETP = -11.92 + 0.22\theta + 0.04 V + 0.59 N \quad (12)$$

وكان معامل الارتباط للمعادلة أعلاه (R=80%)، و معامل التحديد (R²=0.7)، مما يتضح أن المعادلة الموضوعية تعبر جيداً عن البيانات المقاسة مما يعزز من استخدامها لإيجاد قيم التبخير-النتح المرجعي.

– مقارنة العلاقة المستنتجة مع قياسات (الليزيمتر) الحقلية:

تم رسم العلاقة بين التبخير-النتح المرجعي المقاس والمحسوب خلال الفترة الزمنية المدروسة، حيث ظهرت النقاط موزعة أعلى وأسفل الخط المنصف للعلاقة بين المقاس والمحسوب بشكل متجانس (شكل 4).



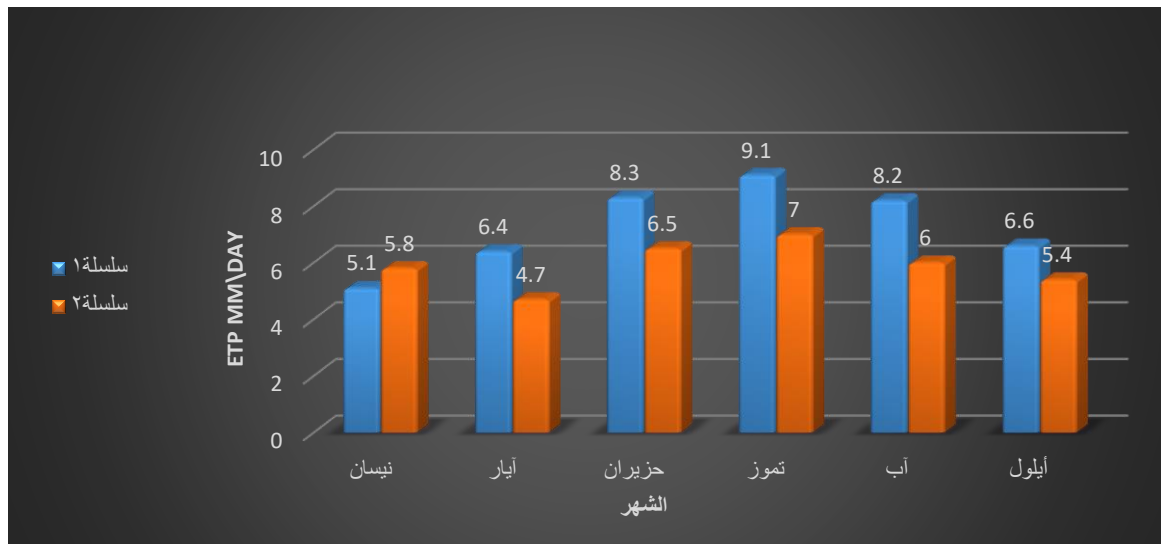
الشكل رقم (4): مقارنة بين ETP المقاس والمحسوب

و بإجراء مقارنة بين قيم الـ (ETP) بواسطة جهاز (الليزيمتر) وقيم الـ (ETP) من العلاقة المستنتجة في هذا البحث، لأشهر السقاية (نيسان، أيار، حزيران، تموز، اب، أيلول) من العام 1999 نحصل على الجدولين التاليين رقم (2 و 3) والشكلين (5 و 6):

الجدول رقم (2): مقارنة قيم (ETP) الوسطية اليومية لكل شهر (day/mm) بين قياسات الليزيمتر والعلاقة المستنتجة

النسبة المئوية للفروقات	الفروقات بين الطريقتين day/mm	ETP وسطي شهري علاقة مستنتجة day/mm	ETP وسطي شهري ليزيمتر mm/day	أشهر السقاية
0.12	0.7	5.8	5.1	نيسان
0.26	1.7	4.7	6.4	أيار
0.21	1.8	6.5	8.3	حزيران
0.23	2.1	7	9.1	تموز
0.26	2.2	6	8.2	أب
0.18	1.2	5.4	6.6	أيلول

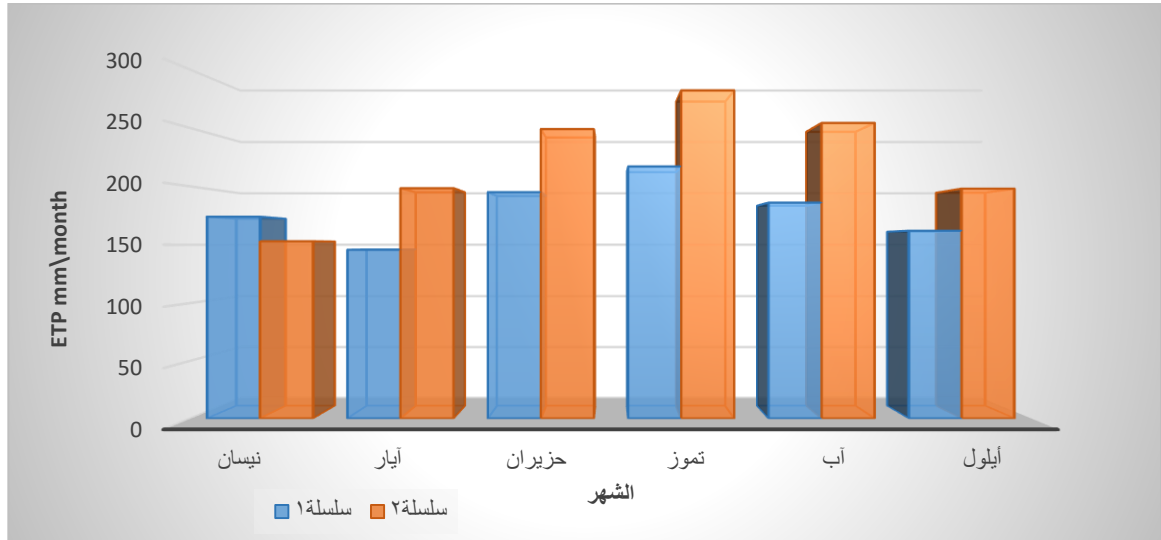
نلاحظ أن الفروقات الوسطية اليومية (مم/يوم) في شهر نيسان، لم تتجاوز (12%)، وفي شهر أيلول (18%) وشهر حزيران (0.21)، وهي قيم مقبولة، بينما كانت في شهري آب و أيار (26%)، وشهر تموز (23%)، وبشكل عام أعطت العلاقة المستنتجة قيمة أقل نوعاً ما من قيم القياسات الحقلية بجهاز (الليزيمتر) في أشهر أيار وحزيران وتموز وآب وأيلول، وقيمة أكبر بقليل في شهر نيسان.



الشكل رقم (5): مقارنة قيم الـ (ETP) (mm/day) الوسطية اليومية لكل شهر بين قياسات جهاز (الليزيمتر) الحقلية والعلاقة المستنتجة في هذا البحث.

الجدول رقم (3): مقارنة قيم النتح_ التبخر المرجعي الشهرية بين قياسات الليزيمتر الحقلية والعلاقة المستنتجة

الفروقات بين الطريقتين mm/month	ETP جهاز الليزيمتر mm/month	علاقة ETP مستنتجة mm/month	الأشهر
21	153	174	نيسان
52.7	198.4	145.7	آيار
54	249	195	حزيران
65.1	282.1	217	تموز
68.2	254.2	186	آب
36	198	162	أيلول



الشكل رقم (6) : مقارنة قيم النتح - التبخر المرجعي الشهرية (mm/day) بين القياسات الحقلية بجهاز الليزيمتر والعلاقة المستنتجة

- مقارنة العلاقة المستنتجة مع علاقة (يفانوف):

تستخدم هذه العلاقة المعروفة عالمياً بكثرة في الدول التي لا يتوفر فيها معلومات إحصائية مناخية لعدة سنوات سابقة، وتعتمد هذه العلاقة (مثلاً هو موضح بالمعادلة) بشكل رئيس على درجة حرارة الجو والرطوبة الجوية، وهي تأخذ الشكل التالي [3] :

$$ETP = 0.0018 (25 + t)^2 (100 - \theta) k_0 \quad (13)$$

ETP: النتح التبخري المرجعي (mm/month)

t: درجة حرارة الهواء اليومية (C°)

θ: متوسط الرطوبة اليومية (%)

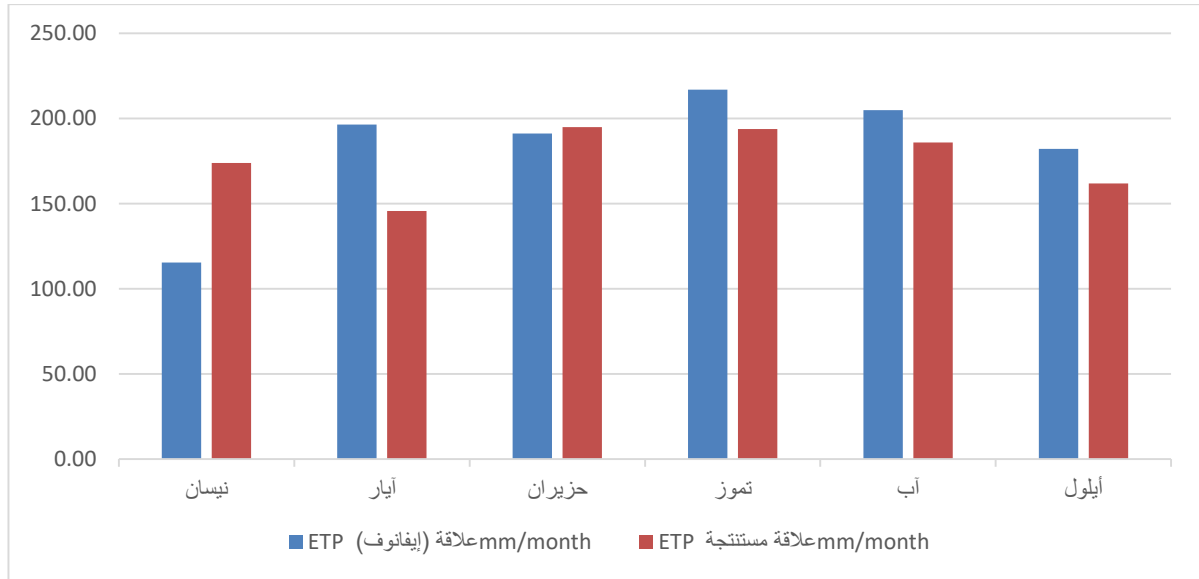
k₀: معامل المناخ ويتعلق بتغير العوامل الجوية ويتراوح بين (1-0.75)

بإجراء المقارنة لأحد الأعوام (عام 1999) بين قيم (ETP) الناتجة من هذه العلاقة وقيم (ETP) الناتجة من العلاقة المستنتجة، امكن الحصول على الجدول التالي(4) الذي يمثله الشكل (7):

الجدول رقم(4): مقارنة قيم النتح التبخري المرجعي الشهرية بين علاقة (إيفانوف) و العلاقة المستنتجة في هذا

البحث.

الفروقات بين الطريقتين mm/month	ETP علاقة مستنتجة mm/month	ETP علاقة إيفانوف mm/month	أشهر السقاية
-58.46	174	115.54	نيسان
50.80	145.7	196.50	آيار
-3.82	195	191.18	حزيران
23.06	193.94	217.00	تموز
18.96	186	204.96	آب
20.29	162	182.29	أيلول



الشكل رقم (7): دراسة مقارنة لقيم النتح - التبخر المرجعي بين علاقة (إيفانوف) والعلاقة المستنتجة في هذا البحث.

نلاحظ وجود فروقات متباينة بين قيم علاقة (إيفانوف) وقيم العلاقة المستنتجة، فقد أعطت علاقة (إيفانوف) قيمة أكبر في أشهر أيار وتموز وأب وأيلول، وأعطت قيمة أقل في شهري نيسان وحزيران، وإذا علمنا أن أشهر السقاية الأساسية في منطقة الدراسة، هي تموز وأب وأيلول، فهذا يعني أن علاقة إيفانوف تتطلب أكثر من المياه، وتصل هذه الزيادة إلى 12% في شهر تموز، وبالتالي فإن العلاقة المستنتجة تعطي توفيراً بمياه الري وفق نتائج هذه الدراسة.

– مقارنة بين عدة طرق (مستنتجة وحقلية وإيفانوف):

تم في الجدول (5) الذي يمثله الشكل (8)، إجراء مقارنة بين عدة طرق (مستنتجة وحقلية وإيفانوف) للحساب قيم ال (ETP) في أشهر السقاية لعام (1999) على الترتيب، ويتضح من الجدول والشكل المذكورين، أن العلاقة المستنتجة تعطي قيم أقل من (ETP) في معظم أشهر السقاية: أيار، تموز، اب، أيلول، وتتقارب قيم ال (ETP) قليلاً في شهري نيسان وأيلول، والناجمة عن العلاقات الثلاث المدروسة، بينما تبتعد تلك القيم عن بعضها في بقية الأشهر، وتكون القيم الناتجة عن العلاقة المستنتجة، قريبة من قيم علاقة إيفانوف في شهري حزيران وتموز

الجدول رقم (5): مقارنة بين عدة طرق لحساب ETP

أشهر السقاية	ETP علاقة مستنتجة mm/month	ETP جهاز الليزيمتر mm/month	ETP علاقة (إيفانوف) mm/month
نيسان	174	153	115.54
أيار	145.7	198.4	196.50
حزيران	195	249	191.18
تموز	217	282.1	217.00
أب	186	254.2	204.96
أيلول	162	198	182.29

5-الاستنتاجات والتوصيات:

- تم الحصول على معادلة مبسطة في حساب النتح - التبخر المرجعي في منطقة الدراسة، تكتب هذه العلاقة بالشكل:

$$ETP = -11.92 + 0.22\theta + 0.04 V + 0.59 N \quad (14)$$

- بشكل عام أعطت العلاقة المستنتجة قيماً أقل نوعاً ما من قيم القياسات الحقلية بجهاز (الليزيمتر) في أشهر أيار وحزيران وتموز وآب وأيلول، وقيمة أكبر بقليل في شهر نيسان.

- أعطت العلاقة المستنتجة قيماً قريبة من قيم علاقة ايفانوف في شهري حزيران وتموز.

- يجب التأكد من صحة هذه النتيجة بإدخال مردود المحصول بعين الاعتبار في أبحاث لاحقة، وبإجراء دراسة مقارنة في مناطق أخرى من حوض العاصي مع قياسات أخرى لأجهزة الليزيمتر الحقلية وعلاقات أخرى في حساب الـ (ETP) مثل (بلاني كريدل) و(بنمان) و(تورك).. إلخ.

- اعتمدت قياسات جهاز (الليزيمتر) الحقلية مرجعاً في إيجاد هذه العلاقة المستنتجة، يجب توخي الدقة في أخذ القياسات والابتعاد عن أخطاء القراءة ... إلخ.

- بينت هذه الدراسة ضرورة التعمق بالأبحاث لإيجاد علاقات رياضية تجريبية تخص مناطق معينة من سورية في تقدير الاحتياجات المائية للنبات في مشاريع الري، وتوخي الحذر عند استخدام بعض المعادلات المعروفة عالمياً والتي قد لا تناسب مناخ وظروف بلادنا.

6- قائمة المراجع:

1. محمد نجيب عبد العظيم، 1997، الري - الأساسيات والتطبيق في استصلاح الأراضي، قسم الأراضي والمياه، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، جمهورية مصر العربية، الصفحات 179-222 .
2. محمد ابراهيم و أحمد محمود الزهيري، 2015_ إدارة مياه الري وزارة التعليم، جامعة القصيم، كلية الزراعة والطب البيطري، المملكة العربية السعودية، 272 صفحة.
3. جميل عباس، 1989، المناخ والأرصاء الزراعية، كلية الزراعة، جامعة حلب .
4. محمد فضيل بوروبه، 2007، معايرة قيم نماذج حساب (التبخر - نتح) بواسطة حوض التبخر صنفاً بمنطقة عسير في المملكة العربية السعودية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 124، المجلد 33، مجلس النشر العلمي، جامعة الكويت، الكويت.
5. أميمة سليمان عبد الله سليمان، 2003، تأثير التغير في المناخ على الاحتياجات المائية، رسالة ماجستير في الهندسة المدنية، قسم هندسة المياه والمنشآت المائية، كلية الهندسة، جامعة الزقازيق، جمهورية مصر العربية، 154 صفحة .
6. علاء الدين محمد عبد الغفار محمد، 2001، تقييم لبعض طرق تقدير البخر-نتح المرجعي في شرق الدلتا- مصر، رسالة ماجستير في الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 103 صفحات.
7. مازن دوغوظ ومحمد حقون، 2018_ تصميم برنامج حاسوبي لحساب الاحتياجات المائية للنبات، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية 287
- 8- انمار عبد العزيز الطالب، احمد أزهر دنون، ٢٠١١، تقدير التبخر-النتح المرجعي الشهري باستخدام حوض التبخر صنف أ، / كلية الهندسة /جامعة الموصل / المعهد التقني / العراق.

1.Mowafy, M.H., et al. (2004): Impact of climate change on water demand in delta, Egypty. Second regional for integrated development, Cairo, Egypt.

2.Todorovic, M. (2005). Crop water requirements. In: Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water (Jay H. Lehr, Jack Keeley, Eds. W-59 p. 557-558. John Wiley & Sons Publisher, USA

تحليل أداء شبكات نقل الصوت عبر الانترنت عند استخدام آليات إدارة الازدحام في الموجهات

د.اناس ليلى**

علاء عليشه*

(الايادع:1 حزيران 2022،القبول:10 آب 2022)

الملخص:

تولد تطبيقات الوسائط المتعددة، مثل تطبيقات نقل الصوت عبر بروتوكول الشبكة والمؤتمرات الفيديوية حركات مرور ذات خصائص تختلف اختلافاً كبيراً عن حركات المرور التي تولدها التطبيقات الأخرى، حيث أن لديها متطلبات تأخير وفقدان رزم أكثر صرامة، فمثلاً تتأثر جودة تطبيقات المكالمات الصوتية عبر الانترنت بالتذبذب (Jitter) وفقدان الرزم والتأخير الناتج عن الانتظار في عقد الشبكة، كما قد تتدهور جودة المكالمات الفيديوية بشكل كبير خلال فترات ازدحام الشبكة، ما يجعل قياس أداء الشبكة والتعرف على التقنيات التي يمكن أن تُطبق فيها لتقديم جودة مناسبة لهذه التطبيقات أمراً بالغ الأهمية.

يعرفنا في هذا البحث على بعض النماذج المستخدمة في الشبكات لتحقيق جوده الخدمة وهي نموذج الخدمات المتكاملة INTSERV والمتمثل في بروتوكول حجز الموارد RSVP والذي يعتمد على بناء دارة افتراضية عبر الشبكة على طول المسار بين الطرفين المتصلين، ونموذج الخدمات المتميزة أو التفاضلية DiffServ والتي يتم فيها تصنيف رزم البيانات الى فئات والتعامل معها لاحقاً بشكل متميز لتلبية متطلبات التطبيقات التي تتطلب قيوداً صارمة في الشبكة، حيث تطرقنا إلى دراسة تأثير تطبيق خوارزميات الجدولة FIFO-PQ-WFQ-CQ في الموجهات.

اعتمدنا في دراستنا التجريبية على المحاكى (OPNET 14.5) لبناء نماذج الشبكة وتطبيق اليات جودة الخدمة فيها واستخدمنا التأخير، التذبذب، فقدان الرزم وMOS كمعايير لتحليل الأداء وقياس الجودة وذلك في ظل استخدام ترميزات مختلفة لتطبيق الصوت وذلك بهدف دراسة تأثير استخدام هذه الترميزات على أداء الشبكة. أظهرت نتائج المحاكاة المكثفة تفوق استخدام خوارزمية الجدولة CQ على بقية الخوارزميات حيث انخفضت قيمة التأخير الى أقل من 100 ميلي ثانية وانخفضت قيمة JITTER الى ما يقارب 0.005 ثانية وارتفعت قيمة MOS الى 4.5 طيلة زمن المحاكاة وهذه النتائج ممتازة بالنسبة لجودة الخدمة في شبكات الوسائط المتعددة.

الكلمات المفتاحية: جودة الخدمة في الشبكات، خوارزميات الجدولة، التأخير في نقل البيانات، الخدمات المتكاملة، الخدمات المميزة، بروتوكول حجز الموارد.

** طالب دراسات عليا(ماجستير). قسم النظم والشبكات الحاسوبية-كلية الهندسة المعلوماتية -جامعة تشرين-اللاذقية-سورية.

* مدرس- قسم النظم والشبكات الحاسوبية-كلية الهندسة المعلوماتية-جامعة تشرين-اللاذقية- سورية.

VOIP Networks Performance Analysis When Using Routers Congestion Management Mechanism

Alaa aleshee*

Dr. Inas Laila**

(Received:1 June 2022,Accepted:10 August 2022)

Abstract:

Multimedia applications, such as VoIP and video conferencing applications, generate traffic with characteristics that differ significantly from traffic generated by other applications, as they have more stringent delay and packet loss requirements, for example the quality of VoIP applications is affected by fluctuation and packet loss. Waiting delays in network nodes, and video call quality can deteriorate significantly during periods of network congestion, which makes measuring network performance and identifying techniques that can be applied to deliver appropriate quality for these applications. In this research, we got acquainted with some models used in networks to achieve quality of service, which are the INTSERV model, which is represented in the resource reservation protocol RSVP, which depends on building a virtual circuit over the Internet along the path between the two connected parties, and the DiffServ model, in which the classification of Pack the data into classes and deal with them later in a differentiated manner to meet the requirements of applications that require strict restrictions in the network, where we studied the effect of applying FIFO–PQ–WFQ–CQ scheduling algorithms in routers. In our experimental study, we relied on the OPNET emulator to build network models and apply quality of service mechanisms in them, and we used delay, oscillation, packet loss and MOS as criteria for performance analysis and quality measurement, in light of the use of different encodings for the voice application, in order to study the effect of using these encodings on network performance. The results of the intensive simulation showed the superiority of using the CQ scheduling algorithm over the rest of the algorithms, as the delay value decreased to less than 100 milliseconds, the JITTER value decreased to approximately 0.005 seconds, and the MOS value increased to 4.5 throughout the simulation time. These results are excellent for the quality of service in multimedia networks.

Keywords:Quality of service in networks, scheduling algorithms, delay in data transmission, integrated services, differentiated services, resource reservation protocol.(RSVP) ..

* Postgraduate student (Master), Department of System and Networks Computing, Faculty of Informatics Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Associate professor, Department of Computer Systems and Networks, Faculty of Informatics Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1- مقدمة:

تشير جودة الخدمة (QoS) إلى مجموعة واسعة من التقنيات المصممة لضمان مستويات متوقعة لأداء الشبكة. حيث يتم قياس أداء الشبكة من خلال دراسة عدة معايير منها التأخير (Delay) وقيمة متوسط الرأي الشخصي (Mean MOS Opinion Score) ومعدل فقدان (packet loss) الرزم والتذبذب (Jitter)، كما تتسم جودة الخدمة (QoS) بأهمية خاصة بالنسبة لتطبيقات الإنترنت، مثل أنظمة الفيديو حسب الطلب، وأنظمة الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VoIP)، وخدمات المستهلك الأخرى التي ينطوي عليها تدفق عالي الأداء وعالي الجودة، حيث تتضمن QoS تحديد أولويات حركة مرور الشبكة. حيث يمكن ان تطبق ضمن الموجهات او المبدلات على طول خط الارسال والاستقبال بين المرسل والمستقبل من اجل عدة تطبيقات حيث سوف ندرس في هذه المقالة عدة الليات لضمان جودة الخدمة على مستوى الطبقة الثالثة للنموذج OSI وتقييمها من خلال عدة معايير لاختيار الأفضل منها واعتماده في الشبكة المقترحة في البحث.

2- الدراسة المرجعية:

قام الباحثون في [1] بتحليل أداء الشبكة عند استخدام خوارزميات الجدولة (FIFO –PQ –WFQ –DWRR –MWRR –WDRR) في الموجهات وذلك لضبط التأخير الناجم عن بقاء الرزم في أرتال الانتظار واختيار الرزم التي يجب معالجتها و إعادة إرسالها أولاً، حيث تم تطبيق كل خوارزميات الجدولة في الشبكة كل على حدى ودراسة تأثيره على أداء الشبكة وجودة الخدمات المقدمة عبرها ومقارنته مع بقية النتائج لخوارزميات الجدولة الأخرى ليمت اعتماد افضل خوارزمية جدولة للشبكة المقترحة، حيث تم استخدام محاكي OPNET، حيث توصل الباحثون الى أن تطبيق خوارزمية الجدولة MWRR كانت الأكثر كفاءة من حيث أداء الشبكة، حيث أنها اعطت أفضل مستوى لجودة الخدمة في جميع السيناريوهات التي تم تطبيقها على الشبكة بينما قدمت الشبكة عند تطبيق FIFO أدنى مستويات جودة الخدمة. السبب انه عند تطبيق FIFO لا توجد أولوية لحركة المرور، لذا لا يمكن تمييز حركة المرور الحساسة للوقت مثل VoIP عن حركة المرور العادية مثل FTP. هذا يعني أنه سيتم التعامل مع حركة المرور الحساسة كما لو كانت حركة مرور عادية وبالتالي يتم وضعها في قائمة الانتظار بنفس الطريقة، بينما كان أداء MWRR هو الأفضل لأنه يحتوي على قائمة انتظار خاصة متاحة للتطبيقات الحساسة للوقت مثل VoIP هذا ما جعل MWRR يعطي أداء شبكة أفضل بكثير بالمقارنة مع آليات قائمة الانتظار الأخرى. كما قام الباحثون في [2] بدراسة تأثير تطبيق تقنيات جودة الخدمة على شبكات الوسائط المتعددة التي تنقل الصوت او صورة مثل (VoIP, IPTV, RoIP (Radio over Internet Protocol) ومقارنة التأخير وال jitter في شبكة مزدحمة وذلك في حال تطبيق DiffServ لضمان جودة الخدمة وفي حال عدم تطبيقها، حيث قام الباحثون باستخدام محاكي GNS3 لبناء نموذج الشبكة واجراء المحاكاة، حيث أعطت الشبكة نتائج جيدة بعد التطبيق من حيث تقليل التأخير وزيادة الإنتاجية وتقليل التذبذب.

كما درس الباحثون في [3] تأثير استخدام بروتوكول حجز الموارد على جودة الخدمة في الشبكة واستخدموا المحاكى الشبكي NS2 لبناء السيناريوهات وتحليل أداء الشبكة والحصول على النتائج عند استخدام بروتوكول RSVP حيث اظهرت النتائج تحسناً كبيراً في جودة الخدمة عند استخدام بروتوكول حجز الموارد في الشبكة لأنه يعطي عرض حزمة مناسب للتطبيق لتبادل البيانات بين الطرفين طول فترة الاتصال.

بينما قام باحثون في [4] بمقارنة استخدام تقنيات إدارة الازدحام المتمثلة باستخدام الليات تصنيف الأولوية المتمثلة في خوارزميات الجدولة fair queuing (CBWFQ) –Class-based weighted fair queuing (WFQ) –Weighted Fair Queuing (WFQ) ومع استخدام اربع تطبيقات شبكية متمثلة في (Web Server, VoIP, E-mail, FTP) ضمن نفس الشبكة حيث أظهرت مقارنة النتائج ان استخدام الالية CBWFQ حققت

أقل زمن تأخير لنقل الصوت في الزمن الفعلي عبر IP وكذلك حققت أقل فقدان للرزق المنقولة عبر الشبكة كما حققت أقل تذبذب (Jitter) في نقل الصوت لذا تم التوصية في استخدامها في الشبكة المحلية التي تستخدم مثل هذه التطبيقات لزيادة أولوية بيانات الصوت المنقولة في الزمن الفعلي.

كما تناول الباحثون في [5] تأثير استخدام خوارزميات الجدولة المتمثلة في CQ – FIFO (First-In First-Out) – PQ (Priority Queuing) – WFQ (Weighted Fair Queuing) – LLC (Low Latency Queuing) حيث تم المحاكاة على برنامج GNS 3 بتطبيق شبكة واسعة (WAN (wide-area network) حيث أظهرت النتائج أن مبدأ جدولة FIFO هو الخوارزمية الأكثر سوء للتعامل مع حزم الصوت التفاعلية في الزمن الفعلي في حالة الازدحام. وكانت خوارزميات PQ وخوارزميات LLQ هي الخوارزميات الأكثر ملاءمة، من حيث معدل فقدان الرزق، والتأخير من طرف إلى طرف والتذبذب (Jitter). حيث أظهرت النتائج انه باستخدام هذه الخوارزميات، لم يكن هناك أي فقدان للرزق. ومع ذلك فانه مع استخدام PQ الذي يخدم قائمة الانتظار ذات الأولوية القصوى ينتج حالة حرمان للرزق ذات الأولويات الأقل وهذا ما أظهرته النتائج في التجارب الامر الذل لا تعاني منه الخوارزمية LLC بالتالي فإن خوارزمية إدارة الازدحام LLQ هي الأنسب.

قام الباحثون في [6] بدراسة جودة الخدمة في شبكات MPLS عند استخدام البروتوكولين IPv4 و IPv6 وما يحققه هذا الاستخدام على جودة الخدمة حيث قام الباحثون ببناء نموذج لشبكة هو عبارة عن شبكة MPLS مكونه من سبعة موجهات، موجّهين LER و خمس موجهات LSR و مبدلين و سيرفرات وحواسيب عادية وذلك باستخدام المحاكى OPNET ، حيث تم تطبيق DiffServ على الشبكة وانشاء سيناريوهين الاول يستخدم IPv6 والثاني يستخدم IPv4 حيث اثبتت نتائجهم تفوق استخدام بروتوكول IPv6 على IPv4 من حيث تقليل التأخير وزيادة الإنتاجية وتقليل Jitter.

نلاحظ من الدراسات السابقة أن بعض الباحثين ركزوا على خوارزميات الجدولة، بينما اهتم آخرون بتأثير استخدام ترميزات مختلفة للصوت، كما قام بعضهم بدراسة بروتوكول حجز الموارد، والبعض الآخر اهتم بوسم البيانات وتصنيفها الى عدة أصناف لكل منها مستوى أولوية.

سنقوم في هذا البحث بدراسة بعض آليات ضمان جودة الخدمة الموجودة والمطبقة في عدة المستوى الثالث من النموذج المرجعي OSI وهي خوارزميات الجدولة المختلفة في الموجهات وطرق وسم رزم البيانات المتنوعة في الطبقة الثالثة، وكذلك دراسة تأثير استخدام بروتوكول حجز الموارد واختيار الأفضل منها وفقاً للمعايير (DELAY-JITTER-MOS) ومعدل فقدان الرزق حيث سيتم جمع النتائج ومقارنتها مع القيم المعيارية لاختيار الآلية الأفضل.

3- أهمية البحث وهدفه:

- أهمية البحث (Importance of the research):

تكمن أهمية البحث من تزايد استخدام تطبيقات الوسائط المتعددة عبر شبكات الاتصالات بشكل سريع كتطبيق VoIP والمؤتمرات الفيديوية، ومع الاستخدام المتزايد لهذه التطبيقات يتزايد الطلب على عرض الحزمة المحدود في الشبكة مما قد يؤدي الى حدوث ازدحام فيها، الأمر الذي قد يحدث مشكلة حقيقية تُهدد جودة الخدمة في هذه الشبكات. حيث أصبح هناك ضرورة للبحث عن طرق وتقنيات جديدة للحصول على أعلى جودة خدمه في الشبكة التي تنقل الوسائط المتعددة والتي نتعامل معها بشكل كبير ومتزايد في حياتنا اليومية خاصة مع تطور التطبيقات وازدياد استخدام المكالمات الصوتية والفيديو عبر الشبكة.

- هدف البحث (Aim of the research):

يهدف البحث الى المقارنة بين الاليات التي تحقق جودة الخدمة من اجل إيجاد أفضل الية تحقق اعلى جودة خدمة في شبكة سلكية متوسطة الحجم بوجود حمل مرتفع على هذه الشبكة واعتماد النتائج لتكون مقياس للتطبيق على هذه الشبكة وجميع الشبكات المشابهة لها من حيث البيانات المتبادلة والغرض من الشبكة حيث ان الشبكة في البحث هي شبكة سلكية مرتبطة بموجهات ومبدلات مع كل مستلزمات الاتصال من مكالمات فيديو او صوت او تبادل ملفات.

4- مواد البحث وطرائقه:

لتحقيق الهدف المقدم من البحث لابد من التعرف على الاليات المتبعة لتحقيق جودة الخدمة وهي خوارزميات الجدولة المستخدمة في تحقيق الأولويات المختلفة على البيانات وعلى تقنيات حجز الموارد وتقنيات (AF) لزيادة عملية التصنيف للبيانات ثم استخدام هذه التقنيات لتحقيق جودة الخدمة في الشبكة السلكية المقترحة.

4-1- اليات ضمان جودة الخدمة:

في البداية لم يكن موضوع جودة الخدمة مطروح لان الشبكات لم تكن تعاني من الاختناقات ولا التأخير الكبير كما ان التأخير لم يكن مهم لدرجة كبيرة لعدم الحاجة لنقل البيانات بالزمن الحقيقي لكن بعد تطور انواع البيانات وازدياد حجمها والحاجة لان تكون متبادلة في الزمن الحقيقي [1] كان لا بد من التوجه لتقنيات تحقق اعلى جودة للخدمة من خلال تقليل jitter وتقليل زمن التأخير وتقليل اسقاط الرزم الناجم عن اختناقات الشبكة [7].

مرت تقنيات جودة الخدمة بثلاثة انواع بداية من best effort ثم (Integrated Services) intserv ثم diffserv (Differentiated Services) التنقل بين هذه التقنيات فرضه التقدم والثورة التكنولوجية التي حدثت للبيانات والتضاعف الكبير في حجم المستخدمين.

4-1-1- best effort (أفضل جهد):

هنا تعمل الشبكة بأعلى طاقة لها من اجل اوصول البيانات والرزم من المرسل الى المستقبل ويمكن اختصار هذه التقنية بالعبرة " سأبذل قصارى جهدي في ظل الظروف المعينة، لكنني لا أقدم أي وعود".
بروتوكول IP يدعم هذه التقنية بشكل افتراضي ولكن لهذه التقنية مساوئ كبيرة ادت الى الانتقال الى استخدام intserv منها ضياع الرزم وعدم توافر عرض حزمه كافي ولا يوجد اي ضمانات لتسليم الرزم بين المرسل والمستقبل ولا تدعم التسليم في الزمن الحقيقي [7].

4-1-2- intserv (Integrated Services) الخدمات المتكاملة:

يوفر intserv طريقة لتقديم جودة الخدمة (QoS) من البداية إلى النهاية (مرسل - مستقبل) وبالعكس التي تتطلبها تطبيقات الوقت الحقيقي من خلال إدارة موارد الشبكة بشكل تام لتوفير جودة الخدمة (QoS) لتدفقات رزم المستخدم (التدفقات). ويستخدم آليات "حجز الموارد" و "التحكم في القبول" كعناصر أساسية لإنشاء جودة الخدمة والحفاظ عليها [3].
يستخدم IntServ بروتوكول حجز الموارد Resource Reservation Protocol (RSVP) للإشارة بوضوح إلى احتياجات QoS لحركة مرور التطبيق على طول الأجهزة في المسار من طرف إلى طرف عبر الشبكة. إذا كان بإمكان كل جهاز شبكة على طول المسار حجز النطاق الترددي اللازم لتحقيق جودة الخدمة المطلوبة، فيمكن للتطبيق الأصلي عند طرف المرسل أن يبدأ الإرسال [3].
مشاكل استخدام intserv:

اهم مشاكل استخدام هذه التقنية هو الحجز التعسفي للموارد في الشبكة حيث يتم افتراض الحاجة الاكبر لعرض حزمة النطاق الترددي الذي سيتم حجزه ويتم الحجز على هذا الاساس اضافة الى الحاجة لموارد شبكة أكثر تعقيد لتحمل اعباء الحجز من ذاكره وسرعه معالجه مما يزيد التكلفة[3] .

4-1-3 Assured Forwarding (AF) التوجيه المضمون:

يسمح بإعادة التوجيه المضمون بوضع أولوية للبيانات التي يراد ارسالها عبر الشبكة حيث تعمل هذه الأولوية على توفير الية لضمان التسليم حيث تعطي أولويات إسقاط للرمز الموجودة ضمن الرتل الواحد بحيث يتم وضع اقل احتمالية إسقاط للبيانات الأكثر أهمية للحفاظ عليها في الشبكة وضمان تسليمها، طالما أن الحركة لا تتجاوز معدل نقل البيانات (عرض الحزمة). تواجه حركة المرور التي تتجاوز عرض الحزمة احتمالية أكبر للإسقاط في حالة حدوث ازدحام[10] .

تحدد مجموعة سلوك AF أربع فئات منفصلة مع كل حركة المرور حيث داخل كل فئة يتم إعطاء الرمز أسبقية إسقاط محددة (عالية أو متوسطة أو منخفضة، تعني الأسبقية الأعلى مزيداً من الأولوية). ينتج عن الجمع بين الفئات وأسبقية الإسقاط اثني عشر ترميز DSCP منفصلاً من AF11 إلى AF43 كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول رقم (1): [6] فئات الأولوية في AF

Assured Forwarding behavior group

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Low drop probability	AF11 (DSCP 10) 001010	AF21 (DSCP 18) 010010	AF31 (DSCP 26) 011010	AF41 (DSCP 34) 100010
Med drop probability	AF12 (DSCP 12) 001100	AF22 (DSCP 20) 010100	AF32 (DSCP 28) 011100	AF42 (DSCP 36) 100100
High drop probability	AF13 (DSCP 14) 001110	AF23 (DSCP 22) 010110	AF33 (DSCP 30) 011110	AF43 (DSCP 38) 100110

في حالة حدوث ازدحام بين الفئات، يتم إعطاء الأولوية لحركة المرور في الفئة الأعلى. في حال حدوث ازدحام داخل class، يتم إسقاط الرمز ذات احتمال الإسقاط الأعلى أولاً، وذلك بدلاً من الإسقاط من الذيل، الذي يسقط دوما الرمز التي تأتي اخرا[10] .

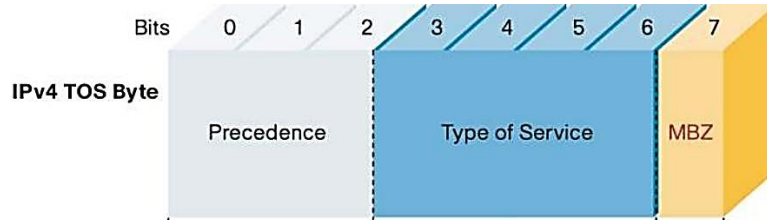
4-1-4 diffserv (Differentiated Services) الخدمات المتميزة:

تعتمد هذه التقنية على تصنيف الرمز الى عدة انواع مختلفة ثم تطبيق خوارزميات الجدولة عليها لتحديد اي التدفقات اهم من اجل الحصول على اعلى جودة خدمة حيث ان رزم البيانات التي تحمل بيانات عادية مثل ملفات نصيه او ملفات صور اقل اولويه على البيانات التي تكون بالزمن الحقيقي مثل محادثات الصوت (Voice over Internet Protocol) VOIP او مؤتمرات الفيديو التي تقام [7].

تعتمد عملية تصنيف الرمز على حقل type of service المكون من 8 بت حيث تم استخدام اخر 3 بتات تدعى Precedence وهي التي تصنف البيانات الى 8 اصناف فقط وال 4 بت التي تليها تستخدم من اجل تحديد حركة المرور للبيانات حسب النوع الذي تم تصنيفها اليه.

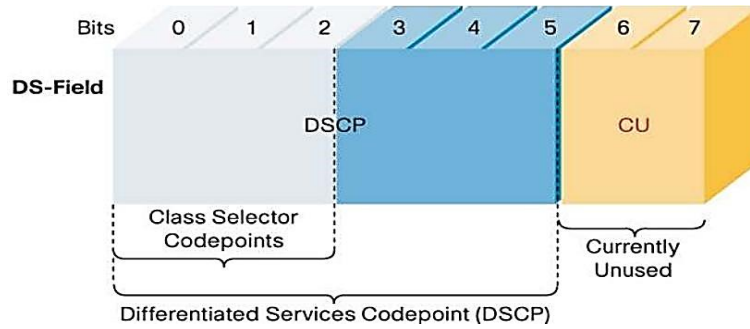
البت الاول ندعوه ب (must be zero) MBZ يحدد فيما إذا كانت الرزمة قد شاركت في التجربة او لا ويتم تعليمها بقيمة صفر إذا لم تكن قد ارسلت ولا مره عبر الشبكة.

يوضح الشكل (1) بنيه حقل ToS:



الشكل رقم (1): [6] بنيه حقل ToS

هذه التقنية لم تستمر طويلا لأن عدد الاصناف التي يمكن ان تصنف البيانات اليها هي 8 اقصى حد في تقنية diffserv تم استخدام حقل DS (differentiated services field) المكون من 8 بت شكل رقم (2) والذي يستخدم منها 6 بت من اجل تصنيف البيانات الى 64 صنف وندعو هذه ال 6 بتات ب DSCP (differentiated services code point) [3].



الشكل رقم (2): [6] بنية حقل DS

يتم تحقيق جودة الخدمة من خلال PHB (per-hop behaviors) حيث يتم تجميع مجموعه رزم التي لها نفس التصنيف ندعوها BA (Behavior Aggregate) ويتم تحديد سلوكها من خلال 3 انماط لتحديد السلوك لهذه الرزم ويمكن توضيحها من خلال ما يلي:

1- Default Forwarding (DF) PHB : وهي تقابل سلوك best effort

2- Expedited Forwarding (EF) PHB: هذا النمط يستخدم تقنيات خوارزميات الجدولة من اجل تحقيق اقل فقدان للرزم وقل تأخير للإرسال وقل jitter وهذا يناسب لأبعد حد نقل البيانات في الزمن الحقيقي من VoIP ومؤتمرات الفيديو وكذلك البث المباشر [3].

4-2- خوارزميات الجدولة في الموجهات:

من خوارزميات الجدولة التي يتم استخدامها لدينا First-In First-Out (FIFO), priority Queuing (PQ), and Weighted Fair Queuing (WFQ)

4-2-1- First-In First-Out (FIFO) خوارزمية من يدخل أولا يخرج أولا:

الشكل الافتراضي للصف على جميع الواجهات هو First-In First-Out (FIFO)، لا يتطلب هذا الشكل من خوارزميات الجدولة أي اعداد، ويقوم ببساطة بمعالجة وإعادة توجيه الرزم بالترتيب الذي تصل إليه إذا أصبحت قائمة الانتظار مشبعة وممتلئة، فسيتم إسقاط الرزم الجديدة (إسقاط الرزم التي تصل اخيرا)، قد يكون هذا الشكل من خوارزميات الجدولة غير كافٍ للتطبيقات في الزمن الحقيقي، خاصة في أوقات الازدحام. لن يميز FIFO أبداً أو يعطي الأفضلية للرزم ذات الأولوية الأعلى. وبالتالي، يمكن عدم تلبية تطبيقات مثل VoIP خلال فترات الازدحام [9].

4-2-2- priority Queuing (PQ) رتل الأولوية:

يتم تعيين أربع أولويات لحركة المرور وهي (Low،Normal (default) ، Medium،High) يجب تعيين حركة المرور لقوائم الأولوية هذه، عادةً باستخدام قوائم الوصول (ACL) Access Lists . تتم معالجة الرزم من قائمة الأولوية العالية قبل الرزم من قائمة الأولوية المتوسطة. وبالمثل، تتم دائماً معالجة الرزم من قائمة الأولوية المتوسطة قبل الرزم من قائمة الانتظار العادية، وما إلى ذلك. تذكر أن حركة المرور داخل قائمة الانتظار تتم معالجتها باستخدام FIFO [9].

تتم معالجة الرزم في خوارزميات الجدولة الأعلى حتى تنتهي ثم يتم الانتقال الى معالجة الرزم في خوارزميات الجدولة الأقل أولوية وهكذا.

مساوي هذا النوع من خوارزميات الجدولة هو ان خوارزميات الجدولة ذات الأولوية الأعلى تستمر معالجتها دائماً طالما هناك رزم في رتل الانتظار مما يجعل الرزم في خوارزميات الجدولة ذات الأولوية الأدنى عرضه الى التساقط وعدم معالجتها وهو امر سيء.

4-2-3- Weighted Fair Queuing (WFQ) خوارزمية الرتل العادل الموزون:

يحسن نظام الانتظار العادل الموزون (WFQ) على ما يرد أولاً بصرف أولاً عن طريق استخدام المزيد من قوائم الانتظار التي تستخدم نظاماً ذا أولوية لتوفير نطاق ترددي عادل لأنواع مختلفة من حركة المرور. عادة ما تكون هناك ثلاثة قوائم انتظار؛ أولوية عالية ومتوسطة ومنخفضة لها وزن مخصص لها. يتم أخذ هذا الوزن بالتناوب من كل قائمة انتظار بعدد مختلف من bits اعتماداً على نوع حركة المرور في كل قائمة انتظار، يسمح استخدام WFQ بتدفق حركة المرور بحيث لا يتم تجويعه ويسمح بضمان جميع قوائم الانتظار. بالنسبة للتدفقات الصغيرة، فإنه يوفر خدمة سريعة مثل VoIP ولكن بالنسبة للتدفقات الأكبر، فإن WFQ سيسقط الرزم الكبيرة يوضح كيفية تشغيل WFQ لقوائمه الثلاثة للسماح بمشاركة عادلة في النطاق الترددي. المشكلة الرئيسية في WFQ هي أنه لا يمكن استخدامه لتنفيذ تخصيص النطاق الترددي والأولويات المرنة. هذا يعني أنه لا يمكن تخصيص أولوية لحركة مرور معينة. سيكون لقوائم الانتظار فقط الأولوية ولكن سيتم استخدامها فقط في حجم التدفق الوارد، وليس على أنواع حركة المرور. لا يمكن استخدام WFQ في البيئات التي توجد بها كميات كبيرة من حركة المرور نظراً لوجود مشكلات تتعلق بقابلية التوسع. هو الأنسب للبيئات الأصغر حيث تقتصر فئات حركة المرور على عدد صغير [9].

4-2-4- Custom Queuing (CQ) خوارزمية الرتل المخصص:

يعالج CQ أكبر عيب في PQ من خلال توفير أداة قائمة انتظار تخدم جميع قوائم الانتظار، حتى أثناء أوقات الازدحام. يحتوي على 16 قائمة انتظار متاحة، مما يعني 16 فئة تصنيف، وهو عدد كبير لمعظم التطبيقات، كما هو الحال مع معظم أدوات قائمة الانتظار، فإن الجزء الأكثر إثارة للاهتمام من الأداة هو برنامج الجدولة. يعطي جدولة CQ نسبة تقريبية لعرض النطاق الترددي الإجمالي للارتباط لكل قائمة انتظار. CQ تقرب النسب المئوية لعرض النطاق ، بدلاً من تلبية النسبة المئوية الدقيقة ، بسبب التشغيل البسيط لجدولة CQ [9].

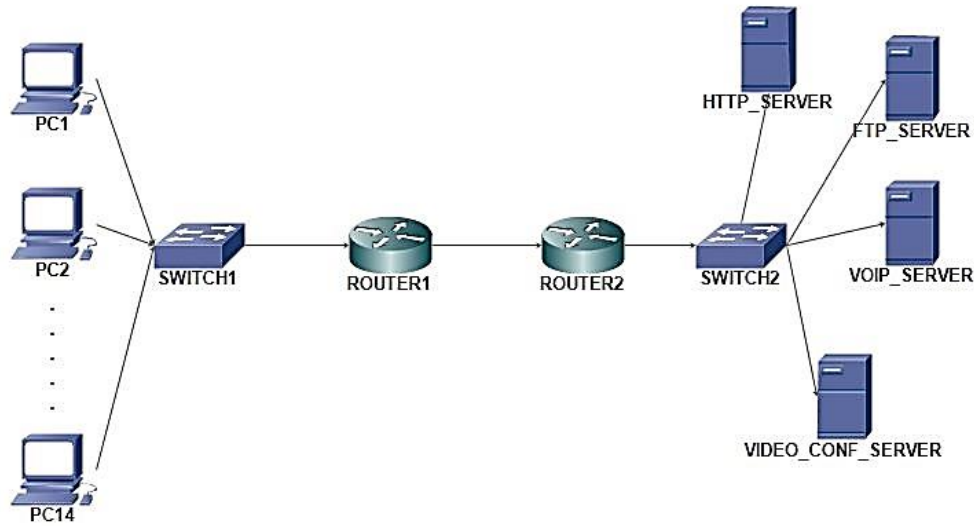
يقوم برنامج جدولة CQ بتنفيذ خدمة round robin في كل قائمة انتظار، بدءاً من قائمة الانتظار 1. يأخذ CQ الرزم من قائمة الانتظار، حتى يتم استيفاء إجمالي عدد البايت المحدد لقائمة الانتظار أو تجاوزه. بعد أن تتم خدمة قائمة الانتظار لهذا العدد الكبير من البايتات، أو بعد ألا تحتوي قائمة الانتظار على أي رزم أخرى، ينتقل CQ إلى قائمة الانتظار التالية، ويكرر العملية [9].

وهو بشكل أساسي نسخة مطورة عن خوارزمية جدولة WFQ من حيث وضع أولويات للأرتال ال 16 التي يقوم بإنشائها لتصنيف البيانات وإرسالها بالاعتماد على الجدولة الدائرية روبن والأولوية لكل خوارزمية جدولة.

5- الدراسة التجريبية:

5-1- بناء النموذج الأساسي للشبكة:

تم بناء الشبكة على مساحة 1000*1000 متر مربع وتم بناء شبكة سلكية مكونة من راوتر عدد 2 كل راوتر ضمن مبنى حيث يوجد مبنى لأجهزة الحواسيب عددها (6 أجهزة) ومبنى اخر للمخدمات عددها 3 مخدّمات (- FTP_server WEB_server -VoIP_server) حيث ان أنواع الوصلات هي من نوع UTP بسرعة 10 ميغا بت في الثانية بين الأجهزة و (المبدل) switch وبين switch والموجهات وهي سرعه كافية دون حدوث أي اختناق بين التجهيزات وفق حجم البيانات المتبادل بينها لكن الوصلة بين الموجهين هي من النوع PPP_DS1 بسرعه 1.544 Mbit/s حيث تم استخدام هذه الوصلة لتحقيق الاختناق ومن بعده استخدام الاليات من اجل اختبار أيها اكثر فعالية في هذه الشبكة كما كانت مدة تنفيذ التجربة لجميع السيناريوهات 600 ثانيه وبروتوكول الانترنت المستخدم كان IPv4 لتغليف الرزم وعنوانها ونقلها عبر الشبكة. يوضح الشكل (2) بنية الشبكة المستخدمة والتي تمت محاكاتها من خلال برنامج OPNET ويوضح الجدول (2) بنية الشبكة والقيم المستخدمة لكل جهاز او وصلة في الشبكة.



الشكل رقم (3): بنية الشبكة المستخدمة

الجدول رقم (2): بنية الشبكة المستخدمة لدراسة اليات ضمان جودة الخدمة في الطبقة الثالثة

القيمة	البارامتر
3	عدد السيرفرات
conferencing VOIP-FTP-WEB-Video	التطبيقات المستخدمة
5 وفي بعض السيناريوهات 10	عدد الحواسيب
2	المبدلات
2	الموجهات
ppp_DS1 - 1.544 Mbit/s	Link R1 <> R2
UTP -10 Mbit/s	Another link
1000*1000 متر مربع	مساحة الموقع
11	عدد السيناريوهات
4	تكرار السيناريو

5-2- سيناريوهات المحاكاة:

4-2-1 السيناريو الأول: يهدف هذا السيناريو الى تحليل أداء الشبكة عند تطبيق حمل منخفض وعند تطبيق حمل مرتفع لتقييم جودة الخدمة.

4-2-2 السيناريو الثاني: يهدف هذا السيناريو الى تقييم أداء الشبكة عند استخدام بروتوكول حجز الموارد (RSVP) وتبيان إيجابيات وسلبيات استخدام هذا البروتوكول.

4-2-3 السيناريو الثالث: يهدف هذا السيناريو الى تقييم أداء الشبكة مع استخدام تقنية (AF (Assured Forwarding) وايضاح سلبيات وإيجابيات استخدام هذه التقنية.

4-2-4 السيناريو الرابع: يهدف هذا السيناريو الى تقييم أداء الشبكة مع استخدام خوارزميات الجدولة (FIFO-WFQ) (CQ-PQ) وإيجاد أفضل خوارزمية جدولة من بين هذه الخوارزميات من خلال مقارنة المعايير المستخدمة في تحديد جودة الخدمة في الشبكة.

الغاية من السيناريوهات الحصول على نتائج تفيد في تحديد أفضل تقنية ليتم استخدامها تحقق اقل نسبة تأخير واقل نسبة ضياع واقل نسبة Jitter للحصول على أفضل جودة خدمة ممكنة للصوت في الشبكة التي تنقل الصوت والبيانات.

6- مقاييس الأداء:

تم الاعتماد في تحديد الجودة في هذه التجربة على مقاييس الأداء الخاصة والتي تكمن في التأخير و Jitter واختيار الالية الأفضل ليتم اعتمادها.

6-1 Jitter: يُشار أيضًا إلى Jitter تقنيًا على أنه تباين تأخير الرزم. يتعلق هذا بالتباين في التأخير الزمني بالمللي ثانية (مللي ثانية) بين رزم البيانات عبر الشبكة. عادة ما يكون هذا اضطرابًا في التسلسل العادي لإرسال رزم البيانات. وهذا يعني أيضًا أن هناك تذبذبًا في التأخير حيث يتم نقل الرزم عبر الشبكة. قد يتغير مستوى التأخير طوال عملية النقل ويمكن أن يؤدي إلى تأخير قدره 50 مللي ثانية في عمليات نقل الرزم مما يجعل جودة نقل الصوت او الصورة اقل كفاءة عند ازدياد Jitter وكعلاقة رياضية يمكن وصف التذبذب كما يلي إذا غادرت رزمتان متتاليتان العقدة المصدر مع أزمنة t_1 و t_2 وتم تشغيلهما في العقدة الوجهة في الوقت t_3 & t_4

$$jitter = (t_4 - t_3) - (t_2 - t_1) \quad [1]$$

للحصول على أفضل أداء، يجب أن يبقى معدل Jitter أقل من 20 مللي ثانية. إذا تجاوز هذا 30 مللي ثانية يؤدي ذلك إلى إحداث تأثير ملحوظ على جودة أي محادثة في الزمن الحقيقي قد يجربها المستخدم. بهذا المعدل [5].

6-2- التأخير (Delay): يحدث التأخير في نقل رزم البيانات عند حصول ازدحام على الشبكة بسبب نقص عرض الحزمة او زيادة الحمل المطبق على الشبكة هذا يؤدي الى حدوث تأخير في الرزم وهذا التأخير غير محبذ في الشبكة [2] التي تنقل الوسائط المتعددة والتي تحتاج الى تأخير يلامس الصفر لتكون جيدة. يكون التأخير بين (0 - 150 مللي ثانية) ممتاز ويكون بين (150 - 400 مللي ثانية) مقبول بشرط ان يكون مدير الشبكة على دراية فيه لتجنب الازدياد على هذا التأخير ويكون فوق 400 مللي ثانية غير مقبول للصوت [7]. وكعلاقة رياضية يمكن التعبير عن التأخير كما يلي إجمالي تأخير رزمة الصوت، المسمى "التأخير التناظري إلى التناظري" أو "من الفم إلى الأذن" = تأخير الشبكة + تأخير الترميز + تأخير فك الترميز + تأخير الضغط + تأخير إلغاء الضغط.

$$D(\text{voice})=D(\text{network})+D(\text{codec})+D(\text{decode})+D(\text{compression})+D(\text{Decompress}) \quad [1]$$

6-3- متوسط الرأي الشخصي (MOS (Mean Opinion Score): سيتم تصنيف كل جلسة مكالمة VoIP اعتمادًا على جودة المكالمة. نظرًا لأن فقدان الرزم والتأخير يقللان من جودة المكالمة، من الضروري الحفاظ على مستوى مناسب

من جودة الخدمة من أجل اتصال واضح. إذا لم يتم الحفاظ على مستوى جودة الخدمة أو تم الحفاظ على مستوى منخفض منه، فسيكون هناك مستوى سيء من الخدمة للمستخدمين ونتيجة لذلك، ستفقد الشركة العملاء، لتحديد جودة مكالمات VoIP، يتم استخدام نظام تصنيف يتراوح بين 1-5 حيث انه كلما زادت قيمة MOS ازدادت جودة الصوت [7].

الجدول رقم (3): [6] قيم MOS وشرح كل قيمة

قيمة MOS	وصف معنى القيمة
5	جودة مثالية
4	صوت واضح مع بعض العيوب
3	هذه هي أدنى درجة لجودة المكالمات ستكون بعض الكلمات مفقودة في المكالمات
2	التأخير كبير وعدم استقرار المكالمات مما يجعل التواصل شبه مستحيل
1	أدنى قيمة حيث التواصل هنا شبه منعدم

4-6- فقدان الرزم (Packet loss):

يعبر هذا المعيار عن عدد الرزم التي تم اسقاطها نتيجة امتلاء رتل الانتظار في عقد الشبكة ويتم حسابها بالنسبة لإجمالي العقد بالشبكة وعند نقاط الاختناق.

Packet loss= Packet loss (dropped at nodes) + Packet loss (dropped at network) bottlenecks [1]

حيث حصلنا على عدد الرزم المفقودة في الشبكة لنحصل على النسبة المئوية سيتم تقسيم الناتج على إجمالي عدد الرزم المرسل في الشبكة [7].

7- النتائج والمناقشة (Results and Discussion):

تم تنفيذ جميع السيناريوهات على الشبكة لاختيار أفضل تقنية وبيان أيها الأقل تأخير والاقل jitter والنتائج كانت كما يلي: أعطت الشبكة عند تنفيذ السيناريو الأول والتي لم يطبق فيها أي الية لضمان جودة الخدمة مع حمل منخفض وكانت النتائج مثالية ومرضية حيث كان التأخير والتذبذب ومعدل اسقاط الرزم ضمن القيم المعيارية لكن مع ازدياد الحمل اصبحت النتائج سيئة وغير مقبولة وذلك وفق معايير جودة الخدمة، يوضح الجدول (4) الازدياد الكبير في التأخير و Jitter وفقدان الرزم عند زيادة الحمل وعدم استخدام أي الية لتحقيق جودة الخدمة.

الجدول رقم (4): نتائج التأخير والتباين في التأخير وفقدان الرزم عند الحمل المنخفض والمرتفع في الشبكة

	jitter	delay	Packet loss
Low load	0.008 sec	0.2 sec	%1
High load	0.025 sec	1.7 sec	% 12 وسطيا

نتيجة لذلك تم الانتقال لاستخدام أول الية لتحقيق ضمان جودة الخدمة وهي استخدام بروتوكول حجز الموارد RSVP في السيناريو الثاني حيث أظهرت النتائج ان تطبيق البروتوكول حسن النتائج الى درجة مقبولة لكن ليس مع زيادة أكبر في الحمل

وعدد المستخدمين حيث تحققت الجودة بالنسبة للأجهزة التي حجزت الموارد أولاً وساءت الجودة عند وجود رزم تحتاج سلوك نفس المسار لكن عرض الحزمة قد حجز بالكامل.

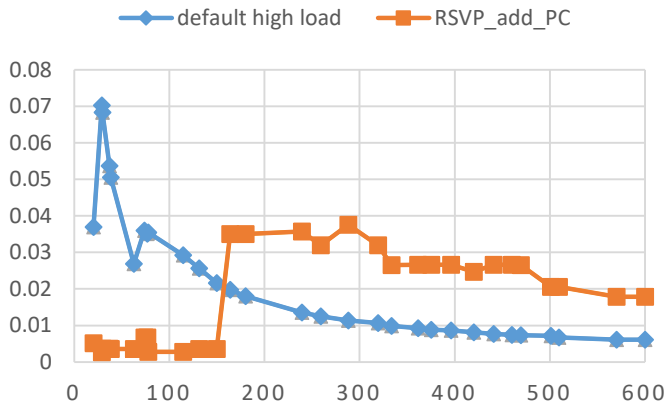
يوضح الجدول (5) القيم المعيارية الوسطية عند استخدام RSVP بدون إضافة طلبات لحجز موارد جديدة حتى الثانية 150 حيث نجد ان استخدام البروتوكول افاد الى درجة كبيرة في عملية تحسين جودة الخدمة.

الجدول رقم (5): القيم الوسطية لمعايير الأداء عند استخدام RSVP حتى الثانية 150

	JITTER	DELAY	MOS
RSVP	0.01 sec	0.15 sec	3.5
Best Effort	0.025 sec	0.35 sec	2

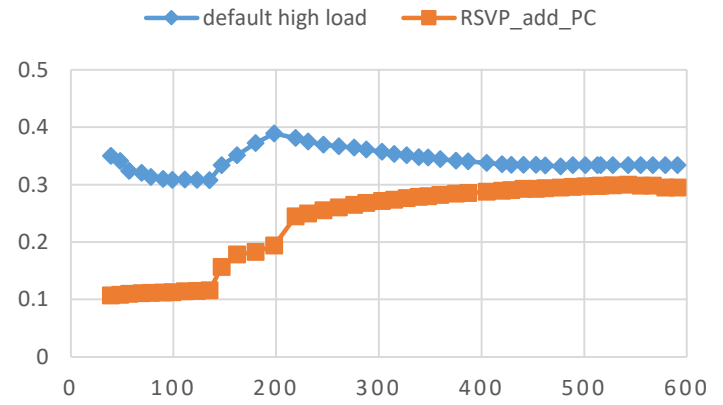
توضح الأشكال (3-4-5) النتائج عند استخدام بروتوكول حجز الموارد عند زيادة عدد الطلبات لاستخدام عرض النطاق الترددي من خلال زيادة عدد الأجهزة 15 جهاز وإدخالها لتطلب الوصول الى الشبكة وتبادل بيانات التطبيقات من الثانية 150 من زمن المحاكاة حتى نهاية المحاكاة حيث أظهرت النتائج تدهور جودة الخدمة وازدياد قيمة التذبذب شكل (5) وزيادة التأخير شكل (4) وفقدان الرزم بعد الثانية 150 من المحاكاة كما في الاشكال التالية.

VOICE.JITTER



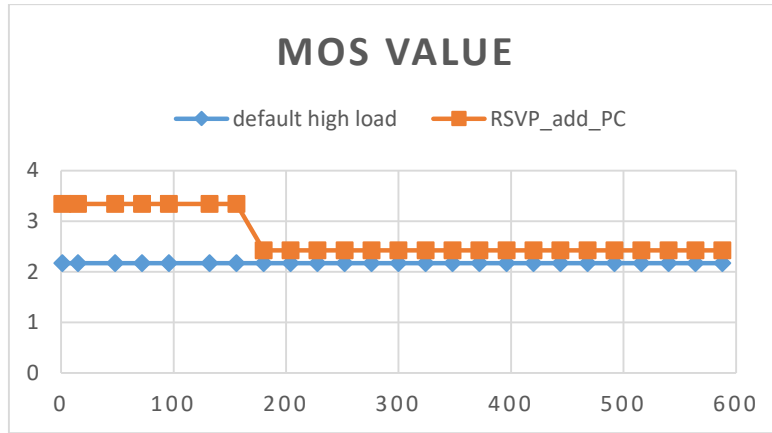
الشكل رقم (5): JITTER عند استخدام RSVP

DELAY



الشكل رقم (4): التأخير عند استخدام RSVP

نلاحظ من الشكل (4) انه كان jitter في حالة best effort كبير ومتغير يصل الى 0.07 ثانية الا انه انخفض بعد تطبيق RSVP واصبح وسطيا 0.001 ثانية لكن مع زيادة عدد الحواسيب في الثانية 150 من التجربة نلاحظ ان الارتعاش ازداد الى 0.040 ثانية وهو امر غير مقبول في جودة الخدمة كما نلاحظ أيضا ان التأخير انخفض الى 0.15 ثانية بعد ان كان قد وصل الى 0.5 ثانية في بعض الحالات قبل استخدام RSVP لكنه ازداد ليكون مقاربا للتأخير في حالة الحمل المرتفع بعد زيادة عدد المستخدمين وطلب الوصول الى موارد الشبكة حيث كانت محجوزة من قبل مستخدمين آخرين، كما اظهرت النتائج ان استخدام RSVP أعطى قيم مناسبة ل MOS حتى اللحظة 150 الى ان تم إضافة أجهزة جديدة تحاول الوصول الى عرض الحزمة حيث انخفضت قيمة MOS الى 2.5 بعد ان كانت 3.5 قبل إضافة الأجهزة الجديدة كما يوضح الشكل (6)



الشكل رقم (6): قيمة MOS مع استخدام RSVP وبدونه

مما سبق نلاحظ ان البروتوكول حسن من جودة الخدمة أي قلل التأخير وقلل ال jitter وذلك يعود الى ان بروتوكول حجز الموارد افاد تطبيق الصوت الى حد كبير لكنه زاد التأخير والفقدان للرزم في تطبيق نقل الملفات وتطبيق مكالمات الفيديو السبب يعود لاستحواذ تطبيق الصوت على اغلب عرض الحزمة ومنع المستخدمين الاخرين من الوصول الى عرض الحزمة وهو من أكثر السلبيات في هذه الآلية يوضح الجدول التالي هذه السلبية حيث بلغ التأخير في تطبيق الفيديو 280 ميلي ثانية وسطيا ومعدل اسقاط الرزم حوالي 30% وسطيا وهي نتائج سيئة بالنسبة لتطبيق المكالمات الفيديوية.

الجدول رقم (6): التأخير وضياح الرزم في تطبيقات نقل الملفات ومحادثات الفيديو

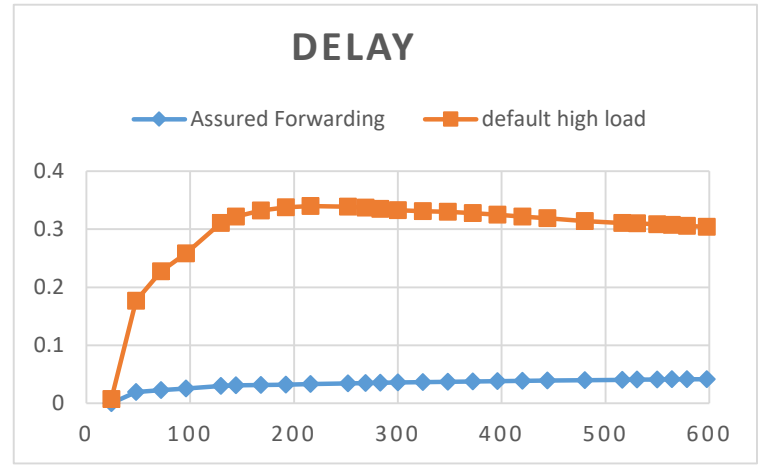
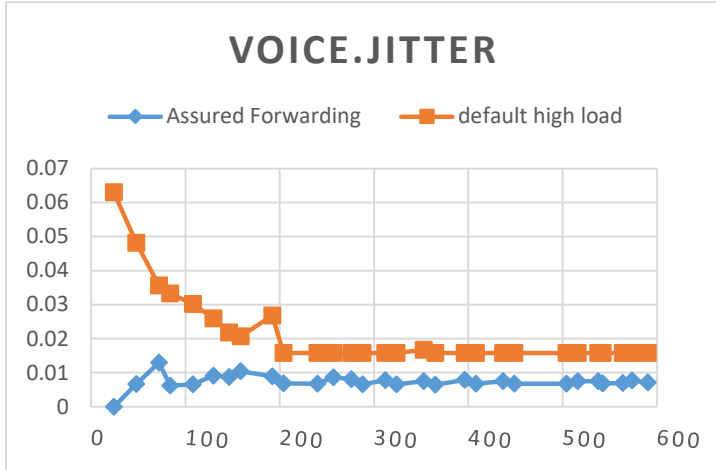
	Video conferencing	ftp
delay	يرتفع ليصل وسطيا الى 280 ميلي ثانية	أكثر من 100 ثانية
Packet loss	وسطيا أكثر من 30%	وسطيا أكثر من 80%

لتلافي هذه السلبية تم الانتقال لاستخدام آلية جديدة في السيناريو الثالث وهي الية (AF) في هذه الآلية يتم تعليم البيانات المنقولة الى 4 صفوف مع 3 مستويات أولوية لكل صف كما في الجدول (7) حيث ان الوسائط المتعددة تكون بنفس الصف ولكن بعدة مستويات أولوية وهنا تكمن نقطة الضعف التي سندرسها عند مشاهدة النتائج وتحليلها. يوضح الجدول (7) تصنيف التطبيقات الأربعة ضمن أولويات اسقاط محددة حيث كان الصوت له أولوية الاسقاط الأقل على تطبيق الفيديو وكان لتطبيق نقل الملفات أولوية الاسقاط الأقل على تطبيق الويب.

الجدول رقم (7): تعليم البيانات من كل تطبيق ووضع مستوى أولوية لها

AF41	VoIP
AF42	Video conferencing
AF31	Ftp
AF32	Http

وكانت النتائج كما في الشكل (7) والشكل (8):

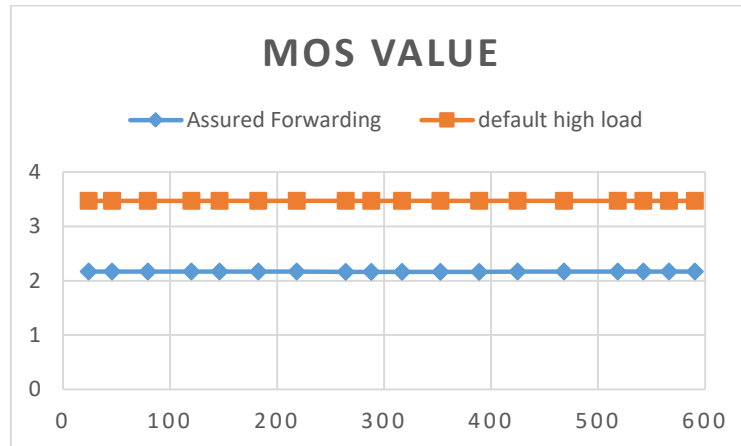


الشكل رقم (8): jitter عند استخدام AF

الشكل رقم (7): التأخير عند استخدام AF

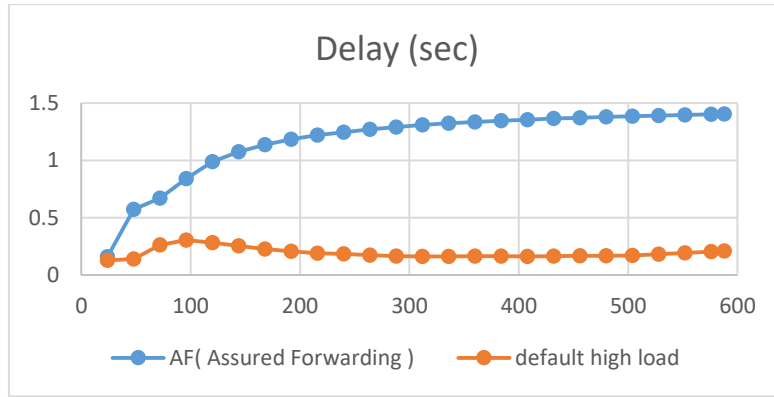
Jitter يرتفع الى حد مقبول 0.015 ثانية في أزمته متعددة على طول السيناريو وهو أمر مقبول بالمقارنة مع معايير جودة الخدمة في حين انه كان يصل الى 0.065 ثانية في بعض نقاط السيناريو بدون استخدام اليات ضمان جودة خدمة كما نلاحظ ان التأخير وسطيا يكون بين 350 و 400 ميلي ثانية وهو جيد مقارنة مع عدم استخدام أي الية حيث وصل الى 2.2 ثانية.

كما ان استخدام هذه التقنية حسن قيمة MOS الخاصة بتطبيق الصوت الى 3.5 وهو امر جيد بالنسبة لجودة الخدمة كما في الشكل (9)



الشكل رقم (9): قيمة MOS مع استخدام AF مقارنة مع عدم استخدامها

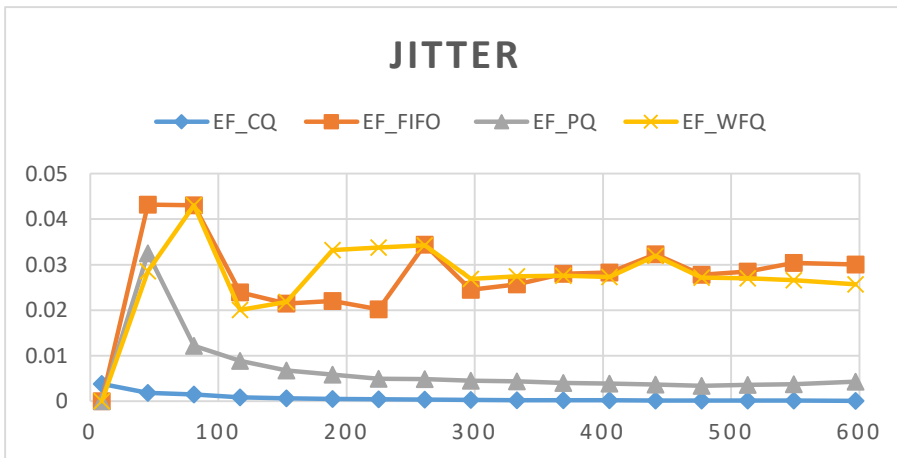
نلاحظ من الشكل (10) ان التأخير وسطيا يكون مقارب ل 0.2 ثانية مع عدم استخدام تقنية AF لكن بعد استخدامها نلاحظ ان التأخير ازداد بشكل كبير الى اكثر من 1.4 ثانية وهو امر غير مقبول في معايير جودة الخدمة والسبب يعود لان الأولوية الممنوحة لتطبيق الصوت على تطبيق الفيديو أدت الى حرمان تطبيق الفيديو من استغلال عرض الحزمة عندما أراد الاتصال مما أدى الى حدوث تأخير كبير في نقل الفيديو وهذه احد سلبيات هذه التقنية والسلبية الأخرى هي عدم وجود إمكانية لتحديد أولويات الى أصناف كثيرة من البيانات حيث يبلغ العدد الاعظمي للأصناف 4 أصناف بوجود 3 ارتال أولوية لكل صنف .



الشكل رقم (10): قيمة التأخير مع استخدام AF مقارنة مع عدم استخدامها في تطبيق مكالمات الفيديو

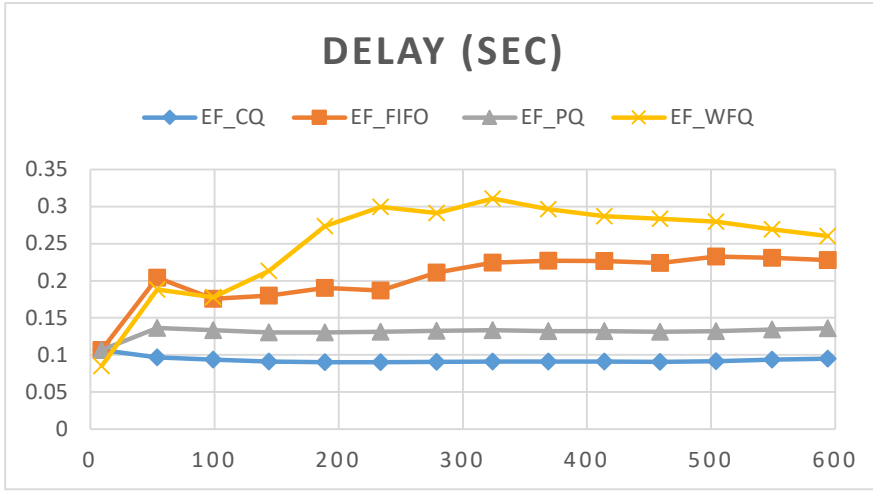
مما سبق نلاحظ ان هذه التقنية أفادت جودة الخدمة نوعا ما لكن المشكلة تكمن في ان التطبيقات التي تكون في نفس الصف وذات الأولويات المختلفة قد تؤدي الى حجز الموارد بشكل مختلف وفي التجربة بشكل متعمد تم جعل الصوت له أولوية على مؤتمرات الفيديو وكذلك بدء عملية نقل تطبيق الصوت قبل الفيديو مما جعله يحجز حيز أكبر لنقل الصوت بينما مؤتمرات الفيديو عانت من الحرمان حيث كان للصوت أولوية على الفيديو في نفس الصف كما لاحظنا في الشكل السابق حيث ازداد التأخير بشكل كبير وغير مقبول، هذا دفع الباحثين للانتقال لاستخدام اليات جديدة تحقق كفاءة أكبر حيث تم استخدام خوارزميات الجدولة في عملية إعطاء أولويات للبيانات المصنفة وحقق ذلك نتائج ممتازة في جودة الخدمة كما سنرى من خلال النتائج في السيناريو الرابع التي ظهرت في الاشكال (12-11-13).

نلاحظ ان jitter الخاص في CQ كان الأقل تذبذب والاقبل قيمة والاقرب للصفر من بين بقية خوارزميات الجدولة في حين



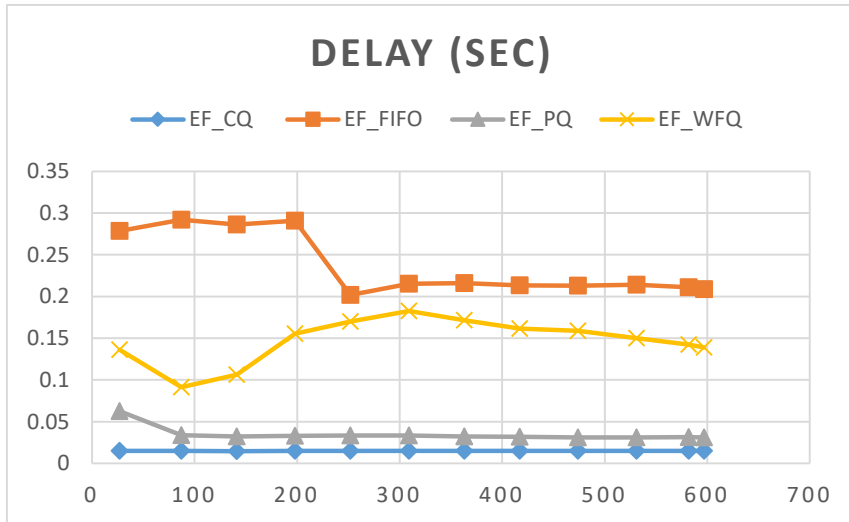
كان رتل FIFO الأكثر سوء يعود ذلك لاستغلال الرتل CQ عرض الحزمة بشكل مناسب بالاعتماد على جولة روبن وعلى الأولويات التي يضعها على كل رتل يتم الدوران عليه بشكل دوري.

الشكل رقم (11): قيم jitter عند استخدام الارتال الأربعة



في الشكل (12) نلاحظ ان delay الخاص في CQ كان الأقل قيمة وسطيا 0.1 ثانية في حين كان WFQ الأكبر قيمة وسطيا وصل الى 0.33 ثانية

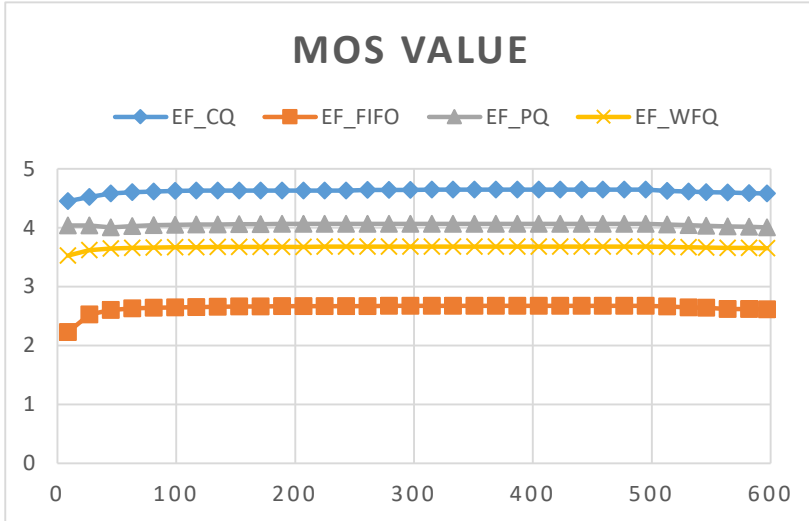
الشكل رقم (12): وسطي التأخير في الشبكة عند استخدام كل رتل



نلاحظ ان delay الخاص في CQ كان الأقل قيمة وسطيا 0.018 ثانية في حين كان WFQ الأكبر قيمة وسطيا وصل الى 0.12 ثانية.

الشكل رقم (13): التأخير في مؤتمرات الفيديو عند تطبيق الارتال

يوضح الشكل (14) قيمة MOS مع استخدام خوارزميات الجدولة والمقارنة فيما بينها



نلاحظ ان قيمة MOS مع خوارزمية الجدولة CQ كانت الأعلى في حين كانت قيمة MOS مع FIFO والأسوأ وغير مناسبة ابدا لجودة الخدمة في الشبكة.

الشكل رقم (14): قيمة التأخير الوسطي عند استخدام خوارزميات

الجدولة CQ – PQ – WFQ – FIFO

كما توضح النتائج التالية معدلات فقدان الرزم في التطبيقات المستخدمة في الشبكة مع استخدام خوارزميات الجدولة الأربعة وتبين أيها الأفضل من بينها ليحقق أعلى جودة خدمة في الشبكة.

الجدول رقم (8): معدل فقدان الرزم وسطيا في تطبيقات الشبكة

الرتل	معدل فقدان الرزم VOIP	معدل فقدان الرزم video	معدل فقدان الرزم FTP
FIFO	8%	8%	20%
PQ	6%	5%	10%
WFQ	4%	7%	6%
CQ	2%	4%	9%

نلاحظ ان رتل CQ هو الأقل فقدان للرزم في التطبيقات الثلاثة VIDEO – FTP – VOIP يعود هذا الى عدم استخدام تقنيات أولوية مناسبة لتعطي الصوت تفوق على بقية التطبيقات حيث ان خوارزمية FIFO تعطي أولوية حسب وقت دخول كل رزمة الى الرتل ولا تحدد الرزمة ونوعها لتعطيها أولوية وكذلك خوارزمية WFQ تقوم بالتصنيف حسب الاوزان التي توضع لكل رتل ضمن الخوارزمية حيث تحقق سحب البيانات من هذه الارتال بعدالة دون أي حرمان لكن بدون تحديد أولويات للسحب من الارتال، وتفوق الخوارزمية CQ يعود ذلك لاستغلال خوارزمية الجدولة CQ عرض الحزمة بشكل مناسب بالاعتماد على الجدولة الدائرية روبن وعلى الأولويات التي يضعها على كل رتل يتم الدوران عليه بشكل دوري.

8- ملخص النتائج:

يمكن ان نستنتج من السيناريوهات السابقة انه تم استخدام بروتوكول حجز الموارد RSVP في البداية لكن الحجز الدائم واستهلاك عرض الحزمة من قبل اتصالات معينة بين طرفين جعل ظاهرة الحرمان تظهر فضلا عن استهلاكه لمقدرات الشبكة.

بعدها تم استخدام الية AF التي تعتمد على تعليم الرزم بعلامات وتطبيق أولويات معينه عليها هذه الالية اثبتت انها سيئة مع ازدياد الحمل ومع ازدياد الأصناف الى أكثر من العدد المسموح به في هذه الالية 4 أصناف كل صنف 3 مستويات أولوية تعلم بالعلامة $A(x,y)$.

بعد ذلك تم استخدام خوارزميات الجدولة بعد ذلك لتحسين جودة الخدمة ومن خوارزميات الجدولة التي تمت دراسة تأثيرها FIFO-PQ-WFQ-CQ وكان الأفضل من حيث النتائج هو اليرتل CQ حيث ان Jitter كان مستقر واقل من 30 ميلي ثانية وكان التأخير الأقل من بين بقية خوارزميات الجدولة وكان اقل من 100ميلي ثانية حتى فقدان الرزم كانت لا تتجاوز 3% من الحجم المتبادل.

9- الاعمال المستقبلية:

تتوجه الدراسات الحالية في جودة الخدمة الى استخدام بروتوكول الانترنت IPv6 في تحقيق وتعزيز جودة الخدمة في الشبكة ذلك لوجود بتات فارغة في ترويسة البروتوكول يتم استخدامها في عمليات التصنيف للبيانات وزيادة الأصناف المستخدمة والمنقولة عبر الشبكة من اجل تطبيق الأولويات عليها، مثلا بدلا من تحديد صنف واحد فقط للفيديو يمكن ان نقسم الفيديو الى 3 اقسام وهي (الفيديو عند الطلب -البث المباشر-IPTV) وتطبيق خوارزميات الجدولة عليها لإعطاء الأولوية للبيانات الأهم والتي تحتاج للزمن الحقيقي في تبادل البيانات.

10- المراجع (REFERENCES):

- [1] M. E. G. Mustafa and S. A. Talab, "The Effect of Queuing Mechanisms First in First out (FIFO), Priority Queuing (PQ) and Weighted Fair Queuing (WFQ) on Network's Routers and Applications," Wirel. Sens. Netw., vol. 8, no. 5, pp. 77–84, 2016.
- [2] T. Aziz and M. S. Islam, "Performance Evaluation of Real – Time Applications over DiffServ / MPLS in," Perform. Eval., no. May, 2011.
- [3] Flavius PanaFerd Put " Performance evaluation of RSVP using OPNET Modeler." Wireless Technology and Applications (ISWTA), 2012 IEEE Symposium on. IEEE, 2012
- [4] Md. Zahirul Islam, Md. Saiful Islam, " A Comparative Analysis of different real time applications over variousqueuing techniques", 2012 IEEE/OSA/IAPR International Conference on Informatics, Electronics & Vision.
- [5] Szabolcs Szilágyi, " The Effects of Different Congestion Management Algorithms over Voip Performance", (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 6, No. 2, 2015
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Differentiated_services.
- [7] Anan Sawabe;Takanori Iwai, "A QoS Model to Identify Required QoS for Guaranteeing Quality of Internet Video Streaming Services", ICC 2021 – IEEE International Conference on Communications, Year: 2021.
- [8] H. A. Mohammed, A. H. Ali, and H. J. Mohammed, "The Affects of Different Queuing Algorithms within the Router on QoS VoIP application Using OPNET," Int. J. Comput. Networks Commun., vol. 5, no. 1, pp. 117–124, 2013.

- [9] N.–D. Kiameso;H. Hassanein;H.T. Mouftah,” A prioritized scheduling service model for assured forwarding in DiffServ architectures and its analysis”, Year: 2003 | Volume: 3 | Conference Paper | Publisher: IEEE
- [10] P. Wei, Z. Hong, and M. Shi, “Performance analysis of HTTP and FTP based on OPNET,” 2016 IEEE/ACIS 15th Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICIS 2016 – Proc., pp. 1–4,2016.
- [11] R. Karem, N. Atef, and H. Alaa, “Queuing Impact on VOIP QoS,” no. March, pp. 0–5, 2017.
- [12] S. Ahmad, W. Ali, and M. Hassan, “Performance Evaluation of IPv4 and IPv6 over MPLS using OPNET,” Int. J. Comput. Appl., vol. 125, no. 3, pp. 34–38, 2015.
- [13] R. Sharma, S. S. Sehra, and S. K. Sehra, “Review of Different Queuing Disciplines in VOIP, Video Conferencing and File Transfer,” Ijarccce, vol. 4, no. 3, pp. 264–267, 2015.
- [1] د.منهل طاهر جعفر.تقييم جودة الخدمة لشبكات *MPLS-DiffServ*. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية.سلسلة العلوم الهندسية المجلد(37)العدد(3)2015.

التنبؤ بمؤشر جودة المياه السطحية باستخدام التحليل التمييزي والانحدار الخطي المتعدد

د.م.رائد سلمان جعفر*

(الإيداع: 7 حزيران 2022، القبول: 10 آب 2022)

الملخص:

تضمنت هذه الدراسة تقييم وتفسير قيم القياسات المتعددة لبارامترات جودة المياه السطحية ومصادر التلوث في بحيرة سد الصوراني - طرطوس - سوريا، التي تسمح لنا بالحصول على معلومات متقدمة حول جودة المياه، التقييم والتصميم الأمثل لشبكة محطات المراقبة في منطقة الدراسة. لقد انتشرت تقنيات التقييم والتنبؤ الإحصائية على نطاق واسع في الوقت الحاضر، وذلك من أجل حماية موارد المياه واستدامتها. تم حساب مؤشر الجودة الشامل (CPI) في محطات المراقبة السبعة المعتمدة لجميع القياسات في الفترة الزمنية بين كانون الثاني 2018 وكانون الأول 2020، إذ ينجم هذا التلوث الخفيف عن وصول مياه الصرف الصحي لتجمعات القرى وعن المنشآت الزراعية والصناعية والسياحية المجاورة للبحيرة. يشير هذا المؤشر بشكل عام إلى أن جودة المياه في البحيرة مقبولة إلى مقبولة بشكل أساسي. في هذه الدراسة، تم تطبيق تقنيات إحصائية، بما في ذلك التحليل التمييزي (DA) وتحليل الانحدار الخطي المتعدد (MLR) لتقييم جودة المياه في البحيرة. ركزت الدراسة على تحليل 21 بارامتر فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية، في عينات المياه التي تم جمعها شهرياً على مدار ثلاثة أعوام (2018-2020) من 7 مواقع اعتيان مختلفة تقع حول وداخل البحيرة. تضمن التحليل الاستكشافي في البداية للبيانات المخبرية الدراسة الإحصائية الوصفية مع استبعاد القيم الشاذة والمعالجة التمهيدية للمعطيات. يتضح من النتائج أن قيم (CPI) المحسوبة من خلال نماذج الانحدار الخطي المتعدد المطبقة على البحيرة تحقق أعلى معامل ارتباط ($R = 0.98$). تساعد هذه التقنيات في تزويد سلطات إدارة المياه بالمعرفة المتعلقة باستخدام أو تعديل أو التنبؤ بمؤشر جودة المياه، والمساهمة في التخطيط المستقبلي لدراسات المياه لأغراض الشرب.

الكلمات المفتاحية: جودة المياه، التحليل التمييزي، تحليل الانحدار الخطي المتعدد، بحيرة سد الصوراني، مؤشر التلوث الشامل (CPI).

*أستاذ مساعد قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين.

Predicting of surface water quality index using Discriminant analysis and multiple linear regression

Dr.Raed Selman Jafar*

(Received: 7 June 2022, Accepted: 10 August 2022)

Abstract:

This study focuses on evaluation and interpretation of multiple measurements data for surface water quality parameters and pollution sources in the Sourani dam lake – Tartous– Syria, which is permitting us to acquire innovative information about water quality, evaluation and optimal design of monitoring network. Currently, evaluation and forecasting techniques have commonly disseminate, in order to protect and sustain water resources.

The comprehensive pollution index (CPI) was calculated in the seven monitoring stations for all measurements during January 2018 and December 2020, as the source of this pollution outcomes from villages sewage water, agricultural and industrial and tourist facilities nearby to the lake. This index indicates generally that the water quality in the lake is qualified and basically qualified.

In this study, statistical techniques, including discriminant analysis (DA) and multiple linear regression (MLR) were applied to assess the water quality of the lake. The study concerns the analysis of 21 physical, chemical and microbiological parameters in water samples collected monthly over a period of three years (2018–2020) from 7 different sampling sites located around and within the lake. Exploratory analysis of laboratory data initially included statistical description, outliers elimination and pretreatment were done.

It is evidence from the results that the (CPI) calculated through multi–linear regression models were applied to the lake achieves the highest correlation coefficient of ($R = 0.98$). These techniques support and offer water management authorities with knowledge associated to the use, adjustment or prediction of a water quality index, and thus contribute to the future development studies of potable water.

Keywords: water quality, discriminant analysis (DA), multiple linear regression (MLR), Sourani–dam lake, comprehensive pollution index (CPI).

*Associate professor – Department of Environmental Engineering – Faculty of civil Engineering – Tishreen University.

1- المقدمة Introduction

يُعدّ تلوث المياه السطحية بالملوثات المتعددة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية مشكلة منتشرة في العديد من دول العالم. نظراً لأهمية الموارد المائية السطحية والتأثيرات التي يمكن أن يخلّفها تلوث هذه الموارد على صحة الإنسان والنظام البيئي، تعتبر برامج إدارة جودة المياه حلاً ضرورياً وأساسياً للحماية والاستخدام الأمثل والمستدام لهذه الموارد.

بشكل عام، يمكن حصر المكونات الرئيسية لبرامج إدارة جودة الموارد المائية في ثلاثة محاور رئيسية هي الوقاية (Prevention) والرصد (Monitoring) والتحكم (Control). في مرحلة الوقاية، تُبذل الجهود لاتخاذ جميع الإجراءات والتدابير اللازمة لمنع تلوث موارد المياه السطحية وتدهور جودة مياها باستخدام أدوات مثل تقييم الأثر البيئي (EIA)، بينما تتضمن مرحلة الرصد برامج يتم تنفيذها لتقييم جودة المياه ومراقبتها، وأخيراً تشمل مرحلة التحكم إجراءات تنفيذية لمنع تلوث المياه الناتج عن مصادر التلوث المختلفة. تعتبر مرحلة الرصد في برامج إدارة جودة الموارد المائية هي المرحلة الوسطى التي تربط بين الوقاية والتحكم. الهدف من رصد جودة المياه هو الحصول على معلومات كمية حول التغيرات الزمانية والمكانية لبارامترات جودة المياه بحيث تعكس هذه البارامترات المقاسة في نقاط الاعتيان المختلفة قدر الإمكان التغيرات الإجمالية في جودة مياه المورد المائي المدروس.

نظراً لحاجة رصد جودة المياه إلى قياس بارامترات مختلفة، والذي بدوره يتطلب كلفة كبيرة ووقت طويل، فإن تصميم برنامج لرصد جودة المياه بأقل عدد ممكن من نقاط الاعتيان واختزال عدد البارامترات المقاسة وعدد مرات القياس، وبنفس الوقت يعطي تقييم بشكل صحيح لجودة المياه بأقل كلفة ممكنة يعتبر أمراً ضرورياً وهاماً جداً.

يلعب التحليل الإحصائي دوراً هاماً في تحليل وتفسير الظواهر الطبيعية والبيئية، ويعد أحد أهم طرق البحث العلمي الذي يستخدم عند دراسة المشاكل المختلفة البيئية والصحية والاقتصادية. إحدى الطرق التي تم استخدامها على نطاق واسع في السنوات الأخيرة لتصميم شبكات رصد جودة المياه هي الطرق الإحصائية متعددة المتغيرات (Multivariate Statistical Methods)، نذكر منها: التحليل العنقودي (Cluster Analysis)، تحليل المكونات الرئيسية (Principal Component Analysis)، التحليل التمييزي (Discriminant Analysis)، تحليل الانحدار الخطي متعدد المتغيرات (Multiple Linear Regression) (Hamil, Arab et al. 2018).

يعد أسلوب التحليل التمييزي من الأساليب الإحصائية للتحليل متعدد المتغيرات والذي يشاع استخدامه في المجالات البيئية، حيث يهتم التحليل التمييزي بكيفية التمييز بين مجموعتين أو أكثر من القياسات، وتصنيف القياسات الجديدة على المجموعات التي سبق تعريفها، يعتمد أسلوب التحليل التمييزي على الوصول إلى دالة تسمى دالة التمايز (Discriminate Function) والتي تعمل على زيادة الفروق بين متوسط المجموعات حيث أنه كلما كان هناك تباعد بين متوسط المجموعات كلما كان التمييز أكثر كفاءة، وبالتالي التخفيض من خطأ التصنيف (Liu, Zhang et al. 2021). يعتبر التحليل التمييزي استكشافياً بطبيعته حيث يستكشف أسباب الاختلاف المشاهدة عندما لا تستطيع فهم العلاقات السببية بدرجة كافية من الدقة (Chen, Zhang et al. 2018).

يعدّ مؤشر جودة المياه WQI الأداة الأكثر فعالية لتحويل بيانات بارامترات جودة المياه المعقدة الخام إلى معلومات بسيطة ومفهومة تعكس الحالة الكلية لتلوث المصدر المائي المدروس، بشكل عام تتراوح قيم بعض مؤشرات جودة المياه (WQIs) من 0 إلى 100. كلما زادت القيمة كلما كانت جودة المياه أفضل. تمثل القيمة 0 أسوأ جودة للمياه بينما تمثل القيمة 100 أفضل جودة للمياه، القيم بينهما تصنف في فئات جودة متدرجة ومختلفة.

تم تقديم هذه الطريقة من خلال المعادلات الرياضية لتحديد حالة جودة المياه في المصدر المائي بواسطة Horton (Uddin, Nash et al. 2021). بعد ذلك، تم تطوير عدة طرق لحساب مؤشرات جودة المياه لأغراض مختلفة من قبل العديد من

الهيئات والمنظمات في جميع أنحاء العالم، مثل مؤشر جودة المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية (Uddin, Nash et al. 2021) (NSFWQI)، مؤشر جودة المياه لمجلس الوزراء الكندي البيئي (CCMEWQI) (2001) (CCME)، مؤشر جودة المياه في كولومبيا البريطانية (BCWQI) (Zandbergen and Hall 1998)، مؤشر جودة المياه في ولاية أوريغون (OWQI) (Cude 2001)، مؤشر جودة المياه في ماليزيا (MWQI) (Shuhaimi-Othman, Lim et al. 2007)، مؤشر جودة المياه الشامل (CPI) (Vasanthi and Kumar 2019) (Jindal and Wats 2022).

يُعدّ الانحدار الخطي المتعدد (MLR) من الأساليب الإحصائية المتقدمة والتي تضمن دقة الاستدلال من أجل تحسين نتائج البحث عن طريق الاستخدام الأمثل للبيانات في إيجاد علاقات سببية بين ظواهر موضوع البحث. والانحدار الخطي المتعدد هو عبارة عن إيجاد معادلة رياضية تعبر عن العلاقة بين متغيرين أو أكثر وتستعمل لتقييم قيم مقاسة وللتنبؤ بقيم مستقبلية، وهو عبارة أيضاً عن انحدار للمتغير التابع على العديد من المتغيرات المستقلة (Valentini, 2021). بالتالي يتم استخدام الانحدار الخطي المتعدد لشرح العلاقة بين متغير تابع مستمر ومتغيران مستقلان أو أكثر. يمكن أن تكون المتغيرات المستقلة مستمرة أو منقطعة. تعتمد فكرته على العلاقات الدلالية التي تستخدم ما يعرف بشكل التشتت أو الانتشار، فبإمكاننا التنبؤ باحتمالية تلوث المصدر المائي ودرجته مثلاً بالاعتماد على دراسة بارامترات التلوث المختلفة لهذا المصدر المائي (Arawo 2020).

يختلف أسلوب التمايز مع كل من تحليل التباين وتحليل الانحدار، حيث يكون المتغير التابع نوعي، بينما يكون في الأسلوبين الآخرين متغير كمي.

ونظراً لأن تلوث المياه الخطير يهدد بشكل مباشر صحة الإنسان، فإن برامج الرصد والتقييم المستمرة لنوعية المياه السطحية في بحيرة سد الصوراني (حالة الدراسة) أمر ضروري. من المشكلات الهامة في مراقبة جودة المياه هي التعقيد المرتبط بتحليل عدد كبير من المتغيرات، كل منها يحتوي على معلومات غنية حول خصائص موارد المياه، يمكن التعامل معها بشكل أكثر سهولة ودقة من خلال تطبيق الأساليب متعددة المتغيرات كالتحليل التمييزي وتحليل الانحدار الخطي المتعدد (Zhao, Xia et al. 2012).

2- أهمية البحث وأهدافه Research importance and objectives

تتجلى أهمية البحث في تقييم جودة مصادر المياه السطحية والحفاظ عليها من التلوث، من خلال دراسة بارامترات التلوث المختلفة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية باستخدام التقنيات الرياضية الإحصائية متعددة المتغيرات مثل التحليل العنقودي (Cluster Analysis (CA)، التحليل التمييزي (Discriminant Analysis (DA) وتحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple linear Regression (MLR). تساهم هذه التقنيات في تفسير مجموعات البيانات، تقييم جودة المياه السطحية، تحديد مصادر التلوث المختلفة، كما تساعد في تقييم شبكة المراقبة وتخفيض عدد مواقع الاعتيان بالإضافة إلى خفض عدد التجارب المخبرية المختلفة وتواترها، بما يساهم في تخفيض الكلفة والوقت.

تهدف هذه الدراسة من خلال استخدام هذه التقنيات إلى تقييم نتائج التحاليل المخبرية لبارامترات تلوث بحيرة سد الصوراني في محطات الاعتيان المعتمدة، إيجاد أوجه التشابه والاختلاف الموجودة بين معايير جودة المياه المختلفة للمصدر المائي، وتحديد المتغيرات الخاصة بدراسة الاختلاف المكاني والزمني في البحيرة. كما تهدف أيضاً إلى التأكد من تأثير مصادر التلوث السكنية والزراعية والصناعية المحيطة بالبحيرة على جودة المياه، وذلك بحساب مؤشر تلوث المياه الشامل للبحيرة (Comprehensive Pollution Index (CPI) والتنبؤ به.

3- مواد وطرائق البحث Research materials and methods

3.1- منطقة الدراسة Study area

تقع منطقة الدراسة (بحيرة سد الصوراني) في منطقة الجبال الساحلية في سورية، التي تتميز بميول شديدة وانحدارات صعبة، على مسافة 50 Km شمال شرق مدينة طرطوس. يمتد الموقع بين خطي الطول $36^{\circ}07'30''E$ و $36^{\circ}06'54''E$ شرقاً ودائرتي العرض $35^{\circ}01'76''N$ و $35^{\circ}01'84''N$ شمالاً، تبلغ مساحة الحوض الساكب 76.65 Km^2 ، هذا ويوضح الشكل (1) موقع بحيرة سد الصوراني (حالة الدراسة). وهي مخصصة لأغراض الشرب وفق الدراسة الأولية والفنية للمشروع، حيث تجمع مياه الينابيع المنتشرة بوفرة في المنطقة.

يبلغ طول البحيرة 2.8 Km، والعرض الوسطي للبحيرة 119.9 m، والعمق الوسطي يصل حتى 13.4 m، أما مساحة سطح البحيرة فتبلغ 335720 m^2 ، وحجم التخزين الطبيعي 4.5 million m^3 . يجاور السد مجموعة من القرى والتجمعات السكنية الواقعة ضمن الحوض الصباب للنهر، ويقدر عدد سكانها بحوالي 12000 نسمة (وهي قرى: الصوراني، بغيدات، المجيدل، الوادي الأخضر وبرماننة المشايخ).

تصل الملوثات الخام لأغلبية التجمعات السكنية إلى بحيرة السد بدون أي معالجة. إن التركيب الجيولوجي لحوض نهر الصوراني هو عبارة عن مجموعة من التشكيلات الصخرية المختلفة، أهمها الصخور الكلسية الدولوميتية والصخور المارلية. يتشكل الوادي الرئيسي للسد من التقاء رافدي نهرين أساسيين، الأول: هو رافد السعنونية، الذي يتشكل بدوره من التقاء رافدي الصوراني وأبو الحمام، أما الرافد الثاني: فهو الوادي الأخضر.

يبلغ طول نهر الصوراني 8 Km، تصب مياه المفيض في نهر مرقية الذي بدوره يصب في البحر الأبيض المتوسط شمال مدينة طرطوس بمسافة 15 Km، لقد بلغ متوسط الجريان السنوي الوارد إلى سد الصوراني في عام 2017 ($25.72 \text{ million m}^3$).

ولتوصيف الموقع مناخياً تم الاعتماد على المعطيات المناخية لمحطة الصوراني. تتنوع أشكال الهطول المطري في منطقة الدراسة بين هطولات مطرية وثلجية وأحياناً تهطل زخات من البرد. وقد بلغ المتوسط السنوي للهطل المطري 1000 mm خلال الفترة (2008–2020).

يتأرجح متوسط درجات الحرارة الشهرية تبعاً لفصول وأشهر السنة، حيث يتراوح ما بين 12.5 درجة مئوية في كانون الثاني و 33.5 درجة مئوية في شهر تموز. في الوقت ذاته تتأثر مياه البحيرة بدرجة حرارة الهواء المحيط وقد سُجلت أعلى درجة حرارة (33 C°) صيفاً و (12.5 C°) شتاءً.



الشكل رقم (1): موقع بحيرة سد الصوراني- توزع نقاط مصادر التلوث ومواقع أخذ العينات.

3.2- جمع العينات وتحليلها Samples collection and analysis

تتعدد مصادر التلوث التي تؤثر على مياه بحيرة السد، أبرزها مياه الصرف الصحي القادمة من التجمعات السكنية لقرية برمانة المشايخ، ومخلفات الأنشطة الزراعية (الأسمدة - المبيدات الزراعية)، وكذلك مخلفات بعض المنشآت الصناعية (معاصر الزيتون - المقالع)، والمنشآت السياحية المحلية المجاورة لبحيرة السد. لذلك تأتي أهمية التحقق من مساهمة هذه المصادر في تلوث مياه البحيرة. تم اختيار شبكة اعتيان لقطف العينات، حيث حُددت مواقع أخذ العينات المائية من سطح بحيرة السد المدروسة في سبعة نقاط مختلفة على طول البحيرة (S1 قرب جسم السد، S2 على بعد 200 m من جسم السد، S3 رافد عين زعرور، S4 وسط البحيرة، S5 الوارد إلى البحيرة، S6 مدخل البحيرة، S7 وسط جنوب البحيرة) وفق الشكل (1)، وإحداثياتها مبينة في الجدول (1).

الجدول رقم (1): موقع وإحداثيات نقاط الاعتيان المعتمدة على البحيرة المدروسة

نقطة الاعتيان	الموقع Site	x (longitude)	y (latitude)
S1	قرب جسم السد	36.11377	35.02749
S2	على بعد 200 m من جسم السد	36.11544	35.02875
S3	رافد عين زعرور	36.11791	35.02861
S4	وسط البحيرة	36.12086	35.02775
S5	الوارد إلى البحيرة	36.13683	35.02497
S6	مدخل البحيرة	36.12727	35.02772
S7	رافد الوادي الأخضر	36.11875	35.02553

تم أخذ العينات من أجل إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية بمعدل مرة واحدة في الشهر ولفترة امتدت لثلاث دورات هيدرولوجية ابتداءً من شهر كانون الثاني 2018 ولغاية شهر كانون الأول 2020، حيث تم قطف العينات بالتعاون مع الكادر الفني لمديرية الموارد المائية في محافظة طرطوس.

جُمعت العينات في عبوات بلاستيكية نظيفة ومغسولة، أما عينات التحليل الجرثومي، فتم جمعها في عبوات زجاجية نظيفة ومغسولة بالماء المقطر ومعقمة بالحرارة في فرن درجة حرارته (160 C°) لمدة ساعتين ونصف، وقد أخذت العينات على عمق (10-15 cm) تحت سطح الماء، تم اتباع كافة التعليمات اللازمة للقيام بقطف العينات. هناك بعض البارامترات التي تم قياسها في الحقل وهي: الأوكسجين المنحل (Dissolved Oxygen (DO)، وتغيرات درجة الحرارة Temperature Changes (TC).

تضمن العمل المخبري إجراء عدد من التحاليل على العينات المأخوذة، وشملت تحديد قيم العديد من مؤشرات نوعية المياه والتي تمثلت بما يلي: درجة الحرارة (Temperature)، العكارة (Turbidity)، الرقم الهيدروجيني (pH-Value)، الناقلية الكهربائية (EC Electrical Conductivity)، الأملاح المنحلة (TDS Total Dissolved Solid)، الأوكسجين المنحل (Dissolved Oxygen DO)، تركيز المواد الصلبة المعلقة الكلية (TSS Total Suspended Solid)، الطلب الحيوي للأوكسجين (BOD₅ Biochemical Oxygen Demand)، الطلب الكيميائي للأوكسجين (Chemical Oxygen

(Demand COD)، القساوة الكلية (TH Total Hardness)، القلوية الكلية (TA Total Alkalinity)، شاردة النترات (NO_3^-)، شاردة النتريت (NO_2^-)، شاردة الأمونيا (NH_4^+)، شاردة الفوسفات (PO_4^{3-})، شاردة الكبريتات (SO_4^{2-})، شاردة الكالسيوم (Ca^{+2})، شاردة المغنيزيوم (Mg^{+2})، شاردة الصوديوم (Na^+)، شاردة البوتاسيوم (K^+)، التحاليل الجرثومية (تعداد العصيات الجرثومية الغائطية) (FC Fecal Coliform). يوضح الجدول (2) بعض المؤشرات الإحصائية الوصفية للبيانات المقاسة.

الجدول رقم (2): المؤشرات الإحصائية الوصفية

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Temperature (C°)	252	12,30	35,20	22,14	6,42
Turbidity (NTU)	252	1,04	15,50	4,30	2,44
pH	252	7,10	9,22	8,30	0,40
TDS (mg/l)	252	150,00	375,50	254,75	42,20
DO (mg/l)	252	6,77	12,90	9,43	1,50
NO_3^- (mg/l)	252	0,00	20,00	3,68	3,90
PO_4^{3-} (mg/l)	252	0,00	0,45	0,04	0,05
BOD_5 (mg/l)	252	0,50	28,30	6,36	4,10
FC (CFU/100 mL)	252	4,00	320,00	68,16	53,66
TSS (mg/l)	252	0,20	25,30	5,87	3,54
COD (mg/l)	252	0,70	51,20	9,16	5,84
Ca (mg/l)	252	12,00	100,00	44,18	15,15
Mg (mg/l)	252	2,40	78,00	25,69	11,92
NO_2^- (mg/l)	252	0,00	0,35	0,04	0,05
SO_4^{2-} (mg/l)	252	7,90	329,50	31,50	19,86
K (mg/l)	252	0,40	8,80	2,61	1,64
Na (mg/l)	252	2,20	40,80	11,07	5,59
NH_4^+ (mg/l)	252	0,00	0,30	0,04	0,03
EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	252	240,00	592,00	407,17	65,89
Total_Hardness (mg/l)	252	120,00	368,00	210,14	45,32
General_Alkaline (mg/l)	252	100,00	320,00	182,92	39,34

4- النتائج والمناقشة Results and discussion

4.1- مؤشر التلوث الشامل (CPI) Comprehensive Pollution Index

يساعد مفهوم مؤشر جودة المياه في تقييم خصائص المصدر المائي الفيزيائية والكيميائية والجرثومية، حيث يعرف المؤشر على أنه طريقة رياضية لحساب قيمة واحدة من نتائج اختبارات متعددة إذ تمثل نتيجة هذا المؤشر مستوى جودة المياه في المصدر المدروس، يعد هذا المؤشر هاماً لمراقبي جودة المياه على فترات من الزمن من أجل رصد التغيرات في النظام المائي والبيئي. يمكن إجراء اختبار جودة المياه والتحقق من ملاءمتها لأغراض الشرب من خلال حساب مؤشر الجودة الخاص بها. يعطي مؤشر الجودة دلائل عن الحالة الصحية للمياه في نقاط رصد مختلفة، ويمكن استخدامه لتحليل وتعقب التغيرات التي تطرأ على جودة المصدر المائي مع مرور الزمن.

بناءً على تقييم مؤشر العامل الفردي وبالنظر إلى التأثير المشترك لجميع العوامل من خلال عملية تقييمها، تم حساب مؤشر التلوث الشامل (CPI) Comprehensive Pollution Index باستخدام نماذج رياضية مختلفة وتحديد درجات التلوث بالطريقة الملائمة (المعادلات 1 و 2) (Vasanthi and Kumar 2019)، (Jindal and Wats 2022)، (Pramanik, Majumdar et al. 2020).

$$(Eq.1) \quad CPI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PI$$

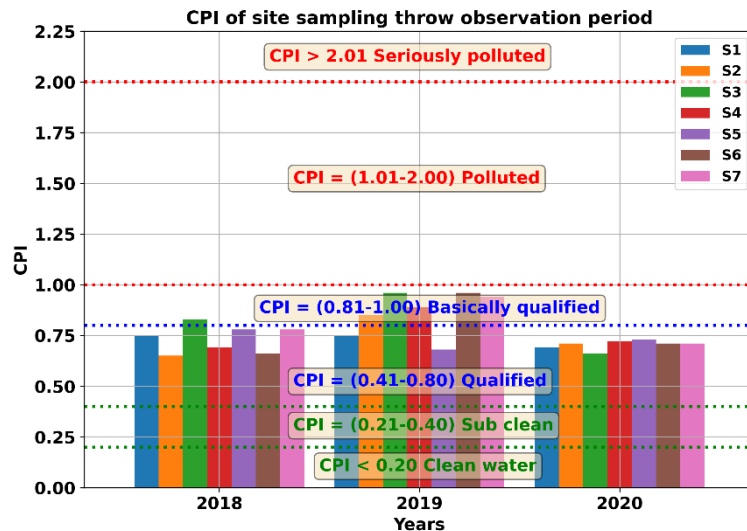
$$(Eq.2) \quad PI = \frac{\text{measured value of individual parameter}}{\text{standard permissible value of parameter}}$$

قمنا بحساب مؤشر التلوث الشامل لكل عينة، وتم تصنيفها باستخدام الحدود الموضحة في الجدول (3).

الجدول رقم (3): حدود مؤشر التلوث الشامل لنوعية المياه

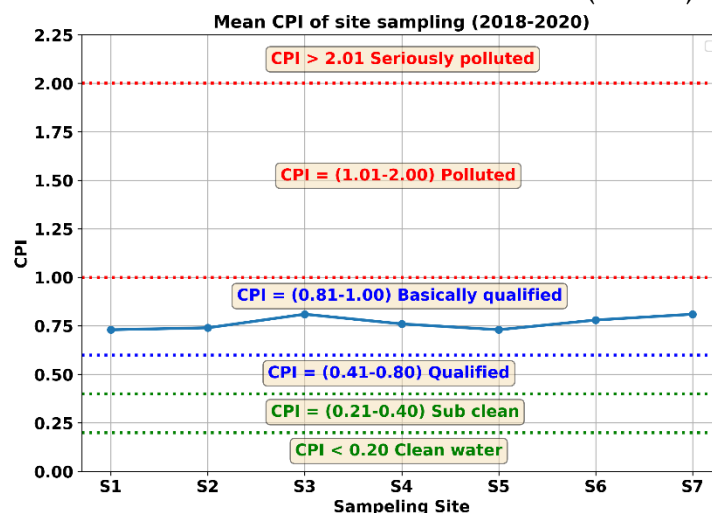
مؤشر التلوث الشامل (CPI)	التصنيف (الحالة)	جودة المياه واستخداماتها
0.00 – 0.20	نظيفة (Clean)	جيدة جداً وتستخدم للشرب والري والأغراض الصناعية.
0.21 – 0.40	نظيفة جزئياً (Sub clean)	جيدة واستخداماتها للأغراض المنزلية والري والصناعية.
0.41 – 0.80	مقبولة (Qualified)	تم الكشف عن بعض الملوثات ولكن تراكيزها تتوافق مع المعايير، أي الجودة مقبولة وتستخدم لأغراض الري والصناعة.
0.81 – 1.00	مقبولة بشكل أساسي (Basically qualified)	تجاوزت تراكيز بعض الملوثات المعايير، أي الجودة رديئة واستخداماتها فقط لأغراض للري.
1.01 – 2.00	ملوثة (Polluted)	تتجاوز تراكيز جزء كبير من الملوثات المعايير، أي نوعية رديئة للغاية (ملوثة) والاستخدام المقيد للري.
> 2.01	ملوثة بشكل خطير (Seriously polluted)	تتجاوز تراكيز جزء كبير من الملوثات المعايير عدة مرات، أي جودة المياه ملوثة للغاية ومعالجة مناسبة مطلوبة قبل الاستخدام.

يبين الشكل (2) نتائج حساب مؤشر التلوث الشامل CPI على كافة مواقع أخذ العينات للفترة الزمنية (2018-2020) بشكل سنوي، حيث تدل هذه النتائج على أن جودة مياه البحيرة مقبولة في العامين (2018,2020) إلى مقبولة بشكل أساسي في العام (2019).



الشكل رقم (2): مؤشر التلوث الشامل CPI في كافة مواقع الاعتيان.

يوضح الشكل (3) نتائج حساب مؤشر التلوث الشامل CPI في كافة مواقع أخذ العينات بشكل وسطي للفترة الزمنية المدروسة الكلية (2018-2020)، تدل هذه النتائج على أن نوعية مياه البحيرة مقبولة إلى مقبولة بشكل أساسي، حيث نجد قيم مؤشر التلوث الأعلى في الموقعين (S3, S7).



الشكل رقم (3): متوسط مؤشر التلوث الشامل CPI في البحيرة خلال فترة الدراسة (2018-2020)

4.2- التقنيات الإحصائية Statistical techniques

لقد استخدمت التقنيات الإحصائية على نطاق واسع لعدة عقود نظراً لدقة نتائجها، وهي أدوات شائعة الاستخدام تساعد في التقليل من التحيز في اختيار البارامترات، تعدّ هذه الأساليب الأدوات الأكثر فعالية لفهم التباين بين العديد من المتغيرات وتحويلها إلى مجموعات أصغر من المتغيرات المستقلة من خلال التعرف على أنماطها (Ghesquière, Walter et al. 2020, Busico, Kazakis et al. 2015). ترتبط هذه المنهجية بالصفات الإحصائية، مثل القيم المتوسطة وتراكيز البارامترات المختلفة المحسوبة على مدى فترة طويلة. تم تطبيق هذه التقنيات أيضاً بشكل فعال لتقييم جودة المياه من قبل العديد من مطوري مؤشر جودة المياه. لذلك، تُستخدم الطرق السائدة في التقنيات متعددة المتغيرات لاختيار وتجميع بارامترات التلوث المختلفة (Hamil, Arab et al. 2018)، مثل التحليل العنقودي Cluster Analysis، التحليل التمييزي

Chen, Zhang et) Multiple Linear Regression المتعدد الخطي الانحدار التحليل Discriminant Analysis، تحليل الانحدار الخطي المتعدد (al. 2018).

4.2.1- التحليل التمييزي Discriminant Analysis

يستخدم التحليل التمييزي من أجل تصنيف الحالات في مجموعات وذلك بناء على أوزان أو نسب أو درجات يحصلون عليها في توليفة من المتغيرات التي تنتبأ بتحديد عضويتهم في مجموعتين كأن يتم تصنيفهم إلى متغيرات يتوقع أن تكون فيزيائية أو كيميائية على سبيل المثال، وقد يتم تصنيف الحالات إلى أكثر من مجموعتين كأن يتم تصنيفها مثلاً إلى ثلاث مجموعات: فيزيائية وكيميائية وبيولوجية.

بشكل عام يمكن القول بأن التحليل التمييزي يعمل على إيجاد دالة للتمييز Discriminant Function وذلك من خلال حساب قيم لمتغيرات كمية تستخدم في التنبؤ، حيث تقوم دالة التمييز بالتنبؤ برقم المجموعة التي ينتمي إليها كل متغير (Jindal and Wats 2022). فالدالة التمييزية هي عبارة عن توليفة من المتغيرات المستقلة التي يمكن استخدامها في عملية التنبؤ بانتماء الحالات إلى إحدى مجموعتين أو أكثر. وبالتالي تتم عملية التصنيف على أساس دالة تمييزية واحدة عندما يكون هناك مجموعتين. أما في حالة وجود ثلاث مجموعات أو أكثر، فإن عدد الدوال التمييزية يبني على القاعدة التالية: (عدد المجموعات - 1) أو عدد المتغيرات الكلية أيهما أقل (Pramanik, Majumdar et al. 2020). يوجد ثلاث أنواع من التحليل التمييزي تبعاً لطريقة إدخال المتغيرات تتمثل في التحليل التمييزي المباشر (Direct Discriminate Analysis)، التحليل التمييزي الهرمي (Hierarchical Discriminate Analysis)، التحليل التمييزي المتدرج (Stepwise Discriminate Analysis). يتم الحكم على جودة النموذج التمييزي من خلال قيمة معامل الارتباط القانوني (Canonical Correlation) حيث تدل القيم المرتفعة لمعامل الارتباط القانوني على مؤشر لجودة التوفيق العالي للنموذج التمييزي، وبترتيب قيمة معامل الارتباط القانوني يتم الحصول على قيمة معامل التحديد (R^2) الذي يحدد نسبة مساهمة المتغيرات المستقلة في التمييز والتصنيف.

تم تطبيق التحليل التمييزي بعد التحقق من شروط استخدامه على مجموعة البيانات لإنشاء الدوال التمييزية ضمن بيئة عمل (SPSS)، وذلك لتقييم التغيرات الزمانية والمكانية في جودة مياه البحيرة، حيث تم اعتبار فصول العام ومحطات الاعتيان (المراصد) كمتغيرات تابعة، وكافة المتغيرات المقاسة كمتغيرات مستقلة، كما يلي:

- دراسة تأثير التغيرات الزمنية على بارامترات جودة المياه:

قمنا بتقسيم مجموعة البيانات إلى أربع مجموعات تبعاً للفصول الأربعة (الشتاء، الربيع، الصيف والخريف) وذلك من أجل تقييم التغيرات الزمنية في بارامترات جودة المياه، حيث تم اعتبار البارامترات كمتغيرات مستقلة واعتبار الفصول كمتغيرات تابعة.

من أجل دراسة التأثير الفصلي تم تطبيق طريقة التمايز المتدرج (Use Stepwise Method) والتي يتم فيها تجميع البيانات بدءاً من البيانات الأكثر تأثيراً وحتى الأقل أهمية في التمايز بين المجموعات الفصلية.

يوضح الجدول (4) التمايز الزماني والتأثير الفصلي من خلال قيم المعنوية Sig وقيم ويلكس لامبدا Wilks' Lambda وقيم (F) درجات الحرية كما يلي:

الجدول رقم (4): قيم المعنوية Sig لتأثير التغير الفصلي على المتغيرات

المتغير	Wilks' Lambda	F	Sig.	المتغير	Wilks' Lambda	F	Sig.
Temperature	0,165	418,876	0,000	Ca	0,704	34,745	0,000
Turbidity	0,910	8,137	0,000	Mg	0,980	1,726	0,162
pH	0,950	4,341	0,005	NO ₂	0,921	7,102	0,000
TDS	0,775	23,980	0,000	SO ₄	0,969	2,632	0,051
DO	0,568	62,989	0,000	K	0,830	16,981	0,000
NO ₃	0,727	31,044	0,000	Na	0,947	4,609	0,004
PO ₄	0,900	9,171	0,000	NH ₄ ⁺	0,957	3,714	0,012
BOD ₅	0,865	12,917	0,000	EC	0,809	19,542	0,000
FC	0,801	20,510	0,000	Total_Hardness	0,902	8,993	0,000
TSS	0,875	11,778	0,000	General_Alkaline	0,810	19,449	0,000
COD	0,856	13,875	0,000				

يبين الجدول السابق من خلال قيم المعنوية Sig أن كافة المتغيرات لها دلالة معنوية وتتأثر تراكيزها بالتغير الفصلي (P-value < 0.05) ما عدا متغيري (المغنيزيوم والكبريتات) التي ليس لديها ارتباط معنوي وهذا يعني أنه لا يوجد تأثير للتغير الفصلي على تراكيزها وبالتالي فهي مرتبطة بمياه الصرف الصناعي والري.

يعطي الجدول (5) ثلاثة دوال تمييزية تفسر مجموعات الارتباط. تعكس قيمة الارتباط العالية قوة الارتباط بين المتغيرات الداخلة في التحليل. يشير اختبار Wilks Lambda إلى مدى أهمية الدالة التمييزية في التمييز بين المجموعات، ولتقييم جودة التمييز للدالة نلاحظ أنه بلغت قيمة Wilks Lambda 0.054 للدالة الأولى و0.342 للدالة الثانية و0.779 للدالة الثالثة وبمستوى دلالة 0.00 للدوال التمييزية الثلاثة، بالتالي يمكن الاستنتاج أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات تعود إلى المتغيرات المستقلة، وهذا يشير إلى القدرة الجيدة للدالة على التمييز بين المجموعات وذلك يدل على أن الاختلاف في التصنيف بين المجموعات هو اختلاف جوهري ولا يعود للصدفة (Kappa).

الجدول رقم (5): الدوال التمييزية للمتغيرات المستقلة بدلالة الفصول السنوية

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	Sig.
الدالة التمييزية	العامل الكامن (الذاتي)	التباين المفسر %	التباين التراكمي %	معامل الارتباط التجميعي			
1	5,380	77,5	77,50	0,918	0,054	715,57	0,00
2	1,280	18,4	95,90	0,749	0,342	262,46	0,00
3	0,283	4,1	100,00	0,470	0,779	60,96	0,00

يبين الجدول (5) أعلاه القيم الذاتية للدوال التمييزية حيث أن العامل الذاتي للدالة الأولى 5.38 ونسبة تفسيرها 77.5%، والعامل الذاتي للدالة الثانية 1.28 ونسبة تفسيرها 18.4%، والعامل الذاتي للدالة الثالثة 0.283 ونسبة تفسيرها 4.1%، وجميعها ذات دلالة معنوية Sig=0.00، وبلغت نسبة تفسير التباين الكلي للدوال التمييزية الثلاثة 100% للعلاقة بين الفصول السنوية والمتغيرات. أما فيما يتعلق بمعامل الارتباط فقد بلغ 91,8% بالنسبة للدالة التمييزية الأولى، 74,9% للدالة التمييزية الثانية و47% للدالة التمييزية الثالثة، مما يدل على جودة توافق الدوال. يبين الجدول (6) المتغيرات الأساسية التمييزية التي لها أثر واضح من خلال التغيرات الفصلية.

الجدول رقم (6): المعاملات المعيارية للدالة التمييزية

المتغير	الفصل Season			
	Winter	Spring	Summer	Autumn
Temperature	3,774	4,724	6,210	4,829
DO	9,404	10,716	9,129	8,609
NO ₃	1,021	1,657	1,223	0,968
PO ₄	28,351	15,189	34,309	19,121
FC	0,089	0,060	0,076	0,073
TSS	0,023	-0,016	0,204	-0,067
COD	0,289	0,504	0,492	0,419
K	2,486	1,184	1,741	2,182
General_Alkaline	0,246	0,211	0,228	0,221

يوضح الجدول (6) أعلاه معاملات كل دالة تمييزية معيارية بالنسبة للفصول والتي تحدد الأهمية النسبية لكل متغير من المتغيرات المستقلة، حيث نلاحظ أن درجة الحرارة والفسفور (Temperature, PO₄) هي أكثر المتغيرات أهمية في فصل الصيف، بينما كان البوتاسيوم (K) المتغير الأهم بالنسبة لفصلي الشتاء والخريف، في حين يمثل الأوكسجين المنحل (DO) المتغير الأكثر أهمية في فصل الربيع من بقية المتغيرات. تظهر الدوال التمييزية وجود 9 متغيرات تمييزية أساسية لها أثر واضح في التغيرات الفصلية، كما هي مبينة في الجدول السابق. بالنتيجة تعطي المتغيرات المستقلة الموضحة نسبة تفسير تباين عالية بالنسبة لعدد المتغيرات الكلية وذلك من خلال تطبيق التحليل التمييزي، حيث تم تصنيف (91.3%) من الحالات المجموعة الأصلية بشكل صحيح.

- دراسة تأثير التغيرات المكانية على بارامترات جودة المياه:

قمنا أيضاً بتطبيق التحليل التمييزي وفق نتائج التحليل العنقودي الذي اعطى عنقودين، يضم العنقود الأول (Cluster 1) مجموعتين مكونه من خمس محطات رصد من الجهة الشمالية للبحيرة وهي المجموعة الأولى (S1) قرب جسم السد، S2 على بعد 200 m من جسم السد، S3 رافد عين زعرور) والمجموعة الثانية (S4 وسط البحيرة، S6 مدخل البحيرة) وهذا العنقود مقبول بشكل أساسي وفق مؤشر التلوث الشامل، حيث ينجم تلوثه عن وصول مياه الصرف الصحي لتجمعات القرى وعن المنشآت الصناعية والسياحية المجاورة للبحيرة. بينما شمل العنقود الثاني (Cluster 2) على مجموعة واحدة مكونة من محطتي الرصد (S5 الوارد إلى البحيرة، S7 رافد الوادي الأخضر) ويمكن تصنيف هذا العنقود بأنه مقبول وأقل تلوثاً من العنقود الأول، حيث ينجم تلوثه عن وصول مياه الصرف الصحي عن بعض القرى المجاورة للبحيرة. تم اعتبار المتغيرات المدروسة كمتغيرات مستقلة والعناقيد كمتغيرات تابعة، ومن أجل دراسة التأثير المكاني قمنا بتطبيق طريقة التمايز المتدرج حيث تم تجميع البيانات بدءاً من البيانات الأكثر تأثيراً وحتى الأقل أهمية. يوضح الجدول (7) التمايز المكاني والتأثير لتغير الموقع من خلال قيم المعنوية Sig وقيم ويلكس لامبدا (Wilks lambda) وقيم (F) درجات الحرية كما يلي:

الجدول رقم (7): قيم المعنوية Sig لتأثير تغير الموقع على المتغيرات

المتغير	Wilks' Lambda	F	Sig.	المتغير	Wilks' Lambda	F	Sig.
Temperature	0,998	0,378	0,539	Ca	0,968	8,340	0,004
Turbidity	0,998	0,470	0,494	Mg	0,851	43,828	0,000
pH	0,996	0,983	0,322	NO ₂	0,997	0,733	0,393
TDS	0,798	63,419	0,000	SO ₄	1,000	0,024	0,877
DO	0,972	7,256	0,008	K	1,000	0,025	0,875
NO ₃	0,999	0,212	0,646	Na	0,998	0,472	0,493
PO ₄	0,958	10,862	0,001	NH ₄ ⁺	0,993	1,727	0,190
BOD ₅	0,994	1,439	0,231	EC	0,807	59,886	0,000
FC	0,975	6,529	0,011	Total_Hardness	0,846	45,459	0,000
TSS	0,988	3,128	0,078	General_Alkaline	0,882	33,552	0,000
COD	0,999	0,181	0,671				

يبين الجدول (7) من خلال قيم المعنوية Sig أنه يوجد عدد من المتغيرات تملك دلالة معنوية وهي تتأثر بالتغير المكاني وتعطي قيمة ذات ارتباط معنوي $P\text{-value} < 0.05$ وهي: (TDS, DO, PO₄, FC, TSS, Ca, Mg, EC, Total Hardness, General Alkaline)، أما بقية المتغيرات لها قيمة $P\text{-value} > 0.05$ مما يدل على عدم وجود ارتباط معنوي بالتالي لا يوجد تأثير للتغير المكاني على تراكيزها. نجد من خلال الجدول (8) أنه لدينا دالة تمييزية واحدة والتي تفسر مجموعات الارتباط كما يلي:

الجدول رقم (8): دالة التمييز للمتغيرات المستقلة بدلالة تغير موقع الاعتيان

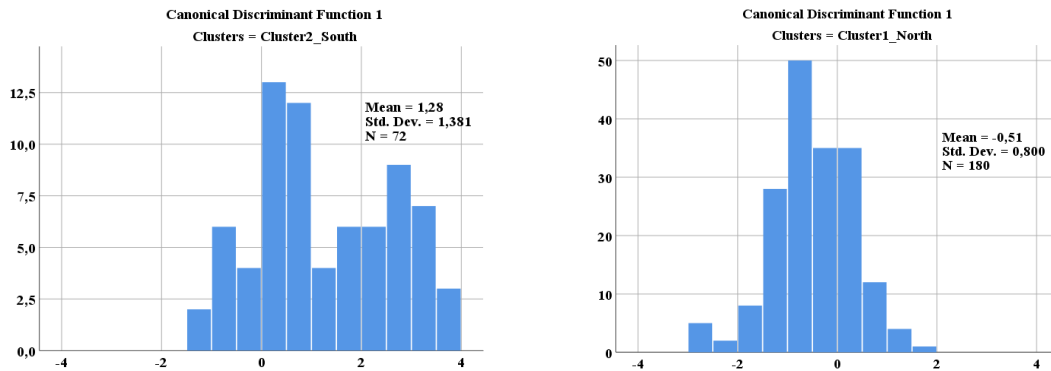
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	Sig.
الدالة التمييزية	العامل الكامن (الذاتي)	التباين المفسر %	التباين التراكمي %	معامل الارتباط التجمعي			
1	0,660	100,0	100,0	0,630	0,603	124,889	0,00

يظهر الجدول (8) القيمة الذاتية للدالة التمييزية 0,66، ولها دلالة معنوية احصائياً $Sig=0.00$ ، ونسبة تفسيرها للتباين 100% في العلاقة بين المواقع والمتغيرات وهي نسبة ممتازة لتفسير بارامترات المياه. كما بلغ معامل الارتباط للدالة التمييزية 63% الذي يدل على جودة توافق الدالة. يبين الجدول (9) المتغيرات الأساسية التمييزية التي لها أثر واضح من خلال تغير مواقع الاعتيان.

الجدول رقم (9): المعاملات المعيارية للدالة التمييزية

Classification Function Coefficients		
تصنيف المعاملات وفق الموقع		
المتغيرات المستقلة	العناقيد Clusters	
	Cluster1_North العنقود الأول شمال البحيرة	Cluster2_South العنقود الثاني جنوب البحيرة
Temperature	2,745	2,951
TDS	0,295	0,333
DO	6,222	5,935
COD	0,437	0,552
Ca	0,394	0,426
Mg	0,141	0,196
General_Alkaline	0,117	0,135

يُبين تطبيق التحليل التمييزي على مجموعة البيانات وجود 7 متغيرات تنبؤية كما هو موضح في الجدول (9) وهي (Temperature, TDS, DO, COD, Ca, Mg, General Alkaline) باعتبارها أهم معايير التمييز بين مجموعتي العناقيد، ويوضح الجدول معاملات الدالة التمييزية المعيارية التي تحدد الأهمية النسبية لكل متغير من المتغيرات المستقلة، يشكل الاوكسجين المنحل أهم المتغيرات المستقلة في دالة التحليل في العنقود الأول (شمال البحيرة)، بينما تشكل درجة الحرارة المتغير الأكثر أهمية في دالة التحليل التمييزي بالنسبة للعنقود الثاني (جنوب البحيرة). بالنتيجة تعطي المتغيرات المستقلة الموضحة في الجدول السابق نسبة تفسير تباين كاملة بالنسبة لعدد المتغيرات الكلية وذلك من خلال تطبيق التحليل التمييزي للمتغيرات من أجل تقييم التغيرات المكانية لمواقع الاعتيان. حيث تم تصنيف (83.7 %) من الحالات المجموعة الأصلية بشكل صحيح. يوضح الشكل (4) مخطط الدالة التمييزية وفق العنقودين المدروسين.



الشكل رقم (4): مخطط الدالة التمييزية وفق العنقودين الأول والثاني

– دراسة تأثير تغيرات بارامترات التلوث على درجة تصنيف جودة المياه:

وفقاً لنتائج قيم مؤشر التلوث الشامل (CPI) قمنا بتقسيم قاعدة البيانات إلى ست مجموعات تبعاً لتصنيف درجات التلوث (نظيفة، نظيفة جزئياً، مقبولة، مقبولة بشكل أساسي، ملوثة وملوثة بشكل خطير)، وذلك من أجل تقييم تغيرات بارامترات التلوث على جودة المياه باستخدام التحليل التمييزي، حيث تم اعتبار البارامترات كمتغيرات مستقلة واعتبار درجات مؤشر

التلوث الشامل كمتغيرات تابعة. مع ملاحظة أنه نتج لدينا وفق قاعدة بيانات التحليل المعتمدة في الدراسة للسنوات (2018-2020) ونتائج حساب مؤشر التلوث الشامل فقط ثلاث درجات تلوث وهي (مقبولة، مقبولة بشكل أساسي وملوثة). من أجل هذه الدراسة تم تطبيق طريقة التمايز المتدرج (Use Stepwise Method) والتي يتم فيها تجميع البيانات بدءاً من البيانات الأكثر تأثيراً وحتى الأقل أهمية في التمايز بين تصنيفات درجات التلوث. يوضح الجدول (10) تمايز قيم التلوث وتأثير بارامترات التلوث من خلال قيم المعنوية Sig وقيم ويلكس لامبدا Wilks' Lambda (λ) وقيم (F) درجات الحرية كما يلي:

الجدول رقم (10): قيم المعنوية Sig لتأثير تغير المتغيرات المستقلة في درجات التلوث

المتغير	Wilks' Lambda	F	Sig.	المتغير	Wilks' Lambda	F	Sig.
Temperature	0,990	1,289	0,277	Ca	0,974	3,281	0,039
Turbidity	0,839	23,877	0,000	Mg	0,982	2,307	0,102
pH	0,969	3,928	0,021	NO ₂	0,989	1,367	0,257
TDS	0,962	4,851	0,009	SO ₄	0,999	0,104	0,902
DO	0,885	16,182	0,000	K	0,980	2,569	0,079
NO ₃	0,997	0,402	0,669	Na	0,987	1,598	0,204
PO ₄	0,994	0,762	0,468	NH ₄ ⁺	0,994	0,719	0,488
BOD	0,414	176,544	0,000	EC	0,951	6,460	0,002
FC	0,993	0,835	0,435	Total_Hardness	0,973	3,434	0,034
TSS	0,749	41,825	0,000	General_Alkaline	0,964	4,585	0,011
COD	0,392	193,064	0,000				

يبين الجدول السابق من خلال قيم المعنوية Sig أنه لدينا إحدى عشر متغير لها دلالة معنوية وتؤثر تراكيزها بدرجات جودة المياه ($P\text{-value} < 0.05$) وهي (Turbidity, pH, TDS, DO, BOD, TSS, COD, Ca, EC, Total Hardness and General Alkaline) بينما بقية المتغيرات ليس لديها ارتباط معنوي.

الجدول رقم (11): الدوال التمييزية للمتغيرات المستقلة بدلالة تغير درجات تصنيف التلوث

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	Sig.
الدالة التمييزية	العامل الكامن (الذاتي)	التباين المفسر %	التباين التراكمي %	معامل الارتباط التجمعي			
1	2,431	92,8	92,8	0,842	0,245	345,939	0,00
2	0,190	7,2	100,0	0,399	0,841	42,690	0,00

يظهر الجدول (11) القيمة الذاتية للدالتين التمييزيتين، الأولى 2.431 ونسبة تفسيرها للتباين 92.8% في العلاقة بين درجات تصنيف التلوث والمتغيرات المستقلة وهي نسبة عالية لتفسير بارامترات جودة المياه، والثانية 0.19 ونسبة تفسيرها للتباين 7.2%، ولهما دلالة معنوية احصائية Sig=0.00. كما بلغ معامل الارتباط للدالة التمييزية الأولى 84.2% والذي يدل على جودة توافق الدالة، بينما بلغ معامل الارتباط للدالة التمييزية الثانية 40%.

الجدول رقم (12): المعاملات المعيارية للدالة التمييزية

Classification Function Coefficients			
تصنيف المعاملات وفق درجة التلوث			
المتغيرات المستقلة	CPI_Class درجات التصنيف		
	مقبول Qualified	مقبول بشكل أساسي Basically qualified	ملوث Polluted
Turbidity	0,561	0,933	0,999
NO ₃	-0,586	-0,628	-0,229
BOD	0,919	1,407	2,078
TSS	0,431	0,669	0,743
COD	0,222	0,262	1,015
NO ₂	-10,813	-7,261	17,719
EC	0,124	0,134	0,113
(Constant)	-30,098	-41,214	-57,163

بين أيضاً تطبيق التحليل التمييزي على مجموعة البيانات وجود سبع متغيرات تنبؤية كما هو موضح في الجدول (12) وهي (Turbidity, NO₃, BOD, TSS, COD, NO₂, EC) باعتبارها أهم معايير التمييز بين مجموعات التلوث التصنيفية الثلاث، ويوضح الجدول معاملات الدالة التمييزية المعيارية التي تحدد الأهمية النسبية لكل متغير من المتغيرات المستقلة، تشكل العكارة، الطلب الحيوي للأوكسجين، المواد الكلية العالقة، الطلب الكيميائي للأوكسجين وثاني أكسيد النتروجين أهم المتغيرات المستقلة في دالة التحليل بالنسبة لفئة التلوث (Polluted)، بينما كان المتغير المستقل النترات أهم المتغيرات بالنسبة لفئة (Basically qualified). بالنتيجة تعطي المتغيرات المستقلة الموضحة في الجدول السابق نسبة تفسير تباين عالية بالنسبة لعدد المتغيرات الكلية وذلك من خلال تطبيق التحليل التمييزي، حيث كانت (94%) من الحالات المجمعة الأصلية مصنفة بشكل صحيح الجدول (13).

الجدول رقم (13): نتائج تصنيف المجموعات

نتائج التصنيف ^a Classification Results						
درجات التصنيف CPI_Class		Predicted Group Membership			Total	
		مقبول Qualified	مقبول بشكل أساسي Basically qualified	ملوث Polluted		
Original	Count	Qualified	174	14	0	188
		Basically qualified	1	41	0	42
		Polluted	0	0	22	22
	%	Qualified	92,6	7,4	0,0	100,0
		Basically qualified	2,4	97,6	0,0	100,0
		Polluted	0,0	0,0	100,0	100,0

a. 94,0% of original grouped cases correctly classified.

4.2.2- الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression

يعتبر الانحدار الخطي المتعدد من الأساليب الإحصائية المتقدمة والتي تضمن دقة الاستدلال من أجل تحسين نتائج البحث عن طريق الاستخدام الأمثل للبيانات التي تم جمعها في إيجاد علاقات سببية بين الظواهر موضوع البحث (تلوث مياه البحيرة).

الانحدار الخطي المتعدد هو عبارة عن إيجاد معادلة رياضية تعبر عن العلاقة بين متغيرين وتستهمل لتقدير قيم سابقة وللتنبؤ بقيم مستقبلية، وهو عبارة أيضاً عن انحدار للمتغير التابع (Y) (مؤشر تلوث البحيرة) على العديد من المتغيرات المستقلة المستمرة (بارامترات التلوث) X_1, X_2, \dots, X_n بالتالي فهو يستخدم في التنبؤ بتغيرات المتغير التابع الذي يؤثر فيه عدة متغيرات مستقلة أي ترتكز فكرته على العلاقات الدلالية التي تستخدم ما يعرف بشكل التشتت أو الانتشار، لذا يمكننا التنبؤ بالمستوى الرقمي لمؤشر تلوث البحيرة بالاعتماد على عدد من بارامترات التلوث (الفيزيائية، الكيميائية، الجرثومية والعضوية) (Abba, Hadi et al. 2017).

تقدم المعادلة (3) الشكل الرياضي لطريقة تحليل الانحدار الخطي المتعدد:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_iX_i \quad (\text{Eq.3})$$

حيث أن:

$Y =$ المتغير التابع.

$b_0 =$ قيمة ثابتة *Constant* أو *Intercept* ، $b_1 =$ ميل الانحدار y على المتغير المستقل الأول، $b_2 =$ ميل الانحدار

y على المتغير المستقل الثاني، $b_i =$ ميل الانحدار y على المتغير المستقل رقم i .

$X_1 =$ المتغير المستقل الأول، $X_2 =$ المتغير المستقل الثاني، $X_i =$ المتغير المستقل رقم i .

يمكن استخدام الانحدار الخطي المتعدد في حالة وجود علاقة خطية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، والبيانات موزعة توزيعاً طبيعياً، وقيم المتغير التابع من المستوى الترتيبي على الأقل.

قمنا أيضاً قبل الشروع بتطبيق الانحدار الخطي المتعدد ضمن بيئة عمل بايثون (Python) بالتأكد من عدم وجود مشكلة العلاقة الخطية المتعددة multicollinearity بين المتغيرات وهنا يجب أن نحسب قيم معاملات تضخم الفروق Variance Inflation Factors (VIF) معادلة (4)، حيث تعد العلاقة الخطية المتعددة مفهوماً إحصائياً ترتبط فيه العديد من المتغيرات المستقلة في النموذج. يتم اعتبار متغيرين مستقلين على علاقة خطية متداخلة تماماً إذا كان معامل الارتباط بينهما كبيراً $+/-$ 1.0 (أي أنهما مرتبطان ببعضهما البعض ارتباطاً وثيقاً في نموذج الانحدار). إن العلاقة الخطية المتعددة بين المتغيرات المستقلة ستفضي إلى استدلالات إحصائية أقل موثوقية.

$$VIF = (1/(1-R^2)) \quad (\text{Eq.4})$$

قمنا بعد حساب قيم VIF الجدول (14) بحل مشكلة العلاقة الخطية المتعددة من خلال إبعاد البارامترات التي تملك قيم عالية لمعامل تضخم الفروق بالتالي ($VIF > 3$)، مع الأخذ بعين الاعتبار مستوى المعنوية (Significant) لهذه البارامترات في نموذج الانحدار الخطي المتعدد.

الجدول رقم (14): نتائج قيم معاملات تضخم الفروق VIF

No.	variables	VIF	No.	Variables	VIF	No.	variables	VIF
1	Temperature	30.09	8	BOD ₅	13.42	15	SO ₄	3.86
2	Turbidity	7.37	9	FC	3.63	16	K	7.82
3	pH	244.73	10	TSS	7.08	17	Na	6.77
4	TDS	273.42	11	COD	13.30	18	Ammonia	2.92
5	DO	70.01	12	Ca	22.43	19	EC	317.83
6	NO ₃	4.99	13	Mg	15.47	20	Total_Hardness	84.20
7	PO ₄	2.39	14	NO ₂	2.22	21	Alkaline_General	42.80

بعد التحقق من توفر شروط الاختبار المذكورة أعلاه، قمنا بإجراء تحليل الانحدار الخطي المتعدد بطريقة Enter (يقوم البرنامج بإدخال جميع المتغيرات المستقلة) بعدة سيناريوهات للعوامل الداخلة في النماذج، واختبار جودة نموذج الانحدار باستخدام F-Test ثم حساب النسبة التي يفسرها كل متغير مستقل في التغيير الحاصل في جودة الأداء، ويتم اختيار النموذج الذي يحقق معامل الارتباط الأعلى. نوضح النتائج التي تم الحصول عليها في الجداول (15, 16, 17) للنماذج (A, B, C) على التوالي.

الجدول رقم (15): نتائج اختبار تحليل الانحدار الخطي المتعدد - نموذج (A).

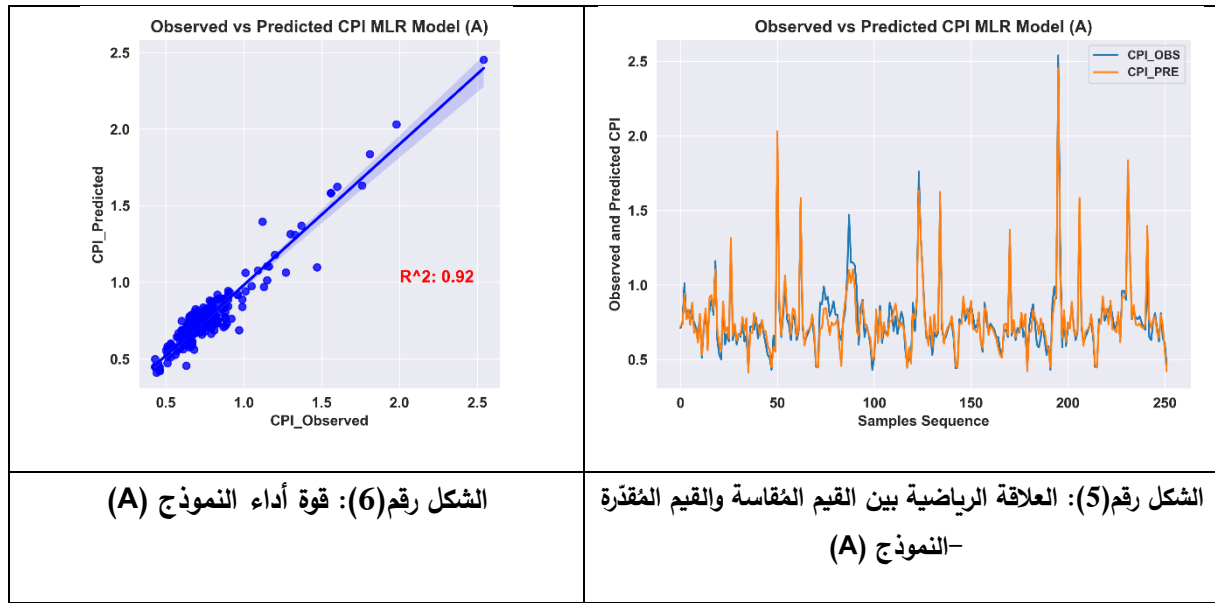
جودة النموذج		معامل تضخم التباين VIF	معامل التحديد R ²	معامل الارتباط R	قيمة Sig	قيمة t	قيمة B	النموذج (A)
قيمة Sig	قيمة F				0,000	6,699	0,201	الثابت (Constant)
		1,019			0,001	3,304	0,004	النترات NO ₃
0,00	717,456	1,119	0,921	0,96	0,000	48,669	0,039	الطلب الكيميائي للأوكسجين COD
		1,004			0,012	2,540	0,001	الكبريتات SO ₄
		1,120			0,000	5,814	0,018	الأوكسجين المنحل DO

نلاحظ من الجدول (15) وجود علاقة ارتباط بين المتغيرات المستقلة (بارامترات التلوث) مع المتغير التابع (مؤشر التلوث الشامل CPI) بنسبة 96% بدلالة (0.00) أصغر من مستوى المعنوية (0.05) وهذا يدل إحصائياً على وجود علاقة طردية تبين أنه كلما زاد المتغير المستقل درجة ازدياد مؤشر التلوث الشامل والعكس صحيح. وكانت قيمة الاختبار F

(717.456) دالة احصائياً عند مستوى معنوية (0.00) أصغر من (0.05) وهي تدل على جودة نموذج العلاقة وصحة الاعتماد على نتائج النموذج بدون أخطاء. تشير قيمة R^2 (0.921) إلى أن عوامل التلوث المستقلة التفسيرية الداخلة في النموذج تفسر التغيرات الحاصلة في مؤشر التلوث الشامل للبحيرة بنسبة 92% وتبقى نسبة 8% تفسرها العوامل الأخرى بالإضافة إلى الأخطاء العشوائية. ولتحديد أي من المتغيرات المستقلة كانت سبباً لإضافة التفسير الجوهرى للتغير الحاصل في المتغير التابع مؤشر جودة التلوث الشامل (CPI)، يتضح لنا من معاملات الانحدار في النموذج أن المتغيرات الدالة معنوياً هي COD حيث جاءت قيمة t (48.669) بقيمة احتمالية (0.00) أصغر من (0.05)، و DO حيث جاءت قيمة t (5.814) بقيمة احتمالية (0.00) أصغر من (0.05)، و NO_3 حيث كانت قيمة t (3.304) بقيمة احتمالية (0.001) أصغر من (0.05)، وأخيراً SO_4 حيث جاءت قيمة t (2.54) بقيمة احتمالية (0.012) أصغر من (0.05)، كما يوضح الجدول السابق نتائج اختبار التعددية الخطية Multicollinearity من خلال ملاحظة معامل تضخم التباين للنموذج الذي جاءت قيمه أصغر من (3)، بالتالي تتكون معادلة الانحدار من قيم بيتا (B) لكل من المتغيرات المستقلة السابقة وقيمة الثابت Constant على النحو التالي:

$$\text{مؤشر التلوث الشامل CPI} = 0.201 + 0.004 (NO_3) + 0.039 (COD) + 0.001 (SO_4) + 0.018 (DO)$$

يبين الشكل (5) العلاقة الرياضية بين القيم المقاسة والقيم المقدرة من خلال تطبيق النموذج (A) على مصفوفة المعطيات. كما يبين الشكل (6) قوة أداء النموذج من خلال قيمة R معامل الارتباط.



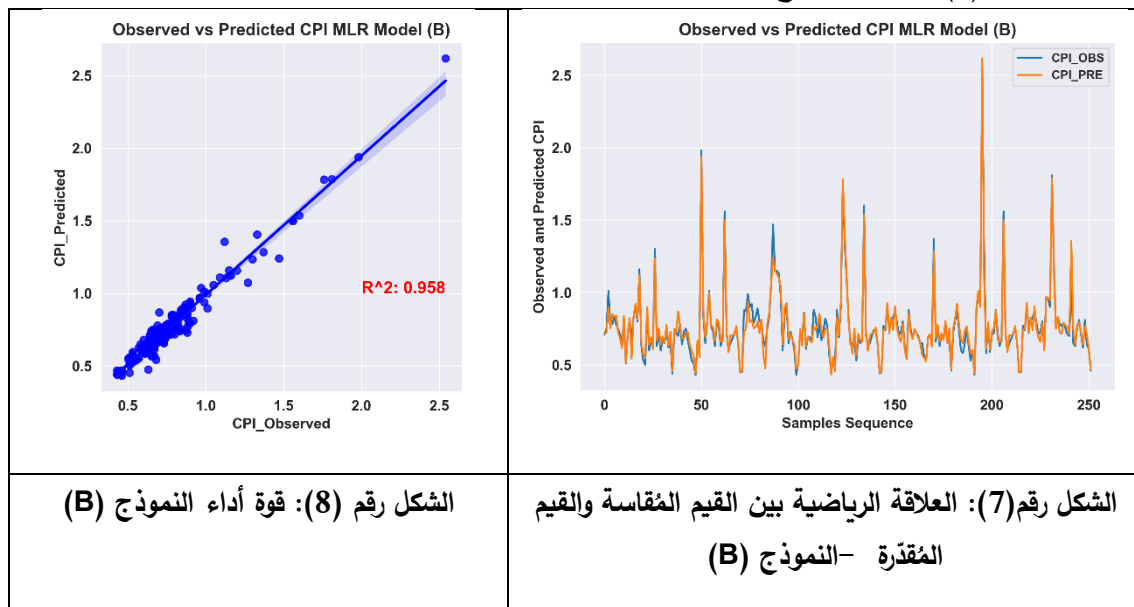
الجدول رقم (16): نتائج اختبار تحليل الانحدار الخطي المتعدد - نموذج (B).

جودة النموذج		معامل تضخم التباين VIF	معامل التحديد R^2	معامل الارتباط R	قيمة Sig	قيمة t	قيمة B	النموذج (B)
قيمة Sig	قيمة F							
0,00	1413,186	1,178	0,958	0,979	0,000	12,150	0,254	الثابت (Constant)
		1,211			0,000	60,820	0,037	الطلب الكيميائي للأوكسجين COD
		1,607			0,001	3,236	0,008	الأوكسجين المنحل DO
		1,458			0,000	12,190	0,014	المواد الصلبة العالقة الكلية TSS
					0,004	2,939	0,005	العكارة Turbidity

نلاحظ من الجدول (16) وجود علاقة ارتباط بين بارامترات التلوث مع مؤشر التلوث الشامل CPI بنسبة 98% بدلالة (0.00) أصغر من مستوى المعنوية (0.05) وهذا ذو دلالة احصائية. كانت قيمة الاختبار F (1413.186) دالة احصائياً عند مستوى معنوية (0.00) أصغر من (0.05) وهي تدل على جودة نموذج العلاقة وصحة الاعتماد على نتائج النموذج بدون أخطاء. تشير قيمة R^2 (0.958) إلى أن عوامل التلوث المستقلة التفسيرية الداخلة في النموذج تفسر التغيرات الحاصلة في مؤشر التلوث الشامل للبحيرة بنسبة 96% وتبقى نسبة 4% تفسرها العوامل الأخرى بالإضافة إلى الأخطاء العشوائية. تتكون معادلة الانحدار من قيم بيتا (B) لكل من المتغيرات المستقلة السابقة وقيمة الثابت Constant على النحو التالي:

$$\text{مؤشر التلوث الشامل CPI} = 0.254 + 0.037 (\text{COD}) + 0.008 (\text{DO}) + 0.014 (\text{TSS}) + 0.005 (\text{Turbidity})$$

يبين الشكل (7) العلاقة الرياضية بين القيم المقاسة والقيم المقدرة من خلال تطبيق النموذج (B) على مصفوفة المعطيات. كما يبين الشكل (8) قوة أداء النموذج من خلال قيمة R معامل الارتباط.



قمنا بتقليص عدد المتغيرات الداخلة في النموذج السابق إلى ثلاث متغيرات فقط وذلك بحذف المواد الصلبة العالقة الكلية TSS، الجدول التالي يلخص نتائج التحليل الانحدار الخطي المتعدد.

الجدول رقم (17): نتائج اختبار تحليل الانحدار الخطي المتعدد - نموذج (C).

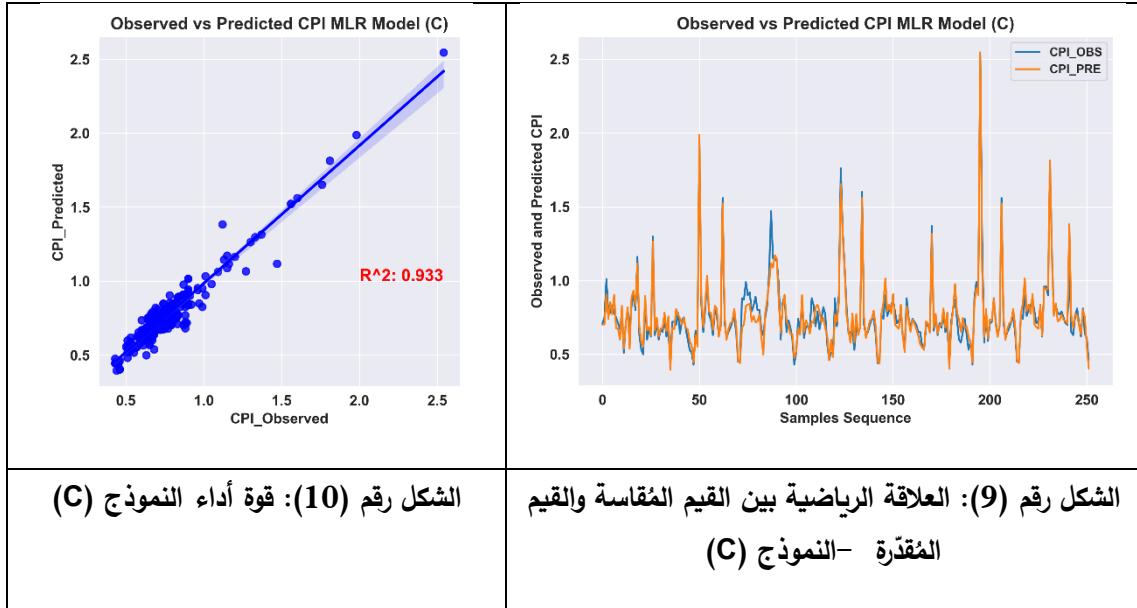
جودة النموذج		معامل تضخم VIF	معامل التحديد R^2	معامل الارتباط R	قيمة Sig	قيمة t	قيمة B	النموذج (C)
قيمة Sig	قيمة F				0,000	8,558	0,224	الثابت (Constant)
0,00	1150,157	1,137	0,933	0,966	0,000	50,856	0,038	الطلب الكيميائي للأوكسجين COD
		1,155			0,000	4,750	0,014	الأوكسجين المنحل DO
		1,109			0,000	8,083	0,014	العكارة Turbidity

نلاحظ من الجدول (17) وجود علاقة ارتباط بين بارامترات التلوث مع مؤشر التلوث الشامل CPI بنسبة 97% بدلالة (0.00) أصغر من مستوى المعنوية (0.05) وهذا ذو دلالة احصائية. كانت قيمة الاختبار F (1150.157) دالة احصائياً

عند مستوى معنوية (0.00) أصغر من (0.05) وهي تدل على جودة نموذج العلاقة وصحة الاعتماد على نتائج النموذج بدون أخطاء. تفسر العوامل التلوث المستقلة التفسيرية الثلاثة الداخلة في النموذج التغيرات الحاصلة في مؤشر التلوث الشامل للبحيرة بنسبة 93% وتبقى نسبة 7% تعزى إلى عوامل الأخرى بالإضافة إلى الأخطاء العشوائية. تتكون معادلة الانحدار من قيم بيتا (B) لكل من المتغيرات المستقلة السابقة وقيمة الثابت Constant على النحو التالي:

$$\text{مؤشر التلوث الشامل CPI} = 0.224 + 0.038 (\text{COD}) + 0.014 (\text{DO}) + 0.014 (\text{Turbidity})$$

يبين الشكل (9) العلاقة الرياضية بين القيم المقاسة والقيم المقدرة من خلال تطبيق النموذج (C) على مصفوفة المعطيات. كما يبين الشكل (10) قوة أداء النموذج من خلال قيمة R معامل الارتباط.



5- الاستنتاجات Conclusions

يتضح من خلال حساب مؤشر التلوث الشامل CPI في كافة مواقع الاعتيان بشكل وسطي لفترة الدراسة (2018-2020) وتقييم التغيرات (الزمانية والمكانية وبارامترات التلوث) على جودة مياه البحيرة بتطبيق التحليل التمييزي على مجموعة البيانات من أجل إنشاء الدوال التمييزية أن:

1- نوعية مياه البحيرة مقبولة إلى مقبولة بشكل أساسي، حيث كانت أعلى القيم لمؤشر التلوث في الموقعين المجاورين للتجمعات السكانية (S3, S7).

2- بالنسبة لتقييم التغيرات الزمانية، كان لكافة المتغيرات دلالة معنوية وتتأثر تراكمها بالتغير الفصلي ماعدا متغيرين (المغنيزيوم والكبريتات) مما يدل على ارتباطهما بمياه الصرف الصناعي والري. كان الأوكسجين المنحل أكثر المتغيرات أهمية في فصل الربيع.

3- فيما يتعلق بتقييم التغيرات المكانية، كانت المتغيرات المتأثرة وذات ارتباط معنوي هي: (TDS, DO, PO4, FC, TSS, Ca, Mg, EC, Total Hardness, General Alkaline).

4- بين التحليل التمييزي وجود 7 متغيرات تنبؤية وهي (Temperature, TDS, DO, COD, Ca, Mg, General Alkaline) باعتبارها أهم معايير التمييز بين مجموعتي عنقيد مواقع الرصد، شكّل الأوكسجين المنحل أهم المتغيرات المستقلة في دالة التحليل في العنقود الأول وفي فصل الربيع.

5- بالنسبة لتقييم بارامترات التلوث المؤثرة في تصنيف درجات جودة البحيرة وفق مؤشر التلوث الشامل (CPI) فقد تبين وجود سبع متغيرات تنبؤية هي (Temperature, DO, BOD, FC, EC, General Alkaline) باعتبارها أهم معايير التمييز بين مجموعات التلوث التصنيفية الثلاث، تشكل العكارة، الطلب الحيوي للأوكسجين، المواد الكلية العالقة، الطلب الكيميائي للأوكسجين وثنائي أوكسيد النتروجين أهم المتغيرات المستقلة في دالة التحليل بالنسبة لفئة التلوث (Polluted)، بينما كان المتغير المستقل النترات أهم المتغيرات بالنسبة لفئة (مقبول بشكل أساسي).

6- تم تطبيق ثلاثة نماذج انحدار خطي متعدد لبارامترات الجودة مع مؤشر التلوث الشامل (CPI). كان النموذج الثاني (B) أفضلها، حيث حقق علاقة ارتباط قوية، وفسرت عوامل التلوث المستقلة الداخلة في النموذج التغيرات الحاصلة في مؤشر التلوث الشامل للبحيرة بنسبة 98%.

6- التوصيات Recommendations

- 1- نوصي بأهمية حماية مصادر المياه السطحية والحفاظ عليها من التلوث، وذلك بمعالجة مياه الصرف الصحي الناتجة عن القرى المجاورة قبل تصريفها في البحيرة.
- 2- توعية المواطنين في ترشيد استهلاك المياه وعدم الإفراط في استخدام المواد والاسمدة الكيميائية في الزراعة.
- 3- دراسة تأثير العناصر الثقيلة على نوعية مياه البحيرة.
- 4- ضرورة متابعة برامج المراقبة والتحليل الدوري للعينات، وحفظ نتائج التحاليل المتعددة ضمن قواعد بيانات خاصة يمكن الاستفادة منها لاحقاً في الأبحاث المستقبلية، بحيث تساعد المعنيين وأصحاب القرار في تقييم جودة مصادر المياه ووضع الخطط المستقبلية لإدارة واستثمار هذه الموارد بالشكل الأمثل.

6- References

- 1-(CCME) (2001). Canadian Water Quality Index 1.0 Technical Report and User's Manual; Canadian Environmental Quality Guidelines Water Quality Index Technical Subcommittee. Gatineau, QC, Canada.
- 2-Abba, S., S. J. Hadi and J. Abdullahi (2017). "River water modelling prediction using multi-linear regression, artificial neural network, and adaptive neuro-fuzzy inference system techniques." Procedia computer science **120**: 75-82.
- 3-Arawo, C. (2020). "Multiple Linear Regression (MLR) Model: A Tool for Water Quality Interpretation." Momona Ethiopian Journal of Science **12(1)**: 123-134.
- 4-Busico, G., N. Kazakis, E. Cuoco, N. Colombani, D. Tedesco, K. Voudouris and M. Mastrocicco (2020). "A novel hybrid method of specific vulnerability to anthropogenic pollution using multivariate statistical and regression analyses." Water Research **171**: 115386.
- 5-Chen, T., H. Zhang, C. Sun, H. Li and Y. Gao (2018). "Multivariate statistical approaches to identify the major factors governing groundwater quality." Applied Water Science **8(7)**: 1-6.

- 6–Cude, C. G. (2001). "Oregon water quality index a tool for evaluating water quality management effectiveness 1." JAWRA Journal of the American Water Resources Association **37**(1): 125–137.
- 7–Ghesquière, O., J. Walter, R. Chesnaux and A. Rouleau (2015). "Scenarios of groundwater chemical evolution in a region of the Canadian Shield based on multivariate statistical analysis." Journal of Hydrology: Regional Studies **4**: 246–266.
- 8–Hamil, S., S. Arab, A. Chaffai, M. Baha and A. Arab (2018). "Assessment of surface water quality using multivariate statistical analysis techniques: a case study from Ghrib dam, Algeria." Arabian Journal of Geosciences **11**(23): 1–14.
- 9–Jindal, R. and M. Wats (2022). "Evaluation of surface water quality using water quality indices (WQIs) in Lake Sukhna, Chandigarh, India." Applied Water Science **12**(1): 1–14.
- 10–Liu, J., D. Zhang, Q. Tang, H. Xu, S. Huang, D. Shang and R. Liu (2021). "Water quality assessment and source identification of the Shuangji River (China) using multivariate statistical methods." PloS one **16**(1): e0245525.
- 11–Pramanik, A. K., D. Majumdar and A. Chatterjee (2020). "Factors affecting lean, wet-season water quality of Tilaiya reservoir in Koderma District, India during 2013–2017." Water Science **34**(1): 85–97.
- 12–Shuhaimi–Othman, M., E. C. Lim and I. Mushrifah (2007). "Water quality changes in Chini lake, Pahang, west Malaysia." Environmental monitoring and assessment **131**(1): 279–292.
- 13–Uddin, M. G., S. Nash and A. I. Olbert (2021). "A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality." Ecological Indicators **122**: 107218.
- 14–Valentini, M., G. B. dos Santos and B. Muller Vieira (2021). "Multiple linear regression analysis (MLR) applied for modeling a new WQI equation for monitoring the water quality of Mirim Lagoon, in the state of Rio Grande do Sul—Brazil." SN Applied Sciences **3**(1): 1–11.
- 15–Vasanthi, S. S. and A. S. Kumar (2019). "Application of artificial neural network techniques for predicting the water quality index in the Parakai Lake, Tamil Nadu, India." Applied ecology and environmental research **17**(2): 1947–1958.
- 16–Zandbergen, P. A. and K. J. Hall (1998). "Analysis of the British Columbia water quality index for watershed managers: a case study of two small watersheds." Water Quality Research Journal **33**(4): 519–550.
- 17–Zhao, Y., X. Xia, Z. Yang and F. Wang (2012). "Assessment of water quality in Baiyangdian Lake using multivariate statistical techniques." Procedia Environmental Sciences **13**: 1213–1226.

تقدير الطلب المائي الكلي للمدينة الصناعية بحسباء

م.علي بلال**

د.م. بسام فركوح*

(الإيداع: 29 حزيران 2022،القبول: 28 أيلول 2022)

الملخص:

يتضمن هذا البحث مسحاً تفصيلياً للمنشآت الصناعية القائمة في المدينة الصناعية بحسباء، بالإضافة إلى الفعاليات الإدارية والخدمية، وذلك للتعرف على الاحتياجات المائية الفعلية والتصميمية للمنشآت والفعاليات التي شملها المسح، ونوعية المياه المطلوبة للاستخدام.

ويهدف هذا البحث إلى تحديد الاحتياجات المعيارية لكل نوع من أنواع الصناعات والفعاليات الأخرى في المدينة الصناعية، وصولاً إلى تقدير كمية الاحتياجات المائية الكلية للمدينة الصناعية عند استثمارها بشكل كامل، وتحديد نوعية المياه المطلوبة.

توصل البحث إلى تحديد الاحتياج المعياري المائي في الصناعة بنحو 26399 م³/سنة/هكتار يتغير حسب صنف الصناعات: غذائية 44476 م³/سنة/هكتار، نسيجية 35588 م³/سنة/هكتار، كيميائية 14178 م³/سنة/هكتار، هندسية 11355 م³/سنة/هكتار. أما الاحتياج المعياري للمياه في الفعاليات الإدارية والخدمية فبلغت 1805 م³/سنة/هكتار. ومن حيث نوعية المياه فقد بلغت نسبة العذبة المطلوبة للاستخدام الصناعي 82.39 % وتتغير حسب صنف الصناعة، فهي تتراوح بين 29% في الصناعات الكيميائية و99% في الصناعات الغذائية. أما الاحتياج المائي الكلي المتوقع للمدينة فقد قدر بنحو 24.436 مليون م³/سنة منها 19.360 مليوناً مياه عذبة والباقي مياه غير عذبة. كما توصل البحث إلى عدم كفاية المصدر المائي الحالي الذي يمكن أن يزود المدينة بحدود (6) مليون م³/سنة. وفي نهاية البحث وُضعت عدة مقترحات لتأمين الكميات المطلوبة من المياه كماً ونوعاً على المديين القريب والبعيد، وذلك لضمان توفير الاحتياجات المائية للمدينة بشكل موثوق يتناسب مع الاستثمارات الصناعية الكبيرة المقامة فيها.

الكلمات المفتاحية: الاحتياج المائي المعياري- الاحتياج المائي التصميمي- المياه الصناعية.

* مدرس في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق.

** مستشار هندسي في وزارة الإدارة المحلية والبيئة، (مدير المدن والمناطق الصناعية سابقاً).

Estimating the total water demand for the industrial city in Hasia

Dr. Eng. Bassam Farkouh *

Eng. Ali Bilal **

(Received:29 June 2022,Accepted:28 September)

Abstract:

This research includes a detailed survey of the existing factories in the industrial city in Hasia, in addition to the administrative and service activities, in order to identify the actual water needs and the design water needs of the facilities and activities included in the survey, and the quality of the water required for use.

This research aims to determine the standard needs of each type of industries and other events in the industrial city, leading to an estimate of the amount of total water needs for the industrial city when it is fully invested, and to determine the quality of the required water.

The research reached to determine the standard need for water in industry at about 26,399 m³/year/hectare that varies according to the type of industries: food 44476 m³/year/hectare, textile 35588 m³ / year / hectare, chemical 14178 m³ / year / hectare, engineering 11355 m³ /year/ Hectare. As for the standard need for water in administrative and service activities, it amounted to 1805 m³ /year/ hectare. In terms of water quality, the percentage of fresh water required for industrial use reached 82.39% and varies according to the type of industry, ranging from 29% in the chemical industries to more than 99% in the food industries. As for the expected total water need for the city, it was estimated at 24.436 million m³/year, of which 19.360 million is fresh water and the rest is non-fresh water. The research also found that the current water source, which can provide the city with up to (6) million m³/year, is insufficient.

At the end of the research, several Proposals were made to secure the required quantities of water in terms of quantity and quality in the short and long term, in order to ensure the provision of the city's water needs in a reliable manner commensurate with the large industrial investments made in it.

Keywords: Standard Water Need– Design Water Need– Industrial Water.

* Lecturer. Water Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Damascus University.

** Engineering Consultant at the Ministry of Local Administration and Environment (formerly Director of Industrial Cities & Zones).

1- المقدمة:

تمثل المياه أحد أهم مقومات التنمية بمختلف مفاهيمها المتداولة. ويقتضي التخطيط العلمي للمشاريع الاستراتيجية التحديد درجة احتياجاتها المائية على صنف الصناعة (غذائية- كيميائية- نسجية- هندسية-..... إلخ)، وعلى نوع الصناعة ضمن الصنف الواحد. وترتبط الاحتياجات المائية أيضاً بحجم الصناعة وبالطريقة التكنولوجية المستخدمة في خطوط الانتاج واستخدام المياه في دارات مغلقة (تدوير المياه). ومن ناحية أخرى يجب الحد من الاستنزاف الجائر للمياه الجوفية بسبب الوصول غير المقيد لها من قبل المستخدمين (Meran et la, 2021).

يُعد العائد الاقتصادي لاستخدام المياه في الأغراض الصناعية من أكبر العوائد قياساً بباقي الاستخدامات، كما يتفوق القطاع الصناعي على باقي القطاعات في توليد فرص العمل، ففي الأردن بلغ العائد الاقتصادي لاستخدام المياه في الصناعة 120 ضعفاً عما هو في الزراعة المروية، وكذلك ساهمت المياه المستخدمة في الصناعة في توليد فرص العمل أكثر من الزراعة بنحو 25 ضعفاً (سياسة إحلال المياه وإعادة الاستخدام، 2016). وعلى المستوى العالمي فإن مشاكل شح المياه يمكن أن تحد من النمو الاقتصادي وإيجاد فرص عمل جديدة ولا سيما في قطاع الصناعة (UNESCO, 2016).

أما في سورية فقد تجاوزت كفاءة استخدام المياه في القطاع الصناعي 88 ضعفاً عما هو في قطاع الزراعة المروية (AQUASTAT database, 2021)، و30 ضعفاً في كفاءة تشغيل اليد العاملة (المكتب المركزي للإحصاء، 2020). بلغت نسبة استهلاك القطاع الصناعي من المياه في سورية 3.5%، ومن المتوقع أن ترتفع إلى 6% بحلول عام 2035 (وزارة الأشغال العامة والأسكان، 2021). ونظراً لكون المدينة الصناعية بحسب من المشاريع الوطنية الحديثة التي تستقطب عدداً من المنشآت الصناعية الاستراتيجية، فإن استثمارها بالشكل الأمثل يتطلب تحديد احتياجاتها من الطاقة والمياه والمواد الأولية والموارد البشرية لضمان عملها بأفضل مستوى ممكن، ومن هذا المنطلق تم اعداد هذا البحث لتحديد احتياجات المدينة الصناعية من المياه بموثوقية عالية كخطوة أساسية لضمان توفيرها اعتماداً على مصادر مستدامة. يهدف هذا البحث إلى تقدير الطلب المائي الكلي للمدينة الصناعية بحسباً كماً ونوعاً (عند تشغيل جميع المصانع المقرر إنشاؤها وبطاقاتها الانتاجية الكاملة)، وذلك استناداً إلى المعطيات الواقعية لاستهلاك المصانع القائمة حالياً، مع الأخذ بالاعتبار أصناف الصناعات وأنواعها وتقانات الانتاج المستخدمة.

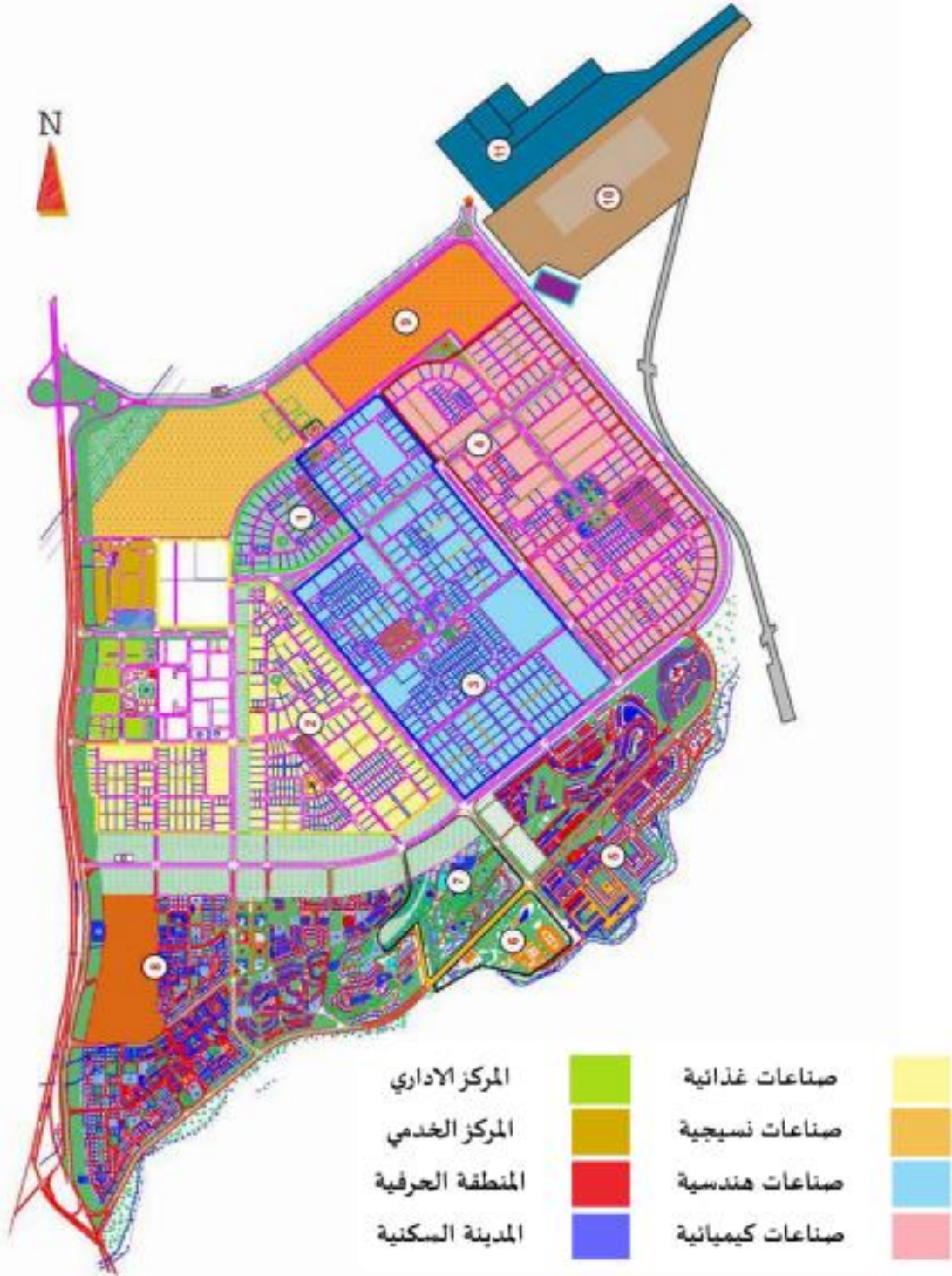
2- المواد وطرائق البحث:**2-1. منطقة وعينة البحث (المدينة الصناعية بحسباً):**

تعد المدينة الصناعية بحسباً من أهم المدن الصناعية القائمة في سورية، ولقد أحدثت المدينة بموجب المرسوم التشريعي رقم 57 لعام 2004. وتقع على بعد 50 كيلو متراً جنوب مدينة حمص، وتشغل موقعاً استراتيجياً هاماً على الطريق الدولي دمشق - حمص.

تبلغ المساحة الحالية للمدينة 2500 هكتاراً مع إمكانية التوسع عدة أضعاف، وهو مرهون بمدى توفر العديد من المقومات ومنها الموارد المائية اللازمة.

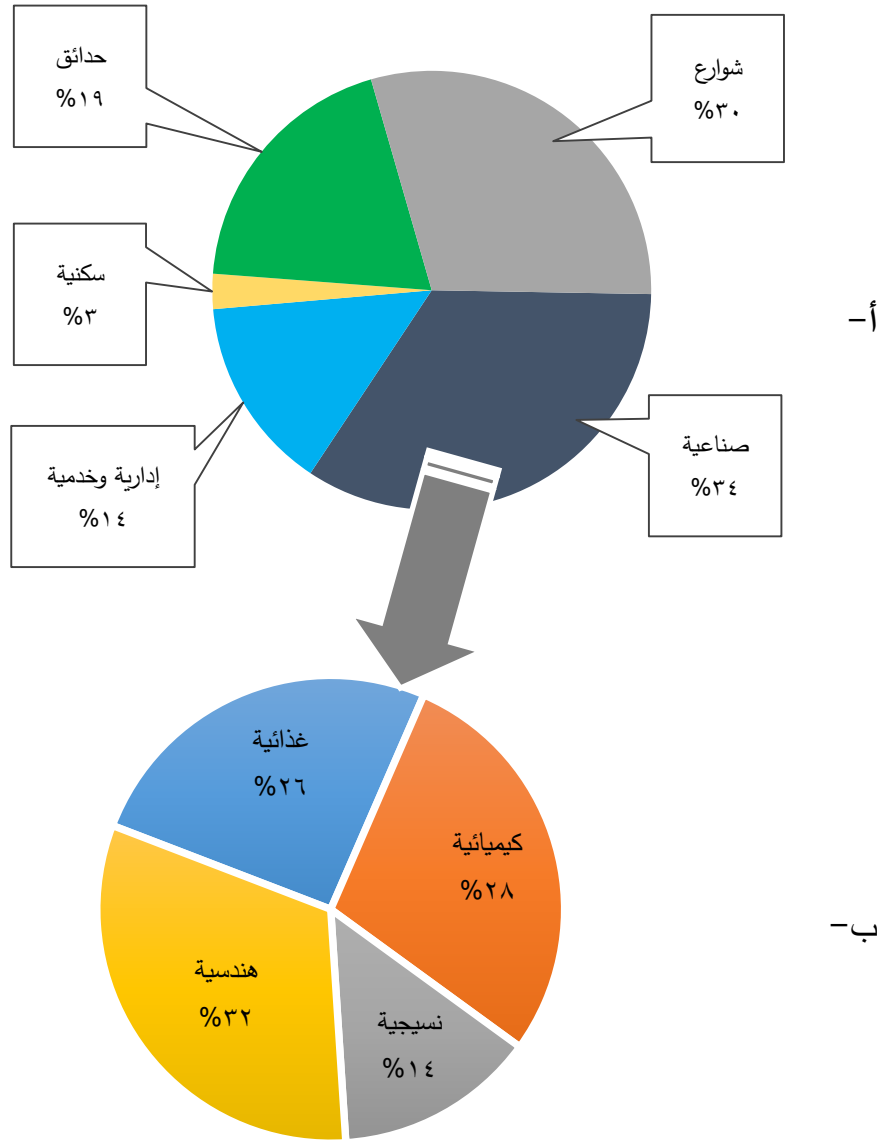
تضم المدينة الصناعية بالإضافة إلى المقاسم الصناعية، مقاسم حرفية ومقاسم خدمية ومقاسم إدارية وتجارية ومقاسم سكنية، وتشغل الحدائق والشوارع والمساحات مساحات مهمة من المدينة الصناعية، كما يوجد في المدينة الصناعية محطة معالجة (للمياه الصناعية والمعاشية) ومحطات توليد كهربائية ومناطق مخصصة لتوفير الخدمات اللوجستية (منطقة حرة- مرفأ جاف- محطة قطار-.... إلخ).

يبين الشكل رقم (1) المخطط العام للمدينة الصناعية بحسباً:



الشكل رقم (1): المخطط العام للمدينة الصناعية بحسب
 المصدر: (مديرية المدن والمناطق الصناعية ، 2022)

يبين الشكل رقم (2) نسب توزيع استعمالات الأراضي في المدينة الصناعية حسب المساحة (صناعي، إداري وخدمي، سكني، حدائق، شوارع)، كما يبين الشكل النسب المساحية المخصصة لكل صنف صناعي (كيميائي، غذائي، نسيجي، هندسي) ضمن المساحات المخصصة للاستخدامات الصناعية.



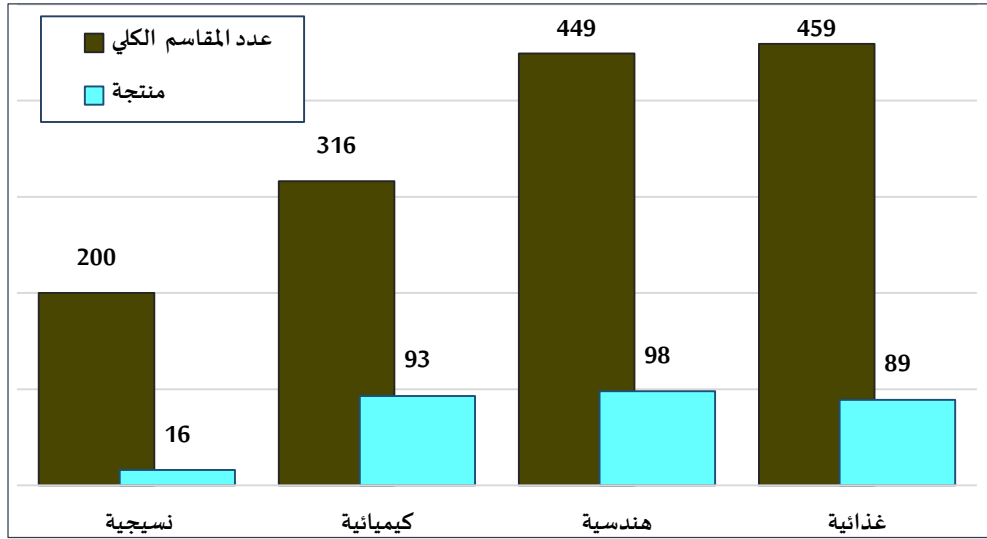
الشكل رقم (2): أ- توزيع استعمالات الأراضي في المدينة الصناعية بحسب

ب-توزيع أصناف الصناعات حسب المساحة

المصدر: (مديرية المدن والمناطق الصناعية ، 2022)

تشغل المقاسم الصناعية مساحة 845 هكتاراً من إجمالي مساحة المدينة البالغة 2500 هكتار، وتضم 1424 مقسماً صناعياً منها 270 مقسماً تم بناؤها ووضعها بالاستثمار كلياً أو جزئياً، وهي موزعة من حيث العدد كما هو مبين في الشكل رقم (3). يتضح من الشكل أن نسبة المقاسم المبنية والمستثمرة لا تتعدى 19% من عدد المقاسم الكلي، أما من حيث المساحة فالنسبة أقل من ذلك بسبب أن الكثير من المقاسم مبنية جزئياً (نسبة البناء أقل من النسبة المسموحة، وهي قابلة لزيادة المساحة

المبنية وفق نظام الضابطة)، مع الإشارة إلى أن هناك معامل لا تعمل بكامل طاقتها الانتاجية بسبب الصعوبات التي يعاني منها قطاع الصناعة. وبالتالي فهي تستهلك كميات من المياه أقل من الاحتياج التصميمي وهو ما يجب أخذه بالاعتبار عند تقدير الاحتياجات المائية الكلية.



الشكل رقم (3): عدد المقاسم الصناعية (الكلية والمستثمرة) حسب الصنف
المصدر: (مديرية المدن والمناطق الصناعية ، 2022)

يتم تزود المدينة الصناعية بالمياه من خلال (15) بئر حُفرت في منطقة الأمل المائي (الواقعة غربي المدينة الصناعية بحدود 12 كم)، وتُقدر الدراسات كمية المياه التي يمكن سحبها بشكل آمن من الطبقة الجوفية بنحو (6) مليون م³/سنة وتتميز هذه المياه بنوعيتها الجيدة وهي مصدر المياه العذبة وغير العذبة المستخدمة في المدينة. تضم المنظومة المائية في المدينة الصناعية محطة الضخ الرئيسية الواقعة في منطقة الأمل المائي والتي تقوم بضخ المياه من الخزان التجميعي في المحطة إلى الخزانات الأرضية في المدينة ضمن خط ضخ بطول 10 كم تقريباً، كما تضم المنظومة شبكة مياه رئيسية وفرعية بطول إجمالي (150) كم، وثمانية خزانات متنوعة (تجميعي-أرضي-عالي) بسعة إجمالية (19800) م³.

2-2. تقدير الطلب المائي الحالي والتصميمي للمنشآت القائمة:

بلغ عدد المنشآت الصناعية التي تستجر المياه (296) منشأة من مختلف أنواع الصناعات، بالإضافة إلى عدد من الفعاليات الإدارية والخدمية، ولقد بلغ إجمالي كمية المياه المسحوبة في عام 2021 نحو 4 مليون م³ حسب فواتير الاستهلاك للعام المذكور، ولا تشكل هذه الكمية سوى 50% من احتياجاتها المائية، ويعود ذلك إلى توقف عدد من المصانع عن الانتاج أو العمل جزئياً بسبب صعوبات يعاني منها قطاع الصناعة (مديرية المدن والمناطق الصناعية ، 2022). لقد تم مسح بيانات الاستهلاك الخاصة بـ (160) منشأة وفعالية قائمة من أصل (296) وتم تسجيل نتائج المسح وهيكلتها وفق جداول حسب نشاط كل فعالية أو منشأة مع الأخذ بالاعتبار أصناف الصناعات وأنواعها ضمن الصنف الواحد. تتضمن آلية العمل القيام بالمسوح الميدانية للمنشآت الصناعية والفعاليات غير الصناعية القائمة في المدينة الصناعية، وتتضمن الخطوتين التاليتين:

- تحديد الاستهلاك الفعلي الحالي والاستهلاك التصميمي للمنشآت والفعاليات القائمة حالياً في المدينة.

- تقدير الاحتياجات المائية الكلية للمدينة الصناعية عند استثمارها بشكل كامل.

2-2-1. الطلب المائي للفعاليات الإدارية والخدمية القائمة:

تضم هذه العينة التي شملها المسح الميداني ثماني عشرة فعالية ذات نشاط إداري أو خدمي، ومعظم هذه الفعاليات ذات استخدام محدود للمياه، وقد تم تجميع بياناتها من حيث (المساحة، الاستهلاك الحالي، الاستهلاك التصميمي، نوع المياه المطلوبة) وفق ما هو مبين في الجدول رقم (1):

الجدول رقم (1): الاستهلاك الحالي والاستهلاك التصميمي للفعاليات الإدارية والخدمية القائمة

م	الفعاليات الإدارية والخدمية		مساحة المقاسم (م ²)		الاستهلاك الحالي (م ³ /يوم)		الاستهلاك التصميمي (م ³ /يوم)	
	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة
1		المجمع الحكومي وملحقاته	10671	18	0	18	0	18
2		مبنى الاطفاء	6082	36	0	36	0	36
3		محطات التحويل الكهربائية (N1-N2-R2)	94662	10	0	10	0	10
4		مرآب المدينة الصناعية	5427	4	0	4	0	4
5		مركز خدمة سيارات مع مغسل ومشحم	1799	0	2	0	0	2
6		مصرف عقاري - مركز الصحي - مركز هاتف - مركز كهرباء - السورية للشبكات - محطة محروقات - المخفر - قبان الكتروني = مركز عمران	63732	12	6	12	7	12
		المجموع	182373	80	8	80	9	80
		مجموع استهلاك الفعاليات الإدارية والخدمية - (م ³ /سنة)		29200	2920	29200	3285	29200

المصدر: (وزارة الإدارة المحلية والبيئة، 2020)

2-2-2. الطلب المائي للصناعات الغذائية القائمة:

تعتمد الصناعات الغذائية على المياه العذبة كأحد مكونات السلع الغذائية، وتستخدم مياهاً غير عذبة في العمليات الانتاجية (التبريد، التنظيف الأولي لبعض المعدات والمحاصيل الزراعية التي تدخل بالصناعة) دون أن تدخل في المنتج. تم الحصول على البيانات المائية والمساحية لاثنتين وخمسين منشأة غذائية تستهلك (48) منها مياهاً عذبة فقط، وواحدة تستهلك مياهاً غير عذبة فقط، وأخرى تستهلك مياهاً عذبة وغير عذبة، الجدول رقم (2):

الجدول رقم (2): الاستهلاك الحالي والاستهلاك التصميمي للصناعات الغذائية القائمة

م	الصناعات الغذائية		مساحة المقاسم (م ²)		الاستهلاك الحالي (م ³ /يوم)		الاستهلاك التصميمي (م ³ /يوم)	
	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة
1		المقبلات الغذائية من البطاطا نصف المصنعة	1200	3	0	3	0	6
2		الطحينة والحلاوة الطحينية	9000	3	0	3	0	6
3		عصر وتكرير زيت الزيتون ونتاج الزيوت النباتية	75876	1000	0	1000	0	1200
4		المقبلات الغذائية من الذرة والبطاطا نصف المصنعة	908	9	0	9	0	18
5		المقبلات الغذائية	1800	3	0	3	0	6
6		الكونسروة والحبس والطحينة والمربيات	15012	40	20	40	30	60
7		بسكويت البرشام المحشي والمغطس بالشوكولا(البوظة)	1200	1	0	1	0	2
8		صناعة الثلج وحفظ الخضروات والفواكه والبقول	2008	7	0	7	0	14
9		ادوية بيطرية	1707	6	0	6	0	10

م	الصناعات الغذائية	مساحة المقاسم (م ²)		الاستهلاك الحالي (م ³ /يوم)	
		عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة
10	صناعة السكاكر ألياً	0	4.5	3	0
11	تكرير وتثقية الملح وطحنه وتعبئته ألياً	0	5	5	0
13	البسكويت والبسكويت المحشي بالكريما	0	3	2	0
14	العلف الحيواني المحبب (بيليت)	4	0	0	4
15	الجبن الابيض والقشقوان والقريشة ومشتقاتها	0	25	14	0
16	الأدوية النباتية والتمتمات الغذائية وأغذية الأطفال	0	4	2	0
17	ذبح وتهئية الدواجن والطيور	0	600	200	0
18	طحن الحبوب لإنتاج الدقيق	0	100	47	0
19	ضرب الأرز وتبيضه وتلميعه	0	8	4	0
20	حفظ الفواكه والخضروات والبقول	0	175	123	0
21	صناعة الشوكولا	0	4	2	0
22	السكر	0	2600	2400	0
23	اكياس ومحاليل سكرية وملحية	0	57	57	0
24	طحن القمح	0	12	6	0
25	اعلاف حيوانات المزارع	0	6	3	0
26	التمتمات والمحسنتات الغذائية	0	3.5	1	0
27	المقبلات الغذائية	0	7.5	5	0
28	تكرير الملح وتعبئته	0	10	5	0
29	فرن آلي	0	6	3	0
30	منتجات الحليب	0	5	5	0
32	المقبلات الغذائية من البطاطا نصف المصنعة	0	0.6	0.4	0
33	تكرير الملح وطحنه وتعبئته ألياً	0	12	6	0
34	المقبلات الغذائية السادة والمحشية	0	6	2	0
35	صناعة الشوكولا	0	34	17	0
36	البسكويت والبسكويت المحشي بالكريما	0	2	1	0
37	المشروبات المنكهة	0	3	3	0
38	البسكويت السادة والمحشي والمغطس	0	4	2	0
39	البسكويت السادة والمحشي بكافة أنواعه	0	6	2	0
40	المقبلات الغذائية	0	6	4	0
41	المقبلات الغذائية	0	4	2	0
42	أعلاف محضرة لحيوانات المزارع	0	5	5	0
43	الجبن الابيض والقشقوان والقريشة ومشتقاتها	0	10	5	0
44	طحن الحبوب لإنتاج الدقيق	0	70	50	0
45	المشروبات المنكهة	0	4	2	0
46	المقبلات الغذائية من الذرة الجافة	0	2	2	0
47	البسكويت السادة والمحشي والمغطس	0	6	3	0
48	العلف المائي والمركز للدواجن والمجترات	0	34	17	0
49	البسكويت السادة والمغطس وصناعة السكاكر	0	7.5	5	0

م	الصناعات الغذائية	مساحة المقاسم (م ²)		الاستهلاك الحالي (م/3يوم)		الاستهلاك التصميمي (م/3يوم)	
		عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة
50	المشروبات المضاف إليها منكهات	818		4	0	4	0
51	المقبلات الغذائية	1706		2	0	4	0
52	تكرير الملح وطحنه وتعبئته آلياً	1440		6	0	6	0
	المجموع	432075		4108.4	24	5205.6	34
	مجموع استهلاك الصناعات الغذائية (م/3سنة)			1499566	8760	1900044	12410

المصدر: (وزارة الإدارة المحلية والبيئة، 2020)

2-2-3. الطبخ المائي للصناعات الكيماوية القائمة:

تم تسجيل البيانات المائية والمساحية لـ (38) منشأة كيماوية من أصل (86) منشأة قائمة في المدينة، الجدول رقم (3):

الجدول رقم (3): الاستهلاك الحالي والاستهلاك التصميمي للصناعات الكيماوية القائمة

م	الصناعات الكيماوية	مساحة المقاسم (م ²)		الاستهلاك الحالي (م/3يوم)		الاستهلاك التصميمي (م/3يوم)	
		عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة
1	أعلاف حيوانات المزارع (طحين السمك)	3200		0	12	0	24
2	دهانات	19228		4	0	7	0
3	المحارم الورقية	20040		11	0	22	0
4	أكياس الخيش بقياسات مختلفة	12600		0	8	0	16
5	أنابيب بلاستيكية	9600		0	14	0	28
6	أصناف لتغليف السلع من اللدائن	2121		0	4	0	8
7	المبيدات الفطرية (طحن مادة الكبريت)	1599		0	5	0	10
8	الزجاج المقسى	2710		0	3	0	6
9	إنتاج سيليكات الصوديوم السائلة	30734		3	0	6	0
10	المنتجات البلاستيكية بطريقة الفاكيوم	903		0	4	0	8
11	اصناف لتغليف السلع	1800		0	4	0	8
12	العلب والصناديق والقوارير البلاستيكية	1500		0	22	0	44
13	أصناف تغليف السلع وصناعة الأدوات المنزلية	3200		0	7	0	14
14	كبريتات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم	1184		2	0	4	0
15	الدهانات والورنيشات	2239		0	2	0	4
16	أصناف لتغليف السلع	2817		0	3	0	6
17	الاسمدة الزراعية	9631		0	5	0	10
18	إنتاج حبيبات بلاستيكية	18323		0	9	0	15
19	مواد التعبئة والتغليف الزجاجية	56912		0	191	0	380
20	عبوات بلاستيكية بطريقة الحقن	1590		0	3	0	6
21	تريبولي فوسفات الصوديوم صناعية وغذائية	10668		19	0	40	0
22	المواد المعقمة والمطهرة للمشافي والمعامل والمساح	2114		3	0	6	0
23	أصناف لتغليف السلع من اللدائن	1467		0	14	0	28
24	تجهيزات دواجن بلاستيكية، وسياحية بلاستيكية	16792		1	0	2	0
25	ديكالسيوم فوسفات لأعلاف الدواجن	49940		65	0	125	0
26	منتجات بلاستيكية	941		1	0	2	0
27	أطباق كرتونية منزلية	1586		0	21	0	42

م	الصناعات الكيميائية	مساحة المقاسم (م ²)	الاستهلاك الحالي (م/3يوم)		الاستهلاك التصميمي (م/3يوم)	
			عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة
28	الدهانات والمذيبات العضوية	1176	1	0	2	0
29	أصناف تغليف السلع	1800	0	4	0	8
30	فص ولف الاشرطة اللاصقة بكافة أنواعها	2802	0	3	0	6
31	صناعة الصحون والكاسات والعبوات البلاستيكية	12589	0	12	0	24
32	الالواح والعلب الكرتونية	8393	0	20	0	40
33	إنتاج قساطل بلاستيكية	27453	51	0	105	0
34	لدائن تغليف السلع	6601	0	21	0	42
35	المستحضرات العطرية والتجميل	899	2	0	4	0
36	حبيبات بلاستيكية لتلوين المنتجات البلاستيكية	6671	0	3	0	6
37	الرقائق البلاستيكية	5458	0	4	0	8
38	الفراشي والمكانس المنزلية البلاستيكية	1682	0	2	0	4
المجموع		360963	163	400	325	795
مجموع استهلاك الصناعات الكيميائية - (م/3سنة)			59495	146000	118625	290175

المصدر: (وزارة الإدارة المحلية والبيئة، 2020)

2-2-4. الطلب المائي للصناعات النسيجية القائمة:

أخذت البيانات المائية والمساحية لـ (6) منشأة صنف الصناعات النسيجية من أصل (14) منشأة قائمة في المدينة الصناعية، وفق ما هو مبين في الجدول رقم (4):

الجدول رقم (4): الاستهلاك الحالي والاستهلاك التصميمي للصناعات النسيجية القائمة

م	الصناعات النسيجية	مساحة المقاسم (م ²)	الاستهلاك الحالي (م/3يوم)		الاستهلاك التصميمي (م/3يوم)	
			عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة
1	صباغة الأقمشة وتبييضها وحلاقتها	1800	8	0	16	0
2	صناعة وصنع النسيج القطني وتبييضه	1799	41	0	82	0
3	النسيج القطني والبشكير وأغطية الأسرة	600	1	0	2	0
4	النسيج القطني (بشكير ومناشف) صباغة	3602	100	0	200	0
5	الالبسة القطنية الجاهزة	27718	0	5	0	10
6	القساطل البلاستيكية والبلاستيك الصناعي	8937	0	40	0	80
المجموع		44456	150	45	300	90
مجموع استهلاك الصناعات النسيجية - (م/3سنة)			54750	16425	109500	32850

المصدر: (وزارة الإدارة المحلية والبيئة، 2020)

2-2-5. الطلب المائي للصناعات الهندسية القائمة:

أخذت البيانات المائية والمساحية لـ (46) منشأة هندسية من أصل (88) منشأة قائمة في المدينة وفق ما هو مبين في الجدول رقم (5):

الجدول رقم (5): الاستهلاك الحالي والاستهلاك التصميمي للصناعات الهندسية القائمة

م	الصناعات الهندسية	مساحة المقاسم (م ²)		الاستهلاك الحالي (م/3يوم)		الاستهلاك التصميمي (م/3يوم)
		عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة	عذبة
1	قص أحجار الرخام والبلوك الاسمنتي	2400	0	5	0	10
2	صهر السكراب وانتاج حديد البيليت	238284	17	0	34	0
3	المواسير والألواح والاعمدة البيتونية والبلوك	9600	0	12	0	24
4	تحضير وطلاء الصفائح المعدنية وطباعتها	19761	10	0	20	0
5	البلوك الآلي	3280	0	4	0	8
6	الدراجات النارية	1650	0	4	0	8
7	المطابخ الرخامية	960	0	7	0	14
8	تصنيع وتجميع السيارات	204981	0	62	0	124
9	الدراجات النارية	1768	1	0	2	0
10	آلات إعداد العلف وتربية دواجن واستخلاص زيوت	3200	1	0	2	0
11	نشر وجلي الغرانيت والرخام	36200	0	16	0	32
12	غرف التبريد والبرادات والالواح العازلة	4795	1	0	2	0
13	الموبيليا والاثاث	3200	2	0	6	0
14	صناعة الدراجات النارية	3416	0	3	0	6
15	القساطل الإسمنتية وبلاط الأنترلوك	3200	0	175	0	250
16	تشكيل المعادن	9600	0	2	0	5
17	نشر وجلي الرخام	9600	0	8	0	16
18	الأجر الحراري البيتوني	1800	0	6	0	12
19	نشر وجلي الرخام	5346	0	5	0	6
20	السيارات السياحية والبيك آب	87474	0	24	0	48
21	البلوك ألياً	9600	0	50	0	50
22	نشر وجلي الرخام	23671	0	11	0	22
23	صهر الألمنيوم	9600	0	12	0	24
24	البلوك والانتزلوك والخرسانة الجاهزة	8400	0	3	0	6
25	القرميد والبلوك الأجرى	61859	20	0	50	0
26	قضبان التسليح	99768	145	0	290	0
27	الأدوات الكهربائية المنزلية	4408	1	0	2	0
28	نشر وجلي الرخام وصناعة البلوك اليا	23730	0	29	0	60
29	الدراجات النارية	2204	1	0	2	0
30	تصنيع المعدات الصناعية للصناعات التحويلية	47656	0	22	0	44
31	صناعة وتجميع الدراجات النارية	3107	2	0	4	0
32	انتاج السيارات السياحية والبيك آب	87474	0	24	0	48
33	أجزاء الإنشاءات المعدنية	7440	5	0	15	0
34	أجزاء المنشآت المعدنية	69310	11	0	22	0
35	مستودع حديد تسليح للبناء	4535	2	0	2	0
36	صهر السكراب	238284	250	0	3600	0

م	الصناعات الهندسية		مساحة المقاسم (م ²)	الاستهلاك الحالي (م ³ /يوم)		الاستهلاك التصميمي (م ³ /يوم)
	عذبة	غير عذبة		عذبة	غير عذبة	
37	صهر نفايات الالمنيوم	3106	0	12	0	24
38	الخرسانة الجاهزة الخلط والملاط (مجبل بيتوني)	3600	4	0	144	0
39	البلاط والموزاييك والخرسانة الجاهزة	9600	50	0	150	0
40	ملدنات وموانع تسرب ومواد تغطية الاسطح	16966	3	0	6	0
41	تيوبات النيوم قابلة للانضغاط	3160	30	0	37	0
42	قضبان حديد التسليح للبناء ابتداءً من البيليت	69771	60	0	420	0
43	اجزاء الانشاءات المعدنية	745	0	2	0	4
44	المباني مسبقة الصنع	8880	0	5	0	10
45	البلوك البيا والانتزلوك والقساطل الاسمنتية	9025	30	0	60	0
46	مواسير وأنواح واعمدة بيتونية والبلوك وأنتزلوك	906	0	12	0	24
المجموع		1477320	646	515	4870	879
مجموع استهلاك الصناعات الهندسية - (م ³ /سنة)		235790	187975	1777550	320835	

المصدر: (وزارة الإدارة المحلية والبيئة، 2020)

3- النتائج والمناقشة:

3-1. تقدير الطلب المائي الكلي للمدينة الصناعية بحسب:

أجريت سابقاً عدة دراسات لتقدير الحاجة الكلية للمدينة الصناعية عند استكمال بنائها وتشغيل مصانعها بالطاقة الكاملة، ولقد تراوحت التقديرات الأولية بين (20 - 55) مليون م³/سنة وذلك حسب الفرضيات الخاصة بكل دراسة، وتعتمد المدينة الصناعية حالياً على استخدام احتياج معياري قدره (5 م³/يوم/دونم) كأساس في تقدير احتياجات المنشآت الصناعية أي ما يعادل (18250 م³/سنة/هكتار، ويشكل هذا الاحتياج كامل شريحة الاستهلاك ذات التعرف الدنيا لكل منشأة (مديرية المدن والمناطق الصناعية ، 2022). إلا أن هذا المعيار الأولي لم يكن مناسباً لمواكبة تطور احتياجات المدينة الصناعية ولا يراعي الاحتياج الفعلي حسب خصوصية كل صناعة.

تعتمد بعض المراجع الدولية مثل (Standard Industrial Classification) على ربط الاحتياج المائي للمنشأة بعدد عمالها، إلا أنه في التطبيق العملي لوحظ وجود تفاوتات في القيم المستنتجة حول القيمة الحقيقية للاستهلاك في المنشأة المدروسة، وإذا كان هذا التفاوت مقبولاً في الحالات العامة فإنه غير مناسب وغير دقيق في الحالة المدروسة. ولذلك عُمد في هذا البحث إلى تقدير الطلب المائي الكلي للمدينة استناداً إلى الاستهلاك الفعلي للمنشآت الصناعية القائمة، والتي تم مسحها وتسجيل بياناتها المائية حسب أصناف الصناعات وأنواعها والتقانات المستخدمة في الانتاج، وبناء عليه يمكن الوصول إلى احتياج معياري معتمد على المسح الفعلي للمنشآت القائمة.

بناءً على نتائج المسح الميداني للمنشآت الصناعية والفعاليات القائمة والمستثمرة، تم حساب الطلب المائي الكلي للمدينة الصناعية وفق الجدول رقم (6) مع ملاحظة النقاط التالية:

- الاحتياج المائي التصميمي: يتضمن كامل احتياجات المنشأة أو الفعالية من المياه عند بناء كامل نسبة المساحة المسموحة والطابقية، وتركيب وتشغيل كامل خطوط الانتاج بكامل طاقتها، ويشمل المياه الصناعية (عذبة وغير العذبة)، ومياه الشرب وسقاية المزروعات في الوجائب.

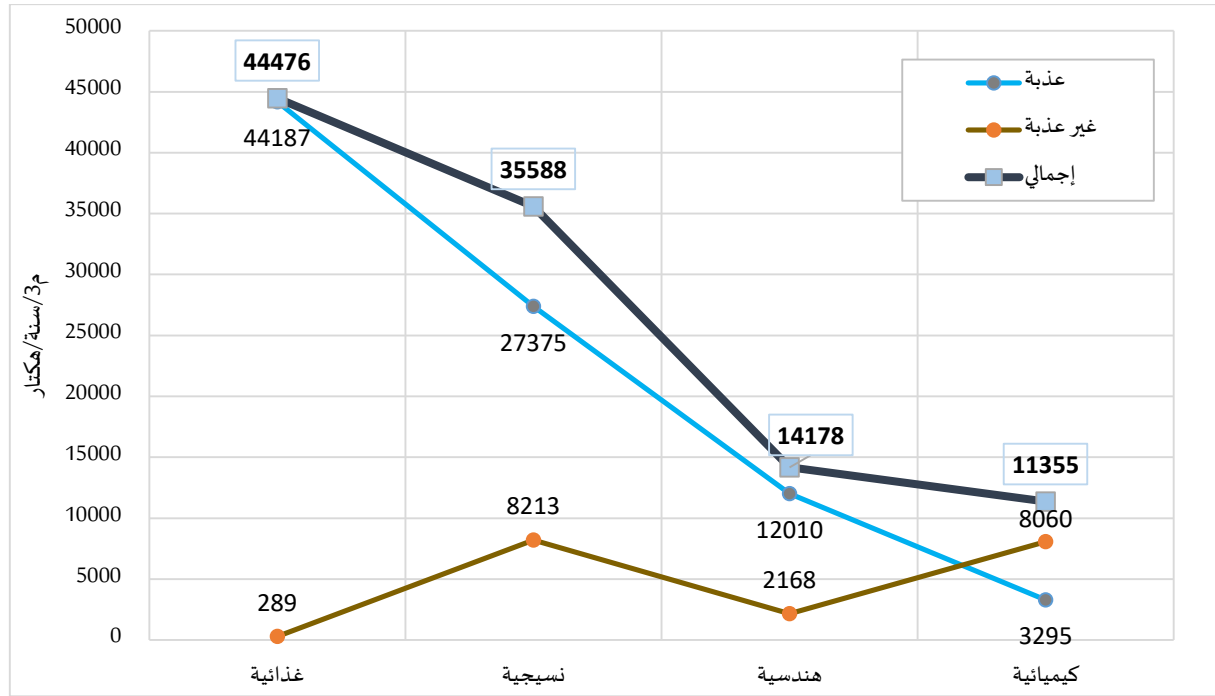
- الاستهلاك المعياري: كمية المياه التي يستهلكها الهكتار الواحد من الأرض، وهو ناتج عن قسمة الاستهلاك التصميمي للمنشآت المدروسة على مساحتها الإجمالية.
- تم اعتماد الاستهلاك المعياري لمنطقة المستودعات والمنطقة الحرفية مساوياً للاستهلاك المعياري للمقاسم الإدارية والخدمية بسبب طبيعة العمل والاحتياجات المائية المشابهة.
- تم حساب احتياجات المنطقة السكنية بناء على عدد السكان المتوقع استيعابه فيها والمقدر بنحو 66000 نسمة، ومع افتراض احتياجات الفرد 80 ل/يوم.
- تم حساب احتياجات الحدائق والمساحات الخضراء على أساس احتياجات الهكتار 3000 م³/سنة.

الجدول رقم (6): الطلب المائي الكلي للمدينة الصناعية بحسب

المعطيات الاجمالية للمدينة		العينة المدروسة					نوع المقاسم (هكتار)	
الاستهلاك الاجمالي ألف م ³ /سنة		المساحة (هكتار)	الاستهلاك المعياري م ³ /سنة/هكتار		الاستهلاك التصميمي م ³ /سنة			
عذبة	غير عذبة		عذبة	غير عذبة	عذبة	غير عذبة		
62 665	9 594 338	217	289	44 187	12 410	1 900 044	43	غذائية
1 940 626	793 338	241	8 060	3 295	290 175	118 625	36	كيميائية
968 500	3 228 334	118	8 213	27 375	32 850	109 500	4	نسيجية
583 833	3 234 661	269	2 168	12 010	320 835	1 777 550	148	هندسية
43 395	385 732	238	183	1 622	3 285	29 200	18	إدارية وخدمية
10 718	95 273	59			المستودعات			
11 381	101 162	62			المنطقة الحرفية			
0	1 927 200	65	المنطقة السكنية					
1 454 670	0	485	الحدائق					
0	0	746	الطرق					
5 075 788	19 360 037	2 500	المجموع الكلي					
24 435 825		الاستهلاك الإجمالي السنوي (م ³ /سنة)						

المصدر: من اعداد الباحثين بناء على تحليل نتائج البحث

ويبين الشكل رقم (4) الاستهلاك المعياري السنوي للهكتار الواحد من المقاسم الصناعية حسب طبيعة النشاط الصناعي:



الشكل (4): الاستهلاك المعياري في المدينة الصناعية بحسب المقاسم

2-3. التنبؤ بتغيير الطلب المائي السنوي للمدينة الصناعية:

من أجل حساب تغيير كمية الطلب السنوي الكلي للمدينة الصناعية، عُمد إلى حساب الزمن المتوقع لإنجاز بناء واستثمار المقاسم الصناعية في المدينة بشكل كامل، وانعكاس ذلك على استهلاك المياه:

- تبلغ مساحة المقاسم الصناعية الإجمالية 845 هكتار، أُخص منها 526.6 هكتار خلال 15 سنة منذ بداية العمل بمعدل تخصيص سنوي يبلغ 35 هكتار/سنة.
- الزمن المتوقع لاستكمال تخصيص جميع المقاسم = $9 = 35 / (526.6 - 845)$ سنة اعتباراً من سنة إجراء المسح (2019). وبإضافة 5 سنوات كزمن تقديري لبناء المقاسم المخصصة، يصبح الزمن المتوقع لاستكمال بناء المدينة واستثمارها بشكل كامل (وفق المساحة الحالية البالغة 2500 هكتار) هو 14 سنة.
- وبالتالي يكون الاحتياج المائي للهكتار الواحد من المقاسم الصناعية (محملاً عليه كافة الفعاليات الأخرى):

$$\text{مياه عذبة} = 19360037 \div 845 = 22911.29 \text{ م}^3/\text{سنة}.$$

$$\text{مياه غير عذبة} = 5,075,788 \div 845 = 6006.85 \text{ م}^3/\text{سنة}.$$

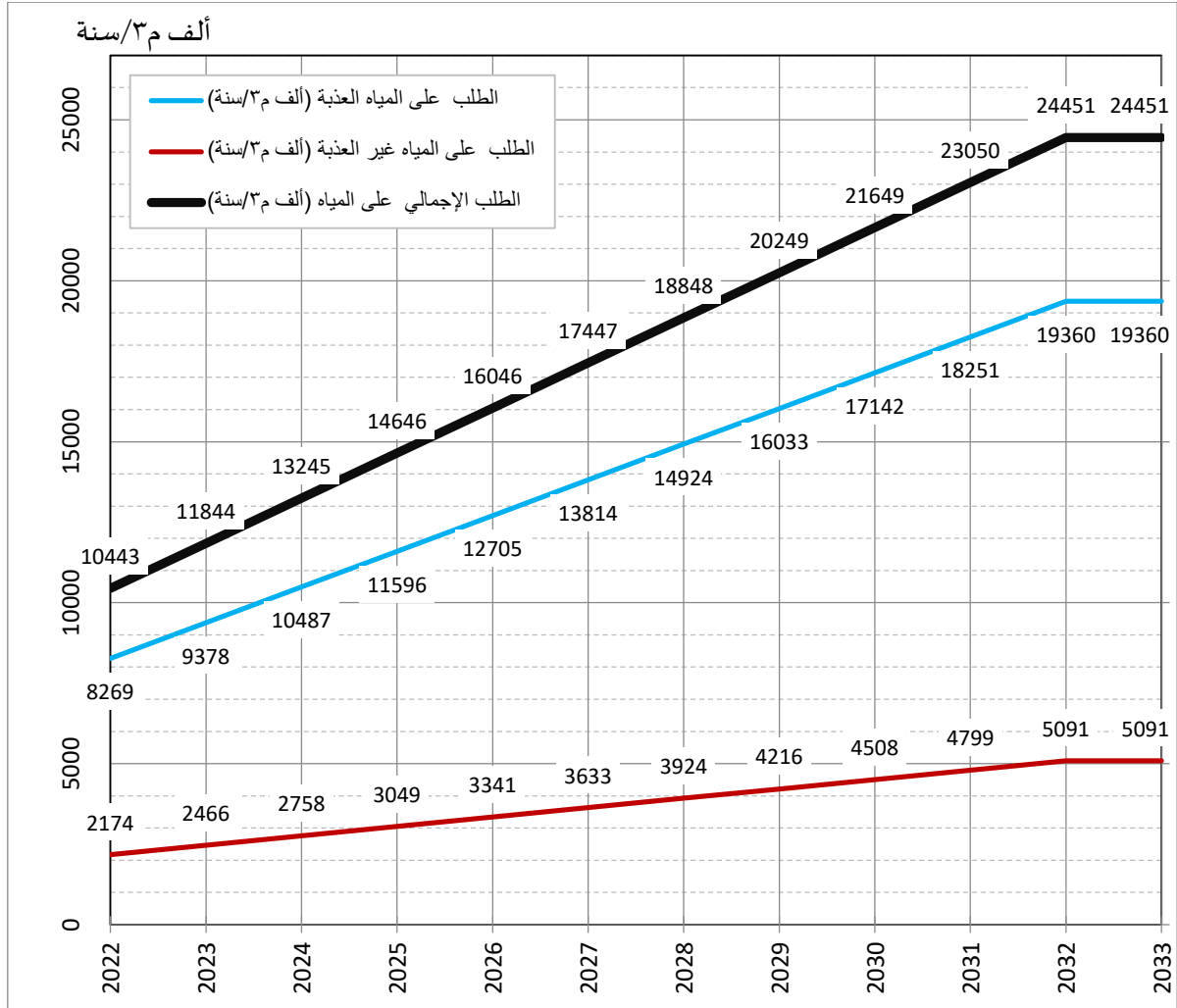
يبين الجدول رقم (7) تطور الطلب المتوقع على المياه (عذبة وغير عذبة)، مع الإشارة إلى أن الطلب الفعلي أقل من الطلب التصميمي لعدم تشغيل المعامل بكامل طاقتها الانتاجية.

الجدول رقم (7) الطلب التصميمي المتوقع على المياه في المدينة الصناعية بحسب المقاسم (ألف م³/سنة)

العام	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
عذبة	8,269	9,378	10,487	11,596	12,705	13,814	14,924	16,033	17,142	18,251	19,360	19,360
غير عذبة	2,174	2,466	2,758	3,049	3,341	3,633	3,924	4,216	4,508	4,799	5,091	5,091
إجمالي	10,443	11,844	13,245	14,646	16,046	17,447	18,848	20,249	21,649	23,050	24,451	24,451

المصدر: من اعداد الباحثين

يبين الشكل رقم (5) تطور الطلب (التصميمي) المتوقع على المياه في المدينة الصناعية بحسب (ألف م³/سنة) حتى العام 2032، وهو التاريخ المتوقع لاستثمار المدينة الصناعية بشكل كامل:



الشكل رقم (5): الاحتياج المائي التصميمي المتوقع في المدينة الصناعية بحسب

4- الاستنتاجات:

- بلغ الاحتياج المائي المعياري للفعاليات الإدارية والخدمية 1805 م³/سنة/ هكتار.
- بلغ الاحتياج المائي المعياري للصناعة 26399 م³/سنة/هكتار توزعت وفق التالي: غذائية 44476 م³/سنة/هكتار، نسيجية 35588 م³/سنة/ هكتار، كيميائية 14178 م³/سنة/ هكتار، هندسية 11355 م³/سنة/ هكتار.
- بلغت نسبة المياه العذبة من الاحتياج المعياري للصناعات 82.39% تختلف من صنف صناعي إلى آخر، فهي منخفضة في الصناعات الكيميائية 29%، وترتفع في الصناعات الغذائية إلى 99.35% من نسبة الاحتياج.
- قُدر الاحتياج المائي التصميمي للمدينة في عام 2022 بنحو 10.443 مليون م³/سنة، إلا أن الاحتياج المائي الفعلي يقدر بنحو (5 - 5.5) مليون م³ مع استمرار توقف عدد من المصانع عن العمل جزئياً أو كلياً.
- قُدر الاحتياج المائي التصميمي للمدينة الصناعية بنحو 24.436 مليون م³/سنة منها 19.360 مليوناً مياه عذبة والباقي مياه غير عذبة في حال العمل بكامل طاقتها الانتاجية.

– عدم كفاية المصدر المائي الحالي للمدينة الصناعية لتأمين الاحتياج التصميمي للمدينة الصناعية، فبالرغم من عدم تأثر المياه الجوفية بالسحب خلال السنوات السابقة كون كمية المياه المسحوبة لا زالت ضمن الحدود الآمنة البالغة (6) مليون م³/سنة، وفي حال تجاوز هذا الحد سيتراجع منسوب المياه الجوفية مسبباً ارتفاعاً في تكلفة التزويد.

5- التوصيات:

بناء على هذه النتائج يخلص البحث إلى اقتراح تأمين الطلب المائي للمدينة الصناعية بحساء من عدة مصادر مائية، وعدم استنزاف المياه الجوفية في منطقة الأمل المائي وهي مياه ذات نوعية جيدة وشبه عذبة:

على المدى القريب:

– تشجيع الصناعات التي يمكن أن تستخدم المياه في دارات مغلقة والتي من الممكن أن تخفض استهلاك المياه أكثر من 20%، أو تعديل خطوط الإنتاج، أو إعادة تصميم عمليات الإنتاج وأنظمة التبريد (المنتدى العربي للبيئة والتنمية، 2012)،

– حفر آبار داخل حدود المدينة الصناعية.

– معالجة وإعادة استخدام المياه الناتجة عن محطة المعالجة في المدينة الصناعية والتي وضعت في الخدمة عام 2020.

على المدى البعيد:

– الاستفادة من توفر مياه جوفية ذات جودة أقل وصالحة للاستخدامات الصناعية في الحوامل المائية الواقعة شرق المدينة الصناعية.

– جر المياه من أعالي نهر العاصي لتوفير الاحتياجات المائية بشكل موثوق يتناسب مع الاستثمارات الصناعية الكبيرة المقامة في هذه المدينة.

6- المراجع العربية:

1. داود، معن. (2011). تأثير إتاحة الموارد المائية على الأقاليم التنموية في الجمهورية العربية السورية. دمشق: هيئة التخطيط الإقليمي.
2. مديرية المدن والمناطق الصناعية. (2022). التقرير السنوي لعام 2021. سورية، دمشق. 72 ص.
3. المكتب المركزي للإحصاء. (2020). المجموعة الإحصائية السنوية لعام 2020. دمشق. سورية.
4. المنتدى العربي للبيئة والتنمية. (2012). دليل كفاءة المياه. لبنان، بيروت، المنتدى العربي للبيئة والتنمية. 104 ص.
5. وزارة الإدارة المحلية والبيئة. (2020). تقدير الاحتياجات الموضوعية للمدن الصناعية. دمشق، سورية. تقرير غير منشور.
6. وزارة المياه والري، سياسة إحلال المياه وإعادة الاستخدام. (2016). عمان، المملكة الأردنية الهاشمية. 27 ص.
7. وزارة الأشغال العامة والأسكان. (2021). الإطار الوطني للتخطيط الإقليمي. سورية، دمشق.

7- المراجع الأجنبية:

1. AQUASTAT database (2021). FAO's Global Information System on Water and Agriculture. <https://www.fao.org/aquastat/en/>.
2. Meran, G., Siehlow, M., and Hirschhausen, C. V., (2021). The Economics of Water, Rules and Institutions. Springer, 1th Ed. Gewerbestrasse, Switzerland. PP: 85.
3. UNESCO. (2016). WSATER AND JOBS. The United Nations World Water Development Report 2016. Paris, France. UNESCO, PP: 58.

الكفاءة الاقتصادية لاستخدام المياه في بعض البلدان العربية وكيفية الاستفادة منها في سورية

د.م. بسام فركوح***

د.م. وسام نخلة**

م. علي بلال*

(الإيداع: 26 حزيران 2022، القبول: 27 تشرين الأول 2022)

الملخص:

المياه أهم الموارد على الأرض، فهي العنصر الأساسي لاستمرار الحياة بكل أشكالها وأنشطتها الزراعة والصناعة والسياحة والخدمية. تعتمد السياسات المائية في سورية على التوسع باستخدام المياه مقابل تعرفات منخفضة، مما أدى إلى هدر المياه وتهديد استدامتها. هدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية الاستفادة من الممارسات المائية في (تونس، الأردن، مصر، السعودية)، لتحسين الممارسات المتعلقة بالكفاءة الاقتصادية لاستخدام المياه في سورية. توصل البحث إلى استخلاص أهم الإجراءات المائية الموجهة بالكفاءة الاقتصادية للاستخدام، ففي تونس طبقت تعرفة تصاعدية تهدف إلى استرداد كامل تكاليف التشغيل والصيانة، وتراعي البعد الإقليمي والمشاريع التنموية، ونتج عنها تراجع الطلب على مياه الري حتى 20%، كما ارتفعت القيمة المضافة للإنتاج الزراعي بنسبة 29%. وأظهر البحث تراجع نسبة المياه المستخدمة في الزراعة في الأردن من 80% إلى 52% كنتيجة لتطبيق سياسة مائية تعطي أولوية الاستخدام بناء على العائد الاقتصادي لوحدة المياه وكفاءة تشغيل العمالة. وفي مصر تراجع حجم مياه الري بنسبة 18.8% وارتفع العائد الصافي الفدائي من 1.67 إلى 2.6 جنيه/م³ كنتيجة لتعديل التركيب المحصولي المستند إلى معايير الكفاءة الاقتصادية لوحدة المياه والمساهمة في الناتج الوطني. أما السعودية فطبقت استراتيجية مائية تعتمد على تعزيز إنتاجية قطاع المياه وزيادة مساهمته في الناتج المحلي. وإصلاح التعريفات المائية وزيادة نسبة الاسترداد، والحد من زراعة الأعلاف الخضراء والقمح، والتوجه إلى محاصيل ذات كفاءة اقتصادية أكبر. كما بين البحث أن تطبيق معيار الكفاءة الاقتصادية لاستخدام المياه في سورية يمكن أن يساهم في الحد من الاستخدام المفرط للمياه، من خلال إصلاح نظام التعرفة المائية وزيادة نسبة الاسترداد وتطبيق نظام الشرائح، وتوجيه الأولويات إلى المحاصيل ذات العائد الاقتصادي الأكبر والاستخدامات الصناعية.

الكلمات المفتاحية: السياسة المائية- الكفاءة الاقتصادية- تعرفه المياه- استرداد التكلفة- التعرفة التصاعدية.

* طالب دراسات عليا (دكتوراه) في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق.

** أستاذ مساعد في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق.

*** مدرس في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق.

Economic efficiency of water uses in some Arab countries And how to get benefit from it in Syria

Eng. Ali Bilal *

Dr. Eng. Wissam Nakhleh **

Dr. Eng. Bassam Farkouh ***

(Received:26 June 2022,Accepted:27 October 2022)

Abstract:

Water is the most important resource on Earth, as it is the basic element for the continuation of life in all its forms and activities in agriculture, industry, tourism and services.

Water policies in Syria depends on expanding the use of water at low tariffs, which has led to the waste of water and threatening its sustainability. This research paper aimed to study the possibility of benefiting from water practices in (Tunisia, Jordan, Egypt, Saudi Arabia), to improve practices related to the economic efficiency of water use in Syria.

The research came to extracting the most important water procedures directed by the economic efficiency of use. In Tunisia, an upward tariff was applied, which aims to recover the full costs of operation and maintenance, and takes into account the regional dimension and development projects. This tariff has led to a decrease in the demand for irrigation water up to 20%. The added value of agricultural production increased by 29%. The research also showed a decrease in the percentage of water used in agriculture in Jordan from 80% to 52% as a result of implementing a water policy that gives priority to use based on the economic return of the water unit and the efficiency of employment. In Egypt, the volume of irrigation water decreased by 18.8%, and the acre net yield increased from 1.67 to 2.6 pounds/m³ as a result of adjusting the crop composition based on the criteria of economic efficiency of the unit of water and contribution to the national product. As for Saudi Arabia, a water strategy has been implemented that depends on enhancing the productivity of the water sector and increasing its contribution to the GDP, reforming water tariffs, increasing the recovery rate, limiting the cultivation of green fodder and wheat, and moving towards more economically efficient crops.

The research also showed that the application of the economic efficiency criterion for water used in Syria will contribute to reducing the excessive use of water, by reforming the water tariff system, increasing the rate of recovery, applying the upward tariff, and giving priorities to crops with the greatest economic return and industrial uses.

Keywords: water policy– economic efficiency– water tariff – cost recovery – upward tariff.

* PhD student, Water Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Damascus University.

**Associated Professor, Water Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Damascus University.

*** Lecturer, Water Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Damascus University.

1. المقدمة:

أدى التقييم غير الملائم لقيمة لمياه إلى استخدام غير فعال للمياه، ولذلك تسعى الكثير من الدول إلى تحسين استغلال مواردها المائية من خلال مجموعة متنوعة من السياسات والاجراءات والأدوات التي تتناسب مع درجة الندرة وأولوية الاستخدامات، ولقد بدأت الكثير من الدول في تقييم استخدام المياه من منظور الكفاءة الاقتصادية للاستخدام، مثل المساهمة في الناتج المحلي أو فرص العمل أو قيمة انتاج وحدة المياه أو القيمة المضافة للمنتج.

وبالرغم من أن الزراعة المروية تستخدم الحصة الأكبر من المياه، إلا أن الأمن الغذائي لا يزال يمثل تحدياً للمجتمعات البشرية، ومن المتوقع أن يستمر الطلب العالمي على الأغذية والمنتجات الزراعية الأخرى بالازدياد مدفوعاً بالنمو السكاني. ولا يقتصر تقدير قيمة المياه على إنتاج الغذاء، بل يتعدى ذلك إلى الفوائد الاجتماعية والبيئية والسياسية والثقافية والتي يصعب تقديرها الكمي (الصحة، فرص العمل، تحسين الدخل، العوائد الاقتصادية، الاستدامة البيئية).

تُعرض في هذا البحث بعض السياسات المتبعة في كفاءة استخدام الموارد المائية في أربع دول عربية هي (تونس، الأردن، مصر، السعودية)، حيث يتم التطرق إلى الاجراءات والتوجهات التي تتبعها كل دولة، مع تقييم النتائج المتحققة ودراسة إمكانية الاستفادة من هذه التجارب المتنوعة لتقديم مقترحات يمكن تطبيقها في الحالة السورية.

2. هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تقييم السياسات المائية في بعض البلدان العربية، وتحليل السياسات والاجراءات الفعالة، وكفاءة الاستخدام، ودراسة إمكانية الاستفادة منها في سورية. وتشمل التجارب المدروسة في هذا البحث السياسات المائية في كل من الدول: تونس، السعودية، الأردن، مصر، مع التركيز بشكل خاص على سياسات ومكونات التسعير في مجال الري والاستخدامات المنزلية والصناعية والخدمية، بالإضافة إلى سياسات تخصيص المياه.

3. المواد وطرائق البحث:

يتم مناقشة بعض التجارب المتميزة لعدد من البلدان العربية في كفاءة استخدام المياه، وإن كانت هذه التجارب غير مصممة لتحقيق الهدف الاقتصادي فحسب، إنما يتجلى المحدد الاقتصادي في مجمل السياسات والاجراءات التسعيرية والتخصيصية والتي تقدم في مجملها لمحة وافية عن تجربة كل دولة من الدول المختارة. وقد تم التعبير عن الكفاءة الاقتصادية لاستخدام المياه بـ (العملة/م³ مياه)، والتعبير عن الكفاءة التشغيلية بـ (فرصة عمل/م³ مياه).

4. النتائج والمناقشة:**4-1- تجربة تونس:**

تهدف السياسات المائية المتبعة في تونس إلى الحد من الإسراف في استهلاك المياه ولكافة الاستخدامات (وزارة الفلاحة والصيد البحري والموارد المائية، 2020).

4-1-1- كفاءة استخدام مياه الري في تونس:

يتم تضمين السعر كافة تكاليف التشغيل والصيانة، بالإضافة إلى قيام الحكومة بتخصيص موارد مالية لتشجيع المزارعين على التحول إلى أساليب الري الأكثر ترشيحاً للمياه (اللويزي، 2005).

تختلف التسعيرة والتكلفة من منطقة لأخرى وتتميز بالمرونة (التسعير الإقليمي المتغير وفقاً للغرض من الري) ومراعاة تحقيق الأهداف الوطنية ذات الصلة (الأمن الغذائي). تم تسعير مياه الري على أساس حجم الاستهلاك، واعتمدت زيادات سنوية منتظمة على التسعيرة بين عامي (1990-2003) بنحو 400 % (Thivet & Fernandez, 2012)، ومنذ عام 2000 حُدثت التسعيرة في المجال (0.780 - 2.580) دينار تونسي/م³، بينما تراوحت التكاليف توفير المياه ضمن المجال

(0.930 – 3.180) دينار تونسي/م³، أما المياه الجوفية المستخدمة في الري فيتحمل المستفيدون منها كافة التكاليف والتي تتراوح بين (1.110 – 2.00) دينار تونسي/م³. ولقد كان من نتائج تطبيق هذه التسعيرة:

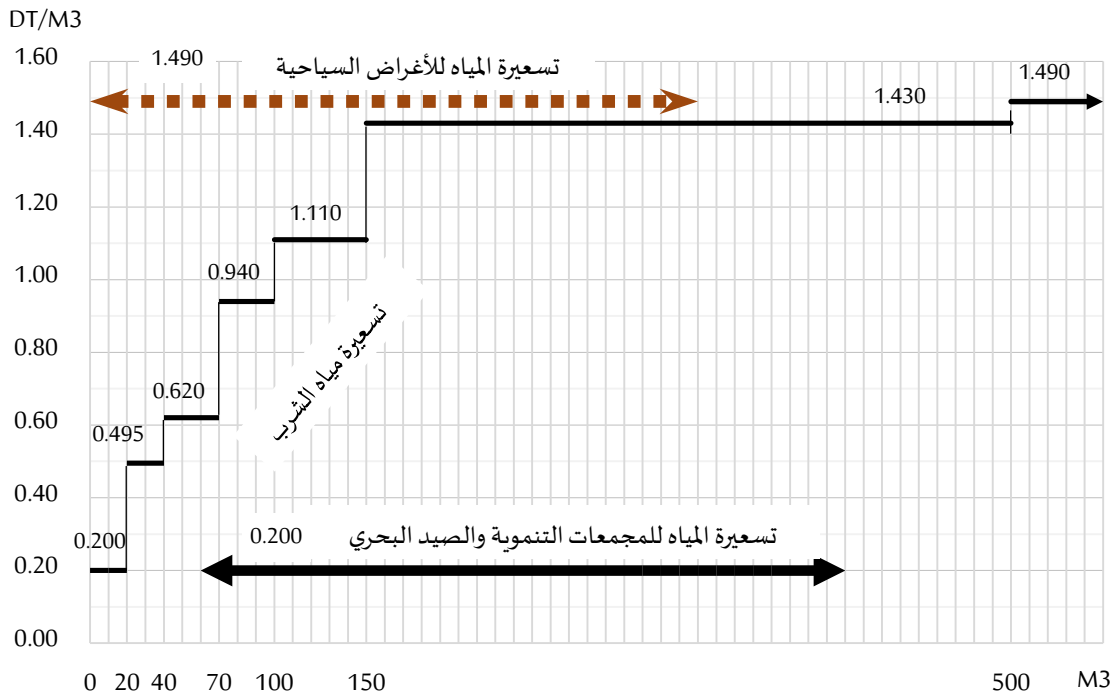
- تراجع الطلب على مياه الري بنسبة (1.7 – 20.5) % حسب المنطقة ونوع المحاصيل.
- ارتفعت القيمة المضافة من الإنتاج الزراعي المروي بنسبة 29 % لنفس الفترة.
- ارتفاع معدل استرداد تكاليف المياه والصيانة والتشغيل، فقد ارتفع معدل الاسترداد من (57) % في عام (1990) إلى (90) % في عام (2003) أي بنسبة قاربت 58 % (Thivet & Fernandez, 2012).

4-1-2- كفاءة استخدام المياه في قطاع الشرب والسياحة في تونس:

تهدف آلية تسعير مياه الشرب بشكل أساسي إلى الحد من الاستهلاك، وتحسين الوضعية المالية للشركة وزيادة قدرتها على الإيفاء بتعهداتها تجاه المزودين والبنوك والصناديق الاجتماعية ومواصلة اضطلاعها بمهامها، حيث تضمنت الآلية المتبعة حالياً زيادة في حصيلة الإيرادات عن التسعيرة السابقة ولا سيما بالنسبة لشرائح الاستهلاك العالي. تتكون فاتورة استهلاك مياه الشرب في تونس من جزأين:

- جزء ثابت لا يخضع لكمية الاستهلاك، ويهدف إلى تغطية جزء من تكلفة تمديد الشبكة والتوصيلات وصيانتها لضمان استمرارية التزويد، وخاصة في أوقات ذروة الاستهلاك. وتبلغ قيمة الجزء الثابت 5.05 ديناراً.
- جزء متغير يعتمد على حجم الاستهلاك، ويعتمد تسعيرة تصاعدياً ربعية تضم سبع شرائح (وزارة الفلاحة والصيد البحري والموارد المائية، 2020)، الشكل (1).

أما تسعيرة المياه للاستعمالات المنزلية غير المرتبطة بالشبكة فحددت بـ (0.200) دينار تونسي/م³ مهما بلغت كمية المياه المستخدمة، وتطبق هذه التعريفية على مجمعات التنمية في قطاع الفلاحة والصيد البحري، فيما حددت تسعيرة الماء للاستعمالات السياحية بـ 1.490 دينار/م³ مهما بلغت كمية الاستهلاك، كما هو مبين بالشكل:

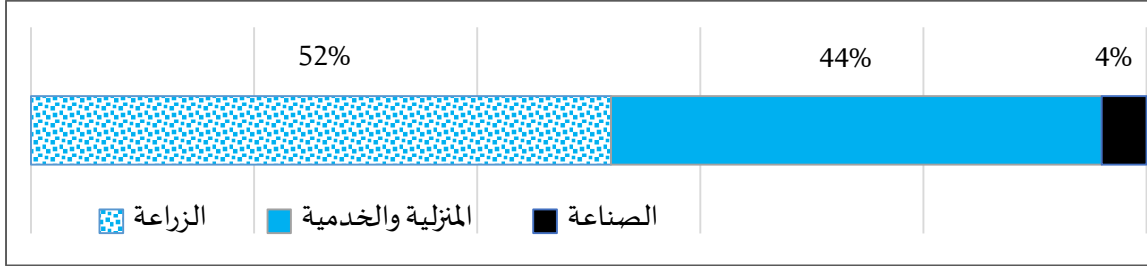


الشكل رقم (1): تسعيرة مياه الشرب في تونس

المصدر: من اعداد الباحثين بناء على بيانات وزارة الفلاحة والصيد البحري والموارد المائية التونسية

4-2- تجربة الأردن:

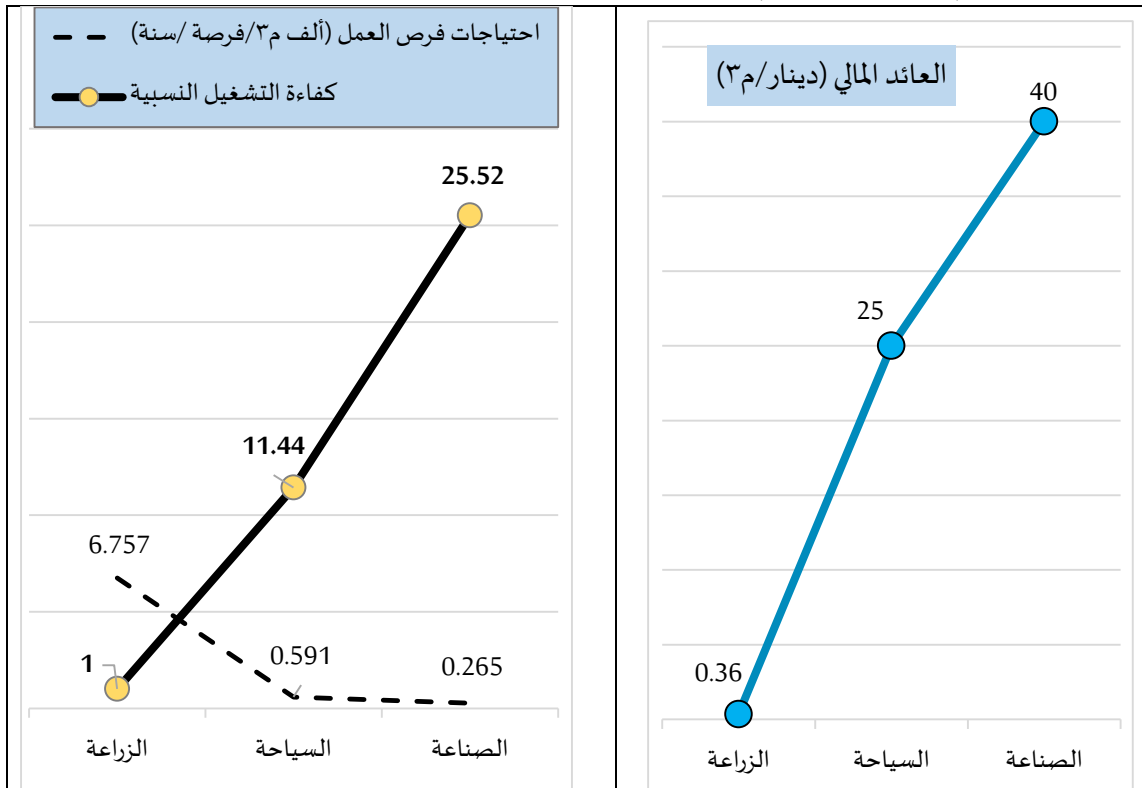
يعاني الأردن شحاً مائياً شديداً، ويؤثر شح المياه سلباً على النشاطات الاقتصادية والتنموية، ولقد بلغت حصة الفرد من المياه 126 م³/سنة (سياسة إعادة توزيع المياه، 2016). فيما بلغ حجم المياه المستهلكة الإجمالية 972 مليون م³ عام 2014 توزعت وفق النسب المبينة في الشكل رقم (2)، حيث تنتشر الزراعة المروية في المناطق الغربية ووادي الأردن، وهي توفر 90 % من إجمالي المنتجات الزراعية في البلاد.



الشكل رقم (2): استخدامات المياه في الأردن في عام 2014

المصدر: (سياسة إحلال المياه وإعادة الاستخدام، 2016)

تشير التقديرات الرسمية إلى أن العائد الاقتصادي من المياه المستهلكة للأغراض البلدية والصناعية هي أضعاف العائد من الزراعة المروية (سياسة إحلال المياه وإعادة الاستخدام، 2016)، كما توفر الصناعة والسياحة فرص العمل أكثر ما يوفره القطاع الزراعي، وبالتالي فإن تخصيص المياه وتوزيعها بين القطاعات مدفوع بدوافع اقتصادية، ويبين الشكل رقم (3) العائد المالي لكل قطاع وأثره في خلق فرص العمل، حيث تحل الصناعة أولاً تليها السياحة فالزراعة:



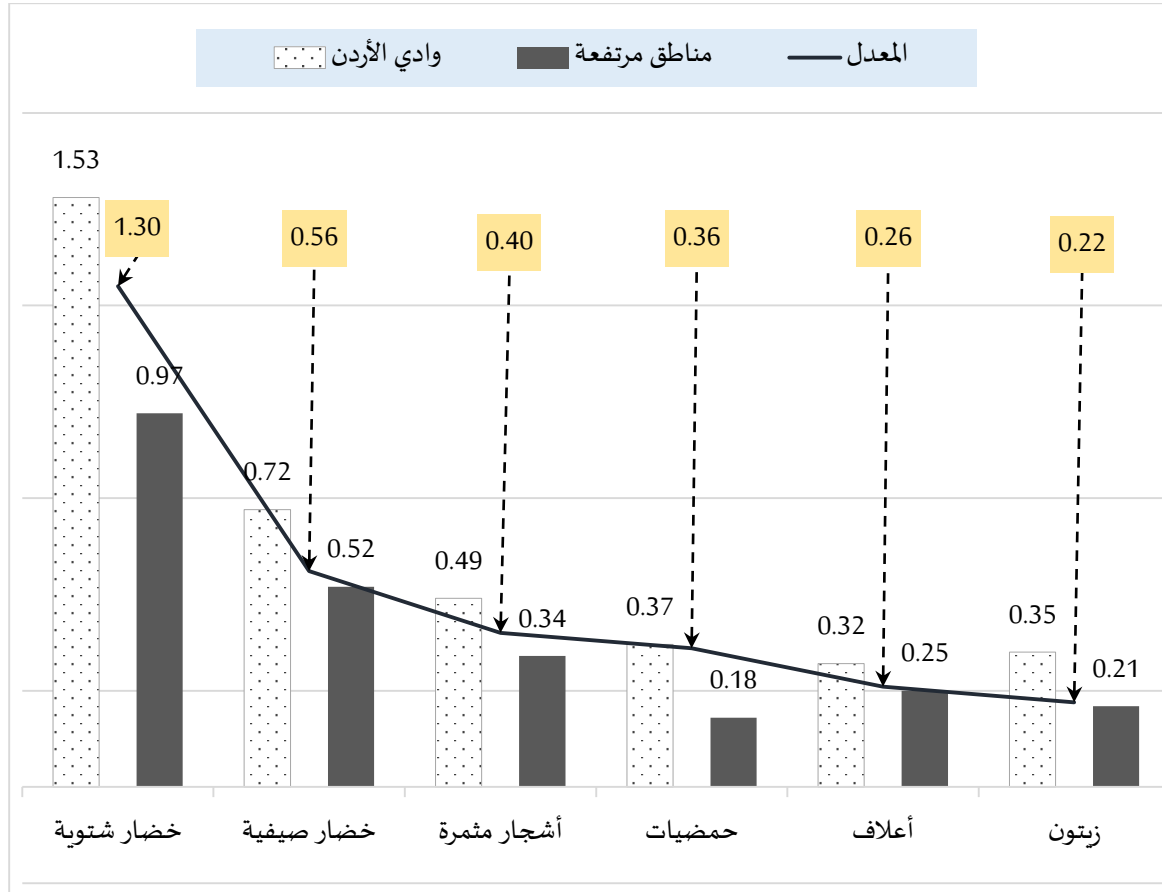
الشكل رقم (3): العائد المالي للمياه في كل قطاع، وكفاءة التشغيل (فرص عمل) في الأردن

المصدر: من اعداد الباحث استناداً إلى (سياسة إحلال المياه وإعادة الاستخدام، 2016)

طُرحت عدة سياسات مائية لإدارة مصادر المياه بكفاءة ولتحقيق الأمن المائي على المدى الطويل ولمواجهة تحدي الندرة. تعتمد الاستراتيجية الحديثة للمياه في الأردن على عدة أسس:

- التعامل مع المياه كسلعة اقتصادية ذات قيمة اجتماعية كبيرة، معتبرة أن المياه موارد طبيعية يمتلكها المجتمع كله، ولا بد أن تعود فائدها على المجتمع كله (اللوزي، 2005).
 - إعطاء أولوية الاستخدام للاحتياجات البلدية ثم الاقتصادية فالزراعية (سياسة إعادة توزيع المياه، 2016).
 - إعادة توزيع المياه بين المناطق والمحافظات لتخفيض تكاليف النقل وتحقيق المساواة في الأعباء التي يتحملها المواطن.
 - إحلال مصادر مائية أقل جودة في الاستخدام الصناعي والزراعي (مياه معالجة- مياه رمادية- مياه معاد تدويرها) من أجل توفير المياه العذبة ذات الجودة العالية والقيمة الاقتصادية الأعلى كلما كان ذلك ممكناً.
 - دعم استخدام الطاقات المتجددة في ضخ المياه لتخفيض كلفة إنتاج المياه (سياسة إدارة الطلب على المياه، 2016).
- 4-2-1- كفاءة استخدام مياه الري في الأردن:**

نتج عن تطبيق الاستراتيجية المتبعة تراجع نسبة المياه المستخدمة في الزراعة إلى 52 % في عام 2014 حيث كانت تبلغ (70- 80) % في العقود السابقة، وترتبط الانتاجية بالمنطقة ونوع المحصول، ويتم إعطاء الأولوية لاستخدام مياه الري في وادي الأردن ذي العائد الاقتصادي المرتفع:



الشكل رقم(4): انتاجية المياه في الزراعة الأردنية (دينار/م³)

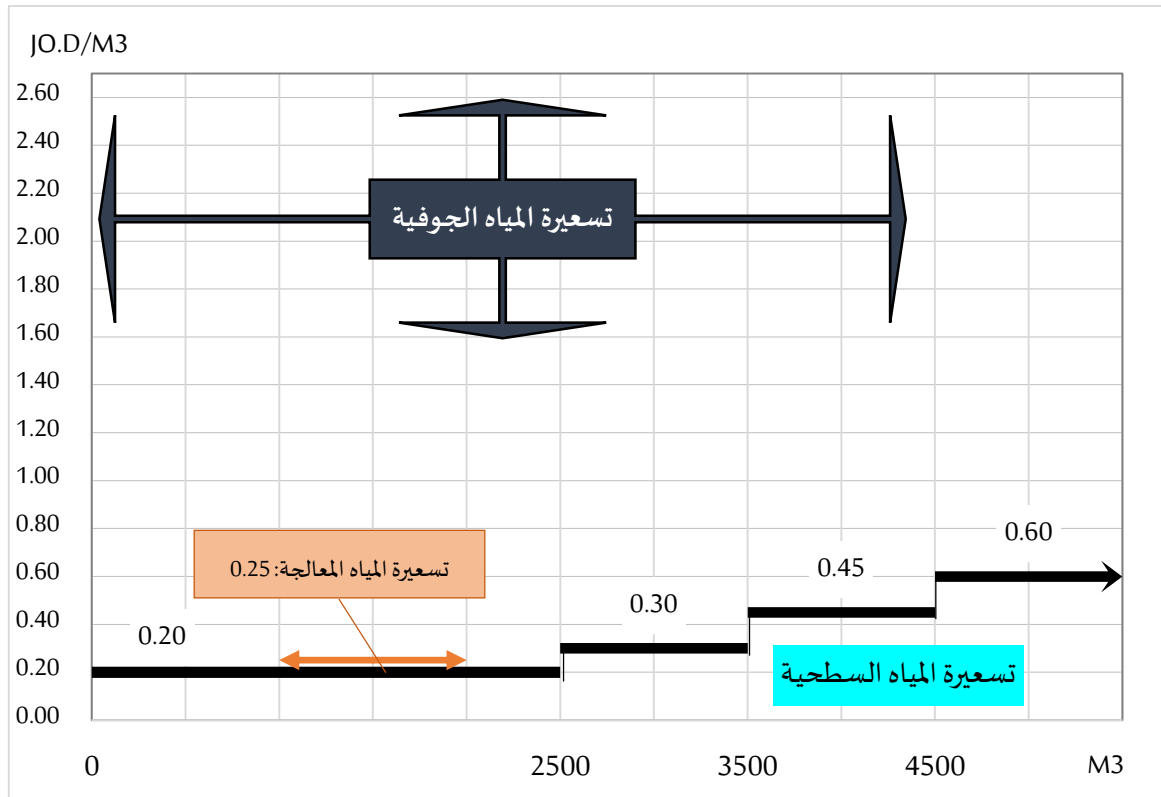
المصدر: من اعداد الباحث بالاستناد إلى (سياسة إحلال المياه وإعادة الاستخدام، 2016)

اعتمد الأردن في مجال المياه السطحية آلية تسعير على شرائح تصاعدية تستند إلى كمية المياه المستهلكة لوحدة زراعية قدرها (3.5 هكتار).

أما بالنسبة للمياه الجوفية المستخدمة في الري، فقد تم تركيب عدادات على الآبار الجوفية وتم تسعير المياه الجوفية في المجال (1.60 – 2.40) دينار/م³ وذلك تبعاً لأعماق المياه الجوفية ونوع الطاقة المستخدمة في الضخ.

بلغت تسعيرة المياه المعالجة المستخدمة في قطاع الري 0.5 دينار/م³، وتم تخفيضها اعتباراً من 22/4/2021 إلى (25 فلساً) متضمنة تكلفة الكهرباء (وزارة المياه والري الأردنية، 2021)، وذلك من أجل توفير مصادر مائية غير تقليدية للقطاع الزراعي بالاعتماد على استخدام المياه المعالجة وفق المواصفة القياسية الأردنية، وبهدف المحافظة على كميات المياه المتاحة للشرب والاستخدام المنزلي.

وبشكل عام لا تعكس التسعيرة المعتمدة القيمة الحقيقية لاستخدام مياه الري، حيث تشكل التسعيرة (15%) فقط من متوسط القيمة المضافة لاستخدام مياه الري لجميع المحاصيل.



الشكل رقم (5): تسعيرة مياه الري (سطحية – جوفية – معالجة) في الأردن

المصدر: (وزارة المياه والري الأردنية، 2021)،

4-2-2- كفاءة استخدام المياه في القطاعات المنزلية والخدمية والصناعية في الأردن:

يعتمد الأردن في توفير إمدادات المياه للاستخدامات المنزلية على المياه الجوفية بشكل كبير، ويتكون الهيكل الحالي لتسعيرة مياه الشرب الموحدة المطبقة في الأردن منذ تاريخ 2020/4/1 والتي تغطي جميع أنحاء المملكة من سبع شرائح تصاعدية تتضمن سعر المتر المكعب في الدورة الربعية محملاً عليه رسوم الاشتراك بالصرف الصحي، وفق الجدول رقم (1) (سياسة إعادة توزيع المياه، 2016).

الجدول رقم (1): تسعيرة المياه الموحدة في الأردن للأغراض المنزلية

شرائح الاستهلاك للمياه المنزلية (م3)	0 - 18	18 - 36	36 - 54	54 - 72	72 - 90	90 - 126	فوق 126
رسم الاشتراك بالمياه المنزلية (دينار/م3)	0.360	0.450	0.550	1.000	1.200	1.620	1.920
رسم الاشتراك بالصرف الصحي (دينار/م3)	0.040	0.060	0.290	0.570	0.800	0.930	1.100
المجموع (تسعيرة المياه المنزلية) (دينار/م3)	0.400	0.510	0.840	1.570	2.000	2.550	3.020

المصدر: من اعداد الباحث استناداً إلى بيانات وزارة المياه والري في المملكة الأردنية الهاشمية

أما تعرفه المياه المسحوبة من الشبكة لأغراض (صناعية، خدمية، ...) فتتألف من شريحتين وفق الجدول رقم (2):

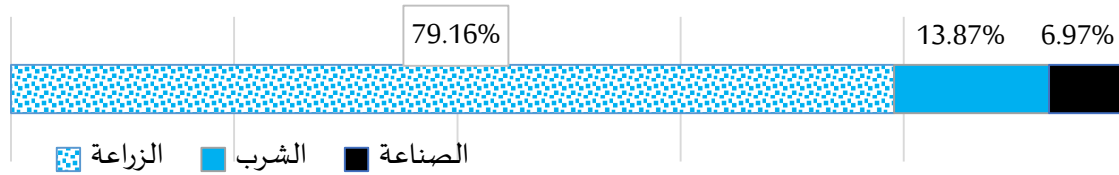
الجدول رقم (2): تسعيرة المياه الموحدة في الأردن للأغراض الصناعية والخدمية

شرائح الاستهلاك للمياه الصناعية والخدمية (م3)	0 - 6	فوق 6
رسم الاشتراك بالمياه الصناعية والخدمية (دينار/م3)	1.430	2.300
رسم الاشتراك بالصرف الصحي (دينار/م3)	0.950	0.805
المجموع (تسعيرة المياه الصناعية والخدمية) (دينار/م3)	2.380	3.105

المصدر: من اعداد الباحث استناداً إلى بيانات وزارة المياه والري في المملكة الأردنية الهاشمية

4-3- تجربة مصر:

بلغ حجم الموارد المائية في مصر للعام المائي 2015/2014 قرابة 76.55 مليار م3 منها 65 ملياراً موارد تقليدية (مساهمة نهر النيل 55.5 مليار م3/سنة)، والباقي موارد غير تقليدية معظمها ناتج عن إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي والصحي المعالج (ضيف و السيد، 2016). ويبين الشكل الاستخدامات المائية في مصر للعام 2017:



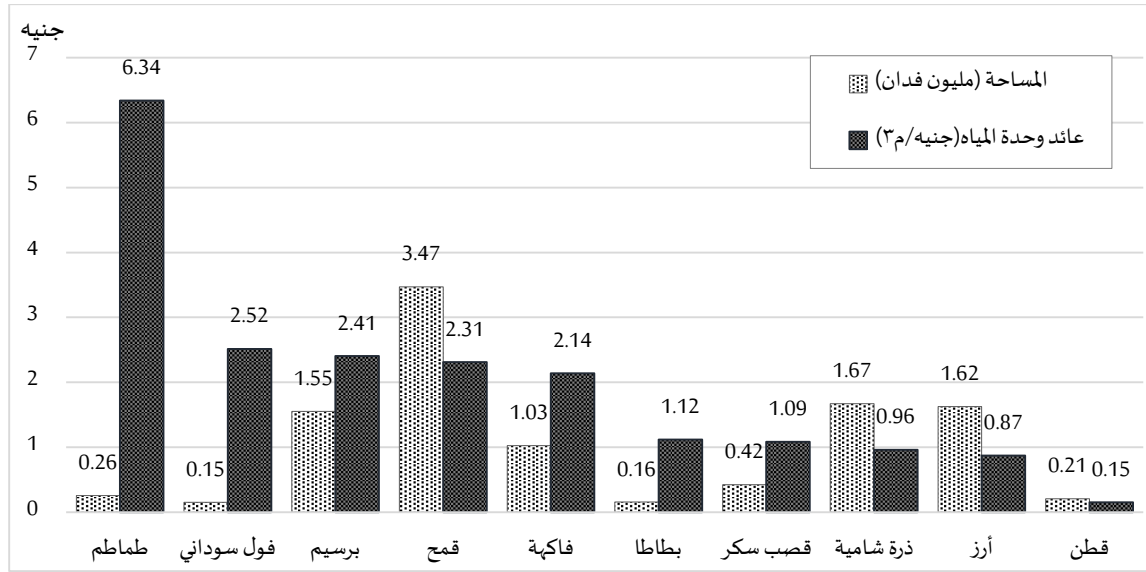
الشكل رقم (6): نسب استخدام المياه في مصر للعام 2017:

المصدر: من اعداد الباحث استناداً إلى (AQUASTAT database, 2021)

4-3-1- كفاءة استخدام مياه الري في مصر:

تستهلك الزراعة أكبر نسبة من المياه. وعلى الرغم من الزحف العمراني على الأراضي الخصبة، إلا أنه يتم التوسع في المناطق الزراعية الصحراوية وقد قُدر إجمالي الأراضي المزروعة بـ 3.8 مليون هكتار عام 2016. تساهم الزراعة بنسبة 14,5% من الناتج المحلي الإجمالي، وتوظف 29,6% من العاملين، وتمثل 11% من الصادرات. وبسبب نقص المياه، اتخذت الحكومة تدابير منذ عام 2018 للحد من زراعة المحاصيل كثيفة استهلاك المياه كالأرز، وتقتضي سياسة الدولة بالتوسع الزراعي الأفقي المستمر لمواكبة الزيادة بعدد السكان.

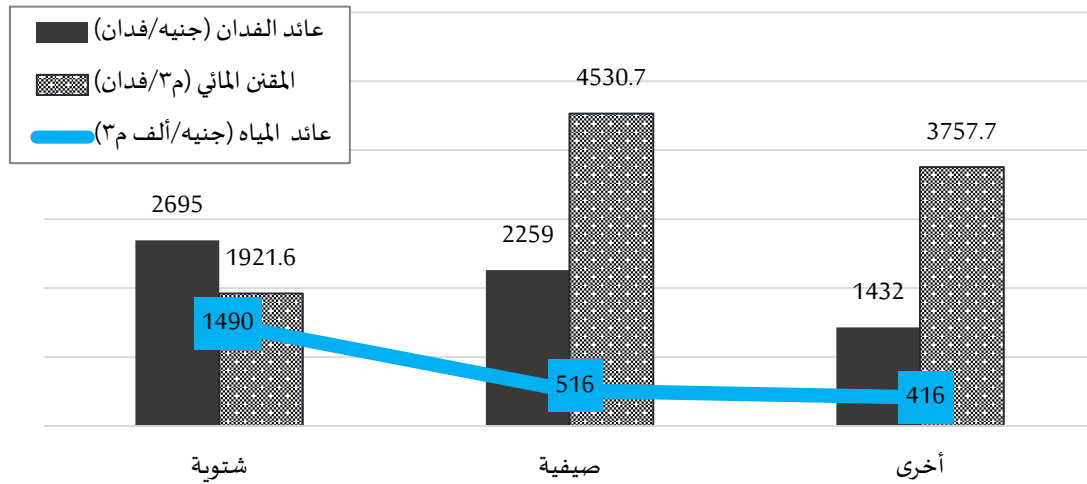
يبين الشكل رقم (7) صافي عائد وحدة المياه لأهم المحاصيل المروية في مصر للفترة (2013 - 2015):



الشكل رقم (7): صافي عائد وحدة المياه مرتبة تنازلياً لأهم المحاصيل المروية في مصر

المصدر: من اعداد الباحث بناء على بيانات (ضيف و السيد، 2016)

ويبين الشكل التالي كفاءة استخدام المياه في المحاصيل الشتوية على باقي المحاصيل:



الشكل رقم (8): أهم المؤشرات المائية والمالية للمحاصيل الزراعية داخل التركيب المحصولي في مصر لعام 2010.

المصدر: (عرفة، 2020).

4-3-2- كفاءة استخدام المياه للأغراض المنزلية والصناعية والسياحية في مصر:

قدرت احتياجات المياه للأغراض البلدية في عام 2013 بنحو 10 مليار م³، ويعتمد 97% من سكان المناطق الحضرية و 70% من سكان الريف على إمدادات المياه من الشبكة العامة، وهي تعتمد على مصدرين: المياه السطحية (83%)، والمياه الجوفية (17%).

ونظراً لاختلال الميزان المائي في مصر منذ سنوات طويلة والذي يتفاقم مع الزيادة السكانية والتوسعات الزراعية، فقد تبنت الحكومة وسائل عديدة لترشيد الاستخدامات بهدف التأثير في إدارة الطلب على المياه (الفيلالي، 2002). من أهمها في موضوع هذا البحث:

- تعديل التركيب المحصولي القائم بما يتلاءم مع سياسة الدولة المائية والإنتاجية والتصديرية وتقليل مساحات المحاصيل الشريفة للمياه والتي لا تتمتع بكفاءة اقتصادية عالية كالأرز (تقليل المساحة من 1.3 مليون فدان¹ إلى 950 ألف فدان) وقصب السكر (استبداله بالبنجر) والبرسيم. والتوسع بزراعة الحبوب والخضار الموجهة للاستهلاك المحلي والتصدير الخارجي. وزيادة المساحات المخصصة لزراعة المحاصيل الشتوية وتقليل مساحات المحاصيل الصيفية. لكن ما يعيق تطبيق التركيب المحصولي الأمثل هو التبعات الاجتماعية والسياسية، ففي العام 2009 بلغت المساحات المخالفة المزروعة بمحصول الأرز 49 مليون فداناً، إلا أن الحكومة لم تتخذ أية إجراءات عقابية. وتقدر إحدى الدراسات الحكومية إمكانية تخفيض حجم مياه الري من خلال تطبيق تركيب محصولي أمثل ووضع قيود على المساحات والمقننات المائية بمقدار 18.8 % وزيادة العائد الصافي الفداني من 1.67 إلى 2.6 جنيه/م³ (ضيف و السيد، 2016).

- تقدير قيمة المياه المستخدمة في الري، وذلك بهدف تحقيق الكفاءة الاقتصادية للاستخدامات المائية ولتوفير مورد مالي لصيانة هذه المشاريع واستمرار خدماتها. وكذلك لتجنب استخدام المياه في زراعات غير مجدية اقتصادياً، بحيث يتم توجيه المياه إلى استخدامات أخرى أكثر جدوى كالصناعة مثلاً، دون المساس بالأمن الاجتماعي والأمن الغذائي والتنوع الاقتصادي والاستقرار السياسي (الفيلاي، 2002).

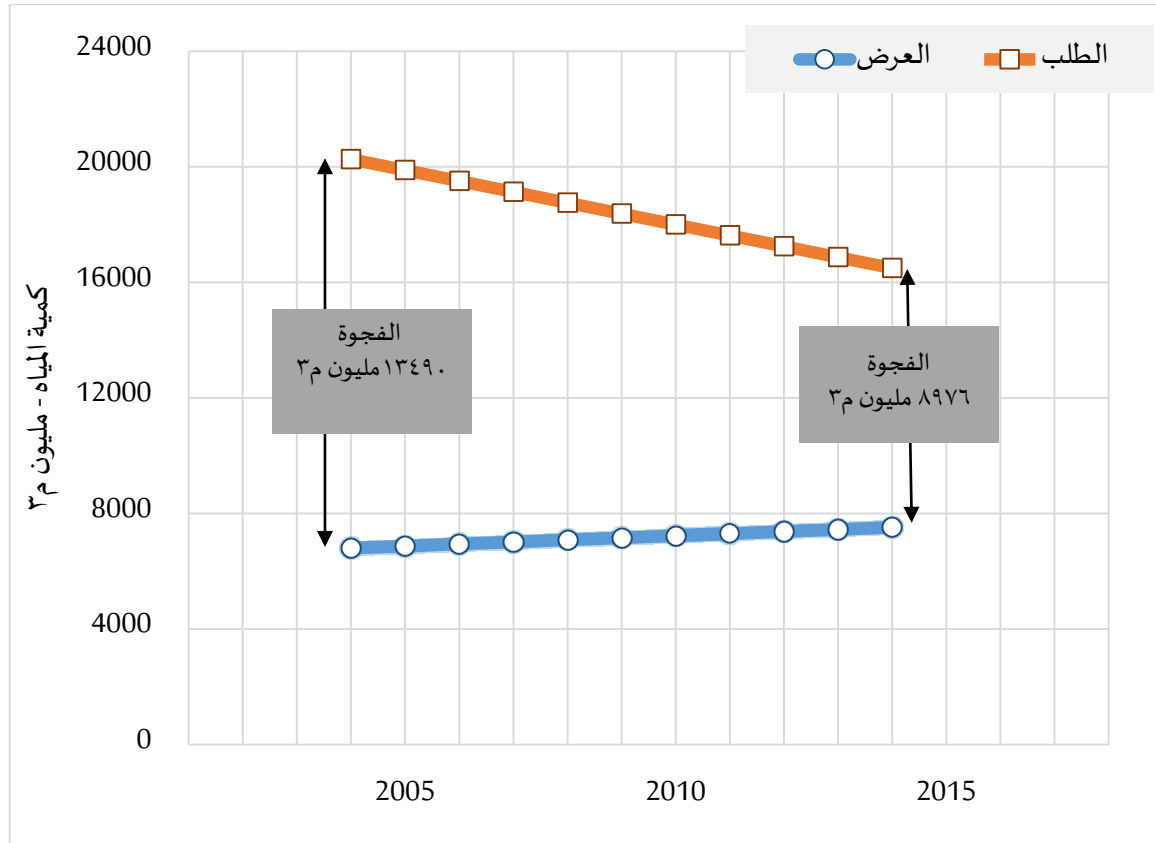
- إعادة تخصيص المياه استناداً إلى معايير الكفاءة الاقتصادية لوحددة المياه ومدى المساهمة في الناتج الوطني.

4-4- تجربة السعودية:

بلغت موازنة الموارد المائية في السعودية عام 2009 (كعام مائي متوسط) 18.507 مليار م³ (منتدى الرياض الاقتصادي، 2013)، وتشكل المياه الجوفية 62.5 % من الموارد المائية المستخدمة، إلا أن كمية المياه الجوفية التي يمكن سحبها بشكل آمن تبلغ 2.762 مليار م³/سنة، ويعني هذا أنه يتم تحقيق التوازن المائي في البلاد على حساب استنزاف المياه الجوفية. وتساهم المياه المحلاة ذات الكلفة العالية بما يقارب 2 % من المياه المستخدمة. وفيما يخص الاستخدامات المائية، تشكل مياه الري 83.56 % من مجمل الموارد المائية المستخدمة، ويليه القطاع البلدي الذي يستجر نسبة 12.59 %، وأخيراً قطاع الصناعة الذي يستخدم نسبة 3.85 %.

وبنتيجة السياسات المائية المتبعة تغيرت الفجوة المائية بين العرض والطلب خلال عشر سنين وفق الشكل (9):

¹ يعادل الفدان الواحد في مصر (4200.83) متراً مربعاً (ويكيبيديا، 2021).

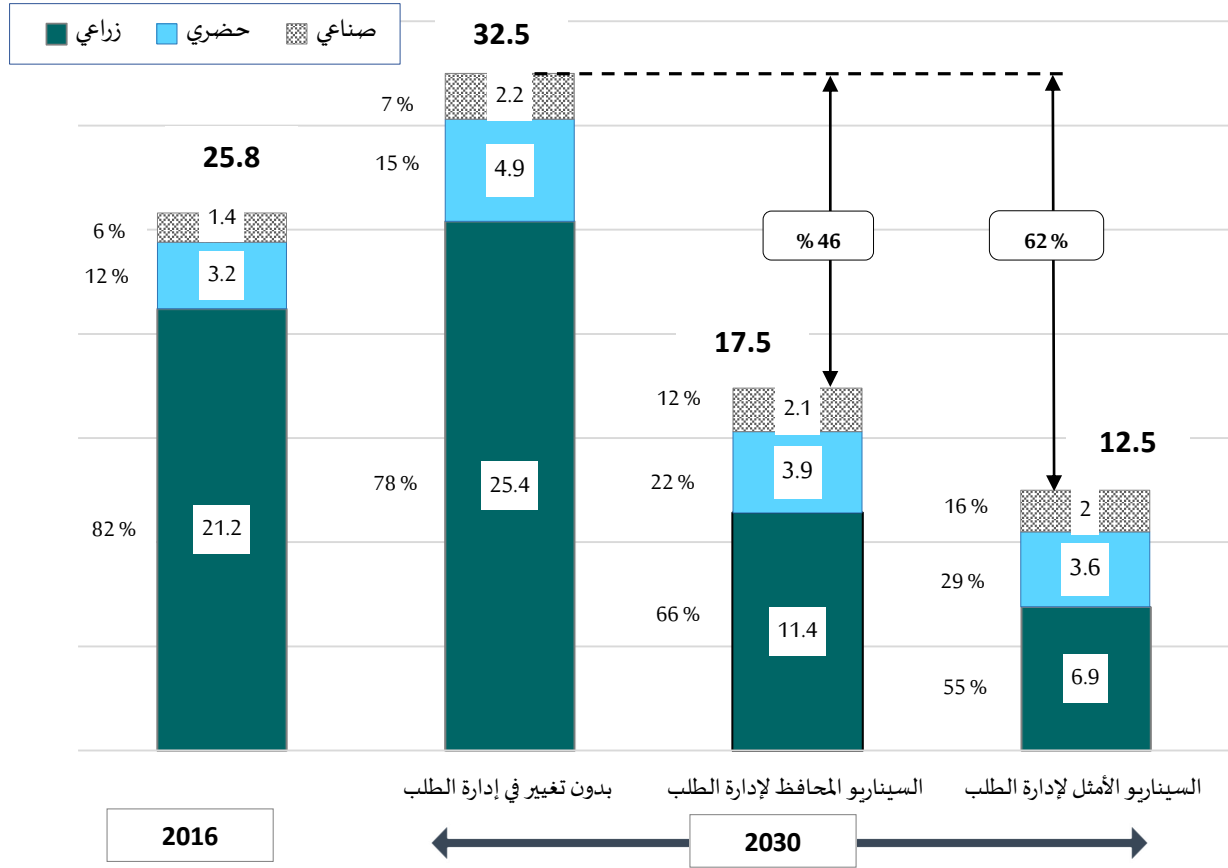


الشكل رقم (9): الفجوة المائية بين العرض (من مصادر متجددة) والطلب في السعودية

المصدر: (منتدى الرياض الاقتصادي، 2013، صفحة 56) بتصرف

تهدف الاستراتيجية الوطنية للمياه لعام 2030 إلى الحد من استهلاك المياه وتقليل الفجوة المائية، وتحقيق أمن الإمداد والاستدامة البيئية والاستدامة الاقتصادية وإدارة التكاليف (الاستراتيجية الوطنية للمياه، 2018)، وذلك من خلال تحقيق عدد من الأهداف أهمها:

- خفض الطلب على المياه (في السيناريو المحافظ) من 25.8 مليار م³ بعام 2016 إلى 17.5 مليار م³ بعام 2030، وستكون معظم الوفورات في القطاع الزراعي حيث سيتراجع الطلب على مياه الري من 21.2 مليار م³ إلى 11.4 مليار م³، شكل (10).
- تعزيز إنتاجية قطاع المياه وزيادة مساهمته في الناتج المحلي.
- إصلاح التعريفات المائية وزيادة نسبة استرداد التكلفة للقطاعين البلدي والصناعي من 30 % عام 2015 إلى 100 %، وفي قطاع الزراعة من 55 % حتى 70 % في العام الهدف.
- زيادة فرص العمل من 67000 فرصة إلى 133000 فرصة عمل.
- تنفيذ شبكة مزدوجة لامدادات المياه المستخدمة في الأغراض المنزلية، واحدة لمياه الشرب وأخرى للمياه الرمادية (Gray Water).
- الحد من التلوث الناتج عن زيادة كمية المياه المعالجة.



الشكل رقم (10): تغير الطلب المتوقع على المياه في المملكة وفق عدة سيناريوهات (مليار م³)
المصدر: (الاستراتيجية الوطنية للمياه، 2018، صفحة 38) بتصرف

4-4-1- كفاءة استخدام مياه الري في السعودية:

يستهلك قطاع الزراعة المروية 80% من إجمالي المياه المستهلكة في البلاد، ولا تزيد مساهمته في الناتج القومي للمملكة عن 3% فقط، يبين الجدول (3) العائد الاقتصادي لاستخدام وحدة المياه لأهم المحاصيل الزراعية:

الجدول رقم (3): العائد الاقتصادي لوحدة المياه في المملكة العربية السعودية

المحصول	الموارد المائية المستخدمة		العائد الاقتصادي	
	كميتها (مليون م ³)	%	الإجمالي (مليون ريال)	%
خضروات	878.3	5.16	4901.99	32.44
فاكهة	5669.4	33.49	5312.99	35.16
حبوب	6118.10	35.95	3392.59	22.45
أعلاف	4322.8	25.40	1504.05	9.95

المصدر: (منتدى الرياض الاقتصادي، 2013)

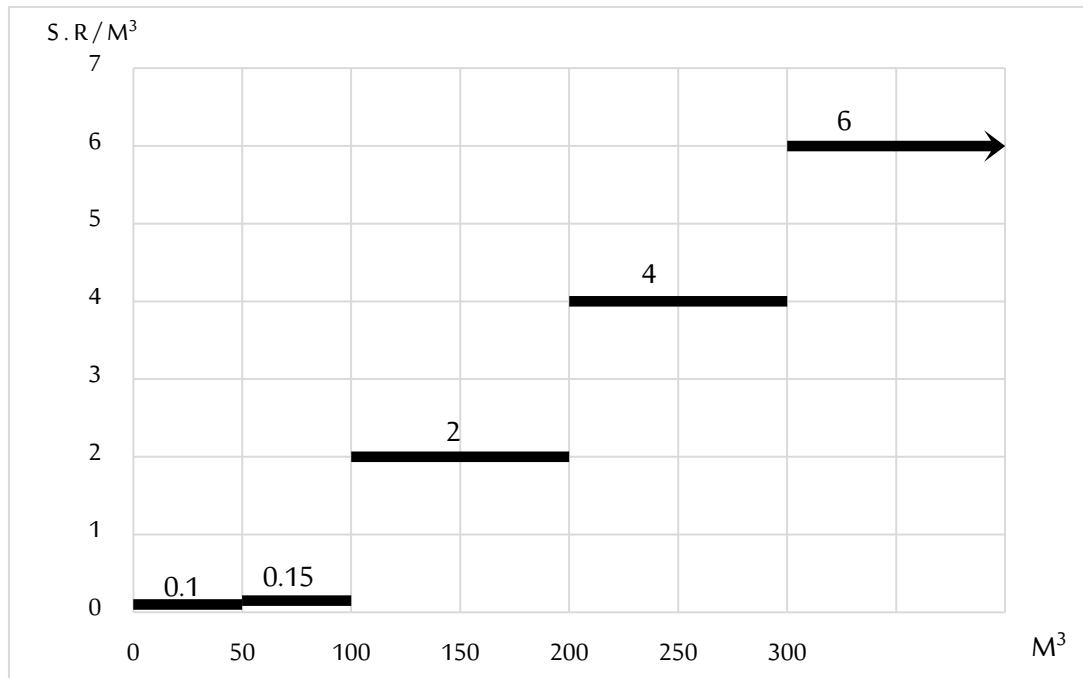
عمدت الحكومة إلى ضبط الاستهلاك المفرط لمياه الري من خلال الحد من زراعة الأعلاف الخضراء والقمح، والتوجه إلى محاصيل ذات كفاءة اقتصادية أكبر، وتبلغ نسبة تخفيض مياه الري المستهدفة 26% حتى عام 2030 (الاستراتيجية الوطنية للمياه، 2018)، وتتضمن الآلية إلزام المزارعين بالحصول على سجل زراعي لتحديد نوع النشاط والمساحة

المزروعة وإحداثيات المزرعة. ويشمل المنع محاصيل (البرسيم والذرة الرفيعة والحبوب والذرة الشامية والشعير، وحظر تصدير المحاصيل الزراعية الطازجة أو المصنعة المهذرة للمياه وهي: (البطيخ والشمام والبطاطا والبصل الجاف والطماطم والذرة والزيتون والقرع والعنب).

وقامت الحكومة بتعويض كبار المزارعين الذين تم توقيفهم كلياً عن زراعة الأعلاف بالسماح لهم بالاستثمار في أحد المشاريع التي تتوافق مع السياسة المائية للبلاد. كما قدمت الحكومة لصغار المزارعين الذين تم توقيفهم كلياً عن زراعة الأعلاف إما تعويضاً مالياً مقداره 4 آلاف ريال/ هكتار، أو الاستمرار في زراعة القمح أو الأعلاف الخضراء بمساحات محددة (وزارة البيئة والمياه والزراعة، 2020).

4-4-2- كفاءة استخدام المياه للأغراض الحضرية في السعودية:

- تتراوح نسبة المياه المستخدمة في الأغراض الحضرية (السكنية، الحكومية، التجارية، البلدية، الصناعية) في المملكة ما بين (10 - 15) % من حجم المياه المستخدمة الكلية.
- تعتمد الصناعة في تأمين احتياجاتها المائية على المياه الجوفية بنسبة 80 % ثم المياه المحلاة بنسبة 20 %، وتطبق المدن الصناعية السعودية معايير الاستدامة في استخدام المياه حيث يتم إعادة استخدام 50 % من المياه فيها (الاستراتيجية الوطنية للمياه، 2018).
- ويستهلك القطاع البيئي أقل من 1 % من الموارد المائية ويشمل احتياجات المنتزهات العامة.
- يبلغ إنتاج المملكة من مياه الشرب (2.35) مليار م³/سنة، وينتج (55) % من هذه المياه هو تحلية المياه المالحة، وهي تتطلب تكاليف (نقل - طاقة) أكبر بحوالي (4 - 5) مرات من بقية المصادر المائية (منتدى الرياض الاقتصادي، 2013).



الشكل رقم (11): هيكل تعرفه المياه في السعودية للأغراض البلدية

المصدر: من اعداد الباحث استناداً إلى (منتدى الرياض الاقتصادي، 2013، صفحة 97)

يقدر استهلاك المياه لأسرة مكونة من 6 أشخاص بـ (41) م³/شهر أي ضمن الشريحة الأولى، وهو ما يجعل القطاع البلدي يعاني من محدودية مؤشرات الأسعار التي تحد من حوافز توفير المياه، حيث تترتب خسائر مالية مرتفعة بسبب انخفاض

مستوى نظام الفوترة والتحصيل، وحتى عدم إصدار فواتير أو تحصيلها، حيث تشير التقديرات إلى أن تسعيرة المياه الحالية في المملكة لا تشكل سوى 1 % من تكلفة انتاجها الحقيقية.

5. الاجراءات المتعلقة بالكفاءة الاقتصادية لاستخدام المياه التي يمكن تطبيقها في سورية بالاستفادة من التجارب العربية المعروضة في البحث:

لا يزال معيار الكفاءة الاقتصادية لاستخدام المياه في سورية بعيداً عن السياسات المائية المطبقة، حيث تقوم الدولة بتوفير المياه لكافة الاستخدامات مقابل تعرفة رمزية قياساً بالتكلفة الفعلية لوحددة المياه، ودون النظر إلى الكفاءة الاقتصادية للاستخدام. ومع تزايد الطلب على المياه، والتنافس على استخدامها، وتفاقم العجز المائي في العديد من المناطق، غالباً ما يتم اللجوء إلى معيار الكفاءة الاقتصادية للاستخدام بعد إشباع الحاجات الاجتماعية والخدمية (الشرب- الصحة- التعليم- ... إلخ). وتُعرض هنا الممارسات الفعلية لاستخدامات المياه في سورية، والاجراءات المستفادة من التجارب العربية المعروضة لتحسين هذه الممارسات.

ففي مجال الزراعة تطبق تعرفة بشريحة واحدة على أساس المساحة المروية قدرها 3500 ل.س/ هكتار سنوياً (قرار رئاسة مجلس الوزراء رقم 62/م.و. تاريخ 2008/7/8)، وذلك بغض النظر عن نوعية المحاصيل المزروعة أو كمية المياه المستخدمة في الري، أو أسلوب الري المستخدم في الري، أما في مجال الصناعة فتطبق تعرفة مائية على المصانع ذات شريحة واحدة قدرها 120 ل.س/م3 (قرار وزير الموارد المائية رقم 1408 لعام 2015)، دون مراعاة حجم الاستهلاك، أو كفاءة الاستخدام. واعتماداً على ما تم عرضه في هذا البحث يمكن أن يتم تحسين ممارسات الاستخدام من خلال تطبيق كل أو بعض الاجراءات المقترحة التالية:

5-1- تطبيق تعرفة مائية حجمية تتضمن كافة تكاليف تشغيل وصيانة المنشآت المائية خلال فترة زمنية محددة، ويمكن أن يساعد هذا الاجراء في زيادة نسبة الاسترداد لتوفير الموارد المالية اللازمة لصيانة المنشآت المائية، والحد من الإسراف في الاستخدام، والتوجه إلى الاستخدام ذي الجدوى الاقتصادية.

5-2- إعطاء الأولوية للقطاع ذي العائد الاقتصادي الأعلى وفرص العمل الأكبر (كالصناعة والسياحة)، وذلك عند وجود تنافس قطاعي على استخدام المياه.

5-3- تطبيق تعرفة إقليمية مرنة حسب حالة الموازنة المائية والجدوى الاقتصادية للاستخدام، وبالتالي يمكن تطبيق تعرفة إقليمية لمياه الري في ريف دمشق مثلاً أعلى من دير الزور.

5-4- تطوير الخطط الزراعية بإعطاء الأولوية للمحاصيل ذات العائد الاقتصادي الأعلى للوحدة المائية، دون الإخلال بمتطلبات الأمن الغذائي.

5-5- تشجيع استخدام وسائل الري الحديث (الرش- التثقيب) سواء من خلال التعرفة أو القروض.

5-6- الحد من زراعة المحاصيل ذات الاحتياجات المائية الكبيرة.

6. الاستنتاجات والمقترحات:

يبين البحث أن السياسات المائية التي تعتمد على الكفاءة الاقتصادية للاستخدام تحقق العديد من الفوائد، وتساهم في حل المشاكل المائية. فقد نتج عن تطبيق هذه السياسات المائية في بعض البلدان العربية:

- طبقت تونس سياسات سعرية تراعي البعد الإقليمي، وتضمن السعر كافة تكاليف التشغيل والصيانة، واعتماد نظام الشرائح التصاعدي، مع تطبيق الشريحة الأدنى للاستخدامات التتموية والشريحة الأعلى للاستخدامات السياحية.

- وتنتج عن هذه السياسات تراجع الطلب على مياه الري بنسبة تجاوزت 20% في بعض المناطق. كما ارتفعت القيمة المضافة من الإنتاج الزراعي المروي بنسبة 29%.
- تضمنت سياسة إعادة توزيع المياه في الأردن إعطاء أولوية الاستخدام بناء على العائد الاقتصادية لوحدة المياه والقدرة على تشغيل العمالة، وربط لأولويات بالمنطقة. وربط سعر المياه بمصدرها (معالجة- سطحية – جوفية). ومن أهم نتائج تطبيق هذه الإجراءات تراجع نسبة المياه المستخدمة في الزراعة من 80% إلى 52%.
- وفي مصر تم تعديل التركيب المحصولي بما يتلاءم مع سياسة الدولة المائية والإنتاجية والتصديرية، وتقليل مساحات المحاصيل التي لا تتمتع بكفاءة اقتصادية عالية، وإعادة تخصيص المياه استناداً إلى معايير الكفاءة الاقتصادية لوحدة المياه ومدى المساهمة في الناتج الوطني. واعتماد أنظمة شرائح تصاعديّة في كافة الاستخدامات. من أهم النتائج تخفيض حجم مياه الري المستخدمة بنسبة 18.8%، وزيادة العائد السنوي الصافي للفدان الواحد من 1.67 جنيه/م³ إلى 2.6 جنيه/م³.
- طبقت السعودية استراتيجية مائية تعتمد على تعزيز إنتاجية قطاع المياه وزيادة مساهمته في الناتج المحلي. وإصلاح التعريفات المائية وزيادة نسبة استرداد. وتنفيذ شبكة مزدوجة للمياه المنزلية (شرب – رمادية). والحد من زراعة الأعلاف الخضراء والقمح، والتوجه إلى محاصيل ذات كفاءة اقتصادية أكبر. ومن المتوقع أن ينتج عن هذه الاستراتيجية التي ستجيز في عام 2030 توفير المياه وزيادة كفاءة استخدامها.
- يمكن الاستفادة من بعض جوانب الإيجابية للتجارب المدروسة لتطبيقها في سورية وبما يناسب الظروف والأولويات الأساسية وحالة الأحواض المائية، وذلك لتحقيق العديد من الفوائد أهمها: الحد من الاستخدام المفرط للمياه من خلال إصلاح نظام التعرفة المائية وزيادة نسبة الاسترداد وتطبيق نظام الشرائح في مجال الري الذي ما زال يعتمد على واحدة المساحة المروية، وتوجيه الأولويات إلى المحاصيل ذات العائد الاقتصادي الأكبر والاستخدامات الصناعية، كما يمكن الاستفادة من تطبيق التعرفة الإقليمية للتخفيف العجز المائي في بعض المناطق كدمشق وحلب.

7. المراجع العربية:

1. حسيان، كفاح و غيث، مصطفى و علام، محمد. (2006). إدارة الطلب على المياه بالوطن العربي، حالة دراسية: سورية. المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة. الرياض، المملكة العربية السعودية، عدد الصفحات 40.
2. ضيف، عبد المنعم، و السيد، عبد الرحمن. (2016). الاستخدام الأمثل للموارد المائية بالزراعة المصرية في ظل الوضع الراهن. جمهورية مصر العربية. مجلة جامعة المنصورة للعلوم الاقتصادية والاجتماعية الزراعية، مجلد 7، ص: 643-651.
3. عرفة، محمود عبد التواب. (2020). بعض أساليب التحليل الاقتصادي لقياس الكفاءة الاقتصادية للري. كلية الزراعة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية. 8 ص.
4. الفيلاي، سامي حسن. (2002). وسائل ترشيد استخدام مياه الري في الزراعة المصرية. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي. الدقي، الجيزة، جمهورية مصر العربية. 24 ص.
5. اللوزي، سالم. (2005). دراسة تطور أساليب استرداد تكلفة إتاحة مياه الري على ضوء التطورات المحلية والدولية. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الطبعة الأولى. الخرطوم، السودان. 136 ص.
6. منتدى الرياض الاقتصادي. (2013). المياه كمورد اقتصادي مطلب أساس للتنمية. الرياض، المملكة العربية السعودية. 145 ص.

7. وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2018). الاستراتيجية الوطنية للمياه حتى عام 2030. الرياض، المملكة العربية السعودية. 125 ص.
8. وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2020). الرياض، المملكة العربية السعودية.
9. وزارة الفلاحة والصيد البحري والموارد المائية. (2020)، تونس، الجمهورية التونسية.
10. وزارة المياه والري الأردنية. (2021). عمان، المملكة الأردنية الهاشمية.
11. وزارة المياه والري، سياسة إحلال المياه وإعادة الاستخدام. (2016). عمان، المملكة الأردنية الهاشمية. 27 ص.
12. وزارة المياه والري، سياسة إدارة الطلب على المياه. (2016). عمان، المملكة الأردنية الهاشمية. 23 ص.
13. وزارة المياه والري، سياسة إعادة توزيع المياه. (2016). عمان، المملكة الأردنية الهاشمية. 31 ص.

8- المراجع الأجنبية:

1. AQUASTAT database (2021). FAO's Global Information System on Water and Agriculture. <https://www.fao.org/aquastat/en/> .
2. Thivet, G., & Fernandez, S. (2012). Water Demand Management: The Mediterranean Experience. Global Water Partnership. Stockholm, Sweden. pp 74.

دراسة مقارنة لأحدث التطورات في خوارزمية الجدولة الدورانية

د.م. رافة خازم **

م.رشا الحجل*

(الإيداع: 18 أيلول 2022، القبول: 31 تشرين الأول 2022)

الملخص:

نظرا للأثر الكبير لخوارزمية الجدولة الدورانية في تحسين مدى الاستفادة من المعالج، يقوم هذا البحث بالتركيز على الإصدارات الحديثة المحسنة من هذه الخوارزمية. يتناول هذا البحث تسع إصدارات حديثة لخوارزمية الجدولة الدورانية Round Robin من بينها إصداران حول الجدولة الدورانية في الحوسبة السحابية.

تمت المقارنة بين الخوارزميات الحديثة وكفاءتها وبين التقليدية واختبار الخوارزميات على نفس الإجراءات (تم الاختبار والتنفيذ على إجراءات لها أزمنة وصول مختلفة و رشقة معالج (burst time) مختلفة) وتحديد الخوارزمية الأمثل للعمل بهدف تحسين استغلالية المعالج (cpu utilization) من خلال تحسين معاملاتها الأساسية (متوسط وقت الانتظار (AWT) – عدد مرات تبديل السياق (NCS) – متوسط وقت الاستجابة (ART) – متوسط الفترة الزمنية للعمل (ATT)) . وتحسين المعاملات الأساسية لوحدة المعالجة المركزية يتم من خلال تخفيض كل من: (average waiting time متوسط وقت الانتظار (AWT) – عدد مرات تبديل السياق (NCS) – number of context switching the متوسط الفترة الزمنية للعمل (ATT) average turnaround time)

وزيادة زمن الانتاجية Throughput time

تمت المقارنة على مرحلتين:

- 1- مجموعة إجراءات محددة (5 إجراءات) لها زمن وصول محدد مختلف و رشقة معالج مختلفة ومحددة.
- 2- مجموعة (100 إجرائية) بزمن وصول ورشقات معالج عشوائية تمت كتابة كود برمجي باستخدام لغة البرمجة python الخاصة بالخوارزميات المقترحة في البحث والتحقق منها وإظهار النتائج.

الكلمات المفتاحية: خوارزمية الجدولة الدورانية – استغلالية المعالج – رشقة المعالج.

*طالبة ماجستير في قسم هندسة الحواسيب والأتمتة –كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة دمشق.

**مدرس في قسم هندسة الحواسيب والأتمتة –كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة دمشق.

Comparative study for last improvements of Round Robin algorithm

Eng.Rasha Alhajal*

Dr.Eng. Rafea khazem**

(Received:18 September 2022,Accepted:31 October 2022)

Abstract:

Due to the significant impact of the rotational scheduling algorithm in improving the utilization of the processor, this research focuses on the modern improved versions of this algorithm. This paper deals with nine recent versions of Round Robin algorithm, including two versions about rotational scheduling in cloud computing.

A comparison is made between modern algorithms and their efficiency with traditional ones, and algorithms are tested on the same procedures (tested and implemented on procedures with different arrival times and different burst time) and the optimum algorithm was determined to work with the aim of improving utilization cpu by improving its basic parameters (AWT – NCS – ATT – ART).

Improving the main parameters of Cpu by reducing: (average waiting time (AWT) –number of context switches (NCS) – the average turnaround time (ATT)) and increase Throughput time.

The comparison took place in two stages:

1– A set of specific procedures (5 procedures) that have a different specific arrival time and a different specific burst time.

2– A set of (100 procedurals) with random latency and burst time the python codes for the proposed algorithms were written in the research, verified and showed the results.

Keywords: Round Robin algorithm – cpu utilization – burst time .

* Master's student in the Department of Computer and Automation Engineering – Faculty of Mechanical and Electrical Engineering – Damascus University.

**Professor in the Department of Computer and Automation Engineering – Faculty of Mechanical and Electrical Engineering – Damascus University.

1- المقدمة:

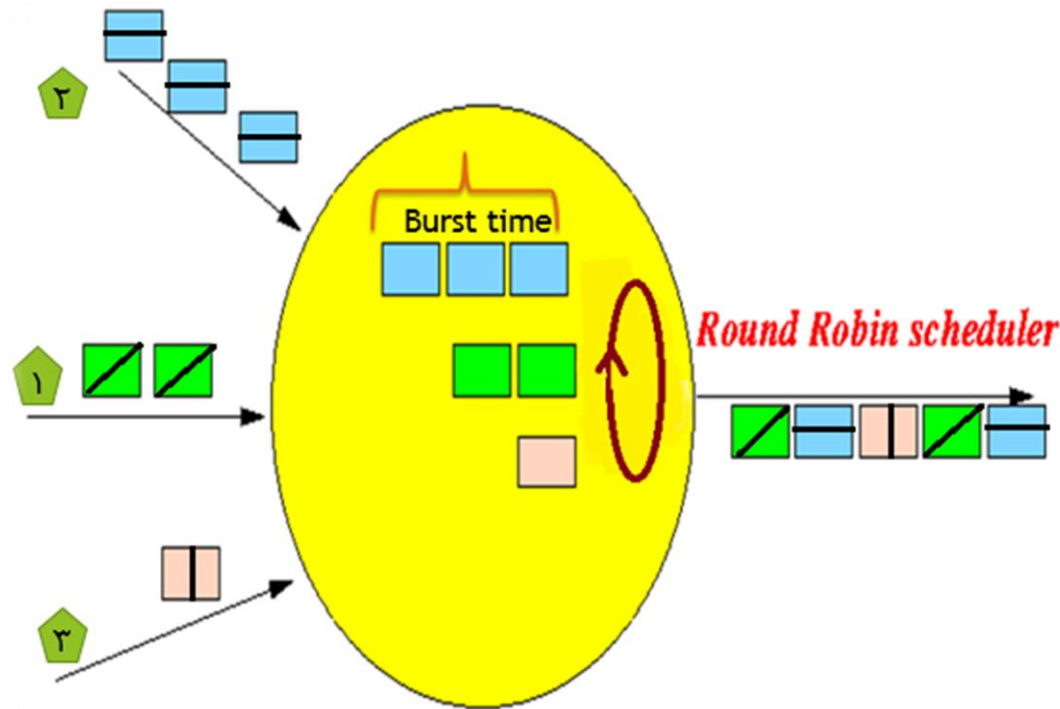
وُجدت خوارزميات الجدولة كنوع من التنظيم والاستغلال الأمثل للجهد والوقت وخاصة في علوم الحاسوب في عصر من التكنولوجيا والسرعة والاستفادة القصوى من الزمن وتم التركيز بشكل خاص على وحدة المعالجة المركزية واعتماد خوارزميات الجدولة كحل لتحسين معاملاتها ورفع أدائها. أثبتت خوارزمية الجدولة الدائرية فعاليتها في تحسين استغلالية المعالج cpu utilization من خلال تحسين معاملاتها الأساسية (AWT,NCS,ART ,ATT and Throughput time).

و مبدأ عمل خوارزمية ROUND ROBIN يقوم على:

تشريح زمن المعالج الى حصص زمنية تدعى quantum .

وعند استنفاد الإجراءات للوقت المحدد لها يتم إيقافها وإخراجها من وحدة المعالجة المركزية وإعادتها إلى نهاية رتل الجاهزية (ready queue) و يتم تكرار العمل حتى تستنفذ الإجراءات رشقة المعالج المحددة لها.

من التطبيقات التي تستخدم فيها جدولة Round robin هي شبكات الحاسوب حيث تستخدم لجدولة حزم البيانات المرسله في الشبكات الحاسوبية.

**الشكل رقم (1):المبدأ العام لعمل خوارزمية Round Robin**

ولكن تم اكتشاف عدة مشاكل تعيق عمل خوارزمية round robin وتختصر كما يلي:

1. كلما زاد الوقت المحدد (time quantum) فإننا نحصل على خوارزمية (FCFS).
2. كلما قل الوقت المحدد (time quantum) تزداد عدد مرات مقاطعة الإجراءات بعد دخولها الى وحدة المعالجة المركزية (زيادة NCS).

2- الهدف من البحث:

دراسة وتقييم عمل الخوارزميات الحديثة والمحسنة لخوارزمية الجدولة الدورانية التي ساهمت بحل المشكلتين الرئيسيتين لخوارزمية round robin وذلك من خلال الاختيار الأمثل لقيمة (TQ) time quantum ، وتحسين استغلالية المعالج cpu utilization بالإضافة الى تحقيق الأداء الأمثل ل CPU.

ويتم تحقيق الأداء الأمثل بتحسين معاملات خوارزميات الجدولة الأساسية :

1- متوسط وقت الانتظار (AWT) average Waiting time و يمثل الزمن المستغرق في بقاء الإجراءية في رتل

الجهوزية (Queue Ready) لكي يخصص لها المعالج وقت التنفيذ.

2- متوسط وقت الاستجابة average Response time و يمثل المدة الزمنية منذ دخول الإجراءية إلى النظام لحين

الاستجابة الأولى في التنفيذ.

3- عدد مرات تبديل السياق (NCS) number of context switching

4- متوسط وقت الإنتاجية average Throughput time تمثل عدد الإجراءيات المنفذة بشكل كامل خلال وحدة

زمنية ويرتبط بمتوسط طول وظائف المجموعة.

5- متوسط الفترة الزمنية للعمل (ATT) the average Turnaround time (وقت العودة) يمثل المدة الزمنية من

دخول الإجراءية للنظام والى حين اكتمال تنفيذ الإجراءية.

3- المواد وطرائق البحث:

تم استخدام طريقتين:

الأولى اعتمدت على تطبيق الإصدارات التسعة على خمس اجرائيات لها زمن وصول مختلف {0,3,4,8,10} و Burst

time مختلف لكل إجراءية {14,35,10,23,18} ومن ثم حساب المعاملات (ART – ATT – NCS – AWT)

الثانية: باستخدام لغة البرمجة بايثون تمت كتابة code الخاص بكل خوارزمية ومن ثم تطبيق مجموعة من الاجرائيات وفي

خرج code نحصل على المعاملين الأساسيين في تحديد الأداء الأفضل لل cpu وهما (ATT and AWT)

الدراسة المقارنة الأولى:

1- في الدراسة الأولى [8] التي تحمل العنوان A MODIFIED ROUND ROBIN CPU SCHEDULING

ALGORITHM WITH DYNAMIC TIME QUANTUM يقوم الباحث باقتراح خوارزمية جديدة لجدولة وحدة

المعالجة المركزية بكمية زمنية ديناميكية متغيرة، تعتمد على متوسط زمن رشقة المعالج للإجراءيات الموجودة في رتل

الجاهزية (Ready Queue).

في كل دورة تنفيذ يتم تحديث قيمة رشقة المعالج بحساب متوسط زمن حتى تبقى خوارزمية واحدة فتتفد حسب رشقة المعالج

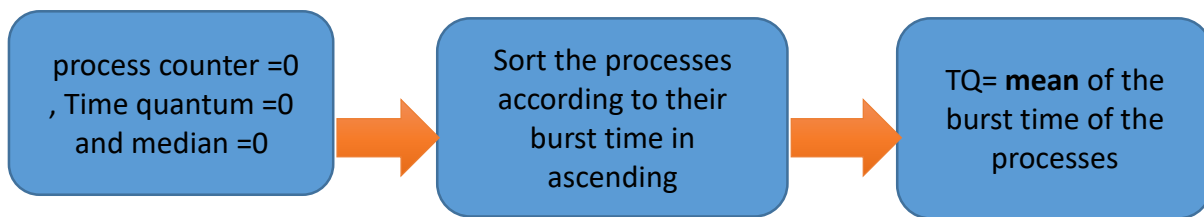
الخاصة بها، ويستمر التنفيذ حتى تنتهي كل الإجراءيات.

في الورقة البحثية تم التدقيق في نتائج المقارنة بين (RR) round robin و الخوارزمية المقترحة RRDTQ. وأثبتت هذه

المقارنة أن خوارزمية RRDTQ المقترحة أكثر كفاءة من خوارزميات RR التقليدية نظراً لأنه تكتسب متوسط وقت انتظار

أقل ، ومتوسط وقت استجابة أقل ، وعدداً أقل من context switches من تلك الخاصة ب RR . لذلك، تم توضيح

الخوارزمية المقترحة لتحسين أداء أنظمة التشغيل متعددة المهام.

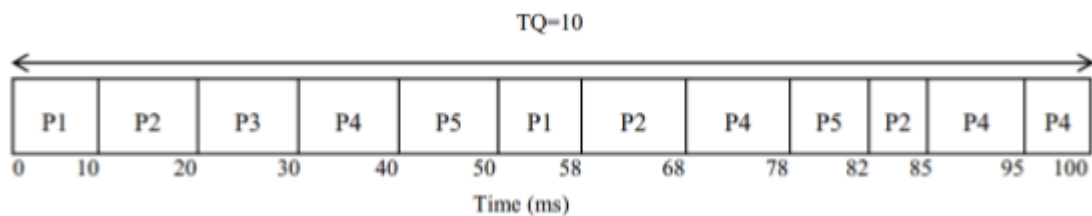


الشكل رقم (2): المخطط الصندوقي لخوارزمية RRDTQ

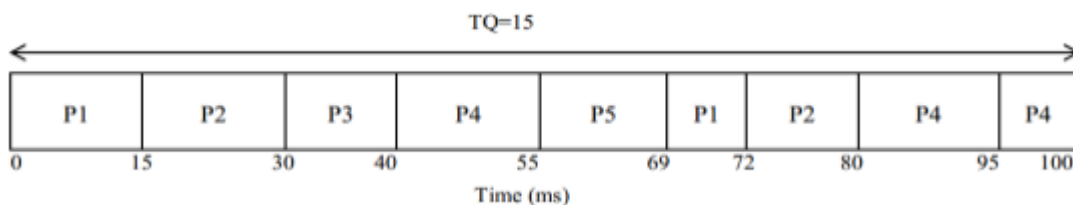
التنفيذ:

الجدول رقم (1): process with different arrival time:

Process	Arrival time	Burst time
P1	0	18
P2	3	23
P3	4	10
K8P4	8	35
P5	10	14

RR ROUND ROBIN:

الشكل رقم (3): Gantt chart representation with TQ=10:

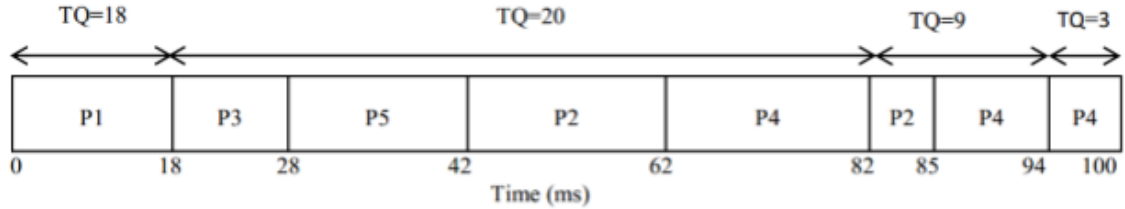


الشكل رقم (4): Gantt chart representation with TQ=15:

تنفيذ الخوارزمية المقترحة في الورقة البحثية:

1- قيمة رشقة المعالج لكل جولة هي متوسط قيم رشقات المعالج للاجرائيات الموجودة في رتل الجاهزية.

2- يتم التنفيذ بدءا من الاجرائية التي تملك رشقة المعالج الاصغر في رتل الجاهزية



الشكل رقم (5): Gantt chart representation of proposed RRDTQ algorithm:

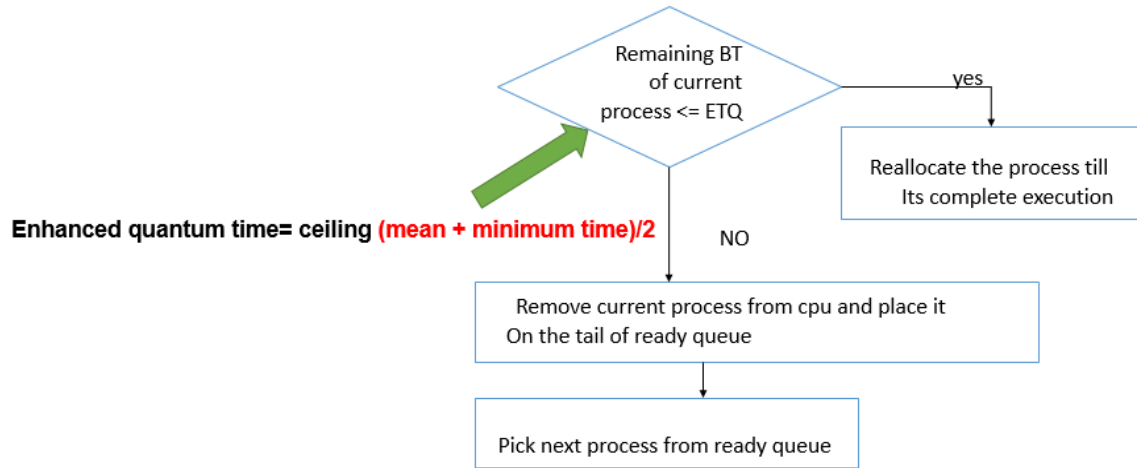
النتائج بحسب الورقة البحثية:

الجدول رقم (2): نتائج المقارنة بين خوارزميتي Round Robin و RRDTQ

Algorithm	Time Quantum (TQ)	Average Waiting Time (ms)	Average Turnaround Time (ms)	No. of Context Switch	Average throughput	Average response time
RR	10 , 15	46 , 49.2	66 , 67.2	10 , 7	5 , 44.2	20 , 28
Proposed RRDTQ	18 , 20 , 9 , 3	29.6	49.2	6	24.6	30

2- في الدراسة الثانية A Hybrid Round Robin Scheduling Mechanism for Process [5] Management يقدم الباحث فكرة أساسية و هي اثبات فعالية الفترة الزمنية (quntum) الديناميكية بدلا من الثابتة المستخدمة في خوارزمية الجدولة الدورانية الكلاسيكية، ويتم حساب الفترة الزمنية ديناميكيا بالاعتماد على الوسيط والزمن الأقل لرشقة المعالج لمجموعة الاجرائيات.

ولكن فعاليتها اعتمدت على المقارنة مع RR الأساسية فقط وليس مع الاصدارات الأحدث. وإذا كانت رشقة المعالج كبيرة فإن تكرار الخطوات سيكون اكثر بالإضافة الى ان نتائجها اعتمدت على قيم متقاربة لرشقة المعالج ولم تركز على التباين بين القيم.



الشكل رقم (6): المخطط الصندوقي لخوارزمية HYBIRD

المعادلة الرئيسية التي يستند عليها حساب TIME QUANTUM هي:

$$\text{Enhanced quantum time} = \text{ceiling}(\text{mean} + \text{minimum time})/2$$

يتم التنفيذ باستخدام نفس الاجرائيات والمصطلحات التالية تعبر عن :

Mean وهو الوسيط (القيمة الوسطية من بين قيم رشقات المعالج) = 18

Minimum time وهو الزمن الأقل لرشقة المعالج = 10

وبتنفيذ المعادلة الاساسية للخوارزمية نجد:

$$\text{Enhanced quantum time} = \text{ceiling}(\text{mean} + \text{minimum time})/2 = 14$$

P1	P1	P3	P5	P2	P2	P4	P4	P4	
0	14	18	28	42	56	65	79	93	100

الشكل رقم (7): Gantt chart representation of HYBIRD algorithm:

3- في الدراسة الثالثة [2] Determining Proficient Time Quantum to Improve the Performance of Round Robin Scheduling Algorithm

يهدف الى تحسين أداء وحدة المعالجة المركزية وتسريع تنفيذ الاجرائيات وذلك عن طريق التركيز على قيمة رشقة المعالج التي تزيد وتحسن من أداء خوارزمية الجدولة الدورانية ويتم حسابها اعتمادا على الوسيط لمجموعة الاجرائيات الموجودة في رتل الجاهزية بالإضافة الى اعلى فرق بين كل اجرائيتين من مجموعة الاجرائيات.

المعادلات المستخدمة في حساب الفترة الزمنية (quantum) للخوارزمية المقترحة:

$$[i] = P_{i+1} + P_i \quad (1)$$

$$MAX_DIFF = (DI[i]) \quad (2)$$

$$TQ = MBT + MAX_DIFF \quad (3)$$

Time Quantum :TQ الفترة الزمنية

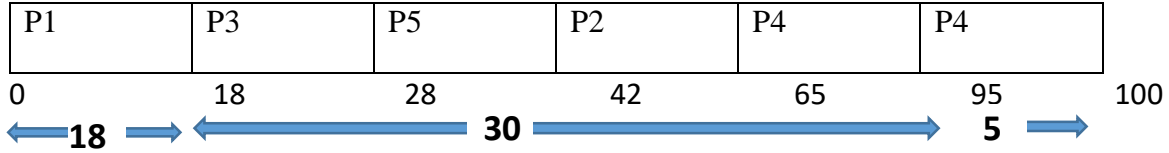
MBT هو الوسيط لمجموعة الاجرائيات الموجودة في رتل الجاهزية

MAX_DIFF هو اعلى قيمة فرق بين اجرائيتين متجاورتين في رتل الجاهزية

1- تنفذ الإجراءية التي تصل أولاً حسب رشقة المعالج الخاص بها .

2- تطبق المعادلة على باقي الاجرائيات ويتم التنفيذ لمرة واحدة بعد الترتيب التصاعدي

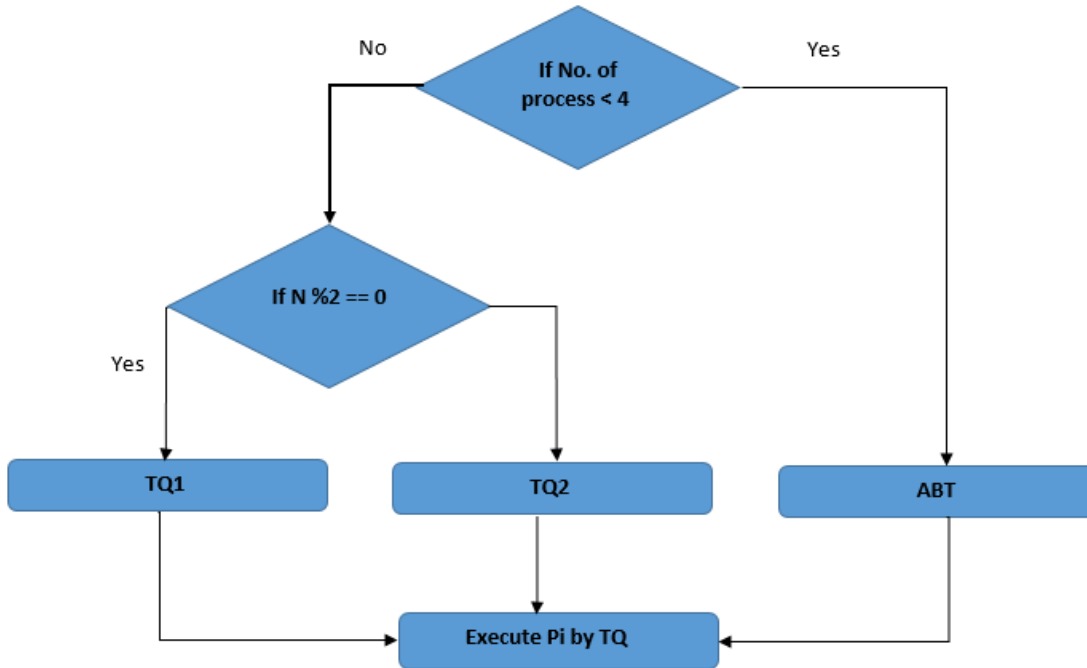
3- اذا بقي اجرائيات تنفذ حسب الباقي من رشقة المعالج الخاصة بها .



الشكل رقم(8):Gantt chart representation of DPTQRR algorithm:

4- في الدراسة الرابعة [7] Improved Round Robin Scheduling Algorithm with Progressive Time Quantum ، تم اقتراح طريقة جديدة تغير رشقة المعالج بطريقة تدريجية في حالات مختلفة من رتل الجاهزية. يتم تعديل رشقة المعالج بشكل متكرر وفقاً لرشقة المعالج المتبقية (remaining burst time) للاجرائية المنفذة حالياً.

المخطط الصندوقي للخوارزمية:



الشكل رقم(9):المخطط الصندوقي لخوارزمية IRRPTQ

حسب المعادلات :

$$TQ_1 = (P_i + P_N + \frac{P_N}{2} + P_{N/(2+1)})/4$$

$$TQ_2 = (P_i + P_N + P_{ceil(N/(2-1))} + P_{ceil(N/(2+1))})/4$$

$$ABT = \sum_1^n AVG(P_i)$$

في رتل الجاهزية تعبر الرموز التالية:

ABT : متوسط قيم رشقات المعالج في رتل الجاهزية

P_i : الخوارزمية الأولى

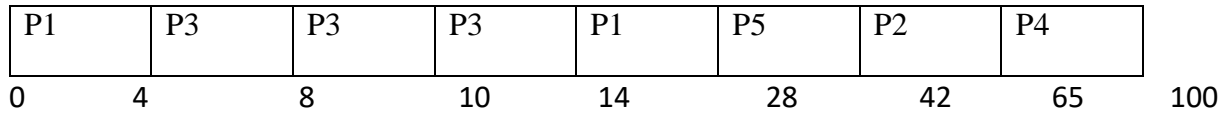
P_N : الخوارزمية الأخيرة

$P_{ceil(N/2)}$: (الوسيط) القيمة الوسطى من بين قيم رشقات المعالج للإجرائيات في رتل الجاهزية

$P_{ceil(N/(2-1))}$: الإجرائية السابقة للوسيط

$P_{ceil(N/(2+1))}$: الإجرائية اللاحقة للوسيط

يوضح الشكل (10) مخطط Gantt chart بعد تنفيذ خوارزمية IRRPTQ



الشكل رقم (10): Gantt chart representation of IRRPTQ

5- في الدراسة الخامسة Improved Version of Round Robin Scheduling Algorithm Based on Analytic Mode [3] ، الهدف هو التغلب على عيوب Round Robin التقليدية من خلال اقتراح خوارزمية جدولة ذرانية محسنة باستخدام فترة زمنية متغيرة بناءً على نموذج تحليلي. يحسب النموذج التحليلي متعدد العدادات multipa-rameter المقترح تكلفة كل مهمة. يتم فرز قائمة المهام الجاهزة وفقاً لهذه التكلفة. يستخدم النهج المقترح فترة زمنية quantum المثلى أثناء عملية التنفيذ بناءً على رشقة المعالج للعمليات الموجودة في رتل الجاهزية

$$CT(i) = \alpha Rarr(T_i) + \beta Rbut(T_i) \quad (1)$$

حيث:

α و β اوزان اختيارية حيث $\alpha + \beta = 1$ ، i هو عدد الاجرائيات.

Rarr(Ti): معدل وقت الانتظار للإجرائية

Rbut(Ti): معدل رشقة المعالج للإجرائية

$$Rarr(T_i) = \frac{Tarr(T_i)}{\max_{i \leq j \leq N} Tarr(j)} \quad (2)$$

حيث:

Tarr(Ti): وقت الانتظار للإجرائية

N عدد الإجراءات في رتل الجاهزية

$\max_{i \leq j \leq N} Tarr(j)$ القيمة العظمى لوقت الانتظار

$$Rbut(T_i) = \frac{BT(T_i)}{\max_{i \leq j \leq N} BT(j)} \quad (3)$$

حيث:

BT(Ti) قيمة رشقة المعالج للإجرائية

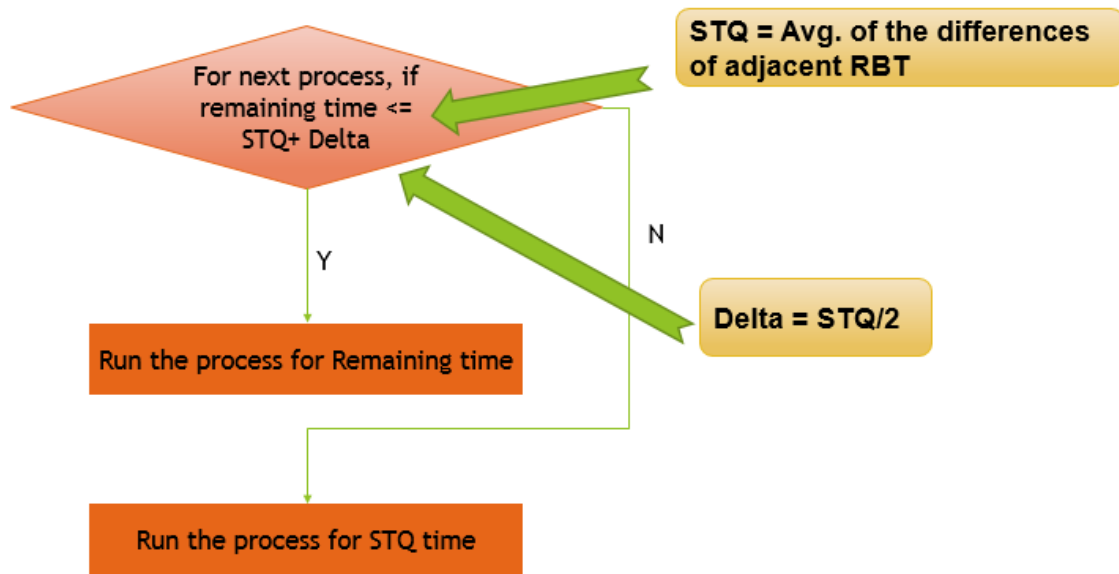
$$CT(i) = \alpha \frac{Tarr(T_i)}{\max_{i \leq j \leq N} Tarr(j)} + \beta \frac{BT(T_i)}{\max_{i \leq j \leq N} BT(j)} \quad (4)$$

تنفيذ الخوارزمية بناء على معادلاتها الأساسية:

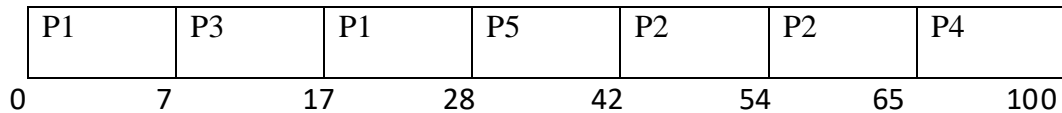
P1	P1	P3	P5	P2	P4
0	9	18	28	42	65
					100

الشكل رقم(11): Gantt chart representation of IVRRAM

6- في الدراسة السادسة [6] Smart Round Robin CPU Scheduling Algorithm For Operating Systems يقترح الباحث طريقة جديدة حيث تتغير quantum (الفترة الزمنية) في كل دورة اعتماداً على الوقت المتبقي للإجرائيات. تعطي quantum (الفترة الزمنية) المتغيرة العمليات خياراً لأخذ quantum (الفترة الزمنية) إضافية. تعاون الاثنين ، يشكل Smart Round Robin. ينتج متوسط وقت انتظار أقل (AWT) ومتوسط وقت استجابة أقل (TAT) مقارنة بطريقة جدولة Round Robin التقليدية. توفر الخوارزمية quantum (فترة الزمنية) ديناميكية لكل دورة وتساعد على وجه التحديد المهام التي لها رشقة معالج قصيرة متبقية تقوم هذه الدراسة بحل مشكلة الاجرائيات التي تملك رشقة معالج متبقية RBT صغيرة وتنتظر انتهاء الدورة حتى تكمل تنفيذ عملها ولكن نتائجها اعتمدت فقط على AWT,ATT لم تأخذ بعين الاعتبار وقت الوصول و المقارنة مع خوارزمية الجدولة الدورانية الكلاسيكية .



الشكل رقم(12): المخطط الصندوقي لخوارزمية SRR

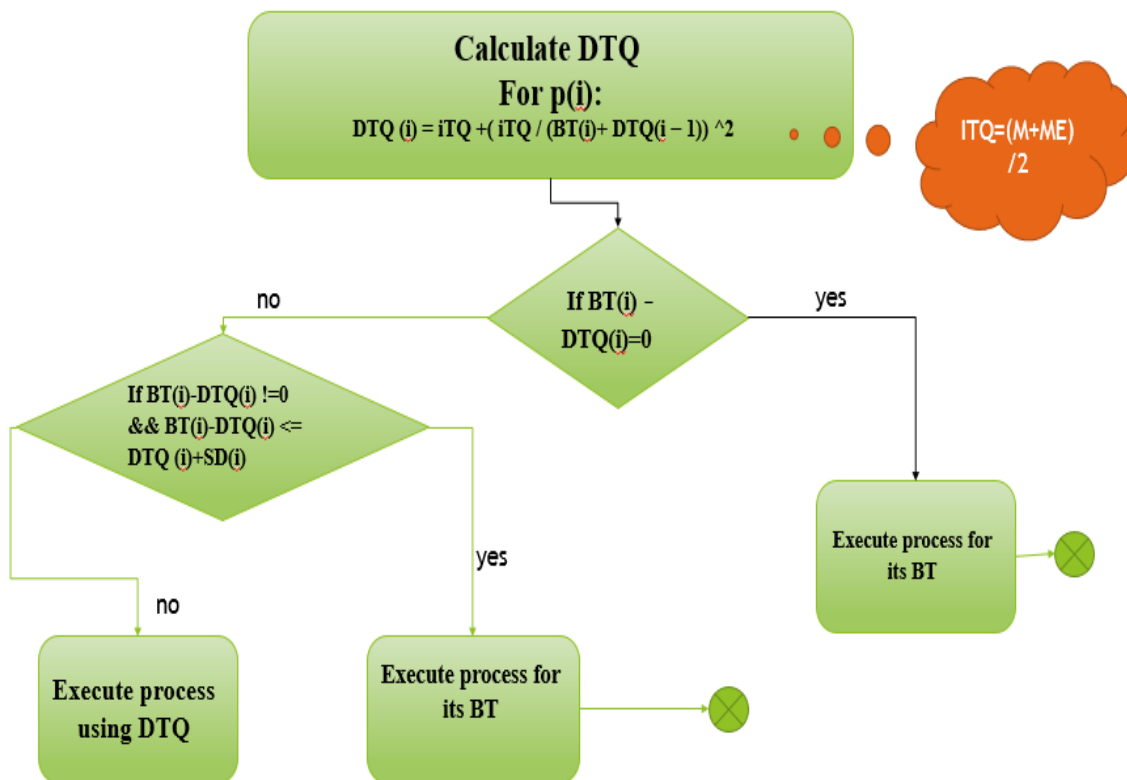


الشكل رقم(13): Gantt chart representation of SRR algorithm

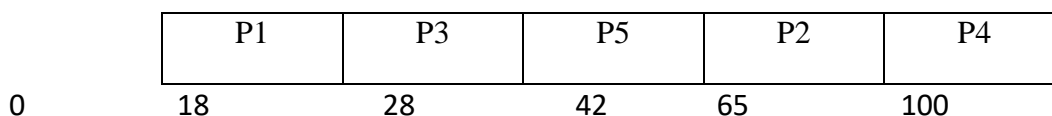
7- في الدراسة السابعة [1] Advanced Dynamic Round Robin Algorithm for CPU Scheduling in Real Time Systems ، تم اقتراح خوارزمية دورانية ديناميكية متقدمة لحساب الفترة الزمنية بطريقة ديناميكية باستخدام تابع رياضي محسّن. يشتمل النموذج المصمم على حساب الفترة الزمنية لكل عملية بناءً على رشقات المعالج التي بقيت أثناء تنفيذ الاجرائيات. يمكن أن يتسبب التباين العالي في قيم رشقات المعالج في حالة مجاعة starvation للموارد للعمليات القصيرة حيث يؤدي إلى زيادة AWT و TAT و NCS ولهذا السبب تم استخدام SD من أجل الحصول على حسابات TQ أفضل.

في هذا الإصدار تم اعتماد الانحراف المعياري في حساب الفترة الزمنية و حل التشتيت العالي أو التباين بين قيم رشقات المعالج للإجرائيات.

$$SD(i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (BT(i) - M)^2}$$



الشكل رقم(14):المخطط الصندوقي لخوارزمية ADRR

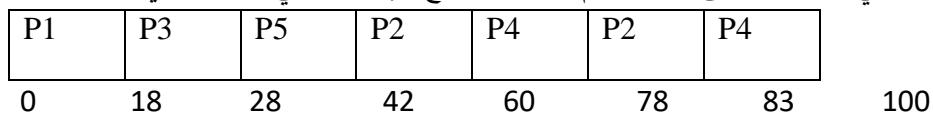


الشكل رقم(15): Gantt chart representation of ADRR

الجدولة الدورانية في الحوسبة السحابية:

1- في الدراسة الأولى [4] Time Efficient Round Robin Job Scheduling (NARR) in Cloud Computing يقترح الباحث فترة زمنية ديناميكية ومقارنة الأداء المختلف وذلك عن طريق حساب الوسيط بناءً على العمليات المضافة في قائمة الانتظار الجاهزة.

الفترة الزمنية هي القيمة الوسطى من بين قيم رشقات المعالج للإجرائيات في رتل الجاهزية



الشكل رقم(16): Gantt chart representation of TERR algorithm

2- في الدراسة الثانية [9] Improved Round Robin Scheduling Algorithm for Cloud Computing ، هذا البحث لديه القدرة على إنشاء توازن بين اجرائيات الوظائف في الحوسبة السحابية في قائمة انتظار جاهزة عن طريق فرز الاجرائيات وفقاً ل رشقة المعالج الخاصة بها ثم حساب الوقت الكمي عن طريق جمع متوسط الفروق ومتوسط رشقات المعالج. من خلال تطبيق ونشر الخوارزمية المقترحة ، من الممكن تعزيز وتحسين تخصيص العملية من خلال النظام.

BTDIFF[i] متوسط الفروق بين الاجرائيات بعد ترتيبها تصاعديا = 8

متوسط قيم رشقات المعالج = 22.5

TQ (الفترة الزمنية) = متوسط الفروق بين الاجرائيات + متوسط قيم رشقات المعالج = 31

P1	P3	P5	P2	P4	P4	
0	18	28	42	65	96	100

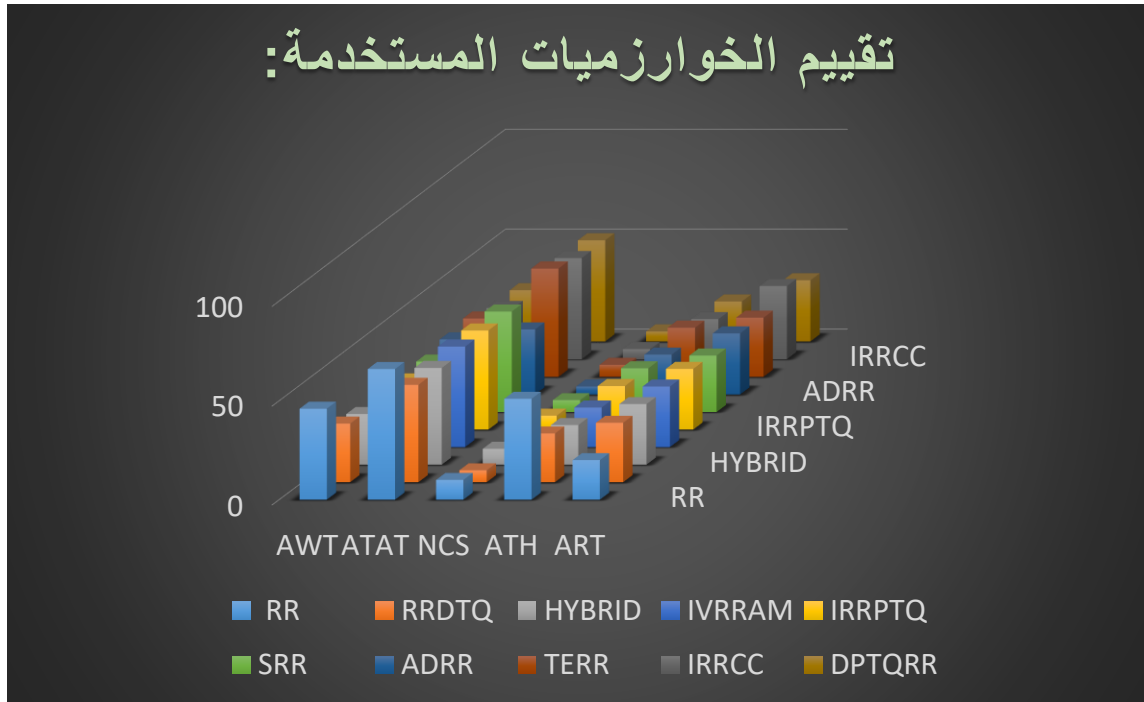
الشكل رقم (17): Gantt chart representation of IRRCC algorithm:

4-النتائج النهائية للمقارنة:

يوضح الجدول (3) النتائج النهائية لتنفيذ الاجرائيات على خوارزميات الجدولة الدورانية المحسنة التي تم طرحها في البحث ومقارنتها مع خوارزمية الجدولة الدورانية الكلاسيكية بناء على معاملات الأداء الرئيسية لخوارزميات الجدولة.

الجدول رقم(3):النتائج النهائية للمقارنة بين خوارزمية RR والاصدارات المحسنة منها

Algorithm	Time Quantum (TQ)	Average Waiting Time (ms)	Average Turnaround Time (ms)	No. of Context Switch	Average throughput	Average response time
RR	10 , 15	46 , 49.2	66 , 67.2	10 , 7	51, 44.2	20 , 28
RRDTQ	18 , 20 , 9 , 3	29.6	49.2	6	24.6	30
HYBRID	14	25,6	48.8	8	20	30.6
DPTQRR	18,30,5	25.6	50.6	5	20	30.6
IRRPTQ	4,16,20,20,22,24,29	24.8	49.8	7	22	30.6
IVRRAM	9,17,19,23,29	25.6	50.6	5	20	30.6
SRR	7,10,11,14,12,11	25.4	50.4	6	22	28.4
ADRR	18,10,14,23,35	27.6	32.6	4	20	30.6
TERR	18	29.2	54.2	6	24.6	29.6
IRRCC	31	25.6	50.6	5	20	36.6



الشكل رقم (18): مخطط يعرض نتائج المقارنة بين الإصدارات المحسنة للجدولة الدورانية

دراسة المقارنة الثانية: تقييم عمل مجموعة من الخوارزميات (RR –NARR–SRR–HYBRID – RRDRQ) باستخدام PYTHON باستخدام 100 إجرائية وزمن وصول مختلف و رشقات معالج مختلفة

Round Robon -1

Processes	arrivetime	Burst Time	Waiting Time	Turn-Around Time
90	90	58	88156	88214
91	93	10	24128	24138
92	68	5	15380	15385
93	21	8	20195	20203
94	52	12	27556	27568
95	37	55	86334	86389
96	46	48	77278	77326
97	33	557	146646	147203
98	51	65	93846	93911
99	17	98	105390	105488
100	20	58	88285	88343

Average waiting time = 59540.48000

Average turn around time = 59602.55000

الشكل رقم(19): خرج تنفيذ Python code لخوارزمية RR

RRDTQ -2

Processes	arrivetime	Burst Time	Waiting Time	Turn-Around Time
90	51	58	184441	184499
91	99	10	47398	47408
92	1	5	24940	24945
93	62	8	39152	39160
94	74	12	54695	54707
95	54	55	178660	178715
96	82	48	161762	161810
97	54	557	338212	338769
98	22	65	195037	195102
99	83	98	220060	220158
100	66	58	184670	184728

```
Average waiting time = 125032.81000
Average turn around time = 125094.88000
>>> |
```

الشكل رقم(20):خروج تنفيذ Python code لخوارزميةRRDTQ

NARR -3

Processes	arrivetime	Burst Time	Waiting Time	Turn-Around Time
90	95	58	161031	161089
91	76	10	43294	43304
92	65	5	23543	23548
93	98	8	36506	36514
94	71	12	49460	49472
95	15	55	156111	156166
96	82	48	141852	141900
97	10	557	224460	225017
98	97	65	168895	168960
99	15	98	185161	185259
100	96	58	161253	161311

```
Average waiting time = 106323.53000
Average turn around time = 106385.60000
>>> |
```

الشكل رقم(21):خروج تنفيذ Python code لخوارزميةNARR

HYBRID -4

Processes	arrivetime	Burst Time	Waiting Time	Turn-Around Time
90	77	58	66465.0	66523.0
91	87	10	19933.0	19943.0
92	46	5	10702.0	10707.0
93	56	8	15818.0	15826.0
94	36	12	19970.0	19982.0
95	93	55	64383.0	64438.0
96	15	48	56605.0	56653.0
97	56	557	113841.0	114398.0
98	80	65	70035.0	70100.0
99	81	98	80282.0	80380.0
100	71	58	66763.0	66821.0

Average waiting time = 44561.95000

Average turn around time = 44624.02000

>>>

الشكل رقم(22):خروج تنفيذ Python code لخوارزمية HYBRID

SRR -5

Processes	arrivetime	Burst Time	Waiting Time	Turn-Around Time
90	76	64	9589	9653
91	47	78	9700	9778
92	29	53	9807	9860
93	71	60	9931	9991
94	5	26	9996	10022
95	69	87	10091	10178
96	60	71	10238	10309
97	77	85	10386	10471
98	82	64	10553	10617
99	64	40	10681	10721
100	54	55	10775	10830

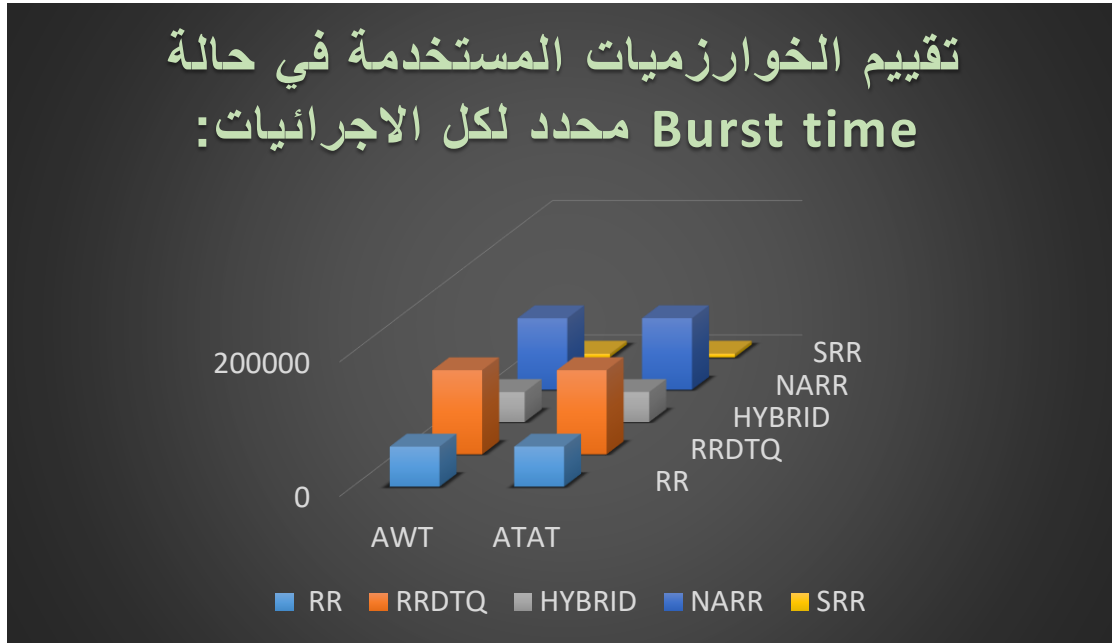
Average waiting time = 5402.90000

Average turn around time = 5456.30000

>>>

الشكل رقم(23):خروج تنفيذ Python code لخوارزمية SRR

النتائج:



الشكل رقم(24): مخطط يعرض نتائج المقارنة بين الإصدارات المحسنة للجدولة الدورانية اعتماد على خرج Python

5-المناقشة:

نلاحظ من خلال دراسة وتقييم مجموعة الخوارزميات المطورة من خوارزمية الجدولة الدورانية (اعتمادا على الدراستين) يوجد تحسين في استغلالية المعالج utilization cpu من خلال تحسين معاملاتها الأساسية بشكل جزئي أو كامل.

تم ذلك من خلال **تخفيض** كل من: (average waiting time (AWT) number of context switches(NCS))

– (average response time (ART) – the average turnaround time (ATT)–

وذلك باستخدام الخوارزميات: HYBRID – SRR:

تخفيض (the average turnaround time (ATT) – number of context switches(NCS)

عن طريق الخوارزمية: ADRR

تخفيض (average waiting time (AWT) عن طريق الخوارزمية: IRRPTQ

و**زيادة** Throughput time مقارنة بتخفيض باقي المعاملات عن طريق الخوارزميات:

TERR – RRDTQ

6-الاستنتاجات: نلاحظ أن الخوارزميات الأفضل لتحقيق التطوير على الجدولة الدورانية هي: ADRR, HYBRID, SRR:

7-التوصيات:

نقترح مستقبلا خوارزمية جدولة دورانية مطورة مهمتها تحسين الأداء للدرجة القصوى وتحسين المعاملات (AWT – NCS)
 (ATT – ART) انطلاقا من أفضل الخوارزميات المطورة وذلك عن طريق دمج خوارزميتين مطورتين أو أكثر أو تطوير خوارزمية واحدة وتحسينها.

8-المراجع:

- 1- Abd Ali,SH. M., Hasan,H. F. , Abed, Z. F. ,(2018), Advanced Dynamic Round Robin Algorithm for CPU Scheduling in Real Time Systems, Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 10, 02–Special Issue.
- 2- Biswas,D. , Samsuddoha,Md. ,(2019), Determining Proficient Time Quantum to Improve the Performance of Round Robin Scheduling Algorithm, I.J. Modern Education and Computer Science, 2019, 10, 33–40 Published Online October 2019 in MECS (<http://www.mecs–press.org/>) DOI: 10.5815/ijmecs.2019.10.04
- 3- Fiad,A. , Maaza,Z.M. , Bendoukha,H. ,(2020), Improved Version of Round Robin Scheduling Algorithm Based on Analytic Model, International Journal of Networked and Distributed Computing Vol. 8(4); December (2020), pp. 195–202.
- 4- Jahan, A. , Mehra,R., Saini,R., (2019), Time Efficient Round Robin Job Scheduling (NARR) in Cloud Computing, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249 – 8958, Volume–9 Issue–1.
- 5- Kumar , K. A. , PhD , Ali,K. F. , Marikal,A. ,(2020), A Hybrid Round Robin Scheduling Mechanism for Process Management, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 177 – No. 36, February 2020
- 6- Mody,S., Mirkar,S. , (2019), Smart Round Robin CPU Scheduling Algorithm For Operating Systems, International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer Technologies and Optimization Techniques (ICEECCOT), DOI: 10.1109/ICEECCOT46775.2019.9114602
- 7- Paul,T. , Faisal,R.H. , Samsuddoha, Md., (2019), Improved Round Robin Scheduling Algorithm with Progressive Time Quantum, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 178 – No. 49.
- 8- Sohrawordi, Md. , Ehasn Ali, U. A. Md. , Palash Uddin, Md. and Mahabub Hossain, Md. ,(2019),A MODIFIED ROUND ROBIN CPU SCHEDULING ALGORITHM WITH DYNAMIC TIME QUANTUM,INTERNASIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR), Article DOI:10.21474/IJAR01/8506 DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/8506>
- 9- Lotfy, S. , (2020), Improved Round Robin Scheduling Algorithm for Cloud Computing, Computer Engineering Department ,Faculty of Engineering, Cairo University Cairo, Egypt, July 2020.

الاستدامة في التخطيط الحضري و دورها في مواجهة الأوبئة

د.م. براق نجيب غربي**

م. يزن سامر فطوم*

(الإيداع: 17 آذار 2022، القبول: 18 أيلول 2022)

الملخص :

يهدف هذا البحث إلى دراسة أهمية الاستدامة الحضرية في خططنا المستقبلية للمدن لدورها الفعال في مواجهة الأوبئة و بالأخص في الوقت الحالي الذي نواجهه في فيروس كورونا المستجد حيث لعبت المدن المستدامة دوراً بارزاً في حماية القاطنين فيها من الآثار الكارثية التي لحقت بالمدن الأخرى دون أن يضطر المسؤولون عن المدن إلى إجراء تغيير كبير في الاستراتيجيات الحضرية لإعادة المدينة من حالة الشلل الاقتصادي و الاجتماعي الذي ضرب المدن غير المستدامة جراء الإجراءات الصحية التي فرضت في جميع أنحاء العالم ، فبات من الضروري لنا أن نتحول من مدننا الحالية إلى مدن ذات اقتصاد أخضر، تعتمد على التكنولوجيا الحديثة في بنيتها العامة ، ذات أثر سلبى قليل على البيئة المحيطة و تلبي جميع احتياجات قاطنيها و توفر لهم الأمان و السلامة على جميع الأصعدة و هو ما ينتج لدينا تباعاً عبر تضمين الاستدامة في التخطيط الحضري لمدننا المستقبلية .

الكلمات المفتاحية : الاستدامة - وباء - حضري - مجتمع المستدام - مدن

* طالب ماجستير في قسم إدارة و نمذجة البناء - الجامعة الافتراضية السورية - حماة - سورية / مهندس معماري في قسم تخطيط المدن و البيئة - كلية الهندسة المعمارية - جامعة حماة - حماة - سورية .

** مدرس في قسم تخطيط المدن و البيئة - كلية الهندسة المعمارية - جامعة حماة - حماة - سورية.

Sustainability in urban planning and its role to face pandemics

Arch. Yazan Samer Fattoum**

Dr. Barrak Najeeb Gharbi*

(Received:17 March 2022,Accepted:18 September 2022)

Abstract :

This research lead to study the importance of urban sustainability in our future plans for cities for their effective role to face pandemics, especially at the present time, which we face COVID-19, where sustainable cities played a prominent role in protecting their residents from the catastrophic effects of other cities without having to make a major change in urban strategies to restore the city from the state of economic and social paralysis that hit unsustainable cities due to health measures imposed around the world, so it is necessary for us to transform from our current cities into cities with a green economic, based on modern technology in their public infrastructure, with little negative impact on the surrounding environment and meet all the needs of its residents and provide them with safety at all levels, which is what results to us successively by embedding sustainability in the urban planning for our future cities .

Keywords : Sustainability – Pandemic – Urban – Sustainable Community – Cities .

*Doctor At Department Of Urban planning– Faculty of architecture– Hama university– Hama –Syria.

** Master Student At Department Of Building Information Modeling and Management – Syrian Virtual University –Hama–Syria/ Architect At Department Of Urban planning– Faculty of Architecture– Hama University–Hama–Syria.

1- المقدمة :

إننا نقف اليوم في مواجهة أحد الأخطار البيولوجية الفتاكة ألا وهو فيروس كورونا المستجد نعم إنها ليست المرة الأولى التي نواجه بها هذا النوع من الخطر لكننا اليوم بلغنا من المعرفة الحد الكافي للحد من أثره علينا ، ولكن الواقع يقول شيء آخر فمذ انتشار الانفلونزا الاسبانية عام 1918 إلى يومنا هذا لم نر تغييرات فعالة على صعيد تخطيط المدن بشكل عام. السؤال يطرح نفسه في ظل مواجهتنا للخطر البيولوجي بشكل عام و المتمثل حديثاً بفيروس كورونا ألا وهو: ما المدى الذي تكون فيه هذه المدن و غيرها من المدن في أنحاء العالم قادرة على احتواء و مواجهة الأخطار البيولوجية بشكل فعال ؟ و هل المدن المستدامة كمدينة ملبورن الاسترالية هي الأقدر على الوقوف في وجه هذه الأخطار ؟ في بحثنا هذا سنتناول الأخطار البيولوجية و أثرها على المدن، كما سنتخذ مدن (ملبورن – هيلسنكي – نيويورك) كحالات دراسة، و سيتم التطرق لبعض الاستراتيجيات الحضرية المتبعة في سوريا و كذلك من قبل بعض الدول حول العالم للحد من تلك الأخطار .

2- المشكلة البحثية :

إن ما نعيشه اليوم من خطر بيولوجي أيقظنا كمخططين إلى ضرورة البدء بالتغيير في الاتجاهات التخطيطية التي قمنا بتبنيها سابقاً بعدما أثبت معظمها أن له تأثيرات سلبية مخالفة لما تم العمل من أجله بهدف تحسين حياة السكان عبر فترات زمنية متعاقبة .

دفع هذا بالمخططين إلى النظر إلى الاستدامة التخطيطية كشرط أساسي و رئيسي في تخطيط مدننا المستقبلية و البدء في تحويل ما يمكننا تحويله من المدن الحالية إلى مدن مستدامة و ذلك لما له أهمية كبيرة في التصدي للأخطار البيولوجية كون المدينة هي خط الدفاع الأول تجاه هذه الأخطار .

إضافة إلى تضمين الاستدامة كشرط أساسي في الدراسات التخطيطية للمدن لمواجهة المشاكل المتعددة و أهمها الخطر البيولوجي المتمثل بفيروس كورونا الحياة المجتمعية ضمن المدن .

3- هدف البحث :

إن الجائحة الحالية المتمثلة بفيروس كورونا المستجد تركت العديد من الآثار على المدن و دفعت بها لإجراء العديد من التغييرات الحضرية للاستجابة و الملائمة مع الواقع الجديد، و عليه تم صياغة عدة أهداف للبحث و هي :

- دراسة أهمية الاستدامة في مواجهة الأخطار البيولوجية و الأوبئة .
- اكتشاف عناصر الاستدامة الأكثر ضرورة لمواجهة هذا الوباء .
- تبيان آلية استجابة المدن التقليدية و المستدامة للجائحة و قياس فعالية الاستراتيجية الحضرية التي تم العمل بها لملائمة المتغيرات الجديدة.

4- المستفيدون من البحث :

طلاب الدراسات العليا ، الباحثين ، المخططين الحضريين و القائمين على شؤون البلديات و القرى .. إلخ .

5- ما هي الاستدامة ؟

الاستدامة : مصطلح بيئي يصف كيف تبقى النظم الحيوية متنوعة بالنسبة للبشر و هي القدرة على حفظ نوعية الحياة التي نعيشها على المدى الطويل ، و هذا بدوره يعتمد على حفظ العالم الطبيعي و الاستخدام المسؤول للموارد الطبيعية¹ .

¹ Earth Policy Institute , Natural Systems.

أنواع الاستدامة :

الاستدامة الاقتصادية : هي نظام للإنتاج يلبي مستويات الاستهلاك الحالية دون المساس بالاحتياجات المستقبلية. الاستدامة الاجتماعية : هي نظام التنظيم الاجتماعي الذي يخفف من الفقر ، كما تعرف أنها نظام يحدد العلاقة بين الظروف الاجتماعية .

الاستدامة البيئية : هي الحفاظ على رأس المال الطبيعي كمزود اقتصادي للمدخلات "المصادر" و امتصاص "المصارف" من المخرجات الاقتصادية والتي تسمى نفايات¹.

المجتمع المستدام هو :

- نشط و شامل و عادل و متسامح و متماسك مع ثقافة محلية قوية و أنشطته المجتمعية مشتركة .
- ذو إدارة جيدة ، بمشاركة و تمثيل و قيادة فعالين و شاملين .
- حساس للبيئة ، عبر توفير أماكن للناس تراعي البيئة .
- مصمم و مبني بشكل جيد ، يتميز بجودة البناء و بيئة طبيعية .
- ذو اتصال جيد ، مع خدمات نقل جيدة و اتصالات تربط الناس بالوظائف و المدارس و المراكز الصحية و الخدمات الأخرى .
- مزدهر ، مع اقتصاد محلي مزدهر و متنوع .
- عادل للجميع ، بما في ذلك أولئك في المجتمعات الأخرى الآن و في المستقبل² .

أما **العمران المستدام** هو العمران القائم على المجتمع و القائد للعمليات المعقدة فيه يعتمد على المناظر الطبيعية و تكنولوجيا المعلومات في خلق مساحات مستقبلية مضادة للهشاشة كما يتيح للناس امتلاك بيئاتهم الخاصة ، و يستخدم لذلك الغرض المناظر الطبيعية كأساس للتصميم كما يسعى لوضع تصاميم مبتكرة³.

المجتمع العمراني المستدام يعرف على أنه : المجتمع الذي يعتمد على العناصر الطبيعية و تكنولوجيا المعلومات في خلق بيئات صحية مستدامة تساهم في تلبية بعض الاحتياجات السكانية للسكان الحاليين و للأجيال القادمة .

صفات المجتمع العمراني المستدام :

¹ A.D.Basiago ,Economic, Social and environmental sustainability in development theory and urban planning practice.

, Roger , Urban Design Compendium-2 , Delivering Quality Places .² Evans

³ Rob Roggema , The future of sustainable urbanism : Society-Based, complexity-Led, and landscape-driver.

الجدول رقم (1) : صفات المجتمع المستدام¹

العنصر التخطيطي الملائم	الصفة
<ul style="list-style-type: none"> - الحدائق ضمن وحدات الجوار . - المغروسات ضمن الشوارع . 	1- حساس للبيئة.
<ul style="list-style-type: none"> - مواقف السيارات الذكية . - مواقف الدراجات الهوائية الذكية . - أثاث للموقع يتيح الوصول للبيانات المختلفة (كوات صرافة – سلال مهملات ذكية – نقاط لبث الانترنت –) 	2- ذو اتصال جيد .
<ul style="list-style-type: none"> - حدائق مستدامة تعتمد في إنارتها على الطاقة الكهرو شمسية . - أنظمة صرف صحي مستدامة . - مواقف للنقل العام تتلاءم مع الحالات الطارئة . 	3- مصمم و مبني بشكل جيد.

6- المخاطر التي تواجه المدن :

تتعرض المدن في الوقت الراهن للعديد من المخاطر و التحديات و التي تقف أمام إمكانية تطور هذه المدن و لعل أبرز هذه المخاطر :

- التضخم السكاني - الحروب - الكوارث الطبيعية - الأخطار البيولوجية
- الكوارث النووية - التلوث البيئي - الأزمات الاقتصادية

الخطر البيولوجي : يشير إلى الكائنات الحية و ما ينتج عنها من مفرزات عضوية و التي تضر صحة الانسان و تشمل الطفيليات و الفيروسات و البكتيريا و الفطريات² .

مستويات الخطر البيولوجي :

وتصنف مراكز مكافحة الأمراض و الوقاية منها في الولايات المتحدة الأمريكية الأمراض المختلفة في مستويات الأخطار البيولوجية، حيث أن المستوى الأول هو الحد الأدنى من المخاطر، كما أن المستوى 4 يمثل مخاطر شديدة. وتصنف المختبرات والمرافق الأخرى على أنها BSL (مستوى السلامة الأحيائية).

¹ الباحث .

² Occupational safety and health council, Biological Hazards-Prevention and personal protection .

الجدول رقم(2): مستويات الخطر البيولوجي و الاستجابات العمرانية المطلوبة¹

مستوى الخطر	نوع الخطر	الاستجابة العمرانية المطلوبة
المستوى البيولوجي 1	مخفض المخاطر، مسبباته هي الكائنات الحية الدقيقة و التي من غير المرجح أن تسبب للإنسان و الحيوان الأمراض	<ul style="list-style-type: none"> لا توجد حاجة للتدخل.
المستوى البيولوجي 2	مخاطر فردية معتدلة ، مخاطر مجتمعية منخفضة ، إن ما يسببه هو الممرض الذي يسبب المرض البشري أو الحيواني و لكن من غير المرجح أن يكون خطيراً على عمال المختبرات أو المجتمع أو الثروة الحيوانية أو البيئة	<ul style="list-style-type: none"> الحد من التفاعل مع منطقة الانتشار لتقليل عدد الاصابات المحتملة. عزل منطقة الانتشار عند اللزوم في حالة الانتشار الكبير لمنع حدوث تفاعل بين الناس و الفراغ الخطر.
المستوى البيولوجي 3	مخاطر فردية عالية ومجتمعية منخفضة، إن ما يسببه هو الممرض الذي يؤدي عادة إلى مرض بشري أو حيواني خطير. يوجد له علاج فعال و يجب الالتزام بالتدابير الوقائية ⁴	<ul style="list-style-type: none"> إيجاد أماكن عامة تراعي التباعد المكاني لضمان تقليل الانتشار بين الناس. تحويل بعض وظائف المباني الخدمية إلى وظيفة صحية علاجية لضمان تحقيق الرعاية الصحية المطلوبة. تحويل بعض الشوارع و الساحات العامة إلى فراغات تعايشية .



الصورة 1 : عزل منطقة انتشار فيروس كورونا في الصين².



الصورة 2 : تحويل صالة رياضية إلى مستشفى ميداني³.

¹ الباحث .

² RT Arabic- الصين في معركة جديدة مع كورونا في "خوبي" وعزل أكثر من 20 ألف شخص في مراكز صحية .

أنشطة مكافحة فيروس كورونا كوفيد-19 | أطباء بلا حدود³.

⁴ World Health Organization, Laboratory biosafety manual , 2004 .

	<ul style="list-style-type: none"> • إيجاد فراغات تعايشية تراعي التباعد المكاني . • تحويل بعض الحوادث إلى مشافي ميدانية. • تعديل على فراغات الشوارع عبر تحويلها لممرات مشاة أو فراغات تعايشية لضمان راحة الناس و أمنهم الصحي أثناء التنقل. 	<p>المخاطر الفردية و المجتمعية عالية ، الممرض الذي يسبب عادة مرض بشري أو حيواني خطير و يمكن أن ينتقل من شخص إلى آخر بسهولة بشكل مباشر أو غير مباشر ، لا يوجد عادة لقاح ضد هذا النوع من الخطر و التدابير الوقائية ليست متاحة بعد²</p>	المستوى البيولوجي 4
---	---	---	---------------------

الصورة 3 : تحويل الطرقات إلى ممرات مشاة و الدراجات¹ .

7- المدن و الخطر البيولوجي :

مدن مثل (نيويورك ، لندن ، روما ...) لا تعير الأهمية الكبيرة للشروط الصحية و البيئية و ذلك بسبب الكثافة السكانية العالية ضمنها حيث تحتوي العديد من الفعاليات المحلية و الدولية ، و التي أدت بدورها لأن يغلب الفكر الاقتصادي و التجاري على المدن ، إضافة إلى استغلال المساحات الموجودة لإقامة فعاليات متعددة تعود بالربح المادي لدعم الاقتصاد في تلك المدن دون مراعاة البيئة و الاستدامة و اليوم تدفع تلك المدن ثمن هذه التوجهات.

7-1- العوامل التخطيطية المسببة بانتشار الوباء :

إن ما يساهم في انتشار هذه الفيروسات هي العلاقات و التفاعلات الاجتماعية الكبيرة و المعقدة ضمن المدن و خصوصاً في التجمعات السكنية ، فكما كانت التجمعات السكنية ذات كثافة عالية كلما زادت سرعة انتشار الفيروسات و العكس صحيح، إذاً يتوجب معالجة :

- موضوع الكثافة السكانية -الخدمات المطلوبة لتحقيق متطلبات السكان -مراعاة البيئة .

8- أهمية الاستدامة في مواجهة الأخطار البيولوجية :

إن المدن المستدامة تضمن مواجهة فعالة ضد أي خطر بيولوجي لعدة أسباب أهمها :

- اعتماد الغذاء المحلي و المستدام .
- تقليل استخدام الطاقة و دعم استخدام الطاقة المستدامة .
- النقل المستدام .
- الصحة و السعادة³ .

أولاً : تحديد الكثافة السكانية

إن الكثافة السكانية عامل مهم يجب أخذه بعين الاعتبار أثناء العملية التخطيطية لما له تأثيرات على بنية المدينة و المرافق الخدمية التي يلزم توفرها ، لذلك يجب تحديد كثافة معينة لا تقوم المدينة بتخطيها و ذلك لعدم السماح بالزيادة في المباني الخدمية و السكنية لتغطية الزيادة السكانية على حساب المسطحات الخضراء أو نسبة إشغال المقاسم مما يساهم في إيفاء المدينة لكافة احتياجات السكان و ضمان أمنهم الصحي فلا يضطرون للانتقال للجوء للريف لضمان تباعد مكاني مناسب .

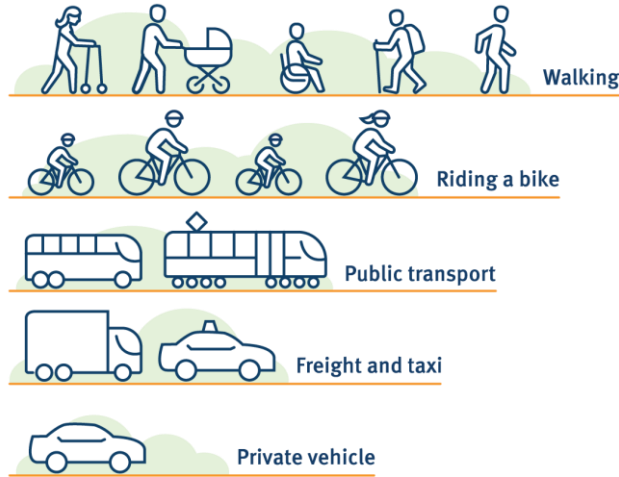
ثانياً : النقل المستدام

¹ Leber, Rebecca, Oakland Has Closed a Bunch of Streets to Cars, www.motherjones.com/environment/2020/04/okland.

² World Health Organization, Laboratory biosafety manual , 2004 .

³ الباحث .

Sustainable transport hierarchy



الصورة 4 : التدرج الهرمي للنقل المستدام¹

لعل أبرز مثال لدينا هو حافلات النقل العام و التي تخدم عدد كبير من الناس وهو أمر مفيد في الاستدامة من حيث تقليل نسبة انبعاث الكربون نتيجة لانخفاض عدد المركبات المستخدمة و لكنه لأسباب صحية يتوجب علينا تقليل عدد المقاعد المتاحة للاستخدام و ذلك لضمان تباعد مكاني مناسب أو البدء في تصميم حافلات جديدة تتوافق مع البروتوكولات الصحية الجديدة . و أيضاً يجب علينا تشجيع ركوب الدراجات الهوائية بزيادة عدد الممرات المخصصة لها و ربطها بالأجزاء المركزية و الحيوية ضمن المدينة .

ثالثاً : المباني الخدمية

يجب توفير المباني الخدمية اللازمة لكل مجموعة سكنية و كأنها مدينة منفصلة مع وجود مركز صحي و مركز عزل للمصابين ضمن كل مجموعة إضافة إلى زيادة عدد المباني التجارية بشكل يفي حاجة القاطنين و لتكون المجموعة جاهزة للاستجابة في حالات الخطر البيولوجي و خصوصاً إذا ما تم تطبيق الحجر عليها فلا تتأثر باقي أجزاء المدينة و لا تتأثر العمليات الحيوية الأساسية و الضرورية ضمن المجموعة نفسها مع مراعاة أن تكون المواد المستخدمة في البناء تتوافق مع البيئة و أن تعتمد المباني قدر الامكان على الطاقات البديلة المستدامة .

رابعاً : المسطحات الخضراء

و هي من أهم العناصر التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند التخطيط و لكن يجب أن يراعى عند تصميم المنتزهات أن تحقق تباعد مكاني بين روادها فتصبح فعالة في الاستجابة و يمكن أن يلجأ لها الناس بحثاً عن الراحة و التخفيف من الضغوط الحياتية .

خامساً : التجارة و الاقتصاد

العمل بشكل جدي و بذل جهود مضاعفة للتحويل من الاقتصاد الحالي إلى اقتصاد أخضر (بضمن تحول حضري مستدام) من خلال ثلاث مجالات رئيسية :

¹ <https://www.kindpsng.com/imgv/immRwm-an-infographic-showing-the-sustainable-transport-hierarchy-car/>



الصورة 5 : مكونات الاقتصاد الأخضر¹.

1. الحوكمة و التخطيط و الابتكار .
2. تنمية محاور عمرانية تحفز تنمية
الفعاليات التجارية .
3. خلق فراغات تعايشية و فعاليات
حضرية ثقافية تساهم في تغيير
أنماط الحياة و الاستهلاك .

سادساً : تفعيل التكنولوجيا



الصورة 6 : المدينة الذكية² .

حيث تسمح المدينة الذكية لمسؤولي المدينة بالتفاعل المباشر مع البنية التحتية للمجتمع و المدينة و رصد ما يحدث في المدينة و كيفية تطورها ، ففي حالة الأخطار البيولوجية كما هو الحال في جائحة فيروس كورونا المستجد على سبيل المثال كانت المدن المستدامة الذكية من أكثر المدن قدرة على الاستجابة بشكل فعال مع هذه الجائحة فبالرغم من إغلاق معظم الشركات و المدارس و الجامعات و الدوائر الحكومية أبوابها تجاه المستخدمين لم تجد هذه المدن أي عائق لتحقيق احتياجات القاطنين حيث قامت الشركات بتغيير سياساتها بحيث يقضي معظم موظفيها مهامهم المطلوبة و هم في منازلهم

¹ Exploring Economics, Green Economy and Sustainable Development: Bringing Back the Social, www.explorineconomics.org

² Longzhi Yang, Noe Elisa Nnko, Neil Eliot, Privacy and security Aspects of E-Government in Smart City.

دون الحاجة للتواجد ضمن مقرات الشركة ، و حتى المدارس و الجامعات عمدت إلى تغيير نظام التعليم الموجود لديها فتم التحول إلى نظام جديد بحيث يتلقى الطلاب تعليمهم عبر الانترنت و بأساليب تفاعلية .

سابعاً : تحويل الشوارع إلى ممرات مشاة

تبعاً للعديد من الاجراءات الصحية في غالبية مدن العالم تغيرت نظرة رسمي سياسات المدن نحو آليات النقل ضمن المدن حيث باتت غالبية القاطنين يفضلون اللجوء للتقليل مشياً على الأقدام و في بعض الأماكن بدأ الناس باستخدام الدراجات الهوائية ، ففي كلتا الحالتين يضمن الناس التقليل من أخطار الاصابة و مراعاة مسافة الأمان لكن ذلك فرض أعباء جديدة على المدن لزيادة أعداد المشاة و عدم وجود المساحة الحركية الكافية لهم للتقليل بأمان و دون حدوث ازدحام يؤدي لخرق الاجراءات الصحية ، فما كان من القائمين على المدن إلا الاسراع في معالجة هذه المشكلة الناشئة بعدة طرق أهمها و أكثرها فاعلية و التي يجب أن تطبق على نطاق أوسع ضمن مدن العالم أجمع ألا و هي تحويل شوارع السيارات إلى ممرات للمشاة و بالأخص في المدن الكبرى حيث نلاحظ في مدينة برشلونة أنهم عمدوا إلى تحويل الشارع في كل أوقات اليوم إلى ممر مشاة مما ساهم في التغلب على المشكلة المترتبة أما في مدينة سيائل الأميركية فقد قاموا بإغلاق الشارع أمام السيارات و السماح للمشاة بالتحرك ضمنه خلال ساعات محددة من النهار أما بعض المدن فقد قامت بإغلاق بعض الشوارع أمام السيارات فقط في الفترة المسائية بمدينة دمشق على سبيل المثال .

الجدول رقم (3) : العوامل التخطيطية و الغاية من اجراءها¹ .

العوامل التخطيطية	الأثر السلبي	الهدف و الغاية	عناصر الاستدامة المستهدفة
الكثافة السكانية	تأثير على بنية المدينة و المرافق الخدمية	تحقيق العدالة المجتمعية عبر إيفاء المدينة لكافة احتياجات السكان و ضمان أمنهم الصحي.	الصحة و السعادة
النقل المستدام	الحاجة لإعادة هيكلة الطرق ضمن المدينة	الحفاظ على البيئة و تحقيق الوصول لجميع خدمات المدينة بأقل قدر ممكن من الطاقة من خلال تقليل نسبة انبعاث الكربون و تخفيض الازدحام المروري	تقليل استخدام الطاقة و مراعاة البيئة
المباني الخدمية	زيادة الحاجة لإنشاء مباني خدمية ضمن المدينة	تجهيز كل خلية بكافة الخدمات اللازمة لإتمام مهامها الخدمية للسكان في حال طبق حجر صحي على الخلية عبر جعلها قادرة على الاستجابة للأخطار البيولوجية بحيث تؤمن كافة احتياجات السكان دون أن تعرض الأفراد لأي خطر	زيادة الخدمات المقدمة لتخفيض عدد السيارات و تلبية الاحتياجات السكانية في حالات الطوارئ
المسطحات الخضراء	زيادة نفقات الصيانة و إعادة التأهيل بشكل دوري للمسطحات	تخفيض نسب انبعاث الكربون و توفير أماكن راحة للقاطنين في المدن	تعزيز دور الحدائق العامة بشكل خاص بحيث تكون قادرة على استيعاب السكان حتى في حالات الخطر البيولوجي و ذلك عبر إيجاد أماكن يستطيع الناس فيها

¹ الباحث .

العوامل التخطيطية	الأثر السلبي	الهدف و الغاية	عنصر الاستدامة المستهدف
			الراحة و تخفيف الضغوط الحياتية حتى في حالة وجود خطر بيولوجي.
التجارة و الاقتصاد	الحاجة لأليات متطورة و مستوى عالي من التنظيم و الادارة الفعالة و المستدامة	التحول من الاقتصاد الحالي إلى اقتصاد أخضر مستدام من خلال تغيير سلوكيات و أنماط الاستهلاك عبر الحوكمة و التخطيط و الابتكار بهدف توفير الظروف المناسبة للسكان بما يتناسب مع متطلبات الواقع	الأعمال التجارية و أنماط الحياة و الاستهلاك
التكنولوجيا	الحاجة لإمكانيات كبيرة في العديد من الأصعدة لمواكبة التطورات الكبيرة و المتسارعة في التكنولوجيا	النهوض بالمجتمع لمواكبة التطورات التكنولوجية و تفعيلها لتسهيل وصوله إلى الخدمات التي يحتاجها عبر السماح لمسؤولي المدينة بالتفاعل المباشر مع البنية التحتية للمجتمع و المدينة و رصد ما يحدث فيها و كيفية تطورها مما يساهم في استجابة فعالة في حالة الأخطار البيولوجية.	المدن الذكية و دورها في دمج تكنولوجيا المعلومات و الأجهزة المادية المختلفة لتحسين كفاءة عمليات و خدمات المدينة
تحويل الشوارع إلى ممرات مشاة	زيادة الضغط المروري على شبكة الطرق في بعض الشوارع الأخرى	خفض المساحة الاسفلتية المعبدة و استثمارها بفراغات عمرانية تساهم في تعزيز استخدام السكان للحلول المستدامة المتاحة ضمن الفراغات ضمان التقليل من أخطار الاصابة بين الناس و مراعاة الاجراءات الاحترازية أثناء أداء الناس لواجباتهم و تلبية احتياجاتهم اليومية كما تعزز مفاهيم الاستدامة و تحرض على انتقال تدريجي نحو الأساليب المستدامة في التخطيط الحضري و أنماط الاستهلاك و الحياة	الشارع لعنصر متحول لفراغ عمراني وفق مبادئ و أساليب تضمن تحقق الاستدامة

إن تحقيق الشروط السابقة يضمن لنا انشاء مدن مستدامة و التي بدورها ستكون جاهزة للاستجابة لكافة الأخطار البيولوجية التي قد تطرأ ، فالاستدامة المراعية للجوانب الصحية ضرورة تخطيطية و معمارية للحصول على مستقبل أفضل.

9- أمثلة عالمية عن استراتيجيات استجابة بعض المدن لخطر جائحة كورونا المستجد :

مما سبق نجد أن علينا توفير العديد من الاجراءات لضمان سلامة المواطنين القاطنين من جهة و استمرار نشاط المدينة من جهة أخرى فلا ينبغي للإجراءات المفروضة أن تسبب شلل في المدينة و إلا ستكون لها انعكاسات سلبية بشكل كبير على هذه المدينة و عليه لقياس مدى فعالية استراتيجيات كل مدينة لمواجهة الفيروس و مدى ملائمة البنية الحضرية للمدينة مع التغيرات الجديدة يجب رصد تفاعل هذه البنية مع التغيرات وفق عدة عوامل :

- انساني : هل المدينة قادرة على توفير الأمن الصحي لقاطنيها ؟
- حضري : هل أدت الاجراءات الجديدة إلى تغيير كبير في البنية الحضرية للمدينة و الاستراتيجيات الحضرية المتبعة ؟
- اقتصادي : هل أدت الاجراءات إلى تدهور الوضع الاقتصادي في المدينة أو ركوده ؟
- اجتماعي : هل أدت استجابة المدينة للتغيرات الجديدة إلى تفكيك المجتمع و تشتيته ؟

فيما يلي أمثلة عالمية عن استراتيجيات للاستجابة المدن لخطر جائحة كورونا :

9-1- التجربة الاسكتلندية :

إن الاستراتيجية الاسكتلندية المتبعة من قبل الحكومة في المراكز الحضرية لضمان التباعد المادي ترتكز على نصح الملاك والمستثمرين للنظر في الاستفادة من مساحة طرق المشاة و حركة الناس و المواقف و متطلبات المرور ، حيث يجب أن يكون تركيز التدخلات على المناطق ذات أعلى نسبة إقبال و لاسيما المناطق التي توفر مجموعة من عوامل الجذب و الخدمات لأنها تشكل الخطر الأكبر، إن الشوارع التي تقع في المراتب العليا من الهرمية الطرقية ضمن المدينة هي الشارع الرئيسي في البلدة أو المدينة، و هي الموقع النموذجي لمعظم المتاجر و البنوك و المكاتب و غيرها من الشركات و عادة ما تكون داخل بيئات حضرية معقدة و مقيدة ، إن التدخلات النموذجية في الشوارع الرئيسية و مراكز المدينة :

- 1- تقليل سرعة المرور .
- 2- إعادة النظر في حركة المشاة و تأثيرها على المرور .
- 3- توفير نقاط عبور آمنة .
- 4- توفير مناطق لجلوس كبار السن و الأشخاص ذوي الاحتياجات الخاصة .
- 5- مراعاة طرق الدراجات .

فعلى سبيل المثال مدينة غلاسكو تم اعتماد استراتيجية تتطوي على تغييرات في الشوارع المؤدية إلى مركز المدينة و تم إعادة تخصيص 25 كيلومتر من الممرات و الطرق في مركز المدينة للمشاة و ركوب الدراجات، أما في مناطق البيع بالتجزئة و الأسواق فيتم إعدادها لضمان وجود تباعد مادي مكاني ب 2 متر بين الأفراد ، إن التدخلات في مناطق البيع بالتجزئة و الأسواق :

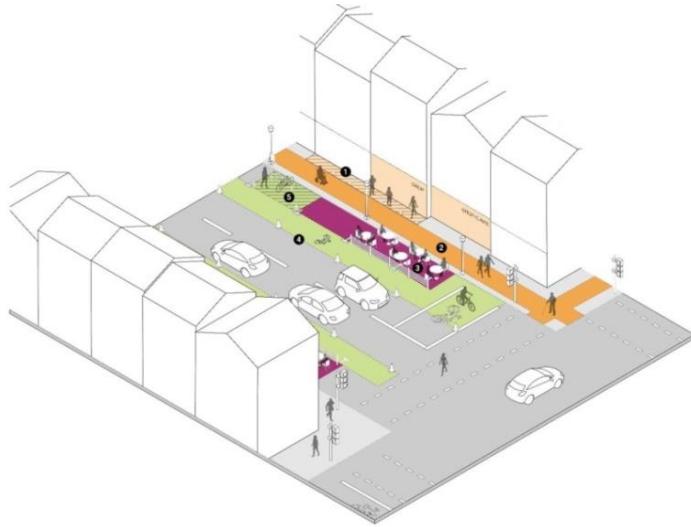


الصورة 7 : التدخلات في مناطق البيع بالتجزئة و الأسواق¹ .

و تميز الاستراتيجية الاسكتلندية نوعين من الخطط فيما يخص الشوارع فبعض الشوارع تم إعادة تخطيطها عمراً لتضمن وصول المشاة و المركبات إلى الوجهات المطلوبة حيث تنص الاستراتيجية على :

- 1- أماكن للانتظار و علامات للتوقف و حواجز خارج المدخل الرئيسي للمباني لضمان التباعد.
- 2- تعظيم الوصول و إيجاد نقاط للدخول و أخرى للخروج على أن تكون في اتجاه واحد .
- 3- الوصول و فتح الممرات .
- 4- الحفاظ على مداخل واضحة .
- 5- تحديد مناطق للانتظار (علامات ارشادية) .
- 6- إيجاد مسارب لتهدئة المركبات .
- 7- لافتات توعوية .
- 8- اتجاه واحد للحركة ضمن أسواق الشارع .
- 9- إيجاد علامات للانتظار أمام الأكشاك .
- 10- لافتات بالمعلومات الضرورية عند نقاط الدخول و الخروج للأسواق .

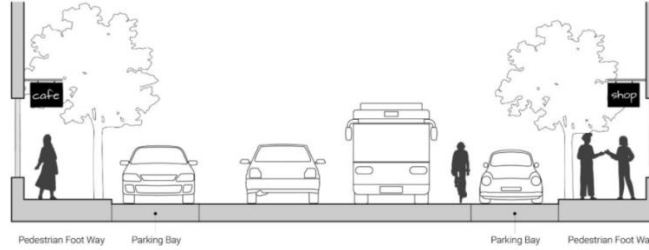
¹ Scottish Government , Safar Public Spaces for Scotland – Urban Centers and Green Spaces .



- 1- تخصيص و تقديم المساحة المناسبة للمنتظرين .
- 2- الحفاظ على طريق واضح و من دون عائق للمشاة و دراسة خاصة لذوي الاحتياجات الخاصة .
- 3- السماح للمطاعم و المقاهي بالامتداد نحو الطريق باستغلال مواقف السيارات للخدمة الخارجية مع الحفاظ على المجالات المناسبة للأنشطة العامة .
- 4- ضمان السلامة المناسبة بوضع فصل واضح بين المناطق الممتدة و المشاة و السيارات .
- 5- تنفيذ مواقف للدراجات .

الصورة 8 : إعادة تخطيط الشوارع عمرانياً¹ .

الصورة التالية توضح الوضع الحالي للشوارع حيث يبين المقطع وجود مسربين لحركة الممرات يضاف له ممر دراجات من الجهة اليمنى للشوارع ثم تأتي مواقف للسيارات على جنبي الطريق يليهم ممرات مخصصة للمشاة .



الصورة 9 : مقطع يوضح التدخلات و التغييرات العمرانية ضمن فراغ الشارع².

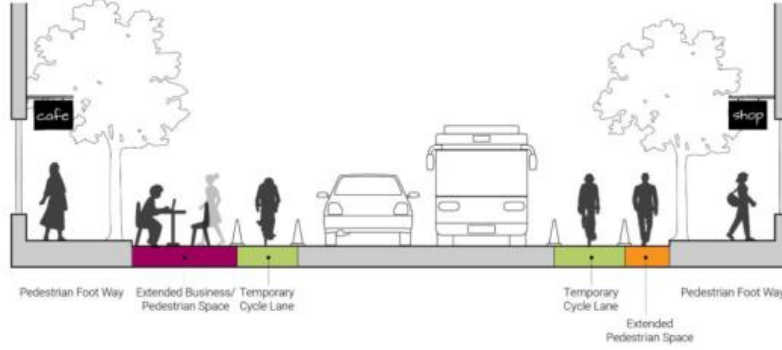
¹ Scottish Government , Former Reference.

² Scottish Government , Former Reference.

جدول 4 : مدى ملائمة استراتيجية المدينة للبنية الحضرية وفق العوامل المفروضة كمرجعية للقياس المستخرجة من تحليل التجربة¹.

النتيجة		العامل
لا	نعم	
	X	انساني : هل المدينة قادرة على توفير الأمن الصحي لقاطنيها ؟
X		حضري : هل أدت الاجراءات الجديدة إلى تغيير كبير في البنية الحضرية للمدينة و الاستراتيجيات الحضرية المتبعة ؟
X		اقتصادي: هل أدت الاجراءات إلى تدهور الوضع الاقتصادي في المدينة أو ركوده ؟
X		اجتماعي : هل أدت استجابة المدينة للتغيرات الجديدة إلى تفكيك المجتمع و تشتيته ؟

و لكن مع وصول الجائحة إلى اسكتلندا و بدء الحكومة في صياغة استراتيجيتها للاستجابة في المدن ، سارعت الحكومة إلى تعديل في فراغ الشارع حيث تم توسيع ممر الدراجات الموجود مسبقاً و إضافة ممر آخر على الجهة المقابلة، كما تم تحويل بعض مواقف السيارات إلى فراغات تعايشية للسكان كما هو موضح في الصورة التالية :

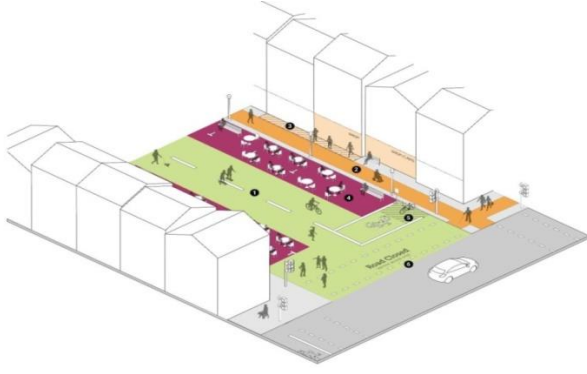


الصورة 10 : مقطع يوضح التدخلات و التغييرات العمرانية ضمن فراغ الشارع².

أما النوع الآخر من الشوارع فقد تم تخصيص مساحة الشوارع لأداء وظائف أخرى كما أنه قد تم :

¹ الباحث.

² Scottish Government , Former Reference.



الصورة 11 : إعادة تخطيط الشوارع عمرانياً¹ .

- 1- إغلاق الطرق للسماح بحرية الحركة من خلال الشارع مع السماح بوصول سيارات الطوارئ فقط .
- 2- يجب الحفاظ على طريق واضح للمشاة و ذوي الاحتياجات الخاصة دون وجود عوائق .
- 3- تخصيص مكان مناسب للمنتظرين .
- 4- السماح لتجار التجزئة و المطاعم بالامتداد الخارجي لجزء من الشارع كمساحة خارجية للتجارة و الخدمات مع اتباع نهج متوازن يحافظ على المجالات المناسبة للأنشطة العامة .
- 5- تنفيذ مواقف خاصة و مسارات للدراجات .

9-2- نيو يورك :



الصورة 12 : مدينة نيويورك قبل و أثناء انتشار الفيروس²

تقع مدينة نيويورك في الولايات المتحدة الأمريكية و تعد عاصمة اقتصادية عالمية و أهم مركز للتجارة و المال في العالم . يبلغ قرابة 8 مليون نسمة . مساحة المدينة تقدر ب 1214 كيلومتر مربع . الكثافة السكانية : 6918 نسمة / كيلومتر مربع وهو ما يجعل منها مدينة ذات كثافة سكانية عالية غير قادرة على توفير أماكن صحية للقاطنين فيها .

تسعى مدينة نيويورك لأن تكون من المدن التي تعتمد على الاستدامة في تخطيطها الحضري عبر :

- تشجيع استخدام النقل العام المشترك .
- تفعيل مبدأ التشاركية ضمن المدينة في مجال الاسكان .
- إيجاد شبكة للتنقل عبر الدراجات الهوائية .
- شبكة ميетро أنفاق تربط أجزاء المدينة ببعضها و مع باقي المدن .

¹ Scottish Government , Former Reference.

² Webpage <https://www.insider.com/photos-new-york-city-before-after-coronavirus-locjdown-2020-11?amp>

الجدول 5 : مدى ملائمة استراتيجية المدينة للبنية الحضرية وفق العوامل المفروضة كمرجعية للقياس المستخرجة من تحليل التجربة².

النتيجة		العامل
لا	نعم	
X		انساني : هل المدينة قادرة على توفير الأمن الصحي لقاطنيها ؟
	X	حضري : هل أدت الاجراءات الجديدة إلى تغيير كبير في البنية الحضرية للمدينة و الاستراتيجيات الحضرية المتبعة ؟
	X	اقتصادي: هل أدت الاجراءات إلى تدهور الوضع الاقتصادي في المدينة أو ركوده ؟
	X	اجتماعي : هل أدت استجابة المدينة للتغيرات الجديدة إلى تفكيك المجتمع و تشنيته ؟

إن الاجراءات الاستراتيجية التي اتبعتها المدينة للتصدي للوباء الحالي تمثلت ب :

- إعلان حالة الطوارئ .
- إغلاق المتاحف و المسارح .
- فرض حظر للتجمعات التي تزيد عن 500 شخص .
- إغلاق الحدائق لمدة شهرين عند حدوث الموجة الأولى من الوباء .
- التأكيد على شبكة الدراجات .
- تحويل بعض الشوارع إلى ممرات للمشاة و الدراجات¹.

و نتيجة للإجراءات التي اتبعتها المدينة عبر عمليات الاغلاق التي طالت الكثير من الفعاليات التجارية و الثقافية و الترفيهية اضطرت العديد من الشركات إلى تسريح العديد من موظفيها كمنعكس للخسارة الاقتصادية التي تكبدتها للتخفيف من أثر التدهور الاقتصادي في المدينة عليها.

9-3- هيلسنكي :

¹ International Transport Forum , COVID-19 Transport Brief Re-spacing our cities for resilience.

² الباحث .



الصورة 13 : وحدة طبية في مطار هيلسنكي ¹ .

تقع مدينة هيلسنكي في فنلندا و تعد عاصمتها و أكبر مركز سياسي و تعليمي و مالي و ثقافي في فنلندا . يبلغ تعداد سكانها قرابة 6 مليون نسمة . مساحة المدينة تقدر ب 213.75 كيلومتر مربع . الكثافة السكانية : 3003.71 نسمة / كيلومتر مربع.

تعد مدينة هيلسنكي من المدن التي تعتمد على الاستدامة في تخطيطها الحضري عبر :

- تشجيع استخدام النقل العام المشترك .
- تفعيل مبدأ التشاركية ضمن المدينة.
- إيجاد شبكة للتنقل عبر الدراجات الهوائية .
- اعتمادها على بعض تقنيات التكنولوجيا الضرورية لتلبية الناس لاحتياجاتهم .
- تعزيز دور الحدائق ضمن المدينة و هو ما انعكاس ايجابياً على حياة السكان.

¹ Webpage <https://yle.fi/news/3-11728016> .

إن الإجراءات الاستراتيجية التي اتبعتها المدينة للتصدي للوباء الحالي تمثلت ب :

- حجر جزئي .
- إقامة وحدات طبية في الموانئ و المطارات .
- التحول إلى التعليم الالكتروني .
- العمل عن بعد¹ .
- عزل المدينة عن باقي ولايات البلاد² .
- توصيات الحكومة لتجنب السفر .
- الحد من تحول الناس من المدينة للريف³ .
- تفعيل التكنولوجيا و استخدام الهاتف لأداء العديد من المهام و الخدمات اليومية⁴ .

رغم عزل المدينة عن باقي ولايات البلاد إلا أن ذلك لم يترك الأثر الكبير على المدينة اقتصاديا حيث استمرت الفعاليات الاقتصادية في العمل عبر التحول إلى العمل عن بعد وهو ما وفر بعض الوقت الشخصي للناس، إن العمل عن بعد و التحول نحو الخدمات الالكترونية لم يجعل الناس في معزل عن بعضهم بل أن تعزيز الحكومة لدور الحدائق ساهم في تفاعل الناس مع بعضهم ضمن بيئة صحية سليمة.

9-4- مليون :

تقع مدينة مليون في إقليم فكتوريا في استراليا و تعد عاصمة الاقليم وتعتبر ثاني أكبر المدن في استراليا بعد العاصمة سيدني و يبلغ تعداد سكانها قرابة 4.5 مليون نسمة . مساحة المدينة تقدر ب 1705 كيلومتر مربع . الكثافة السكانية : 2656 نسمة / كيلومتر مربع و هو ما يجعل من مدينة مليون مدينة ذات كثافة عالية . تعد مدينة مليون من المدن التي تعتمد على الاستدامة في تخطيطها الحضري عبر :

النتيجة		العامل
لا	نعم	
	X	انساني : هل المدينة قادرة على توفير الأمن الصحي لقاطنيها ؟
X		حضري : هل أدت الاجراءات الجديدة إلى تغيير كبير في البنية الحضرية للمدينة و الاستراتيجيات الحضرية المتبعة ؟
X		اقتصادي: هل أدت الاجراءات إلى تدهور الوضع الاقتصادي في المدينة أو ركوده ؟
X		اجتماعي : هل أدت استجابة المدينة للتغيرات الجديدة إلى تفكيك المجتمع و تشتيته ؟

¹ Yle. Poll: Solid Support for Continued Telecommuting Post-Pandemic. 2020

² FinnishGovernment. Movement Restrictions to Uusimaa the Government Decided on Further Measures to Prevent the Spreadof the Coronavirus Epidemic, 2020 .

³ Yle. Saariston mökkikauden Avaus Aikaistui Koronan Takia—Kustavin Kunnanjohtaja: “Melko Runsaasta määräst ihmisiä on kysymys .

⁴ Elias Willberg, Olle Järv, Tuomas Väisänen, and Tuuli Toivonen, Escaping from Cities during the COVID-19 Crisis: Using Mobile Phone Data to Trace Mobility in Finland .

⁵ الباحث.

- تشجيع استخدام النقل العام المشترك .
- تفعيل مبدأ التشاركية في المساكن ضمن المدينة.
- إيجاد شبكة للتنقل عبر الدراجات الهوائية .
- اعتماد تخطيط عام للمدينة يراعي الخطط المستقبلية المتضمنة للاستدامة.
- تعزيز دور الحدائق ضمن المدينة و ما انعكاس ايجابياً على حياة السكان.



الصورة 14 : إعادة تنظيم شوارع مدينة ملبورن ضمن

استراتيجيتها للتصدي لوباء كورونا² .

إن الاجراءات الاستراتيجية التي اتبعتها المدينة للتصدي للوباء الحالي تمثلت ب :

- استثمرت مدينة ملبورن 50 مليون دولار في مبادرات الاستجابة السريعة .
- منع تفشي COVID-19 عبر ضمان التباعد المكاني بين السكان .
- دعم الأعمال و المشاريع الناشئة .
- دعم المجتمع - المقيمين والطلاب الدوليين ومجموعات المجتمع .
- التأكيد على الاستدامة والتخطيط المحفز .
- إنشاء المجلس الاستشاري لاقتصاد المدينة¹ .

الخطط المستقبلية لتخطي آثار الوباء بعد نهايتها على المدينة:

- 1- إعطاء الأولوية للصحة العامة والرفاهية: يجب أن يعطي التعافي الأولوية لترسيخ ملبورن كنموذج يحتذى به في السلامة ، ومساعدة الأشخاص في تلبية احتياجات الصحة والسلامة الفورية وبناء قدرتنا الفردية على الصمود.
- 2- إعادة تنشيط المدينة: إن إعادة تنشيط وتنشيط ملبورن كوجهة مزدهرة للعيش والعمل والدراسة والزيارة والاستثمار سيحفز الاقتصاد ويخلق فرص العمل ويغذي السياحة.
- 3- بناء المرونة الاقتصادية: سيتم العمل مع الصناعة والحكومة الفيدرالية لبناء نظام إيكولوجي مزدهر للابتكار يكون رائدًا في الاستدامة ، ويجذب المواهب ويحافظ عليها ، وينمي الوظائف ويؤكد سمعة ملبورن كرائد عالمي للابتكار.

¹ Melbourne government, COVID-19 Reactivation and Recovery Plan - City Of The Future , 2020 .

² Victoria state government , 20-Minute Neighbourhoods- Creating a more livable Melbourne.

4- توسيع تكافؤ الفرص والوصول: الخدمات والمعلومات والبنية التحتية الشاملة والتي يمكن الوصول إليها وبأسعار معقولة تعمل على تحسين الصحة والرفاهية والازدهار. سيكون تعافينا أسرع وأقوى عندما يكون هناك المزيد من الفرص للجميع.

5- تحويل المساحات والمباني: من خلال

خلق فرص جديدة للأماكن والمساحات

المرنة والمتنوعة والمستدامة ، سنعيد

النشاط والحيوية إلى المدينة.

6- تعزيز المشاركة المجتمعية والتوافق مع

الآخرين: يدعم تنوع الأفكار اتخاذ قرارات

أفضل وإيجاد حلول للعدالة الاجتماعية

والنمو الاقتصادي. يجب أن يحدث

توافق مع جميع مستويات الحكومة

والمنظمات والشركات والمجتمع من أجل

التعافي المنسق والمستهدف.

7- التقييم والقياس والتقدم: يساعد القياس

الشامل والتحليل المستمر الذي يقر

بالاعتماد المتبادل بين الصحة والرفاهية

والاقتصاد الناس على المشاركة في

إمكاناتهم الكاملة ، ودعم مدينة مزدهرة¹

الجدول 7 : مدى ملائمة استراتيجية المدينة للبنية الحضرية وفق العوامل المفروضة كمرجعية للقياس المستخرجة من تحليل التجربة².

النتيجة		العامل
لا	نعم	
	X	انساني : هل المدينة قادرة على توفير الأمن الصحي لقاطنيها ؟
X		حضري : هل أدت الاجراءات الجديدة إلى تغيير كبير في البنية الحضرية للمدينة و الاستراتيجيات الحضرية المتبعة ؟
X		اقتصادي: هل أدت الاجراءات إلى تدهور الوضع الاقتصادي في المدينة أو ركوده ؟
X		اجتماعي : هل أدت استجابة المدينة للتغيرات الجديدة إلى تفكيك المجتمع و تشتيته ؟

8- إعادة صياغة تدابير الإيجار الخاصة : حيث أعلن مجلس الوزراء الوطني في 29 مارس 2020 عن اتفاقية لوقف عمليات الإخلاء لمدة ستة أشهر للمستأجرين السكنيين الذين يعانون من ضائقة مالية وغير قادرين على

¹ Melbourne government, Former reference.

² الباحث.

الوفاء بالتزاماتهم الإيجاري بسبب تأثير الوباء. تم تحديد سلسلة من الاتفاقيات من حيث المبدأ بين الكومنولث والولايات ، والتي تتطلب من المستأجرين المتأثرين بـ COVID19 التفاوض مع أصحاب العقارات بشأن ترتيبات الإيجار¹.

الجدول 8 : الدروس المستفادة من التجارب التخطيطية².

التجربة	الأسلوب التخطيطي	الدروس المستفادة
مدينة نيويورك	شطرنجي	<ul style="list-style-type: none"> الكثافة العالية للسكان ضمن المدينة تساهم بشكل كبير في انتشار الفيروس بين السكان. إغلاق الحدائق أمام السكان في أثناء تفشي الفيروس عاد بآثار سلبية على الصحة النفسية للقاطنين نتيجة لزيادة عزلتهم في المنازل حيث أن توفير أماكن حضرية تسمح باستمرار التفاعل بين الناس خلال الأوبئة دون تعريض أمنهم الصحي للخطر أمر ضروري .
هيلسنكي	الاستدامة الحضرية	<ul style="list-style-type: none"> إن الإجراءات الحكومية الفعالة و التخطيط الصحيح للمدينة ساهم في الحد من الهجرة نحو الريف مما خفف أعباء الخدمات اللازم توسيعها في الريف لتأمين احتياجات السكان. اعتماد المدينة على التكنولوجيا و التطور التكنولوجي الكبير الموجود فيها ساهم في حفاظ الناس على أعمالهم عبر القيام بها عن بعد . إن اتباع الاستدامة في التخطيط الحضري يتيح لنا التصرف بمرونة أكبر و هو ما ظهر لدينا عبر امكانية اقامة العديد من الوحدات الطبية ضمن المطارات و الموانئ في المدينة دون التأثير على وظيفة هذه المباني.
مدينة ملبورن	مدينة الـ 20 دقيقة 20-Minute City	<ul style="list-style-type: none"> دراسة حركة الناس و مدى قابليتهم للمشبي في سبيل تحقيق احتياجاتهم يوسع النطاق الفكري لمدى امكانية تحقيق مدينة صحية و بيئية بأقل قدر ممكن من انبعاثات الكربون . الاعتماد على هذا التخطيط يزيد من الاستدامة البيئية و الاقتصادية و الاجتماعية . يوفر هذا التخطيط أماكن صحية للناس تساعد في الاستجابة لحالات الطوارئ أثناء الأوبئة .

¹ Save Public Housing Collective Melbourne, Protecting human rights during and after COVID-19, June 2020 .

¹ الباحث .

التجربة	الأسلوب التخطيطي	الدروس المستفادة
التجربة الاسكتلندية	الاستدامة الحضرية	<ul style="list-style-type: none"> إعادة دراسة الوضع الاقتصادي و التعامل بمرونة مع الفيروس أدى بنتائج إيجابية على القاطنين. الانتقال نحو الاستدامة في التخطيط لدورها الفعال في ضمان استجابة فعالة ضد الأوبئة . يمكن تحويل بعض الشوارع الحالية إلى أماكن حضرية تتضمن فعاليات مجتمعية دون تأثير على صحة المواطنين أو الربط الطرقي في المدينة . يمكن زيادة القيمة الاستثمارية للمنطقة عبر تغيير فراغ الشارع و السماح لأصحاب المحلات و المستثمرين في استغلال المساحات الجديدة .

9-5- التجربة السورية :

تعرضت سورية لخطر الأوبئة إضافة للعديد من التهديدات و الأزمات كان آخرها فيروس كورونا المستجد، و لم تتأخر الجهات المختصة إضافة إلى الهيئات المجتمعية في العمل بالتدابير الوقائية للحد من أثر الفيروس على المجتمع كونها مثل باقي المدن حول العالم التي تعرضت للجائحة -رغم أن بعض هذه المدن لم تقدر على اتباع التدابير الوقائية لأنها لم تكن على استعداد لتحويل البنى الحضرية إلى بنى مستدامة-، لكن الأوضاع الراهنة التي تعيشها سورية من نقص في القدرات و الامكانيات لم تكن مساعدة في اتخاذ أفضل التدابير الممكنة حيث يمكننا تصنيف أهم هذه التدابير الوقائية وفق ثلاث مستويات :

الحكومة – المنظمات الدولية – الأفراد .

1- على صعيد الحكومة:



الصورة 15 : تحويل إحدى الصالات الرياضية لمشفى

طوارئ¹ .

- اغلاق الحدود و تعليق قدوم الوافدين عبر جميع المعابر ما لم يتم التأكد بأنه غير مصاب أو ناقل للعدوى عبر اجراء الفحوصات المعتمدة دولياً في هذا الخصوص.
- تقييد حركة المواطنين ضمن الفراغات الحضرية خلال ساعات محددة من الليل.
- تم تحويل بعض الصالات الرياضية لمشافي للاستخدام في حالة الطوارئ القصوى .
- تم العمل على تحويل بعض الفنادق بشكل مؤقت إلى مراكز للحجر الصحي للقادمين من الخارج كإجراء احترازي وفق البروتوكول الدولي المتبع.
- تحويل بعض الساحات ضمن المدن إلى فراغات تعايشية مخصصة للقاطنين .
- الزام المواطنين بالتباعد المكاني ضمن الفراغات الحضرية للمدن.

¹ موقع رئاسة مجلس الوزراء في الجمهورية العربية السورية .



الصورة 16 : تفاعل المنظمات الدولية مع الوضع الراهن¹ .



الصورة 17 : التوجه إلى الاجتماع للترفيه في الحدائق²
الجدول 8 : مدى ملائمة استراتيجية المدينة للبنية الحضرية وفق
العوامل المفروضة كمرجعية للقياس المستخرجة من تحليل
التجربة³.

النتيجة	العامل	
	لا	نعم
انساني :		X
هل المدينة قادرة على توفير الأمن الصحي لقاطنيها ؟		
حضري :		X
هل أدت الاجراءات الجديدة إلى تغيير كبير في البنية الحضرية للمدينة و الاستراتيجيات الحضرية المتبعة ؟		

2- على صعيد المنظمات الدولية النشطة :

- قامت المنظمات بحملات توعية عبر الاستثمار في الشاخصات الطرقية للإعلانات الطبية الوقائية .
- عملت بالتعاون مع الجهات الحكومية على إعادة ترتيب فراغات الشوارع التي تقع ضمنها المباني الخدمية للمواطنين لتوفير تباعد مكاني سليم يحمي المواطنين.
- عملت بالتعاون مع الجهات الحكومية على تعديل أثاث الموقع ضمن الفراغات الحضرية لتتناسب مع الظرف الطارئ الحالي.

3- على صعيد الأفراد :

- لجأت الكثير من الأسر التي تعيش ضمن أبنية طابقية إلى تحويل شرفات المنازل إلى أماكن للعب الأطفال.
- تحول الناس من الاجتماع للترفيه ضمن فراغات الشوارع و الأماكن المغلقة إلى استخدام الحدائق لكونها تحقق التباعد المكاني المطلوب و هو ما أدى إلى تأثير ملحوظ على اقتصاد المدن .

إن تضافر جهود الحكومة مع الأفراد و تعاون المنظمات الدولية ساهم في تحقيق استجابة جيدة في مواجهة وباء كورونا قياساً إلى الظرف الرهن الذي تعيشه البلاد حيث كانت الاستراتيجية الموضوعة قادرة على احتواء نسبة كبيرة من الخطر المرافق للانتشار السريع للفيروس بمساعدة التخطيط الشبكي للمدن و التي لعبت دور فعال في سرعة

1 منظمة الهلال الأحمر العربي السوري.

2 الباحث.

3 الباحث.

	X	اقتصادي: هل أدت الاجراءات إلى تدهور الوضع الاقتصادي في المدينة أو ركوده؟
X		اجتماعي : هل أدت استجابة المدينة للتغيرات الجديدة إلى تفكيك المجتمع و تشتيته؟

استجابة سيارات الطوارئ للحالات الحرجة و نقلها لمراكز الرعاية و المستشفيات بأسرع طريقة ممكنة.

9- النتائج :

- إن دراسة حركة الناس و مدى قابليتهم للسير في سبيل تحقيق احتياجاتهم يوسع النطاق الفكري لمدى امكانية تحقيق مدينة صحية و بيئية بأقل قدر ممكن من انبعاثات الكربون .
- إن الكثافة العالية و الغير مدروسة حضرياً للسكان ضمن المدينة تساهم بشكل كبير في سرعة انتشار الأوبئة في المدينة نظراً للظروف غير الصحية الناتجة عن التجاوزات على الاشتراطات البيئية و الحضرية لحساب تحقيق أكبر ربح اقتصادي ممكن.
- إن المدن التي تتبع في تخطيطها مبادئ الاستدامة الحضرية تكون أكثر قابلية للاستجابة للظروف الطارئة كالأوبئة لما تحققه من اشتراطات حضرية و بيئية و اقتصادية مناسبة لضمان استمرار الأنشطة البشرية ضمنها.
- إن عملية تخطيط المدن المستدامة أو التحويل الجزئي أو الكلي لمخططات المدن القائمة في الحالة المستدامة يساعد في التعامل مع الحالات الطارئة كالأوبئة .
- إن عملية التفعيل الحضري لفراغات المدن ضمن الحدود و القيود المفروضة هي استجابة لعملية التهيئة الحضرية لهذه الفراغات بما يحقق التوازن الفعال بين الفراغ و استخدامه.
- إن التحول من مدينة تقليدية إلى مدينة مستدامة تستجيب لمتطلبات الاستدامة و الحد من أخطار الأوبئة يقيد عملية التحول الحضري إلى مدن قابلة للاستخدام من قبل المشاة بشكل أكثر .
- ساعد التنبه إلى خطر الأوبئة بعض الفراغات العمرانية إلى التحول من فراغات غير فعالة إلى فراغات حضرية فعالة من خلال دراسة التصميم الحضري للاستجابة لمتطلبات المستخدمين .
- إن الالتزام بتطبيق التدرجات الهرمية في العمليات الحضرية يساعد في تحقيق كثافة المستخدمين المناسبة ضمن الفراغات الحضرية مما يؤدي لاستجابة سليمة للحالات الطارئة.
- إن مرونة المدن وقابليتها للتغيير عبر تحويل الفراغات الحضرية مع استعمالات أخرى لتستجيب بشكل حضري صحيح للمتغيرات يساهم في تحقيق الاستدامة الحضرية ضمن التجمع العمراني فالمرونة إحدى الشروط الأساسية لاستدامة المدن.

10- التوصيات :

- العمل على تفعيل الدراسات الحضرية المناسبة للمساهمة في تحويل بعض الشوارع الحالية إلى أماكن حضرية تتضمن فعاليات مجتمعية دون تأثير على صحة المواطنين أو الربط الطرقي في المدينة .
- الاهتمام بتحقيق نسبة محددة من الكثافة السكانية بحيث تكون مناسبة مع باقي الفعاليات في المدينة .

- تنشيط عملية التحول من الاقتصاد الحالي إلى الاقتصاد الأخضر في أقرب وقت ممكن هو ضرورة ذات أهمية كبيرة في الوقت الحالي .
 - الاهتمام ببناء مجتمع مستدام لتحقيق تحول حضري مستدام و فعال .
 - تفعيل استخدام مبدأ المرونة في عمليات التخطيط الحضري للمدن لضمان تحقيق الاستدامة فيها.
 - العمل على الالتزام بتحقيق الهرمية التخطيطية الصحيحة في العمليات الحضرية ضمن المدن.
 - العمل على توفير بنية تحتية مناسبة للتحول من مجتمع تقليدي إلى مجتمع ذكي ثم مجتمع مستدام.
- العمل على فرش الشارع بعناصر Hand sup بما يحقق تقسيم الشارع فراغياً و تصنيفه حسب صفة الشارع و درجته .

11- الخاتمة :

هنالك العديد من التجارب التي أثبتت فعاليتها و حسن تخطيطها و هنالك التجربة السورية المحلية و التي قد ناقشت رؤية وتحليل العديد من المهتمين بمجال التخطيط الحضري الذين واكب التجربة في عدة مدن و ذلك لعدم وجود تقارير و مراجع رسمية صادرة عن الحكومة توثق آلية الاستجابة كوننا ما زلنا تحت حكم الجائحة في العالم ككل و هنالك تجارب أخرى أثبتت بمرور الوقت فشلها الذريع و لكن رغم ذلك يمكننا لحظ ضرورة البدء بتغيير نظرتنا إلى الاستراتيجيات الحضرية المتبعة ضمن المدن حول العالم و مدى كفاءتها و قدرتها على التفاعل بمرونة مع المتغيرات التي قد تطرأ بحيث نحقق الراحة و الأمان و توفير الاجتياحات لجميع المستخدمين .

12- المراجع :

- 1- A.D.Basiago , Economic, Social and environmental sustainability in development theory and urban planning practice.
- 2- Earth Policy Institute , Natural Systems.
- 3- Elias Willberg, Olle Järv, Tuomas Väisänen, and Tuuli Toivonen, Escaping from Cities during the COVID-19 Crisis: Using Mobile Phone Data to Trace Mobility in Finland .
- 4- Evans , Roger , Urban Design Compendium-2 , Delivering Quality Places .
- 5- Finnish Government. Movement Restrictions to Uusimaa the Government Decided on Further Measures to Prevent the Spreadof the Coronavirus Epidemic, 2020 .
- 6- International Transport Forum, COVID-19 Transport Brief Re-spacing our cities for resilience.
- 7- Melbourne government, COVID-19 Reactivation and Recovery Plan – City Of The Future , 2020 .
- 8- Occupational safety and health council, Biological Hazards-Prevention and personal protection .
- 9- Peris-Oritz , Marta , Bennet , Dag R Yabar , Diana Perez-Bustamante , 2016 , Sustainable Smart Cities : Creating spaces for Technological , Social and Business Development .

- 10- Rob Roggema m The future of sustainable urbanism : Society–Based, complexity–Led, and landscape–driver , 2017 .
- 11- Save Public Housing Collective Melbourne, Protecting human rights during and after COVID–19, June 2020 .
- 12- Scottish Government , Safar Public Spaces for Scotland – Urban Centers and Green Spaces .
- 13- World Health Organization, Laboratory biosafety manual, 2004.
- 14- Yle. Poll: Solid Support for Continued Telecommuting Post–Pandemic, 2020.
- 15- Yle. Saariston mökkikauden Avaus Aikaistui Koronan Takia—Kustavin Kunnanjohtaja: “Melko Runsaasta määrästä ihmisiä on kysymys.

13- مراجع الصور :

1- RT Arabic –الصين في معركة جديدة مع كورونا في "خوبي" وعزل أكثر من 20 ألف شخص في مراكز صحية .

2- أنشطة مكافحة فيروس كورونا كوفيد-19 | أطباء بلا حدود .

3- Leber, Rebecca, Okland Has Closed a Bunch of Streets to Cars,

www.motherjones.com/environment/2020/04/okland.

4- https://www.kindpsng.com/imgv/immmRwm_an-infrographic-showing-the-sustaible-transport-heirarchy-car/

5- Exploring Economics, Green Economy and Sustainable Development: Bringing Back the Social, www.explorineconomics.org (ترجمة الباحث)

6- Longzhi Yang, Noe Elisa Nnko, Neil Eliot, Privacy and security Aspects of E–Government in Smart City. (ترجمة الباحث)

7- Webpage <https://www.insider.com/photos-new-york-city-before-after-coronavirus-locjdown-2020-11?amp>

8- Webpage <https://yle.fi/news/3-11728016> .

9- Victoria state government , 20–Minute Neighbourhoods– Creating a more livable Melbourne.

10- Scottish Government , Safar Public Spaces for Scotland – Urban Centers and Green Spaces .

11- Scottish Government , Safar Public Spaces for Scotland – Urban Centers and Green Spaces .

12- Scottish Government , Safar Public Spaces for Scotland – Urban Centers and Green Spaces .

- 13- Scottish Government , Safar Public Spaces for Scotland – Urban Centers and Green Spaces .
- 14- Scottish Government , Safar Public Spaces for Scotland – Urban Centers and Green Spaces .

موقع رئاسة مجلس الوزراء في الجمهورية العربية السورية. -15

منظمة الهلال الأحمر العربي السوري. -16

الباحث. -17

استخدام الحوامل البيولوجية من البولي بروبيلين لتعزيز أداء أحواض التهوية بالحماة المنشطة

أ.د.م. محمود فطامة**

د.م. حسين جندي**

م. زهراء حسان النداف*

(الإيداع: 11 آب 2022، القبول: 4 أيلول 2022)

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية رفع كفاءة منظومة المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة حماة والتي تعمل بالحماة المنشطة التقليدية، باستخدام الحوامل البيولوجية ذوات النمو الملتصق؛ أي العمل بنظام هجين يجمع بين عمليات النمو الملتصق والنمو المعلق. تتألف الوحدة التجريبية المصممة من حوض بيولوجي حاوي على الحماة المنشطة (نمو معلق)، والحوامل البيولوجية الثابتة (نمو ملتصق)، وهي عبارة عن أكياس من مادة البولي بروبيلين، ومنظومة تريذ في الأعلى، تقوم بتوزيع المياه بشكل متجانس على الحوامل البيولوجية، وتساهم في زيادة تركيز الاوكسجين المنحل في المياه، يلي الحوض البيولوجي حوض ترسيب ثانوي. تم تشغيل الوحدة التجريبية على مرحلتين: المرحلة الأولى تم تشغيلها في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة حماة، حيث بلغت كفاءة الإزالة الوسطية للـ BOD_5 ، COD: 74%، 78% على التوالي، بالرغم من الظروف التشغيلية الصعبة في المحطة (الانقطاع في التيار الكهربائي، التعديلات على شبكة الصرف الصحي). في المرحلة الثانية تم نقل الوحدة التجريبية إلى مركز أبحاث طلاب الدراسات العليا، التابع للمعهد العالي لبحوث البيئة، جامعة تشرين؛ لوضعها ضمن ظروف تشغيل أكثر استقراراً، حيث تم إجراء تجربتين: التجربة الأولى تمت دون وجود حوامل بيولوجية، وذلك لمعرفة كفاءة الحوامل، حيث بلغت كفاءة الإزالة الوسطية للـ BOD_5 ، COD، النترات، الفوسفات: 84%، 38.5%، 22.5%، 30% على التوالي. أما التجربة الثانية فتمت بوجود الحوامل البيولوجية، حيث بلغت كفاءة الإزالة الوسطية للـ BOD_5 ، COD، النترات، الفوسفات: 92%، 45%، 28%، 31% على التوالي. بينت النتائج ان منظومة المعالجة هذه مستقرة، رخيصة الثمن، ويمكن استخدامها بكفاءة عالية فيما لو تأمنت الظروف المناسبة والمستقرة لها.

الكلمات المفتاحية: الحماة المنشطة التقليدية، النمو الهجين، النمو المعلق، النمو الملتصق، BOD_5 ، COD.

*طالبة ماجستير في قسم هندسة النظم البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - سورية.

** مدرس في قسم هندسة النظم البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - سورية.

*** أستاذ في قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة حماة - سورية.

Use of polypropylene biological carriers to enhance the performance of activated sludge aeration tank

Eng. Zahraa alnaddaf*

Dr. Eng. Hussien Juniedi **

Prof. Dr. Eng. Mahmoud Fattamah***

(Received:11 August 2022,Accepted:4 September 2022)

Abstract:

This research aims to study the possibility of raising the efficiency of the biological treatment system in the wastewater treatment plant in Hama, which operates by conventional activated sludge, using biological carriers with attached growth that is, working with a hybrid system that combines the processes of attached and suspended growth. The designed experimental unit consists of a biological basin containing: activated sludge (suspended growth), and fixed biological carriers, (attached growth), which are of polypropylene bags, and sprayer system above. The aim of which is to distribute water homogeneously on the biological carriers, in addition to increasing the concentration of oxygen Dissolved in water, the biological basin follows a secondary sedimentation basin. The experimental unit operated in two stages: the first stage operated in the sewage treatment plant in Hama, where the average efficiency of BOD₅ removing was 74% and of COD was 78%. In the second stage, the experimental unit transferred to the Postgraduate Students Research Center at Tishreen University of the Higher Institute for Environmental Research, to provide more stable operating conditions. Two separate experiments conducted with the aim of knowing the efficiency of biological carriers: In the first experiment, the experimental unit operated without biological carriers, where the average efficiency of BOD₅, COD, nitrate, and phosphate removing was: 84%, 38.5%, 22.5%, and 30%, respectively. In the second experiment, it operated with biological carriers, where the average efficiency of BOD₅, COD, nitrate, and phosphate removing: 92%, 45%, 28%, and 31%, respectively. The results showed that this treatment system is stable and low in cost, and .can used with high efficiency if appropriate and stable conditions were provided

Key words: activated sludge, hybrid growth, suspended growth, attached growth, BOD₅, COD.

*

1. المقدمة: Introduction

* Master Student in Department of Environmental Systems Engineering, Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University.

** Assistant Professor in Department of Environmental Systems Engineering, Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Syria.

*** Professor in the Department of Environmental Engineering – Civil Engineering Faculty – Hama University, Syria.

على الرغم من أن مجموعة الحلول التقنية والتكنولوجية المتاحة في مرحلة التخطيط لعملية معالجة مياه الصرف الصحي كبيرة نسبياً، إلا أن عدداً من المشاكل الغير متوقعة تظهر في مرحلة التشغيل. هناك الكثير من محطات معالجة مياه الصرف الصحي يعاني مشغلوها من الأداء الهيدروليكي المتغير (Iloms *et al.*,2020)، وزيادة تدفق حمل الملوثات (Paweska,2017)، وتركيز مرتفع / منخفض من الكتلة الحيوية المعلقة (Jianlong,2000)، وترسيب منخفض للحمأة المنشطة (Tandoi.2017). حيث تكون الأسباب معقدة، غالباً تكون الحلول الممكنة مثقلة بالحوجز التكنولوجية، وقد يؤدي التغلب على الصعوبات التشغيلية إلى تغييرات في بناء النظام التكنولوجي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي. بالطبع يمكن تحسين كفاءة عملية معالجة مياه الصرف الصحي بيولوجياً بشكل كبير باستخدام نظام الأغشية الثابتة المدمجة مع الحمأة المنشطة، وهو نظام يدمج بين الكتلة الحيوية المعلقة والكتلة الحيوية الملتصقة على الحوامل البيولوجية. ولكن الأهم من ذلك، يمكن استخدام هذا النظام في المرافق الحالية دون الحاجة إلى توسيع النظام (Jenkins,2003).

أثبت الباحث (Kusnierz *et al.*,2022) أنه في نظام الأغشية الثابتة المدمجة مع الحمأة المنشطة، هناك تطور كبير للكائنات الحية الدقيقة في كل من الحمأة المنشطة والألياف المستخدمة كحوامل بيولوجية، مما يدل على انخفاض الاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين، والظروف الهوائية الجيدة للنتيجة، وعمر الحمأة الطويل. كما لوحظ طوال فترة البحث وجود بكتريا آزوتية وتراكم للفوسفور في كل من الحمأة المنشطة والألياف وكانت تراكيز النيتروجين والفوسفور الكلية ضمن المواصفات القياسية المسموح بها.

كما قام الباحث (Dohdoh *et al.*,2021) بالمقارنة بين نظام بطانة الحمأة اللاهوائية ذات التدفق الصاعد مع الحمأة المنشطة (UASB-AS) (upflow anaerobic sludge blanket- activated sludge) التقليدي، ونظام بطانة الحمأة اللاهوائية ذات التدفق الصاعد مع الاغشية الثابتة المدمجة داخل حوض الحمأة المنشطة (UASB-IFAS) (upflow anaerobic sludge blanket-Integrated fixed film activated sludge) الهجين، وجد أن لكلا النظامين كفاءة عالية نسبياً في إزالة المواد العضوية (تم تحقيقها > 95%). ومن المزايا الإضافية التي تم لحظها في النظام الهجين هي الثبوتية العالية عند تغير الأحمال العضوية والهيدروليكية.

كما قام الباحث (Irani *et al.*,2021) في دراسته بتشغيل مفاعل يحوي غشاء بيولوجي ثابت مع وبدون استخدام الأوزون لمعالجة مياه الصرف الصحي البلدية. حيث تم استخدام حوامل من مادة البولي بروبيلين كوسيط داعم للنمو، أظهرت النتائج أن عملية المعالجة بوجود الأوزون قد أدت إلى تحويل المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة، لذلك تعتبر عملية دمج المفاعل الحاوي على الغشاء البيولوجي الثابت مع الأوزون تقنية واعدة لإزالة COD.

قام الباحث (Naghypour *et al.*,2020) بتحديد بعض الصعوبات والتحديات المتعلقة بتشغيل مفاعل الأغشية الثابتة المدمجة مع الحمأة المنشطة، لمعالجة مياه الصرف الصحي المنزلية في المجمعات السكنية الصغيرة. حيث أظهرت نتائج الدراسة أن متوسط كفاءة إزالة الـ BOD₅ و COD و TP و TKN و NH₄-N و TSS الكوليفورم البرازية هي 70,5% , 79% , 94% , 64% , 80% , 73% , 87% على التوالي، أما النتجة ونزع النتروجين في هذا النظام فلم يتم تنفيذها بشكل صحيح، غير أن الحمل الجرثومي في مياه الصرف المعالجة كانت مقبولة، في غياب أي تطهير.

تكمن أهمية البحث في الوقوف على درجة المعالجة، لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة حماة، القائمة حالياً ومدى إمكانية تطويرها وتحسينها من أجل الحصول على مردود فني واقتصادي أفضل والتخفيف قدر المستطاع من الأعباء الاقتصادية والوصول إلى درجة معالجة بشكل أفضل، خصوصاً في ظل ظروف الانقطاع المتكرر للتيار الكهربائي في المحطة، والتحديات على شبكة الصرف الصحي للمدينة.

2. المشكلة البحثية: Research problem

إن محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تعمل بالحماة المنشطة التقليدية (كما هو الحال في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في حماة) تعاني من حمولات عضوية وهيدروليكية مرتفعة، حمولات سامة، تعديلات متنوعة على شبكة الصرف الصحي، بالإضافة إلى الانقطاع المتكرر للتيار الكهربائي نتيجة الظروف الراهنة، كل هذه المشاكل تؤدي إلى تدني الكفاءة في منظومة المعالجة البيولوجية، وبالتالي تكون المياه المعالجة المصروفة إلى الأنهار (حالة نهر العاصي) خارج المواصفات القياسية المسموح بها. تهدف الدراسة الحالية إلى تطوير منظومة المعالجة البيولوجية التي تعمل بطريقة الحماة المنشطة التقليدية، وذلك بوضع حوامل بيولوجية ثابتة تدعم منظومة المعالجة. وهي طريقة فعالة: من حيث الكلفة لإعادة تهيئة محطة المعالجة وزيادة قدرتها على المعالجة، والمساهمة في زيادة استقرار عملية المعالجة، بالإضافة لتعزيز إزالة المغذيات، وتحسين نوعية الحماة.

3. مواد البحث وطرائق: Research materials and methods

1.3. منطقة الدراسة

تقع محطة المعالجة في الجهة الشمالية الغربية لمحافظة حماة على بعد /7/ كم عن وسط المدينة ومتوضعة على ضفاف نهر العاصي، حيث تصرف المياه المعالجة إلى نهر العاصي، تشغل المحطة مساحة إجمالية /80000/ متر مربع، وضعت المحطة بالخدمة بتاريخ 2005/3/6، أما كمية مياه الصرف الصحي التي تصلها فهي حوالي /50000/ متر مكعب في اليوم من مياه الصرف الصحي لمدينة حماة، ينتهي العمر التصميمي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة حماة، عندما تصبح قيم الأحمال والتدفقات الداخلة إليها أعلى من الأحمال التي صممت من أجلها.



الشكل رقم (1) : صورة جوية لموقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في حماة

ونظراً لأهمية ودور المخطط التكنولوجي للمحطة في معالجة مياه الصرف، كان لابد من إعطاء فكرة سريعة عن وحدات وأقسام محطة المعالجة في حماة: منشأة محطة الضخ (البوابة الرئيسية - المصافي الخشنة - المضخات - خطي الضخ)، منشأة الدخول للمحطة (المصافي الناعمة والمرسبات الرملية)، أحواض الترسيب الأولية، أحواض التهوية، أحواض الترسيب الثانوية، محطة ضخ الحماة الراجعة، أحواض تكثيف الحماة، محطة ضخ الحماة المكثفة ومياه الغسيل، منظومة التعقيم

بالكلور، المنشآت الخدمية (مبنى الإدارة والمخبر – مبنى الورش – مبنى الكلورة – مركزي التحويل الكهربائي – خزان الماء العالي – المحارس – شبكة إطفاء الحريق – شبكة الغسيل – مركز القطع وصل الكهربائي).



الشكل رقم(2): أقسام محطة معالجة مياه الصرف في حماة

إن الاطلاع المعمق على المخطط التكنولوجي ودراسة إشكاليات المحطة، كان السبب في اختيار موضوع البحث، والذي يهدف إلى تطوير أداء المحطة، من خلال تعزيز النظام القائم بمنظومة داعمة، لذلك كان العمل موجهاً لتصميم وحدة معالجة تجريبية، توضع في المحطة وتعمل بنفس الظروف. خلال هذا البحث تم تشغيل الوحدة التجريبية على مرحلتين: المرحلة الأولى: تم تشغيلها في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة حماة، كما في الشكل (3).

تتألف الوحدة التجريبية المصممة في المرحلة الأولى

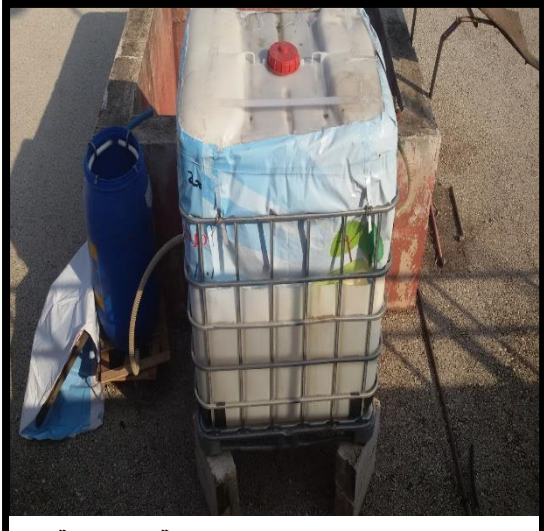
- خزان بلاستيكي مصنوع من مادة البولي إيثيلين بأبعاد

(110,90,103سم)، تم تقسيم هذا الخزان إلى قسمين، قسم سفلي بمثابة

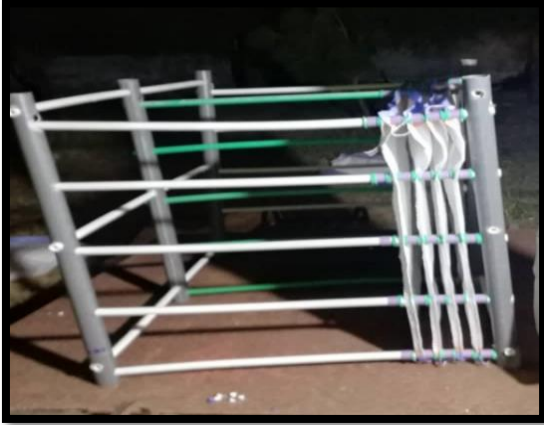
حوض تهوية بارتفاع 70سم، وقسم علوي مخصص كمنظومة للتهوية

والترذيذ بارتفاع 30سم، تفصل بينهما مسافة هوائية تسمح بدخول الهواء

وزيادة كفاءة التريذ الواصل للحوامل البيولوجية.



الشكل رقم (3): الوحدة التجريبية المصممة



الشكل رقم (4): هيكل الحوامل البيولوجية



الشكل رقم (5): منظومة الترذيد



الشكل رقم (6): حوض الترسيب

- حوامل بيولوجية وهي عبارة عن أكياس من مادة البولي بروبيلين، وضعت ضمن هيكل مؤلف من 6 قساطل داعمة رئيسية مصنوعة من الـ PVC بقطر 2 إنش، ومن 22 قسطل جانبي مصنوع من مادة الـ PPR بقطر 0.5 إنش، بحيث أصبح الهيكل متماسكاً ليتمكن من احتضان الحوامل البيولوجية، وتم استخدام حوالي 24 كيس، تم فصل الأكياس عن بعضها البعض مسافة 4سم، باستخدام فواصل من البلاستيك ومن أنابيب الـ PPR، منعاً للانسداد نتيجة تشكل الغشاء البيولوجي على هذه الحوامل كما في الشكل (4).

- منظومة ترذيد وهي عبارة عن قسطل رئيسي بقطر 1 إنش زود ب 14 فتحة، كل منها تسمح بإدخال قسطل بقطر 1/2 إنش، تم تثقيب كل قسطل بخمسة ثقوب بقطر 5مم، وتم تزويدها بعواكس من الصاج لزيادة فعالية الترذيد الذي يؤدي لزيادة كفاءة التهوية، كما في الشكل (5)، تم تثبيت منظومة الترذيد على السطح الداخلي لغطاء الخزان من خلال حلقات تثبيت إلى الخزان، يتم ضخ المياه بواسطة مضخة غاطسة إلى منظومة الترذيد في الأعلى، ومن ثم تندفع المياه من هذه المنظومة نحو الأسفل على شكل رذاذ باتجاه الحوامل البيولوجية، إذ تلعب منظومة الترذيد مع المضخة الغاطسة دوراً في ادخال الهواء الجوي إلى حوض التهوية، كما تساهم في استمرار اضطرابه للحيلولة دون الترسيب.

- حوض ترسيب هو عبارة عن خزان بلاستيكي، قطره 40سم، ارتفاعه 90سم، يتم فيه فصل المياه المعالجة عن الحمأة المنشطة، كما في الشكل (6)، تم تثبيت أسطوانة مركزية أسفل الحوض، تمر من خلاله المياه القادمة من حوض المعالجة إلى حوض الترسيب، كما تم وضع صفيحة أعلى الاسطوانة لتهدئة المياه ضمن الحوض، ومنع صعود الحمأة المنشطة إلى هدار الحوض، زود الخزان في الأسفل بمضخة للحمأة العائدة التي يتم ضخها إلى بداية حوض التهوية، بينما يتم صرف الحمأة الفائضة عند الحاجة.



الشكل رقم (7): الوحدة التجريبية في المرحلة الثانية

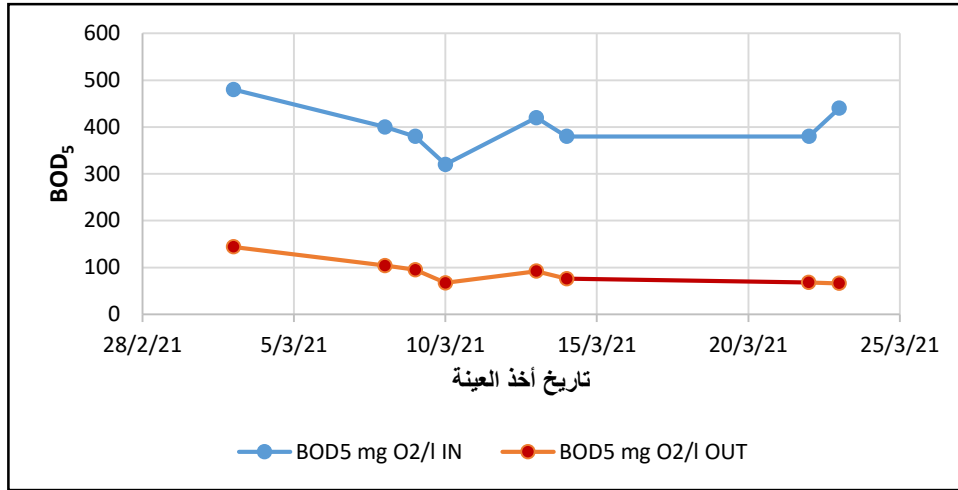
المرحلة الثانية: تم نقل وحدة المعالجة التجريبية إلى مركز أبحاث الدراسات العليا في جامعة تشرين في محافظة اللاذقية، كما في الشكل (7)، حيث خضعت وحدة المعالجة إلى برنامج عمل تشغيل هدفها بيان كفاءة معالجة الحوامل البيولوجية فيها، وإجراء بعض التعديلات على الوحدة التجريبية وتطويرها لتقادي نقاط الضعف التي واجهتها المنظومة في المرحلة الأولى، وذلك للوصول إلى درجة المعالجة المطلوبة وزيادة الكفاءة، حيث تم إجراء تجربتين بشكل منفصل على الوحدة التجريبية من خلال تشغيل الوحدة التجريبية بوجود الحوامل البيولوجية، وتشغيلها بدون حوامل بيولوجية، حيث تم اعتماد المياه الناجمة عن حوض لتربية الاسماك الموجود في مركز الابحاث كمصدر للتلوث، باعتبار اننا قد أوقفنا التعامل مع مياه الصرف الصحي بعد جائحة الكورونا.

بعض التعديلات التي خضعت لها الوحدة التجريبية في المرحلة الثانية

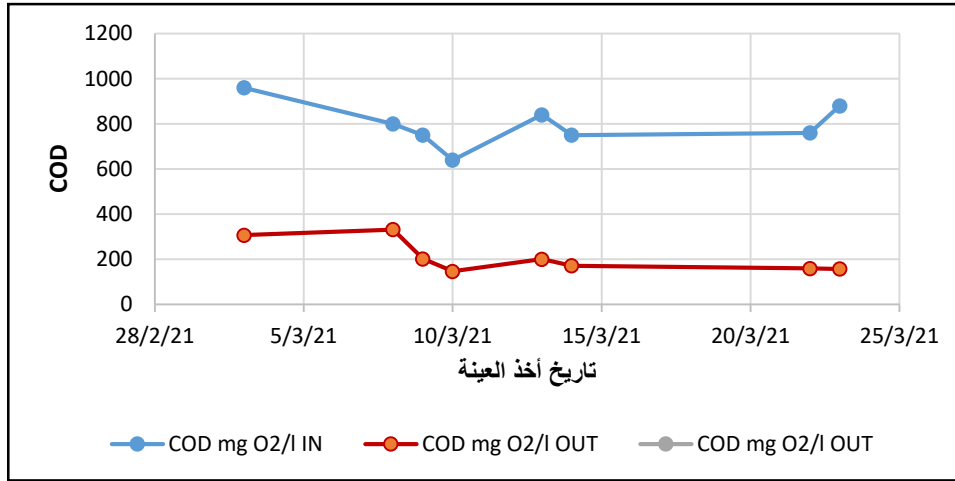
- تم وضع منطقة دخول المياه إلى وحدة المعالجة التجريبية أسفل الحوض، وذلك من أجل منع تشكل دارت قصر نتيجة الإنقطاع المتكرر للتيار الكهربائي، وبقاء المياه داخل الحوض مدة أطول قبل خروجها من الحوض.
- رفع الحوامل البيولوجية ومنظومة التريز، لتأمين ظروف الخلط المثالي في حوض التهوية.
- تم إزالة الصفيحة الموجودة فوق الأسطوانة المركزية في حوض الترسيب لتترسب الحمأة بشكل كامل أسفل الحوض.
- كما وضعت مضخة حوض التهوية ضمن سطل مغلق زود بأربع فتحات، التي زودت بقساطل تساعد بسحب المياه بشكل متجانس من كامل الحوض، لتقادي حدوث نقاط ميتة داخل الحوض.

3. النتائج والمناقشة: Results and discussion

المرحلة الأولى: تم البدء بالمرحلة الأولى بتاريخ (11/2/2021)، وتم في هذه المرحلة ضبط سكر التحكم بالمياه لتزويد حوض التهوية بتدفق قدره 2 L/min لتحقيق زمن مكث هيدروليكي قدره HRT=5hour ، قطفت عينات المدخل من الريكار، أما عينات المخرج فتم قطفها من الأنبوب الخارج من الهدار المحيطي للمرسب الثانوي، وتم إجراء تجربة الاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين BOD₅، وتجربة الاحتياج الكيميائي للأوكسجين COD، خلال فترات زمنية مختلفة، حيث بلغت كفاءة الإزالة الوسطية للـ BOD₅، 74% ، الشكل (8)، وكفاءة الإزالة الوسطية للـ COD، 78% ، الشكل (9)، حيث لوحظ تحسن في كفاءة عمل وحدة المعالجة التجريبية مع الزمن ، نتيجة ازدياد نمو الغشاء البيولوجي على الحوامل البيولوجية. كما ان تراكيز الـ BOD₅ والـ COD في المياه الداخلة لمحطة المعالجة مرتفعة، يعود سبب ذلك لوجود أحمال عضوية عالية في المياه الداخلة.

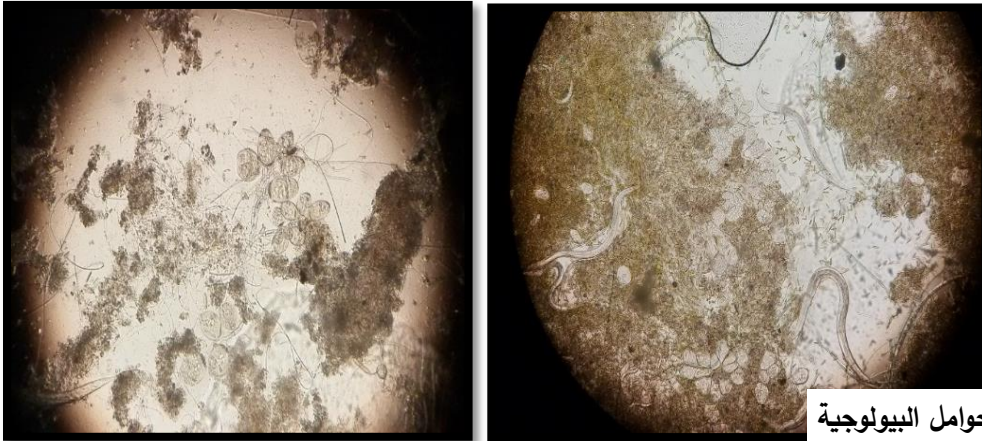


الشكل رقم (8): مخطط بياني لتغير تراكيز BOD_5 في المرحلة الأولى



الشكل رقم (9): مخطط بياني لتغير تراكيز الـ COD في المرحلة الأولى

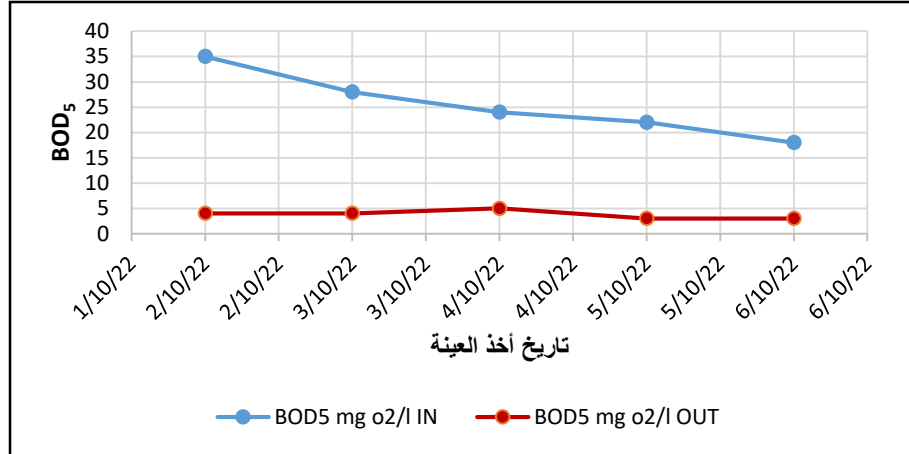
وللتعرف على طبيعة الكائنات التي نمت على الحوامل البيولوجية، تم إجراء فحص مجهري لكل من الحمأة المنشطة في حوض التهوية والحوامل البيولوجية، وذلك لمعرفة كفاءة التشغيل وطبيعة الترسب النهائية لوحدة المعالجة التجريبية، لوحظ أن كثافة الكتلة الحيوية والتنوع البيولوجي على الحوامل البيولوجية، كما في الشكل (10)، هي أعلى بكثير من كثافتها وتنوعها ضمن حوض التهوية.



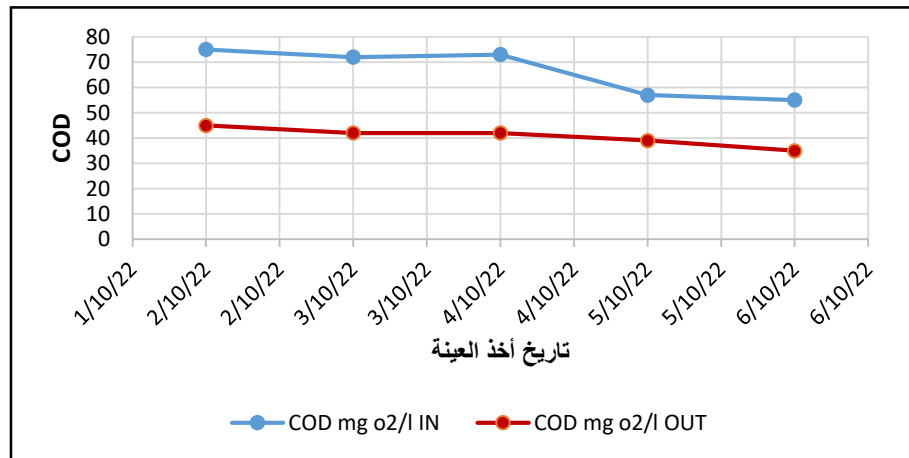
الشكل رقم (10): الكثافة والتنوع البيولوجي على الحوامل البيولوجية

المرحلة الثانية

التجربة الأولى: بُدء العمل في التجربة الأولى بتاريخ (12/9/2021–15/10/2021). وتم تشغيل الوحدة التجريبية دون الحوامل البيولوجية حوالي الشهر تقريباً، تم خلالها قطف العينات من مخرج دريناج حوض السمك ومن مخرج حوض الترسيب الثانوي، وتم اجراء تجربة الاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين BOD_5 ، الاحتياج الكيميائي للأوكسجين COD، شاردة النتريت NO_3^- ، شاردة الفوسفات PO_4^{3-} ، خلال فترات زمنية مختلفة، بلغت كفاءة الإزالة الوسطية للـ BOD_5 ، 84%، الشكل (11)، وبلغت كفاءة الإزالة الوسطية للـ COD، 38.5%، الشكل (12).



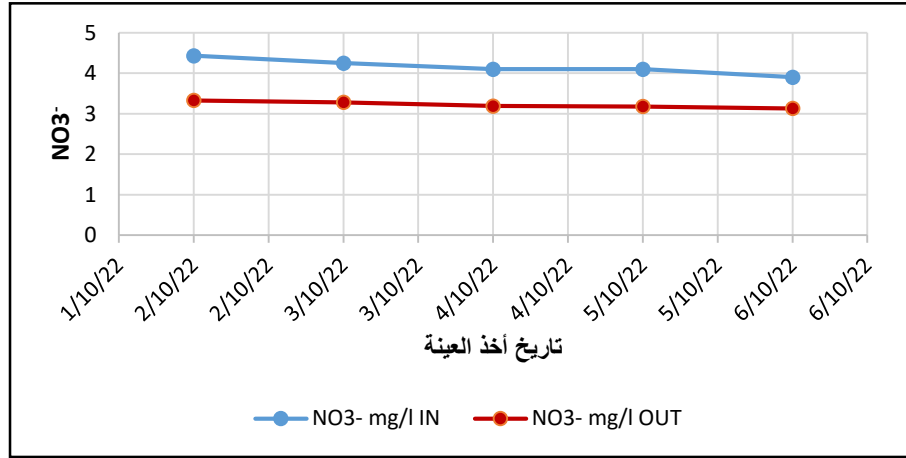
الشكل رقم (11): مخطط بياني لتغير تراكيز الـ BOD_5 في التجربة الأولى



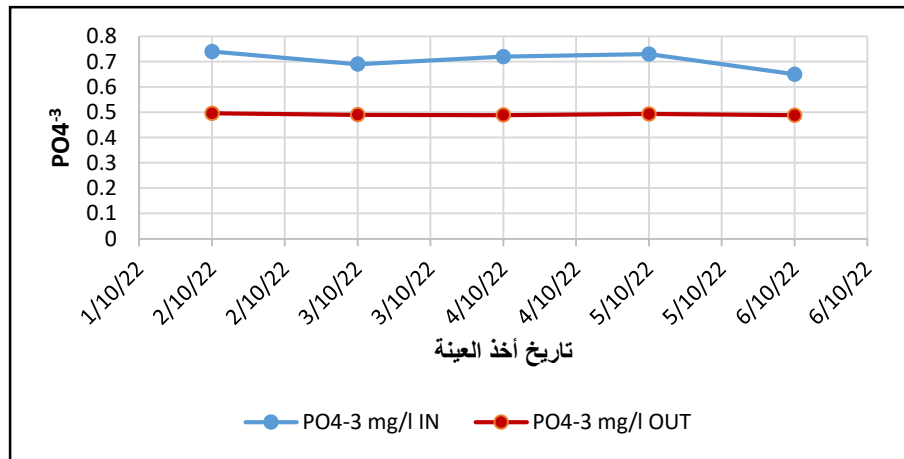
الشكل رقم (12): مخطط بياني لتغير تراكيز الـ COD في التجربة الأولى

من النتائج السابقة تم ملاحظة أن قيم الـ BOD_5 ، والـ COD، في عينات المدخل منخفضة بالمقارنة مع مياه الصرف الصحي في مدخل محطات المعالجة، يعود سبب ذلك إلى ان المياه المستخدمة في المعالجة هي مياه ناجمة عن حوض تربية أسماك، وهي مياه يكون فيها الحمل العضوي القابل للتحلل بمساعدة البكتريا منخفض، يقابله حمل عضوي كبير نسبياً غير قابل للتحلل بواسطة البكتريا.

أما شاردة النترا فقد بلغت كفاءة الإزالة الوسطية لها، 22.5%، الشكل (13). وكفاءة الإزالة الوسطية لشاردة الفوسفات، 30%، الشكل (14). إن عملية التخلص من الأزوت والفوسفور أو التقليل من تراكيزه، ستحد من ظاهرة الاثراء الغذائي في البيئة النهرية، وأيضاً ستحول دون تلوث المياه الجوفية بالنترا في حال استخدام تلك المياه لأغراض الري.

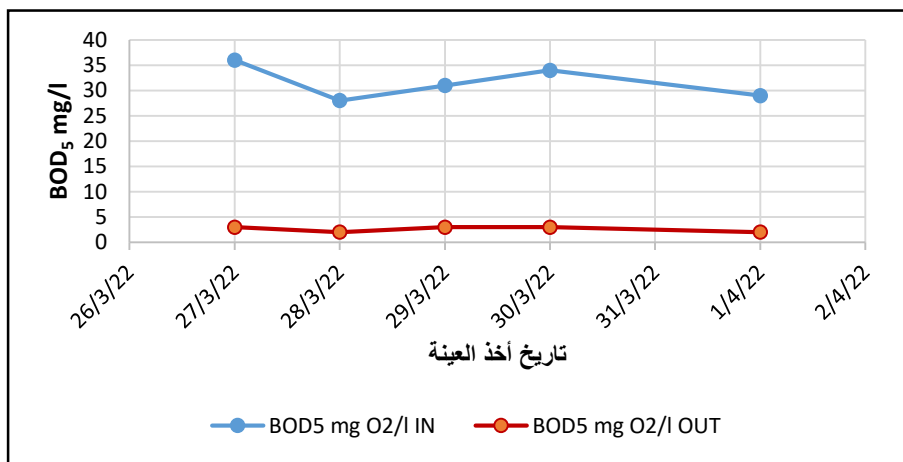


الشكل رقم (13): مخطط بياني لتغير تراكيز شاردة النترا في التجربة الأولى

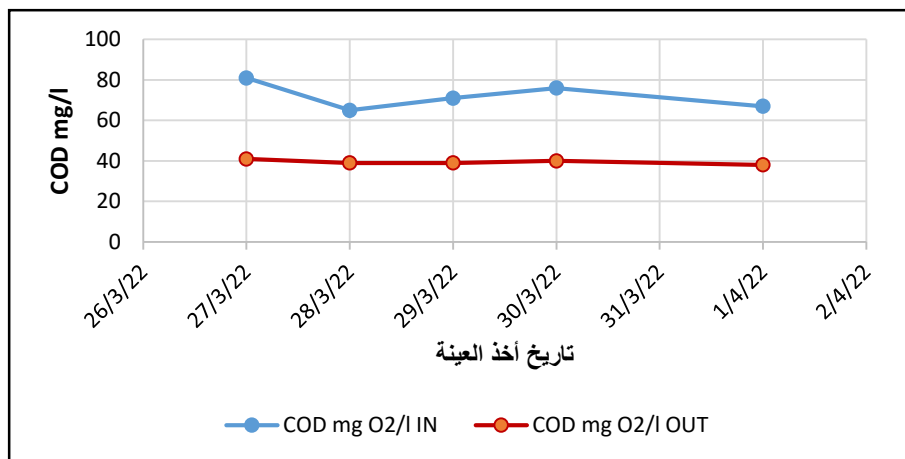


الشكل رقم (14): مخطط بياني لتغير تراكيز شاردة الفوسفات في التجربة الأولى

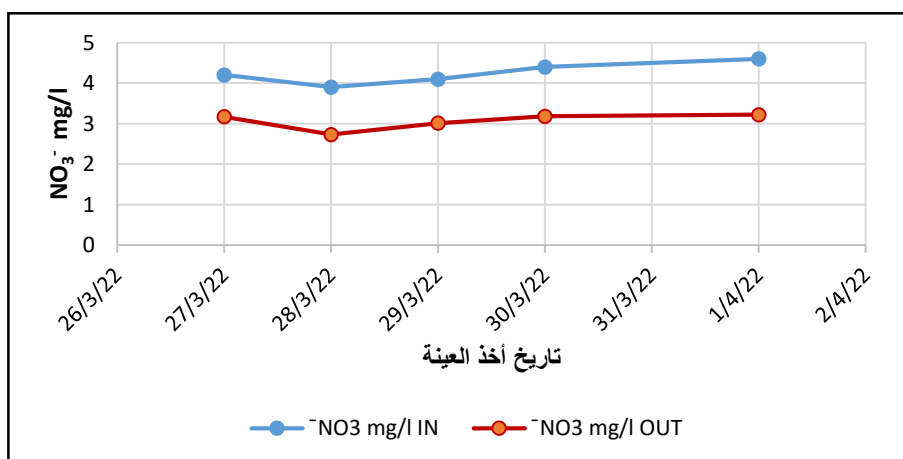
إن كفاءة المعالجة في إزالة كل من الأزوت والفوسفور تتوافق مع الكفاءة القياسية التي تنتج عن المعالجة الثانوية. التجربة الثانية: بدأ العمل بهذه التجربة من تاريخ (15/4/2022-13/3/2022)، والتي تم فيها تزويد منظومة المعالجة بالحوامل البيولوجية، تم قطف العينات من مخرج دريناج حوض السمك، ومن مخرج حوض الترسيب الثانوي. وقمنا بقياس تراكيز المتغيرات التالية: NO_3^- ، PO_4^{3-} ، BOD_5 ، COD ، حيث بلغت كفاءة الإزالة الوسطية لـ BOD_5 92%، الشكل (15)، وبلغت كفاءة الإزالة الوسطية لـ COD 45%، الشكل (16)، وبلغت كفاءة الإزالة الوسطية لشاردة النترا 28%، الشكل (17)، وبلغت كفاءة الإزالة لشاردة الفوسفات 31%، الشكل (18).



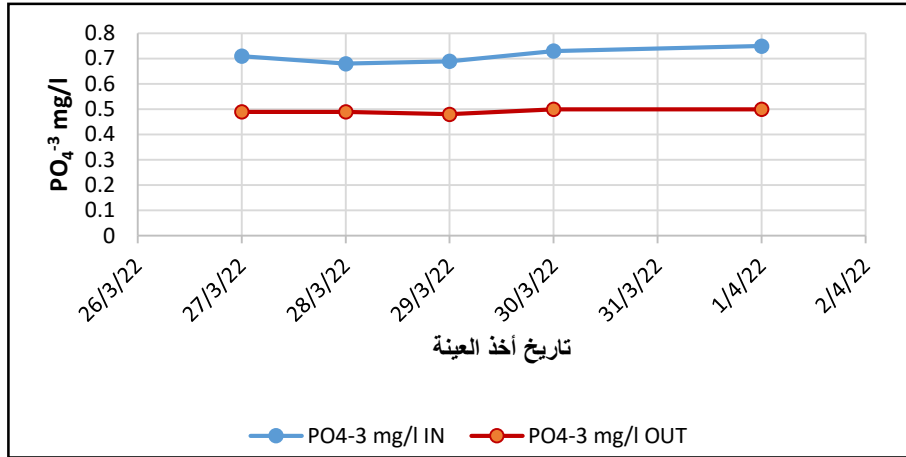
الشكل رقم (15): مخطط بياني لتغير تراكيز الـ BOD_5 في التجربة الثانية



الشكل رقم (16): مخطط بياني لتغير تراكيز الـ COD في التجربة الثانية



الشكل رقم (17): مخطط بياني لتغير تراكيز شاردة النترا في التجربة الثانية



الشكل رقم (18): مخطط بياني لتغير تراكيز شاردة الفوسفات في التجربة الثانية

4. نتائج البحث والمقترحات: Search results and suggestions:

- 1- عند تشغيل وحدة المعالجة التجريبية في حماة (المرحلة الأولى)، لوحظ تراجع في قيم كفاءة المعالجة عن القيم المطلوبة وفق المواصفة القياسية؛ وذلك بسبب الظروف التجريبية التي تعرضت لها المنظومة إضافة إلى بعض نقاط الضعف التصميمية.
- 2- إن نقل الوحدة التجريبية إلى مركز أبحاث الدراسات العليا بجامعة تشرين التابع للمعهد العالي لبحوث البيئة (المرحلة الثانية)، وذلك للعمل على تلافي نقاط الضعف، التي واجهناها في محطة حماة، إلا أن منظومة المعالجة لم تعمل ضمن ظروف حمولات التلوث الموجودة عادة في محطات المعالجة، لذلك يصعب الوصول إلى الكفاءة العليا المتوقعة منها.
- 3- إن إضافة الحوامل البيولوجية، في محطات المعالجة التي تعمل بالحماة المنشطة التقليدية، يدعم منظومة المعالجة، خصوصاً عند تعرض مثل هذه المحطات لحمولات عضوية وهيدروليكية عالية، بالإضافة لانقطاع التيار الكهربائي، وتوقف المحطة عن العمل لساعات طويلة، في ظل الظروف الراهنة.
- 4- في النهاية تم التوصل إلى منظومة معالجة مستقرة، رخيصة الثمن، وقليلة الكلفة، يمكن أن نستخدمها بكفاءة عالية فيما لو تأمنت الظروف المناسبة والمستقرة لها.

5. التوصيات: Recommendations:

إجراء أبحاث لاحقة، تستخدم أنواعاً أخرى من الحوامل البيولوجية، بحيث يمكن استخدامها في تطوير أداء محطة المعالجة.

6–References:

- 1–Dohdoh, A. M., Hendy, I., Zelenakova, M., & Abdo, A. (2021). Domestic wastewater treatment: A comparison between an integrated hybrid UASB–IFAS system and a conventional UASB–AS system. *Sustainability*, 13(4), 1853
- 2–Irani, R., Khoshfetrat, A. B., & Forouzesh, M. (2021). Real municipal wastewater treatment using simultaneous pre and post–ozonation combined biological attached growth reactor: Energy consumption assessment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1), 104595.
- 3–Jianlong, W.; Hanchang, S.; Yi, Q. Wastewater Treatment in a Hybrid Biological Reactor (HBR): Effect of Organic Loading Rates. *Process Biochem.* **2000**, 36, 297–303
- 4–Jenkins, D.; Richard, M.G.; Daigger, G.T. Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking, Foaming, and Other Solids Separation Problems; CRC Press: Boca Raton, FL, USA; Taylor & Francis: Abingdon, UK, 2003.
- 5–Kuśnierz, M., Domańska, M., Hamal, K., & Pera, A. (2022). Application of Integrated Fixed–Film Activated Sludge in a Conventional Wastewater Treatment Plant. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5985.
- 6–Iloms, E.; Ololade, O.O.; Ogola, H.J.; Selvarajan, R. Investigating Industrial Effluent Impact on Municipal Wastewater Treatment Plant in Vaal, South Africa. *Int. J. Environ. Res.* **2020**, 17, 1096.
- 7–Naghipour, D., Rouhbakhsh, E., & Jaafari, J. (2020). Application of the biological reactor with fixed media (IFAS) for removal of organic matter and nutrients in small communities. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1–11.
- 8–Paweska, K.; Bawiec, A. Activated Sludge Technology Combined with Hydroponic Lagoon as a Technology Suitable for Treatment of Wastewater Delivered by Slurry Tanks. *J. Ecol. Eng.* **2017**, 18, 29–37.
- 9–Tandoi, V.; Rossetti, S.; Wanner, J. Activated Sludge Separation Problems: Theory, Control Measures, Practical Experiences; IWA Publishing: London, UK, 2017.

Journal of Hama University

Editorial Board and Advisory Board of Hama University Journal

Managing Director: Prof. Dr. Abdul Razzaq Salem

Chairman of the Editorial Board: Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom

Secretary of the Editorial Board (Director of the Journal): Wafaa AlFeel

Members of the Editorial Board:

- **Prof. Dr. Hassan Al Halabiah**
- **Prof. Dr. Muhammad Zuher Al Ahmad**
- **Asst. Prof. Rawad Khabbaz**
- **Dr. Nasser Al Kassem**
- **Dr. Othman Nakkar**
- **Dr.Samer Tomeh.**
- **Dr.Mahmoud Alfattama.**
- **Dr. Abdel Hamid Al Molki**
- **Dr. Noura Hakmi**

Advisory Body:

- **Prof. Dr. Hazza Moufleh**
- **Prof. Dr. Muhammad Fadel**
- **Prof. Dr. Rabab Al Sabbagh**
- **Prof. Dr. Abdul Fattah mohammad**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Ayman Sabbagh**
- **Asst. Prof. Dr. Jamil Hazzouri**
- **Dr. Mauri Gadanfar**
- **Dr. Beshr Sultan**
- **Dr. Mohammad Merza**

Language Supervision:

- **Prof. Dr. Waleed Al Sarakibi**
- **Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom**

Journal of Hama University

Objectives of the Journal

Hama University Journal is a scientific, coherent, periodical journal issued annually by the University of Hama; aims at:

- 1- publishing the original scientific research in Arabic or English which has the advantages of human cultural knowledge and advanced applied sciences, and contributes to developing it, and achieves the highest quality, innovation and distinction in various fields of medicine, engineering, technology, veterinary medicine, sciences, economics, literature and humanities, after assessing them by academic specialists.
- 2- publishing the distinguished applied researches in the fields of the journal interests.
- 3- publishing the research notes, disease conditions reports and small articles in the fields of the journal interests.

Purpose of the Journal:

- Encouraging Syrian and Arab academic specialists and researchers to carry out their innovative researches.
- It controls the mechanism of scientific research, and distinguishes the originals from the plagiarized, by assessing the researches of the journal by specialists and experts.
- The journal seeks the enrichment of the scientific research and scientific methods, and the commitment to quality standards of original scientific research.
- Aiming to publish knowledge and popularize it in the fields of the journal interests and specialties, and to develop the service fields in society.
- Motivating researchers to provide research on the development and renewal of scientific research methods.
- It receives the suggestions of researchers and scientists about everything that helps in the advancement of academic research and in developing the journal.
- popularization of the aimed benefit through publishing its scientific contents and putting its editions in the hands of readers and researchers on the journal website and developing and updating the site.

Publishing Rules in Hama University Journal:

1. The material sent for publication have to be authentic, of original scientific and knowledge value, and should be characterized by language integrity and documentation accuracy
2. It should not be published or accepted for publication in other journals, or rejected by others. The researcher guarantees this by filling out a special entrusting form for the journal.
- 3- The research has to be evaluated by competent specialists before it is accepted for publication and becomes its property. The researcher will not be entitled to withdraw research in case of refusal to publish it.
4. The language of publication is either Arabic or English, and the administration of the journal is provided with a summary of the material submitted for publication in half a page (250 words) in a language other than the language in which the research has been written, and each summary should be appended with key words.

Deposit of scientific research for publication:

Firstly, the publication material should be submitted to the editor of the journal in four paper copies (one copy includes the name of the researcher or researchers, the addresses, telephone numbers. The names of the researchers or any reference to their identity should not be included in the other copies). Electronic copy should be submitted, printed in Simplified Arabic, 12 font on one side of paper measuring 297 x 210 mm (A4). A white space of 2.5 cm should be left from the four sides, but the number of search pages are not more than fifteen pages (pagination in the middle bottom of the page), and be compatible with (Microsoft Word 2007 systems) at least, and in single spaces including tables, figures and sources , saved on CD, or electronically sent to the e-mail of the journal.

Secondly, The publication material shall be accompanied by a written declaration confirming that the research has not been published before, published in another journal or rejected by another journal.

Thirdly, the editorial board of the journal has the right to return the research to improve the wording or make any changes, such as deletion or addition, in proportion to the scientific regulations and conditions of publication in the journal.

Fourthly, The journal shall notify the researcher of the receiving of his research no later than two weeks from the date of receipt. The journal shall also notify the researcher of the acceptance of the research for publication or refusal of it immediately upon completion of the assessment procedures.

Fifthly, the submitted research shall be sent confidentially to three referees specialized in its scientific content. The concerned parties shall be notified of the referee's observations and proposals to be undertaken by the candidate in accordance with the conditions of publication in the journal and in order to reach the required scientific level.

Sixthly. The research is considered acceptable for publication in the journal if the three referees (or at least two of them) accept it, after making the required amendments and acknowledging the referees.

- If the third referee refuses the research by giving rational scientific justifications which the editorial board found fundamental and substantial, the research will not be accepted for publication even if approved by the other two referees.

Rules for preparing research manuscript for publication in applied colleges researches:

First, The submitted research should be in the following order: Title, Abstract in Arabic and English, Introduction, Research Objective, Research Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions and Recommendations, and finally Scientific References.

- **Title:**

It should be brief, clear and expressive of the content of the research. The title font in the publishing writing is bold, (font 14), under which, in a single – spaced line, the name of the researcher (s) is placed, (bold font 12), his address, his scientific status, the scientific institution in which he works, the email address of the first researcher, mobile number, (normal/ font 12). The title of the research should be repeated again in English on the page containing the Abstract. The font of secondary headings should be (bold/ font 12), and the style of text should be (normal/ font 12).

- **Abstract or Summary:**

The abstract should not exceed 250 words, be preceded by the title, placed on a separate page in Arabic, and written in a separate second page in English. It should include the objectives of the study, a brief description of the method of work, the results obtained, its importance from the researcher's point of view, and the conclusion reached by the researcher.

- **Introduction :**

It includes a summary of the reference study of the subject of the research, incorporating the latest information, and the purpose for which the research was conducted.

- **Materials and methods of research:**

Adequate information about work materials and methods is mentioned, adequate modern resources are included, metric and global measurement units are used in the research. The statistical program and the statistical method used in the analysis of the data are mentioned, as well as, the identification of symbols, abbreviations and statistical signs approved for comparison.

- **Results and discussion :**

They should be presented accurately, all results must be supported by numbers, and the figures, tables and graphs should give adequate information. The information should not be repeated in the research text. It should be numbered as it appears on the research text. The scientific importance of the results should be referred to, discussed and supported by up-to-date resources. The discussion includes the interpretation of the results obtained through the relevant facts and principles, and the degree of agreement or disagreement with the previous studies should be shown with the researchers' opinion and personal interpretation of the outcome.

- **Conclusions:**

The researcher mentions the conclusions he reached briefly at the end of the discussion, adding his recommendations and proposals when necessary.

- **Thanks and acknowledgement:**

The researcher can mention the support agencies that provided the financial and scientific assistance, and the persons who helped in the research but were not listed as researchers.

Second- Tables:

Each table, however small, is placed in its own place. The tables take serial numbers, each with its own title, written at the top of the table, the symbols *, ** and *** are used to denote the significance of statistical analysis at levels 0.05, 0.01, or 0.001 respectively, and do not use these symbols to refer to any footnote or note in any of the search margins. The journal recommends using Arabic numerals (1, 2, 3) in the tables and in the body of the text wherever they appear.

Third- Figures, illustration and maps:

It is necessary to avoid the repetition of the figures derived from the data contained in the approved tables, either insert the numerical data in tables, or graphically, with emphasis on preparing the figures, graphs and pictures in their final shapes, and in appropriate scale and be scanned accurately at 300 pixels / inch. Figures or images must be black and white with enough color contrast, and the journal can publish color pictures if necessary, and give a special title for each shape or picture or figure at the bottom and they can take serial numbers.

- Fourth- References:

The journal follows the method of writing the name of the author - the researcher - and the year of publication, within the text from right to left, whatever the reference is, for example: Waged Nageh and Abdul Karim (1990), Basem and Samer (1998). Many studies indicate (Sing, 2008; Hunter and John, 2000; Sabaa et al., 2003). There is no need to give the references serial numbers. But, when writing the Arabic references, write the researcher's (surname), and then, the first name completely. If the reference is more than one researcher, the names of all researchers should be written in the above mentioned manner. If the reference is non-Arabic, first write the surname, then mention the first letter or the first letters of its name, followed by the year of publication in brackets, then the full title of the reference, the title of the journal (journal, author, publisher), the volume, number and page numbers (from - to), taking into account the provisions of the punctuation according to the following examples:

العوف، عبد الرحمن و الكزبري، أحمد (1999). التنوع الحيوي في جبل البشري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15(3):33-45.

Smith, J., Merilan, M.R., and Fakher, N.S., (1996). *Factors affecting milk production in Awassi sheep*. J. Animal Production, 12(3):35-46.

If the reference is a book: the surname of the author and then the first letters of his name, the year in brackets, the title of the book, the edition, the place of publication, the publisher and the number of pages shall be included as in the following example:

Ingrkam, J.L., and Ingrahan, C.A., (2000). *Introduction In: Text of Microbiology*. 2nd ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

If the research or chapter of a specialized book (as well as the case of Proceedings), scientific seminars and conferences), the name of the researcher or author (researchers or authors) and the year in brackets, the title of the chapter, the title of the book, the name(s) of editor (s), publisher and place of publication and page number as follows:

Anderson, R.M., (1998). *Epidemiology of parasitic Infections*. In : Topley and Wilsons Infections. Collier, L., Balows, A., and Jassman, M., (Eds.), Vol. 5, 9th ed. Arnold a Member of the Hodder Group, London, PP: 39-55.

If the reference is a master's dissertation or a doctoral thesis, it is written like the following example:

Kashifalkitaa, H.F., (2008). *Effect of bromocriptine and dexamethasone administration on semen characteristics and certain hormones in local male goats*. PhD Thesis, College of veterinary Medecine, University of Baghdad, PP: 87-105.

• The following points are noted:

- The Arabic and foreign references are listed separately according to the sequence of the alphabets (أ، ب، ج) or (A, B, C).
- If more than one reference of one author is found, it is used in chronological order; the newest and then the earliest. If the name is repeated more than once in the same year, it is referred to after the year in letters a, b, c as (1998)^a or (1998)^b... etc.
- Full references must be made to all that is indicated in the text, and no reference should be mentioned in case it is not mentioned in the body of the text.
- Reliance, to a minimum extent, on references which are not well-known, or direct personal communication, or works that are unpublished in the text in brackets.
- The researcher must be committed to the ethics of academic publishing, and preserve the intellectual property rights of others.

Rules for the preparation of the research manuscript for publication in the researches of Arts and Humanities:

- The research should be original, novel, academic and has a cognitive value, has language integrity and accuracy of documentation.
- It should not be published, or accepted for publication in other publication media.
- The researcher must submit a written declaration that the research is not published or sent to another periodical for publication.
- The research should be written in Arabic or in one of the languages approved in the journal.
- Two abstracts, one in Arabic and the other in English or French, should be provided with no more than 250 words.
- Four copies of the research should be printed on one side of A4 paper with an electronic copy (CD) according to the following technical conditions:

The list (sources and references) shall be placed on separate pages and listed in accordance with the rules based on one of the following two methods:

(A) The surname of the author, his first name, the title of the book, the name of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of publication.

(B) The title of the book: the name of the author, the title of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of the edition.

- Footnotes are numbered at the bottom of each page according to one of the following documentation ways

A - Author's surname, his first name: book title, volume, page.

B - The title of the book, volume number, page.

- Avoid shorthand unless indicated.
- Each figure, picture or map in the research is presented on a clear independent sheet of paper.
- The research should include the foreign equivalents of the Arabic terms used in the research.

For postgraduate students (MA / PhD), the following conditions are required:

(A) Signing declaration that the research relates to his or her dissertation.

(B) The approval of the supervisor in accordance with the model adopted in the journal.

C – The Arabic abstract about the student's dissertation does not exceed one page.

- The journal publishes the researches translated into Arabic, provided that the foreign text is accompanied by the translation text. The translated research is subject to editing the translation only and thus is not subject to the publication conditions mentioned previously. If the research is not assessed, the publishing conditions shall be considered and applied on it.
- The journal publishes reports on academic conferences, seminars, and reviews of important Arab and foreign books and periodicals, provided that the number of pages does not exceed ten.

Number of pages of the manuscript Search:

The accepted research shall be published free of charge for educational board members at the University of Hama without the researcher having any expenses or fees if he complies with the publishing conditions related to the number of pages of research that should not exceed 15 pages of the aforementioned measures, including figures, tables, references and sources. The publication is free in the journal up to date.

Review and Amendment of researches:

The researcher is given a period of one month to reconsider what the referees referred to, or what the Editorial Office requires. If the manuscript does not return within this period or the researcher does not respond to the request, it will be disregarded and not accepted for publication, yet there is a possibility of its re-submission to the journal as a new research.

Important Notes:

- The research published in the journal expresses the opinion of the author and does not necessarily reflect the opinion of the editorial board of the journal.
- The research listing in the journal and its successive numbers are subject to the scientific and technical basis of the journal.
- A research that is not accepted for publication in the journal should not be returned to its owners.
- The journal pays nominal wages for the assessors, 2000 SP.
- Publishing and assessment wages are granted when the articles are published in the journal.
- The researches received from graduation projects, master's and doctoral dissertations do not grant any financial reward; they only grant the researcher the approval to publish.
- In case the research is published in another journal, the Journal of the University of Hama is entitled to take the legal procedures for intellectual property protection and to punish the violator according to regulating laws.

Subscription to the Journal:

Individuals, and public and private institutions can subscribe to the journal

Journal Address:

- The required copies of the scientific material can be delivered directly to the Editorial Department of the journal at the following address: Syria - Hama - Alamein Street - The Faculty of Veterinary Medicine - Editorial Department of the Journal.

Email: hama.journal@gmail.com

magazine@hama-univ.edu.sy

website: : www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/

Tel: 00963 33 2245135

contents

Title	Resarcher Name	Page number
seawater desalination based on electro solar energy	Hamza Fadil Dr.Ali Addour	1
Finding a mathematical model for calculating the Evapo Transpiration Potential (Middle section of the Assi Basin)	Samira Shaar Dr.Ihab Abdullah	18
VOIP Networks Performance Analysis When Using Routers Congestion Management Mechanism	Alaa aleshee Dr. Inas Laila	32
Predicting of surface water quality index using Discriminant analysis and multiple linear regression	Dr.Raed Selman Jafar	51
Estimating the total water demand for the industrial city in Hasia	Dr. Eng. Bassam Farkouh Eng. Ali Bilal	74
Economic efficiency of water uses in some Arab countries And how to get benefit from it in Syria	Eng. Ali Bilal Dr. Eng. Wissam Nakhleh Dr. Eng. Bassam Farkouh	90
Comparetine study for last improvements of Round Robin algorithm	Eng.Rasha Alhajal Dr.Eng. Rafea khazem	106
Sustainability in urban planning and its role to face pandemics	Dr. Barrak Gharbi Arch. Yazan Fattoum	124
Use of polypropylene biological carriers to enhance the performance of activated sludge aeration tank	Zahraa alnaddaf Hussien Juniedi Mahmoud Fattamah	151



Volum : 5
Number : 20



Journal Of Hama University

ISSN Online (2706-9214)