Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (8), No. (2): 87-104
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2026.8.2.5

Journal of Business Economics for Applied Research
مجلة اقتصاديات الاعمال للبحوث التطبيقية
ISSN 2709-6475 - E-ISSN 3079-8167

Improving the operational efficiency of irrigation pumping stations using geographic information systems (GIS) An applied study*

Ahmed Ayed Abdullah[(1)], nagham yousif abd al reda[(2)]
University of Baghdad – College of Administration and Economics[(1),(2)]
(1) ahmed.aayid2205@coadec.uobaghdad.edu.iq (2) dr.nagham@coadec.uobaghdad.edu.iq

Key words:
operational efficiency, GIS systems, Copernicus Browser, NDVI index.

ARTICLE INFO
Article history:

Received	23 ***Aug***. 2025
Accepted	11 ***Sep***. 2025
Avaliabble online	01 ***Jun***. 2026

© 2026 THE AUTHOR(S). THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE DISTRIBUTED UNDER THE TERMS OF THE CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION LICENSE (CC BY 4.0). https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*Corresponding author:
Ahmed Ayed Abdullah
University of Baghdad

Abstract:
The research aims to improve the operational efficiency of irrigation pumping stations using Geographic Information Systems (GIS) in the Northern Island/Nineveh Irrigation Project. This approach is implemented through the use of scientific equations based on climate data. By calculating the potential evapotranspiration (ETO), and feeding the system with the crop growth factor KC, for the wheat crop growth stages, and from the resulting values, the water consumption (ETC) is extracted ,to calculate the amount of irrigation water required (IWR) for the crop for the total cultivated area, in addition to using the Copernicus Browser software. To provide accurate information on the Normalized Diffusion Viability Index (NDVI), which helps in water resource management, it is linked via ArcGIS 10.8 to analyze and manage spatial data to determine crop irrigation times based on changes in NDVI. By sending signals from the main control systems to operate the pumps connected to the system according to actual demand, this analysis helps ensure the proper operation of the pump. This scientific methodology can be applied to all geographically distributed irrigation stations to avoid waste and improve the efficiency of using mechanical and electrical equipment for irrigation pump components.

*The research is extracted from a master's thesis of the first researcher.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (8), No. (2): 87-104
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2026.8.2.5

تحسين الكفاءة التشغيلية لمحطات الضخ الإروائية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)
بحث تطبيقي*

احمد عايد عبدالله
جامعة بغداد ـ كلية الإدارة والاقتصاد
ahmed.aayid2205@coadec.uobaghdad.edu.iq

ا.د. نغم يوسف عبدالرضا
جامعة بغداد ـ كلية الإدارة والاقتصاد
dr.nagham@coadec.uobaghdad.edu.iq

المستخلص

يهدف البحث لتحسين الكفاءة التشغيلية لمحطات الضخ الاروائية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في مشروع ري الجزيرة الشمالية / نينوى. عن طريق استخدام معادلات علمية لحساب كمية الاحتياج الفعلي لمياه الارواء بالاعتماد على المعطيات المناخية لعينة البحث، من خلال حساب التبخر نتح الممكن (ETO)، وتغذية النظام بمعامل نمو المحصول KC مما له الاثر بتقدير الاحتياجات المائية لمراحل نمو محصول القمح، ومن خلال ناتج القيمETO و KC يتم استخراج الاستهلاك المائي (ETC)، لحساب كمية المياه المطلوبة للإرواء(IWR) والذي يحتاجهُ المحصول لأجمالي المساحة المزروعة. بالإضافة الى استخدام برنامج Copernicus Browser لدورهُ المهم في تحديد وجمع وتخزين معلومات دقيقة وأنية لمؤشر الغطاء النباتي (NDVI) والتي تساعد في ادارة الموارد المائية، تم دمج النطاق الطيفي المستخرج عبر برنامج ArcGIS 10.8 لتحليل وادارة البيانات المكانية لمعرفة اوقات ارواء المحصول وحسب التغير في مؤشر الغطاء النباتي الخضري (NDVI). عبر ارسال اشارات الى انظمة التحكم الرئيسية بتشغيل المضخات المقترنة مع النظام وحسب الاحتياج الفعلي. يُساعد التحليل في السيطرة على التدفقات المائية من المضخات الاروائية وحسب الاحتياج الفعلي للإرواء وضمان التوزيع العادل في اشتغال المضخات والتقليل من استهلاك الطاقة الكهربائية وتحديد كمية المياه المطلوبة بدقة، يمكن تعميم هذه المنهجية العلمية على جميع المحطات الاروائية المنتشرة جغرافيا" لتجنب الهدر والتحسين من كفاءة استخدام المعدات الميكانيكية والكهربائية لأجزاء المضخة الاروائية.

الكلمات المفتاحية: الكفاءة التشغيلية، انظمة GIS و Copernicus Browser، مؤشر NDVI.

المقدمة:

يتوقف نجاح المنظمات واستمرارها على قدرتها في المواءمة على نحوٍ مستمر في الانظمة والتكنولوجيا الحديثة، مما يتطلب مواكبة تلك الإحداث، فبمقدار ما تمتلكهُ من قدرة في مواكبة هذه التغيرات، ستعزز من كفاءتها التشغيلية، ونتيجة لذلك فأن الوصول في تحقيق الكفاءة التشغيلية داخل المنشأة من خلال توظيف الأنظمة الحديثة التي يتم تطويرها داخليًا، والاستثمار في التكنولوجيا التي يمكنها أتمته المهام والعمليات، التي تؤثر في الأداء التشغيلي وتتأثر به. تعتبر محطات الضخ الإروائية من العناصر الحيوية في نظم الري الحديثة، ومع تزايد الحاجة إلى تحسين الكفاءة التشغيلية لهذه المحطات، أصبحَ من الضروري استخدام انظمة المعلومات الجغرافية (GIS) للوصول إلى أعلى مستويات الأداء. ونتيجة لذلك يمكن تعزيز كفاءة العمليات التشغيلية من خلال توظيف برنامج كوبرنيكوس الفضائي لتحديد وجمع وتخزين البيانات عن طريق المكون الفضائي للأقمار الصناعية

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

الاوربية وتحديدا" قمر (Sentinel-2) ، وبعد ذلك يتم تحليل وعرض البيانات في برنامج (ArcGIS 10.8) لإيجاد قيمة مؤشر الغطاء النباتي الخضري (NDVI)، ويمكن تحديد اوقات الارواء للمحاصيل الزراعية عن طريق ارسال المعلومات الى الأنظمة الذكية للتحكم والمراقبة الاشرافي وتحصيل البيانات المتوفرة في المحطة الرئيسية لمشروع ري الجزيرة الشمالي لأرسال اشارات بتشغيل المضخات المقترنة مع النظام وحسب الاحتياج الفعلي. على غرار ما سبق تم اكتساب محاسن هذا النظام وانشاء نظاما" يجسد الكفاءة والبساطة والمرونة والتقدم.

المبحث الأول: هيكلية البحث

1.1.مشكلة البحث:

تتجلى المشكلة الرئيسية للبحث بافتقار المحطة الرئيسية لمشروع ري الجزيرة الشمالي الى بيانات من مراكز الارصاد الجوية لتطبيق لوائح رياضية معدَّلة بما يتوافق مع كميات الضخ المطلوبة ما ادى الى حدوث ضائعات في كميات المياه المطلقة لغرض الإرواء ومع شحة المياه في العراق لأسباب كثيرة تتفاقم هذه المشكلة لتؤدي إلى فقدان الكثير من الأراضي الزراعية وانخفاض الكفاءة التشغيلية لمحطة الضخ، ومن هذه المشكلة الرئيسية تنبثق التساؤلات التالية:

1 - هل يمكن معالجة الهدر في تشغيل المضخات الاروائية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS؟

2 - هل يمكن تحسين الكفاءة التشغيلية لمحطة الضخ الشمالية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS؟

2.1.هدف البحث:

يُحدد البحث غايتهُ في تقليل التكاليف التشغيلية ومعالجة الهدر في الطاقة والمياه عن طريق تحسين جدولة تشغيل محطة الضخ بناء" على الاحتياج الفعلي لمياه الارواء والظروف المناخية من خلال الحصول على صور جغرافية عالية الدقة لنمو المحاصيل الزراعية لضمان التوزيع العادل للمياه.

3.1.أهمية البحث:

يُعتبر استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أحد الحلول الفعالة لتحسين إدارة الموارد المائية وزيادة كفاءة المضخات التشغيلية لمحطة الضخ الرئيسية في مشروع ري الجزيرة الشمالي، من خلال توفير مراقبة دقيقة وبيانات أنية من هيئة الانواء الجوية ومراكز التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية تساعد في اتخاذ قرارات أكثر دقة في الوقت الفعلي لعينة البحث.

4.1.حدود البحث المكانية والزمانية:

1- **الحدود المكانية**: تتمثل مجتمع الدراسة بمديرية الموارد المائية في نينوى احدى تشكيلات وزارة الموارد المائية / الهيئة العامة لتشغيل مشاريع الري والبزل/ العراق، وعينة الدراسة تتمثل بمحطة الضخ الرئيسية لمشروع ري الجزيرة الشمالي / نينوى ـ قضاء تلعفر ـ ناحية ربيعة. وتقع فلكيا" بين دائرة العرض ("36°48′28) شمالاً، وبين خط الطول ("42°30′54) شرقا".

2 - **الحدود الزمانية** : 2024/12/1 ولغاية 2025/5/31.

5.1.أسلوب البحث:

استخدم الباحث المنهج الاستقرائي من الجزء الى الكل بدأ بجمع البيانات و مرورا" بتحليلها و معالجتها لتحقيق الكفاءة التشغيلية لمحطات الضخ الاروائية باستخدام نظام GIS والاستعانة

بمعادلات رياضية مصوبة من اجل تحليل البيانات ومناقشة النتائج بشكل علمي للوصول الى الاهداف المرجوة.

6.1.البرامج والادوات المستعملة في البحث:

لتحسين الكفاءة التشغيلية لمحطة الضخ الرئيسية في مشروع ري الجزيرة الشمالي تم استخدام عناصر المناخ لمنطقة البحث وتحليلها عبر معادلات رياضية و برنامج Copernicus Browser متصفح بيانات الاقمار الصناعية لجمع وتخزين مؤشر الغطاء النباتي الخضري NDVI و برنامج ArcGIS 10.8 لتحليل الصور الجغرافية، واستعمال برنامج Excel من حزمة Office لإنشاء الجداول الخاصة بالنظام.

7.1.بعض الدراسات السابقة:

1.7.1 (Ternikovk, 2018) Role of geographic information systems for transportt system improvement يهدف البحث في تقييم جودة نظام النقل القائم على بيانات نظم المعلومات الجغرافية وتوضيح وتفسير نظم GIS في مجال النقل لدولة روسيا، توصل البحث إلى توسيع استخدام نظم المعلومات الجغرافية بين الجهات الحكومية، إذ تساهم هذه النظم في تعزيز موثوقية خدمات النقل وتوفير المعلومات الفورية في محطات الحافلات، كما يمكن لنظم المعلومات الجغرافية أن تسهم بشكل كبير في تقليل التكاليف الإدارية والتشغيلية، وزيادة الإنتاجية من خلال إجراء حسابات دقيقة لزمن السفر باستخدام تقنيات المعلومات والاتصالات. و يساعد النظام في تحسين توجيه حركة المرور بكفاءة والتنبؤ بأداء نظام النقل بدقة أكبر، تم توظيف نظام INRIX وهو نظام لجمع البيانات التي تخص حركة النقل و Arc GIS 10.8 في تنفيذ البحث.

2.7.1 (عبدالله، 2022) التحليل الجغرافي لخصائص الطرق في مدينة عين كاوه باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS). يهدف البحث الى تصنيف شبكة الطرق في مدينة عين كاوه ومعرفة سماتها ومدى كثافتها ومؤشر ارتباطها في سهولة الوصول، وتعد مشكلة البحث في قياس مدى توزيع شبكة الطرق والعقد وأنماطها ومدى كفاءتها وكفايتها ومقدار تركيزها وكثافتها في مدينة عين كاوه / اربيل / العراق، توصل البحث الى المساهمة في انشاء قاعدة بيانات مكانية لواقع شبكات الطرق في المدينة و وجود علاقة ارتباط وثيقه بين تطوير هذا القطاع وبين التنمية الاجتماعية والاقتصادية. ان استخدام أدوات التحليل المكاني (Spatial Analysis) ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافي (GIS) يساهم في تحليل نمط وانتشار وكثافة مقدار شبكة الطرق والعقد في منطقة الدراسة. كما استُعين بالأدوات Spatial Analysis و Arc GIS 10.8 في أعداد البحث.

3.7.1 (Tsurikova & et al., 2023) Efficiency of using hydro-turbine pumping stations for machine irrigation هدفَ البحث الى تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية المكلفة من خلال تحسين كفاءة الري باستخدام الطاقة المائية المجانية, تُعد مشكلة البحث في استخدام أنظمة الري التقليدية تعتمد بشكل كبير على مضخات تعمل بالوقود أو الكهرباء، مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف التشغيل وتؤدي الى تأثير بيئي سلبي على فعالية أنظمة الضخ الكهربائية لعينة من مناطق مختارة لدولة روسيا، توصل البحث الى زيادة في كفاءة محطات الضخ التوربينية بنسبة تصل إلى 90%، مما يجعلها خيارًا جذابًا للمزارعين، وتتأثر المضخات بشكل كبير بمعدل تدفق المياه. يُعتبر استخدام التوربينات المائية خيارًا اقتصاديًا مستدامًا مقارنةً بالمضخات التقليدية، خاصةً في المناطق التي تعاني من انخفاض في مصادر الطاقة.

4.7.1 (Rafeeq & Hussain,2024) Remote Control and Monitoring System for rural Pump stations using PLC يهدف البحث الى مراقبة مستوى المياه وانشاء نظامنا يجسد الكفاءة والبساطة والمرونة والتقدم و الاستخدام المستدام للموارد المائية ، تمثلت مشكلة البحث بوجود حاجة ماسه لا قامة او انشاء أراضي تفتقر للمياه في عقار زراعي لمنطقة نائية /

موصل / العراق، توصلت الدراسة الى استخدام التكنلوجيا الحديثة لأنظمة التحكم والمراقبة عن بعد مما يولد نجاح الى حد كبير لسهولة التكلفة والمهمة، وامكانية استخدم الهواتف الذكية و شبكات الهاتف المحمول للسماح للمستخدمين بالمراقبة بسهولة والتحكم في مستويات مياه التخزين، والتقليل من العمالة البشرية والحد من الهدر للموارد المائية وتعزيز فعالية استهلاك المياه، إن استخدام نظام ذكي وسريع يؤدي إلى المزيد من الاستدامة والترابط للمستقبل. تم توظيف الادوات CMR و SMS ونظام التحكم المنطقي القابل لبرمجة في أعداد البحث.

المبحث الثاني: الإطار النظري

1.2.الكفاءة التشغيلية:

1.1.2.مفهوم الكفاءة التشغيلية

معيار يبين قدرة إدارة المشروع في استغلال عناصر الإنتاج المتاحة ومستوى هذا الاستغلال بهدف تحقيق أهداف العملية الإنتاجية من كمية وجودة وتكلفة (البسيوني،150:2022). وايضا" تشغيل الأشياء بطريقة صحيحة حيث يعتبر هذا جوهر الكفاءة في زيادة الإنتاج وتقليل التكاليف (الراوي،84:2013). من خلال القدرة على تحقيق النتائج المرجوة باستخدام أقل قدر من الموارد والوقت(Bai & et al.,2024:858). اذ يمكن توضيح مفهوم الكفاءة بأنها درجة استخدام الموارد الاقتصادية للانتفاع من الموارد المتاحة بأقل كلفة ممكنة.

2.1.2.أهداف الكفاءة التشغيلية

إن المبدأ الأساس الذي يحكم الإدارة هو ضرورة تحقيق إنتاج معين بدرجة عالية من الكفاءة (حسين،20:2016).ولكي تكون المنظمة كفأه يجب ان تحصل على أعلى قدر ممكن من الهدف والذي تسعى الى تحقيقه تلك المنظمة (داود،154:2020).ويمكن وضع أهداف واضحة للكفاءة التشغيلية ومتابعة مؤشرات الأداء الرئيسية عن طريق تعزيز التعاون والشفافية على مستوى المنظمة بأكملها، إذ يمكن توضيح الاهداف الأساسية للكفاءة التشغيلية كما يلي: (Aparna & Swarnalatha,2024:998)

1- الحد من الهدر غير الضروري: يتضمن هذا استخدام الموارد الاساسية بفعالية أكبر وتقليل الفاقد منها، مما يسهم في الحفاظ عليها وتقليل التكاليف التشغيلية للمشاريع.

2- تبسيط العمليات: يمكن أن يشمل تبسيط العمليات استراتيجيات مثل مواءمة إدارة المشاريع مع التعاون الداخلي للحد من الاختناقات، لا يقتصر الأمر على تسريع سير العمل فحسب، بل يشمل أيضًا تحسين جودة المخرجات.

3- اكتساب ميزة تنافسية: تُمكّن الكفاءة التشغيلية للمنظمات من تقديم قيمة أفضل للمستهلك باستمرار وبتكاليف تشغيلية أقل. والاستفادة من خبرة الموظفين والتكنولوجيا لتقديم خدمات مُخصصة للزبائن بشكل أسرع.

3.1.2. أساليب ومعايير قياس الكفاءة

ترتبط الكفاءة بمسالة مقدار المدخلات من المواد الخام والاموال والافراد اللازم لتحقيق المخرجات أو الاهداف، وبين (Linlin& et al.,2024:7) إن الكفاءة التشغيلية هي مقياس لمدى جودة عمل المنظمة وغالبا ما يستخدم لتقييم فعالية عمليات الشركة فهي تبين الدرجة المثالية التي تُستخدم بها الموارد في العملية الانتاجية، فهي تقارن بين المخرجات الفعلية المتحققة وبين المخرجات المتوقعة ، والتي كان يجب الحصول عليها من استخدام حجم معين من الموارد. وتقاس الكفاءة عادة بما يأتي(النجار و محسن ،30:2020).

$$\text{الكفاءة (النسبة)} = \frac{\text{المخرجات}}{\text{المدخلات}}$$

وأشار (داود،155:2020) الى مقياس الكفاءة من خلال قدرة المنظمة على استعمال الموارد ويعبر عنها بنسبة المدخلات الفعلية إزاء المدخلات المخططة. تخضع الانشطة الاقتصادية المختلفة سواء

كانت خدمية او صناعية أو زراعية لنفس عملية تقويم كفاءة الاداء ولكنها تختلف في عملية انتقاء المقاييس المناسبة لكل نشاط (كاظم ,198:2021).

4.1.2. الكفاءة والانتاجية والفاعلية عناصر لتقيم الاداء

يهتم معيار الاداء بالإنجازات والنتائج مقارنتا" بالخطط المعدة وبما يتماشى مع الخطط الاستراتيجية المتعلقة بطبيعة العمل وأهداف المنظمة، وتتمثل بمعيارين أساسين يتضمن الاول مخرجات الأداء الرئيسية والثاني يتضمن مؤشرات الأداء الرئيسية وهي مقاييس لمراقبة وفهم والتنبؤ بتحسين نتائج الأداء الخاصة بعمليات المؤسسة (عبد الرضا ،200:2019). أن تقيم الاداء يهدف الى الكشف ومعرفة ماهي العوامل التي تقود إلى تحسين مقدرة العملية على تحويل المدخلات الى مخرجات(الخزرجي و بتال ،191:2012). لذا، يمكن توضيح تقييم الأداء بأنه الأداة التي تعتمد عليها لتحديد نشاط المشروع بهدف قياس النتائج التي تم تحقيقها وإجراء تحليل مقارن بين الأهداف المخطط لها والنتائج الفعلية لتحديد العقبات والانحرافات ثم تحديد أسبابها وبعد ذلك يتم اتخاذ خطوات فعالة للتغلب على هذه العقبات عادةً ما يتم هذا التحليل في نهاية فترة زمنية معينة مثل السنة. يمكن ان نبين العناصر الاساسية لتقيم الاداء وتتمثل بالكفاءة Efficiency والإنتاجية Productivity والفاعلية Effectiveness(الدوري،17:2013).

5.1.2. دور الكفاءة التشغيلية في تحقيق الاستدامة

يتمثل مفهوم الاستدامة بأنه الطريق للنظرة الشاملة لعمليات التنمية المستدامة وهدفها الموازنة سواء على مستوى الدولة او على مستوى المنشأة، وتتمثل الاستدامة بالابعاد الثلاثة :البعد البيئي، البعد الاجتماعي ، البعد الاقتصادي (Boeva&Stoychev,2017:3). تؤدي ممارسات إدارة العمليات المستدامة إلى ارتفاع في الأداء التشغيلي والسوقي والمالي مع زيادة كفاءة استخدام الطاقة والحفاظ على المياه والحد من النفايات والممارسات الأخرى الفعالة في استعمال الموارد لتحسين قابلية بقاء النظم الإيكولوجية (البيئية) والسيطرة على الآثار البيئية, فإن المؤسسات قادرة على تحسين الإيرادات والربحية والسمعة والتحسين من فرص النشاطات الجديدة وبالإضافة الى زيادة الكفاءة التشغيلية مثل تقريب فترات الإنتاج و توفير التكاليف وتحسين الجودة والإنتاجية (عبد السادة و الخزرجي,53:2025).

6.1.2. دور الكفاءة التشغيلية في تحسين أداء المؤسسات

يمكن للتكنولوجيا أن تساعد الشركات على التخلص من العمليات اليدوية، مما يمكن من توفر الوقت والمال حيث إن الكفاءة التشغيلية هي مقياس مهم لأي منظمة، من خلال اتخاذ إجراءات يمكنها من توفير المال وتحسين قدرتها التنافسية (Nehme & et al.,2024:182). ويمكن تحسين الأداء المالي وذلك عن طريق تناول التكاليف البيئية والتشغيلية في الاعتبار لمساعدة المؤسسات على تحديد فرص لتحسين الكفاءة وتقليص النفايات مما يسفر عنه في خفض التكاليف وزيادة الأرباح (عبدالكاظم,1200:2025). حيث إن الكفاءة تعبر عن قيام المنظمة بالعمل بأفضل الطرق الممكنة من حيث التكلفة والزمن والربح، إن اعتماد قياس وتقييم كفاءة الأداء للمنظمات يوفر لها إمكانية تحديد الانحرافات وأسبابها وكيفية معالجتها، وتحديد السياسات المناسبة لتحسين ورفع مستوى الأداء، لذلك يُعد تقييم الكفاءة أمرًا أساسيًا في تحسين أداء المنشأة (الراوي،86:2013).

2.2.نظم المعلومات الجغرافية (GIS):

1.2.2. مفهوم نظام (GIS)

يمكن توضيح مفهوم نظام (GIS) بأنه العلم الذي يدرس الظواهر الطبيعية وخصائص الاماكن أذ يستند على التقنيات الحديثة مثل البرامج والاجهزة لجمع وتحليل البيانات وتكوين قواعد بيانات متكاملة هذا التحليل يساهم في فهم الظواهر ومساعدة متخذي القرار في اتخاذ قرارات مدروسة ومناسبة وتوفير حلول للمشكلات المتعلقة بها والتنبؤ بالتغيرات المستقبلية. واشار(Patel& et al.,2023:7) بأنهُ نظام يجسد العمل على الحاسوب يُستخدم لجمع وتخزين وتحليل وعرض المعلومات الجغرافية والمكانية يمكّن هذا النظام من دراسة العلاقات المكانية بين العناصر المختلفة

مما يسهم في اتخاذ قرارات فعّالة في جميع المجالات بما في ذلك إدارة شبكات المياه الحضرية. وتُعتبر أداة شاملة تُستخدم لجمع وتحليل وتخزين وعرض البيانات الجغرافية ويُستخدم هذا النظام في إدارة الري وتوزيع التدفق إذ يتيح للمستخدمين الدمج بين المعلومات الجغرافية مع بيانات الري، مما يسهل اتخاذ قرارات مدروسة بشأن توزيع وإدارة الموارد المائية (Galoso& et al.,2024:267).

2.2.2. مكونات نظم المعلومات الجغرافية

ان جميع المكونات لها اجراءات واليات ونتائج واحدة لجعل عمل المشاريع أكثر دقة وأقل هدر وأكثر استدامة ويمكن توضيح المكونات كما يلي (عدو، 2013 :58-65):

1- البرمجيات (Software):

ادوات واساليب تخزين وتحليل وعرض المعلومات الجغرافية والتكامل مع برامج قواعد البيانات والادوات لعمل خرائط توضح أولويات الموارد والمؤشرات البيئية .

2- الاجهزة (Hardware):

تستخدم لتجمع بيانات ميدانية لتتأكد من صحة التحليل وتشمل (الحواسيب بأنواعها، واجهزة تحديد المواقع (GPS)، وأجهزة الاستشعار عن بعد).

3- الطرق (Methods):

تطبيق الوظائف الخاصة بعلوم المناخ او البيئة او التخطيط العمراني، واجراء تحليلات للشبكات و المناهج المستخدمة في تحليل ومعالجة البيانات.

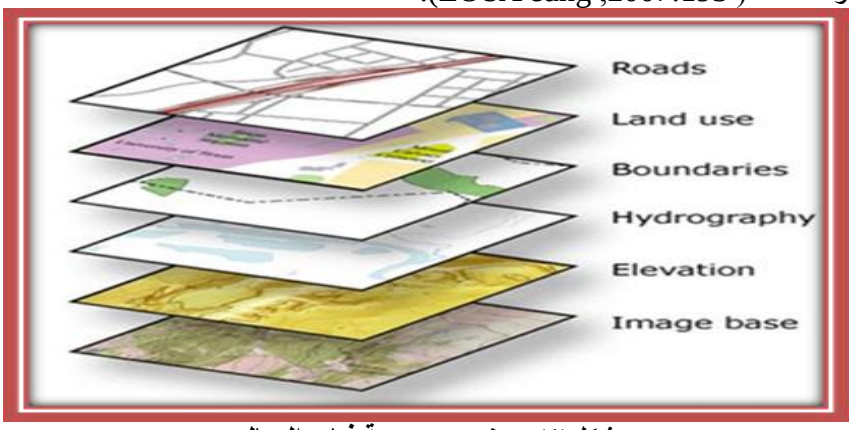
4- الافراد (People):

افراد يستخدمون الخرائط لاتخاذ قرارات بمفاصل النظام والاداء، سواء المسؤولين عن ادارة النظام او المنتفعين بمنتجاته.

5- البيانات (Data):

وتعد من أهم مكونات نظم المعلومات الجغرافية ويتعامل البرنامج مع نوعين رئيسيين من البيانات وهما: بيانات وصفية كجداول الاحصائيات المختلفة من عناصر الطبيعة، وبيانات مكانية تمثل مكونات الطبيعة ويمكن تجميعها من الصور الفضائية وصور الاقمار الصناعية والخرائط الرقمية.

يتم تجميع الميزات المشابهة في نظم المعلومات الجغرافية بشكل مجموعة بيانات تسمى طبقات المعالم Feature Classes وهي تشبه عملية الزنكوغراف القديمة والحديثة أي كل طبقة تحتوي على معلم محدد، كما موضح في الشكل والذي يشير الى مجموعة فئات المعالم، حيث تعد الطرق والأنهار أنواعا مختلفة من المعالم ويتم تخزينها في طبقات معالم منفصلة Layer كما يمكن أن تحتوي طبقة المعالم على نوع واحد فقط من الأشكال الهندسية يمكن أن تتضمن معالم نقطية أو خطية أو مضلعة (LO&Yeung ,2007:193).



شكل(1) يوضح مجموعة فئات المعالم

3.2.2. مزايا نظم المعلومات الجغرافية

تمتاز نظم المعلومات الجغرافية بعدة مزايا وذلك بسرعتها العالية لمعالجة البيانات في الوقت الفعلي والمرونة التي تتمتع بها والتي تجعلها مثالية والتعامل مع المخططات الديناميكية، والتي تعد أمرًا بالغ الأهمية في التغير السريع، وهو أكثر ملاءمة للتطبيقات التي تتطلب مراقبة البيئة والاستجابة للكوارث (Hammada ,2025:52).وأشار (بن غضبان،26:2013) لاستعمالاتها المتعددة والمختلفة في المجالات جميعها وكمية بياناتها المدخلة والمعلومات المخرجة الهائلة والمفيدة، وذكر(عدو،56:2013) ان نظم المعلومات الجغرافية تمتاز بأنها تجمع بين عمليات الاستفسار والاستعلام الخاصة بقواعد البيانات مع قدرتها على المشاهدة والتحليل والمعالجة البصرية لبيانات جغرافية من الخرائط وصور الاقمار الصناعية والصور الجوية وهي الميزة التي تميزها عن نظم المعلومات المعتادة وتجعلها متاحة لكثير من التطبيقات العامة والخاصة لتفسير الاحداث وحساب المؤشرات ووضع الاستراتيجيات.

4.2.2. تمثيل البيانات الجغرافية على الخرائط

يتطلب العمل مع الخرائط الموجودة على جهاز الكمبيوتر تطوير طرائق لتخزين أنواع مختلفة من بيانات الخرائط والمعلومات المرتبطة بها إذ تنقسم بيانات الخرائط إلى (داوود،32:2014):

1- العناصر المنفصلة: هي كائنات في العالم الحقيقي لها مواقع محددة مثل المدن أو الطرق أو وحدات التربة.

2- المجالات المستمرة: هي بيانات كمية يتم قياسها وتسجيلها في كل مكان على سطح الأرض مثل درجة الحرارة.

يمكن تخزين البيانات المكانية كملف بيانات قائم على متجه احداثي vector أو ملف بيانات قائم على البيانات النقطية (x,y)، تتمثل أنواع تخزين البيانات بطريقتين متميزتين لاستخلاص الواقع للاستعمال في GIS (Price,2016:9).

أ ـ البيانات القائمة على المتجه الاحداثي أو البيانات الخطية (Vector Data): هي طريقة موفرة لذاكرة تخزين البيانات وتمثيلها وهي مفيدة لقياس المساحات وأجراء عملية التحليل.

ب ـ البيانات المستندة إلى المساحة او الهندسة او الشبكة (Raster Data): تكون مفيدة لأداء الموقع الجغرافي المتقدم التي قد تتطلب إحصائيات المناطق أو تقدير كثافة النواة. ويعرض الجدول ادناه مقارنة سريعة في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لكلا طريقتي التمثيل الشبكي والتمثيل الرقمي الخطي (داود،36:2014).

جدول (1): يوضح مقارنه لكلا طريقتي التمثيل الشبكي والتمثيل الرقمي الخطي في نظم المعلومات الجغرافية(GIS).

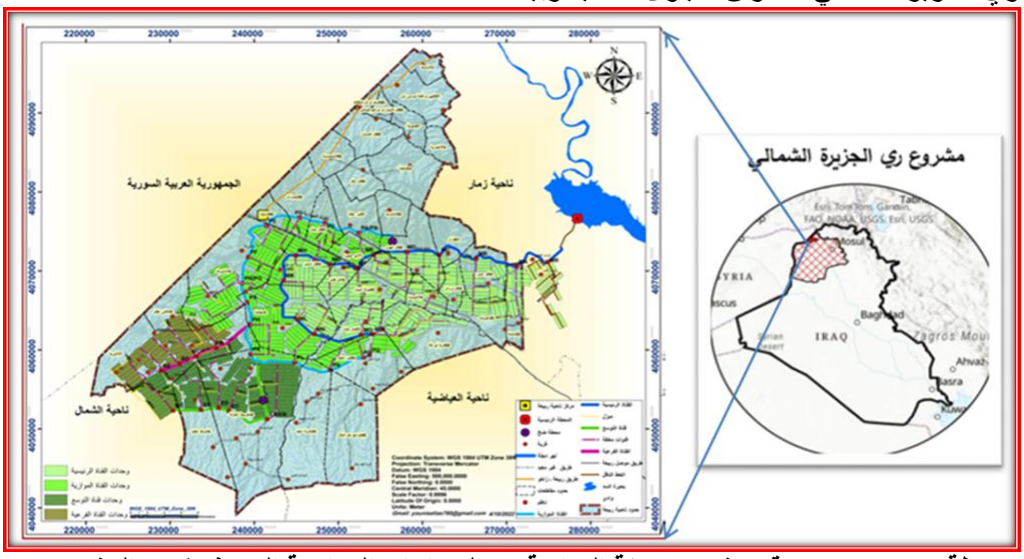
ت	الوصف	التمثيل الخطي	التمثيل الشبكي
1	حجم البيانات	يعتمد على كثافة النقط	يعتمد على حجم الخلية أو البكسل
2	مصدر البيانات	بيانات اجتماعية وبيئية وهندسية	مرئيات الاستشعار عن بعد
3	التطبيقات	تطبيقات اقتصادية واجتماعية وهندسية وادارية	تطبيقات الموارد والبيئة
4	البرامجSoftware	التحليل الخطي Vector GIS والخرائط الرقمية	التحليل الشبكيRasterv GIS
5	الوضوح	متغير	ثابت

المبحث الثالث : الاطار التطبيقي

1.3.النظام المقترح:

يقدم هذا المبحث نظاما" مقترحا" يهدف الى تحسين الكفاءة التشغيلية لمحطة الضخ الرئيسية باستخدام أدوات وتقنيات حديثة، يعتمد النظام المقترح على قواعد بيانات رئيسية وهي: بيانات المناخ، وقاعدة بيانات GIS، وذلك من أجل تحديد الحاجة الفعلية لتشغيل المضخات الاروائية

للموسم الشتوي 2025/2024، والتحسين من كفاءة اداء المضخات في المحطة الرئيسية لمشروع ري الجزيرة الشمالي ـ العراق ـ نينوى ـ ناحية ربيعة.



خريطة (1): توضح موقع مشروع عينة الدراسة مع المساحات الزراعية المستفيدة من المشروع الإروائي

2.3. البيانات المناخية (المدخلات البيئية):

تُعد البيانات المناخية أداة حيوية للتخطيط الفعّال للري وتلعب دورًا أساسيًا في إدارة الموارد المائية، وخاصة في مجال الزراعة والري ومن خلال تحليل البيانات يتم تحديد كمية المياه التي يجب ضخها إلى الأراضي الزراعية، وهو ما يُعرف بـ"الاحتياجات المائية" والتي يمكن تقدير كمية المياه التي تحتاجها النباتات لنموها بشكل سليم. تُستَمد معطيات عناصر المناخ لمنطقة الدراسة عند خط الطول (E:42.24) وخط العرض (N:36.74) من مصادر رسمية والمتمثلة بوزارة الزراعة / مركز الأرصاد الجوية الزراعية. محافظة نينوى ـ محطة ربيعة، كما تم الحصول على بعضها من وزارة النقل / الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ. وذلك لحساب معامل التبخر نتح الممكن (ETo) وتشمل العناصر المناخية درجة حرارة عظمى و درجة حرارة صغرى ومتوسط درجة الحرارة والإشعاع الشمسي وكمية الأمطار. يمكن توفير بيانات الطقس للأنظمة الذكية في المحطة الرئيسية عبر المراكز المناخية باستخدام بروتوكولات و واجهات برمجة تطبيقات خاصة بالمراكز باعتبارها موثوقة و سريعة و محدثة باستمرار وتدعم البيانات الفورية أو التاريخية. هذه البيانات يتم نقلها إلى نظام التحكم الاشرافي وتحصيل البيانات من خلال نظام (Profenet communication) لتحليلها كجزء من المدخلات البيئية اللازمة لحساب الحاجة الفعلية للري. يتم ادراجها في قاعدة بيانات خاصة من خلال برمجة المعادلات المتوفرة في نظام التحكم المنطقي القابل للبرمجة (PLC) ويعتبر العقل الالكتروني في استلام الاشارات وتغذيته بالمعلومات ونقلها الى نظام التحكم لإجراء السيطرة والمراقبة بالعملية التشغيلية.

3.3. حساب الاحتياج المائي:

تتمثل العملية في تحليل المعطيات البيئية عبر معادلات ري علمية وتشمل كما يلي:

1- استخراج معامل التبخر نتح الممكن ETO:

يُعتبر التبخر نتح الممكن (ETo – Reference Evapotranspiration) أحد النماذج الاساسية في إدارة مياه الري، ويُستخدم هذا النموذج لتقدير كمية المياه المفقودة من سطح نباتي مرجعي

نموذجي بسبب عمليتي التبخر من سطح التربة والنتح من اوراق النبات. يتم حساب ETo باستخدام عدة متطلبات مناخية، من أبرزها معادلة هارغريفز (Hargreaves Equation) وكما يلي:

Hargreaves &) $ETO = 0.0023 . (Tmean+17.8) . (Tmax - Tmin)^{0.5} . Ra$
(Samani,1985:97

حيث أن :
- Tmean متوسط درجة الحرارة (C°)
- Tmax درجة حرارة عليا (°C)
- Tmin درجة حرارة دنيا (°C)
- Ra الإشعاع الشمسي (Mj/m2)

تتضمن عملية تشغيل المضخات الاروائية في المحطة الرئيسية خاصَّةً عند ارتفاع منسوب بحيرة سد الموصل في موسم زراعة القمح بتشغيل محدود من دون اللجوء الى معادلات علمية او معرفة احوال الطقس ومدى حاجة المحصول لمياه الارواء او اكتفاء المحصول لمياه الارواء لا سيّما عند هطول الامطار مع توفر جميع السبل والتقنيات والانظمة الحديثة في المحطة الرئيسية لمشروع ري الجزيرة الشمالي من انظمة الكترونية ومستشعرات مرتبطة في المكائن والمعدات واجهزة التحكم المنطقي القابل للبرمجة وانظمة التحكم الاشرافي وتحصيل البيانات المرتبط في شاشة التحكم المركزي.

ومن خلال معطيات المتغيرات المناخية لشهر أذار 2025 يمكن حساب كمية الاحتياج المائي وعدد المضخات العاملة لتكون نموذجا" لألية حساب بنية الاشهر المحددة في التحسين وكما مبين أدناه :

(Ra = 13.82 ،(Tmean=15,3 C°) , (Tmax=20.7 C°),(Tmin = 10 C°)
(Pa=25.2mm)،MJ/m²/day) ، المساحة الزراعية الفعلية = (170000 don).

$ETo= 0.0023 \cdot (Tmean+17.8) \cdot \sqrt{Tmax-Tmin} \cdot Ra$

$ETo= 0.0023 \cdot (15,3+17.8) \cdot \sqrt{20.7-10} \cdot 13.82 = 3.44$

mm =106.65 day 31 ×ETo=3.44

2- معامل المحصول KC (Crop coefficient)

يعتبر معامل مهم يساعد في تقدير كمية المياه التي يحتاجها المحصول النباتي بدقة ويساهم في تحسين كفاءة الري والترشيد في استخدام المياه و تحسين إنتاجية المحصول من خلال مراحل نموه المختلفة، يُساعد هذا المعامل في تحويل ما يُعرف بالتبخر النتح الممكن (ET_0) إلى الاستهلاك المائي (ETc) للمحصول الزراعي، أن معامل نمو المحصول Kc يتغير حسب نوع المحصول مثلا" (القمح, البطاطا، الذرة....الخ) وهو يعكس خصائص المحصول (نوعهُ، عمرهُ، نموهُ).وكما مبين في الجدول (3-2) والذي يوضح معامل النمو لمحصول القمح لأراضي مشروع ري الجزيرة الشمالي / ربيعة ـ نينوى .

جدول (2) يبين مراحل النمو لإرواء محصول القمح مع قيمة معامل نمو المحصول Kc

مراحل النمو لإرواء محصول القمح	معامل نمو المحصول (Kc)
مرحلة الإنبات	0.7
مرحلة النمو الخضري (الابتدائي)	0.96
مرحلة الازدهار(المتوسط)	1,15
مرحلة النضج	0.50

المصدر: وزارة الموارد المائية / قسم الدراسات الاستراتيجية.

3- مؤشر الغطاء النباتي الخضري NDVI والمرسل من مركز التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية

يتم تفعيل معامل نمو المحصول KC إذا كانت قيمة NDVI ضمن مجال محدد من مراحل نمو المحصول وكما يلي:

أ- الإنبات (Germination): إذا كانت قيمة NDVI بين 0,2 – 0.3 اذا" يحدد معامل نمو المحصول 0,7.
ب - النمو الخضري (Vegetative Growth): إذا كانت قيمة NDVI بين 0,3 – 0,4 اذا" يحدد معامل نمو المحصول 0,96.
ج - التزهير (Flowering): إذا كانت قيمة NDVI بين 0,4 – 0,5 اذا" يحدد معامل نمو المحصول 1,15.
د - النضج (Maturity): إذا كانت قيمة NDVI بين 0.5 – 0.6 اذا" يحدد معامل نمو المحصول 0.50.

4- استخراج معامل الاستهلاك المائي (ETc)

يمثل نتيجة ضرب معامل المحصول Kc في معامل التبخر- نتح مرجعي ETc وكما موضح في المعادلة التالية (Allen et al.,1998:65):

$$ETc = Kc \cdot Eto$$

$$123\ mm \approx ETc = 1.15 \times 106.65 = 122.65$$

- من خلال حساب مؤشر الغطاء النباتي الخضري لمنطقة الدراسة لشهر اذار/2025 لوحظ ان قيمة (NDVI) تساوي 0.43 لذا فأن معامل نمو المحصول Kc لمرحلة الازدهار(المتوسط) لمحصول القمح تكون (1.15)

5- استنتاج كمية الاحتياج المائي للري

تمثل بكمية المياه التي يجب توفيرها للنباتات من مصادر الري و تعرف باسم متطلب مياه الري Irrigation Water Requirement (IWR) وتُعد من أهم العوامل في إدارة الموارد المائية والزراعة المستدامة، وهي توضح المياه التي يحتاجها النبات بعد خصم كمية الأمطار الفعالة (Pc) ثم تضرب ناتج هذه القيمة في المساحة المزروعة (Area).يتم حساب الاحتياج المائي للري كما في المعادلة التالية (Allen et al.,1998:65):

$$Area\ IWR = (ETc - Pc)$$

حيث ان
- IWR : متطلبات مياه الري (م3)
- ETC : التبخر - نتح الفعلي للمحصول (ملم)
- Pc : كمية الامطار الفعلية (ملم)
- A : المساحة المزروعة (don)

$$IN = Etc - Pc$$

$$IN = 123 - 25.2 = 97.8\ mm$$

$$IN = 97.8 \times 2.5 = 244.5\ م3/دونم$$

الاحتياج المائي الكلي:

$$IWR = (Etc - Pc) \times A$$

$$IWR = 244.5 \times 170000 = 41565000\ م3$$

استنتاج كمية المياه التي تُضخها المضخة الواحدة في اليوم الواحد:

31 يوم × 24 ساعة × 60 دقيقة × 60 ثانية = 2678400 ثانية

الطاقة التصريفية للمضخة الواحدة في المحطة الرئيسية 3.5 م3/ ثا

انتاج المضخة في اليوم = 3.5 × 2678400 = 9374400 م3

∴ الاحتياج الفعلي لعدد المضخات العاملة:

$$\text{عدد المضخات} = \frac{\text{الاحتياج الكلي}}{\text{إنتاج المضخة}}$$

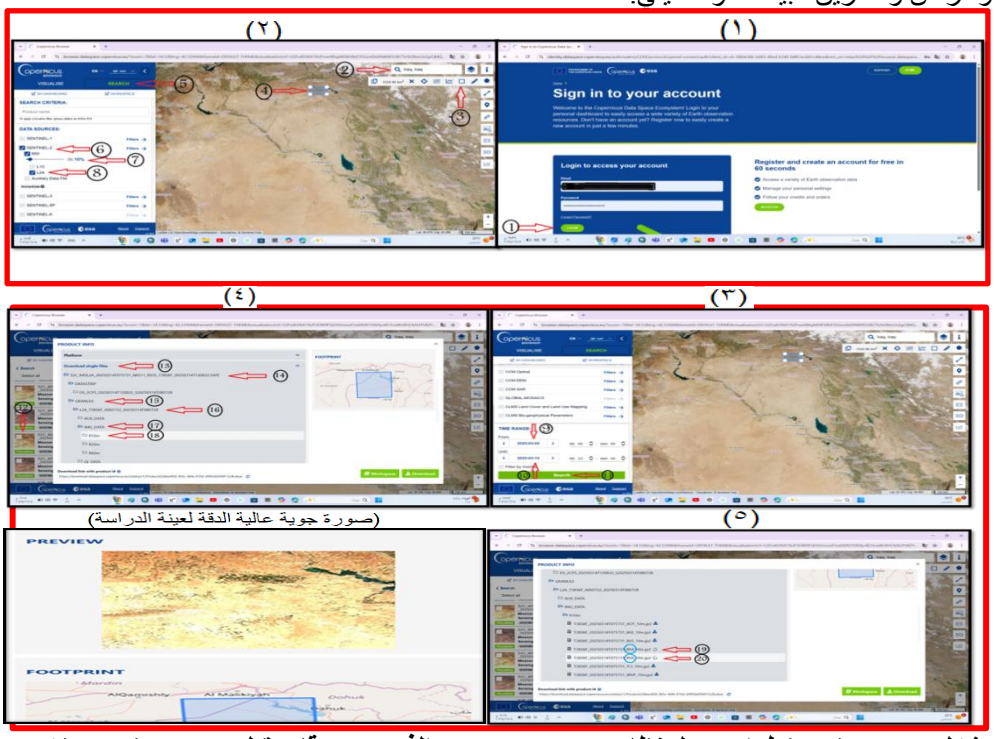
$$\text{الاحتياج اليومي لعدد المضخات} = \frac{41565000}{9374400} = 4,43 \approx 4,5 \text{ مضخة}$$

∴ نحتاج الى 4 مضخات تعمل بشكل يومي مع مضخة واحدة تعمل بشكل متناوب خلال الشهر وبمعدل 15 يوم، لإرواء مساحة اجمالية تقدر 170000 دونم لمحصول القمح لفترة شهر اذار 2025 وحسب المعطيات المناخية لهذا الشهر، وحرصًا على استمرارية تدفق المياه وكفاءة استخدام المكائن والمعدات إذ يمكن تشغيل عدد 4 مضخات اروائية من أصل 12 مضخة على مدار 24 ساعة ويتم تقسيم اليوم إلى 3 فترات تشغيل، مدة كل فترة 8 ساعات عمل متساوية، في كل فترة يتم تشغيل 4 مضخات اروائية فقط، يتم التناوب بين المضخات الاثنتي عشرة بحيث تشتغل كل مضخة فترة تشغيله واحدة فقط خلال الـ 24 ساعة لضمان التوزيع العادل بالتشغيل والتقليل من استهلاك الاجهزة والمعدات، والارتفاع من معولية المكائن. يهدف هذا النظام إلى ضمان استمرارية التشغيل على مدار الساعة والمحافظة على عمر المكائن من خلال التشغيل الدوري و توزيع الاحمال بالتساوي على جميع المكائن، لدوره الفعّال في زيادة الكفاءة التشغيلية للمضخات الاروائية .

4.3. قاعدة بيانات GIS:

1.4.3. جمع وتخزين البيانات

تم استخدام في الدراسة برنامج كوبرنيكوس (Copernicus) لمراقبة الأرض التابع للاتحاد الأوروبي وكيفية توفير مجموعة واسعة من البيانات والمعلومات البيئية المجانية والمفتوحة، ويستخدم النظام لجمع وتخزين البيانات عن طريق الاستشعار عن بعد التي توفرها أقمار Sentinel التابعة للبرنامج، يستطيع البرنامج إن يوفر صور بصرية عالية الدقة تُستخدم في تحليل الغطاء النباتي و إدارة المياه والمراقبة البيئية وانتاج الخرائط وغيرها من البيانات والصور التي تتمثل على شكل (Band) لطبقة مكانية وعرضها على شكل خريطة، وبعدها يمكن معالجتها في برنامج ArcGIS 10.8. يوضح الشكل ادناه خطوات عمل نظام كوبرنيكوس والذي يعتبر قاعدة لجمع وعرض و تخزين البيانات وكما يلي:



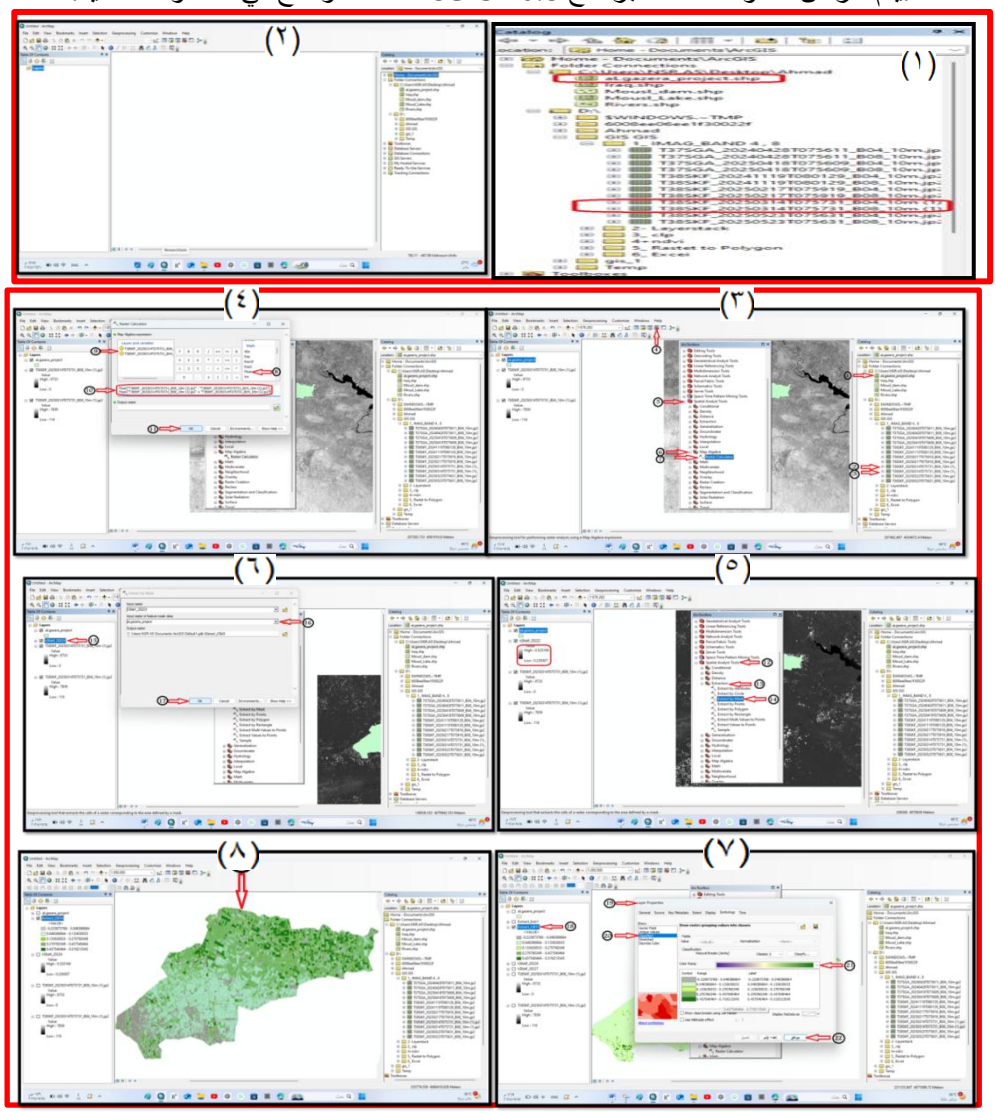
(صورة جوية عالية الدقة لعينة الدراسة)

شكل (2): يوضح خطوات عمل نظام Copernicus والذي يعتبر قاعدة لجمع وعرض و تخزين الصور الجغرافية

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (8), No. (2): 87-104
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2026.8.2.5

2.4.3. معالجة البيانات في برنامج ArcGIS 10.8

بعد جمع وتخزين ملفات صور الاقمار الصناعية لمشروع الدراسة من برنامج كوبرنيكوس بصيغة jp2 وهي ملفات تستخدم عادة لتخزين صور فضائية عالية الجودة ، والتي تتمثل B04 وB08 والتي تشير إلى النطاق الطيفي ويستخدم في تحليل الغطاء النباتي بدقة مكانية للصورة (10متر) لكل بكسل، مع توفير مجلد Shapefile للعمل عليه في تحديد مساحة مشروع الدراسة على شكل طبقة polygon. يتم عملية تحرير الملفات من قائمة Catalog الى نافذة الخريطة Map View لعرض الطبقات قبل اجراء عملية التحليل. يتم التعامل مع البيانات كافة من خلال استعمال برنامج
ArcGIS 10.8 وهو برنامج متقن وحديث قادر على التعامل مع البيانات والصور والخرائط وفقا" للمساقط .يتم عرض خطوات العمل لبرنامج ArcGIS 10.8 كما موضح في الخطوات التالية:



شكل (3): يوضح خطوات عمل برنامج ArcGIS 10.8 لتحليل ومعالجة البيانات والصور الجغرافية

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (8), No. (2): 87-104
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2026.8.2.5

ومن خلال استعمال المعادلة التالية في إداه Raster Calculator كما موضح في الخطوة رقم(4) يمكن حساب مؤشر الغطاء النباتي الخضري كما يلي (Tucker, 1979:3):

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

حيث إن:

- NIR: الإشعاع المنعكس في نطاق (Near Infrared) الأشعة تحت الحمراء القريبة، حيث إن النباتات الصحية تعكس كمية كبيرة من هذا الإشعاع.
- RED: الإشعاع المنعكس في نطاق الضوء الأحمر(RED)، حيث إن النباتات تمتص جزءًا كبيرًا منه أثناء عملية البناء الضوئي.

حيث يكون ناتج الفرق ضمن نطاق قيمة NDVI من (-1 , +1)، تتمثل المعادلة بالبساطة والدقة النسبية في كشف حالة النباتات من صور الأقمار الصناعية، ومقارنة الحالات البيئية، مثل الجفاف أو تغيرات في المحاصيل الزراعية.

من القاعدة اعلاه وبعد تحليلها في برنامج ArcGIS 10.8 يمكن الحصول على تقرير تفصيلي عن جميع البيانات أو البيانات المحددة كما موضح في الجدول ادناه تكون هذه التقارير بصيغة pdf يمكن ان تسهل هذه العملية من اختصار الوقت والجهد للبحث عن البيانات المحددة، ويمكن تغذية طبقة من التقارير التي تم بنائها في واجهة برنامج نظم التحكم الاشرافي وتحصيل البيانات للحصول على النتائج المرجوة والتحسين من الكفاءة التشغيلية للمضخات الاروائية.

جدول (3): مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) ومعدل المساحات الزراعية للموسم الشتوي 2025/2024

الشهر	السنة	تاريخ اللقطة	مساحة الغطاء النباتي الخضري (كم2)	معدل NDVI (Min=0.2 - MAX=1)	نسبة الغيوم (%)	نسبة المساحة المزروعة (%)	مساحة الغطاء النباتي الخضري (دونم)
12	2024	2024/12/30	192	0.27	% 0	% 32	76800
1	2025	2025/1/24	322	0.38	% 3.17	% 53.6	128800
2		2025/2/3	391	0.45	% 1.35	% 65	156400
3		2025/3/4	405	0.52	% 0	% 67.5	162000
4		2025/4/18	425	0.61	% 0	% 70.8	170000
5		2025/5/28	143	0.25	% 0	% 23.8	57200

تم بناء قاعدة بيانات من البرنامج لأراضي مشروع عينة الدراسة تتضمن تاريخ التقاط الصورة الجغرافية والمساحة الزراعية بالكيلو متر مربع و الدونم ونسبة الغيوم عند التقاط الصورة الفضائية ومعدل مؤشر الغطاء النباتي الخضري NDVI ونسبة المساحة المزروعة لأراضي المشروع وذلك لتوضيح صورة لمتخذ القرار من اجل وضع الحلول الانية عبر استخدام الانظمة الحديثة والاتمتة الصناعية، مما يُسهم في زيادة كثافة الغطاء النباتي للمحصول وحسب الاحتياج الفعلي للمضخات العاملة للإرواء.

بعد ان تم بناء قاعدة بيانات متكاملة مع نظم المعلومات الجغرافية تتضمن بعلاقة ترابط بين عناصر الانواء الجوية ونظام (GIS) واشتغال المضخات الاروائية حسب الاحتياج الفعلي، يبين الجدول (3-4) أداء المضخات التشغيلي في المحطة الرئيسية.

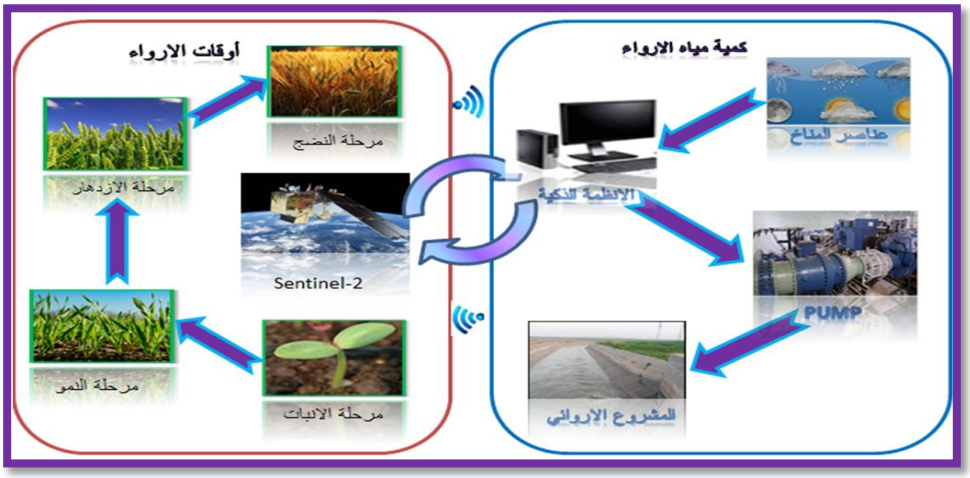
Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (8), No. (2): 87-104
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2026.8.2.5

جدول (4) يوضح أداء المضخات للموسم الشتوي 2025/2024

التاريخ	معدل عدد المضخات العاملة(مضخة/شهر)	زمن التشغيل (ساعة/شهر)	كمية المياه المضخوخة (م3)	كفاءة المضخة التصميمية(%)
ك2024/1	2	1488	18748800	80%
ك2025/2	1,5	1116	14061600	80%
شباط/2025	2	1344	16934400	80%
أذار/2025	4,5	3348	42184800	80%
نيسان/2025	3	2160	27216000	80%
أيار/2025	2	1488	18748800	80%

يعرض الجدول البيانات التشغيلية المجدولة للمضخات الاروائية للمحطة الرئيسية موزعة لإرواء محصول القمح للموسم الشتوي 2025/2024 وتشمل مؤشرات رئيسية تساعد متخذ القرار على تقيم أداء المضخات وكفاءتها التشغيلية.

بعد تصميم شاشات المراقبة وبرمجة وحدات تجميع البيانات المرسلة من المركز المناخي والرصد الزلزالي و مركز التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية و ربطها إلى الوحدة المركزية، يقوم النظام بمراقبة عمليات ضخ المياه في المحطة الرئيسية لمشروع ري الجزيرة الشمالي والاشراف والتحكم بوقت الارواء والكميات المطلوبة استنادا" الى ما يوفره النظام من معلومات وبيانات وفق الخطة، وبناء على ذلك يقوم النظام بحساب وقت الارواء و الكميات المطلوبة بدقة وارسالها الى المضخات الاروائية لتحديد عدد المضخات التي يتم تشغيلها وحسب الحاجة الفعلية لعملية الارواء و بأعلى كفاءة إذ يتم إنتاج نفس الخدمة وهي توفير المياه ولكن باستخدام عدد أقل من المضخات وساعات تشغيل أقل وعليه نستنتج توفير كبير في استهلاك الطاقة والتكلفة.. يوضح الشكل ادناه إدارة الري عبر استخدام عناصر الانواء الجوية ونظام GIS لتعزيز كفاءة محطة الري الرئيسية في مشروع ري الجزيرة الشمالي.



شكل (4): يوضح استخدام نظم المعلومات الجغرافية لإدارة الري الذكي وتحسين كفاءة التشغيل

المبحث الرابع : الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1. تعزيز الكفاءة والأمان والدقة والإنتاجية والموثوقية في العملية التشغيلية لمحطة الضخ الاروائية من خلال تمكين المراقبة في الوقت الحقيقي، والتعديلات التلقائية، واتخاذ قرارات مدعومة بالبيانات.

2. يتيح نظام المعلومات الجغرافية القدرة على إدارة العمليات التشغيلية بكفاءة للمضخات الاروائية من خلال تحديد عدد المضخات العاملة وحسب الاحتياج الفعلي لعملية الارواء.
3. السيطرة من خلال معطيات عناصر الانواء الجوية (درجة حرارة، اشعاع شمسي، أمطار) وكشف تأثير المناخ على الغطاء النباتي للمحاصيل الزراعية.
4. يمثل مؤشر الغطاء النباتي الخضري (NDVI) والمستخلص من جمع وتخزين وتحليل البيانات عبر برنامجي Copernicus و ArcGIS 10.8 أداة أساسية وحيوية في تحديد مواعيد الإرواء وفقًا لمراحل نمو المحصول الزراعي.
5. ضمان استمرارية التشغيل على مدار الساعة والتوزيع العادل بالتشغيل والتقليل من استهلاك الاجهزة والمعدات، والارتفاع من معولية المكائن والمحافظة على عمر المكائن من خلال التشغيل الدوري و توزيع الاحمال بالتساوي على جميع المكائن، لما له دور مهم في زيادة الكفاءة التشغيلية للمضخة الاروائية.
6. أدى استخدام نظم المعلومات الجغرافية إلى التحكم بكميات المياه وفق الحاجة و انخفاض في عدد المضخات العاملة ومدة تشغيلها مما يستنتج عنه تقليل استهلاك الطاقة والتكلفة في عينة البحث.

التوصيات

1. التطور التكنلوجي واستعمال نظام المعلومات الجغرافية في المراقبة والتحكم للعمليات التشغيلية في المحطات الاروائية لتنافس المحطات الاروائية العالمية في استعمال الانظمة الحديثة.
2. تطبيق نظام المعلومات الجغرافية على جميع محطات الضخ الاروائية لتصل المضخات الى اعلى مستوى من الكفاءة التشغيلية في جانب السيطرة والمراقبة على العمليات التشغيلية للمضخات الاروائية.
3. يحتاج استخدام نظام المعلومات الجغرافية الى موارد بشرية مدربة وذو خبرة للتعامل مع النظام واستعمالهُ بالشكل الصحيح.
4. متابعة الأداء التشغيلي بشكل دوري وتحليل علاقة المتغيرات على المضخات العاملة وفترات تشغيل المضخات وكمية المياه المتدفقة لضمان الكفاءة التشغيلية وتحقيق أفضل استثمار في الطاقة والموارد.
5. نظرا" لما تعانيه الدوائر الخدمية في العراق سيما المرافق الخدمية المنتشرة جغرافيا" يمكن اقتراح اجراءات مستقبلية لنظام المعلومات الجغرافية في مراقبة وعرض البيانات الخاصة في شبكات توزيع الكهرباء، وخطوط نقل النفط وشبكات الصرف الصحي والملاحة الجوية والنهرية وأداره النقل والمرور وإدارة الكوارث والطوارئ.

المصادر العربية:

1- البسيوني، رضا اسماعيل(2022)،" ادارة الانتاج والعمليات" ، الطبعه الاولى ، مؤسسه طيبه للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.
2- الخزرجي، ثريا عبد الرحيم، وبتال، أحمد حسين(2012)،" الكفاءة المصرفية بين المفهوم وطرق القياس"، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد 18 ، العدد 66 ، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
3- الدوري، عمر علي كامل(2013)، "تقييم الأداء المصرفي الأطار المفاهيمي والتطبيقي"، الطبعة الأولى، دار الدكتور للعلوم، بغداد، العراق.
4- الراوي، صفاء ياسين حسن (2013)،"الأثر التتابعي للتغيير الاستراتيجي والأداء التشغيلي في تخفيض الهدر دراسة استطلاعية لأراء عينة من العاملين في مستشفيي الجمهوري والسلام في الموصل"، أطروحة مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في إدارة الأعمال.

5- بن غضبان، فؤاد محمد (2013)، "نظم المعلومات الجغرافية GIS"،ط1، دار اسامة للنشر والتوزيع، عمان، الاردن.
6- حسين، احمد علي(2016)"الكفاءة ودورها في تحسين الاداء المصرفي "بحث مقدم الى مجلس المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية بجامعه بغداد وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الدبلوم العالي في المصارف.
7- داود، فضيلة سلمان (2020)،" الادارة الاستراتيجية مفاهيم أساسية وممارسات تطبيقية" ، الطبعة الاولى، مكتبة الضاد للطباعة والنشر، بغداد، العراق.
8- داوود، جمعه محمد (2014)، مبادئ علم نظم المعلومات الجغرافية GIS SCIENCE، الطبعة الاولى ،مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.
9- عبد الرضا، نغم يوسف (2019). "تمكين العاملين وسيلة لتحسين العمليات وفقا لمعايير الجودة ألأوربية" EFQM. Journal of Economics and Administrative Sciences, 25(112), 192-216.
10- عبد الله، صباح عثمان (2022). "التحليل الجغرافي لخصائص شبكة الطرق في مدينة عين كاوه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية ، 29 (3، 2)، 71-89.
11- عبد السادة, رؤى علي . الخزرجي, محمد عيدان (2025)."دور المعرفة التسويقية في تعزيز ادارة العمليات المستدامة بحث تطبيقي". مجلة اقتصاديات الأعمال للبحوث التطبيقية , 7(1), 47-63.
12- عبدالكاظم, محمد راضي (2025)."تأثير التحولات الاقتصادية والبيئية على كفاءة وفاعلية أنظمة محاسبة التكاليف". مجلة اقتصاديات الأعمال للبحوث التطبيقية, 7(1), 1194-1211.
13- عدو ، محمد نوح (2013)، "الاقليم المدرك للمدينة في نظم المعلومات الجغرافية GIS" ، الطبعة الأولى دار صفاء للنشر والتوزيع ، شارع الملك حسين ، عمان، الأردن.
14- كاظم, رؤى نصير (2021)." مؤشرات بيئة الأعمال في العراق وتقييم كفاءة أدائها". مجلة اقتصاديات الأعمال للبحوث التطبيقية , (خاص - ج1), 195-214.
15- محسن، عبدالكريم و النجار، صباح مجيد (2020)،"إدارة الانتاج والعمليات" الطبعة الرابعة، مؤسسة الذاكرة للنشر والتوزيع، عمان، الاردن.

المصادر الاجنبية:

16- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). "Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56". Fao, Rome, 300(9), D05109.
17- Aparna, K. G., & Swarnalatha, R. (2024). Optimizing wastewater treatment plant operational efficiency through integrating machine learning predictive models and advanced control strategies. Process Safety and Environmental Protection, 188, 995-1008.
18- Bai, C. A., Sarkis, J., & Xue, W. (2024). "Improving operational efficiency and effectiveness through blockchain technology". Production Planning & Control, 35(9), 857-865 .
19- Boeva, B. Zhivkova, S. and Stoychev, I. (2017) , " Corporate Governance and the Sustainable Development " , European Journal of Economics and Business Studies , Vol 7, Issue 1.

20- Education, 2 Penn Plaza New- ,Price,Maribeth (2016). Mastering ArcGIS. (7nd Ed). McGraw-Hill York, NY 10121.
21- Galoso, J. R. M., & Principe, J. A. (2024). "Development of A Gis-Based System for Irrigation Management and Flow Distribution". The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 48, 267-272.
22- Geographic Information -Lo ,C.P.& Yeung , Albert K. W. (2007). "Concept and Techniques in.(2ndEd). Prentice Hall. Systems
23- Hammada, M. (2025). "Database Comparison for GIS Applications". (Thesis).University of Gävle. Retrieved from.
24- Hargreaves, G. H., & Samani, Z. A. (1985). "Reference crop evapotranspiration from temperature". Applied engineering in agriculture, 1(2), 96-99.
25- Linlin, L. I. U., Peter, K. C., Andy, C. L., TCE, C., & Tienan, W. A. N. G. (2024). "An empirical study on digitalization's impact on operational efficiency and the moderating role of multiple uncertainties". IEEE Transactions on Engineering Management.
26- Nehme, M. N., Abouibrahim, M., & Al Maalouf, N. J. (2024). "Implementation of total quality management to improve operational efficiency and customer satisfaction in Lebanese industries". Arab Economic and Business Journal, 16(2), 6.
27- Patel, K., & Nihalani, S. (2023). "A review of _urban water networks management using GIS". MethodsX, 11, 102261.
28- Rafeeq, W. A., Thabet, H., & Hussain, M. K. (2024). "Remote Control and Monitoring System for rural Pump stations using PLC". NTU Journal of Engineering and Technology, 3(3), 30–35.
29- Ternikov, Andrei A. (2018)." Role of Geographic Information Systems for Transport System Improvement", Master's Thesis by the 2nd year student Concentration MPM, University, Graduate School of Management, St. Petersburg, Russia.
30- Tsurikova, E., & Sharkova, M. (2023). "Efficiency of using hydro-turbine pumping stations for machine irrigation". In E3S Web of Conferences (Vol. 402, p. 05027). EDP Sciences.
31- Tucker, C. J. (1979). "Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation". Remote sensing of Environment, 8(2), 127-150.