AIESA

المجلة العربية للدراسات الجغرافية

ISSN: 2537-0839
eISSN : 2537-088X

المجلة العربية للدراسات الجغرافية

jasg

دورية - علمية - محكمة - إقليمية - متخصصة

تصدر عن

المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب

عضو الاتحاد النوعي لجمعيات البحث العلمي وبنك المعرفة المصري

ISSN: 2537-0839

eISSN : 2537-088X

http://jasg.journals.ekb.eg

Doi: 10.12816/JASG.

Impact Factor*: 1.52 / 2024*

تقييم المجلس الأعلى للجامعات المصرية (٦ / ٧)

المجلد الثامن - العدد (٢٢) يناير ٢٠٢٥م

يتم النشر الالكتروني على المنصات الآتية

الصفحة الرئيسية

السنه	--كل السنوات --
المجله	المجلة العربية للدراسات الجغرافية
القطاع	الدراسات الأدبية

م	القطاع	اسم المجلة	اسم الجهه / الجامعة	ISSN-P	ISSN-O	السنه	نقاط المجله
1	الدراسات الأدبية	المجلة العربية للدراسات الجغرافية	المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب	2537-0839	2537-088X	2024	6

إدارة المجلة غير مسؤولة عن الأفكار والآراء الواردة بالبحوث المنشوره في أعدادها وإنما فقط تقع مسؤوليتها في التحكيم العلمي والضوابط الأكاديمية

هيئـــــة التحـــــرير

أ.د/ محمد الخزامي عزيز	جامعة الفيوم - مصر	رئيساً للتحرير
أ.د/ لطفي كمال عبده عزاز	جامعة المنوفية - مصر	مديراً للتحرير
أ.م.د. عمر عبد الله القصاب	جامعة الموصل- العراق	مساعد مدير التحرير
د. أحمد يونس صالح	جامعة الفيوم - مصر	مساعد ثان مدير التحرير
أ.د. بهجات محمد محمد	جامعة دمشق - سوريا	عضواً
أ.د. مضر خليل العمر	جامعة ديالى - العراق	عضواً
أ.د. محمد عبد السلام حسين	جامعة عين شمس - مصر	عضواً
أ.د. أشرف أبو الفتوح مصطفى	جامعة السويس - مصر	عضواً
أ.د. سعدون شلال ظاهر	جامعة الكوفة - العراق	عضواً
أ.د. آمنة بنت عبد الرحمن الدوهان	جامعة الأميرة نورة - السعودية	عضواً
أ.م.د. ساكار بهاء الدين عبد الله المدرس	جامعة صلاح الدين - العراق	عضواً
أ.م.د. منير الجرايـة	جامعة صفاقس - تونس	عضواً
أ.م.د. عبد السلام عبد المولى الحداد	جامعة عمر المختار - ليبيا	عضواً
أ.م.د. خليفة محمد ساعد الكندي	جامعة نزوى - سلطنة عمان	عضواً

الهيئـــــة العلمية الاستشارية

أ.د/ سهام محمد هاشم	أستاذ الجيومورفولوجي بجامعة عين شمس
أ.د/ محمود توفيق محمود علي	أستاذ الجغرافيا السياسية بجامعة الزقازيق
أ.د/ أميمة فهمي مهدي إبراهيم	أستاذ الجغرافيا الاقتصادية بجامعة الأزهر
أ.د/ أحمد السيد محمد الزاملي	أستاذ الجغرافيا الاقتصادية بجامعة القاهرة
أ.د/ وفيق محمد جمال الدين إبراهيم	أستاذ الجغرافيا الاقتصادية بجامعة حلوان
أ.د/ إبراهيم علي غانم	أستاذ الجغرافيا الاقتصادية بجامعة طنطا
أ.د/ سمير عبد القادر خطاب	أستاذ أصول التربية (تخصص جغرافيا) بجامعة الأزهر
أ.د/ محمد ذكي السديمي	أستاذ الجغرافيا بجامعة طنطا
أ.د/ عمر محمد علي محمد	أستاذ جغرافية العمران بجامعة حلوان

ميثاق اخلاقيات النشر :

تنشر المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب من خلال اصداراتها البحوث العلمية الأصيلة والمحكمة، بهدف توفير جودة عالية لقُرَّائها من خلال الالتزام بمبادئ مدونة أخلاقيات النشر و منع الممارسات الخاطئة. وتصنف المدونة الأخلاقية ضمن لجنة أخلاقيات النشر (COPE Committee on Publication Ethics :) وهي الأساس المرشد للمؤلفين والباحثين والأطراف الأخرى المؤثرة في نشر البحوث بالمجلات من مراجعين، بحيث تسعى المجلات لوضع معايير موحّدة للسلوك؛ وترغب المجلات على أن يقبل الجميع بقوانين المدونة الأخلاقية، وبذلك فهي ملتزمة تماما بالحرص على تطبيقها في ظل القبول بالمسؤولية والوفاء بالواجبات والمسؤوليات المسندة لكل طرف.

١- مسؤولية الناشر:

قرار النشر: يجب مراعاة حقوق الطبع وحقوق الاقتباس من الأعمال العلمية السابقة، بغرض حفظ حقوق الآخرين عند نشر البحوث بالمجلات، و يعتبر رئيس التحرير مسؤولا عن قرار النشر والطبع ويستند في ذلك إلى سياسة المجلات والتقيد بالمتطلبات القانونية للنشر، خاصة فيما يتعلق بالتشهير أو القذف أو انتهاك حقوق النشر والطبع أو القرصنة، كما يمكن لرئيس التحرير استشارة أعضاء هيئة التحرير أو المراجعين في اتخاذ القرار.

النزاهة: يضمن رئيس التحرير بأن يتم تقييم محتوى كل مقال مقدم للنشر، بغض النظر عن الجنس، الأصل، الاعتقاد الديني، المواطنة أو الانتماء السياسي للمؤلف.

السرية: يجب أن تكون المعلومات الخاصة بمؤلفي البحوث سرية للغاية وأن يُحافظ عليها من قبل كل الأشخاص الذين يمكنهم الاطلاع عليها، مثل رئيس التحرير، أعضاء هيئة التحرير، أو أي عضو له علاقة بالتحرير والنشر وباقي الأطراف الأخرى المؤتمنة حسب ما تتطلب عملية التحكيم.

الموافقة الصريحة: لا يمكن استخدام أو الاستفادة من نتائج أبحاث الآخرين المتعلقة بالبحوث غير القابلة للنشر بدون تصريح أو إذن خطي من مؤلفها.

٢- مسؤولية المحكم (المراجع) :

المساهمة في قرار النشر: يساعد المحكم (المُراجع) رئيس التحرير وهيئة التحرير في اتخاذ قرار النشر وكذلك مساعدة المؤلف في تحسين البحث وتصويبه.

سرعة الخدمة والتقيد بالآجال: على المحكم المبادرة والسرعة في القيام بتقييم البحث الموجه إليه في الآجال المحددة، وإذا تعذر ذلك بعد القيام بالدراسة الأولية للبحث، عليه إبلاغ رئيس التحرير بأن موضوع البحث خارج نطاق عمل المحكم، تأخير التحكيم بسبب ضيق الوقت أو عدم وجود الإمكانيات الكافية للتحكيم.

السرية: يجب أن تكون كل معلومات البحث سرية بالنسبة للمحكم، وأن يسعى المحكم للمحافظة على سريتها ولا يمكن الإفصاح عليها أو مناقشة محتواها مع أي طرف باستثناء المرخص لهم من طرف رئيس التحرير.

الموضوعية : على المحكم إثبات مراجعته وتقييم الأبحاث الموجهة إليه بالحجج والأدلة الموضوعية، وأن يتجنب التحكيم على أساس بيان وجهة نظره الشخصية، الذوق الشخصي، العنصري، المذهبي وغيره.

تحديد المصادر: على المحكم محاولة تحديد المصادر والمراجع المتعلقة بالموضوع (البحث) و التي لم المؤلف، و أي نص أو فقرة مأخوذة من أعمال أخرى منشوره سابقا يجب تهميشها بشكل صحيح، وعلى المحكم إبلاغ رئيس التحرير وإنذاره بأي أعمال متماثلة أو متشابهة أو متداخلة مع العمل قيد التحكيم.

تعارض المصالح: على المحكم عدم تحكيم البحوث لأهداف شخصية، أي لا يجب عليه قبول تحكيم البحوث التي عن طريقها يمكن أن تكون هناك مصالح للأشخاص أو المؤسسات أو يُلاحظ فيها علاقات شخصية.

٣- مسؤولية المؤلف :

معايير الإعداد: على المؤلف تقديم بحث أصيل وعرضه بدقة وموضوعية، بشكل علمي متناسق يطابق مواصفات البحوث المحكمة سواء من حيث اللغة، أو الشكل أو المضمون، و ذلك وفق معايير و سياسة النشر في المجلات، وتبيان المعطيات بشكل صحيح، و ذلك عن طريق الإحالة الكاملة، ومراعاة حقوق الآخرين في البحث ؛ وتجنب إظهار المواضيع الحساسة وغير الأخلاقية، الذوقية، الشخصية، العرقية، المذهبية، المعلومات المزيفة وغير الصحيحة وترجمة أعمال الآخرين بدون ذكر مصدر الاقتباس في البحث.

الأصالة و القرصنة: على المؤلف إثبات أصالة عمله وأي اقتباس أو استعمال فقرات أو كلمات الآخرين يجب تهميشه بطريقة مناسبة وصحيحة ؛ والمجلة تحتفظ بحق استخدام برامج اكتشاف القرصنة للأعمال المقدمة للنشر.

إعادة النشر: لا يمكن للمؤلف تقديم العمل نفسه (البحث) لأكثر من مجلة أو مؤتمر، وفعل ذلك يعتبر سلوك غير أخلاقي وغير مقبول.

الوصول للمعطيات والاحتفاظ بها: على المؤلف الاحتفاظ بالبيانات الخاصة التي استخدمها في بحثه، و تقديمها عند الطلب من قبل هيئة التحرير أو المُقيّم.

مؤلفي البحث: ينبغي حصر (عدد) مؤلفي البحث في أولئك المساهمين فقط بشكل كبير وواضح سواء من حيث التصميم، التنفيذ، مع ضرورة تحديد المؤلف المسؤول عن البحث وهو الذي يؤدي

دوراً كبيراً في إعداد البحث والتخطيط له، أما بقية المؤلفين يُذكرون أيضاً في البحث على أنّهم مساهمون فيه فعلا، ويجب أن يتأكد المؤلف الأصلي للبحث من وجود الأسماء والمعلومات الخاصة بجميع المؤلفين، وعدم إدراج أسماء أخرى لغير المؤلفين للبحث ؛ كما يجب أن يطّلع المؤلفون جميعا على البحثة جيدا، وأن يتفقوا صراحة على ما ورد في محتواها ونشرها بذلك الشكل المطلوب في قواعد النشر.

الإحالات والمراجع: يلتزم صاحب البحث بذكر الإحالات بشكل مناسب، ويجب أن تشمل الإحالة ذكر كلِّ الكتب، المنشورات، المواقع الإلكترونية و سائر أبحاث الأشخاص في قائمة الإحالات والمراجع، المقتبس منها أو المشار إليها في نص البحث.

الإبلاغ عن الأخطاء: على المؤلف إذا تنبّه و أكتشف وجود خطأ جوهرياً و عدم الدقة في جزئيات بحثه في أيّ زمن، أن يشعر فورا رئيس تحرير المجلات أو الناشر، ويتعاون لتصحيح الخطأ.

شـــــــروط النشـــــــر :

- يجب أن لا يتجاوز البحث المقدم للنشر عن (٤٠) صفحة ، متضمنة المستخلصين : العربي ، والإنجليزي على أن لا تتجاوز كلمات كل واحد منهما (٢٠٠) كلمة ، والمراجع.
- يلي المستخلصين : العربيَّ ، والإنجليزيَّ ، كلماتٌ مفتاحية (Key Words) لا تزيد على خمس كلمات (غير موجودة في عنوان البحث)، تعبر عن المجالات التي يتناولها البحث؛ لتستخدم في التكشيف.
- تكون أبعاد جميع هوامش الصفحة الأربعة (العليا، والسفلى، واليمنى، واليسرى) (٣) سم، والمسافة بين الأسطر مفردة.
- يكون نوع الخط في المتن للبحوث العربية وللبحوث الإنجليزية (Times New Roman)، بحجم (١٣).
- يكون نوع الخط في الجداول للبحوث العربية وللبحوث الإنجليزية (Times New Roman)، بحجم (١٠).
- تستخدم الأرقام العربية (١-٢-٣...Arabic) في جميع ثنايا البحث.
- يكون ترقيم صفحات البحث في منتصف أسفل الصفحة.
- يكتب عنوان البحث ، واسم الباحث ، أو الباحثين ، والمؤسسة التي ينتمي إليها، وعنوان المراسلة، على صفحة مستقلة قبل صفحات البحث. ثم تتبع بصفحات البحث، بدءاً بالصفحة الأولى حيث يكتب عنوان البحث فقط متبوعاً بكامل البحث.

- يراعى في كتابة البحث عدم إيراد اسم الباحث، أو الباحثين، في متن البحث صراحة، أو بأي إشارة تكشف عن هويته، أو هوياتهم، وإنما تستخدم كلمة (الباحث، أو الباحثين) بدلاً من الاسم، سواء في المتن، أو التوثيق، أو في قائمة المراجع.
- أسلوب التوثيق المعتمد في المجلة هو نظام جمعية علم النفس الأمريكية، الإصدار السادس.
- يتأكد الباحث من سلامة لغة البحث، وخلوه من الأخطاء اللغوية والنحوية.
- توضع قائمة بالمراجع العربية بعد المتن مباشرة، مرتبة هجائياً حسب الاسم الأول أو الأخير للمؤلف (اختياري) ، وفقاً لأسلوب التوثيق المعتمد في المجلة.
- لهيئة التحرير حق الفحص الأوّلي للبحث، وتقرير أهليته للتحكيم، أو رفضه.
- في حال قبول البحث للنشر تؤول كل حقوق النشر للمجلة، ولا يجوز نشره في أي منفذ نشر آخر ورقياً أو إليكترونياً، دون إذن كتابي من رئيس هيئة التحرير.
- الآراء الواردة في البحوث المنشورة تعبر عن وجهة نظر الباحثين فقط، ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلة.
- رسوم النشر (٢٠٠ دولار) ،و للمصريين داخل مصر وفي مؤسسات مصرية (١٥٠٠ جنيه)
- يتم تقديم البحوث إلكترونياً من خلال موقع المجلة أو بريد المجلة الإلكتروني:

http://jasg.journals.ekb.eg

search.aiesa@gmail.com

محتويات العـدد	
افتتاحية العدد	-
آمال حسين الينبعاوي التحليل الجيومورفولوجي للتنمية العمرانية في حوض وادي بطحان بمنطقة المدينة المنورة	١ - ٢٤
سناء سعد عبد الله الغامدي التَّبايُنُ المكَانيُّ لمياهِ الصَّرفِ الصِّحيِّ المُستخدمةِ في ريِّ الحَدَائقِ بالمدينةِ المُنوَّرَةِ ومُحافظةِ يَنْبُع (دراسةٌ مُقارنةٌ)	٢٥ – ٧٠
صيته بنت ناصر العوفي تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الامطار المشتقة من القمر الصناعي (GPM) في المملكة العربية السعودية	٧١ – ٩٦
د. فاتن حامد على نحاس تطبيق الرومنة في نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج الخرائط الرقمية باستخدام نظام Kalmasoft بالمملكة العربية السعودية	٩٧ – ١١٤
نوره الصبيح العوامل المؤثرة على استدامة البرك المائية في قلتة أم قليدة بمحمية الملك عبدالعزيز الملكية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد	١١٥ – ١٤٤

افتتاحية العدد :

تم اصدار هذا العدد برعاية أكاديمية البحث العلمي وبنك المعرفة المصري ، وقد تم تخصيص هذه المجلة لنشر بحوث كل مجالات الجغرافيا، وحرصا من هيئة تحرير المجلة على المستوي العلمي لها سوف يتم نشر البحوث المتميزة دائما بها لتكون منارة جديدة للمتخصصين والباحثين فى مجال الجغرافيا ، وقبلة علمية للباحثين العرب من مختلف أرجاء وطننا العربي الكبير من الخليج إلى المحيط، وإذ ندعو الباحثين الراغبين فى نشر بحوثهم بها الالتزام بمعايير النشر بالمجلة والحرص على إجراء التعديلات والملاحظات التي يبديها المحكمين، ونأمل لأن تكون الإعداد القادمة من المجلة أكثر ثراءً وجدة بفضل الله وعونه، والله ولى التوفيق.

ومرحبًا بوجهة نظركم ورأيكم في أية فكرة قد تسهم في الرقي والتطوير لمجلتكم التي قد تعد صورةً من صور التعبير عن أشخاصكم ووجهتكم، بل مرحباً بالنقد البناء في أي جانب، وبمقترحاتكم لتحقيق الرقي الدائم والتطوير المستمر لمجلتكم الغراء، وعمومًا فإن النقد البناء دائمًا ما يُعْلى ويرفع من شأن الأشياء، في الحياة بوجه عام، وفي الحقل العلمي والبحثي بوجه خاص، ذلك أن وجهة النظر المفردة لم تَعُدْ تجدي، وإنما الفكرة على الفكرة، واليد مع اليد، ووجهة النظر مع وجهة النظر، كل ذلك جميعًا هو يبني ويطور ويكمل الصورة، وكل ذلك لا يتأتى إلا بالنقد البناء الذي يُرَقِّع ويطور ويكمل الصورة والعمل، ومن هنا قيل: يد بمفردها لا تصفق، ... ومن ثم نتعاهد سويًا على المزيد من بذل الجهد من أجل التطلع إلى مستويات أفضل في الأداء.

وختاماً إذ نقدم هذا العدد للقارئ الكريم، متمنين أن يجد فيه الفائدة المرجوة، لأرجو الله تعالي أن يكون لنا خير معين للوصول إلى تعليمٍ نوعي.

هيئة التحرير

التحليل الجيومورفولوجي للتنمية العمرانية في حوض وادي بطحان بمنطقة المدينة المنورة

Spatial Geomorphological Analysis of Urban Development in Wadi Bat.han Basin in Al Madinah Al Munwwarah Area

إعداد

أمال حسين الينبعاوي

Amaal Hussein Al-Yanbawi

طالبة دكتوراة-قسم الجغرافيا-كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية-جامعة الملك سعود

Doi: 10.21608/jasg.2025.403087

استلام البحث : ٩ / ١٠ / ٢٠٢٤

قبـــول النشر: ٦ / ١١ /٢٠٢٤

الينبعاوي، آمال حسين (٢٠٢٥). التحليل الجيومورفولوجي للتنمية العمرانية في حوض وادي بطحان بمنطقة المدينة المنورة. ***المجلة العربية للدراسات الجغرافية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٢) ، ١ - ٢٤.

https://jasg.journals.ekb.eg

التحليل الجيومورفولوجي للتنمية العمرانية في حوض وادي بطحان بمنطقة المدينة المنورة

المستخلص:

إن دراسة التقييم الجيومورفولوجي المكاني لها أهمية كبيرة في توجيه التنمية الحضرية، لأنها تستهدف فهم العوامل الطبيعية المؤثرة في اختيار المواقع الأكثر أمانًا لنمو المدينة. وفي هذا السياق، تناول البحث التقييم الجيومورفولوجي المكاني للتطوير الحضري في حوض وادي بطحان في منطقة المدينة المنورة، والتي تعد من المناطق ذات الأهمية البيئية والجغرافية البارزة. وتتمثل مشكلة الدراسة في أن التنمية الحضرية غالبًا ما تواجه تحديات بسبب عدم التوافق بين خطط التطوير والظروف الطبيعية، مما قد يؤدي أيضًا إلى مشاكل بيئية واجتماعية ومالية. لذلك، سعت الدراسات إلى تقديم أداة علمية تسهل اتخاذ القرارات بناءً على أسس جيومورفولوجية صحيحة. واعتمدت الدراسة على منهجية علمية متكاملة تتضمن بناء نموذج للتقييم الجيومورفولوجي المكاني بهدف تحديد الأماكن الأكثر فائدة للتنمية الحضرية. وقد تم ذلك من خلال تطوير قاعدة بيانات جغرافية شاملة تغطي الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، مع صياغة معايير الملاءمة المكانية المرتبطة بتلك الخصائص. وقد استخدمت الدراسة أسلوب الأوزان النسبية، حيث تم تحديد وزن لكل معيار بناءً على تأثيره في تحديد مدى ملاءمة الموقع للتطوير الحضري المستقبلي. وقد تم تضمين هذه الحقائق في نموذج تحليلي جغرافي لتقييم مستويات الملاءمة المكانية. وأظهرت نتائج النموذج أن حوالي ٢٧.٤% من منطقة الدراسة تتميز بملاءمة عالية للتطوير الحضري، في حين أن ٤٣.٢% من المساحة تعتبر ملائمة متوسطة، وحوالي ٢٩.٤% غير صالحة للتطوير. وتؤكد هذه النتائج على أهمية دمج التحليل الجيومورفولوجي في أسلوب التخطيط الحضري لضمان التطوير المستدام والفعال. وخلصت الدراسة إلى ضرورة إجراء التقييم الجيومورفولوجي المكاني كجزء أساسي من أبحاث التخطيط، مؤكدة على أهمية إجرائه بشكل دوري في جميع أحواض المملكة العربية السعودية.

الكلمات المفتاحية: التنمية العمرانية، النمذجة المكانية، المحددات الجيومورفولوجية.

Abstract:

The examine of spatial geomorphological evaluation is of remarkable importance in guiding urban development, because it targets to apprehend the natural factors affecting the choice of surest web sites for city growth. In this context, the research addressed the spatial geomorphological evaluation of urban improvement within the Bathaan Valley Basin within the Medina region, that is considered one of the regions of notable environmental and geographical importance.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

The trouble of the observe is that urban development often faces challenges because of the incompatibility among improvement plans and natural situations, which may also lead to environmental, social and monetary issues. Therefore, the studies sought to offer a scientific tool that facilitates in making choices primarily based on correct geomorphological foundations. The observe depended on an integrated medical methodology that includes constructing a version for spatial geomorphological evaluation with the purpose of figuring out the most useful places for urban development. This turned into performed by developing a complete geographical database protecting the geomorphological traits of the examine area, with the formula of spatial suitability standards associated with the ones traits. The look at used the relative weights method, wherein a weight was assigned to every criterion based on its impact in figuring out the suitability of the website for future urban improvement. These facts had been included into a geographic analytical model to evaluate levels of spatial suitability.The effects of the version showed that approximately 27.4% of the study region is characterized by way of high suitability for city development, at the same time as 43.2% of the area is taken into consideration medium suitability, and about 29.4% isn't suitable for improvement. These consequences affirm the importance of integrating geomorphological analysis into the urban making plans method to make sure sustainable and powerful improvement.The study concluded the want to undertake spatial geomorphological evaluation as an critical a part of making plans research, emphasizing the importance of undertaking it periodically in all basins of the Kingdom of Saudi Arabia.

Keywords: urban development, spatial modeling, Geomorphological Determinants.

ISSN: 2537-0839 **eISSN : 2537-088X**

المقدمة:

إن التقنيات الجيومورفولوجية تبدأ بالحديث عن شكل الأرض أو الأماكن الجغرافية سواء من حيث الموقع أو الشكل أو الدرجة أو الحصاد المختلف، وهي تبدأ بالحدوث مع مرور الزمن وبمدى خاص من تأثير العناصر الطبيعية والبشرية عليها (التركماني، ٢٠٠٥). إلا أن هذه الفترة القديمة من البحث الجيومورفولوجي نشأت منذ زمن بعيد من وصف بسيط لظاهرة الأرض لتوظيف هذه الإحصائيات في حزم من الصناعات البشرية المختلفة. وقد أصبحت الأبحاث الجيومورفولوجية أداة حيوية في تقييم مؤشرات الأرض الطبيعية ومعرفة التحديات المختلفة والعناصر البشرية المؤثرة على القوى. ورغم أن استخدام السجلات الجيومورفولوجية بدأ في الدول الناشئة في الماضي منذ الستينيات وأوائل السبعينيات، إلا أنه تقدم بشكل كبير منذ ذلك الحين (الدليمي، ٢٠٠١).

في السياق المحلي، يمثل حوض وادي بطحان في المدينة المنورة مكانًا يتمتع بأهمية ملموسة. ويتطلب تطوير المكان داخل المدينة ملاحظة دقيقة للمحددات الجيومورفولوجية التي تعتمد على التنمية والتوسع. تعتمد هذه الدراسة بشكل كامل على مقارنة المزايا الجيومورفولوجية للحوض، ودراسة التحليلات والقيود التي تمر بها تخطيط المدن فيه. والهدف الرئيسي هو عكس الموارد الطبيعية للحوض بشكل أساسي، بحيث تساهم في تحقيق تنمية حضرية متوازنة.

وتبرز أهمية هذه الدراسة من خلال استخدام التقنيات الحديثة بما في ذلك نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، والتي تعطي تميزًا كبيرًا في تقييم المزايا الجيومورفولوجية. تقدم هذه الأجهزة رؤية كاملة ودقيقة لخصائص سطح الأرض، مما يسمح بتقييم المواقع وحسابها فيما يتعلق بالتنمية الحضرية بشكل أساسي وفعال. كما أنها تمثل نموذجًا للدراسة التي يمكن إجراؤها لمناطق أخرى في المملكة لتعظيم الموارد الطبيعية ونمو المدن الجديدة.

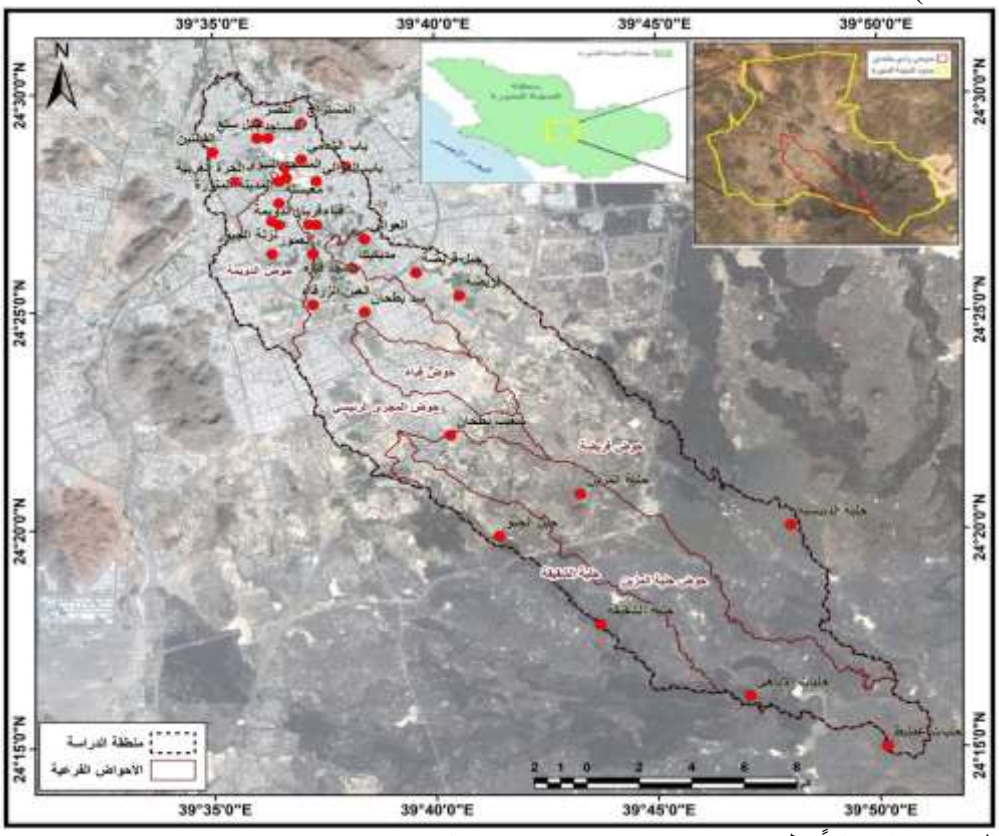
(١) الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة:

تركزت حدود الدراسة على حوض وادي بطحان بالمدينة المنورة، وتقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ٤١" ١٤` ٢٤°، ٣٦" ٣٠' ٢٤° شمالاً، وبين خطي طول٣٨" ٣٤' ٣٩° ، ٢٤" ٥١' ٣٩° شرقاً، كما هو موضح في شكل (١).

ويعد وادي بطحان في المدينة المنورة أحد أوديتها المشهورة، حيث يخترق منطقة الحرم من جنوبها الشرقي إلى شمالها الغربي، ويعرف بوادي إضم، لانضمام السيول إليه وانصبابها فيه، وينحدر وادي بطحان من عالية المدينة من جنوبها الشرقي، من حرة معصم متجها نحو الشمال الغربي، ماراً بوسط منطقة الحرم، حتى يصل في أقرب حالاته إلى٥٠ متراً إلى الغرب من مسجد الغمامة، وبنحو ٥٠٠ متر غرباً عن المسجد النبوي الشريف، ويطلق على هذا الجزء من الوادي اسم أبو جيدة، ثم ينحرف مساره إلى الشمال الغربي حتى يلتقي

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

بـالمجرى الرئيسـي لـوادي العقيـق عنـد منطقـة الجـرف عنـد زغابـة (الـدوعان، ١٩٩٩م، ص٣٦).



المصدر: اعتماداً على Google Earth Pro وبرنامج Arc GIS Desktop 10.8.

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

(٢) أهمية الموضوع:

- تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تمثل جانباً تطبيقياً في الدراسات الجيومورفولوجية، إذ إنها تركز على المحددات الجيومورفولوجية للتنمية العمرانية في حوض وادي بطحان بالمدينة المنورة.
- تشهد المدينة المنورة حالياً توسعة للحرم النبوي الشريف تعد الأعظم في تاريخ الحرم؛ مما نتج عنه نمو عمراني مكثف في أجزاء من أحواض الأودية بالمدينة وأطرافها.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- شهدت منطقة الدراسة تغيرات جذرية في مظهرها الحضري، حيث نشأت مؤخراً مشاريع عظيمة خرجت فيها من النطاق المركزي للمدينة إلى أطرافها ولهذا يشهد حوض وادي بطحان تنمية عمرانية غير مسبوقة بسبب مكانته التي يحظى بها إذ يعد أحد الأودية الرئيسية المهمة، كما أنه من الأودية الستة المنحدرة إلى منطقة الحرم، وبما أن منطقة الدراسة شهدت نمواً سكانياً وعمرانياً متنامياً، فقد غطى الزحف العمراني جنوب وجنوب شرق المنطقة، وغيّر كثيراً من سماتها الجيومورفولوجية.

- تلقي هذه الدراسة الضوء على هذه السمات والمحددات الجيومورفولوجية للتنمية العمرانية التي شهدتها المنطقة، فالتطور العمراني الذي حدث لابد أن يكون مُرشداً بما يتلاءم مع هذه المحددات الجيومورفولوجية سواء من ناحية التضاريس وأشكال السطح والانحدارات والتربة وغيرها من الجوانب المهمة التي يجب دراستها وتحديدها من أجل معالجة أي خلل قد يحصل لهذه التنمية العمرانية.

- تحديد الأماكن الملاءمة للتنمية العمرانية بمنطقة الدراسة والأماكن غير الملائمة وكذلك المواضع المعرضة للأخطار الطبيعية، وسوف تؤدي نتائج هذه الدراسة إلى المساعدة في تأسيس قواعد التخطيط المستقبلية لعمليات التنمية العمرانية في منطقة الدراسة.

(٣) أهداف الدراسة:

إن لطبيعة منطقة الدراسة وخصائصها الجيومورفولوجية أثراً كبيراً في تحديد مسار التنمية العمرانية فيها، فقد أثرت في النمو العمراني بمنطقة الدراسة، فكان من الطبيعي أن تمتد التنمية العمرانية أول الأمر على المناطق المنبسطة المحيطة بالحرم النبوي، ثم إلى المناطق التي تليها، وبذلك فإن هذه الدراسة تركز بشكل عام على المحددات الجيومورفولوجية للتنمية العمرانية بحوض وادي بطحان بالمدينة المنورة من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

- تعيين المحددات الجيومورفولوجية التي تتحكم في التنمية العمرانية بمنطقة الدراسة، وتكوين قاعدة بيانات جيومورفولوجية لها.

- إبراز المحددات الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة وتحديد المواضع المثلى للتنمية العمرانية بمنطقة الدراسة ودرجة ملاءمتها بما يتناسب مع طبيعة هذه المحددات.

- عدم توافق التنمية العمرانية مع المواضع المعرضة للأخطار الطبيعية بمنطقة الدراسة مع الضوابط الجيومورفولوجية.

- تحديد المناطق الملائمة والغير ملائمة التي تحدد إمكانية تنمية للمنطقة من عدمه.

- تحديد المناطق المحتملة في منطقة الدراسة الصالحة مستقبلاً للتنمية العمرانية وفقاً للضوابط الجيومورفولوجية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

(٤) تساؤلات الدراسة:

في ظل هذه الثورة العمرانية التي تشهدها المدينة المنورة بدأ البناء على الأودية أمراً واضحاً، لذلك تعدّ دراسة المحددات الجيومورفولوجية لهذه التنمية العمرانية خاصة في منطقة الدراسة مهمة للمخططين وأصحاب القرار المهتمين بالتخطيط العمراني خاصة في محيط الحرم النبوي الشريف ووسط المدينة، وفي ضوء هذا الواقع فإن هذه الدراسة تثير عدداً من التساؤلات:

- ما المحددات الجيومورفولوجية التي تتحكم في التنمية العمرانية بمنطقة الدراسة؟
- ما مدى توافق التنمية العمرانية مع الضوابط الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة؟
- كيف يمكن تحديد المناطق الأكثر ملاءمة للتنمية العمرانية في منطقة الدراسة؛ بناءً على طبيعة المحددات الجيومورفولوجية، وكيف يمكن تحقيق تكامل تطبيقي لتقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد المناطق الصالحة مستقبلاً للتنمية العمرانية وفقاً للضوابط الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة؟
- ما الأضرار الناتجة عن أهمال الضوابط الجيومورفولوجية في تحديد المواضع الملائمة والغير ملائمة للتنمية العمرانية في منطقة الدراسة؟

(٥) الدراسات السابقة:

اتسمت الدراسات السابقة التي تناولت موضوع الدراسة في منطقة الدراسة بقلتها، وفيما يلي أهم الدراسات السابقة:

- ركزت دراسة سعد الغامدي وياسر النجار (٢٠٠٢م)، عن النمو العمراني واتجاهاته لمدينة مكة المكرمة، حيث وجدا أن تأثير العامل الطبوغرافي طاغٍ؛ بحيث إن اتجاهات النمو العمراني للمدينة تحدد في ست اتجاهات رئيسة تبعت منافذ الأَوْدية، وقد أشار الباحثان إلى أن نمط النمو العمراني في المدينة قد تميز بالضيق الشديد، والتركيز السكاني على سفوح الجبال، وتعدد الأدوار في المناطق المستوية على جوانب الأودية، ومن ذلك خلص الباحثان إلى أن المدينة ذات طابع إشعاعي في نموها.
- أوضحت دراسة سعد الغامدي (٢٠٠٦م)، استخدامات الأرض في مدينة مكة المكرمة؛ بالاعتماد على بيانات أقمار صناعية مدمجة، وقد تبين له غلبة المنشآت السكنية ثم الدينية على ما سواها من المنشآت وهذا يتبع وظيفة المدينة الأساسية، وأهم النتائج التي توصل لها الباحث فيما له علاقة بدراسة الباحثة أن اتجاه النمو العمراني للمدينة محكوم بالعامل التضاريسي؛ حيث تتخذ المدينة في توسعها طابعاً إشعاعياً للتمدد والانتشار عبر خمسة محاور رئيسة؛ بحثاً عن الأراضي المنبسطة حتى في منافذ الأودية الضيقة، كما بينت الدراسة أن المناطق الجبلية قد تركت تجويفات كبرى في النسيج العمراني؛ حيث تغطي

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المنحدرات الجبلية ما نسبته ٥٢% من المساحة المعمورة في المدينة، وهذا ما أعاق التنمية العمرانية في محيط المنطقة المركزية.

- درست نورة الشهري (٢٠١٢م)، تأثير الأبعاد الجيوموفولوجية في النمو العمراني لمدينة مكة المكرمة، وهدفت الدراسة إلى تحديد الأبعاد الجيومورفولوجية التي تتحكم في النمو العمراني لمدينة مكة المكرمة، واعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي، وتوصلت الدراسة إلى نتائج عديدة من أهمها أن الأبعاد الجيوموفولوجية أثرت بشكل كبير في مسار العمران لمدينة مكة المكرمة حيث أوضحت الدراسة أن عامل الارتفاع يقف محدداً طبيعياً لنمو العمراني في المناطق الجبلية من منطقة الدراسة في حين أن النمو العمراني ينشأ حول مجاري الأودية الرئيسية.

- تطرقت دراسة ضياء إسماعيل (٢٠١٤م)، إلى تناول جيومورفولوجية منحدرات جبل أحد بالمدينة المنورة (دراسة جيومورفولوجية)، وهدفت الدراسة إلى دراسة خصائص المنحدرات على جوانب جبل أحد والتي اقترب منها العمران كثيراً نتيجة اتساع المدينة المنورة نحو الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية والغربية، وعمدت الدراسة إلى دراسة العوامل البنيوية والأخطار الجيومورفولوجية ومحاولة التخفيف من حدة آثارها المدمرة.

- قدم حمد التويجري وفرحان الجعيدي وخالد الحربي وحمد القحطاني (٢٠٢٠م)، دراسة مورفومترية عن وادي بطحان بالمدينة المنورة، وطبقت الدراسة المنهج التحليلي والكمي لإجراء التحليلات المتعلقة بالمتغيرات المورفومترية لحوض وادي بطحان بالمدينة المنورة، ولقد أوضحت دراسة المتغيرات المورفومترية لحوض وادي بطحان أن مجرى القناة الرئيسية لا يشكل خطورة على الحرم النبوي الشريف ولكن قد يؤدي التوسع العمراني باتجاه المجاري الرئيسية دون المحافظة على أبعادها الطبيعية إلى التأثير على المنطقة العمرانية والحرم النبوي الشريف.

- سعت دراسة الأحمدي (٢٠١٦م)، إلى تقييم سعة قناة التحويل بوادي بطحان باستخدام النمذجة الهيدروديناميكية الفيضية، حيث أظهرت الدراسة من خلال الخرائط للفيضانات مالا يقل عن منطقتين معرضتين للفيضانات، وتم حساب خصائص الفيضانات الأكثر تفصيلاً مثل: مدى الفيضان، العمق، وملامح المياه السطحية، كما أظهرت هذه الدراسة أهمية النمذجة الهيدروديناميكية للفيضانات وبيانات LIDAR، كأدوات قوية في محاكاة الفيضانات.

- قدم حمدي محمد (٢٠١٨م)، دراسة عن المحددات الجيومورفولوجية للتنمية المستدامة بمنطقة مرسى مطروح، وهدفت الدراسة إلى معرفة تأثير الخصائص الجيولوجية للمنطقة على عمليات التنمية المستدامة، فتبين من الدراسة أن لها بالغ الأثر حيث تتوقف درجة التأثير على نوع الصخر وخصائصه البنيوية وما يترتب عنه من أخطار جيولوجية

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

وجيومورفولوجية، حيث إنه لابد وأن توضع في الاعتبار عند التخطيط لعمليات التنمية المستدامة في كافة القطاعات التنموية بالمنطقة.

(٦) مصطلحات ومفاهيم الدراسة:

- التنمية العمرانية Urban Planning:

إن التنمية العمرانية يقصد بها تنمية المناطق غير الريفية، وتشمل التنمية العمرانية المتمثلة في الإسكان، والبنية الأساسية، وتبرز الجوانب الطبيعية من بين أكبر العوامل المؤثرة في التنمية العمرانية (مصطفى، ٢٠٠٣م، ص٢).

- النمذجة المكانيةSpatial Modeling :

تعرف النمذجة المكانية Spatial Modeling بأنها عملية تحليلية تتم بالتعاون بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من أجل وصف العمليات الأساسية لمجموعة معينة من الخصائص المكانية، وتهدف الملائمة المكانية للنمو العمراني المستقبلي إلى ضمان توطنها مستقبلاً في مواقها السليمة (أشرف علي عبده، نرمين أحمد شكري، ٢٠٢٤، ص٩٩).

- المحددات الجيومورفولوجية Geomorphological Determinants:

يقصد بها جميع المتغيرات، والخصائص، والمظاهر الجيومورفولوجية، حيث توجد تأثيرات واضحة لهذه المحددات بأشكالها وعملياتها المتنوعة من حيث الشكل والتكوين على مختلف الأنشطة البشرية، ولاسيما في مجال التنمية العمرانية، حيث تؤثر طبيعة هذه المحددات كدرجة انحدار الأرض وميل الطبقات وطبيعية الرواسب السطحية وعمليات التعرية والانزلاقات والانهيارات الأرضية والأشكال الجيومورفولوجية في اختيار موضع المنشأة وتطوير المراكز الحضرية بالمنطقة (التركماني، ٢٠٠٥م، ص٨١).

(٧) منهجية الدراسة وأساليبها:

إعتمدت الباحثة في إعداد هذا البحث على عدداً من مناهج البحث وأساليبها لتحقيق أهداف الدراسة في إطار البحث العلمي الموضوعي:

- المنهج الاستقرائي التحليلي:

تم استخدام المنهج الاستقرائي التحليلي بالاعتماد على تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في إجراء القياسات الآلية لمتغيرات الدراسة، واستنتاج العلاقات المكانية فيما بين المحددات الجيومورفولوجية والتنمية العمرانية التي شهدتها المنطقة؛ لما له من ميزه كبيرة في الحصول على المعلومات، وإجراء التحليلات، والنماذج والرسوم البيانية والخرائط، وحفظ آلاف الخرائط والبيانات، ورفع كفاءة وتحسين الأداء، وبالتالي الكشف عن العلاقة بين المحددات الجيومورفولوجية وطبيعة التنمية العمرانية بمنطقة الدراسة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- منهج التحليل المكاني:

لتحقيق أهداف الدراسة تم الاعتماد على امنهج التحليل المكاني ، من خلال إجراء دراسة توضح التنبؤ المستقبلي للتنمية العمرانية، بالتطبيق على برنامجيERDAS و Arc GIS Desktop 10.8 ، حيث تم الحصول على بيانات مرئيات Sentinel-2 وبيانات OSM لاستخدامها في إعداد معايير استخدام الأرض، وكذلك مرئيات القمر الصناعي Landsat9 من موقع USGS لاستخدامها في إعداد معايير الكتلة العمرانية لعام٢٠٢٣، والبعد عن الكتل العمرانية، وتم الحصول على نموذج ارتفاع رقمي DEM بدقة ١٠ متر من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، لاستخدامها في إعداد معايير الارتفاع ودرجة الانحدار والأودية، وتم الحصول على الخريطة الجيولوجية، لوحة D24، مقياس رسم١:٢٥٠٠٠٠ لعام ١٩٨١م لاستخدامها في إعداد معايير خرائط التكوين الجيولوجي والصدوع، أما معيار التربة فتم الاعتماد على قاعدة بيانات منظمة الفاو FAO، وتم تجهيز بيانات الكثافة السكانية بالاعتماد على نموذج Population Count Estimate من GEE.

-الأسلوب الوصفي التحليلي:

ظهر هذا الأسلوب في وصف وتحليل المحددات الجيومورفولوجية المرتبطة بالتنمية العمرانية في منطقة الدراسة، والذي أعتمدت عليه الدراسة في تجميع البيانات والمعلومات الحقلية بجانب النتائج المستخلصة من صور الأقمار الصناعية والتي تم معالجتها وإجراء عدد من التحليلات على الطبقات المشتقة منها؛ بهدف الوصول إلى إجابات عن تساؤلات وأهداف الدراسة.

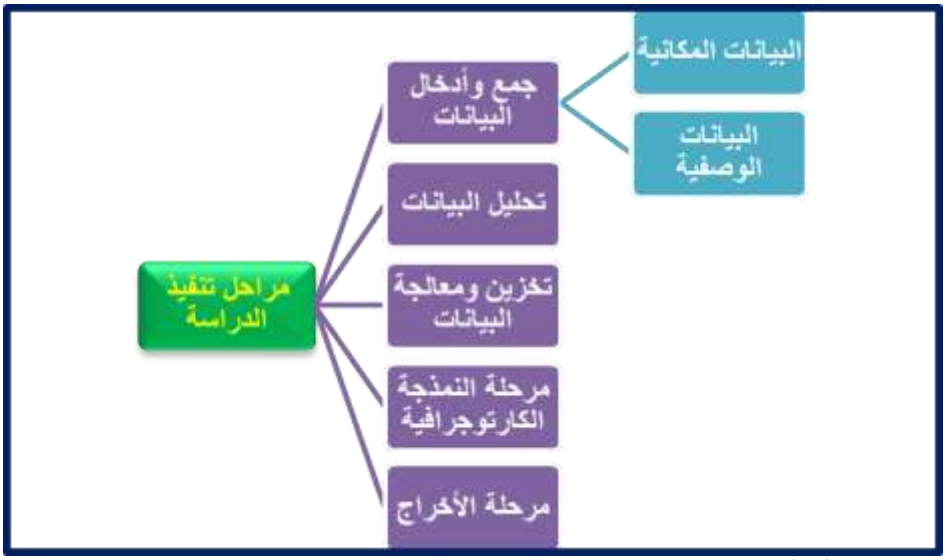
الأسلوب الكارتوجرافي:

اعتمدت عليه الدراسة في عملية التمثيل الكارتوجرافي لعمل الخرائط، وذلك عن طريق استخدام بعض برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ولعل أهمها برنامجArc GIS Desktop10.8 وبرنامج ERDAS لتوقيع الظاهرات المختلفة، واعتمدت معظم الخرائط الموجودة بالدراسة على قاعدة البيانات الجغرافية التي تم إنشائها لمنطقة الدراسة واجراء القياسات والتحليلات اللازمة عليها.

مراحل تنفيذ الدراسة:

مرت الدراسة بمجموعة من المراحل حتى يكتمل الشكل النهائي لها، ويوضح شكل (٢) المراحل التي ستمر بها دراسة التحليل الجيومورفولوجي المكاني للتنمية العمرانية في حوض وادي بطحان بالمدينة المنورة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



المصدر: عمل الباحثة باستخدام برنامج Power Point

شكل (٢) مراحل تنفيذ الدراسة

التحليل والمناقشة:

أولاً بناء نموذج التحليل الجيومورفولوجي لتحديد المواضع المثلى للتنمية العمرانية:

(١) إعداد قاعدة بيانات جغرافية متكاملة للخصائص الجيومورفولوجية:

يتم استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في بناء نموذج التحليل الجيومورفولوجي لتحديد المواضع المثلى للتنمية العمرانية في منطقة الدراسة، للمساعدة في دعم واتخاذ القرارات للتنمية العمرانية في منطقة الدراسة، وقد تم الاعتماد في بناء قاعدة بيانات جغرافية متكاملة للخصائص الجيومورفولوجية على مجموعة من الخطوات العلمية داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools في برنامج Arc GIS Desktop 10.8.

أ- صياغة المعايير للملاءمة المكانية للتنمية العمرانية بحوض وادي بطحان:

تتباين المعايير المحددة لحدوث التوسع العمراني المستقبلي طبقاً لتباين أهميتها النسبية حسب موقعها وطبيعة موضعها وشخصيتها، ويتم صياغة تلك المعايير من خلال إعطاء أوزان نسبية لأهمية المعايير، وذلك بناء على الخلفية العلمية للباحثة والتي تكونت من الأبحاث والدراسات السابقة عن نماذج الملائمة للتنمية العمرانية (حجازي ويوسف، ٢٠٢٢، ص٦٤٤-٦٤٥). وقد تم صياغة ستة عشر معيار اعتمدت عليهم الدراسة وهي:

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **الموقع وتقسيمات الأحواض الفرعية:** والتي تمثلت في الأحواض الفرعية لحوض وادي بطحان، وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمساحات الفضاء داخل الحيز العمراني في حوض وادي بطحان ثم المساحات الفضاء داخل حد التنمية العمرانية.

- **العوامل الطبيعية:** والتي تمثلت في:

- التكوين الجيولوجي: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية في الرواسب الطمية لتمثل أكثر المناطق الملاءمة للتنمية العمرانية، في حين تمثل الصخور البركانية الحديثة أقل المناطق ملاءمة للتنمية العمرانية.
- التربة: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية في التربة الكلسية لتمثل أكثر المناطق الملائمة للتنمية العمرانية، في حين تمثل التربة الصخرية الرقيقة أقل المناطق ملاءمة للتنمية العمرانية.
- درجة الانحدار: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للأراضي المستوية والأقل انحداراً والتي يقل درجة انحدارها عن سبع درجات مئوية.
- الارتفاع: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للأراضي المستوية المنخفضة في المنسوب والتي يقل منسوبها عن ٧٠٠ متر، بينما تقل درجة الملاءمة كلما اتجهنا جنوب الحوض، حيث يزيد الارتفاع بها عن١٠٠٠متر مما يعيق عملية التنمية العمرانية في تلك المناطق.
- الموارد المائية: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للطبقات الحاملة للمياه.
- السدود: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للأراضي البعيدة عن مخاطر السدود.
- الرتب المائية: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للأراضي البعيدة عن مخاطر السيول.
- الصدوع: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للأراضي البعيدة عن مخاطر الصدوع.

- **العوامل السكانية:** والتي تمثلت في الكثافة السكانية، وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمناطق ذات الحجم السكاني والكثافة السكانية المنخفضة.

- **العوامل العمرانية:** والتي تمثلت في:

- الغطاء الأرضي: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمناطق القريبة من الكتل العمرانية والقريبة من الكتل العمرانية منخفضة الإشغال والأراضي الفضاء داخل حد التنمية العمراني المعتمد.
- الكثافة العمرانية: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمناطق القريبة من الكتل العمرانية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **العوامل الخدمية:** والتي تمثلت في:

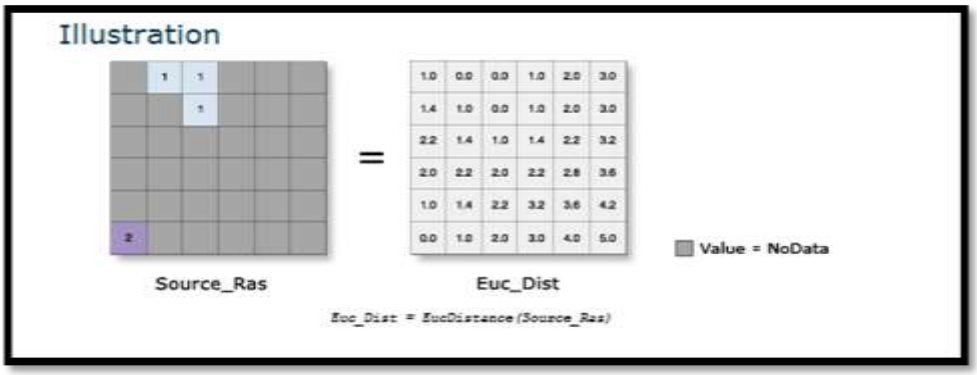
- الأراضي الزراعية: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمناطق البعيدة عن الأراضي الزراعية.
- المناطق الصناعية: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمناطق البعيدة عن أراضي الاستخدامات الصناعية.
- المناطق السياحية: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمناطق القريبة عن أراضي الاستخدامات السياحية.
- شبكة الطرق: وجاءت الأولوية في الملاءمة المكانية للمناطق القريبة عن أراضي شبكة الطرق.

ب- معالجة البيانات داخل النموذج:

من أهم مراحل بناء النموذج هي معالجة البيانات في داخل النموذج، حيث يتم معالجة المتغيرات المتمثلة في الطبقات كلاً على حدى، وتتم تلك المرحلة الرئيسية وفق مجموعة من الخطوات على النحو التالي:

- **قياس المسافات Euclidean Distance:** حيث يتم إنشاء نطاقات مكانية حول كل طبقة، وكل نطاق في داخل الطبقة يقسم إلى نطاقات فرعية متساوية أو فئات فرعية متساوية في البعد عن المتغير المؤثر، وتلك الفئات المساحية الفرعية تكون حول المتغيرات الاتجاهية الخطية Vector، ويكون المخرج في صورة شبكية Raster شكل (٣).

- تحويل البيانات الاتجاهية الخطية إلى بيانات شبكية، حيث يتم تحويل جميع مخرجات الطبقات الخطية Vector إلى الصورة الشبكية Raster.



المصدر: Help in Arc Map١٠.٨، اعتمادا على صندوق الأدواتArctoolbox.

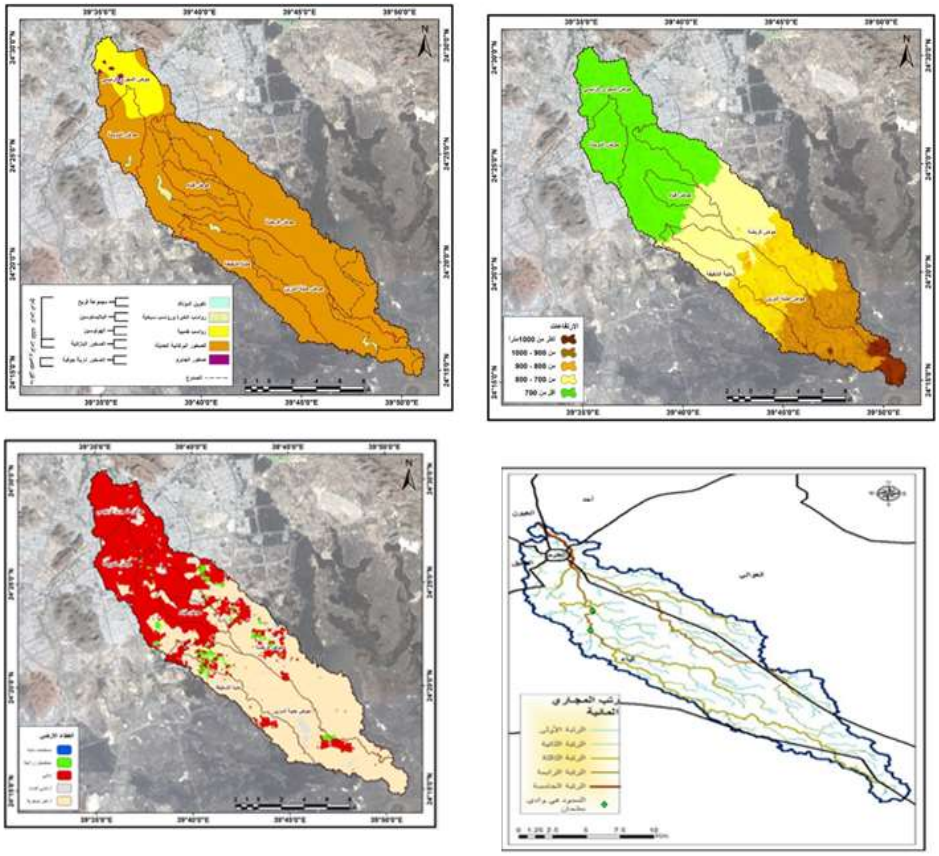
شكل (٣) عملية قياس المسافاتEuclidean Distance

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **عملية إعادة التصنيفReclassify :** حيث يتم إعادة ترتيب وتوزيع الخلايا من خلال إعادة تصنيف جميع الطبقات في الخطوات سالفة الذكر، وذلك من خلال إعادة تصنيف مجموعة القيم الرقمية واستخدام مقياس موحد للمقارنة، وجاء من ١: ٥ حيث (١) هي الأقل قيمة مكانية ملائمة، و(٥) هي أعلي قيمة مكانية ملائمة، حسب المقياس المشترك Scale Common، لينتج عن إعادة تصنيف كل معيار طبقة جديدة تضاف لواجهة البرنامج، وفي عملية إعطاء الرتب استخدم أسلوبان، الأول هو Weighting Point Method ومن خلاله تم انتاج خرائط Zero-One Maps، والثاني هو Ranking Method وفيه تم إعطاء البيانات في المعيار رتباً من ١ : ٥ حسب أهميتها ودرجة حساسيتها، وفي الحالتين يتم التعامل مع كل عنصر في الطبقة على أن له وزناً معيناً (عبده، وشكري، ٢٠٢٤،ص١٠٠-١٠٢)، كما هو موضح بالشكل (٤).

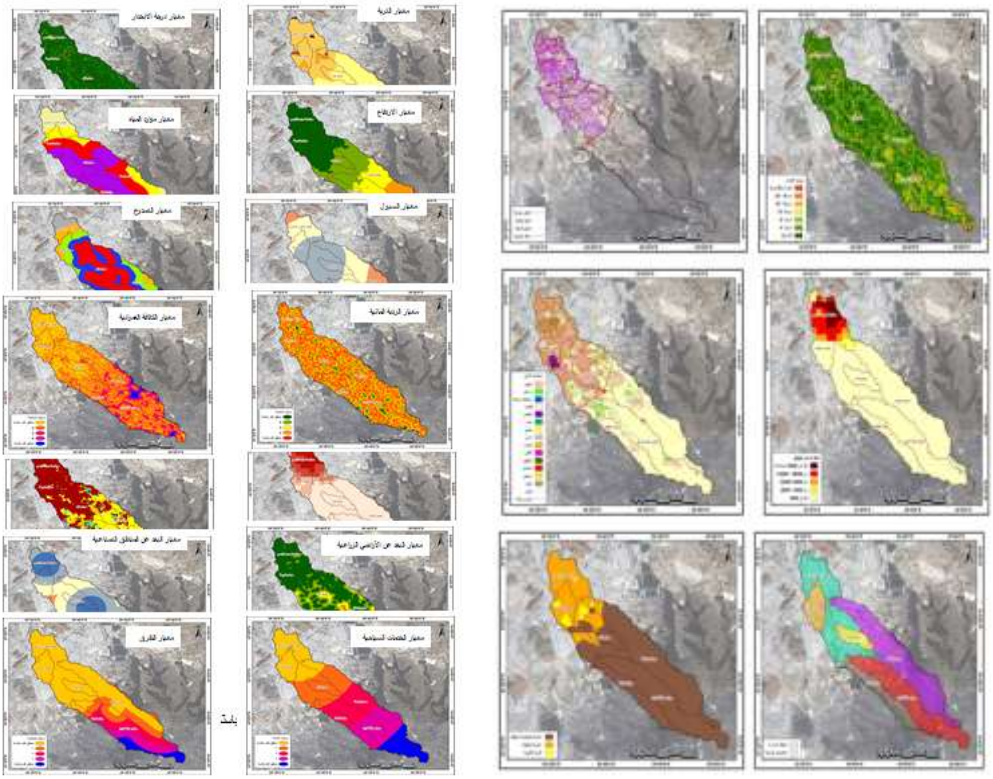
- **تحديد الأوزان النسبية:** حيث يتم إعطاء كل متغير من المعايير المؤثرة في اختيار الأماكن الملائمة للتنمية العمرانية المستقبلية لحوض وادي بطحان وزن طبقاً لأهميته وتأثيره في تحديد الملاءمة المكانية للتنمية العمرانية المستقبلية لحوض وادي بطحان، وبحيث يكون مجموع تلك الأوزان الكلية ١٠٠%، كما في جدول (١). وتتعدد أدوات نظم المعلومات الجغرافية في تحديد الأوزان النسبية للمعايير فبجانب وظيفة Overlay Weighted تساعد وظيفة Raster Calculator في إدخال وتحديد أوزان المعايير المختلفة (عبده وشكري، ٢٠٢٤، ص١٠٢).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



شكل (٤) عناصر الملاءمة المكانية الرئيسية للتنمية العمرانية المستقبلية بحوض وادي بطحان

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



المصدر: عمل الباحثة، بتطبيق أداة Reclassify، باستخدام برنامج ARC GIS Desktop 10.8.

شكل (٥) معايير الملاءمة المكانية للتنمية العمرانية المستقبلية بحوض وادي بطحانج

النموذج الهيكلي:

- يعد النموذج أحد اللغات البرمجية التي تعمل جنباً إلى جنب مع البرمجة النصية لبناء المعالجة الكارتوجرافية من خلال عمليات التحليل المكاني وإدارة البيانات وتوثيقها، كما يربط العديد من البيانات والعمليات وأدوات المعالجة بصورة متسلسلة بصورة مدخلات لتقديم استنتاجات منطقية في معالجة ظاهرة مكانية، وتم بناء النموذج الهيكلي Model Builder بعد تحديد المعايير ودرجة أهميتها وأوزانها النسبية، وقد اعتمد النموذج الهيكلي على أساس تبسيط المشاكل المعقدة والتداخل يسمى بالتخطيط البياني لمراحل العمل Flow Chart (عبده وشكري، ٢٠٢٤، ص ١٠٦) كما هو موضح بشكل (٦).

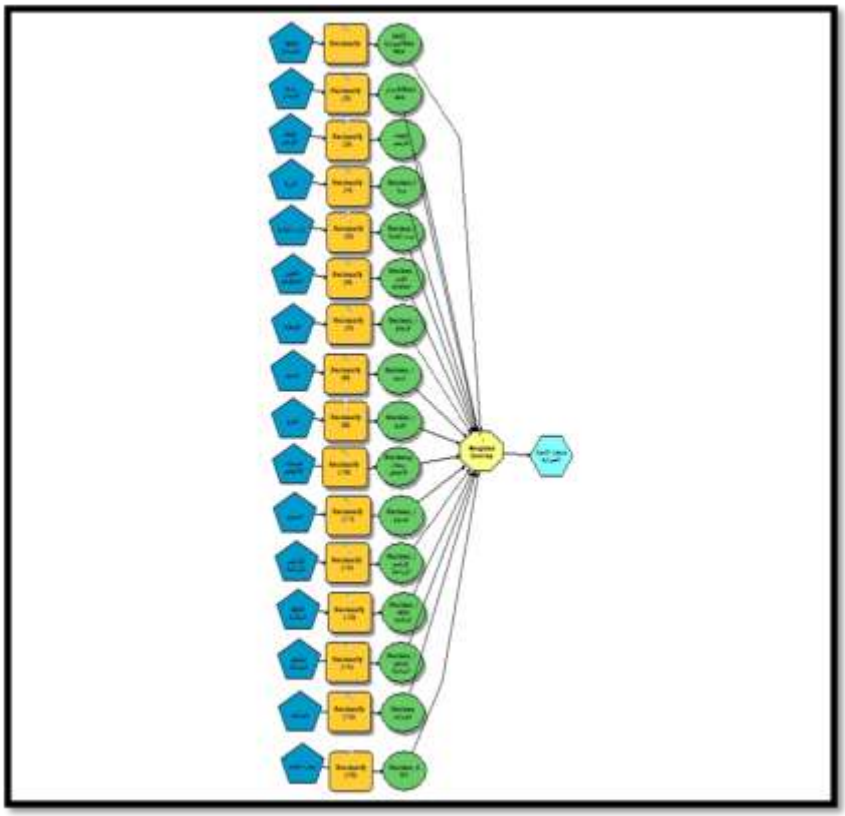
ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول (١) الأوزان المرجحة لمعايير الملاءمة المكانية للتنمية العمرانية المستقبلية بمنطقة الدراسة

الرتبة	المعايير	الوزن النسبي المكاني%
1	الموقع ووتقسيمات الأحواض الفرعية	5
2	التكوين الجيولوجي	7
3	التربة	8
4	درجة الانحدار	10
5	الارتفاع	7
6	موارد المياه	2
7	السدود	6
8	الرتب المائية	8
9	الصدوع	5
10	الكثافة السكانية	3
11	الغطاء الأرضي	9
12	الكثافة العمرانية	14
13	الأراضي الزراعية	4
14	المناطق الصناعية	3
15	المناطق السياحية	3
16	شبكة الطرق	6
الإجمالي		100

المصدر: عمل الباحثة، باستخدام برنامجARC MAP10.8.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



المصدر: عمل الباحثة، اعتمادا على أداة Model Builder، باستخدام برنامج ARC MAP10.8، بناءً على معايير جدول (١).

شكل (٦) النموذج الهيكلي Model Builder لتقييم ملاءمة الأرض للتنمية العمرانية بحوض وادي بطحان

ثانياً: نتائج نموذج التقييم الجيومورفولوجي والملائمة المكانية للتنمية العمرانية:

(١) تحديد وتصنيف المناطق الملاءمة للتنمية العمرانية:

اعتمد البحث الحالي على المتغيرات المؤثرة في التنمية العمرانية بحوض وادي بطحان كما سبق توضيحه، ولقد خلص النموذج بعد عمليات التحليلات والنمذجة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية إلى الجدول (٢)، والشكل (٧) حيث تبين من دراستهما ما يلي:

- بلغت مساحة الأراضي التي جاءت بها درجة الملاءمة للتنمية العمرانية مرتفعة ٦٨.٦كم^{٢} بنسبة ٢٧.٤% من إجمالي مساحة حيز التنمية العمرانية لحوض وادي بطحان، ومن الملاحظ تركز هذه المناطق في شمالي ووسط حوض وادي بطحان، وهي تقدم معطيات

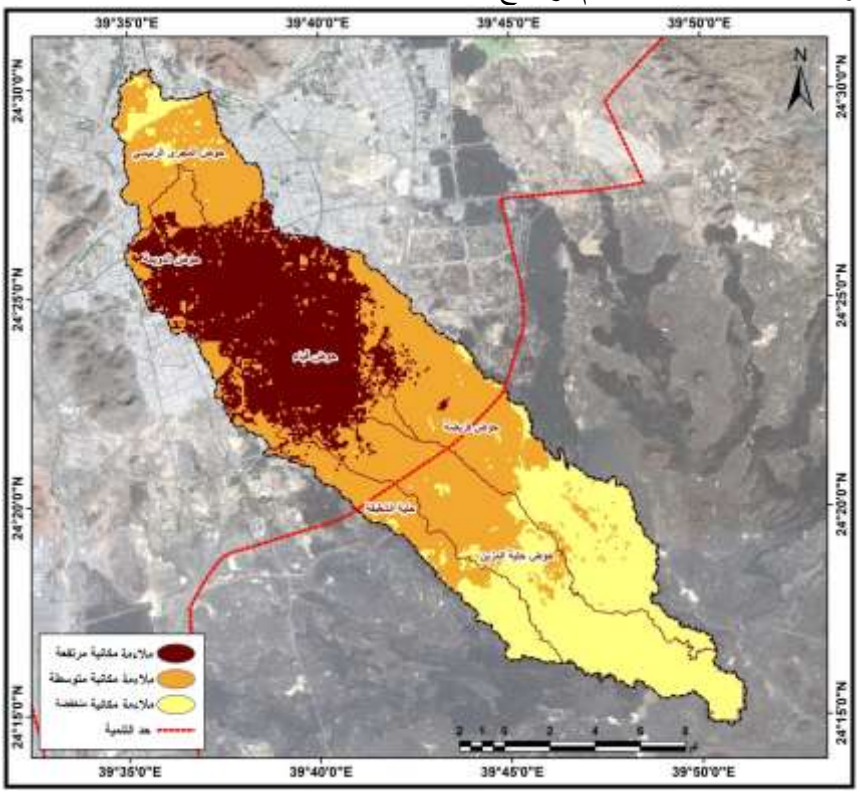
ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

إيجابية للمساحات الواقعة في شمالي حد التنمية العمرانية، وبصورة أكثر اندماجاً واتصالاً في القطاعات الملاصقة للعمران بالحوض.

جدول (٢) مساحة المناطق الملاءمة مكانياً للتنمية العمرانية بمنطقة الدراسة

تصنيف الملاءمة المكانية	المساحة (كم٢)	%
مرتفعة	68.6	27.4
متوسطة	108.1	43.2
منخفضة	73.4	29.3
إجمالي مساحة حيز التنمية العمرانية	250.1	100

المصدر: عمل الباحثة، باستخدام برنامجARC MAP10.8.



المصدر: عمل الباحثة، باستخدام برنامجARC MAP10.8، بناءً على معايير جدول (١).

شكل (٧) الملاءمة المكانية للتنمية العمرانية بحوض وادي بطحان

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- تبلغ مساحة الأراضي التي جاءت درجة الملاءمة المكانية بها متوسطة ١٠٨.١كم٢ بنسبة ٤٣.٢% من إجمالي مساحة حيز التنمية العمرانية، وقد تركزت تلك المناطق على امتداد الكتلة العمرانية القديمة، وتتسع لتشمل جنوبي حوض وادي بطحان. ومعظمها يقدم معطيات إيجابية لحد التنمية العمرانية لوقوع معظمها في شمالي حد التنمية باستثناء الجزء الجنوبي منها الذي يقدم معطيات سلبية لوقوعها في جنوبي حد التنمية.
- شكلت مساحة الأراضي التي جاءت بها درجة الملاءمة للتنمية العمرانية منخفضة ٧٣.٤كم٢ بنسبة ٢٩.٣% من إجمالي مساحة حيز التنمية العمرانية، وذلك في المناطق التي جاءت معطياتها سلبية للتنمية العمرانية بحوض وادي بطحان، والتي تمثلت في جنوبي الحوض، باستثناء الأجزاء الواقعة في شمالي الحوض فتقدم معطيات إيجابية لحد التنمية العمرانية.

النتائج والتوصيات:

خلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج والتوصيات التي قد تفيد دارسي التنمية العمرانية، وذلك فيما يلي:

(١) النتائج:

- تستطيع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) تحديد مواقع البناء المناسبة، بما يتماشى مع الخصائص الجيومورفولوجية والبيئية، لتقليل التكاليف وزيادة الكفاءة في استخدام الأراضي.
- تتباين المعايير المحددة لحدوث التوسع العمراني المستقبلي طبقاً لتباين أهميتها النسبية حسب موقعها وطبيعة موضعها وشخصيتها، ويتم صياغة تلك المعايير من خلال إعطاء أوزان نسبية لأهمية المعايير.
- تبلغ مساحة الأراضي التي جاءت بها درجة الملاءمة للتنمية العمرانية مرتفعة ٦٨.٦كم٢ بنسبة٢٧.٤% من إجمالي مساحة حد التنمية العمرانية لحوض وادي بطحان، ونجد أن تلك المساحات تقدم معطيات إيجابية للمساحات الواقعة في شمالي حد التنمية العمرانية، وبصورة أكثر اندماجا واتصالاً في القطاعات الملاصقة للعمران بالحوض.
- تبلغ مساحة الأراضي التي جاءت درجة الملاءمة المكانية بها متوسطة ١٠٨.١كم٢ بنسبة ٤٣.٢% من إجمالي مساحة حيز التنمية العمرانية، وقد تركزت تلك المناطق على امتداد الكتلة العمرانية القديمة، وتتسع لتشمل جنوبي حوض وادي بطحان. ومعظمها يقدم معطيات إيجابية لحد التنمية العمرانية لوقوع معظمها في شمالي حد التنمية باستثناء الجزء الجنوبي منها الذي يقدم معطيات سلبية لوقوعها في جنوبي حد التنمية.
- تبلغ مساحة الأراضي التي جاءت بها درجة الملاءمة للتنمية العمرانية منخفضة٧٣.٤كم٢ بنسبة٢٩.٣% من إجمالي مساحة حد التنمية العمرانية، وذلك في المناطق التي جاءت

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

معطياتها سلبية للتنمية العمرانية بحوض وادي بطحان، والتي تمثلت في جنوبي الحوض، باستثناء الأجزاء الواقعة في شمالي الحوض فتقدم معطيات إيجابية لحد التنمية العمرانية.

(٢) التوصيات:

- يجب أن يتم التخطيط العمراني في الحوض بناءً على دراسة جيومورفولوجية دقيقة تأخذ في الاعتبار التضاريس، نوع التربة، والمخاطر الطبيعية، كما ينبغي تحديد المناطق الملاءمة للتنمية العمرانية وفقًا لعدة معايير مدروسة.
- تحسين التربة وتدعيمها في المناطق ذات التربة الضعيفة أو غير المستقرة، يجب استخدام تقنيات تدعيم التربة مثل الحقن بالخرسانة الجيوتقنية أو استخدام مواد تقوية التربة لتوفير الأساسات المستقرة.
- في حال وجود مناطق ذات تربة مالحة أو ملوثة، يجب اتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة التربة، مثل تحسين خواص التربة الزراعية أو استخدام طبقات عزل لمنع تأثير التربة على الأساسات.
- يجب استخدام أسس مرنة ومدعمة في المناطق ذات التربة غير المستقرة أو المتأثرة بالتغيرات المناخية مثل التربة الطينية أو الرملية التي تتعرض للتمدد والانكماش.
- تطوير بنية تحتية مقاومة للتغيرات البيئية، من الضروري تصميم مشاريع بنية تحتية مقاومة للظروف البيئية المتغيرة، مثل شبكات مياه وصرف صحي مقاومة للتآكل والفيضانات.
- يجب مراعاة الحفاظ على النظم البيئية المحلية من خلال تقليل التأثيرات السلبية للتنمية العمرانية على الغطاء النباتي والمصادر المائية الطبيعية.
- تشجيع البناء الأخضر، من خلال تشجيع تقنيات البناء المستدامة مثل استخدام مواد صديقة للبيئة وتقنيات الطاقة المتجددة لتقليل بصمة الكربون للبنية التحتية الجديدة.
- تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة، حيث ينبغي أن تكون المشاريع العمرانية متوافقة مع الأهداف الاقتصادية للمنطقة، مع مراعاة تحسين مستوى الحياة للسكان المحليين دون التأثير سلبًا على البيئة.
-يجب أن تتضمن خطط التنمية العمرانية إدماج المجتمعات المحلية في عملية اتخاذ القرار لتلبية احتياجاتهم الاجتماعية والاقتصادية.
- يجب توفير برامج تدريبية للمهندسين والمخططين العمرانيين حول كيفية دمج المحددات الجيومورفولوجية في التصميم والتخطيط الحضري لضمان استدامة المشاريع.
- يُوصى بتوسيع التعاون مع الخبراء في مجالات الجيولوجيا، الجيومورفولوجيا، والمخاطر الطبيعية لتقديم استشارات فنية مستمرة لضمان نجاح المشاريع العمرانية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- يجب إنشاء نظام مراقبة مستمر لمتابعة التغيرات الجيومورفولوجية في المنطقة، مثل التغيرات في منسوب المياه الجوفية، درجات التربة، وحركة الأرض.
- من الضروري إجراء تقييمات دورية للمخاطر الطبيعية وتحديد الإجراءات الوقائية اللازمة لتقليل المخاطر الناتجة عن الأنشطة العمرانية.
- ضرورة التكامل بين التقييم الجيومورفولوجي الدقيق والتخطيط العمراني المستدام، من خلال اتباع هذه التوصيات، يمكن ضمان التنمية العمرانية المستدامة في حوض وادي بطحان، التي تراعي الجوانب البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية، مع تقليل المخاطر الطبيعية وتعظيم الاستفادة من الموارد الطبيعية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المراجع:

المراجع العربية:

- أشرف علي عبده، نرمين أحمد شكري (٢٠٢٤): تطور النمو العمراني في المدينة المنورة منذ العهد النبوي حتى عام ٢٠٢٢ م، المجلة الجغرافية العربية، ع١٩١.
- جودة فتحي التركماني (٢٠٠٥): الجغرافيا التطبيقية أسس ومجالات وتطبيقات/ الطبعة الأولى، دار الثقافة العربية، القاهرة.
- حمد التويجري وفرحان الجعيدي وخالد الحربي وحمد القحطاني (٢٠٢٠م)، دراسة مورفومترية عن وادي بطحان بالمدينة المنورة، المجلد٥١، الجزء الأول، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.
- حمدي نبيه عيد محمد (٢٠١٨): المحددات الجيوموفولوجية للتنمية المستدامة بمنطقة مرسي مطروح، دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة سوهاج.
- خلف حسين الدليمي (٢٠٠١م): الجيومورفولوجيا التطبيقية علم شكل الأرض التطبيقي. الطبعة الأولى. عمان، الأهلية.
- سعد أبوراس الغامدي، ياسر النجار (٢٠٠٢م): تحليل النمو العمراني واتجاهاته باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد. دراسة تطبيقية على مدينة مكة المكرمة للفترة ١٩٧٨-٢٠٠٠م. مجلة جامعة الملك عبد العزيز (عدد خاص). الصفحات: ٢٣١-٢٧٣. مركز النشر العلمي. جدة.
- سعد أبو راس الغامدي (٢٠٠٦م): تصنيف استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة عن طريق معالجة بيانات أقمار صناعية مدمجة. المجلة الجغرافية العربية. الجمعية الجغرافية المصرية. الجزء الأول. ص ٣٢-٥٥. القاهرة.
- ضياء صبري إسماعيل (٢٠١٤م): جيومورفولوجية جبل أجد بالمدينة المنورة، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية الآداب، المجلد ٣، العدد ٣٧، الصفحات ١٠٢٣-١٠٨٨، بنها، جامعة بنها.
- عبد الفتاح السيد عبد الفتاح حجازي، وليد شكري عبدالحميد يوسف (٢٠٢٢): نموذج الملائمة المكانية للتنمية العمرانية بمدينة العلا – المملكة العربية السعودية، مجلة كلية الآداب، جامعة أسيوط، ع٨٣.
- محمود إبراهيم الدوعان (١٩٩٩م): الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة. الجمعية الجغرافية السعودية. العدد (٣٨). الرياض.
- محمد مصطفى (٢٠٠٣م). تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد في التنمية المتواصلة. إدارة المدن والتحكم في العمران. دراسة حالة: إقليم القاهرة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- نورة سعد الشهري (٢٠١٢م): تأثير الأبعاد الجيومورفولوجية للنمو العمراني في مكة المكرمة. باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. رسالة دكتوراه غير منشورة. جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية. الرياض. المملكة العربية السعودية.

المراجع الأجنبية:

- Alahmadi, F.S. (2016). **Flood Modeling of Ungauged Arid Volcanic Environment of Wadi Bathan in Almadinah,** Saudi Arabia, (doctoral dissertation). Faculty of Civil Engineering, University of Teknologi Malaysia, Malaysia.
- Burrough, P. (1987). **Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment.** Clarendon Press, Oxford.
- Horton, R.E. (1932): **Drainage basin characteristics**, Trans. Amer. Geophys. Union, 13, pp 350-361.
- Claude, Pellaton, (1981): **Geologic Map of the AlMadinah**, Sheet 24D, Scale (1:250,000).
- Cooke, R., D. Brunsden, J. Dornkamp and D. Jones. (1985). **Urban Geomorphology in Drylands**. Oxford University Press. UK.
- Young, A. (1978). **Slopes,** Longman Inc. New York.
- gman Inc. New York.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

التَّبايُنُ المَكَانيُّ لمياه الصَّرفِ الصَّحيِّ المُستخدمةِ في ريِّ الحَدَائقِ بالمدينةِ المُنوَّرةِ ومُحافظةِ يَنْبُع (دراسةٌ مُقارنةٌ)

Spatial Variation of Wastewater Used lrrigating Gardens in Almadinah Almunawarah and Yanbu Province: A Comparative study

إعداد

سناء سعد عبد الله الغامدي

Sanaa Saad Abdullah Al-Ghamdi

قسم الجُغرافيا - كُليَّة اللُّغة العربيَّة والدِّراسات الاجتماعيَّة - جامعة القصيم

Doi*: *10.21608/jasg.2025.403088

استلام البحث: ٩ / ١٠ / ٢٠٢٤

قبـــول النشر: ٦ / ١١ /٢٠٢٤

الغامدي، سناء سعد عبد الله (٢٠٢٥). التَّبايُنُ المَكَانيُّ لمياهِ الصَّرفِ الصَّحيِّ المُستخدمةِ في ريِّ الحَدَائقِ بالمدينةِ المُنوَّرَةِ ومُحافظةِ يَنْبُع (دراسةٌ مُقارنةٌ). ***المجلة العربية للدراسات الجغرافية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٢) ، ٢٥ - ٧٠.

https://jasg.journals.ekb.eg

التَّبايُنُ المَكَانيُّ لمياهِ الصَّرفِ الصَّحيّ المُستخدمةِ في ريِّ الحَدَائقِ بالمدينةِ المُنوَّرَةِ ومُحافظةِ يَنْبُع (دراسةٌ مُقارنةٌ)

المستخلص:

أُجريت هذه الدِّراسة بِهدف تسليط الضَّوء على قضية مُعالجة مياه الصَّرف الصِّحِّي بوصفها أحد مصادر المياه المُتجددة الواعدة، من حيث إنتاجها ونوعيتها واستخداماتها والمتوقع بشأنها مستقبلًا بمنطقة الدِّراسة، وقد شملت دراسة المُسطحات الخضراء " الحدائق". لذلك ركزت الدراسة على جمع عيّنات من خزانات حدائق مياه الري بنوعيها، وعيّنات من مياه الآبار (FW) بغرض معرفة مدى تأثر هذه المياه بالمياه المروية للحدائق. كما اعتمدت على التحليل الكيميائي، والطَّبيعي، والفيزيائي للمياه ومُقارنتها بمعايير وزارة البيئة والمياه والزِّراعة، ومنظمة الفاو. لتحديد علاقتها بالموقع الجغرافي، واختلاف العناصر المناخية في كلا منطقتين خلال فترتي (الصَّيف، والشِّتاء)، واختلاف نوعية المياه المروية لها. وقد تم اختيار هذي الحدائق بناءً على معايير مُحددة. فقد أظهرت النَّتائج أن تركيز البكتيريا الاشريكية للمدينة بـ(39,5) في فصل الصَّيف، وبكتيريا المكورات المعوية بـ (2.666) بمُحافظة يَنْبُع في فصل الصَّيف. كما ارتفع عنصر النتريت بالمدينة المنورة في الشِّتاء بمعدل (12.5)، والبوتاسيوم بـ(17.40). أما للمياه الجوفية الآبار فقد زاد عن المعدل المسموح في العناصر التالية (التوصيل الكهربائي، والاملاح الذائبة) للمدينة المنورة بـ (5870، 2950) في الصَّيف، و(1901، 1930) في الشِّتاء. و(للكلوريد، والكبريتات، والنترات) بـ (11.9)، (661.5)، (316) في الصَّيف، (المغنيسيوم، والصوديوم، والكروم) بـ (2120.5)، (658.5)، (0.10) لفصل الصَّيف. أما عن بقية العناصر في جميع أنواع الري والمياه الجوفية في كلتا المنطقتان فقد أتت مطابقة للمعايير المسموح بها. كما خلصت التَّوصيات الى ضرورة التَّوسع بالمسطحات الخضراء مواكبةً للرؤية "مبادرة السعودية الخضراء"، والحرص على عمل صيانة دورية طبقاً لمعايير المياه المُعالجة قبل الري خاصة فيما يتعلق بتركز البكتيريا، والحرص على التأكد من تبطين الآبار الجوفية بشكل جيد، وصيانتها.

Abstract:

This study was conducted to highlight the issue of wastewater treatment as a promising renewable water source in terms of its production, quality, uses, and future potential in the study area. The study included green areas, specifically gardens. The research focused on as well as from garden irrigation water tanks and well water (FW) samples. The goal was to understand the extent to which these waters are affected by the irrigation water used for the gardens. The study

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

relied on chemical, natural, and physical analysis of water, comparing them to the standards of the Ministry of Environment, Water, and Agriculture, as well as the FAO. It aimed to determine their relationship to the geographical location and the differences in climate elements between the two regions during summer and winter, along with the variations in water quality. The gardens were selected based on specific criteria. Regarding bacterial concentrations, results showed Escherichia coli concentration of 39.5 in Al-Madinah during summer, and Enterococcus bacteria concentration of 2.666 in Yanbu during summer. Nitrite levels rose in Al-Madinah during winter, with a potassium rate of 17.40. As for groundwater wells, the electrical conductivity and dissolved salts exceeded permissible levels in Al-Madinah, with readings of 5870 and 2950 in summer, and 1901 and 1930 in winter. Chloride, sulfate, and nitrate levels were also above the permissible limits with readings of 11.9, 661.5, and 316 in summer, and magnesium, sodium, and chromium were 2120.5, 658.5, and 0.10 respectively for the summer. The rest of the elements in all types of irrigation, soil, and groundwater in both regions met the permissible standards. The recommendations concluded with the need to expand green areas in line with the "Saudi Green Initiative" vision, ensuring regular maintenance according to treated water standards before irrigation, especially concerning bacterial concentrations. It also emphasized the importance of ensuring proper lining and maintenance of groundwater wells.

المُقدِّمة:

من المعروف أن استخدام مياه الصرف الصِّحِّي المُعالجة يمكن أن يُحرِّر مقدارًا هائلًا من المياه العذبة المُستخدمة حاليًا في الري، لتقابل الاحتياجات المتصاعدة للمياه العذبة في القرى والمدن والدول النامية (Widaa and Saeed,2008,p:75). فقد أخذت عملية انتشار المناطق الخضراء داخل المدن وخارجها في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة نصيبًا كبيرًا من اهتمام وأولويات الحكومة الرشيدة، حيث يساعد انتشار الحدائق على تنقية الهواء، ومنع انجراف التربة، إضافة لكونه متنفسًا للعائلات، ومنظرًا جماليًّا للمدينة. يعترض تحقيق هذا

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الهدف مشاكل عديدة من أهمها قلَّة الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة، وشح المياه السطحية، واستنزاف المياه الجوفية التي تعتبر المصدر الرئيسي لري المزروعات والنباتات، إضافة إلى ارتفاع معدلات استهلاك المياه، حيث يُعَدُّ الفرد في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة ثالث أكبر مُستخدم للمياه على مستوى العالم (Kajenthira, et.al.,2012).

كما أن بعض المياه الجوفية المدينة المُنوَّرة تُعاني من تلوث ميكروبيولوجي خطير أدَّى إلى ارتفاع نسبة الإصابة بالأمراض الوبائية، والتلوث الكيميائي الذي يكون له تأثير طويل المدى على صحة الكائنات الحية، كما هو الحال في بعض الآبار الموجودة بالمزارع القريبة من مخلفات المصانع الضارة بمنطقة "حمراء الأسد". كما أظهرت نتائج التحاليل التي قام بها فرع خدمات المياه بمحافظة ينبع في عام (2019م) بعدم صلاحية المياه للاستهلاك الآدمي، والمعروفة بآبار عويص، وعددها أكثر من "18 بئرًا"، الواقعة شمال شرقي المحافظة، لوجود "بكتيريا البُرازية"، بحسب التحاليل الأولية. كما قل عدد العيون حسب ما ذكرها بعض الرحالة العرب التي زادت قديمًا عن "300 عين" في ينبع النخل منها في السنوات الأخيرة إلى "25 عينًا"، منها عين عجلان التي تُعَدُّ أكبرها مساحة وعرضًا (وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمدينة المنورة، 2023م).

وقد اتجهت المدينة المُنوَّرة ومُحافظتها يَنْبُع نحو توفير مصادر مائية بديلة للمياه الجوفية للحد من هذا الاستنزاف مع اتخاذ بعض التَّدبيرات الهامة لخفض معدلات استهلاك المياه الجوفية.، حيث تم إدخال مياه التحلية كمصدر غير تقليدي للمياه المنزلية الواقعة شمال مدينة ينبع (41 كم)، التي انتهت مرحلتها الأولى في عام 1980م، وبطاقة إنتاجية قدرها 25 مليون جالون و200 ميجاواط كهرباء للمدينة المُنوَّرة في حين يستهلك باقي الكمية في مدينة ينبع البحر. أيضًا اهتمت منطقة المدينة المُنوَّرة ومحافظتها ينبع بإنشاء محطات مياه الصرف الصِّحِّي المُعالج، والتي شملت محطتين في المدينة المُنوَّرة، والتي تم تنفيذها وتشغيلها "لأكثر من 30عامًا"، بطاقة تصميمية (220000)، وبطاقة فعلية بلغت (135000)، بنوعية مُعالجة (تهوية ممتدة). أما في محافظة ينبع فتوجد محطة واحدة لمُعالجة مياه الصرف الصِّحِّي مُعالجة ثلاثية، وقد كانت بداية تاريخ تنفيذها وتاريخ تشغيلها عام (2015م)، بطاقة تصميمية بلغت (60000)، وطاقة فعلية (19000)، بنوعية مُعالجة (تهوية ممتدة) فقد تم استخدامها كمصدر غير تقليدي للري الحدائق بمنطقة الدِّراسة بطريقة الرَّش "التنقيط" (وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمدينة المُنوَّرة، 2023م).

مُصطلحات الدِّراسة:

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **محطة مُعالجة مياه الصَّرف الصِحّي**: المرفق الذي يتكون من الأجهزة والمعدات والمنشآت اللازمة لمُعالجة مياه الصرف الصِحّي (اللائحة التنفيذية لنظام مياه الصرف الصِحّي المُعالجة وإعادة استخدامها، 2001م، ص:8).
- **مياه الصَّرف الصِحّي المُعالجة:** المياه الخارجة من محطة مُعالجة مياه الصرف الصِحّي بعد مُعالجتها بطريقة سليمة طبقًا للمعايير القياسية لنوعية مياه الصرف الصِحّي المُعالجة حسب الغرض من استخدامها أو التخلص منها (لائحة الاشتراطات الفنية لاستخدام مياه الصرف الصِحّي المُعالجة في التشجير وري المزروعات البلدية، 2005م، ص:2).
- **المُعالجة الثّلاثيَّة:** مستوى المُعالجة التي يمكن التوصل إليها عن طريق المُعالجة الحيوية المنتهية بالترشيح والتطهير أو أي عمليات أخرى، ويمكن استخدام المياه الناتجة عنها في الري غير المقيد (لائحة الاشتراطات الفنية لاستخدام مياه الصرف الصِحّي المُعالجة في التشجير وري المزروعات البلدية، 2005م، ص:4).
- **المعايير:** القيم القياسية لتحديد المكونات الطبيعية والكيميائية والحيوية التي تحدد على أساسها نوعية هذه المياه (اللائحة التنفيذية لنظام مياه الصرف الصِحّي المُعالجة وإعادة استخدامها، 2001م، ص:8 -9).
- **تلوث البيئة:** هي كافة الأنشطة البشرية والطبيعية التي تسهم في وجود أي من المواد أو العوامل الملوثة في البيئة بكميات أو صفات لمدة زمنية قد تؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر وحدها أو بالتفاعل مع غيرها إلى الإضرار بالصحة العامة أو القيام بأعمال وأنشطة قد تؤدي إلى تدهور النظام البيئي الطبيعي أو تعوق الاستمتاع بالحياة والاستفادة من الممتلكات الخاصة والعامة (الهيئة العامة للبيئة، 2015م، ص:8).

مُشكلة الدِّراسة:

يمكن تحديد مُشكلة الدِّراسة بناءً على العناصر التالية:

- تُعاني منطقة الدِّراسة بمحدودية مواردها المائية من قلَّة هطول الأمطار، حيث تُعَدُّ المدينة المُنوَّرة من أكثر مناطق المملكة جفافًا، فمعدل سقوط الأمطار السنوي لا يتجاوز 50 ملم، كما أن أكبر كمية سقطت على المدينة المُنوَّرة في عام 1982م، وبلغت (222.20) ملم، في حين أن أقل كمية هطلت على المدينة المُنوَّرة كانت في عام 2000م وبلغت (2.20) ملم.
- كما اعتمد سكان المدينة المُنوَّرة على "مياه العيون"، وهذا المورد معروف في المنطقة من قبل العصر الإسلامي، وقد مر استخدامه بفترات من الازدهار والركود والجمود، وبلغ أوجه في العهد العثماني، حيث بلغ عددها في المدينة المُنوَّرة في ذلك الوقت نحو (44) عينًا متركزة في منطقة العيون شمال المدينة المُنوَّرة، وكانت بداية تدهورها عام 1355هـ/ 1935م بسبب سيل وادي العقيق الجارف المدمر، والذي رافقه زيادة في نزح مياه الآبار بواسطة الطلمبات، مما أصاب منابع الآبار بالضعف والنضوب، وتوقفت نهائيًّا، مما

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

نتج عنه دمار لعدد من مزارع منطقة العيون التي أخذت بالتحول التدريجي إلى منطقة عمرانية سكنية، كما اعتمدت إلى عام 1370هـ آبار العين الزرقاء على هذا المخزون الحامل للمياه (الرويثي؛ والخوجلي، 2002، ص:9).

- كما تفتقر محافظة ينبع بالمياه الجوفية المتجددة كالعيون، فقد قلت عن السنوات السَّابقة بسبب قلَّة الأمطار إلى أن وصلت إلى 25 عينًا، ومنها "عين عجلان، والجابرية، والسويد"، وأكبرها مساحة وعرضًا "عين عجلان" التي عادت مجددًا واستفاد منها الزُّرَّاع، خاصة في ينبع النخل. كما يوجد فيها آبار جوفية تسمى "آبار عويص والقاضي"، والتي بلغت 18 بئرًا، فقد أظهرت نتائج التحاليل التي قام بها فرع خدمات المياه بمحافظة ينبع في عام (2019م) بعدم صلاحية المياه للاستهلاك الآدمي، بسبب تلوثها بالبكتيريا البرازية.

أهمية الدِّراسة:

تكمن أهمية الدِّراسة في ضرورة التقليل من استهلاك المياه الجوفية لأغراض الزراعة، وذلك باستخدام مياه الصرف الصِّحِّي المُعالجة الذي يُعَدُّ المصدر الرئيسي للمياه غير التقليدية التي يمكن إعادة استعمالها بعد المُعالجة لأغراض الري الزراعي وللمجالات غير الزراعية، حيث يمكن استخدامها في مشاريع الاستجمام المقيد وغير المقيد، واستعمالها للأغراض الصناعية، وأهمها أبراج التبريد، وفي عمليات إطفاء الحرائق، سواء بالطرق التقليدية أو بالطائرات، كما يمكن استعمالها في أعمال البناء. ومنع تجمع مياه الصرف الصِّحِّي في أراضي الفضاء الترابية المفتوحة أو البحار لمدة طويلة، مما ينعكس تأثيرها السلبي الكبير على البيئة ومكوناتها، خاصة التربة، لما تحويه هذه المياه من كميات كبيرة من البكتريا والفطريات والفيروسات المسببة للأضرار البيئية، وعلى المياه الجوفية، وعلى الصحة العامة وضرورة الحفاظ على جمال البيئة.

لذلك تتمحور هذه الدِّراسة حول القيام بإجراء مجموعة من التحاليل لمياه الصرف الصِّحِّي المُعالج، والآبار الجوفية القريبة والبعيدة عن الحدائق المروية بمياه الصرف المُعالج مُعالجة ثلاثيًّا بمنطقة الدِّراسة، ومقارنتها بالمعايير المحلية والدولية، مع مقارنتها بالحدائق المروية بالمياه العادية "مياه تحلية البحر" كبعض الحدائق بمحافظة ينبع. وهل يقتصر استخدامها لري المسطحات الخضراء "الحدائق" أم التوصية باستخدامات أخرى على حسب جودة المياه الصادرة من وحدات المُعالجة.

تساؤلات الدِّراسة:

- ما مدى مُلاءمة المعايير وفق درجة المُعالَجة لتلك المياه المُستهدفة فقط لريِّ الحدائق بمنطقة الدِّراسة؟

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- ما مدى تركُّز الخواصِّ الطبيعيَّة والحيويَّة والكيميائيَّة في مياه ريِّ الحدائق، ومياه الآبار، وفي "فصلي الصَّيف والشِّتاء"؟
- ما مدى تركُّز العناصر المُلوِّثة في الحدائق المرويَّة "بالمياه المُعالَجة"، ومُقارنتها بالحدائق المرويَّة بمياه "تحلية البحر" بمنطقة الدِّراسة؟
- ما مدى تأثير تركُّز البكتيريا بأنواعها المذكورة "في الفصلين" في الدِّراسة الخاصَّة بمياه ريِّ الحدائق بنوعيها في منطقة الدِّراسة؟
- ما مدى تأثير تركُّز البكتيريا وبعض العناصر المُضرَّة في مياه ريِّ الحدائق الموجودة بمنطقة الدِّراسة على البيئة "نُموِّ النَّباتات"، وصحَّة الإنسان؟

أهداف الدِّراسة:

- تهدف الدِّراسة إلى تسليط الضوء على قضية مُعالجة مياه الصرف الصِّحِّي بوصفها أحد مصادر المياه المُتجددة الواعدة، من حيث إنتاجها ونوعيتها واستخداماتها والمتوقع بشأنها مستقبلًا.
- معرفة الخواص والمعايير المعتمدة من قبل وزارة البيئة والمياه والزراعة، ومنظمة الفاو بمحطات مُعالجة مياه الصَّرف الصِّحِّي، ومياه الآبار "الحدائق" بمنطقة الدِّراسة.
- دِراسة مدى تأثير تركز العناصر الطَّبيعية والحيوية والكيميائية على الحدائق المروية بمياه الصَّرف الصِّحي المُعالج، ومُقارنتها بمياه التَّحلية المروية بالحدائق في منطقتي الدِّراسة.
- دِراسة مدى تأثير موقع محطات الصَّرف الصِّحِّي المُعالج؛ والمناطق القريبة والبعيدة من الحدائق المروية بمياه الصَّرف الصِّحي على تلوث الهواء، والمياه الجوفية بمنطقة الدِّراسة.
- التَّأكد من مدى صلاحية ري الحدائق بمياه الصَّرف الصِّحِّي المُعالج على مدار السَّنة وارتباطها بتركز البكتيرية المُمرضة، ومُقارنتها بالحدائق التي تروى بمياه التَّحلية.

الدِّراسات السَّابقة:

- **دِراسة روسان وآخرون (Rusan et al, 2007)، بعنوان "تأثير مياه الصَّرف على التُّربة والنَّبات والمحاصيل العلفيَّة على المدى الطَّويل".** وأظهرت النَّتائج أن الإدارة السَّليمة للرَّيّ بمياه الصَّرف، ومعرفة نوع التُّربة والنَّبات، ضروري لضمان نجاح الرَّي. كما أكدت النَّتائج أن تركيز النيتروجين في براعم النَّباتات تكون أعلى عند ريِّها بمياه الصَّرف من مياه الآبار. ولقد توصَّلت الدِّراسة إلى أنَّ التُّربة ونوعيَّة المحاصيل تتأثر بشكل كبير إذا تمَّ ريُّها بمياه الصَّرف لمُدَّة طويلة، وقد يؤدي ذلك إلى تراكُم الأملاح والمغذيات النَّباتيَّة، والمعادن الثقيلة بما يتجاوز المستوى المسموح به.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **دراسة مركز فقيه للأبحاث والتَّطوير (2007 م)، تهدف هذه الدِّراسة إلى مُعالجة المياه بمحطة الصَّرف بالعكاشة بمكَّة المُكرَّمة؛** حيث تم تحليل مياه الصَّرف ومياه المُعالجة للمقارنة، وتم جمع العيِّنات مره واحدة أسبوعيًّا لمدة 6 أسابيع، وأوضحت النَّتائج أن المياه المُعالجة المُستخدمة لأغراض الري لا تتفق مع المعايير العالمية، حيث أظهرت النَّتائج أن المتطلب الأكسجين الكيموحيوي والمُتطلب الأُكسجين الكيميائي تجاوزت المعايير، وارتفاع نسبة تركيز المغذيات التي تشتمل على النيتروجين والفوسفات والكربون، وبالنسبة للنَّتائج الحيوية، فقد أثبتت الدِّراسة استمرار وجود البكتيريا بنسب عالية.

- **دِراسة أحمد والهاجري، 2009، بعنوان "أثر الرَّي بمياه المُعالَجة ومياه البحر على التُّربة وخصائص النَّباتات"؛** وطُبِّقت الدِّراسة على نوعين من النَّبات (الذُّرة، وتبَّاع الشَّمس) وعلى أنواع من المياه (مياه صرف، مياه بحر، مياه شُرب). فقد أظهرت النَّتائج أن التُّربة التي زُرعت بالذُّرة وتمَّ ريُّها بمياه مُعالجة، لديها أقل تركيز من معدن النُّحاس، في حين أظهرت أن أنسجة الذُّرة تراكُم لمعادن المنجنيز، والزنك بمستويات غير سامه، وتوصَّلت الدِّراسة أيضًا إلى إمكانيَّة استخدام نبات الذرة لفحص مستوى المعادن الثَّقيلة في التُّربة، وإمكانيَّة استخدامها كمرشحات من مستويات المعادن الثَّقيلة في المناطق المُلوَّثة.

- **دِراسة أبو عشي، (2011م)، وتهدف هذه الدِّراسة بالتعرف على مدى تأثير التَّصريف الأرضي لمياه الصَّرف الصِّحي على تلوث التُّربة ومياه الآبار والنباتات بوادي العرج بالطائف.** فقد وجد ان تركيز العناصر الغذائية الكبرى (النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، الصوديوم) والعناصر الصغرى (الحديد، الزنك، والمنجنيز، النحاس) والعناصر السامة (الرصاص، الروديوم، الكادميوم، والنيكل) في التربة المأخوذة من المزارع على طول المجرى والنباتات الزراعية (الكزبرة)، والنباتات الطبيعية (البروموديا) قليل ولا يمكن أن يؤدي إلى تسمم النَّبات والحيوان والإنسان.

- **دراسة أرتيمة وآخرين (2012م)، وتهدف هذه الدِّراسة لمعرفة مدى مناسبة استخدام مياه الصرف الصِّحِّي المُعالجة بمدينة سرت في ري محصول القمح وتأثيرها على خواص التُّربة الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية،** فقد تبين من نتائج التحليل أن التُّربة تحتوي على تركيز منخفض من العناصر الثَّقيلة "في الحدود المسموحة بها"، بينما أوضحت الدِّراسة زيادة قيمة التَّوصيل الكهربائي لمستخلص التُّربة مقارنة بالتُّربة قبل الري، وانخفاض الرقم الهيدروجيني وتزايد في أيون الكلوريد، وأيون البيكربونات، وزيادة بسيطة في تركيز الكالسيوم والماغنيسيوم، وارتفاع في البوتاسيوم، والصوديوم، كذلك بالنسبة للتحليل البيولوجي فقد اتضح أن العدد الكلي للبكتيريا القولونية والبكتيريا القولونية الغائطية في الحدود المسموح بها للزراعة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- **دراسة الخزاعي (2014م)، وعنوانها "الخواص الكيمائية والطَّبيعية للمياه الشائعة في المنطقة، وتقييم مدى صلاحيتها للري بصرة بالعراق"**؛ حيث تم اختيار أربعة مصادر لمياه الري، وأظهرت النَّتائج أن مياه شط العرب عالية الملوحة، ولها تأثير على المحاصيل الزِّراعية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة والغير مُعالجة فلم يظهر فيها أي مشاكل من ناحية التُّربة، بسبب نفاذيتها الجيدة وارتفاع قيم امتصاص الصوديوم، أي إنها تقع ضمن مواصفات مياه الري المُستخدمة بشكل واسع.

- **دِراسة ميلاد، وآخرون (2019م)، بعنوان "تأثير إعادة استخدام مياه الصَّرف الصِّحي المُعالَجة في الرَّي على بعض الخواص الكيميائيَّة للتُّربة ونمو محصول القمح"**. وأُجريت الدِّراسة خلال موسم زراعي في منطقة سرت بليبيا، وصممت التجربة لاستخدام مياه مختلفة (مياه عذبة، مياه صرف مع عذبة، ومياه صرف مُعالَج). فقد تمثَّلت النَّتائج بإظهار لمياه الصَّرف فروق معنويَّة عالية في زيادة متوسطات عوامل نمو القمح مُقارنه بالمياه العذبة، كما أظهرت مياه الصَّرف وجود إضافات أكثر من بكتيريَّة القولون الغائطيَّة/ 100 مللي، تلتها مياه الصَّرف المخلوطة بالمياه العذبة بنسبة 33%، بينما سجلت المياه العذبة نسبة أقل مُقارنها بهما. وخلصت الدِّراسة إلى إمكانيَّة استخدام مياه الصَّرف الصِّحي المُعالَج في ريِّ المحاصيل الزراعيَّة مع وجود نظام مراقبة جيد.

- **عبد الكريم؛ وأمهني، 2021م، بعنوان "دراسة أثر مياه الصَّرف الصِّحي غير المُعالَجة على بعض خواصِّ التُّربة في منطقة أجدابيا – ليبيا"**. ومن نتائجها زيادة تركيز (الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكلوريد) بشكل ملحوظ في عيِّنات التُّربة القريب من المجرى الرئيسي مُقارنه عن عيِّنات التُّربة التي تبعد بمسافة 200م عن المجرى الرئيسي، مما يدلُّ على تلوث التربة القريبة من المجرى الرئيسي، وهذا التَّلوث يؤثر بشكل رئيسي على الحياة النَّباتيَّة والحيوانيَّة في المنطقة. كما أوصت الدِّراسة بضرورة مُعالجة المياه قبل طرحها مباشرة على التُّربة.

منهجيَّة الدِّراسة:

تتمثَّل منهجيَّة الدِّراسة فيما يلي:

أ) المنهج الوصفي التَّحليلي:

وتلخَّصت تلك المرحلة في جمع المعلومات من الكُتب العلميَّة المتوفرة، والأبحاث المحكمة، والرسائل الجامعيَّة، والمصادر الإحصائيَّة المحليَّة، كما شملت المرحلة جمع البيانات الواردة في التقارير الصادرة عن المؤسسات الدوليَّة، كبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. كما اعتمدت الدِّراسة على عدَّة مصادر للبيانات لتحقيق هدفها، حيث شملت الخريطة الطبوغرافيَّة لمنطقة المدينة المُنوَّرة (لوحة NG37-SE) بمقياس رسم 500000:1 صادرة عن المساحة الجويَّة، وزارة البترول والثروة المعدنيَّة، 1983م، طبعة 1-SA-ASD، وذلك للتَّعرُّف على الطبيعة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الطبوغرافيَّة للمنطقة وتضاريسها وأهم المراكز البشريَّة، كما استخدمت كمرجع للتصحيح الهندسي للمرئيَّة الفضائيَّة، كذلك استخدمت الخريطة الجيولوجيَّة لمنطقة المدينة المُنوَّرة عام 1989م للتَّعرُّف على الطبيعة الجيولوجيَّة لمنطقة الدِّراسة والتفصيليَّة ذات المقاييس المختلفة.

ب) المنهج المسحي أو الميداني:

اعتمدت هذه الدِّراسة على كل من:

- **الدِّراسة الميدانيَّة:**

حيث تقوم الباحثة والفريق المعاون لها من قبل الأمانة في كل من منطقة المدينة المُنوَّرة ومُحافظة يَنْبُع بتحديد واختيار مواقع المعاينة، واختيار الحدائق، حسب المعايير التَّالية:

- يجب أن تكون الحدائق الأكبر من 5000م^2.
- يجب أن تشمل الحدائق العامة والتابعة لأحياء بلديات المدينة المُنوَّرة، وبين أحياء مُحافظة يَنْبُع البحر، ويَنْبُع الصِّناعيَّة.
- يجب أن تكون الحدائق المختارة يكثر ارتيادها من قبل السكان، وكذلك تحتوي الحدائق على ملاعب أو مناطق ترفيه للأطفال.
- يجب أن تشمل العيِّنات على الحدائق المرويَّة بالمياه المُعالَجة بالمدينة المُنوَّرة، والحدائق المرويَّة بمياه تحلية البحر بمُحافظة يَنْبُع لمعرفة مدى صلاحيتها للرَّيِّ ومطابقتها للمعايير.

يجب أن يتم جمع عيِّنات من الآبار الأقرب لمنطقة جمع العيِّنات في كل من المنطقتين لمعرفة مدى تأثر تركيز العناصر لمياه الآبار الجوفيَّة في تلك المنطقة.

إجراءات الدِّراسة:

يمكن تجزئة إجراءات البحث وطرائقها إلى الأقسام التَّالية:

أ) طُرق جمع العيِّنات لقياس العناصر المعدنيَّة فيها:

يتم جمع عيِّنات مرتين لكل من موسمي (الصَّيف والشِّتاء) خلال السَّنة من الأماكن التي تمَّ تحديدها سابقًا بالتَّعاون مع أمانة المدينة المُنوَّرة ومُحافظة يَنْبُع لِمعرفة مدى تركُّز العناصر، وتقوم هذه الدِّراسة على:

- معرفة خواص مياه الصَّرف الصِّحِّي الخام الدَّاخلة إلى الشَّبكة العامَّة ومحطَّات المُعالَجة، وخواص المِياه بعد المُعالَجة.
- جمع عيِّنات من الآبار الجوفيَّة المُستخدمة لريِّ المزارع وللشرب بالقرب من المناطق المرويَّة بمياه الصَّرف الصِّحِّي المُعالَج، وتصنف المياه على حسب رائحتها، والخواص الفيزيائيَّة القياسيَّة للمياه الجوفيَّة، ومقدار عُسرة المياه، بالإضافة إلى أهم التحاليل الكيميائيَّة الخاصَّة بمياه الشرب والري ومقاييس جودتها.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ب) خطوات العمل المكتبي:

- طريقة المُعالَجة الإحصائيَّة:

سوف تعتمد الباحثة على أسلوبين أساسيين للتحليل هما:

أ) **الأسلوب الكمّي:**

الذي يشتمل على المُعالَجات الإحصائيَّة لنتائج تحليل العيّنات من حيث استخراج المتوسطات الحسابيَّة والانحرافات المعياريَّة، ومعاملات الارتباط للمتغيُّرات كالآتي:

- **حساب المتوسط الحسابي Mean:** ويُعَدُّ من أكثر مقاييس النزعة المركزيَّة استخدامًا، وهو يُناسب بين بيانات المسافة والنِّسبة
- استخدام برنامج SPSS لتحليل التَّبايُن الأحادي (One Way ANOVA).
- رسم الخرائط الموضوعيَّة Thematic Maps، واستخراج مؤشر الاخضرارNDVI:

ب) الأسلوب الكيفي:

وذلك من خلال تحليل البيانات الميدانيَّة وتفسيرها في ضوء المُتغيُّرات والأوضاع المجتمعيَّة، هذا فضلًا عن توضيح أوجه الشَّبه والاختلاف بين تركيز العناصر الكيميائيَّة بمياه "الصَّرف الصِّحّي المُعالَج؛ ومياه تحليل البحر" لبلديات المدينة المُنوَّرة، ومُحافظة يَنْبُع. وبين المدينة المُنوَّرة ومُحافظة يَنْبُع ككل من ناحية مُقارنة تركيز العناصر الكيميائيَّة والحيويَّة والطَّبيعيَّة سواءً (في مياه الآبار، مياه الرَّي بنوعيها) خلال فصلي "الصَّيف، والشِّتاء".

الخصائص الطبيعيَّة لمنطقة الدِّراسة:

تقع حاضرة المدينة المُنوَّرة ما بين دائرتي عرض 00 21 24° – 00 36 24° شمالًا، وخطي طول 00 96 39° – 36 42 39° شرقًا في منطقة تتوسط العالم الإسلامي أولًا، والإقليم الغربي من المملكة العربيَّة السعوديَّة.

كما تبلغ مساحة المدينة المُنوَّرة نحو (589) كلم مربع، منها (239) كلم مربع تشغلها المنطقة العمرانيَّة بالمدينة المُنوَّرة، أما باقي المساحة فهي خارج المنطقة العمرانيَّة، وتتكون من جبال ووديان، ومنحدرات سيول، ومناطق زراعيَّة، ومقابر وأجزاء من شبكة الطرقة السريعة والشريانيَّة وطرق تجميعيَّة، وبعض الاستخدامات الحكوميَّة والخاصَّة، كما تتضمن المدينة المُنوَّرة سبع بلديات كما توضحه الخريطة (المرصد الحضري للمدينة المُنوَّرة، 2022م).

أما بالنسبة لمنطقة يَنْبُع تعد من مُحافظات التي تتبع منطقة المدينة المُنوَّرة إداريًّا، وتقع على الساحل الشرقي للبحر الأحمر في إقليم تهامة، وتبعد نحو 200 كم غرب المدينة المُنوَّرة، و300 كم شمال جدة. ويحد المنطقة شمالًا مُحافظة العُلا، وشرقًا المدينة المُنوَّرة، وغربًا

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

البحر الأحمر، بينما يحدها من الجنوب مُحافظة بدر. وتنحصر منطقة الدِّراسة بين دائرتي عرض 31 40 25°و، 42 39 23°شمالًا، وبين خطي طول 53 53 38° و52 21 37° شرقًا. وتصل مساحة المنطقة إلى 18.5 ألف كم^2، ويصل أقصى طول لها 235 كم، بينما يصل متوسط الطول إلى 152.5كم، ويبلغ أقصى عرض إلى 155كم، بينما يصل متوسط العرض إلى 92 كم.

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١): المخطط العام للمدينة المُنوَّرة؛ ومُحافظة يَنْبُع

نتائج تحليل عيِّنات مياه ري الحدائق الخضراء؛ ومياه الآبار بمنطقة الدِّراسة:

أ) الخصائص الطَّبيعية:

إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أقل من 5%؛ "< 0.05".

**غير دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أكبر من 5%؛ ">0.05".

*** قيمة *F crit* (7.708647).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

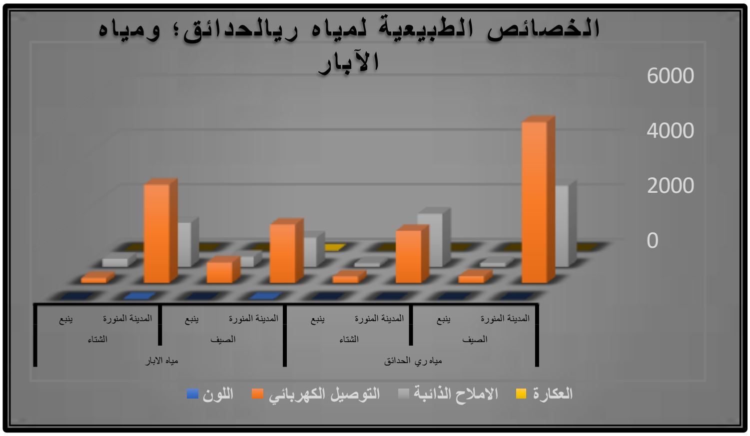
جدول (١): تركيز الخصائص الطَّبيعية لمياه ري الحدائق الخضراء؛ ولمياه الآبار لمنطقة الدِّراسة

المتغير	الفصل	حدائق المدينة المنورة [illegible]					حدائق محافظة ينبع [illegible]					قيمة (F)	مستوى الدلالة (p)	معايير وزارة المياه والزراعة	معيار الفاو	آبار المدينة المنورة				آبار محافظة ينبع				قيمة (F)	مستوى الدلالة (p)	معايير وزارة المياه والزراعة	معيار الفاو
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري	[illegible]	[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري					[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري	[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري				
اللون	الصيف	8	11	5	8	3	4	3	3	3.333	4.577	7	0.05 *	400	-	6	4	1.414	2	4	4	4	0	1	0.42 *	15	15
التوصيل الكهربائي	الصيف	2159	2126	2120	2132	15.87	285	130	1747	754	968.46	7.09 2	0.05 *	900 1200	1020	5970	5970	5970	0	252	252	252.5	0.70	1.240	7.02 **	1000 160	-
الأملاح الذائبة	الصيف	2069	1856	1851	1855.66	5.29	136	7.36	942	344.33	413.06	0.44 2	0.042 *	1500	2000	2050	2050	4.325	0	124	126	125	1.41	79.096	1.25 **	1000 100	-
العكارة	الصيف	0.71	12.9	0.34	4.983	7.72	0.49	1.86	0.4	0.426	0.647	1.83 9	0.26 **	5.00	5.00	0.42	0.22	2.958	0.124	0.21	0.23	0.22	0.014	0.982	0.96 **	5	5
اللون	الشتاء	8	11	5	8	3	4	3	3	3.333	4.577	7	0.07*	400	-	6	4	1.414	2	4	4	4	0	1	*0.42	15	15
التوصيل الكهربائي	الشتاء	2082	1982	2088	2050.75	925.46	642 2	695 8	435 6	2024	1142.7	2589 1.8	1.84 **	900 1200	1020	2040.8	2011.6	1990.2	2210.7 4	240.4	231 2	235.8	4.30	1.631	0.41 **	1000 160	-
الأملاح الذائبة	الشتاء	1790	1848	1970	1880	453.25	642 2	695 8	435 6	286.66	42.72	21.1 76	0.07*	1500	2000	1020	1020	1036	0	121	120	120.5	0.70	12.697	7.64**	1000 100	-
العكارة	الشتاء	0.46	0.83	0.81	0.713	0.24	0.13	0.42	0.13	0.173	0.07	24.4 16	0.07*	5.00	5.00	0.15	0.21	0.20	0.062	0.17	0.1	0.125	0.06	0.952	0.42**	5	5

**غير دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أكبر من 5%؛ "0.05<".

*** قيمة *F crit* (7.708647).

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيّنات الخاص بمنطقة الدراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنورّة"، وباستخدام برنامج "SPSS".



تمثيل بياني (١): تركيز الخصائص الطَّبيعية لمياه ري الحدائق الخضراء لمنطقة الدِّراسة؛ ولمياه الآبار

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢): تركيز اللون لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣): تركيز اللون لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٤): تركيز التوصيل الكهربائي لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٥): تركيز التوصيل الكهربائي لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

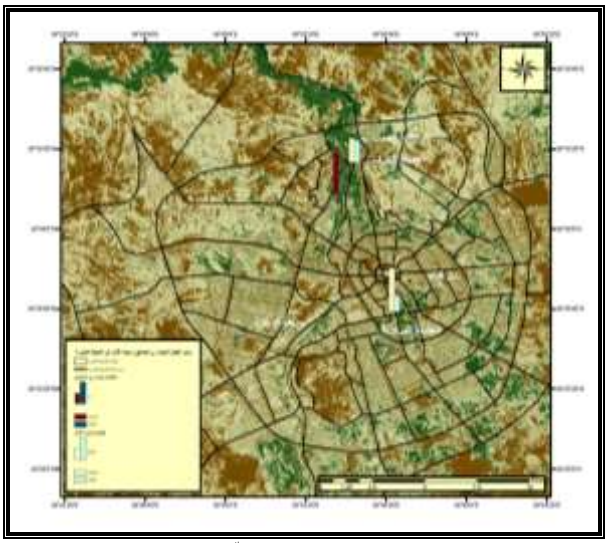
المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٦): تركيز الأملاح الذائبة لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٧): تركيز للأملاح الذائبة لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٨): تركيز العكارة لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٩): تركيز العكارة لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- فمن خلال الجدول السابق تبين أن للون المياه في كل من مياه الرَّي بنوعيه (المُعالَج، وتحلية البحر) لكلتا المنطقتين ولفصلي "الصَّيف، والشِّتاء" فقد وجدت تطابق للمُعدَّل المسوح به.

- كما بلغ مُعدلات ارتفاع تركيز لكل من (التَّوصيل الكهربائي، الأملاح الذَّائبة، والعكارة) لكل من مياه الآبار في "الصِّيف"، فقد بلغ التَّوصيل الكهربائي لمنطقة المدينة المُنوَّرة بـ(5870 Mg/l)؛ وللأملاح المعدنيَّة بـ(2950 Mg/l)، ويفسر ارتفاعها الكبير في كميَّة الأملاح، وهذا قد يكون ناتج عن الأسمدة والمبيدات المُستعملة في الحدائق المجاورة مباشرةً لها وتعتبر غير صالحة للري. ولمياه الرَّي المُعالَج والآبار في فصل "الشِّتاء" للمدينة المُنوَّرة بمُعدَّلات طفيفة عن المُعدَّلات المسموح بها. وتتفق هذه الدِّراسة مع دراسة (Rusan et al,2007) التي توصَّلت بأن التُّربة ونوعيَّة المحاصيل تتأثر بشكل كبير إذا تمَّ ريُّها بمياه الصَّرف لمُدَّة طويلة، وقد يؤدي ذلك إلى تراكُم الأملاح والمغذيات النَّباتيَّة، والمعادن الثقيلة بما يتجاوز المستوى المسموح به. ومع دراسة (عبد الكريم؛ وأمهني، 2021م) التي نصت أن زيادة تركيز المياه المُعالَجة تعني ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة التي كانت سببًا في زيادة العسرة والتَّوصيل الكهربائي للتُربة، كما أوصت الدِّراسة بضرورة مُعالجة المياه قبل طرحها مباشرة على التُّربة.

- أما عن العكارة فقد تجاوزت القيمة المسموح بها خاصَّة في فصل "الصِّيف" بمنطقة المدينة المُنوَّرة التي اقتصرت على مياه الرَّي المُعالَجة (لحديقة الجرف) بمُعدَّل (13.9 Mg/l)، فقد تبيَّن بزيادة نسبة تركيزها على المُعدَّل الطبيعي أو الحد المسموح له بشكل مُرتفع، خاصَّة على حديقة "الجرف". وذلك بسبب احتوائها على الرواسب والعوالق فيها.

ب) الخواصُّ الحيويَّة لمياه ري الحدائق ولمياه الآبار

***دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أقل من 5%؛ "< 0.05".**

****غير دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أكبر من 5%؛ ">0.05".**

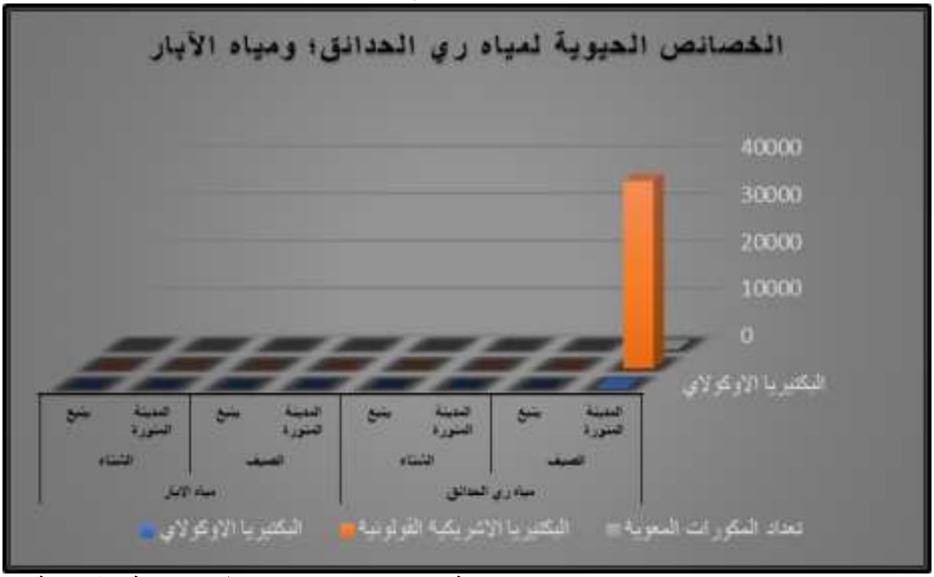
***** قيمة *F crit* (7.708647).**

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول (٢): تركيز الخواص الحيوية لمياه الري لحدائق في منطقة الدِّراسة

العناصر	[illegible]	[illegible]					[illegible]					قيمة (T)	مستوى الدلالة	[illegible]	[illegible]				[illegible]				قيمة (T)	مستوى الدلالة	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري	[illegible]	[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري				[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري	[illegible]	[illegible]	المتوسط	الانحراف المعياري			
[illegible]	[illegible]	[illegible]	40	250	[illegible]	[illegible]	1	1	1	1	0	[illegible]	0.14 *	[illegible]	1	1	2.5	0	1	1	1	0	[illegible]	0.00 *	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1	1	1	1	0	[illegible]	0.15 *	[illegible]	4	1	2.5	[illegible]	1	1	1	0	1	0.42**	[illegible]
[illegible]		[illegible]	210	220	[illegible]	[illegible]	1	1	4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.015 *	[illegible]	4	1	2.5	[illegible]	1	1	1	0	1	0.42 **	[illegible]
[illegible]	[illegible]	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0.00	0.00 **	[illegible]	1	1	1	0	1	1	1	0	[illegible]	0.00 *	[illegible]
[illegible]		1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0.00	0.00*	[illegible]	1	1	0	0	1	1	1	0	[illegible]	0.00 *	[illegible]
[illegible]		1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0.00	0.00 **	[illegible]	1	1	0	0	1	1	1	0	[illegible]	0.00 *	[illegible]

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المنورة"، وباستخدام برنامج "SPSS".



تمثيل بياني (٢): تركيز الخواص الحيوية لمياه الري لحدائق في منطقة الدِّراسة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

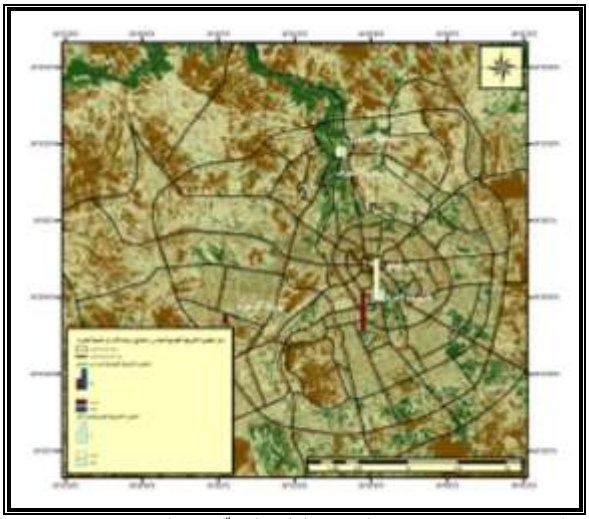
المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٠): تركيز بكتيرية الاوكولاي لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١١): تركيز بكتيرية الاوكولاي لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٢): تركيز بكتيرية الاشريكية القولونية لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٣): تركيز بكتيرية الاشريكية القولونية لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٤): تركيز بكتيرية تعداد المكورات المعوية لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٥): تركيز بكتيرية تعداد المكورات المعوية لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- فمن خلال الجدول السابق فقد بلغ مُعدَّل التركيز لكل من (بكتيريَّة القولونيَّة الإيكولاي، والمكورات المعويَّة) بمُعدَّلات لم تتجاوز المُعدَّلات المسموح بها في كلتا المنطقتين ولجميع أنواع مياه الرَّي المُعالَجة؛ ومياه التحلية) المرويَّة للحدائق، ولكن وجدت بمُعدَّل طفيف بلغ أعلاها في مياه الرَّي المُعالَجة لمنطقة المدينة المُنوَّرة في فصل "الصَّيف" بمُعدَّل (600 Mg/l) للبكتيريا الإشريكيَّة القولونيَّة، وبمُعدَّل (500 Mg/l) للمكورات المعويَّة، خاصَّة في الحديقة المركزيَّة بالمدينة المُنوَّرة.

- أما عن (بكتيريَّة الإشريكيَّة القولونيَّة) فقد تجاوزت الحد المسموح بها، خاصَّة في الحدائق المرويَّة بالمياه المُعالَجة لمنطقة المدينة المُنوَّرة في فصل "الصَّيف" في كل من حديقة المركزيَّة بمُعدل (84.000 Mg/l)، ثم تلتها حديقة الدعيثة (22.000 Mg/l)، ثم حديقة الجرف (12.000 Mg/l).

- فقد اتضح من تحليل عيِّنات المياه المُعالَجة التي أخذت من الحدائق أن قد يكون سبب ارتفاع مُعدَّل البكتيريا (الإشريكيَّة القولونيَّة، والمكورات المعويَّة)، خاصَّة في فصل "الصَّيف" لمياه الرَّي المُعالَجة الخاصَّة بريِّ الحدائق المركزيَّة في المدينة المُنوَّرة. وقد يرجع ذلك من المتعارف عليه من خلال الأبحاث والدِّراسات السَّابقة ربما لتلوثها بعدة مُخلفات للإنسان أو الحيوان أو قد يكون لوجود بعض الإشكاليات من محطة المُعالَجة قد تعرضت لها، ومُقارنتها بانعدامها في عيِّنات فصل "الشِّتاء"، وهذه الأنواع من البكتيريا لها عدة أنواع، وقد تختلف من ناحية ضررها على الإنسان أو الحيوانات، خاصَّة في الأمعاء بشكل طبيعي.

- كما تتفق هذه النَّتائج مع نتائج دراسة (مركز فقيه للأبحاث والتطوير، 2007م)، وتختلف مع دراسة (أرتيمة، 2012م) التي أشارت إلى أن البكتيريا الإشريكيَّة القولونيَّة قد وقعت في الحدود المسموح بها للزراعة، حيث تراوحت ما بين (100/10.0.23 مللي) حسب منظمة هيئة حماية البيئة (EPA 1993) والحد المسموح به للزراعة هو (100/20000 مللي) (ص:134).

ج) خواصُّ المركبات الكيميائيَّة:

دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أقل من 5%؛ "< 0.05".

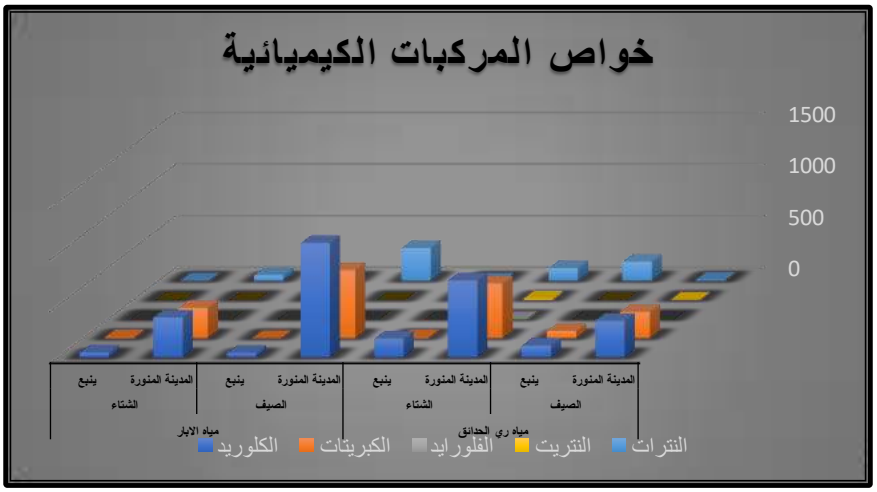
****غير دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أكبر من 5%؛ ">0.05".**

***** قيمة *F crit* (7.708647).**

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

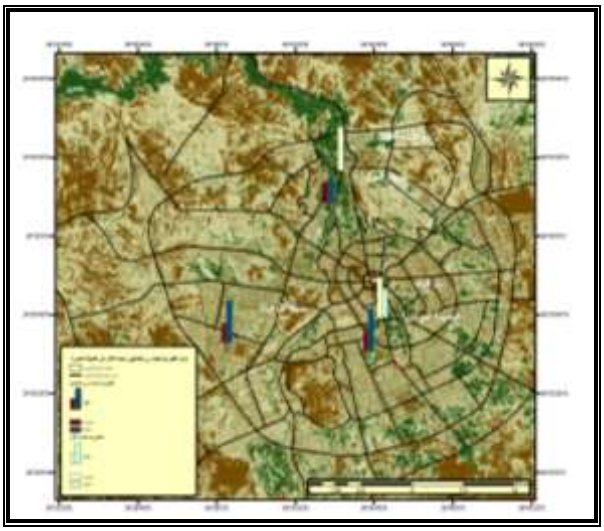
جدول (٣): تركيز الخواص المركبات الكيميائية لمياه آبار في منطقة الدِّراسة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المنورة"، وباستخدام برنامج "SPSS".



تمثيل بياني (٣): خواص المركبات الكيميائية

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



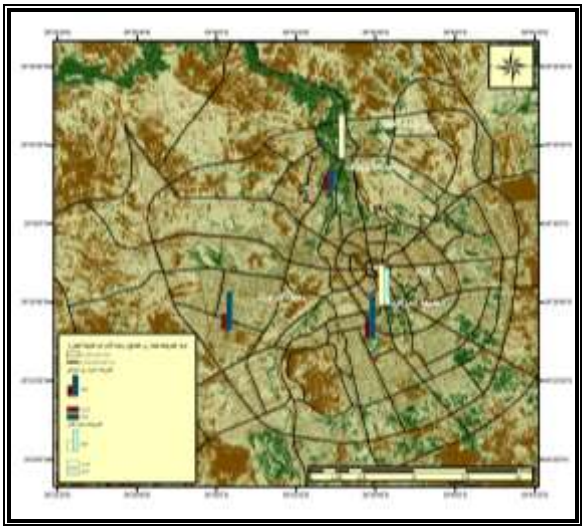
المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٦): تركيز الكلوريد لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٧): تركيز الكلوريد لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٨): تركيز الكبريتات لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (١٩): تركيز الكبريتات لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٠): تركيز الفلورايد لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢١): تركيز الفلورايد لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٢): تركيز النترات لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٣): تركيز النترات لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٤): تركيز النتريت لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٥): تركيز النتريت لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- فمن خلال الجدول السابق تبين أن بلغ تركيزه بزيادة على المسموح به بشكل طفيف لكل من عنصر (الكلوريد، والكبريتات، النتريت، والنيترات)، خاصَّة على مياه آبار المدينة المُنوَّرة (بئر بلديَّة العيون، وبئر قباء) والقريبة من حديقتي (المركزيَّة، والجرف).

- فقد بلغ مُعدَّل الكلوريد أعلاها في فصل "الصَّيف" بـ(1109 Mg/l)، وزيادة طفيفة لكلتا البئرين السَّابق ذكرهما في فصل "الشِّتاء" بـ(386.9 Mg/l). وهذا قد يُؤثر على صحة الإنسان لما له ارتباط شديد في ارتفاع المواد الصُّلبة الذَّائبة وبالتَّالي ارتفاع في التَّوصيل الكهربائي.

- أما لعنصر الكبريتات فقد تجاوزت القيمة المسموحة زيادة طفيفة بلغت (661.5 Mg/l) لكلتا البئرين في المدينة المُنوَّرة في فصل "الصَّيف". وقد يرجع ارتفاع القيمة إلى ظروف التَّهوية غير الكافية في المحطة إذا فقد وجدت نسبة تلوث لمياه الرَّي المُعالَج المرويَّة بالحدائق المركزيَّة لم تتجاوز القيمة المسموح بها من معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، بخلاف معايير الفاو فقد أظهرت بعدم تجاوزها لما نصت منظمه الفاو عليه بأن أقصى مستويات التَّلوث للمياه المُعالَجة (1000 Mg/l).

- أما لعنصر النيترات فقد بلغ أعلاها في آبار المدينة المُنوَّرة في فصل "الصَّيف" بالمدينة المُنوَّرة (316 Mg/l)، وفي فصل "الشِّتاء" لكلتا البئرين في المدينة بـ(52.85 Mg/l)، وأن استخدام المُخصبات الحيوانيَّة والصِّناعيَّة التي تحتوي على نيتروجين في العمليات الزراعيَّة، وكذلك استخدام المُبيدات التي تحتوي على مركبات نيتروجينيَّة مختلفة، كلها عوامل تزيد من تركز النيترات في التُّربة، حيث تمتاز النيترات بسرعة الذوبان والتحرك مع مياه الأمطار إلى الآبار الجوفيَّة.

- كما أن ارتفاع لكل من عنصر (النيترات، والكبريتات)، وبالأخص للآبار في (الحديقة المركزيَّة "بئر قباء"، وحديقة الجرف "بئر حي العيون") بمنطقة المدينة المُنوَّرة لكلا الفصلين" الصَّيف، والشِّتاء"، فقد تُعد هذه المياه غير صالحة للشرب الآدمي وفقا لتحليل هذه العيِّنات. كما مُعدَّلات الارتفاع للمياه المعالجة زيادة على المُعدَّلات المسموح بها (الحديقة المركزية بـ124Mg/l)، (وحديقة الدعيثة بـ119.5Mg/l) مع معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة التي ترتكز بمُعدَّل (45Mg/l)، على العكس من معايير منظمة الفاو بمُعدَّل (1100Mg/l). وهذا يتفق مع دراسة (مركز فقيه للأبحاث والتطوير، 2007م)، حيث تشير النَّتائج أن تركيز النيترات قد تعدَّى الحدود المسموح بها عالميًّا (1 مجم/ لتر) في المياه المُعالَجة، إذ بلغ أعلى قيمة (3Mg/l)، لذلك تُعد زيادة مُعدَّلات النيترات من أسباب ظهور مستعمرات الطحالب، بينما تختلف مع نتائج (أبو عشي، 2011م، 64)، حيث وجد تركيز

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

النيترات في المياه المُعالَجة منخفضة، وهذه المياه مقبولة من ناحية استخدامها في الرَّي أو التَّصريف المُباشر حسب معايير وزارة البيئة والمياه والزراعة، إذ بلغت أعلى قيمة لها (25.31Mg/l).

- أما عن التركيزات المنخفضة للحد المسموح بها فقد بلغت في مياه الآبار لكلتا المنطقتين وفي "الصَّيف، والشِّتاء" لكلا عنصري (الفلورايد، والنتريت). وكذلك لمياه الرَّي (المُعالَج، ومياه تحلية البحر) لكلتا المنطقتين، وفي فصلي "الصَّيف، والشِّتاء"، فقد أتت مُعدلاتها مسموحة لكل من (الكلوريد، والكبريتات، والفلورايد، والنيترات).

- أما عن عنصر النتريت فقد تجاوزت القيمة المسموحة بدرجتين، خاصَّة لمياه الرَّي المُعالَج في فصل "الشِّتاء" بالمدينة المُنوَّرة، وخاصَّة المرويَّة لحدائق (المركزيَّة، والدعيثة. وكذلك النتريت قد تتسبب في ضرر على الحدائق ومُرتاديها. وهذه النَّتائج تتفق مع ما تمَّ التوصل لها (الخزاعي، 2014م، 33) الذي أكد أن تركيز الكبريتات أتت وفق ضمن الحدود المسموح بها، إذ بلغت نسبة تركيزه (16,40Mg/l).

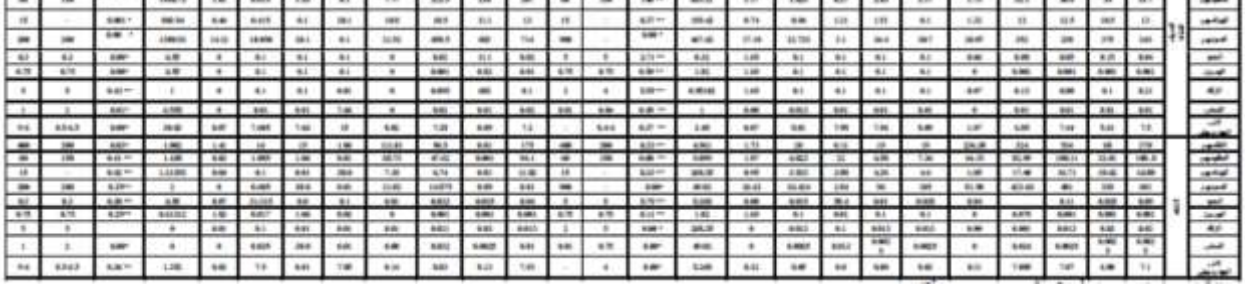
د) الخواص الكيميائية الغير عضوية:

دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أقل من 5%؛ "< 0.05".

****غير دالة إحصائيا، ومعناه أن قيمة (P-Value) أكبر من 5%؛ ">0.05".**

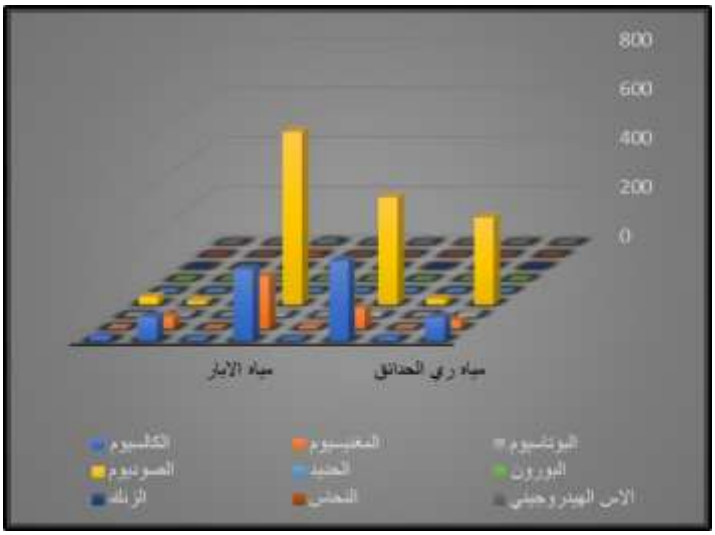
***** قيمة *F crit* (7.708647).**

جدول (٤): تركيز الخواص الكيميائية الغير عضوية في مياه ري الحدائق؛وآبار منطقة الدِّراسة



المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المنورة"، وباستخدام برنامج "SPSS".

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



التمثيل البياني (٤): تركيز الخواص الكيميائية الغير عضوية في مياه ري الحدائق؛ وآبار منطقة الدِّراسة

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٦): تركيز الكالسيوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٧): تركيز الكالسيوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

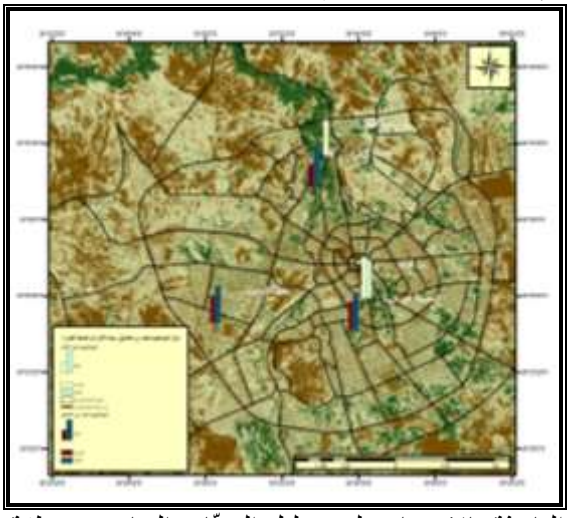
المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٨): تركيز المغنيسيوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٢٩): تركيز المغنيسيوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع



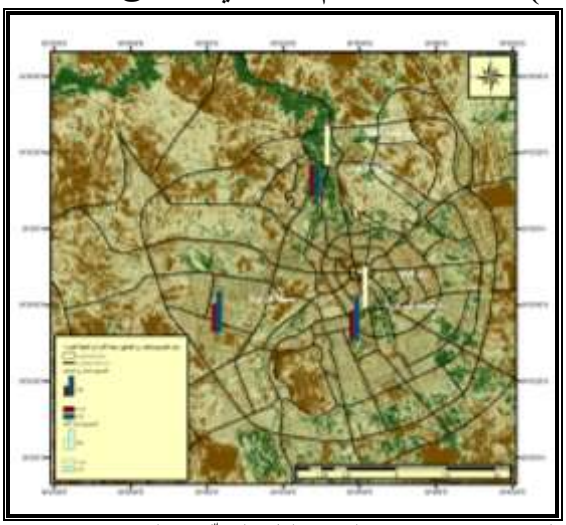
المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٠): تركيز البوتاسيوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣١): تركيز البوتاسيوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع



المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٢): تركيز الصوديوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٣): تركيز الصوديوم لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٤): تركيز الحديد لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٥): تركيز الحديد لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٦): تركيز البورون لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٧): تركيز البورون لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

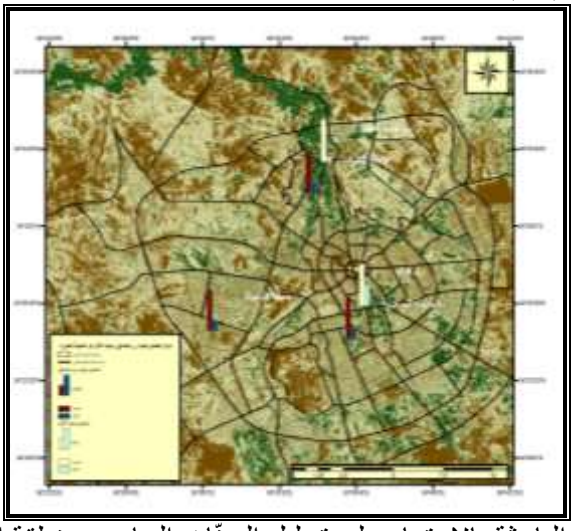
المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٨): تركيز الزنك لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٣٩): تركيز الزنك لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع



المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٤٠): تركيز النحاس لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العينّات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٤١): تركيز النحاس لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العينّات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٤٢): تركيز الاس الهيدروجيني لمياه ري الحدائق؛ وآبار المدينة المُنوَّرة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصدر: من انجاز الباحثة بالاعتماد على تحليل العيِّنات الخاص بمنطقة الدِّراسة " مختبر مطابقة الأغذية بالمدينة المُنوَّرة "، وباستخدام برنامج "ArcMap 10.7 ".

خريطة (٤٣): تركيز الاس الهيدروجيني لمياه ري الحدائق؛ وآبار لمُحافظة يَنْبُع

- فمن خلال الجدول تبين أن ارتفاع وزيادة في المُعدَّلات المسموح بها لكل من عنصر (البوتاسيوم، والصوديوم، الكروم).. أما عن الآبار فقد تعدَّى عن المُعدَّل المسموح به لمياه آبار للمدينة المُنوَّرة، وفي فصلي "الصَّيف، الشِّتاء" لكلتا البئرين، بئر حي العيون بـ(218 Mg/l)، ثم قباء بلغ بـ(207 Mg/l).

- أما عن البوتاسيوم فقد وجد الارتفاع بمُعدَّل (17.40 Mg/l) لمياه الرَّي المُعالَجة لحديقة الجرف لفصل "الشِّتاء"، ولمياه الآبار في فصل "الصَّيف" بالمدينة المُنوَّرة بـ(10.8 Mg/l) خاصَّة على بئر قباء (11.88 Mg/l)، ثم لآبار حي العيون (1.66 Mg/l). فقد يُعد البوتاسيوم من المُغذيات المُهمة التي يحتاج إليها النَّباتات بكميات كبيرة، ولا يؤثر على الإنسان أو النَّبات. كما يُساعد البوتاسيوم على توزيع الماء بشكل متوازن داخل النَّبات، ويُساعد على ضبط عمليَّة النَّتح في النَّبات.

- وللصوديوم وجد الارتفاع على مياه الآبار بالمدينة المُنوَّرة في "الصَّيف" بـ(698.5 Mg/l)، ففي قباء (714 Mg/l)، ثم حي العيون (683).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- كما بلغ الارتفاع لعنصر الكروم على مياه الرَّي المُعالَجة على الحدائق بالمدينة المُنوَّرة لفصل "الصَّيف" بـ(0.116 Mg/l)، خاصَّة على حديقة الجرف بلغ بـ(0.15 Mg/l) ولكلتا البئرين لفصل "الصَّيف" بالمدينة المُنوَّرة بـ(0.1 Mg/l).

- أما عن بقيَّة العناصر فقد أصبحت من ضمن نطاق المُعدَّلات المسموح بها كعنصر (المغنيسيوم، الكالسيوم، والحديد، والزنك، والنُّحاس، والأس الهيدروجيني) لجميع أنواع المياه المرويَّة للحدائق في كلتا المنطقتين، وأن تركيزها لم يصل إلى درجة التَّلوث، وبالتالي فإنها لن تُسبب ضررًا على مرتادي الحدائق. ولعنصر البورون فقد وجدت متعادلة القيمة لمياه الرَّي والآبار بالمدينة المُنوَّرة في فصلي "الصَّيف، والشِّتاء"، وتُعادله القيمة لكل من مياه الرَّي وآبار يَنْبُع في فصلي "الصَّيف، والشِّتاء".

- فقد أتت مُعدَّلات تركيز كل من عنصر النُّحاس والحديد مُخالفة للدِّراسة السَّابقة (زغينين، وآخرون، 2022م، ص:99)، فقد تجاوز النُّحاس بمُعدَّل (0.768-0.833 mg/l) الحد المسموح وفق القياسات البيئيَّة (2013م)، وهو بحد أقصى (0.2mg/l) وبحسب منظمة الأغذية الزراعة (FA0)، وللحديد فقد تراوحت ما بين (1.003-1.095 mg/l) فقد تجاوز المقاييس الليبيَّة بحد أقصى (0.5 mg/l) ولم تتجاوز الحد المسموح به حسب دليل (FAO)، وهو بحد أقصى (5 mg/l) وهذه القيم ضمن الحد المسموح به لأغراض الرَّي الزراعي.

- أما للزنك فقد أكدت الدِّراسة قلَّة تركيزه في التربة مع العمق، وأصبحت موافقة لدراسة (زغينين، وآخرون، 2022م، ص:98)، فقد تراوحت بين (0.335-0.403mg/l)، وأنها لم تتجاوز الحد المسموح به (2 mg/l) وفق المواصفات البيئيَّة (2013م)، ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO,1989).

- اتفقت الدِّراسة بتقارب نتائج تركُّز الأُس الهيدروجيني في جميع أنواع المياه المستخدمة في الرَّي وهذا يؤدي لتوافق هذه النتيجة بنتائج الدِّراسة السَّابقة (الخزاعي، 2014م، ص: 28)

التَّوصيات:

- تُعاني منطقة الدِّراسة من عدم وجود أبحاث كثيرة مُتعلقة بالتَّوسع في استخدام مياه الرَّي المُعالَج الثُّلاثي للمُسطحات الخضراء "الحدائق"، لذلك تُوصي الدِّراسة من خلال مُواكبة الرؤية المُستقبليَّة "مبادرة السُّعوديَّة الخضراء" التي تُعد كركيزة أساسيَّة لرؤية السُّعوديَّة 2030م بالتَّوسع بعدد الحدائق، ودخولها في مجال الزِّراعة المُستدامة في المدينة المُنوَّرة،

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

وبالأخص زراعة الأعلاف مع التَّأكد من التحقيق من المعايير المسموحة بريّها مع إجراء الدِّراسات، والتَّجارب والكشف عنها بشكل دوري.

- التَّأكد من التَّقليل من استخدام الكُلور أثناء مُعالجتها، مما قد يُسبب ضررًا للنَّباتات المُراد استزراعها، ولما ينتج عنه من تكوُّن مُركبات سرطانيَّة؛ لذلك من المُفترض أن يتم استبداله بغاز الأوزون، وهو (ثلاث ذرات من الأكسجين).

- التَّأكد من خُلوّها تمامًا من البكتيريا بأنواعه وتركُزها، سواءً في فترة الصَّيف أو الشِّتاء وحل المُشكلة، لما قد تبقى بكميات محددة من الميكروبات بعد عمليات المُعالَجة.

- كما تُوصي الدِّراسة بالتَّأكد من تبطين الآبار "القريبة من الحدائق المرويَّة بالمياه المُعالَجة لفترة طويلة" بشكل تام، وعمل صيانة دوريَّة للصد من مُستعمرات الطَّحالب التي قد تنشأ في أعماق البئر، وللحِفاظ على مُعدلات التَّركيزات الطَّبيعيَّة المُكونة لها ومنعًا من أي مُلوثات خارجيَّة قد تأتي من تركُزها في التُّربة لِفترات أطول.

- وجِدت في بعض تُربات الحدائق، وبالأخص المرويَّة بالمِياه المُعالَجة للمدى الطَّويل ارتفاع مُعدلات الأملاح، كما حددته الدِّراسة مما قد تكون سببًا لتأثر مياه الآبار المجاورة لها؛ لذلك توصي الدِّراسة بالاعتماد على النِّظام الفعال "نظام مائي غاسل" يعمل على إزالة الأملاح من التُّربة لوصولها إلى المُعدل الطَّبيعي بشكل دوري.

- ضرورة تجنُّب استعمال المُبيدات والمُركبات الكيميائيَّة التي تدوم في الطَّبيعة ولا تتحلَّل أو تتفكك.

- مُحاولة المُوازنة في توزيع المُسطَّحات الخضراء "الحدائق" مع مدى مُناسبتها بِحجم السُّكان، والعُمران خاصَّة لِمناطق (جنوب وغرب) المدينة المُنوَّرة ومُقارنتها بباقي جهات المنطقة، و(يَنْبُع البحر) مُقارنتها بعدد الحدائق (بيَنْبُع الصِّناعيَّة). للمُساعدة في تقليل الأثر الضَّار للمُلوثات على البيئة" تلوث الهواء"، ولرفع نسبة الأُكسجين في الجو وتخفيض نسبة ثاني أكسيد الكربون.

- ضرورة الاهتمام بموقع محطَّات الصَّرف الصِّحي المُعالَج لما تشهده المنطقة من التَّوسع وزيادة السُّكان الواقعة ضمن الخُطط المُستقبليَّة لذلك من الضَّروري النَّظر في ذلك لما تُسببت الأحياء القَّريبة من المحطَّات من أضرار صحيَّة بسبب تلوث الهواء والرَّوائح الكريهة، خاصَّة لما يُعانون من أمراض صدريَّة بمنطقة الدِّراسة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- قد لا تقتصر ارتفاع مُعدلات العناصر المُلوثة للتُّربة فقط لأنها تُروى بمياه مُعالجة ممَّا نظنُّ أن قد تُشكل وجود خلل فيها، بل يوجد مُسببات أُخرى، خاصَّة فيما يتعلق بانتشار عدد كبير من القِطط وتكدُسها في الحدائق مما قد تُسبب تلوثًا بصريًّا، بالإضافة إلى تبوُّلها في الأرض، مما قد يؤدي إلى تلوث التُّربة والنَّبات، كما تُشكل بوجود مخاطر انتقال بعض الأمراض مِنها إلى الإنسان عبر التَّلامس المُباشر أو غير المباشر بالتُّربة المُلوثة؛ لذلك تُوصي الدِّراسة بإيجاد حلول لهذه المُشكلة والتَّوسع بالأبحاث لِمنطقة الدِّراسة فيما يخُصُّ ذلك.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المراجع باللغة العربية:

1) أبوعشي، ماجد محمد علي (2011م) ، (تأثير التَّصريف الأرضي لمياه الصَّرف الصِّحي على تلوث التُّربة ومياه الآبار والنَّباتات بوادي العرج بالطَّائف) ، رسالة دكتوراه غير منشورة، جدة: جامعة الملك عبد العزيز، كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجَّافة قسم العلوم الزِّراعية.

2) أرتيمية ، حليمة، وآخريين ، (2012م) ، (دراسة مدى مناسبة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بمدينة سرت في زراعة محصول القمح وتأثيرها على خواص التربة) ، جامعة سرت، ليبيا.

3) الخزاعي, دنيا خير الله خصاف، (2014م)، (الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الشائعة في المنطقة وتقييم مدى صلاحيتها للري بصرة بالعراق، مجلة أبحاث البصرة، العدد 40. صفحة 26- 44.

4) الرويثي؛ والخوجلي، 2002، جوانب من الشخصية الجغرافية للمدينة المنورة)، (ط1)، مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة، المدينة .

6) عبد الكريم؛ وأمهني، (2021م) ، (دراسة أثر مياه الصرف الصحي غير المعالجة على بعض خواص التربة في منطقة أجدابيا – ليبيا.

7) ميلاد، رمضان ؛ وآخرون ، (2019م) ، (تأثير إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري على بعض الخواص الكيميائية للتربة ونمو محصول القمح، جامعة مصراته ، ليبيا.

المراجع باللغة الأجنبية:

- 1) Ahmed, T.A. and Al-Hajri, H.H. (2009). Effects of Treated Municipal Wastewater and Sea Water Irrigation on Soil and Plant Characteristics, Int. J. Environ. Res, Vol. 3(4), pp. 503-510.

2)Kajenthira, A., Siddiqi, A., and Ana- don L (2012). Anew case for promoting Wastewater reuse in Saudi Arabia: Bringing energy into the water equation. Journal of Environmental Management, 102: 184-192.

3) Rusan, MM., Hinnawi, S and Rousan, L., (2007), (Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

parameters parameters), Desalination Jordan University of science and technology. Faculty of Agriculture, Jordan.

4) Widaa A. M, and A.B. Saeed. (2008). "Impact of using treated wastewater for irrigation on soil chemical properties, plant growth and forage yield", University of Khartoum journal of Agricultural science, 16(1): p75-87.

14: المصادر:

1) اللائحة التنفيذية لنظام مياه الصرف الصِّحِّي المُعالجة وإعادة استخدامها، (2001 م) ، وزارة المياه والكهرباء، " تقرير"، عدد الصفحات "51 صفحة".

3) الهيئة العامة للبيئة، قانون حماية البيئة رقم (42) لسنة (2014م) ، والمعدل بعض أحكامه بالقانون رقم (99) لسنة (2015م) ، دولة الكويت.

4) لائحة الاشتراطات الفنية لاستخدام مياه الصرف الصِّحِّي المُعالجة في التشجير وري المزروعات البلدية،(2005م) ، " تقرير"، عدد الصفحات "6 صفحات".

5) مركز فقيه للأبحاث والتطوير، (2007) ، معالجة مياه الصَّرف الصِّحِّي بمحطة الصَّرف الصِّحِّي بالعكاشية (مكة المكرمة) ، دراسة أعدت لأمانه مجلس البلدية (مكة المكرمة).

6) وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمدينة المنورة، 2023م زارة البيئة والمياه والزراعة

FAO؛2006،

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الامطار المشتقة من القمر الصناعي (GPM) في المملكة العربية السعودية

precipitation products Spatial downscaling of satellite-derived (GPM) in Saudi Arabia

إعداد

صيته بنت ناصر العوفي

Siatuh Nasser Al-Aoufi

طالبة دراسات عليا في قسم الجغرافيا – جامعة الملك سعود

Doi*: *10.21608/jasg.2025.403089

استلام البحث : ١٥ / ١٠ / ٢٠٢٤

قبـــول النشر: ١٥ / ١١ /٢٠٢٤

العوفي، صيته بنت ناصر (٢٠٢٥). تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الامطار المشتقة من القمر الصناعي (GPM) في المملكة العربية السعودية. ***المجلة العربية للدراسات الجغرافية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٢) ، ٧١ - ٩٦.

https://jasg.journals.ekb.eg

تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الامطار المشتقة من القمر الصناعي (GPM) في المملكة العربية السعودية

المستخلص:

تعد منتجات الأمطار التي تتسم بدقة مكانية عالية، أمرًا بالغ الأهمية للدراسات الهيدرولوجية والأرصاد الجوية والبيئية ، ويعتبر استخدام تقنيات تحسين الوضوح المكاني ، حلاً مناسبًا للحصول على منتجات الأقمار الصناعية بدقة عالية. تسعى هذه الدراسة إلى زيادة الوضوح المكاني لمنتجات الأمطار المشتقة من القمر الصناعي (GPM) في المملكة العربية السعودية من دقة مكانية ١٠كمx١٠كم إلى دقة مكانية ١كمx١كم . وقد تم تطبيق نموذج الانحدار الموزون جغرافياً(GWR) بهدف تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الامطار المشتقة من القمر الصناعي(GPM) ، حيث تأخذ هذه التقنية في الاعتبار العلاقة غير الثابتة مكانيا بين الامطار والمتغيرات البيئية المستقلة المستخدمة في هذه الدراسة (مؤشر النبات الفارقي المعياري، وارتفاع سطح الأرض الرقمي ودرجة حرارة سطح الأرض). وقد أظهرت نتائج الدراسة دقة وجودة نموذج GWR ، حيث بلغ مؤشر معامل التحديد (R^2) 0.9 ، كما دل مؤشر AIC (Akaike Information Criterion) ، والذي يبلغ ٧٣١٧٤.٥٩٣ ، إلى ان النموذج يتمتع بأداء وموثوقية عالية.

الكلمات المفتاحة: قياس هطول الامطار العالمي ، الانحدار المُتعدِّد الموزون جُغرافيًّا ، التقدير البيني المكاني.

Abstract:

High spatial resolution rainfall products are essential for hydrological, meteorological and environmental studies, and spatial resolution enhancement techniques are a suitable solution for obtaining high resolution satellite products. This study aims to increase the spatial resolution of satellite-based rainfall products (GPM) in Saudi Arabia from a spatial resolution of 10 km x 10 km to a spatial resolution of 1 km x 1 km. The Geographically Weighted Regression (GWR) model was applied in this study to improve the spatial resolution of satellite-based rainfall products (GPM), as this technique considers the spatially non-stationary relationship between rainfall and the independent environmental variables used in this study (standardized difference vegetation index, digital land surface elevation and land surface temperature). The results of the study

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

showed the accuracy and quality of the GWR model in improving the spatial downscaling of rainfall products, as the coefficient of determination index R^2 reached 0.9, and the AIC (Akaike Information Criterion) index, which reached 73174.593, indicated that the model has high performance and reliability.

Keywords: Global precipitation measurement, Geographically Weighted Multiple Regression, Spatial interpolation.

المُقدّمة

يُعَدُّ هطول الأمطار من أكثر العمليات الطبيعية تعقيدًا في الدورة الهيدرولوجية، حيث يتعرض لتقلبات كبيرة على المستويات المكانية والزمانية. إن الحصول على تقديرات دقيقة لهطول الأمطار أمر بالغ الأهمية، لأنه يشكل المدخل الرئيسي لمجموعة واسعة من التطبيقات في الدراسات البيئية، والإيكولوجية، والهيدرولوجية. تشمل المصادر الرئيسية لبيانات هطول الأمطار المباشرة محطات القياس الأرضية، بينما تشمل المصادر غير المباشرة الرادارات الأرضية والأقمار الصناعية (Mohammed et al.,2020).

تُعَدُّ محطات القياس الأرضية المصدر الأكثر دقة لقياسات هطول الأمطار، وهي البيانات الأكثر استخدامًا. ومع ذلك، فإن توزيع هذه المحطات غير متساوٍ ومتناثر، وهطول الأمطار هو ظاهرة ذات توزيع مكاني. لذا، للحصول على توزيع مكاني مستمر لبيانات هطول الأمطار، يجب إجراء الاستيفاء الجغرافي المكاني على بيانات محطات القياس الأرضية. ومع ذلك، قد لا تحقق هذه العملية دائمًا الدقة المطلوبة، مما يؤدي إلى بعض أوجه عدم اليقين التي لا تعكس النمط الفعلي لهطول الأمطار(Sharif et al., 2019) . كما تواجه أنظمة الرادار الأرضية أيضًا تحديات في التطبيقات العملية بسبب نطاقها المحدود، خاصة في المناطق الجبلية أو النائية، بالإضافة إلى التكلفة الأولية العالية وصعوبات الصيانة (Hong et al., 2018) . لذلك، أصبحت منتجات هطول الأمطار المشتقة من الأقمار الصناعية مصدرًا مهمًا لبيانات هطول الامطار، حيث توفر تقديرات أكثر موثوقية على المستويات العالمية والإقليمية والمحلية (He et al., 2016) .

ومع ذلك، أظهرت الدراسات الحديثة أن هناك بعض القيود على المنتجات المشتقة من الأقمار الصناعية من حيث الوضوح المكاني (Xie et al., 2020). على سبيل المثال، تتمتع معظم منتجات رطوبة التربة السطحية المشتقة من الأقمار الصناعية بدقة منخفضة تصل إلى عشرات الكيلومترات، مما يجعلها غير مناسبة للاستخدام في النمذجة المائية البيئية (Jin et al., 2018) . كذلك، عند بناء نموذج هيدرولوجي لتقدير قيم التصريف اليومية،

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

خاصة في المناطق التي تكون فيها التأثيرات المدارية مهمة، تظهر مشكلة انخفاض الوضوح المكاني لمنتجات قياس هطول الأمطار بوضوح (Zhan et al., 2018).

لذلك، هناك حاجة ملحة لتوفير معلومات عالية الدقة، والتي لا تتوفر من منتجات الأقمار الصناعية منخفضة الوضوح المكاني. لذا، يُعتبر تطبيق تقنيات تحسين الوضوح المكاني حلاً مناسبًا للحصول على منتجات الأقمار الصناعية بدقة عالية (Hong et al., 2018) .

مُشكلة الدِّراسة

تتطلب الدراسات المكانية على المستوى المحلي، والتخطيط السليم لمشاريع تصريف السيول في المناطق الحضرية، توفر بيانات الامطار بشكل مستمر مكاني وبوضوح مكاني عالي (Wang et al.,2021) . ومنتجات الامطار المتوفرة في المملكة العربية السعودية بمختلف مصادرها لا يتخطى وضوحها المكاني 10كمx10كم مما يجعلها غير مناسبة للدراسات المكانية على المستوى المحلي.

استجابة لحل هذه المشكلة ، تسعى هذه الدراسة الى العمل على تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الامطار المشتقة من المرئيات الفضائية الخاصة بالقمر الصناعي (GPM) في المملكة العربية السعودية ، من ١٠كيلومتر إلى ١ كيلومتر مقارنة بالبيانات الأصلية ، مما لا يؤدي إلى تحسين الوضوح المكاني بشكل كبير فحسب ، بل يزيد أيضًا من دقة المنتجات ، مما يجعلها تمتع بإمكانية تطبيق أفضل.

هدف الدِّراسة

تهدف هذه الدِّراسة الى تحسين الوُضوح المكانيِّ لمنتجات الأمطار المُشتقَّة من الأقمار الصناعية GPM، لتوفير بيانات الأمطار السنوية في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة بوُضوحٍ مكانيٍّ ١ كم، عوضًا عن ١٠ كم في المُنتجات الأصليَّة.

مُصطلَحات الدِّراسة

تحسين الوضوح Downscaling :

اجراء يهدف لاستنتاج معلومات عالية الدقة من بيانات الأقمار الصناعية منخفضة الدقة، وتعتمد هذه التقنية على مناهج ديناميكية أو إحصائية في العديد من التخصصات ، وخاصة علم المناخ والأرصاد الجوية (Atkinson,2012) .

تحسين الوضوح الاحصائي Statical Downscaling:

يعتمد على العلاقات الإحصائية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة ، ويتسم هذا الاسلوب بكفاءة عالية بمراعاة العوامل البيئية (Chen et al.,2020).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

تحسين الوُضوح المكاني Spatial Downscaling:

طريقة تهدف إلى تحسين الوُضوح المكانيّ للبيانات المستمرة مكانياً المُشتقَّة من الأقمار الصناعية او النماذج العددية ذات الدِّقَّة المكانيَّة المُنخفضة إلى دقَّةٍ مكانيَّةٍ عاليةٍ (Park,2019).

الانحدار المُتعدِّد الموزون جُغرافيًّا Geographically Weighted Multiple Regression (GWR):

نُموذج انحدار مُتعدِّد المعلمات محلي موزون، ويُستخدم لنمذجة العلاقات المُختلفة مكانيًّا بين مُتغيِّرين أو أكثر بمعايرة مُعاملات الانحدار في كل موقع بناء على البيانات في منطقة الجوار الموزونة جغرافيا (Tasyurek&Celik,2020) .

منطقة الدراسة

تحتل المملكة العربية السعودية الطرف الجنوبي الغربي لآسيا، بمساحة تبلغ حوالي ٢،٢٥٠،٠٠٠ كيلومتر مربع، تمتد بين خطي طول ٣٤ و٥٦ درجة شرقًا، ودائرتي عرض ١٦و٣٢ درجة شمالًا (Mahmoud et al.,2020). يحدها غرباً البحر الاحمر وشرقاً الخليج العربي والامارات العربية المتحدة وقطر وشمالاً الكويت والعراق والأردن وجنوباً اليمن وسلطنة عمان، وتقسم المملكة العربية السعودية إلى ثلاث عشرة منطقة ادارية: المدينة المنورة، مكة المكرمة، الرياض، القصيم، تبوك، عسير، جازان، نجران ، الجوف ، حائل ، الباحة ، والمنطقة الشرقية والشمالية (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠٢٢).

تتنوع تضاريس المملكة نظراً لاتساع مساحتها كما يظهر في شكل (١)، ففي جهة الغرب، يمتد سهل تهامة الساحلي على امتداد البحر الأحمر. وترتفع سلسلة جبال السروات إلى الشرق من هذا السهل، والتي يتراوح ارتفاعها ما بين ٩ الاف قدم في الجنوب، و٣ الاف قدم في الشمال. في المقابل، توجد هضبة نجد من جهة الشرق ومرتفعاتها التي تنتهي شرقاً بصحراء الصمان وكثبان الدهناء، وجنوبا بوادي الدواسر وصحراء الربع الخالي. وفي الشمال توجد سهول نجد، التي تتخللها بعض المرتفعات الجبلية مثل جبال طويق والعارض وأجا وسلمى. اما الجزء الجنوبي الشرقي من المملكة فتشكله صحراء الربع الخالي، والتي تشغل مساحة ٦٤٠ ألف كيلومتر. بينما السهل الساحلي الشرقي فيتميز بمساحات شاسعة من المناطق الرملية والسبخات الملحية (الهيئة العامة للإحصاء، 2023).

ويختلف مناخ المملكة من منطقة لأخرى تبعا لموقعها الجغرافي، اتساع مساحتها وتنوع تضاريسها، فهي تتسم بمناخ قاري وشبه جاف. فالمناطق الوسطى صيفها حار وشتاؤها بارد، وترتفع على السواحل درجة الحرارة والرطوبة، اما المرتفعات الغربية والجنوبية الغربية تتميز باعتدال مناخها (المركز الوطني للأرصاد، ٢٠٢٤). اما بالنسبة لهطول الأمطار في المملكة فهو يتفاوت من عام لآخر، ومن فصل لآخر، ومن منطقة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

لأخرى نتيجة لوقوع المملكة في النطاق شبه المداري (المطيري، ٢٠١٩). فقد سجلت أعلى كميات من الأمطار خلال موسم الأمطار (أكتوبر-مايو) وأدناها في موسم الجفاف (يونيو-سبتمبر)، وحدثت أكبر كثافة لسقوط الامطار في الأجزاء الوسطى والجنوبية الغربية على طول ساحل البحر الأحمر، اما المناطق الشمالية والشمالية الغربية والجنوبية الشرقية تتمتع بكثافة تتراوح من منخفضة إلى متوسطة (Almazroui,2020). كما ان كميات الهطول تتساقط بدرجات متفاوتة في الموقع الواحد على كل مناطق المملكة العربية السعودية (Hussain et al,2022)، لكن بشكل عام يتصف هطول الامطار في المملكة بالقلة الى حد الجفاف، ماعدا المرتفعات الجنوبية الغربية فأمطارها غزيرة نسبياً (مصلح،٢٠١٩).

شكل ١: موقع وطبوغرافية المملكة العربية السعودية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي من هيئة المسح الجيولوجي الأميركية USGS،٢٠٢١م.

الإطار النظري والدراسات السابقة

يتضمن جزئين هما: الإطار النظري والدراسات السابقة ، حيث يتناول الإطار النظري القمر الصناعي: قياس هطول الامطار العالم (GPM) ، وتحسين الوضوح

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

(Downscaling) . اما الجزء الخاص بالدراسات السابقة فيسلط الضوء على اهم الدراسات ذات العلاقة بموضوع الدراسة وإجراءاتها المنهجية .

الإطار النظري

القمر الصناعي: قياس هطول الامطار العالمي Global Precipitation Measurement

تم اطلاق القمر الصناعي : قياس هطول الامطار العالمي (GPM) ، في نهاية فبراير عام ٢٠١٤م ، و هي شبكة أقمار اصطناعية بدأتها وكالة ناسا (NASA) والوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء (JAXA) كخلف عالمي لـ قياس هطول الأمطار الاستوائية TRMM، وهي تضم اتحادًا من وكالات الفضاء الدولية ، بما في ذلك المركز الوطني للدراسات الفضائية (CNES) ، والمنظمة الهندية لأبحاث الفضاء (ISRO) ، الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجو (NOAA) ، والمنظمة الأوروبية لاستغلال أقمار الأرصاد الجوية (EUMETSAT)وغيره (NASA ،2024). ويهدف القمر الصناعي GPM الى تقدير هطول الأمطار من ٠.٢ إلى ١١٠ ملم / ساعة والكشف عن تساقط الثلوج، تحسين المعرفة بنظم هطول الأمطار وتذبذب دورة المياه وتوافر المياه العذبة، تحسين نمذجة المناخ والتنبؤ به، تحسين التنبؤ بالطقس وإعادة تحليل المناخ ، تحسين النمذجة والتنبؤ الهيدرولوجي، والاستجابة للكوارث الطبيعية كالأعاصير والفيضانات والانهيارات الأرضية (Hou et al.,2014).

تُنتج بيانات هطول الامطار التي تم اشتقاقها من القمر الصناعي GPMمن مستشعر الميكروويف ومستشعرات الأشعة تحت الحمراء (IR) الموجودة على متن مجموعات GPM، بالإضافة الى بيانات مقياس هطول الأمطار الشهرية المقاسة من المحطات الارضية، (Huffman,2020; He et al.,2022) ، في تنسيقات متعددة تخضع لأنواع مختلفة من المعالجة لتلبية احتياجات مجتمع مستخدمي البيانات (Huffman et al.,2020) .

تمتد التغطية المكانية لمنتجات GPM من ٦٠ درجة شمالاً الى ٦٠ درجة جنوباً. وتوفر ثلاث منتجات مختلفة بما في ذلك التشغيل المبكر والمتأخر والنهائي ، والتي تم حسابها بعد حوالي ٤ ساعات و١٤ ساعة و٣.٥ شهرًا بعد وقت المراقبة ، على التوالي. ، بدقة مكانية تبلغ ١٠كم (Huffman et al.,2020).

تحسين الوضوح DOWNSCALING

يعتبر تحسين الوضوح من التقنيات الهامة لزيادة دقة البيانات المنتجة من الأقمار الصناعية، حيث يساهم في جعل الصورة تبدو أكثر وضوحًا وتفصيلاً من تلك الخاصة بالمنتجات الاصلية (Atkinson,2021). ولكن هذا ليس التأثير المطلوب فقط، لكن لابد

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

أن توفر منتجات الأقمار الصناعية التي أجريت لها عمليات تحسين الوضوح تقديرات مطابقة للتقديرات الفعلية على سطح الأرض (Garcia,2021).

فعلى سبيل المثال، لتعزيز تطبيقات منتجات الامطار الحالية ذات الوضوح المكاني المنخفض ، أصبح تحسين وضوح هذه المنتجات والعمل على زيادة دقتها حلاً مهمًا. ففي العقود الأخيرة ، تم اقتراح العديد من تقنيات تحسين الوضوح لمنتجات هطول الأمطار عبر الأقمار الصناعية. وقد اعتمدت العديد من الأبحاث على عدد من النماذج المختلفة ، بناءً على الدقة المرغوبة للمخرجات ، أو الحصول على خصائص ذات تأثير أكبر للظاهرة محل الدراسة (Keller et al.,202 ; Mukherjee,2017).

يوجد نوعان من تحسين الوضوح لمنتجات الأقمار الصناعية، وهما: تحسين الوضوح الزماني (Temporal Downscaling) وهي تقنية تهدف الى تحسين الوضوح الزماني لبيانات الأقمار الصناعية ذات الدقة الزمنية المنخفضة ،(على سبيل المثال ٣ ساعات) إلى دقة زمنية عالية تصل الى نصف ساعة (Wang,2015). والنوع الثاني : تحسين الوضوح المكاني Spatial Downscaling وهو محور اهتمام هذه الدراسة حيث يهدف الى تحسين الوضوح المكاني لبيانات المشتقة من الأقمار الصناعية ذات الدقة المكانية المنخفضة ،على سبيل المثال ٩٩٠م الى دقة مكانية عالية تصل الى ٩٠م (He et al.,2022). وتعتمد تقنيات تحسين الوضوح المكاني في الغالب على نماذج إحصائية تبنى على أساس العلاقات بين المنتجات القائمة على الأقمار الصناعية والعوامل البيئية بغرض الحصول على بيانات ذات دقة مرتفعة ، فيما يعرف بتحسين الوضوح الإحصائي (Sun et al.,2022.). وتتضمن أساليب التحسين الاحصائي تطوير العلاقات الإحصائية بين المتغيرات البيئية ومتغيرات المناخ المحلية، ويتم بعد ذلك استخدام هذه العلاقات لزيادة وضوح البيانات والحصول على معلومات عالية الدقة (Latombe et al,2018 Brown et al.,2008).

الدراسات السابقة

أولاً. دراسات في تطبيق تقنيات تحسين الوضوح المكاني :

- استخدم كل من (Shi & Song, 2015) و (Jing et al.,2016) خوارزميتين للتعلم الآلي Machine Learning، وهي الغابة العشوائية Random Forest و الدعم القائم على الالة Support Vector Machine، بغرض زيادة الدِّقَّة المكانيَّة لبيانات هُطول الأمطار المشتقة من القمر الصناعي TRMM 3B43 من ٢٥ كم إلى ١ كم فوق منطقة هضبة التبت، وتوصلا أن البيانات ذات دقَّة ١ كم أكثر فائدة، خصوصًا للمناطق ذات الظروف المناخيَّة المتنوعة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- نفذ (Bala et al.,2020) تحسين الوضوح المكاني لظاهرة حرارة الأرض السَّطحية من مُستشعرات MODIS بدقة مكانيَّة تبلغ ٩٣٠ مترًا إلى ١٠٠ متر باستخدام أسلوب الانحدار(طريقة المربعات الصغرى)، على ثمانية مدن في الهند متفاوتة في المناخ والتضاريس، وقد أظهرت النتائج إمكانات عالية لرسم خرائط حرارة الأرض السَّطحية.
- في دراسة (Chen et al.,2015) تمت مقارنة طريقة الانحدار الموزون جُغرافيًّا متعدد المُتغيّرات (GWR) بطريقتين أخريين هما: الانحدار أحادي المُتغيّر (UR) والانحدار متعدد المُتغيّرات (MR)، للحصول على هُطول الأمطار السنوية والشَّهريَّة من مُنتجات TRMM 3B43 بدقة مكانيَّة عالية (١ كم) في منطقة جانسو بالصين ذات المناخ شبه الجاف، حيث توصلوا إلى أن طريقة GWR المقترحة تؤدي باستمرار أفضل من طُرُق UR وMR، ويرجع ذلك في أن الانحدار أحادي المُتغيّر والانحدار متعدد المُتغيّرات يواجهان تحدِّي عدم التَّجانُس المكاني لظاهرة هُطول الأمطار.
- أوضح كلا من (Luo et al.,2021) و(Wu et al,2019) من خلال دراستهما ان النموذج الاحصائي الانحدار الموزون جغرافيا (GWR) يظهر أداءً مستقرًا وأعلى صحة ، لأنه يأخذ في الاعتبار عدم الثبات المكاني.
- وبرر (Ghorbanpour et al.,2021) في دراسته تفوق نموذج الانحدار المتعدد الموزون جغرافياً GWR على الدعم القائم على الالة والانحدار المتعدد الخطي في اشتقاق هطول الامطار الشهرية المقدرة من TRMM 3B43 خلال الفترة ٢٠٠٩-٢٠١٣ في منطقة حوض بحيرة أرومية بإيران، الى قدرة خوارزمية GWR على التقاط الاختلاف المكاني بين هطول الأمطار والعوامل البيئية ، لأهمية تلك العلاقات بين هطول الأمطار والمتغيرات البيئية في إجراء تحسين الوضوح المكاني.

ثانياً. دراسات على مستوى المملكة العربية السعودية :

- أشارت دراسة (Bawadekji,2022) إلى أن التوزيع المكانيَّ لهُطول الأمطار في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة غير مُتجانس من الشَّمال إلى الجنوب من خلال بيانات CHIRPS وGPCC من ناحية، ومن ناحية أخرى.
- كما ذكر (Mahmoud,2017) في دراسته أن تقديرات هُطول الأمطار في الوقت الفعليّ تقريبًا في مُعظم مناطق المملكة العربيَّة السُّعوديَّة المُنتجة من القمر الصناعي (GPM-IMERG)، تُعَدُّ أكثر قبولًا من تقديرات الأمطار المقيسة من المحطَّات الأرضيَّة المتفرقة.
- أفاد Kheimi وGutub (2014) في دراستهما أن تقييم مُنتجات الأقمار الصناعية لقياس هُطول الأمطار في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة تحتاج إلى العمل على إزالة الأخطاء وتحسين تقديرات هُطول الأمطار لهذه المُنتجات.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

وهنا يبرز دور وأهمِّية هذه الدِّراسة في سدِّ الفجوة العلميَّة من خلال تحسين الوضوح المكانيّ لتقديرات الأمطار من القمر الصناعي GPM-IMERG في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة، واشتقاق بيانات عالية الدِّقَّة

منهجية الدراسة واساليبها

البيانات المستخدمة:

منتجات الامطار السنوية الموزعة مكانيا على شكل مصفوفة لكامل المملكة العربية السعودية بوضوح مكاني قدره 10x10كم، والمشتقة من القمر الصناعي (GPM IMERGV7) لعام واحد ٢٠٢١م، والتي تم تحميلها من قاعدة البيانات التابعة لوكالة ناسا (https://disc.gsfc.nasa.gov/)، بوضوح مكاني ١٠ كم×١٠ كم.

بيانات مؤشر النبات الفارقي المعياري Normalized Difference Vegetation Index

وفي هذه الدراسة، استخدمت بيانات (MODIS) من نوع MODIS13A3 وهي بيانات شهرية بوضوح مكاني ١كم لفترة عام واحد ٢٠٢١م، والمتاحة مجاناً على موقع Earth Explorer (usgs.gov) . (Wang et al.,2020; NASA,2023)

ويحسب مؤشر (NDVI)كما يلي (Huang et al.,2021 Isaya & Avdan, (2016;

$$\mathbf{NDVI} = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \qquad (١)$$

حيث ان:

NIR = انعكاسية السطح في نطاق الاشعة الحمراء القريبة ويمثل النطاق الثاني في منتجات MODIS

RED = انعكاسية السطح في نطاق الاشعة الحمراء ويمثل النطاق الاول في منتجات MODIS

بيانات حرارة سطح الأرض Land Surface Temperature

هذه الدراسة استخدمت بيانات MOD21A1 وهي بيانات يومية بوضوح مكاني ١كم لفترة عام واحد ٢٠٢١م والمتاحة مجاناً على موقع EarthExplorer (usgs.gov)، لأنها ملائمه لمقياس منطقة الدراسة.

بيانات ارتفاع سطح الأرض الرقمي Digital Elevation Model

قد تم استخدام بيانات الارتفاع الرقمي في هذه الدراسة من منتجات(SRTM) بوضوح مكاني 30 مترًا، الإصدار الثالث، التي تم إنشاؤه بواسطة هيئة المساحة الجيولوجية الأميركية USGS ومركز الفضاء الألماني DLR باستخدام بيانات تم جمعها بواسطة مكوك

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الفضاء انديفور (DAAC,2015; NASA,2024). وقد تم تحميل بيانات DEM بالمملكة العربية السعودية المتاحة على موقع Earth Explorer (usgs.gov).

نموذج الانحدار المتعدد الموزون جغرافيا (Geographically Weighted Regression)

تم استخدام نموذج الانحدار الموزون جغرافيا في تحسن الوضوح المكاني لمنتجات الامطار السنوية في المملكة العربية السعودية لعام ٢٠٢١م ، وذلك لأنها تعالج مشكلة عدم ثبات العلاقة المكانية Spatial Non-stationarity في نماذج الانحدار (Regression Models) وتزايد استخدامها في العقدين الأخيرين مع تطور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية(Sun et al.,2022)

والانحدار الموزون جغرافيا يعالج مشكلة عدم ثبات العلاقة المكانية معادلة (رقم ٢) في حدود جوار معين واعطاء الملاحظات Observations داخل نطاق منطقة الجوار المعينة أوزان تتناسب تناسب عكسياً مع البعد الجغرافي بينها وبين الموقع قيد الدراسة (Wang et al.,2020).

$$\mathcal{R}_i = \alpha_{i+} \beta_{1,i} DEM_i + \beta_{2,i} NDVI_i + \beta_{3,i} LST_i + \mathcal{E}_i \quad (٢)$$

حيث إن:

$\mathcal{R}_i$ = الامطار السنوية (ملم) في الموقع i

α_i = معامل الانحدار الثابت في الموقع i

$\beta_{1,i}$ = مقدار التغير في $\mathcal{R}_i$ في الموقع i لكل وحدة تغير في DEM_i في منطقة الجوار i

DEM_i = الارتفاع فوق مستوى سطح البحر(م) في الموقع i

$\beta_{2,i}$ = مقدار التغير في $\mathcal{R}_i$ في الموقع i لكل وحدة تغير في $NDVI_i$

$NDVI_i$ = مؤشر الغطاء النباتي في الموقع i

$\beta_{3,i}$ = مقدار التغير في $\mathcal{R}_i$ في الموقع i لكل وحدة تغير في LST_i

LST_i = درجة حرارة سطح الأرض في الموقع i

$\mathcal{E}_i$ = الخطأ العشوائي في الموقع i

ويمكن تقدير معاملات الانحدار الموزون جغرافيا في معادلة (٣) على النحو التالي : (Chen et al.,2015; Wang et al.,2021)

$$\boldsymbol{\beta}_i = (\mathbf{X}_i^{\mathrm{T}} \boldsymbol{\mathcal{W}}_i \mathbf{X}_i)^{-1} \mathbf{X}_i^{\mathrm{T}} \boldsymbol{\mathcal{W}}_i \boldsymbol{\mathcal{R}}_i \quad (3)$$

حيث ان:

$\boldsymbol{\beta}_i$ = متجهة (Vector) معاملات الانحدار في الموقع i

$\mathbf{X}_i$ = مصفوفة (Matrix) المتغيرات المستقلة في منطقة جوار الموقع i

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

$\mathbf{X}_i^{\mathrm{T}}$ = مقلوب (transpose) $\mathbf{X}_{j,i}$

$\boldsymbol{W}_i$ = المصفوفة القطرية (diagonal matrix) للأوزان الجغرافية في منطقة جوار الموقع i

$\boldsymbol{\mathcal{R}}_i$ = متجهة قيم الامطار في منطقة جوار الموقع i

وتحسب الاوزان الجغرافية $\mathcal{W}_{j,i}$ للشهر j في منطقة جوار الموقع i للملاحظة (Observation) في الموقع K المجاور بناء على المسافة الإقليدسية Euclidean distance بين الموقع i و الموقع κ بطريقة Gaussian (معادلة ٤) التالية (Wang et al.,2021) :

$$\begin{cases} \mathcal{W}_{\mathrm{i},k} = exp^{-0.5\,(d_{\mathrm{i},\kappa}\ /\ h_{\mathrm{i}})^2} & d_{\mathrm{i},k} \le h_{\mathrm{i}} \\ \mathcal{W}_{\mathrm{i},k} = 0 & d_{\mathrm{i},k} > h_{\mathrm{i}} \end{cases} \qquad (٤)$$

حيث إن:

$d_{\mathrm{i},\kappa}$ = المسافة الاقليدسية بين الموقع ì و الموقع κ

h_{i} = عرض منطقة الجوار Bandwidth للموقع ì

معايرة نموذج الانحدار الموزون جغرافياً

تمت معايرة نموذج الانحدار الموزون جغرافياً (GWR) على المستوى السنوي لعام ٢٠٢١م. في عملية معايرة النموذج، هناك عدة خيارات يمكن أن تؤثر على نتائج المعايرة وتُستخدم لتحسين دقة النموذج وفهم العلاقات المكانية بشكل أفضل. من بين هذه الخيارات الأساسية:

نوع النموذج (Model Type) : Continuous (Gaussian)

نوع الجوار (Neighborhood Type) : Number of neighbors

طريقة اختيار الجوار (Neighborhood Selection Method) : User defined

عدد الجيران (Number of Neighbors) : ٦٠.

المتغيرات المستقلة (Explanatory Variables) :اختيار المتغيرات المستقلة التي سيتم استخدامها في النموذج.

المتغير التابع (Dependent Variable): تحديد المتغير التابع الذي سيتم نمذجته.

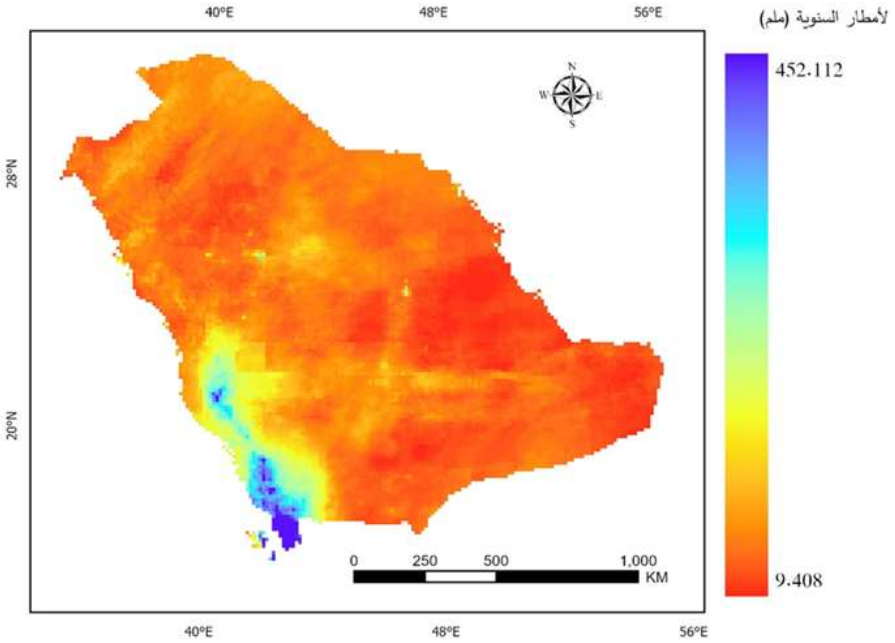
طريقة حساب الأوزان (Local Weighting Scheme) : استخدم دالة Gaussian لحساب الأوزان بناءً على المسافة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

النتائج والمناقشة

التوزيع الجغرافي للأمطار السنوية خلال فترة الدراسة

يوضح (الشكل رقم ٢) التوزيع الجغرافي للأمطار السنوية في المملكة العربية السعودية لعام ٢٠٢١م، حيث تتراوح الامطار السنوية لعام ٢٠٢١م ، ما بين ٤٥٢.١١ ملم ، و٩.٤١ ملم ، مما يعكس التباين الكبير في الأمطار السنوية بين الأقاليم المختلفة في المملكة العربية السعودية، حيث تتلقى الأجزاء الجنوبية الغربية مزيد من الامطار خاصة مرتفعات عسير ، مع انخفاض للأمطار باتجاه الشرق .



شكل ٢: التوزيع الجغرافي للأمطار السنوية في المملكة العربية السعودية لعام ٢٠٢١م.

في حين يناهز متوسط الأمطار السنوية نحو ٤٧.٠٧ ملم، والذي يعكس المعدل العام للأمطار السنوية في المملكة العربية السعودية في عام٢٠٢١م . كان هناك تباين كبير في كميات الأمطار بين الأقاليم المختلفة. حيث بلغ الانحراف المعياري ٣٩.٧١ ملم ، مما يشير إلى وجود اختلافات كبيرة في كميات الأمطار. كما بلغ الوسيط ٣٧.٢٤ ملم ، مما يشير إلى أن ٥٠% مساحة المملكة تلقت أقل من هذا الرقم والنصف الآخر تلقى أعلى منه، في حين بلغ الربيع الأول ٢٨.١٨ ملم أي أن ٢٥% من مساحة المملكة العربية السعودية في عام

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

٢٠٢١م تلقت أمطار لا تقل عن ٢٨.١٨ملم، وأن ٧٥% من مساحة المملكة تلقت أمطار أعلى من ٢٨.١٨ ملم . كما ان الربيع الثالث بلغ ٤٨.٩٨ ملم أي أن ٧٥% من مساحة المملكة لم تتلق فيها أمطار أعلى من ٤٨.٩٨ ملم ، وأن ٢٥% من مساحة المملكة سقطت عليها الأمطار اعلى من ٤٨.٩٨ملم ، كما يظهر في (جدول رقم ١). مما يعطينا فكرة عن توزيع الأمطار بين الأقاليم المختلفة. وهذا التباين الكبير للأمطار في المملكة العربية السعودية يؤكد على ضرورة تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الأمطار حتى يتضح التباين المكاني للأمطار على المستوى المحلي.

جدول١ :الإحصاءات الوصفية لبيانات الأمطار السنوية في منطقة الدراسة لعام٢٠٢١م (مم) عند وضوح مكاني١٠كمx10كم.

الإحصاءات الوصفية		القيمة (ملم)
أدنى قيمة		٩.٤١
أعلى قيمة		٤٥٢.١١
المتوسط		٤٧.٠٧
الانحراف المعياري		٣٩.٧١
الربيع الأول	25%	٢٨.١٨
الربيع الأوسط (الوسيط)	50%	٣٧.٢٤
الربيع الثالث	75%	٤٨.٩٨

المصدر: من النتائج الإحصائية في هذه الدراسة باستخدام برنامج ArcGIS Pro.

نموذج الانحدار المتعدد الموزون جغرافيا (GWR):

يوضح جدول رقم (٢) نتائج نموذج الانحدار الموزون جغرافياً (GWR) ،ان قيم R^2 المحلي غير ثابتة ، في مناطق منخفضة (0.030) ، وفي مناطق أخرى مرتفع جداً (٠.٩٢٥) يكاد يصل الى ١ .كما تبلغ قيمة معامل R^2 و R^2 المعدل ٠.٩٣٦ ، ٠.٩٣٤ على التوالي مما يعكس مدى جودة وقوة أداء النموذج ، مما يشير إلى أن نموذج GWR يأخذ في الاعتبار عدم الثبات المكاني في العلاقة بين المتغيرات البيئية المستقلة (مؤشر النبات الفارقي المعياري، وارتفاع سطح الأرض الرقمي ودرجة حرارة سطح الأرض) والمتغير التابع(الأمطار). كذلك تبلغ قيمة AICc ٧٣١٧٤.٥٩٣، مما يشير إلى جودة النموذج. كما يظهر معامل(mm) α تباينًا كبيرًا حيث يتراوح من ٢٣٨١.٧٤ - إلى ٦١٦٦.٧١ ملم، بوسيط، متوسط وانحراف معياري ١٥٤.٣٠ملم،١٨٨.٨١ ملم و٨٦٦.٦٧ ملم على التوالي .

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

أما بالنسبة لمعامل $\beta_{1(mm/m)}$ يبلغ المتوسط ، الوسيط والانحراف المعياري ٠.٠٠ملم، ٠.٠٠ملم و٠.٠٤ ملم على التوالي. أما معامل $\beta_{2\ (mm)}$ فقد بلغ المتوسط ٣٨.٩٢ ملم، الوسيط بلغ ٥.٨٣ ملم والانحراف المعياري يبلغ١٥٣.٥٦ ملم . في حين معامل $\beta_{3\ (mm/k)}$ يظهر تباينًا كبيرًا مع متوسط -٠.٤٨ ملم ، الوسيط – ٠.٣٧ ملم وانحراف معياري ٢.٦٦ ملم. أما فيما يتعلق بقيم البواقي (residuals) أظهرت تباينًا كبيرًا من منطقة الى أخرى بمتوسط ٠.٢٩ ملم ، وسيط – ٠.٦١ ملم وانحراف معياري ٩.٨٨ ملم.

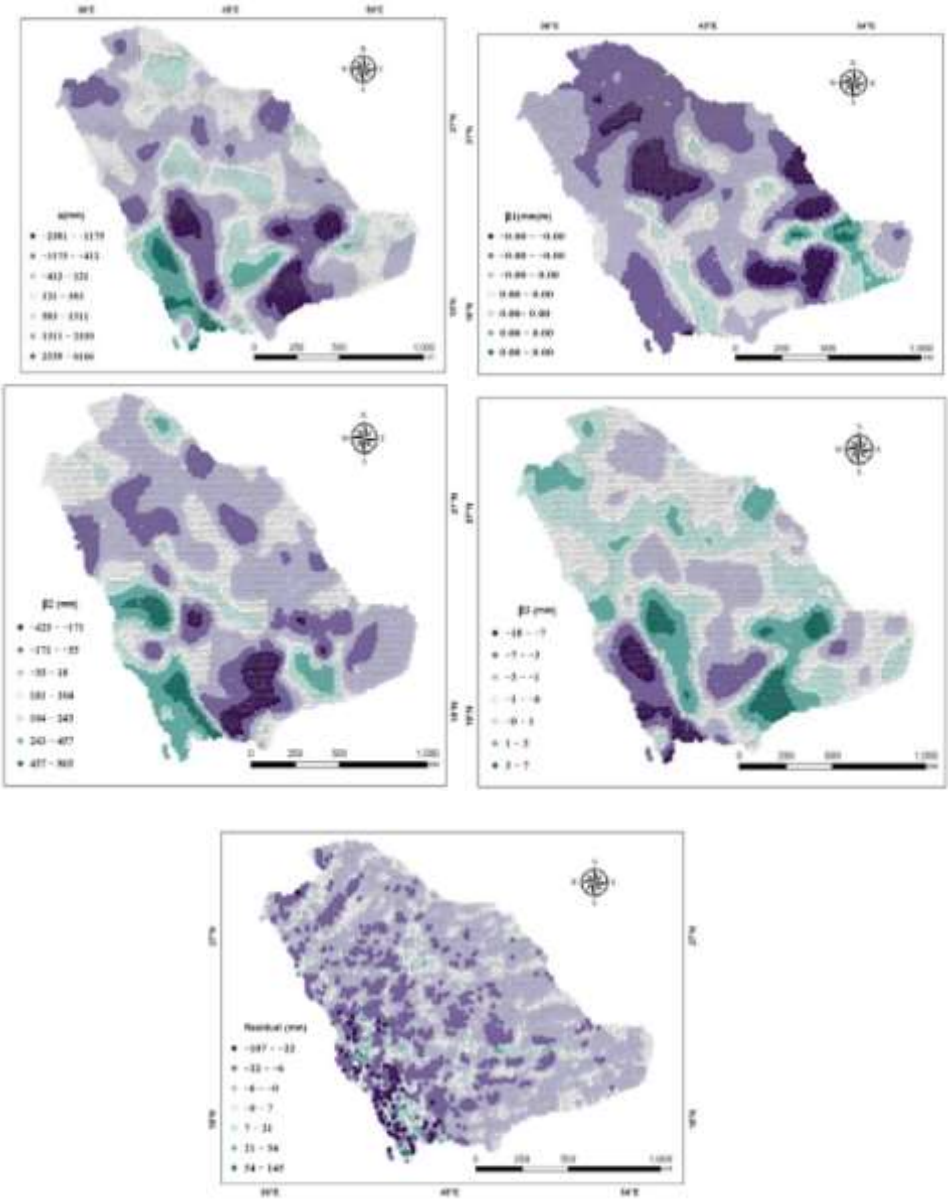
المعلم	أدنى قيمة (ملم)	أعلى قيمة (ملم)	المتوسط (ملم)	الوسيط(ملم)	الانحراف المعياري(ملم)
α (mm)	-2381.74	6166.71	188.81	154.30	**866.67**
β_1 (mm/m)	-0.13	0.20	0.00	0.00	**0.04**
β_2 (mm)	-425.58	803.51	38.92	5.83	**153.56**
β_3 (mm/k)	-18.81	7.57	-0.48	-0.37	**2.66**
Locl_R^2	0.03	0.93	0.50	0.49	**0.17**
Residual (mm)	-107.83	145.01	0.29	-0.61	**9.88**
R^2	٠.٩٤				
R^2 المعدل	**0.93**				

جدول رقم (٢) معاملات نموذج الانحدار المتعدد الموزون جغرافيا (GWR) لتقدير الأمطار السنوية من المتغيرات البيئية المستقلة لعام ٢٠٢١م

المصدر: نتائج نموذج GWR في هذه الدراسة باستخدام برنامج ArcGIS Pro.

وبناءا على نتائج نموذج GWR كما هو في جدول رقم (٢) ، وتفاوت واختلاف التوزيع الجغرافي لمعاملات نموذج GWR من منطقة لأخرى ، كما يتضح من شكل رقم (٣) ، وهو ما يؤكد على وجود عدم ثبات مكاني(non stationarity) في العلاقة بين المتغيرات البيئية المستقلة (مؤشر النبات الفارقي المعياري، وارتفاع سطح الأرض الرقمي ودرجة حرارة سطح الأرض) والمتغير التابع(الأمطار). ، وبالتالي دقة وموثوقية نتائج نموذج GWR.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

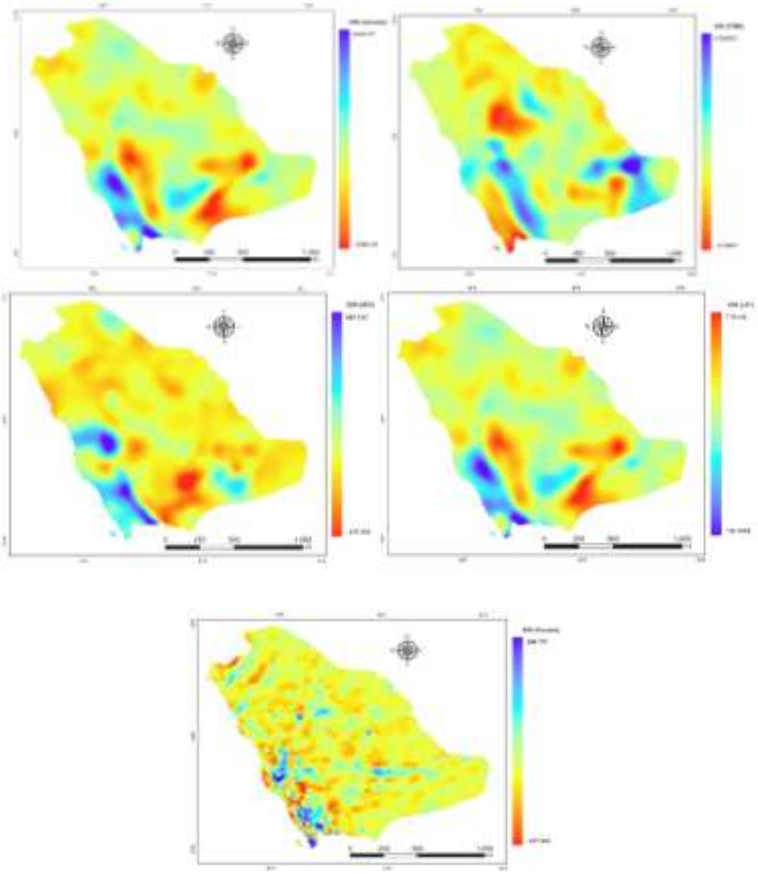


شكل (٣) التوزيع الجغرافي لمعاملات نموذج الانحدار الموزون جغرافياً

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

التقدير البيني المكاني لمعاملات نموذج GWR وبواقيه

تم استخدام تقنية التقدير البيني المكاني Spatial Interpolation ممثلة بأسلوب مقلوب مربع المسافة Inverse Square Distance، لتقدير قيم معاملات نموذج الانحدار المتعدد الموزون جغرافياً وبواقيه في مصفوفة مستمرة بوضوح مكاني ١كمx١كم لاستخدامها في عملية تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الأمطار من ١٠كمx١٠كم إلى ١كمx١كم.



شكل ٤ : التقدير البيني المكاني بأسلوب مقلوب مربع المسافة لقيم معاملات نموذجGWR .

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ويتضح من الشكل رقم (٤) التباين الجغرافي الكبير في معاملات الانحدار وعدم ثبات العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع ، وبالتالي ضرورة الاعتماد على نتائج نموذج GWR للسماح لهذه العلاقة بالتغير مكانياً. كما يبين جدول (رقم3) نتائج اختبار (Cross Validation) لقياس صحة ودقة أسلوب التقدير البيني المكاني (IDW) لمصفوفات معاملات نموذج الانحدار الموزون جغرافيا في هذه الدراسة ، حيث نجد أن نتائج متوسط الخطأ (ME) لمعاملات نموذج الانحدار الموزون جغرافيا قريبة من الصفر مما يدل على صحة النتائج فيما عدا معامل التقاطع $\alpha_{(mm)}$. كذلك نلاحظ أن نتائج الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ صغيرة ، وبالتالي أعطى أسلوب (IDW) تقديرات قليلة للخطأ ، كما أن الانحراف عن القيم الأصلية منخفضة جدا . وبالتالي دلت نتائج اختبار (Cross Validation) على دقة التقدير البيني المكاني ومدى اقتراب قيم التوقع من القيم المقاسة.

جدول رقم (٣) القيم الإحصائية لقياس دقة وصحة أسلوب التقدير البيني المكاني (IDW) لمعاملات الانحدار الموزون جغرافياً

المعامل	متوسط الخطأ (ME)	الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE)
$\alpha_{(mm)}$	٠.٨١	٥٨.٩٣
$\beta_{1(mm/m)}$	٠.٠٠	٠.٠٠
$\beta_{2\ (\mathrm{mm})}$	٠.٠١	١١.٥٦
$\beta_{3\ (mm/k)}$	٠.٠٠	٠.١٨
residual	٠.٥٧	٧.١١

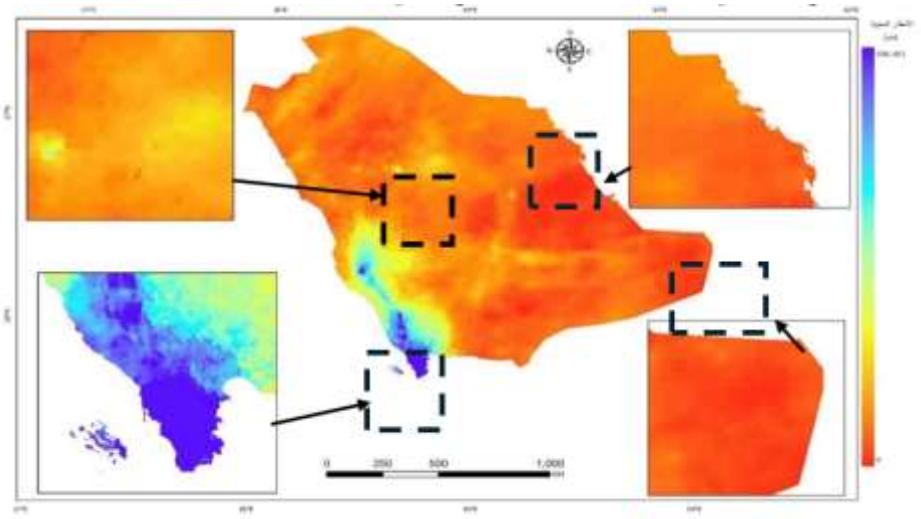
المصدر: نتائج Cross validation باستخدام برنامج ArcGIS Pro.

تحسين الوضوح المكاني لمنتجات الأمطار في المملكة العربية السعودية عند ١X١كم

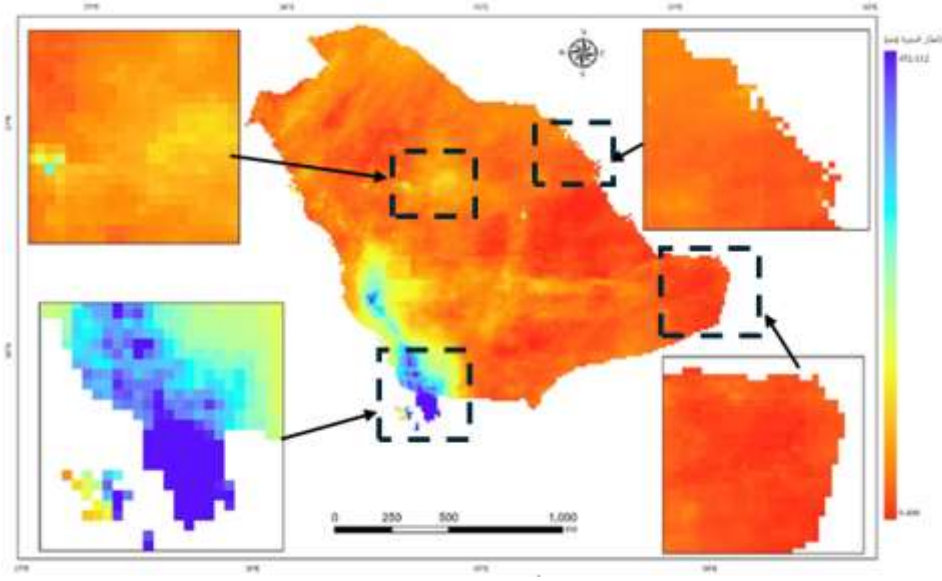
القيم المقدرة للأمطار عند وضوح مكاني ١كمx١كم ، تمت بتعويض مصفوفات معاملات الانحدار الموزون جغرافياً ، مصفوفة بواقي النموذج ومصفوفات المتغيرات المستقلة (DEM,NDVI,LST) كما في المعادلة التالية:

$$\mathcal{R}_{\mathrm{i}} = \alpha_{\mathrm{i}+} \beta_{1,\mathrm{i}} DEM_{\mathrm{i}} + \beta_{2,\mathrm{i}}\, NDVI_{\mathrm{i}} + \beta_{3,\mathrm{i}}\, LST_{\mathrm{i}} + \mathcal{E}_{\mathrm{i}}$$

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



شكل (٥) التوزيع الجغرافي للأمطار السنوية عند وضوح مكاني ١كمx1كم لعام ٢٠٢١م



شكل(٦) التوزيع الجغرافي للأمطار السنوية عند وضوح مكاني ١٠كمx10كم لعام ٢٠٢١م

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

كما يتضح من شكل رقم (٥) و (٦) التوزيع الجغرافي للأمطار عند وضوح مكاني ١٠كمx١٠كم ووضوح مكاني ١كمx1كم ، التشابه العام في توزيع الامطار جغرافيا في المملكة العربية السعودية لعام ٢٠٢١م . مع زيادة في التفاصيل والتباين للأمطار على المستوى المحلي.

تقييم دقة النتائج

من أجل تقييم دقة وإمكانية تطبيق نموذج الانحدار الموزون جغرافيا لتحسين الوضوح المكاني لمنتجات الأمطار السنوية المشتقة من القمر الصناعي GPM في المملكة العربية السعودية عند ١كم، تم احتساب مقاييس الأداء كالجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) لتحديد مدى صحة النموذج، والذي يبلغ حوالي ١٣.٥٤، واستخدام مؤشر معامل التحديد R^2 والذي أظهر أن أداء نموذج GWR كان عالي بقيمة ٠.٩ ، مما يعطي ثقة كبيرة في تقديرات النموذج. بالإضافة الى مؤشر AIC (Akaike Information Criterion) والذي يقدم تقييم شامل لأداء النموذج وهو يبلغ ٧٣١٧٤.٥٩٣ ، مما يشير إلى جودة النموذج ومدى دقته . بالإضافة الى استخدام مقياس متوسط الخطأ (ME) لتحديد التحيز وهو يساوي ٠.٨٦ ملم، مما يشير الى عدم وجود تحيز يذكر في تقديرات النموذج المستخدم ، وبالتالي يمكن استنتاج أن التقديرات دقيقة بشكل عام.

الخاتمة

تهدف هذه الدراسة إلى حل مشكلة الوضوح المكاني المنخفض لمنتجات الأمطار المشتقة من الأقمار الصناعية، وصعوبة هذه المنتجات من تلبية تطبيقات المحاكاة الهيدرولوجية ودراسات الأرصاد الجوية والبيئية على المستوى المحلي. لذلك تم إجراء تحسين للوضوح المكاني لمنتجات الأمطار المشتقة من القمر الصناعي GPM في المملكة العربية السعودية لعام ٢٠٢١م ، من ١٠كيلومتر إلى كيلومتر واحد. مقارنة بالبيانات الأصلية ، مما لا يؤدي إلى تحسين الوضوح المكاني بشكل كبير فحسب ، بل يزيد أيضًا من دقة المنتجات ، وبالتالي توفير منتجات مستمرة مكانياً للأمطار في المملكة العربية السعودية بدقة مكانية عالية، مما يجعلها تمتع بإمكانية تطبيق أفضل.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المصادر والمراجع

أولا: المراجع العربية

- الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠٢٤، https://www.stats.gov.sa /
- المركز الوطني للأرصاد ، ٢٠٢٤، https://ncm.gov.sa/ar/Pages/default.aspx
- المطيري، مطيرة بنت خويتم هلال. (٢٠١٩). دراسة مناخية للأمطار في المملكة العربية السعودية. المجلة العلمية بكلية الآداب، ع٣٦, ج١ ، ٢٠٩ - ٢٣٥. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1045238
- مصلح، مصلح معيض. (٢٠١٩). كميات الأمطار في المملكة العربية السعودية. رسائل جغرافية، الرسالة٤٧٥ ، ١ - ٤٠.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Almazroui, M. (2020). Rainfall trends and extremes in Saudi Arabia in recent decades. Atmosphere, 11(9), 964.
- Atkinson, P. M. (201٢). Downscaling in remote sensing. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 22, 106-114.
- Bala, R., Prasad, R., & Yadav, V. P. (2020). Thermal sharpening of MODIS land surface temperature using statistical downscaling technique in urban areas. Theoretical and Applied Climatology, 141(3), 935-946.
- Bawadekj, A., Tonbol, K., Ghazouani, N., Becheikh, N., & Shaltout, M. (2022). Statistical downscaling of global climate projections over Tabuk city, northwest of Saudi Arabia. Arabian Journal of Geosciences, 15(14), 1-16.
- Brown, C., Greene, A. M., Block, P. J., & Giannini, A. (2008). Review of downscaling methodologies for Africa climate applications.
- Chen, C., Zhao, S., Duan, Z., & Qin, Z. (2015). An improved spatial downscaling procedure for TRMM 3B43 precipitation

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

product using geographically weighted regression. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 8(9), 4592-4604.

- Chen, C., Chen, Q., Qin, B., Zhao, S., & Duan, Z. (2020). Comparison of different methods for spatial downscaling of GPM IMERG V06B satellite precipitation product over a typical arid to semi-arid area. Frontiers in Earth Science, 8, 536337.
- DAAC, L. (2015). The shuttle radar topography mission (SRTM) collection user guide. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center: Sioux Falls, SD, USA
- Garcia, R. (2021). Downscaling of GOES-16's Land Surface Temperature Product using Epitomes (Doctoral dissertation, The University of Texas at El Paso).
- Ghorbanpour, A. K., Hessels, T., Moghim, S., & Afshar, A. (2021). Comparison and assessment of spatial downscaling methods for enhancing the accuracy of satellite-based precipitation over Lake Urmia Basin. Journal of Hydrology, 596, 126055.
- He, K., Zhao, W., Brocca, L., & Quintana-Seguí, P. (2022). SMPD: A soil moisture-based precipitation downscaling method for high-resolution daily satellite precipitation estimation. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 1-29.
- Hong, Y., Tang, G., Ma, Y., Huang, Q., Han, Z., Zeng, Z., ... & Guo, X. (2018). Remote Sensing Precipitation: Sensors, Retrievals, Validations, and Applications.
- Hou, A. Y., Kakar, R. K., Neeck, S., Azarbarzin, A. A., Kummerow, C. D., Kojima, M., ... & Iguchi, T. (2014). The global

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

precipitation measurement mission. Bulletin of the American meteorological Society, 95(5), 701-722.

- Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Braithwaite, D., Hsu, K. L., Joyce, R. J., Kidd, C., & Xie, P. (2020). Integrated multi-satellite retrievals for the global precipitation measurement (GPM) mission (IMERG). In Satellite precipitation measurement (pp. 343-353). Springer, Cham.
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. Journal of Forestry Research, 32(1), 1-6.
- Hussain, S., Elfeki, A. M., Chaabani, A., Yibrie, E. A., & Elhag, M. (2022). Spatio-temporal evaluation of remote sensing rainfall data of TRMM satellite over the Kingdom of Saudi Arabia. Theoretical and Applied Climatology, 150(1), 363-377.
- Isaya Ndossi, M., & Avdan, U. (2016). Application of open source coding technologies in the production of land surface temperature (LST) maps
- Jin, Y., Ge, Y., Wang, J., Heuvelink, G. B., & Wang, L. (2018). Geographically weighted area-to-point regression kriging for spatial downscaling in remote sensing. Remote Sensing, 10(4), 579.
- Jing, W., Yang, Y., Yue, X., & Zhao, X. (2016). A spatial downscaling algorithm for satellite-based precipitation over the Tibetan plateau based on NDVI, DEM, and land surface temperature. Remote Sensing, 8(8), 655.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- Keller, A. A., Garner, K. L., Rao, N., Knipping, E., & Thomas, J. (2022). Downscaling approaches of climate change projections for watershed modeling: Review of theoretical and practical considerations. PLOS Water, 1(9).
- Kheimi, M. M., & Gutub, S. (2014). Assessment of remotely sensed precipitation products across the Saudi Arabia region. In 6th International conference on water resources and arid environments (Vol. 1617).
- Latombe, G., Burke, A., Vrac, M., Levavasseur, G., Dumas, C., Kageyama, M., & Ramstein, G. (2018). Comparison of spatial downscaling methods of general circulation model results to study climate variability during the Last Glacial Maximum. *Geoscientific Model Development*, *11*(7), 2563-2579.
- Luo, X., Chen, Y., Wang, Z., Li, H., & Peng, Y. (2021). Spatial downscaling of MODIS land surface temperature based on a geographically and temporally weighted autoregressive model. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 14, 7637-7653.
- Mahmoud, M. (2017). Evaluation of Global Precipitation Measurement (GPM) Satellite Products Over Saudi Arabia (Doctoral dissertation, King Fahd University of Petroleum & Mineralsl).
- Mohammed, S. A., Hamouda, M. A., Mahmoud, M. T., & Mohamed, M. M. (2020). Performance of GPM-IMERG precipitation products under diverse topographical features and multiple-intensity rainfall in an arid region. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 1-27.

ISSN: 2537-0839 **eISSN : 2537-088X**

- Mukherjee, S., Joshi, P. K., & Garg, R. D. (2017). Downscaling of Coarse Resolution Satellite Remote Sensing Thermal Data. In Environment and Earth Observation (pp. 35-55). Springer, Cham.
- Park, N. W., Kim, Y., & Kwak, G. H. (2019). An overview of theoretical and practical issues in spatial downscaling of coarse resolution satellite-derived products. Korean Journal of Remote Sensing, 35(4), 589-607.
- Sharifi, E., Saghafian, B., & Steinacker, R. (2019). Downscaling satellite precipitation estimates with multiple linear regression, artificial neural networks, and spline interpolation techniques. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 124(2), 789-805.
- Shi, Y., & Song, L. (2015). Spatial downscaling of monthly TRMM precipitation based on EVI and other geospatial variables over the Tibetan Plateau from 2001 to 2012. Mountain Research and Development, 35(2), 180-194.
- Sun, X., Wang, J., Zhang, L., Ji, C., Zhang, W., & Li, W. (2022). Spatial Downscaling Model Combined with the Geographically Weighted Regression and Multifractal Models for Monthly GPM/IMERG Precipitation in Hubei Province, China. Atmosphere, 13(3), 476.
- Tasyurek, M., & Celik, M. (2020). RNN-GWR: A geographically weighted regression approach for frequently updated data. Neurocomputing, 399, 258-270.
- The National Aeronautics and Space Administration.(202٣). https://www.nasa.gov/mission_pages/GPM/main/index.html.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- Wang, Q., Shi, W., Atkinson, P. M., & Zhao, Y. (2015). Downscaling MODIS images with area-to-point regression kriging. Remote Sensing of Environment, 166, 191-204.
- Wang, N., Yu, J., Zhu, L., Wang, Y., & He, Z. (202٠). Spatial Downscaling of Remote Sensing Precipitation Data in the Beijing-Tianjin-Hebei Region. Journal of Computer and Communications, 9(6), 191-202.
- Wu, J., Zhong, B., Tian, S., Yang, A., & Wu, J. (2019). Downscaling of urban land surface temperature based on multi-factor geographically weighted regression. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 12(8), 2897-2911.
- Xie, S., Liu, Y., & Yao, F. (2020). Spatial downscaling of TRMM precipitation using an optimal regression model with NDVI in inner Mongolia, China. Water Resources, 47(6), 1054-10.

ISSN: 2537-0839 **eISSN : 2537-088X**

تطبيق الرومنة في نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج الخرائط الرقمية باستخدام نظام Kalmasoft بالمملكة العربية السعودية

Application of Romanization in Geographic Information Systems to Produce Digital maps Using Kalmasoft System in the Kingdom of Saudi Arabia

إعداد

د. فاتن حامد على نحاس

Dr. Faten Hamed Ali Nahhas

أستاذ مساعد في الاستشعارعن بعد قسم الجغرافيا جامعة الملك سعود

Doi: 10.21608/jasg.2025.403090

استلام البحث : ١٥ / ١٠ / ٢٠٢٤

قبـــول النشر: ١٥ / ١١ /٢٠٢٤

نحاس، فاتن حامد على (٢٠٢٥). تطبيق الرومنة في نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج الخرائط الرقمية باستخدام نظام Kalmasoft بالمملكة العربية السعودية. ***المجلة العربية للدراسات الجغرافية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٢) ، ٩٧ - ١١٤.

https://jasg.journals.ekb.eg

تطبيق الرومنة في نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج الخرائط الرقمية باستخدام نظام Kalmasoft بالمملكة العربية السعودية

المستخلص:

تتناول هذه الدراسة الرومنة، وهي عملية تحويل الحروف من لغات غير لاتينية إلى الأبجدية اللاتينية، ودورها في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ورسم الخرائط. تهدف الدراسة إلى تحليل كيفية دمج الرومنة في برامج إنتاج الخرائط، وخاصة تلك التي تقدمها شركةESRI ، مثلArcGIS Pro ، لتسهيل الوصول إلى الأسماء الجغرافية وفهمها على المستوى العالمي. تلعب الرومنة دورًا حيويًا في تخزين وتحليل البيانات الجغرافية، حيث تُمكِّن الأسماء الجغرافية المكتوبة بالأبجدية اللاتينية غير الناطقين بالعربية من التعرف على المواقع وتجنب الأخطاء في الاتصال .تنبع أهمية الدراسة من الحاجة إلى توحيد طرق كتابة الأسماء الجغرافية، خاصة في مناطق مثل الشرق الأوسط، حيث يُستخدم النص العربي بشكل رئيسي. تسهّل الرومنة الوصول إلى الأسماء الجغرافية للأغراض البحثية، الأمنية، والسياحية، مما يدعم رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ في تعزيز التكامل العالمي. تشير النتائج إلى أن برامج مثل Kalmasoft و ESRI توفر حلولًا فعّالة لرومنة الأسماء الجغرافية، حيث تساعد في تحويل الأسماء العربية إلى نصوص لاتينية وفقًا للمعايير الدولية. كما أن تطبيق الرومنة في خرائط مثل المناطق الإدارية والسياحية في المملكة العربية السعودية يُسهل الوصول إلى البيانات للناطقين بغير العربية. توصي الدراسة بتبني أنظمة رومنة موحدة وتعزيز استخدامها في نظم المعلومات الجغرافية لدعم المشاريع العالمية والمحلية.

الكلمات الدالة: الأسماء الجغرافية، المناطق السياحية، اللغة العربية، مكة المكرمة، ArcGIS Pro.

Abstract:

This study examines Romanization, the process of converting letters from non-Latin languages to the Latin alphabet, and its role in Geographic Information Systems (GIS) and mapping. The study aims to analyze how Romanization can be integrated into map production software, especially those provided by ESRI, such as ArcGIS Pro, to facilitate access to and understanding of geographic names globally. Romanization plays a vital role in storing and analyzing geographic data, as geographic names written in the Latin alphabet enable non-Arabic speakers to recognize locations and avoid communication

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

errors. The importance of the study stems from the need to standardize the ways of writing geographic names, especially in regions such as the Middle East, where the Arabic script is mainly used. Romanization facilitates access to geographic names for research, security, and tourism purposes, supporting Saudi Vision 2030 in promoting global integration. The results indicate that software such as Kalmasoft and ESRI provide effective solutions for Romanizing geographic names, as they help convert Arabic names into Latin scripts according to international standards. The application of Romanization in maps such as administrative and tourist regions in the Kingdom of Saudi Arabia facilitates access to data for non-Arabic speakers. The study recommends adopting unified Romanization systems and promoting their use in geographic information systems to support global and local projects.

Keywords: Geographic names, tourist regions, Arabic language, Mecca, ArcGIS Pro.

١. المقدمة

الرومنة هي عملية تحويل الحروف من نص غير لاتيني إلى الأبجدية اللاتينية، مما يسمح بالتمثيل الصوتي والحرفي للأسماء والمصطلحات (Verlato, 2023). هذا مهم بشكل خاص في رسم الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية، حيث تُتيح الوصول الشامل إلى الأسماء الجغرافية، مما يسهل التواصل عبر اللغات والمناطق. في عالم اليوم المترابط، حيث تُعتبر اللغة الإنجليزية اللغة المشتركة العالمية، تساعد الرومنة في التغلب على الحواجز اللغوية في رسم الخرائط (Shahroz et al., 2020). تُتيح هذه العملية للأشخاص الذين لا يجيدون قراءة النصوص غير اللاتينية، مثل اللغة العربية، نطق وفهم الأسماء في سياقها المحلي أو العالمي، خصوصاً أن اللغة الإنجليزية تُعد لغةً عالمية يتحدث بها كثيرون ويفهمونها (Rao, 2019). الرومنة ليست محصورة باللغة العربية فقط؛ بل تمتد إلى العديد من اللغات على مستوى العالم، وخاصة في المناطق التي لا تُستخدم فيها الأبجديات اللاتينية (Hamdan, 2017).ومع ازدياد التفاعل العالمي، ازدادت الحاجة إلى توحيد طرق كتابة الأسماء الجغرافية بالحروف اللاتينية. تُسهّل هذه الممارسة إمكانية الوصول والفهم للجمهور العالمي في مختلف السياقات مثل الأبحاث الأكاديمية، والسياحة، والأمن، وغيرها.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

في مجال نظم المعلومات الجغرافية(Geographic Information Systems (GIS ، تلعب الرومنة دوراً محورياً في تخزين ومعالجة الأسماء الجغرافية ,Al Nabhani). (2008; Bishop et al., 2015ومع ظهور برامج إنتاج الخرائط المتقدمة، وخصوصاً تلك المصممة من قبل معهد الأبحاث البيئية Environmental Systems Research) (Institute - ESRIمثلArcGIS Pro ، أصبحت الحاجة إلى دمج الرومنة بشكل سلس للأسماء الجغرافية أمراً بالغ الأهمية. تُعتبر منصات ESRI من بين أكثر أدوات نظم المعلومات الجغرافية استخدامًا على مستوى العالم، حيث توفر مجموعة واسعة من الميزات التي تُمكّن من التعامل مع البيانات بشكل فعال، بما في ذلك تخزين الأسماء وإنتاج الخرائط والتحليل الجغرافي (Khan .& Mohiuddin, 2018; Nowak et al., 2020) تهدف الرومنة إلى وضع ضوابط لكتابة الأسماء الجغرافية، لتمكين الوصول إليها من أي موقع بسهولة لخدمة النواحي الأمنية، والبحثية، والسياحية، وغيرها، وذلك من خلال مشروع "الرومنة" الذي تشرف عليه الأمم المتحدة، وتماشياً مع رؤية المملكة ٢٠٣٠ ومتطلباتها الاقتصادية. توفر شركة ESRI العديد من البرامج التي يمكن استخدامها في إنتاج الخرائط، ومنها برنامج ArcGIS Pro الذي يعد الرائد عالميًا لمنتجات شركةESRI.

تستكشف هذه المقالة كيفية دمج الرومنة في برامج إنتاج الخرائط منESRI ، مع التركيز على عمليات النقل الصوتي والتحويلي التي تحوّل الأسماء الجغرافية العربية إلى أحرف لاتينية. تخدم هذه العملية غرضين: تمكين الفهم العالمي ودعم جهود التوحيد التي تبذلها الهيئات الدولية والوطنية مثل الأمم المتحدة والهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجغرافية في المملكة العربية السعودية. كما يناقش البحث كيفية توافق الرومنة مع الرؤى المعاصرة مثل رؤية السعودية ٢٠٣٠ التي تهدف إلى تعزيز التكامل العالمي والنمو الاقتصادي من خلال أنظمة المعلومات الجغرافية المتقدمة.

٢. الدراسات السابقة

استكشفت العديد من الدراسات الحاجة إلى توحيد المعايير وأنظمة الرومنة الفعّالة في رسم الخرائط وإدارة البيانات الجغرافية. وأكد (Saeki, 1963) على أهمية الرومنة الموحدة للأسماء الجغرافية، داعيًا إلى الاتساق عبر مشاريع رسم الخرائط الدولية. وقد تردد صدى هذا الشعور في الأعمال اللاحقة، مثل (Teichert & Lu, 1981)، اللذان استكشفا أنظمة الرومنة الصينية مثل ويد-جيلز وبينين، موضحين كيف تعمل الأنظمة الموحدة على تعزيز الاتصالات العالمية.

قدم (Ivanov et al., 2010) دراسة شاملة حول المعيار الوطني الجديد لرومنة اللغة البلغارية، مسلطين الضوء على كيفية تعزيز هذه المعايير للتمثيل المتسق في البيئات الدولية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ناقش (Reynolds, 1928) الرومنة المبكرة للغة اليابانية، موضحًا التحديات التي تواجهها البلدان التي لا تستخدم الأبجدية اللاتينية وأهمية النسخ الصوتي الدقيق.

ركز (Al Nabhani, 2008) بشكل خاص على العالم العربي، مع دراسة حالة لعمان، موضحًا دور التوحيد في الأسماء الجغرافية وإنتاج الخرائط. وعلى نحو مماثل، بحث (Jamoussi & Roche, 2017) في رومنة علامات الطرق في عُمان، وتحليل التأثيرات على المشهد اللغوي والآثار الأوسع نطاقًا على المسافرين والسلطات المحلية.

في جنوب أفريقيا، فحص (Chauke & Mathebula, 2023) الآثار المترتبة على رومنة سياسات التسمية الجغرافية، مع مراعاة أهميتها للهوية الوطنية والأغراض الإدارية. وتؤكد هذه الدراسات، إلى جانب دراسات أخرى، على الدور الحاسم الذي تلعبه الرومنة في جهود رسم الخرائط العالمية.

٣. أهمية الدراسة

- إن القدرة على كتابة الأسماء الجغرافية بالحروف اللاتينية أمر حيوي في العالم حيث لا تخدم الخرائط كأدوات ملاحية فحسب، بل وأيضًا كأدوات للبحث والأمن والتنمية الاقتصادية. بالنسبة للمتحدثين غير الأصليين، تضمن الأسماء المكتوبة بالحروف اللاتينية بدقة النطق والفهم الصحيحين، مما يقلل من الأخطاء في الاتصال. وهذا مهم بشكل خاص للمناطق مثل الشرق الأوسط، حيث اللغة العربية هي اللغة السائدة، وتصبح الكتابة بالحروف اللاتينية ضرورية للاستخدام الدولي.
- تلعب الكتابة بالحروف اللاتينية أيضًا دورًا حاسمًا في تخزين البيانات داخل أنظمة المعلومات الجغرافية. من خلال تحويل الأسماء إلى تنسيق مفهوم عالميًا، فإنها تبسط استرجاع البيانات وتحليلها. على سبيل المثال، تسهل كتابة أسماء الشوارع والمواقع التاريخية والأحياء في مدن مثل الرياض سهولة الاستخدام في تطبيقات رسم الخرائط وتعزز إمكانية الوصول إلى البيانات الجغرافية.
- تتماشى الكتابة بالحروف اللاتينية أيضًا مع رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، التي تهدف إلى تعزيز القطاعات الاقتصادية والأمنية والسياحية في البلاد. مع انتشار استخدام أدوات ESRI على نطاق واسع لإنتاج الخرائط، فإن قدرتها على دمج الكتابة بالحروف اللاتينية أمر بالغ الأهمية لتحقيق هذه الأهداف الوطنية.

٤. أهداف الدراسة

- تحليل دور الرومنة في إنتاج الأسماء الجغرافية على الخرائط.
- استكشاف قدرات برامج إنتاج الخرائط التابعة لمعهد ESRI في دعم الرومنة.
- تقييم تأثير الرومنة على تخزين البيانات الجغرافية وإمكانية الوصول إليها.
- دراسة التحديات والحلول المتعلقة برومنة الأسماء الجغرافية العربية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- تقييم مساهمة الرومنة في مشاريع رسم الخرائط الوطنية والعالمية.

٥. مشكلة الدراسة

تتسم الأسماء الجغرافية العربية بتعقيد لغوي وصوتي فريد يصعب نقله إلى الحروف اللاتينية بطريقة دقيقة وموحدة؛ مما يشكل تحديًا أمام الباحثين وصانعي الخرائط الذين يحتاجون إلى نقل هذه الأسماء بشكل يتسق مع معايير الترجمة العالمية، لاسيما في بيئات نظم المعلومات الجغرافية (GIS). هذا التحدي يزداد تعقيدًا عند التعامل مع اختلافات اللهجات المحلية والتنويعات اللغوية ضمن المنطقة العربية، مما يؤدي إلى عدم اتساق وتباين في كتابة الأسماء الجغرافية المرومنة على الخرائط والمستندات الرسمية.

من هنا، تكمن المشكلة في غياب نظام موحد ودقيق لرومنة الأسماء الجغرافية العربية بطريقة يمكن أن تكون مفهومة ومعتمدة دوليًا، بحيث تتيح استخدامها في الخرائط الجغرافية والتطبيقات المتعددة بشكل يضمن السهولة في القراءة والدقة في النطق. ترتب على هذا الأمر قصور في اتساق الأسماء الجغرافية المرومنة، مما يؤدي إلى تعددية صيغ الكتابة، والتي تؤثر بدورها على جودة الخرائط وسهولة الوصول إلى المعلومات الجغرافية على المستويين المحلي والدولي.

هذه الدراسة تهدف إلى تطبيق معايير الرومنة الدولية باستخدام أدوات ESRI في نظم المعلومات الجغرافية، واستكشاف مدى فعاليتها في توحيد كتابة الأسماء الجغرافية العربية المرومنة، وتقديم حلول من شأنها تحسين دقة وكفاءة هذه العملية، مما يسهم في توحيد معايير الرومنة للاستخدام الأكاديمي والعملي.

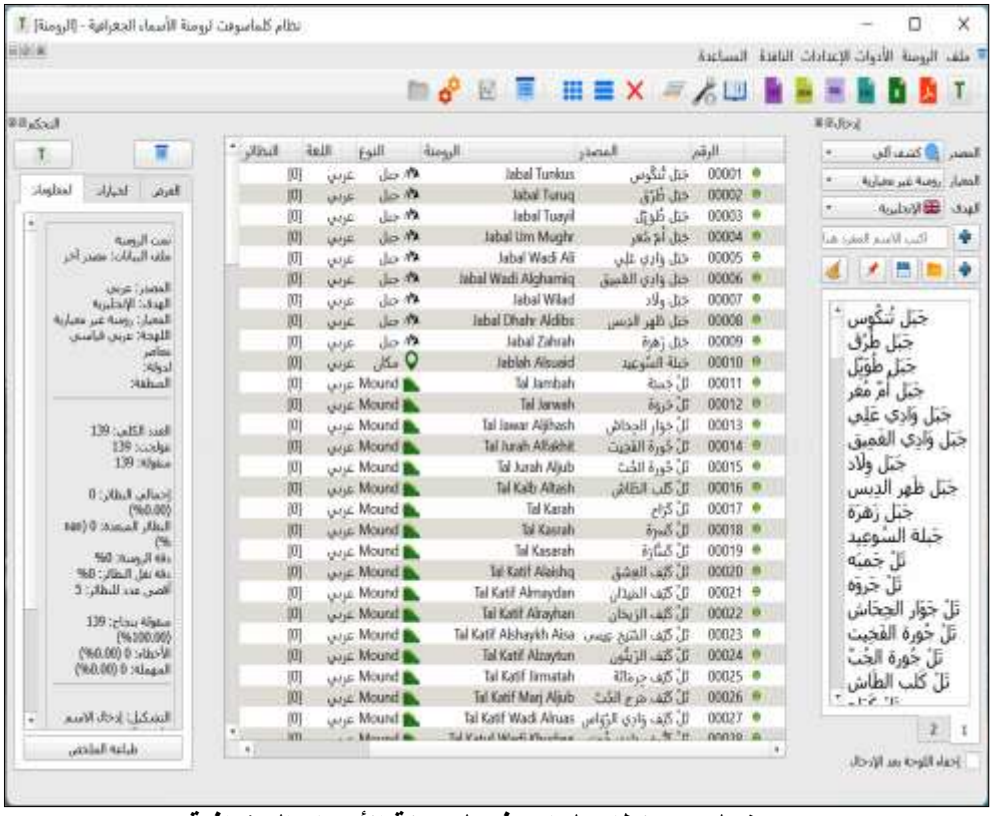
كم ان استخدام رومنة الأسماء وتطبيقها على أسماء المناطق السياحية في المملكة العربية السعودية يسهل من التعرف على أسماء هذه المناطق والحفاظ على هويتها، ويستطيع السائح من التعرف على هذه المناطق بكل سهولة من غير الحاجة إلى مساعدة من الآخرين.

المنهجية:

أ. أدوات الدراسة وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية

اعتمدت هذه الدراسة على برامج نظم المعلومات الجغرافية**(GIS)** ، وتحديدًا برمجيات **ESRI**، بما يشمل **ArcGIS** و**ArcMap** و**ArcGIS Pro**، والتي تم اختيارها بناءً على قدراتها في التعامل مع البيانات النصية والجغرافية ودعمها لأدوات متعددة لتنفيذ عمليات الرومنة. تم استخدام هذه البرمجيات لما توفره من بيئة مناسبة لتطبيق معايير الرومنة بشكل منهجي والتحقق من النتائج بدقة، وذلك بفضل دعمها لقواعد البيانات الجغرافية وقدراتها التحليلية المتقدمة. بالإضافة إلى برنامج **Kalmasoft** والذي من خلاله تم رومنة الأسماء الخاصة بالدراسة شكل (١).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



شكل (١) نظام كلماسوفت لرومنة الأسماء الجغرافية

ب. جمع ومعالجة البيانات

نظام رومنة الأسماء الجغرافية يترجم الأسماء إلى اللغات المكتوبة بالحروف اللاتينية مثل الإنجليزية والفرنسية والألمانية والإيطالية والأسبانية من جملة (٤٠) لغة عالمية من بينها العربية والفارسية والأردو شكل (٢). معالج الأسماء الجغرافية يقوم بهذه المهمة وهو نظام متخصص في الأسماء الجغرافية ولا يجوز استخدامه للنصوص العربية المرسلة ولا تضمن كلماسوفت نتائج مرضية عند إدخال أي نصوص أخرى خلاف الأسماء، يدعم النظام كل معايير الرومنة المشهورة في نقل الأسماء الجغرافية والمعتمدة من قبل الأمم المتحدة مثل النظام العربي الموحد (ADEGN) و (UNGEGN) ومشتقاته مثل (BGN/PCGN, IGN, RJGC) بالإضافة إلى (ISO) وغيرها، نظام كلماسوفت يوفر أيضاً الرومنة لكل

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المعايير التالية والخاصة بلغات أخرى مختلفة مثل (DIN, RJGC, SAS, SATTS, IPA, Wade-Giles, MPS II, Yale, Tong-yong, Gwoyeu Romatzyh, Nihon-shiki, Kunrei-shiki, Hepburn, Revised Romanization of Korean, McCune–Reischauer.

(https://www.kalmasoft.com/acopyright.htm)

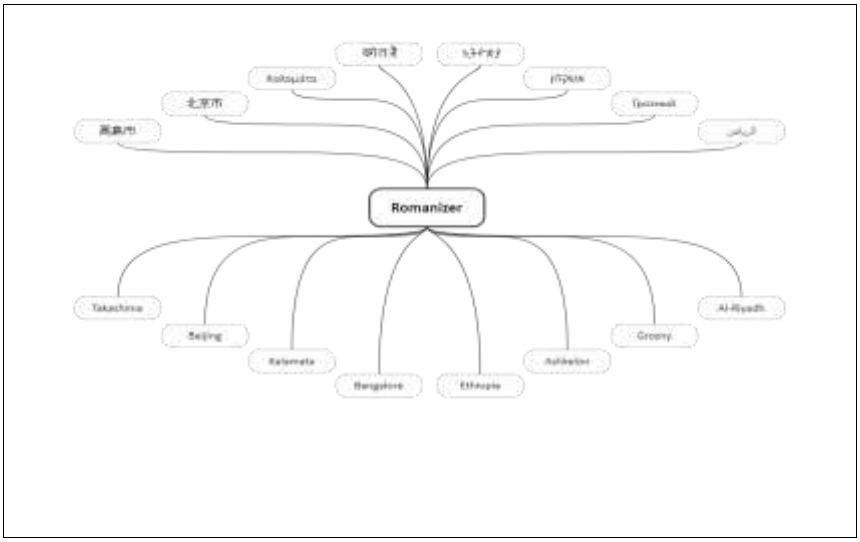
تم الحصول على الأسماء الجغرافية باللغة العربية من مصادر موثوقة تشمل الهيئة العامة للمساحة، ووزارة التخطيط، ومنظمة الأسماء الجغرافية الدولية، بما يضمن دقة البيانات وحداثتها. شملت البيانات أسماء المواقع الجغرافية المختلفة، كالمناطق الإدارية، المدن، البلدات، والمناطق السياحية. تم بناء قاعدة بيانات رقمية داخل برنامج **ArcGIS**، تتضمن حقولًا متعددة لكل موقع جغرافي، تشمل اسم الموقع باللغة العربية، الاسم المرومَن (اللاتيني)، والموقع الجغرافي بدقة إحداثية عالية.

ج. آلية تطبيق الرومنة

تم تطبيق الرومنة من خلال خطوات محددة تستند إلى معايير دولية، وذلك لضمان الاتساق والدقة في تحويل النصوص العربية إلى الحروف اللاتينية. تشمل الخطوات الأساسية ما يلي:

- تحديد معايير الرومنة :تم اختيار معايير هيئة الأمم المتحدة للأسماء الجغرافية وخاصة المعيار العربي الموحد للأسماء الجغرافية The Arab Division of Experts on Geographical Names (ADEGN)كمرجع أساسي، مع مراعاة التباينات اللغوية المحلية الخاصة باللهجات العربية في المنطقة كما في شكل (١).
- إدخال البيانات ومعالجتها :جرى إدخال الأسماء الجغرافية ضمن قاعدة البيانات في برنامج **ArcGIS**، بحيث تم تقسيم كل موقع جغرافي إلى حقول خاصة. استخدمت البرمجيات للتحليل النصي واعتماد قواعد الرومنة المُحددة مسبقًا لضمان تطبيق تلقائي ودقيق على مستوى الأسماء المختلفة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



شكل (٢) نظام رومنة الأسماء الجغرافية

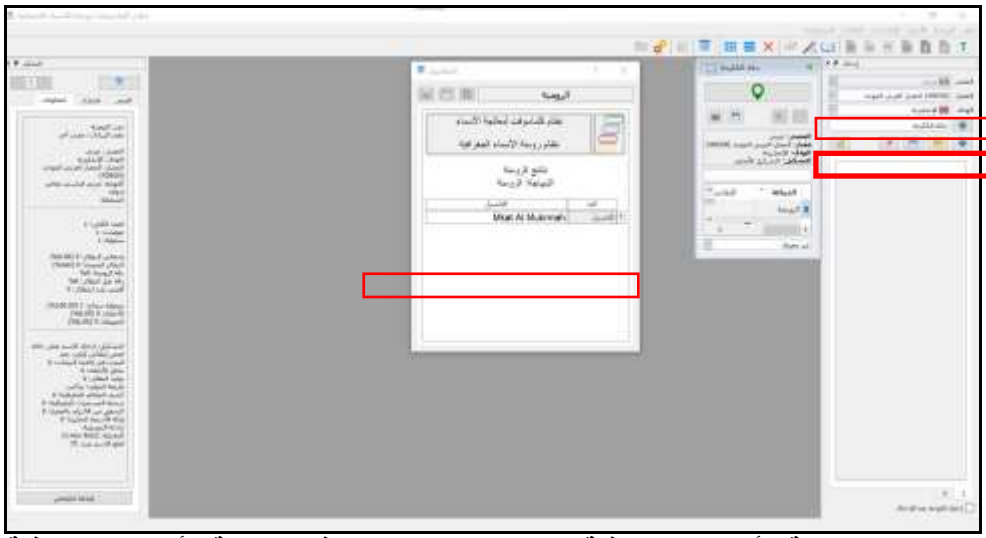
٦. نتائج الدراسة ومناقشتها

٦-١ رومنة الأسماء الجغرافية بنظام كلماسوفت Kalmasoft

نظام Kalmasoft هو نظام أو شركة برمجيات تقدم حلولًا متقدمة في مجالات مختلفة، بما في ذلك رومنة الأسماء الجغرافية (Alginahi et al,. 2018). ومن المحتمل أن Kalmasoftتقدم أدوات برمجية تساعد في عملية رومنة الأسماء الجغرافية، وتتيح للمستخدمين تحويل الأسماء الجغرافية من لغاتها الأصلية إلى الحروف اللاتينية، مما يسهل استخدامها في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتحليل الخرائط. إن الافتقار الحالي إلى التوحيد القياسي في أنظمة الرومنة يزيد من تعقيد المشكلة. في حين يوفر النظام العربي الموحد لترجمة الأسماء الجغرافية، الذي تم اعتماده في بيروت في عام ٢٠١٧، إطارًا، إلا أن تنفيذه عبر جميع المنصات لا يزال غير كافٍ. كما يقوم هذا النظام بتحويل الأسماء الجغرافية وفقًا لمعايير دولية معروفة، مثل معايير الأمم المتحدة (UN Romanization) أو النظام الأمريكي البريطاني(BGN/PCGN) والمعيار العربي الموحد UNGEGN.

يوضح **شكل (٣)** كيفية استخدام نظام كلماسوفت لرومنة الأسماء الجغرافية، حيث يقوم هذا النظام وبالاعتماد على المعيار العربي الموحد ADEGN برومنة الأسماء العربية التي تمت تزويد النظام بها، مثل كلمة " مكة المُكرمة" والتي تحولت إلى الشكل التالي " Mkat Al Mukrmah" وهكذا في بقية الأسماء التي تمت رومنتها في هذه الدراسة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

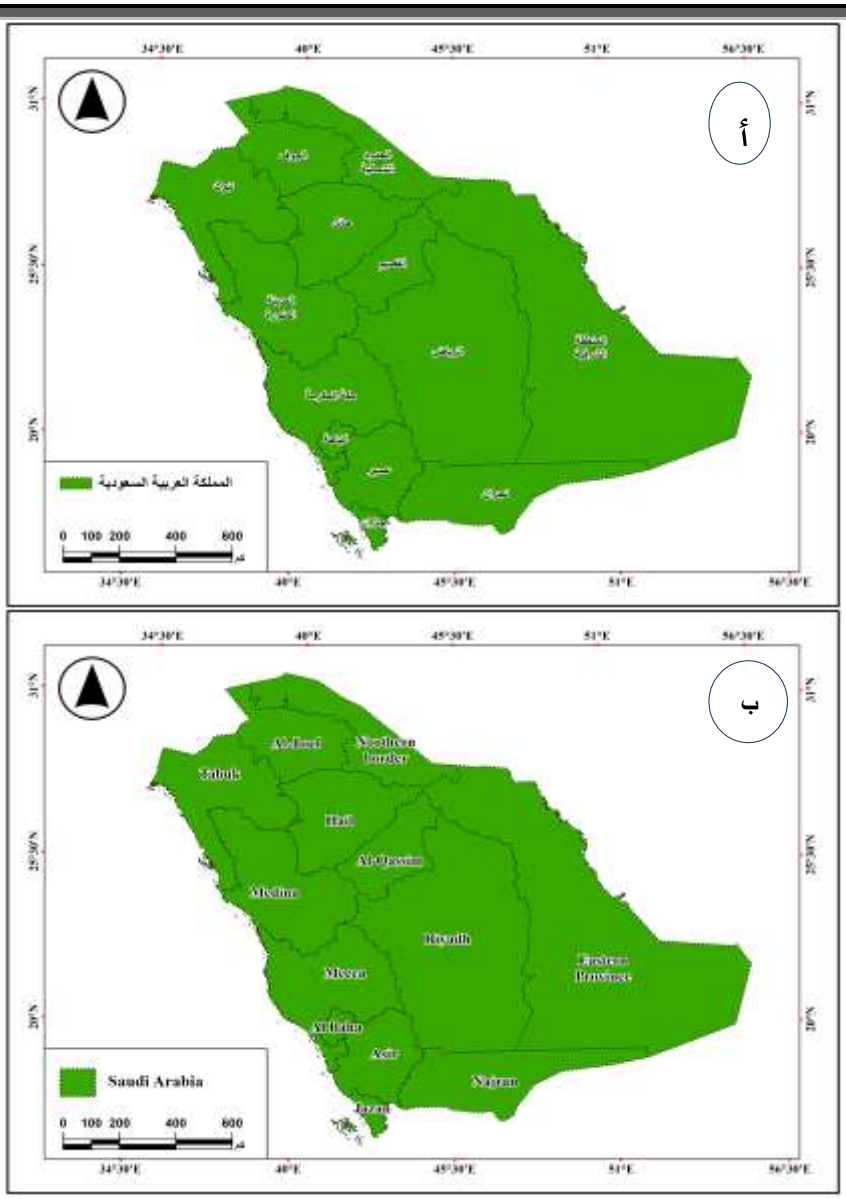


شكل (٣): رومنة الأسماء الجغرافية باستخدام نظام كلماسوفت لرومنة الأسماء الجغرافية

٢-٦ انتاج الخرائط الرقمية باستخدام برمجيات شركة إزري Esri

إنتاج الخرائط الرقمية باستخدام برمجيات شركة إزري (Esri) يتم من خلال مجموعة من البرامج والتقنيات المتقدمة التي تقدمها الشركة، وأهمها برنامج ArcGIS، مؤخرا تم الاعتماد Arc GIS Pro ، وهو النظام الأساسي الذي يعتمد عليه أغلب المستخدمين لإنشاء الخرائط الرقمية وتحليل البيانات الجغرافية. تعتمد الخرائط بشكل كبير على البيانات الوصفية Attribute data وهي البيانات التي توصف الظاهرات والبيانات المكانية وهي Shape files الخاصة بكل ظاهرة، ومنها اسم الظاهرة، وهو بيان وصفي مهم لكي يتم التعرف على الظاهرة ونوعها وماذا تعني وبماذا تستخدم لكي تقوم الخريطة بوظيفتها. يوضح شكل (٤) انتاج الخريطة الرقمية للمناطق الإدارية في المملكة العربية السعودية باللغة العربية والانجليزية، وفي هذه الحالة تم إظهار أسماء المناطق في شكلها العربي التي تعرف به في المملكة العربية السعودية، وكذلك باللغة الإنجليزية. كما تم وضع اسم المملكة في مفتاح الخريطة بنفس الكيفية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



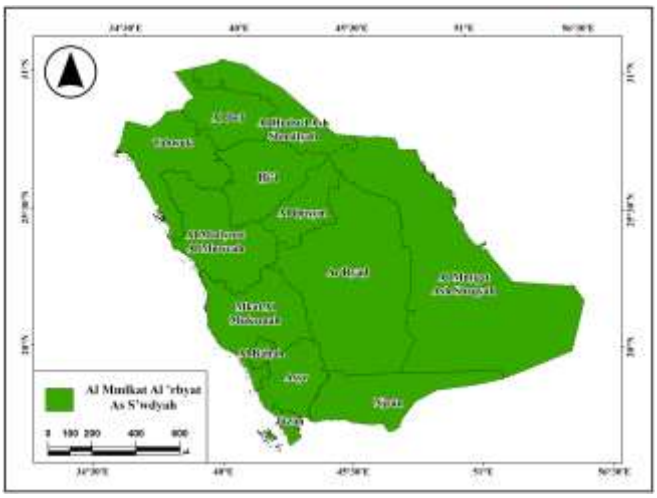
شكل (٤): الخريطة الرقمية للمناطق الإدارية بالمملكة العربية السعودية

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

يتضح من شكل (٤، أ) أن هذه الخريطة لن يستطيع قراءتها سوى الذي يتحدث اللغة العربية، وكذلك الخريطة الرقمية (٤، ب) لن يستطع قرأتها سوى الذي لديه القدرة على القراءة باللغة الإنجليزية. بهذا الشكل ستحتاج الهيئات إلى عمل أكثر من خريطة رقمية بلغات مختلفة لكي تبين وتوضح أسماء المناطق الإدارية بالمملكة العربية السعودية.

٦-٣ انتاج خريطة رقمية بنظام الرومنة

كما تم ذكره سابقا فإن عملية رومنة الأسماء الجغرافية هي عملية تحويل الأسماء الجغرافية المكتوبة بلغات غير لاتينية مثل (العربية) إلى حروف لاتينية. وتكمن أهميتها في توحيد كتابة الأسماء الجغرافية على مستوى دول العالم، فعند التعامل مع لغات مختلفة، فالأسماء الجغرافية قد تكتب بأشكال مختلفة حسب اللغة، مما قد يؤدي إلى اختلافات في نطقها وكتابتها عند ترجمتها. تم الاعتماد على برنامج Kalmasoft في رومنة الأسماء الجغرافية، وذلك بالاعتماد على المعيار العربي الموحد (ADEGN)، ثم بعد ذلك كتابة هذه الأسماء على الخرائط واخراجها. استخدام نظام الرومنة يساهم في الحد من التباينات ويضمن أن يتم التعرف على المواقع بشكل صحيح على مستوى عالمي. كما تسهل الرومنة التعامل مع الأسماء الجغرافية في الأبحاث، الخرائط، والوثائق الرسمية بين الدول التي تستخدم أنظمة كتابة مختلفة. فهي تساعد في التواصل بين الجهات والمؤسسات الدولية والمنظمات الحكومية والخاصة التي تعتمد على اللغة اللاتينية أو الأنظمة المشتقة منه. يوضح شكل (٥) رومنة أسماء المناطق الإدارية بالمملكة العربية السعودية.



شكل (٥): خريطة رقمية لرومنة أسماء المناطق الإدارية بالمملكة العربية السعودية

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

نظرًا إلى كون المملكة العربية السعودية من البلدان السياحية حيث تتمثل في زيارة الحرم المكي ومسجد الرسول صل الله عليه وسلم، وكذلك المناطق الخلابة الطبيعية والمناطق الأثرية. في هذه الحالة تسهم الرومنة في تسهيل التعرف على أسماء المواقع والمناطق الجغرافية للسياح والمستثمرين الدوليين الذين قد لا يتحدثون لغة البلد الذي يزورونه أو يعملون فيه، حيث توفر الأسماء الرومانية مرجعًا مفهومًا للمسافرين، مما يساعدهم في التنقل بسهولة أكبر.

٦-٤ تطبيق نظام الرومنة على خريطة المناطق السياحية في مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية

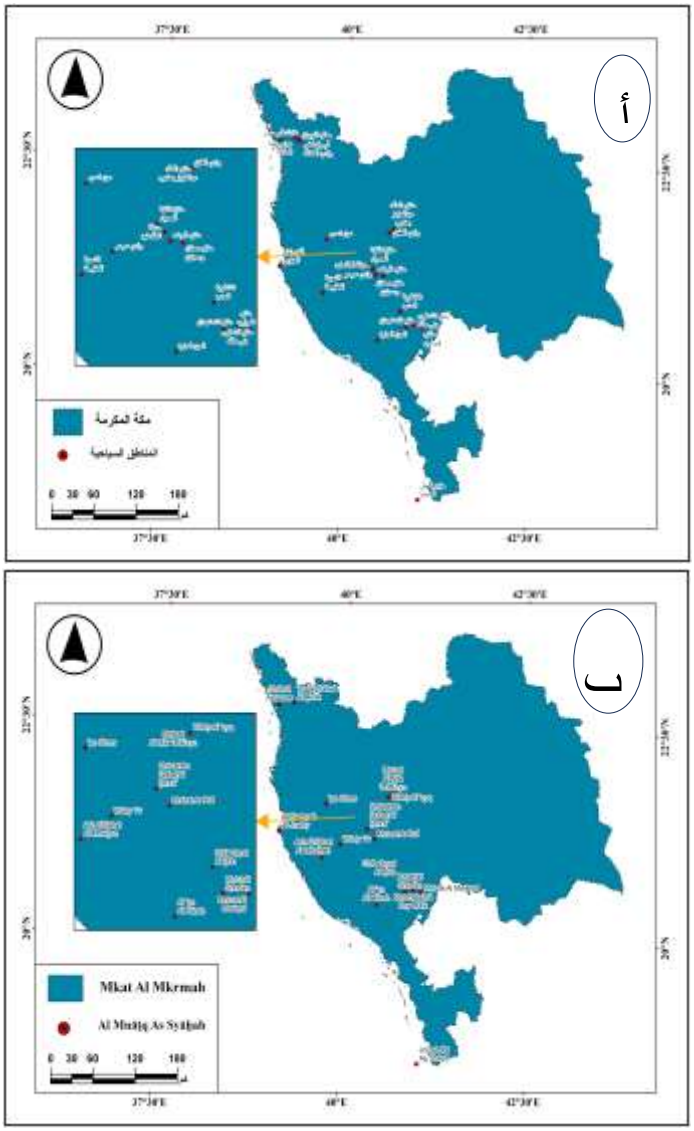
منطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية تعتبر واحدة من أبرز الوجهات السياحية، حيث تجمع بين الأهمية الدينية والمعالم الطبيعية والتراثية. تضم مكة المكرمة الحرم المكي، الذي يعدّ أقدس موقع في الإسلام ويجذب ملايين المسلمين من حول العالم سنوياً لأداء الحج والعمرة. إضافة إلى ذلك، هناك العديد من المعالم السياحية الأخرى مثل جبل النور الذي شهد نزول الوحي على النبي محمد ﷺ، وجبل ثور الذي يحتوي على غار ثور الشهير.

تمتاز مكة المكرمة أيضاً بتطورها الحضري، حيث تضم العديد من المراكز التجارية الضخمة مثل أبراج البيت، والتي توفر إطلالة بانورامية على المسجد الحرام. وعلى مسافة قصيرة منها، يمكن للسائحين زيارة مدينة الطائف التي تتمتع بمناخ معتدل وتشتهر بمنتزهاتها الطبيعية مثل منتزه الردف وجبل الشفا. كما تجمع منطقة مكة بين الروحانية والجمال الطبيعي، مما يجعلها وجهة متعددة الأبعاد للزوار سواءً لأغراض دينية أو للاستمتاع بالمعالم الطبيعية والتراثية.

يوضح شكل (٦) خريطة المناطق السياحية بمنطقة مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية بنظام الرومنة، وتركز المناطق السياحية في مناطق محددة مثل الطائف، حيث تظهر العديد من الوديان والمنتزهات التي تعتبر وجهات سياحية. وتظهر الخريطة منطقة وادي عر وهو وادي طبيعي يعتبر مزارًا سياحيًا في المنطقة. بالإضافة إلى عين شمس وهي منطقة ينبوع شهيرة في محافظة الجموم.

تم الاعتماد على المعيار العربي الموحد (ADEGN)، وذلك لاستخدامها في السياحة من أجل التعرف على المناطق السياحية في هذه المنطقة، مما يؤكد على الدور الفعال للرومنة في توصيل المعلومة مع الاحتفاظ بالاسم الجغرافي دون تحريف او تزييف. هذا بدوره سيساعد السياح الأجانب من مختلف دول العالم على سهولة التعرف على تلك المناطق.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



شكل (٦) خريطة المناطق السياحية بمنطقة مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية بنظام الرومنة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

إن تنفيذ الرومنة في نظم المعلومات الجغرافية، وخاصة من خلال أدوات مثل ArcGIS ProمنESRI ، له آثار واسعة النطاق على مشاريع رسم الخرائط العالمية. من خلال أتمتة عملية تحويل الأسماء المكتوبة بأحرف غير لاتينية إلى إصدارات رومانية، تعمل هذه الأدوات على تقليل الاعتماد على الخبرة البشرية، وتبسيط سير العمل، وخفض التكاليف.

إن نتائج هذه الدراسة تتوافق مع الأبحاث السابقة، مثل العمل الذي قام به (Al Nabhani, 2008)، والذي اكد على أهمية توحيد الأسماء على الخرائط في السياقات التاريخية والحديثة وذلك لخريطة عمان. كما تدعم النتائج (Harris, 2008)، الذي ناقش دور الرومنة في الأنظمة البريدية وتطبيقاتها الأوسع في اتفاقيات التسمية الجغرافية.

إن التحديات التي يواجهها منتجو الخرائط، وخاصة في مناطق مثل الشرق الأوسط، لا تقتصر على الحواجز اللغوية، ولكنها تمتد إلى القضايا الفنية في نظم المعلومات الجغرافية. ومع ذلك، فإن تبني أنظمة الرومنة الموحدة، كما هو الحال في جهود المملكة العربية السعودية، يظهر وعدًا بالتغلب على هذه العقبات.

٧. الخاتمة

تلعب الرومنة دورًا محوريًا في مجال رسم الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية، وخاصة في المناطق التي تستخدم فيها النصوص غير اللاتينية. إن دمج برامج الرومنة في أدوات إنتاج الخرائط من ESRI يوفر حلاً للتحديات التي يواجهها محترفو نظم المعلومات الجغرافية، مما يتيح تحويل الأسماء الجغرافية بدقة وكفاءة.

تسلط نتائج هذه الدراسة الضوء على أهمية تبني أنظمة الرومنة الموحدة، مثل النظام العربي الموحد، لضمان الاتساق والدقة. ومع استمرار تطور تكنولوجيا رسم الخرائط، ستظل الرومنة أداة أساسية للاتصالات العالمية وإمكانية الوصول إلى البيانات.

التوصيات

١. يجب مواصلة تكامل ميزات الرومنة في أدوات نظم المعلومات الجغرافية، مع التركيز على تعزيز إمكانية وصول المستخدم.

٢. لابد للحكومات والمؤسسات أن تشجع على تبني أنظمة الرومنة الموحدة، مثل الأطر المعتمدة من الأمم المتحدة، في جميع تطبيقات البيانات الجغرافية.

٣. يمكن للباحثين استكشاف استخدام الرومنة في لغات أخرى غير اللاتينية وتداعياتها على جهود رسم الخرائط العالمية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

٤. لابد من العمل على رومنة الأسماء الجغرافية ليس فقط للإنجليزية، ولكن لكل اللغات التي تتطلب ذلك مثل الصينية والفرنسية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المراجع

Alginahi, Y., Al Binali, A. M., Dekkak, M., & Kushk, A. (2018). A computerized reversible arabic transliteration system. *Arabian Journal for Science and Engineering*, *43*, 759-776.

Al Nabhani, Y. b. H. b. N. (2008). *The role and standardisation of geographical names on maps: Oman as a case study* University of Glasgow].

Bishop, B. W., Moulaison, H. L., & Burwell, C. L. (2015). Geographic knowledge organization: Critical cartographic cataloging and place-names in the Geoweb. *KO KNOWLEDGE ORGANIZATION*, *42*(4), 199-210.

Chauke, M. T., & Mathebula, M. D. (2023). The meaning of "national competence": a critical look at the geographical features falling under the jurisdiction of the South African Geographical Names Council. *Nomina Africana: Journal of African Onomastics*, *37*(1), 29-36.

Hamdan, H. (2017). Attitudes towards Arabic romanization and student's major: Evidence from the University of Jordan. *Arab World English Journal (AWEJ) Volume*, *7*.

Harris, L. J. (2008). A" Lasting Boon to All": A Note on the Postal Romanization of Place Names, 1896–1949. *Twentieth-Century China*, *34*(1), 96-109.

Ivanov, L., Skordev, D., & Dobrev, D. (2010). The new national standard for the Romanization of Bulgarian. *Mathematica Balkanica*, *24*(1-2), 121-130.

ISSN: 2537-0839 **eISSN : 2537-088X**

Jamoussi, R., & Roche, T. (2017). Road sign romanization in Oman: The linguistic landscape close-up. *Australian Review of Applied Linguistics*, *40*(1), 40-70.

Khan, S., & Mohiuddin, K. (2018). Evaluating the parameters of ArcGIS and QGIS for GIS Applications. *Int. J. Adv. Res. Sci. Eng*, *7*, 582-594.

Nowak, M. M., Dziób, K., Ludwisiak, Ł., & Chmiel, J. (2020). Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. *Global Ecology and Conservation*, *23*, e01089.

Rao, P. S. (2019). The role of English as a global language. *Research journal of English*, *4*(1), 65-79.

Reynolds, J. (1928). The Official Romanization of Japanese. *The Geographical Journal*, *72*(4), 360-362.

Saeki, K. (1963). Around the Standardization of Romanization on the Geographical Names. *Map, Journal of the Japan Cartographers Association*, *1*(4), 23-28.

Shahroz, M., Mushtaq, M. F., Mehmood, A., Ullah, S., & Choi, G. S. (2020). RUTUT: roman Urdu to Urdu translator based on character substitution rules and unicode mapping. *IEEE Access*, *8*, 189823-189841.

Teichert, C., & Lu, L. (1981). Chinese personal and geographic names in Wade-Giles and Pinyin romanization.

Verlato, O. (2023). A Latin Alphabet for the Arabic Language: Romanizing Arabic in Late Nineteenth-Century Egypt and Beyond. *International Journal of Middle East Studies*, *55*(3), 444-460.

ISSN: 2537-0839 **eISSN : 2537-088X**

العوامل المؤثرة على استدامة البرك المائية في قلتة أم قليدة بمحمية الملك عبدالعزيز الملكية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

Factors affecting the sustainability of water ponds in Qalta Umm Qalida in King Abdulaziz Royal Reserve

إعداد

نوره الصبيح

Noura Al-Subaih

باحثة ماجستير بجامعة الملك سعود

Doi: 10.21608/jasg.2025.403091

استلام البحث : ٢٢ / ١١ / ٢٠٢٤

قبـــول النشر: ٢٢ / ١٢ /٢٠٢٤

الصبيح، نوره (٢٠٢٥). العوامل المؤثرة على استدامة البرك المائية في قلتة أم قليدة بمحمية الملك عبدالعزيز الملكية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. ***المجلة العربية للدراسات الجغرافية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٢) ، ١١٥ - ١٤٤.

https://jasg.journals.ekb.eg

العوامل المؤثرة على استدامة البرك المائية في قلتة أم قليدة بمحمية الملك عبدالعزيز الملكية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

المستخلص:

تتناول هذه الدراسة استدامة البرك المائية في منطقة قلتة أم قليدة بجبال العرمة، مع التركيز على دور التضاريس والمناخ في تشكّل هذه البرك. تُعتبر المنطقة ذات مناخ صحراوي قاسٍ، وتعتمد إلى حد كبير على الأودية الموسمية التي تغذي البرك، مثل أودية العصل، العتك، الشوكي، والطيري. وتأتي أهمية هذه الموارد المائية النادرة في دعم النظم البيئية الحيوية المحلية، وقد تم إدراج المنطقة ضمن محمية الملك عبدالعزيز، مما يعكس أهمية الحفاظ عليها وتعزيز استدامتها .تعتمد هذه الدراسة على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد لرصد التغيرات البيئية ودراسة تأثير المتغيرات الموسمية على وجود واستدامة البرك المائية. كما تستكشف العلاقة بين التضاريس وهطول الأمطار ودورها في تجمّع المياه، وتقترح حلولًا تنموية تسهم في الحفاظ على هذه الموارد الهامة.

الكلمات الدالة: نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، الحصاد المائي، قلتة أم قليدة.

Abstract:

This study addresses the sustainability of water ponds in the Qalta Um Qalida area in the Armah Mountains, focusing on the role of terrain and climate in the formation of these ponds. The area is considered to have a harsh desert climate, and depends largely on seasonal valleys that feed the ponds, such as the valleys of Al-Asal, Al-Atak, Al-Shawki, and Al-Tayri. The importance of these rare water resources comes in supporting local vital ecosystems, and the area has been included in the King Abdulaziz Reserve, which reflects the importance of preserving it and enhancing its sustainability. This study relies on Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques to monitor environmental changes and study the impact of seasonal variables on the existence and sustainability of water ponds. It also explores the relationship between terrain and rainfall and their role in water accumulation, and proposes development solutions that contribute to the preservation of these important resources.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

Keywords: Geographic Information Systems, Remote Sensing, Water Harvesting, Qalta Um Qalida.

المقدمة:

تعاني العديد من الدول من مشكلة في الموارد المائية خاصة نتيجة الجفاف التي تعانيه نتيجة الظروف المناخية التي تعيشها بالإضافة للاستهلاك المائي المتزايد فيها المترافق مع الزيادة السكانية العالية بدوره يشكل عائقا أمام حركة التنمية في هذه البلاد نتيجة انعكاسها على الإنتاج الزراعي والصناعي.

مع التطور المتسارع الذي تشهده المملكة العربية السعودية والسعي للوصول للاكتفاء الذاتي من المنتجات الزراعية خاصة المحاصيل الرئيسية مثل الحبوب والاعلاف وزيادة الطلب على المياه في المدن الكبرى أصبحت الآبار التقليدية لا تغطي الطلب المتزايد عليه وبالتالي أصبح التركيز على الآبار الانبوبية التي تحفر لطبقات غير متجددة في معظم مناطق المملكة وأصبح الاستهلاك منها يفوق الاستهلاك من المياه الجوفية المتجددة وهذا ما سبب انخفاض مستوى المياه الجوفية واختفت بعض البحيرات والعيون ونضوب أو انخفاض مناسيب المياه الجوفية غير المتجددة (النشوان ، ٢٠٠٦، ص١).

تمتلك المملكة العربية السعودية مخزون احتياطي محدودًا من المياه الجوفية غير المتجددة والقابلة للاستغلال مع معدلات تغذية منخفضة لها نتيجة الظروف المناخية وارتفاع الاستهلاك منها خاصة الزراعي بنسبة ٨٤% وخاصة قطاع الأعلاف الذي يحتاج إلى ٧٩% من متطلبات المياه في القطاع الزراعي وهذا بدوره سيؤدي لنضوب المخزون الاحتياطي خلال السنوات الاثني عشر القادمة وهذا ما يتطلب حلا جذريا لهذه المشكلة (وزارة البيئة والمياه والزراعة، ٢٠١٨، ص٩).

نظرا لشح المياه الجوفية طورت الحكومات والمنظمات والهيئات المحلية والدولية العاملة في قطاع الموارد المائية بعض التقنيات والممارسات لتعزيز الأمن المائي مثل جمع مياه الفيضانات ومياه الأمطار حسب المنطقة (الزهراني و منير، ٢٠٠٧، ص٢٩).

يقدم البحث دراسة العوامل المؤثرة على استدامة البرك المائية في منطقة قلته أم قليدة الواقعة في جبال العرمة التي تقع في شرق وسط المملكة العربية السعودية وجنوبي محمية الامام عبد العزيز الملكية وتقديم مقترح لمشاريع تجمع المياه في المنطقة بالاعتماد على المعايير المتبعة في مثل هذه المشاريع، لدعم جهود المملكة لدعم قطاع المياه والوصول للتنمية المستدامة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث لتعزيز مقترحات للاستفادة من الموارد المائية المتاحة في منطقة قلتة أم قليدة، وزيادة كفاءة استغلال المياه والحفاظ على كميتها ونوعيتها من خلال إيجاد الأماكن المثلى لجمع المياه وتخزينها ضمن منشآت مائية بالاعتماد على أهم التقنيات الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وهذا بدوره يقدم حلولا لأصحاب القرار لدفع عجلة التنمية واتخاذ القرارات المناسبة لها وفق الخطة التي وضعتها المملكة العربية السعودية في رؤيتها المستقبلية لعام ٢٠٣٠م.

أهداف البحث:

١. استكشاف تجمع المياه في منطقة قلتة أم قليدة بجبال العرمة.
٢. تحديد العوامل المؤثرة على تكون البرك المائية.
٣. تقديم مقترح تنموي يساهم في إنشاء مشاريع لحصاد مياه الامطار في منطقة الدراسة باستخدام تقنية التحليل الهرمي متعدد المعايير.

أسئلة البحث:

١. ما هي المجاري المائية والأحواض في منطقة قلتة أم قليدة؟
٢. ما هي العوامل المؤثرة على تكون البرك المائية؟
٣. ما هي المناطق المثلى لإنشاء مشاريع حصاد المياه باستخدام تقنية التحليل الهرمي متعدد المعايير؟

مشكلة البحث:

تقع منطقة قلتة أم قليدة في وسط المملكة العربية السعودية، وبالتحديد في جنوب محمية الملك عبد العزيز الملكية. لكن توجد مثلها في أماكن عدة، مثل جنوب محمية الإمام عبدالعزيز بن محمد وهي من المناطق السياحية التي تشهد مواسم سياحية هامة مثل موسم العرمة السياحي والذي قد وصل عدد زوارها إلى أكثر من ٢٧٣٠٠٠ زائر خلال عام ٢٠٢٣م (هيئة تطوير محمية الامام عبد العزيز بن محمد الملكية، ٢٠٢٤، ص٥). ونتيجة أهمية توفر المياه في المناطق لابد من دعم هذه المنطقة سياحيًا واقتصاديًا وبيئيًا من خلال إيجاد طرق لتخزين مياه الامطار والسيول وادارتها عبر دراسة العوامل التي تؤثر في البرك المائية مثل التربة والتضاريس والجيولوجيا وغيرها ليسهم في وضع الحلول المقترحة أمام أصحاب القرار والوصول لقرارات تدعم العملية التنموية المستدامة.

منهجية البحث:

يعتمد البحث على المنهج الوصفي الذي يدرس الظاهرة ويصفها وصفا دقيقا بطريقة كمية ونوعية في فترات زمنية متعددة للوصول لنتائج تساعد في فهم الواقع وتطويره (عبيدات، عبد الحق، و مبيضين، ١٩٩٧، ص٤٧) في دراستنا يقوم هذا المنهج بدراسة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

منطقة قلته أم قليدة كما هي بالواقع ويصفها وصفا دقيقا من حيث التضاريس والتربة والمناخ وغيرها من العوامل الطبيعية التي فيها لتحديد المؤثرات على تجمع المياه. كما يعتمد على المنهج التحليلي الذي من خلاله يقوم الباحث بدراسة كل عنصر من العناصر للظاهرة المدروسة الأساسية والفرعية وتحليلها للوصول للنتائج (كمال، ٢٠٢٢، ص٦) وهنا يتم من خلال البحث استخدام هذه المنهج في تحليل العناصر المؤثرة على تجمع المياه باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد للوصول لأنسب الطرق للحفاظ عليها وتحديد المواقع الأنسب لإنشاء المشاريع المناسبة.

الدراسات السابقة:

دراسة الزبيدي (٢٠٢٢) بعنوان نماذج مقترحة لأنظمة الحصاد المائي، هدفت الى محاولة تعزيز الموازنة المائية في محافظتي المندق وبني حسن عن طريق إيجاد نماذج مقترحة من أنظمة الحصاد المائي اثناء الهطول وأثناء الجريان السطحي أو من خلال مناطق الضباب وتقترح إعادة استراتيجية حفظ وترشيد كفاءة الاستغلال عن طريق تبني مشاريع تنموية صغيرة وهذا يسهم بدوره في توفير ٥٨% من اجمالي الاحتياج السنوي المنزلي للمياه النقية. طريقة حصاد أسطح المنازل توفر ٢٤% والأحواض التجميعية توفر ٩% و٩% يمكن الحصول عليها باستخدام الخزانات والبرك خلف السدود أما أساليب حصاد الضباب يتم من خلال آبار التغذية الجوفية وعن طريق تسرب المياه لباطن التربة وهذا يوفر ٥%. لقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي في الوصول لأهدافها. واستخدمت الخرائط الطبوغرافية والخرائط الرقمية والمرئيات الفضائية للقمر الفرنسي سبوت ونماذج الارتفاع الرقمي.

قدم الباحثان الزغول والنوايسة دراسة عام (٢٠٢٢) حول اختيار المواقع المحتملة للحصاد المائي باستخدام النمذجة المكانية المتعددة المعايير في حوض وادي الموجب جنوبي الأردن بهدف تحديد أفضل المواقع للحفائر والسدود الصالحة لتجميع المياه لتحسين الوضع المائي في وادي الموجب بالأردن، لقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي وأدوات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وحددت المعايير المناسبة للبحث في الوصول للنتائج التي حددت الأماكن المناسبة لتجميع المياه بإنشاء سدين من خلال مساحة تغذية مقدرة بحوالي ١٨٣.٥٨ كم٢ وإقامة عشر حفائر على مساحة تغذية ١٩٢.٥٧ كم٢ في الجزء الجنوبي من الحوض.

البحث الذي قدمه الزغول والحسبان (٢٠٢٠) عنوانه الخصائص الطبوغرافية وتقدير كمية الحصاد المائي في قاع الجفر بهدف تمثيل الخصائص الطبوغرافية التي يتميز بها قاع الجفر في الأردن وتأثيرها على الاشكال الطبوغرافية المتواجدة فيه وعلى كمية الحصاد المائي، لقد استخدمت الدراسة الخرائط الطبوغرافية والصور الفضائية لتحديد القيعان وفق

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ثلاث مناطق رئيسية على الرغم من انتشارها على ٥١% من مساحة منطقة الدراسة هذه القيعان تركزت في المناطق ذات الارتفاع بين ٨٣٣ – ١٠٤٧ وبمتوسط ارتفاع ٨٦٨.٦م وانحدار بين ٣ – ١٣ درجة وعمق المياه فيها ١٣٠.٢٥٥ ملم في زمن الدراسة.

دراسة حسن وآخرون عام (٢٠٠٩) بعنوان الجدوى المالية لتقنيات حصاد المياه في البادية السورية هدفت إلى حصاد المياه في موقعين صغيرين من المراعي السورية وتقييم العائد الربحي منها، لقد اعتمدت الدراسة في حصاد المياه في البادية السورية على تشكيل خطوط كنتورية وأكتاف ترابية هلالية وزراعة بعض أنواع الأشجار الرعوية لكل معاملة بهدف الاستفادة من جمع مياه الأمطار وتم مقارنة تقنيات الحصاد المائي بشكل آلي وقد كانت النتائج أن حصاد المياه اليدوي له تكلفة مرتفعة أكثر من منافعه.

دراسة Demelash وآخرون (٢٠٢٣) بعنوان

(Modeling rainfall-runoff estimation and assessing water harvesting zone for irrigation practices in Keleta watershed, Awash River basin, Ethiopia)

نمذجة هطول الأمطار والجريان السطحي وتقييم منطقة حصاد المياه لممارسات الري في مستجمع المياه كيليتا في حوض نهر أواش بأثيوبيا. لقد هدفت الدراسة لتقييم منطقة حصاد المياه من وجهة المعايير الاجتماعية والاقتصادية والفيزيائية والحيوية وذلك لاستخدامها في عملية الري، لقد استخدم البحث نظام المعلومات الجغرافي والاستشعار عن بعد وأداة تقييم التربة والمياه SWAT والمنطق الضبابي وعملية التسلسل الهرمي في الوصول للنتائج وقد استخدم البحث معايير اختيار موقع حصاد المياه من حيث الجريان السطحي والانحدار ونسبة محتوى الطين واستخدامات الأرض والصخور والبعد عن العمران والطرق وقد حدد الباحثون الوزان المناسبة لكل معيار وجاءت النتائج أنها غطت فئات الملاءمة لحصاد مياه الأمطار في المنطقة المدروسة المناسب ١٦.٩١% والمناسب للغاية ٢٧.٦% والمناسبة لحد ما ٢٠.٢٣% والمناسبة المنخفضة ١٣.١% وغير المناسبة ٦.٤٣% والقيود ١٥.٧٣%.

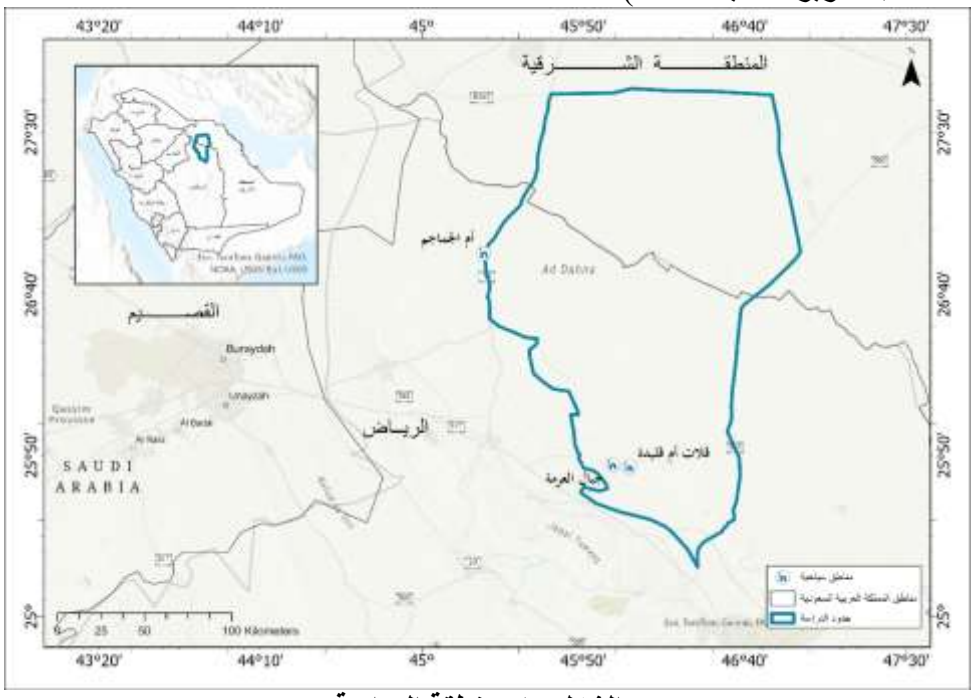
درست الأبحاث السابقة الموارد المائية المتاحة في مختلف المناطق المدروسة في محاولة منها لتعزيز الموازنة المائية فيها، مستخدمة عدة أساليب في التحليل مع بيانات الخرائط الطبوغرافية والرقمية والمرئيات الفضائية للوصول لمعرفة أماكن تجمع المياه والعائد الاقتصادي منها، وتتميز دراستنا بشمولية التحليلات للوصول لنتائج تحدد العوامل المؤثرة في تجمع البرك المائية لتكون منطلقا لاستثمارها في القطاعات المختلفة.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن محمية الملك عبدالعزيز الملكية تقاطع خط الطول ($45^{O}50'00''$) ودائرة العرض ($25^{O}50'00''$) وهي تقع في شرق وسط المملكة العربية

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

السعودية. وتحدها من الشمال محافظة حفر الباطن، ومن الغرب محافظة المجمعة، ومن الجنوب مدينة الرياض، ومن الشرق محافظة العليا، تبلغ مساحتها الإجمالية نحو ٢٨ ألف كم٢، وتضم ضمن نطاقها روضات الخفس والتنهاة ونورة، وجزءًا من هضبة الصمان، وصحراء الدهناء، وهي مناطق تحتوي على إرث تاريخي. ويجري فيها عدد من الأودية، وهي: وادي الشوكي، ووادي الطيري، ووادي العتك، ووادي الودي (هيئة تطوير محمية الملك عبدالعزيز الملكية،٢٠٢١).



الشكل (١) منطقة الدراسة

يعد خشم الثمامة أقصى ارتفاع لسلسلة جبال العرمة بارتفاع ٨١٠ أمتار فوق سطح البحر وهي تتكون من صخور رسوبية تفتت في بعض المناطق إلى حبيبات رمل بيضاء في بعض الأودية والشعاب مثل وادي الثمامة تكسوها أشجار الطلح وشجيرات أخرى، بالإضافة أنها منطقة سياحية هامة تحتوي فالق الثمامة لممارسة رياضة التسلق وينشط فيها مواسك سياحية هامة مثل موسم شتاء العرمة. تستقر أودية العرمة في المنخفضات والروضات خاصة في الجزء الشرقي كروضة خريم وأم قطا في محمية الامام عبد العزيز الملكية (جريدة الرياض، ٢٠٢٣).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

بيانات ومنهجية العمل:

يقوم البحث بدراسة العوامل المؤثرة في استدامة البرك المائية في منطقة جبال العرمة وفق الخطوات التالية:

١- يتم استخدام طبقة الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model (DEM) في دراسة الارتفاعات واتجاه الانحدار والميول لمنطقة الدراسة بالإضافة لاستخراج المسيلات المائية للأودية الرئيسية

٢- يتم استخدام بيانات الامطار والحرارة من أقمار NASA الامريكية لمراقبة الغلاف الجوي في نمذجة الامطار والحرارة.

٣- يتم تحديد استخدامات الأرض لمنطقة الدراسة باستخدام المرئيات الفضائية لأقمار Landsat 8-9 بدقة مكانية ٣٠ مترًا مربعًا، وتستخدم مستشعر OLI (Operational Land Imager) ومستشعر TIRS (Thermal Infrared Sensor) (موقع USGS).

٤- أيضا بيانات تربة وجيولوجية المنطقة يتم تحديدها باستخدام طبقات التربة والجيولوجيا من وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية

٥- أيضا التعداد السكاني في المنطقة يتم الحصول عليه من الهيئة العامة للإحصاء السعودي.

المخطط (١) منهجية وخطوات العمل

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

مصطلحات البحث:

نظم المعلومات الجغرافية:

هو مجموعة منظمة من الحواسيب والعتاد والبرامج والبيانات الجغرافية والموظفين مصممة بحيث تلتقط وتخزن وتعالج وتحلل وتعرض كل أشكال المعلومات المسندة جغرافيا (برانر، ١٩٩٧، ص٧)

الاستشعار عن بعد:

هو ذلك العلم الذي يستخدم خواص الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الظاهرات الأرضية أو من الجو أو مياه البحار والمحيطات في التعرف على هذه الظاهرات عن طريق استخدام أجهزة التقاط الموجات بواسطة الأقمار الصناعية والطائرات (الدباغ، ٢٠١٢، ص٢).

التصنيف المراقب:

هي عملية تبنى على معلومات عن الخصائص الطيفية للغطاءات الأرضية في المنطقة المصورة من الأقمار الاصطناعية أو الزيارات الميدانية، حيث يتم مقارنة العدد الرقمي لكل وحدة مع هذه المعاملات الإحصائية لتمثل غطاء أرضي يأخذ لونا محددا مما ينتج عنه خريطة موضوعية (سلطان، ٢٠١٩، ص٦).

الحصاد المائي والعوامل المؤثرة في استدامة البرك المائية

يتم حفظ مياه الأمطار في خزنات مياه بعدة طرق للاستفادة منها في ري المحاصيل الزراعية أو الاستفادة منها في الشرب وذلك بالاعتماد على عدة أمور تؤثر على استدامة هذه البرك بما يسهم في الاكتفاء الذاتي وتنمية الموارد المائية وتطوير المحاصيل الزراعية.

الحصاد المائي:

إن تقنية حجز وتخزين المياه الناتجة عن هطول الأمطار والسيول في فترات سقوطها وتجمعها لاستخدامها وقت الحاجة سواء للري أو الشرب وأو تغذية المياه الجوفية تسمى حصاد المياه (آل الشيخ ، ٢٠٠٦، ص٢).

تعتبر تقنيات تجميع المياه الناتجة عن الأمطار أو السيول مورد هام يلجئ له المزارعون كمصدر إضافي أو بديل للمياه ليتم استخدامها في الري أو الأغراض المنزلية الأخرى وهذا بدوره يخفف الضغط على مصادر المياه التقليدية ويعزز المحافظة على النظم البيئية ويساعد على تخطي فترات الجفاف بالإضافة أنه يساعد على الحد من تآكل التربة وتدهورها بالإضافة للفوائد الاجتماعية والاقتصادية للمستهلك (الأمم المتحدة - الأسكوا، ٢٠٢١، ص ٤-٦)

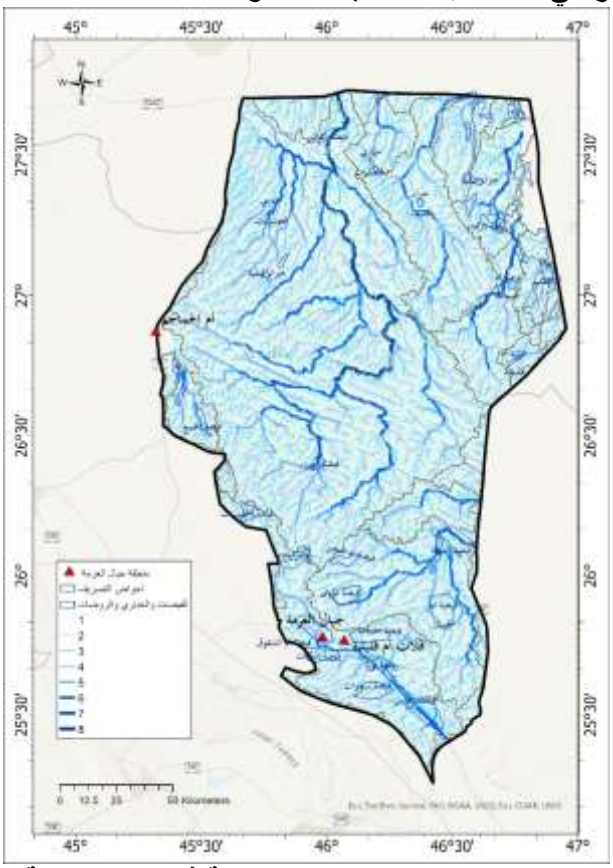
تعتبر البرك المائية من موارد المياه السطحية الهامة والتي تعتبر المصدر الرئيسي للمياه العذبة للعديد من المناطق في المملكة العربية السعودية، تتجدد هذه المياه بشكل دائم من

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الهطولات المطرية لكنها تكون عرضة للتلوث بفعل الأنشطة البشرية المختلفة (الهيئة السعودية للمياه، ٢٠٢٤). تعتبر البرك بحيرات صغيرة ترتبط بشكل أساسي بالعوامل الطبوغرافية فهي حوض منخفض ممتلئ بالمياه، والتي تتكون بفعل العديد من العوامل مثل التساقط المطري وذوبان الثلوج والأنهار والجداول والنضح من المياه الجوفية والسطحية بالإضافة للينابيع (الأسدي، ٢٠١٤،ص١٣٧ – ١٣٨، ص ١٤٢).

تحديد منطقة الحوض:

تم تحديد منطقة حوض المياه في قلتة أم قليدة باستخدام الدراسة الهيدرولوجية باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة مكانية ٣٠ متر:



الشكل (٢) حدود الحوض والمجاري المائية في حدود منطقة الدراسة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

تحتوي منطقة الدراسة على العديد من الوديان والفياض والخباري بالإضافة للعديد من الروضات تنتشر العديد منها (أحمد، ٢٠٢٤):

منطقة قلتة أم قليدة: التي تمتاز بنحت طبيعي وفجوات كبيرة من المياه تشبه الشلالات المائية وهي أسفل جبال العرمة إلى الشرق.

روضة الخفس: وهي سهل رملي منبسط فيه أزهار كثيرة، ولكنها لا تحتوي على أشجار كبيرة تصب فيها مجموعة شعاب منها دقلة ومحرقة.

روضة نورة: تصل مساحتها إلى ٣ كيلومتر مربع، فيها العديد من الأعشاب الموسمية والنباتات المعمرة ويصب فيها وادي رويغب ووادي العتش. وفيضة أم الشوق وفيضة أم الجمال وفيضة الحمامة وروضة البركات ومن الوديان وادي الشوكي وشعيب الطيري.

وادي الشوكي: يزيد طول الوادي على ٦٥ كيلومتر على ارتفاع يصل إلى ٤٠٠ متر وهو من أودية جبل العرمة يصب في روضة التنهاة.

كلما كانت المنطقة قريبة من الوادي ازدادت إمكانية تجمع المياه فيها وتعمل الممرات المائية تأمين جريان المياه المتساقطة نتيجة هطول الامطار (آل الشيخ ، ٢٠٠٦، ص٧).

استخدامات الأرض:

تمتد منطقة الدراسة على مساحة تصل إلى ٢٨٠٠٠ كيلومتر مربع تحوي ٩٩.٩٥% منها مناطق جرداء بينما ٠.٠٣٣٥% مناطق خضراء تتألف من حقول متعددة حول المناطق العمرانية التي تشكل ٠.٠١٩٣ % من المنطقة المدروسة حسب ما أوضح تحليل التصنيف المراقب في نظم المعلومات الجغرافية الشكل (٣).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الشكل (٣) استخدامات الارض

حيث تتوزع المناطق العمرانية في المناطق الجنوبية من المنطقة المدروسة مثل زويغب والحفنة وتمرية وتمير ومبايض والشعب وأم رجوم وحفر العتك وفي شمال منطقة الدراسة مثل الخبراء ومناخ.

تلعب المدن دورا أساسيا في تجميع مياه الامطار من خلال استخدام طرق متعددة في تجميعها مثل حصاد المياه على أسطح المباني هو الأسلوب الشائع لتجميع مياه الأمطار لاستخدامها بالحياة اليومية المنزلية أو لتغذية المياه الجوفية (Gur و Spuhler، ٢٠٢٤).

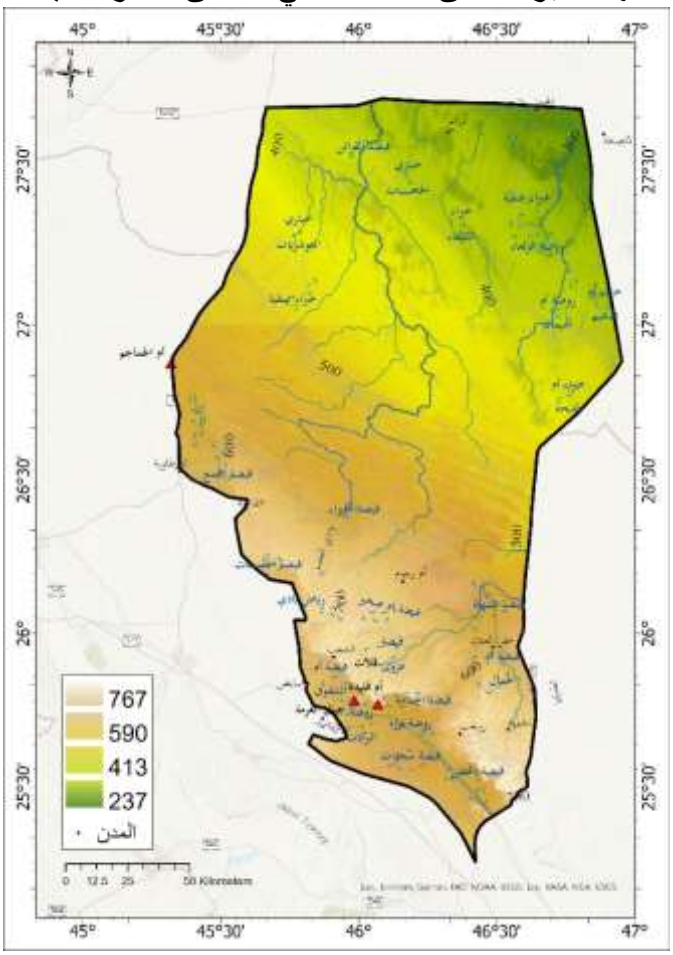
ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

١. العوامل المؤثرة على تجمع المياه في البرك المائية:

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على تجميع وتخزين المياه من هذه العوامل (آل الشيخ ، ٢٠٠٦، ص٣).

١- الارتفاع:

تؤثر التضاريس على تدفق المياه حيث أن المياه تتدفق من المناطق المرتفعة إلى المناطق المرتفعة لهذا تعتبر المناطق المنخفضة هي المناطق الأكثر تجميعا للمياه.



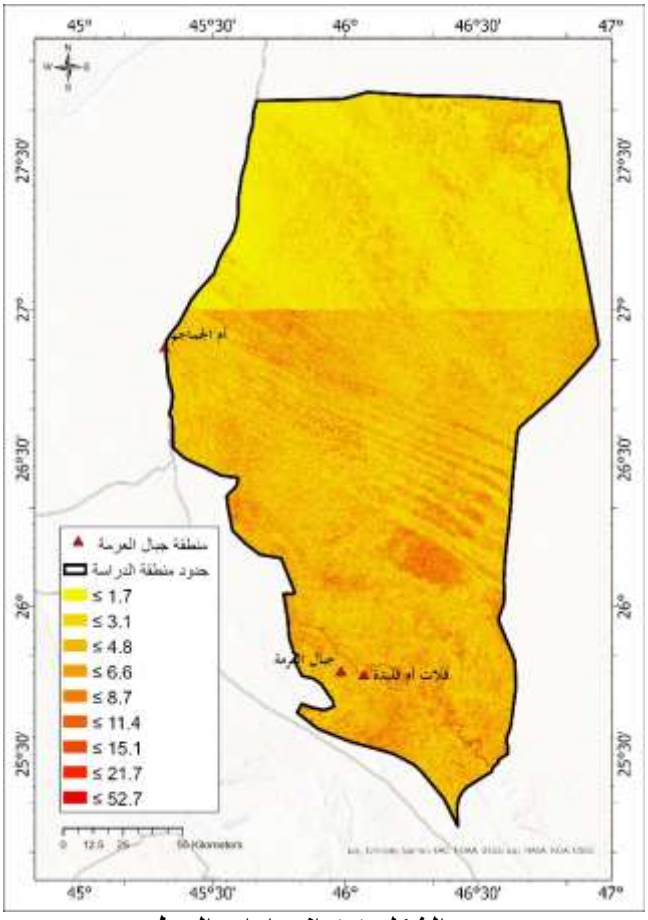
الشكل (٤) التضاريس

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

يبلغ الارتفاع في منطقة الدراسة بين ٢٣٧م و٧٦٧م ومنطقة قلتة أم قليدة من المناطق التي يتراوح ارتفاعها ٦٠٠ متر.

٢. درجة الانحدار:

تعتبر يجب أن تكون المناطق التي يتم تخزين المياه فيها ذات ميل لا يتجاوز ٥% حتى لا يؤدي ذلك لعمليات انجراف في التربة (آل الشيخ، ٢٠٠٦، ص٣).



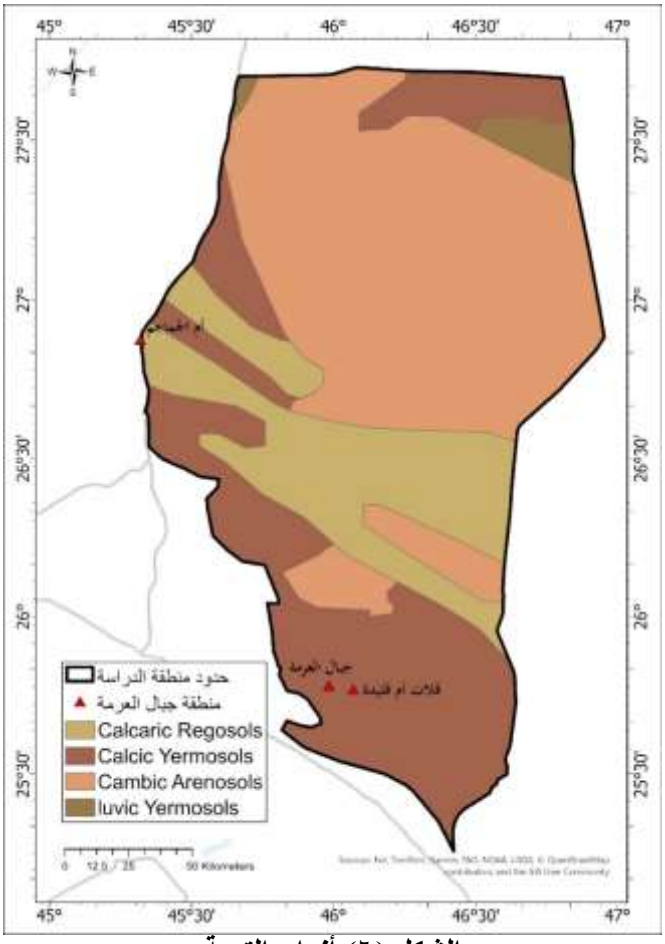
الشكل (٥) انحدارات السطح

يتراوح الميل في منطقة الدراسة بين ١.٧ درجة إلى ٥٢ درجة في بعض الأماكن لكن أغلب المناطق في المنطقة هي مناطق ذات درجات ميل قليلة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

٣. نوع التربة:

يؤثر نوع التربة على كمية المياه المحجوزة حيث أن نفاذية التربة تلعب دورًا رئيسيًا في حجز المياه الناتجة عن تساقط الأمطار، يؤثر معدل الارتشاح والناقلية الهيدروليكية للتربة على كمية المياه المحتجزة، فالتربة الرملية والحصوية يزيد فيها معدل الارتشاح بينما تقل في التربة الطمية والطينية كما أن وجود مسام في التربة وبقايا جذوع الأشجار يؤثر على عملية الارتشاح (آل الشيخ ، ٢٠٠٦، ص٤).



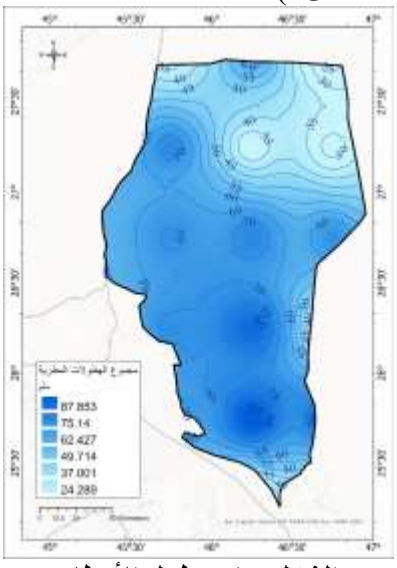
الشكل (٦) أنواع التربة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

التربة في منطقة الدراسة متنوعة تربة من النوع (Calcaric Regosols) وهي تربة غير متماسكة تنتشر في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وفي المناطق الجبلية وبالتالي هي تربة ذات نفاذية جيدة. أيضا توجد التربة (Calcic Yermosols) وهي موجودة في الأماكن الجافة وشبه الجافة وهي تربة كلسية فيها كمية كبيرة من كربونات الكالسيوم وهي بذلك تشكل طبقة متماسكة، ولكنها نفاذية. التربة من النوع (Cambic Arenosols) هي تربة رملية تتواجد في المناطق الجافة وشبه الجافة (موقع ISRIC - World Soil Information). تربة (luvic yermosols) وهي تربة طينية تقع في أقصى شمال منطقة الدراسة وهي تتمتع بخصائص جيدة للاحتفاظ بالمياه نسبة للترب الأخرى (FAO - UN، ٢٠٠٦، ص٦٣) والتربة في قلتة أم قليدة في جبال العرمة تتألف من تربة (Calcic Yermosols) كلسية هي طبقة نفاذية ولكنها متماسكة.

٤. هطول الأمطار:

تؤثر هطول الأمطار في معدلات الارتشاح بشكل أساسي وبالتالي كمية المياه المحجوزة التي تعتمد بدورها على كمية الهطولات التي تؤدي لزيادة رطوبة التربة متحولة بعدها إلى مياه مخزنة. وكلما زادت كمية الأمطار مع الزمن حتى تتجاوز معدل شدة الهطول معدل الترشيح يزيد من إمكانية حصاد المياه، وكلما كانت التربة رطبة كلما وأدت كمية المياه المحجوزة بها (آل الشيخ، ٢٠٠٦، ص٤).



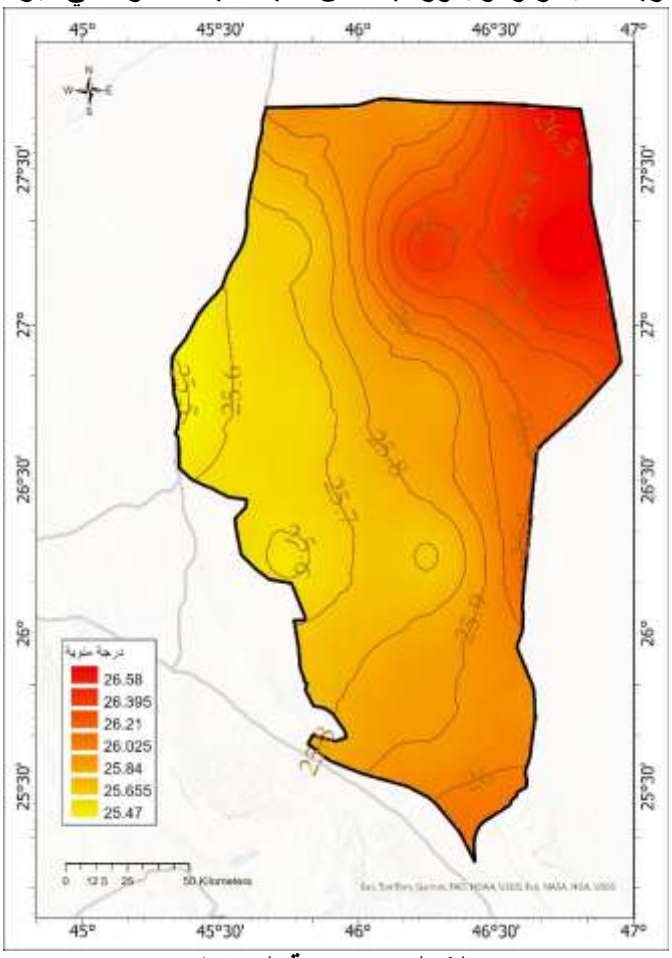
الشكل (٦) هطول الأمطار

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

تشير البيانات المناخية في منطقة الدراسة إلى أن مجموع هطول الأمطار السنوية بلغت بين ٤٠ إلى ٨٧ ملم. وتمركزت في منطقة الدراسة قلتة أم قليدة وعلى جبال العرمة حيث أن مجموع الهطولات المطرية بلغت من ٨٠ – ٨٥ ملم سنوياً.

٥. درجات الحرارة:

تؤثر الحرارة على كمية المياه المخزنة في البرك المائية، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة يسبب زيادة التبخر وهو بدورة يقلل من كمية المياه المخزنة في البرك المائية.



الشكل (٧) درجة الحرارة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

تتراوح درجة الحرارة في منطقة الدراسة بين ٢٥ و٢٧ درجة مئوية تقريبا منطقة قلات أم قليدة فيها درجة الحرارة أقل من المناطق الأخرى.

الموقع الأمثل لحصاد المياه:

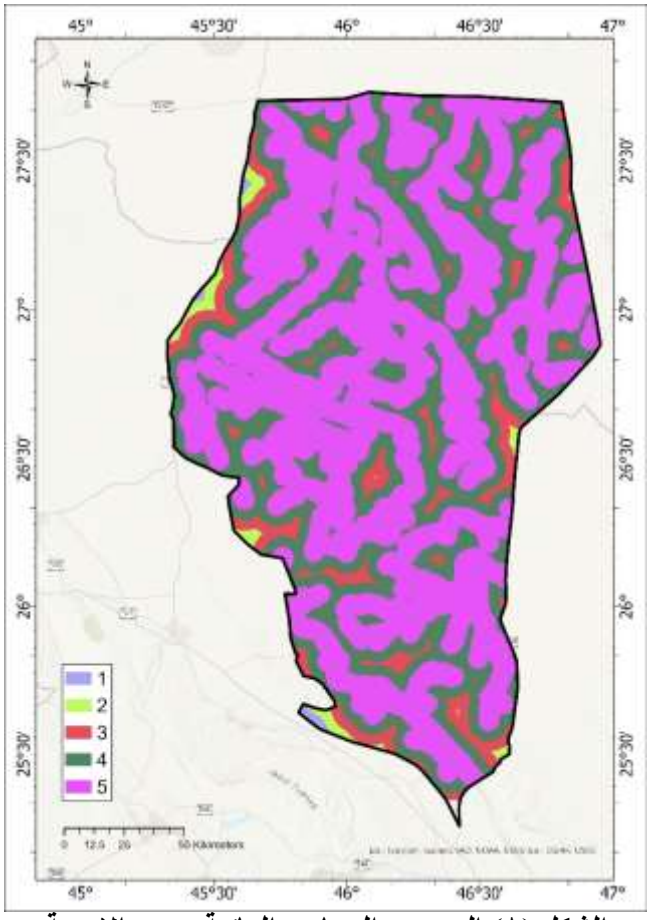
من خلال دراسة العوامل المؤثرة في استدامة البرك المائية يمكن اختيار الموقع الأمثل لحصاد المياه وفق عدة معايير بعضها متعلق بالترب والتضاريس وبعضا يتعلق بالعوامل المناخية وهناك عوامل بشرية أيضا كما تم الحديث عنه سابقا، ويمكن أن نلخص المعايير المستخدمة في اختيار المكان الأنسب لإقامة مشاريع حصاد المياه بما يحقق الاستدامة للبرك المائية وفق الجدول (١).

الجدول (١) المعايير المستخدمة في اختيار الموقع الأنسب لحصاد المياه

العوامل المؤثرة	المعيار	المصدر
هيدرولوجية	القرب من المجاري المائية	(آل الشيخ ، ٢٠٠٦)
طبيعية	الارتفاع	(آل الشيخ، ٢٠٠٦)
	ميول أقل من ٥%	
	نوعية التربة	
مناخية	هطول الأمطار الغزيرة	(آل الشيخ، ٢٠٠٦)
	الحرارة المنخفضة	
بشرية	القرب من المدن	(Gur و Spuhler، ٢٠٢٤)

معيار القرب من المجاري المائية من المعايير الهامة في حصاد المياه حيث تساعد هذه المجاري على سيلان مياه الامطار لتتجمع في أماكن التخزين لذلك تم استخدام أداة Euclidian Distance لاشتقاق المسافة عن المجاري المائية الرئيسية الشكل (٧).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



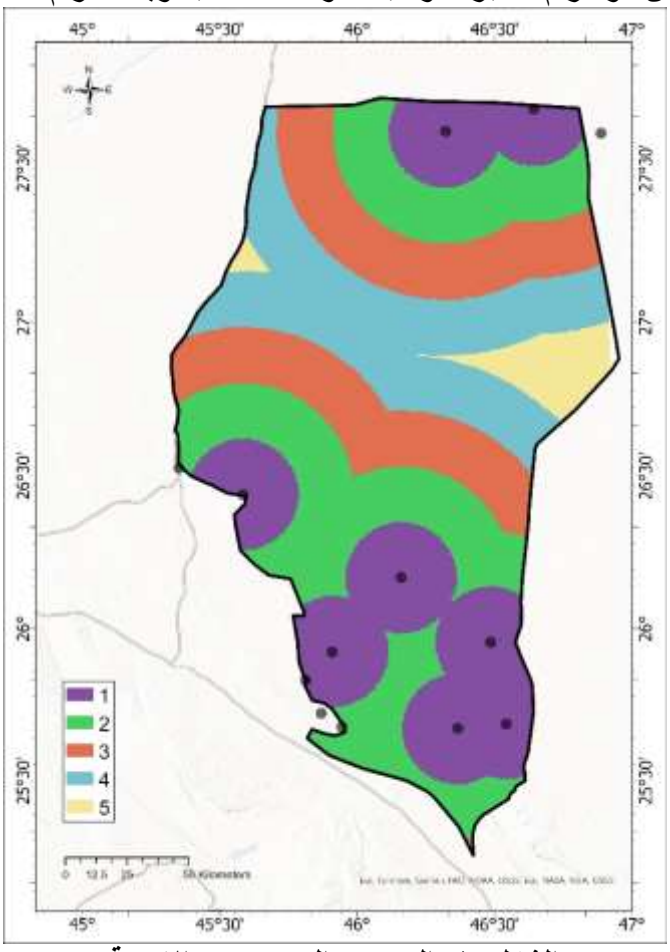
الشكل (٨) البعد عن المجاري المائية حسب الاهمية

كما تم استخدام الأداة Reclassify لإعادة تصنيف المسافة من حيث أن الرقم ٥ يمثل القيمة الأفضل وهي هنا المناطق القريبة من المسيلات المائية وينخفض الرقم ليصبح الرقم ١ المنطقة الغير مناسبة حسب المعيار.

معيار البعد عن المدن من المعايير التي يجب أن تراعى عند تحديد أماكن لجمع المياه باعتبار أنه يوجد العديد من الطرق التي يمكن تجميع المياه فيها ومن ثم تحويلها لمناطق

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

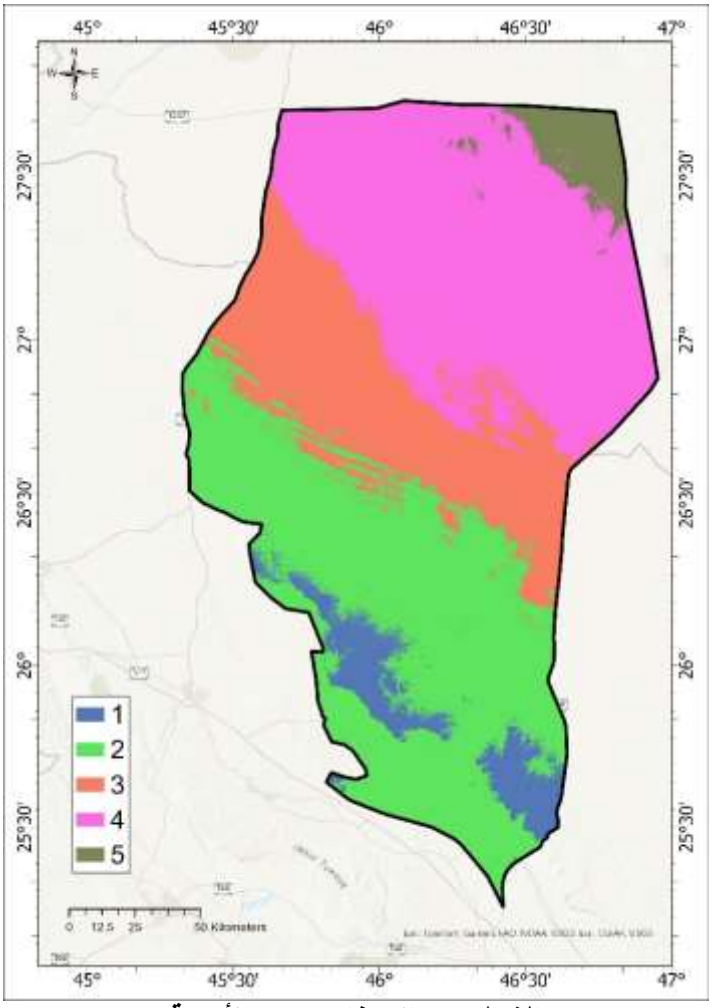
التجميع، لقد تم تحديد مسافة البعد عن المدن ومن ثم إعادة تصنيفها بحيث يكون المكان القريب من المدن هو الرقم الأكبر ٥ والابعد هو الأقل مناسبة ويأخذ الرقم ١.



الشكل (٨) البعد عن المدن حسب الاهمية

المناطق المنخفضة هي الأنسب لتجميع المياه لذلك تم إعادة تصنيف طبقة الارتفاع بحيث تكون الأماكن المنخفضة هي ذات القيمة الأعلى ٥ بينما الأماكن المرتفعة الرقم الأقل ١ الشكل (٩).

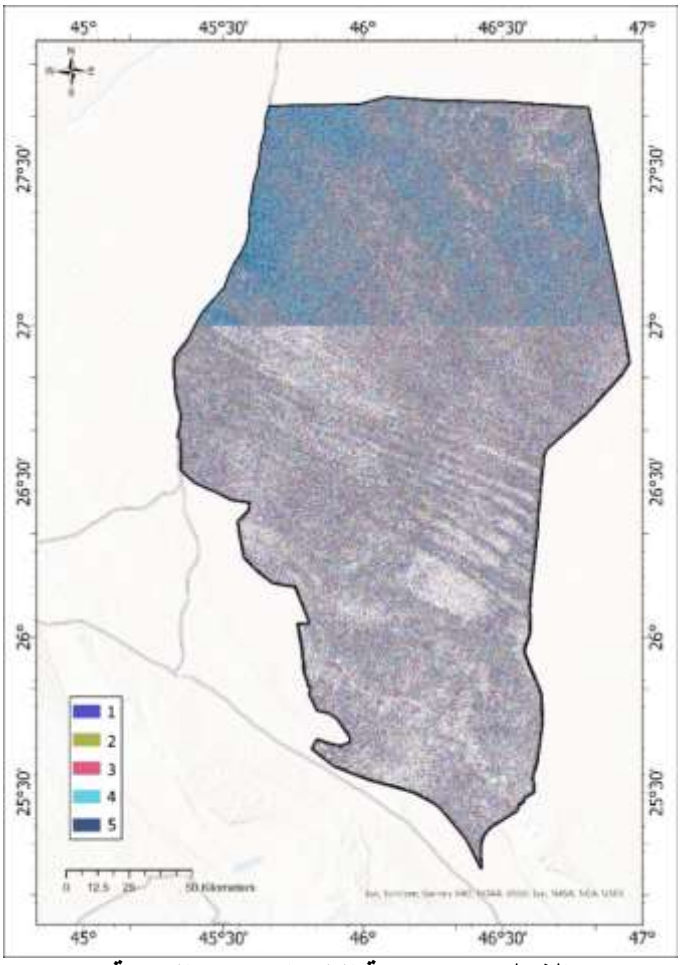
ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



الشكل (٩) الارتفاع حسب الأهمية

كما تعتبر المناطق التي درجة الإنحدار أقل من ٥% هي الأنسب لحصاد المياه حسب ما تم توضيحه في المعايير، لذلك تم إعادة تصنيف طبقة الميل بحيث تكون المناطق التي درجة ميلها أقل من ٥% هي المقبولة ويتم تصنيفها إلى خمس قيم حسب الأهمية من ١ الأكبر انحدارًا إلى ٥ الأقل انحدارًا والقيم فوق ٥% غير مقبولة الشكل (١٠).

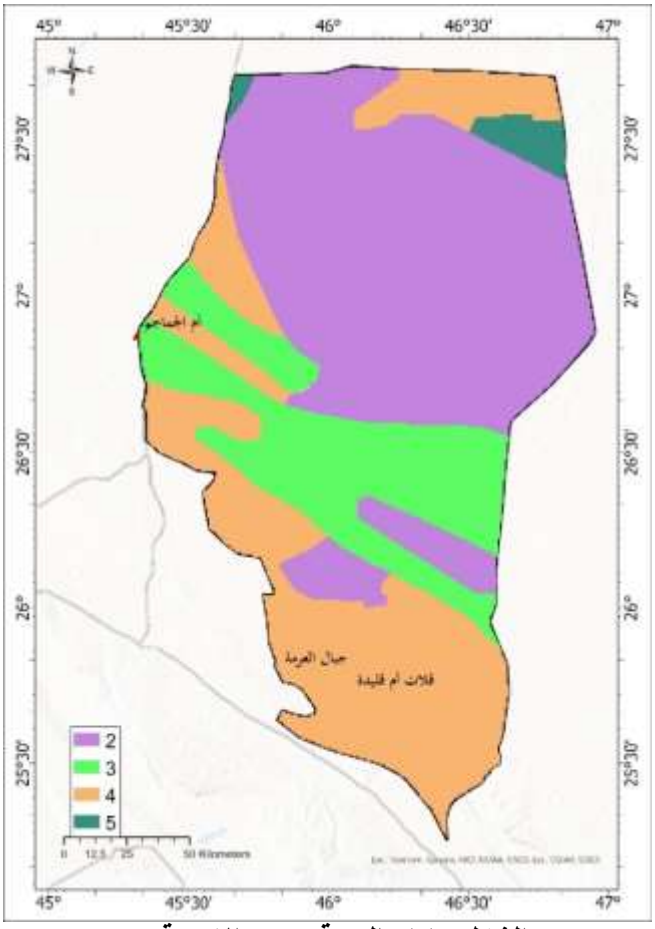
ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



الشكل (١٠) درجة الانحدار حسب الاهمية

لقد تم تصنيف أنواع التربة حسب قدرتها على التماسك حيث بينت الدراسة أن التربة (luvic yermosols) وهي تأخذ التصنيف ٥ والتربة من النوع (Calcic Yermosols) التي تأخذ الترتيب ٤ هي الأنسب لإقامة برك مائية وحصاد المياه، الأنواع التالية تأخذ القيم الباقية الشكل (١١).

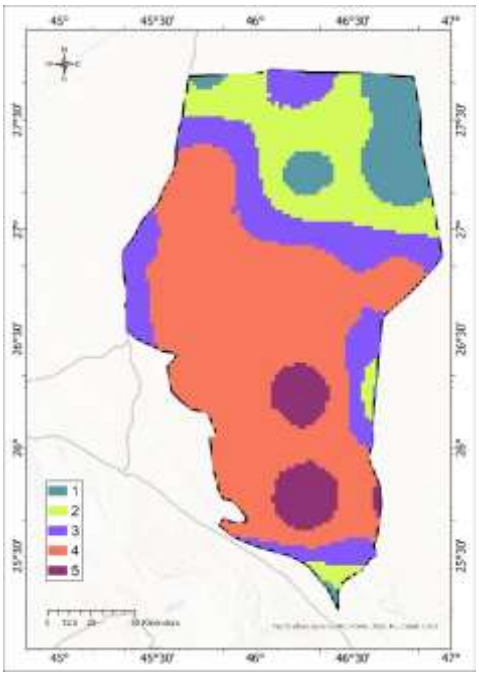
ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



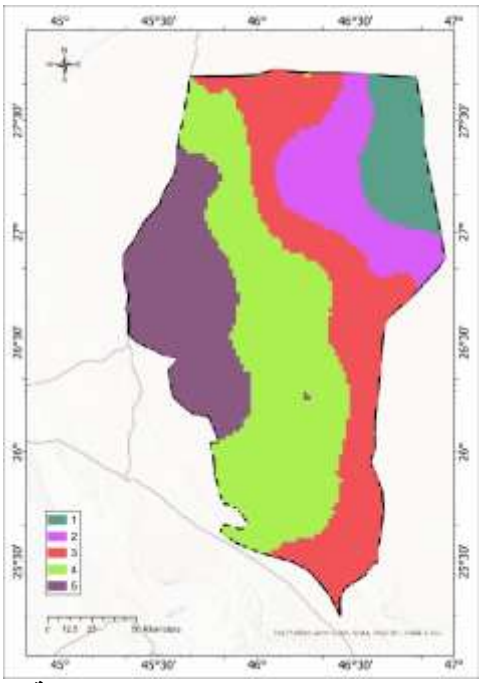
الشكل (١١) التربة حسب الاهمية

المناطق التي تكون فيها هطول الأمطار مرتفعة مع درجات حرارة منخفضة هي الأنسب لحصاد المياه وإقامة المشاريع الخاصة بحصاد المياه لذلك تم إعادة تصنيف طبقة الهطول المطري بأن تكون الأعلى هي الرقم ٥ والادنى هي الرقم ١ ودرجات الحرارة الأدنى هي الرقم ٥ والاعلى هي الرقم ١ الشكل (١٢) والشكل (١٣).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X



الشكل (١٢) الهطول حسب الأهمية



الشكل (١٣) الحرارة حسب الاهمية

في جدول (٢) تم تحديد نسبة الوزن لكل معيار من المعايير بعد تحديد الأولوية حسب مقياس العامل SAATY .

الجدول (٢) أهمية وزن كل معيار حسب مقياس العامل SAATY

ترتيب	المعيار	نسبة الاهمية
١	البعد من الوديان	%١١
٢	البعد من المدن	%٧
٣	التربة	%٢٤
٤	الارتفاع	%١٨
٥	الميول	%١٨
٦	الحرارة	%٩
٧	الأمطار	%١٣
المجموع		%١٠٠

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

لقد اعتمد حساب الاوزان حسب مصفوفة القرار والأهمية في الجدول (٣).

الجدول (٣) مصفوفة القرار

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2.00	0.50	0.50	0.50	2.00	0.50
2	0.5	1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
3	2.00	2.00	1	2.00	2.00	2.00	2.00
4	2.00	2.00	0.5	1	1.00	2.00	2.00
5	2.00	2.00	0.5	1.00	1	2.00	2.00
6	0.50	2.00	0.50	0.50	0.50	1	0.50
7	2.00	2.00	0.50	0.50	0.50	2.00	1

بعد عملية دمج المعايير باستخدام الأداة Weighted Overley يتم تحديد الأماكن المثلى لإقامة مشاريع حصاد المياه التي تتحقق فيها المعايير المحددة بالدراسة الشكل (١٤).

الشكل (١٤) المناطق الملاءمة لمشاريع حصاد المياه

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

يتضح من الشكل (١٤) أنه تتوزع العديد من الأماكن المناسبة لإقامة مشاريع مائية لحصاد المياه وهي في المناطق التي تكون التربة فيها مناسبة لإقامة مثل هذه المشاريع والتي تجاور المجاري المائية، بالإضافة لتحقق المعايير الأخرى. في منطقة قلتة أم قليدة يوجد أكثر من منطقة فيها مناسبة لإقامة هذه المشاريع قرب روضة نورة وروضة بركات، وهناك مناطق أخرى قرب فيضة عزوى، كما أن منطقة خبراء صفية تشكل مناطق واسعة مناسبة لإقامة المشاريع من هذا النوع.

النتائج والتوصيات:

النتائج:

١- تقنية حجز وتخزين المياه الناتجة عن الهطولات المطرية والسيول في فترات سقوطها وتجمعها لاستخدامها وقت الحاجة سواء للري أو الشرب وأو تغذية المياه الجوفية تسمى حصاد المياه

٢- تعتبر البرك المائية من موارد المياه السطحية الهامة والتي تعتبر المصدر الرئيسي للمياه العذبة للعديد من المناطق في المملكة العربية السعودية، تتجدد هذه المياه بشكل دائم من الهطولات المطرية لكنها تكون عرضة للتلوث بفعل الأنشطة البشرية المختلفة

٣- منطقة قلتة أم قليدة: التي تمتاز بنحت طبيعي وفجوات كبيرة من المياه تشبه الشلالات المائية وهي أسفل جبال العرمة إلى الشرق.

٤- تمتد منطقة الدراسة على مساحة تصل إلى ٢٨٠٠٠ كيلومتر مربع تحوي ٩٩.٩٥% منها مناطق جرداء بينما ٠.٠٣٣٥% مناطق خضراء تتألف من حقول متعددة حول المناطق العمرانية التي تشكل ٠.٠١٩٣ % من المنطقة المدروسة حسب ما أوضح تحليل التصنيف المراقب في نظم المعلومات الجغرافية

٥- تلعب المدن دورا أساسيا في تجميع مياه الامطار من خلال استخدام طرق متعددة في تجميعها مثل حصاد المياه على أسطح المباني هو الأسلوب الشائع لتجميع مياه الأمطار لاستخدامها بالحياة اليومية المنزلية أو لتغذية المياه الجوفية

٦- تؤثر التضاريس على تدفق المياه حيث أن المياه تتدفق من المناطق المرتفعة إلى المناطق المرتفعة لهذا تعتبر المناطق المنخفضة هي المناطق الأكثر تجميعا للمياه

٧- تعتبر يجب أن تكون المناطق التي يتم تخزين المياه فيها ذات ميل لا يتجاوز ٥% حتى لا يؤدي ذلك لعمليات انجراف في التربة

٨- يؤثر نوع التربة على كمية المياه المحجوزة حيث أن قوام التربة يلعب دورا رئيسيا في حجز المياه الناتجة عن تساقط الأمطار والتربة في قلتة أم قليدة في جبال العرمة تتألف من تربة (Calcic Yermosols) كلسية هي طبقة نفوذه ولكنها متماسكة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

٩- كمية المياه المحجوزة تعتمد على كمية هطول الأمطار التي تؤدي لزيادة رطوبة التربة متحولة بعدها إلى مياه مخزنة كما تؤثر الحرارة على كمية المياه المخزنة في البرك المائية، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة يسبب زيادة التبخر وهو بدورة يقلل من كمية المياه المخزنة في البرك المائية.

١٠- تتوزع العديد من الأماكن المناسبة لإقامة مشاريع مائية لحصاد المياه وهي في المناطق التي تكون التربة فيها مناسبة لإقامة مثل هذه المشاريع والتي تجاور المجاري المائية، بالإضافة لتحقق المعايير الأخرى. في منطقة قلتة أم قليدة يوجد أكثر من منطقة فيها مناسبة لإقامة هذه المشاريع قرب روضة نورة وروضة بركات، وهناك مناطق أخرى قرب فيضة عزوى.

التوصيات:

١- دراسة الأماكن التي يمكن أن يتم فيها تخزين المياه والتي تقع في أماكن ذات تجمع مياه مطرية عالية وحرارة مناسبة بالإضافة لوجودها ضمن تربة متماسكة.

٢- يجب تخزين المياه في عدة أماكن لاستخدامها في الخدمات المختلفة البشرية والزراعية وإقامة مشاريع حصاد المياه في داخل المدن بما يساعد أيضا على زيادة المياه الجوفية.

٣- استخدام التقنيات المختلفة في دراسة الأماكن المناسبة لإقامة مشاريع حصاد المياه مثل نظم المعلومات الجغرافية يساعد في اتخاذ القرارات المناسبة ذلك.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المراجع:

- الأمم المتحدة - الأسكوا. (٢٠٢١). حصاد مياه الأمطار. الأمم المتحدة.
- حليمة ابراهيم الزبيدي. (٢٠٢٢). نماذج مقترحة لأنظمة الحصاد المائي دراسة تطبيقية على محافظتي المندق وبني حسن. مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية مجلد ٦.
- خضران بن حمدان الزهراني، وصديق الطيب منير. (٢٠٠٧). الأمن الغذائي والمائي في المملكة العربية السعودية: الواقع والتطلعات. الرياض: جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية.
- د. فليح كمال. (٢٠٢٢). ملخص محاضرات مقياس منهجية البحث العلمي.
- د. قيس علي سلطان. (٢٠١٩). التصنيف المراقب وغير المراقب.
- ف فريدريك برانر. (١٩٩٧). معجم مصطلحات نظم المعلومات الجغرافية.
- عبد الملك بن عبد الرحمن آل الشيخ. (٢٠٠٦). حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية. المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة ٢٠٠٦م.
- سامر عوض النوايسة، وميسون بركات الزغول. (٢٠٢٢). اختيار المواقع المحتملة للحصاد المائي باستخدام النمذجة المكانية المتعددة المعايير في حوض وادي الموجب، جنوبي الأردن. مجلة اتّحاد الجامعات العربية للآداب المجلد ١٩ العدد ١، ٢٠٢٢ ص ص ١٣٧- ١٧٤.
- صفاء عبد الأمير رشم الأسدي. (٢٠١٤). جغرافية الموارد المائية. العراق- البصرة: الغدير للطباعة والنشر المحدودة.
- عبد الرحمن بن عبد العزيز النشوان. (٢٠٠٦). أثر التنمية في موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية. المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة ٢٠٠٦م.
- محمد عبيدات، كايد عبد الحق، وعقلة مبيضين. (١٩٩٧). منهجية البحث العلمي: القواعد والمراحل والتطبيقات. عمان الأردن: دار وائل - طبعة ١.
- علي مهدي الدباغ. (٢٠١٢). بوابة الاستشعار عن بعد.
- وزارة البيئة والمياه والزراعة. (٢٠١٨). الاستراتيجية الوطنية للمياه ٢٠٣٠. وزارة البيئة والمياه والزراعة.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

- FAO - UN. (٢٠٠٦). قاعدة المرجع العالمي لموارد التربة - إطار للتصنيف الدولي والربط والاتصال. تقارير الموارد العالمية للتربة ١٠٣.
- عبير منلا حسن، اسكندر اسماعيل، وكامل شديد. (٢٠٠٩). الجدوى المالية لتقنيات حصاد المياه في البادية السورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية - المجلد ٢٥ العدد ٢.
- هيئة تطوير محمية الامام عبد العزيز بن محمد الملكية. (٢٠٢٤). موسم العرمة. هيئة تطوير محمية الامام عبد العزيز بن محمد الملكية.
- ميسون الزغول، ويسرى الحسبان. (٢٠٢٠). الخصائص الطبوغرافية وتقدير كمية الحصاد المائي في قاع الجفر.
- Debebe Demelash ،Seyoum Teshome ،Tessema Negash و ، T. Ayele Gebiaw. (2023). Modeling rainfall-runoff estimation and assessing water harvesting zone for irrigation practices in Keleta watershed, Awash River basin, Ethiopia. GEOCARTO INTERNATIONAL.

المواقع:

- وليد أحمد. (٢٢ يونيو, ٢٠٢٤). أين تقع محمية الملك عبد العزيز الملكية؟ تم الاسترداد من صباح السعودية: https://saudiamorning.com/news1767.html
- جريدة الرياض. (٢١ ٨, ٢٠٢٣). "جبل العرمة".. رمز تاريخي ومَعلم سياحي شامخ. تم الاسترداد من جريدة الرياض: https://www.alriyadh.com/2028563
- الهيئة السعودية للمياه. (٢٠٢٤). منظومة قطاع المياه. https://www.swa.gov.sa/ar/related-sectors/swcc.
- World Soil Information ISRIC .(٢٠٢٤) .World Soil Information ISRIC من الاسترداد تم .World soil distribution: https://www.isric.org/explore/world-soil-distribution
- Eytan Gur و ،Dorothee Spuhler .(٢٠٢٤) .Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox من الاسترداد تم . sswm: https://sswm.info/ar/sswm-solutions-bop-markets/affordable-wash-

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

services-and-products/affordable-water-supply/rainwater-harvesting-%28urban%29

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X