تحليل الملائمة المكانية للتغذية الجوفية الاصطناعية لتحقيق الاستدامة المائية في محافظة ديالى

أ.د عبدالباقي خميس حمادي
Abdulbaki-Hamade@aliraqia.edu.iq
الجامعة العراقية / كلية الاداب / قسم الجغرافية
م.م معن سامي حسين
المديرية العامة لتربية ديالى
Maan.s.hussein@aliraqia.edu.iq

Spatial suitability analysis of artificial groundwater recharge to achieve water sustainability in Diyala Governorate

Abdulbaqi Khamis Hammadi
Maan Sami Hussein

المستخلص

نتيجة شحة مياه الامطار في محافظة ديالى ادى الى انخفاض معدلات تصاريف الانهار , لذا اقتضى البحث عن مصادر مائية اخرى اذ تم الاستعانة بالمياه الجوفية الامر الذي دفع السكان على زيادة حفر الابار ما تسبب فيما بعد حدوث مشكلات منها الهبوط المائي للأحواض الهيدرولوجية في منطقة الدراسة ولمحاولة ايقاف الاستنزاف المستمر للخزانات الجوفية فضلا عن استثمار مياه السيول الموسمية والدائمة , جاءت هذه الدراسة لتحديد المواقع الملائمة لنظم التغذية الجوفية الاصطناعية لتحقيق الاستدامة المائية , بينت الدراسة امكانية اقامة مشاريع نظم التغذية الجوفية وذلك بطرة عديدة منها(احواض الترشيح , طريقة نشر المياه , ابار الحقن) وحسب طبيعة التكوين الجيولوجي للمنطقة المختارة.

وتوصلت هذه الدراسة الى تحديد المواقع المثلى المقترح اقامتها لتغذية المياه الجوفية .

الكلمات المفتاحية (الملائمة المكانية ,التغذية الجوفية ,الاستدامة المائية)

Abstract

As a result of the scarcity of rainwater in Diyala Governorate, river discharge rates decreased. Therefore, it became necessary to search for other water sources, as groundwater was used. This prompted residents to increase the digging of wells, which later caused problems, including the water subsidence of hydrological basins in the study area. In an attempt to stop the continuous depletion of groundwater reservoirs, as well as to invest in seasonal and permanent floodwaters,This study aimed to identify suitable locations for artificial groundwater recharge systems to achieve water sustainability. The study demonstrated the feasibility of establishing groundwater recharge projects using various methods, including infiltration basins, water dispersal, and injection wells, depending on the geological formation of the selected area.

This study identified optimal locations for groundwater recharge.

Keywords: (Spatial suitability, groundwater recharge, water sustainability)

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

ادى التطور السريع في سحب المياه الجوفية الذي اخذ وتيرة متسارعة في الآونة الاخيرة دون ادنى احاطة بالبيئة والامكانات المتاحة , والظروف المناخية التي صاحبة دورات الجفاف المتعاقبة بالإضافة الى تزايد عدد السكان واحتياجهم للماء الذي اسهم في نشاط حفر الابار بشكل كثيف الامر الذي جعل من منطقة الدراسة تحظى بنسبة عالية من حيث معامل الاستغلال والضغط على مواردها المائية المتجددة , وللحفاظ على منسوب المياه في المخازن الجوفية العميقة , فقد اخذت تقنيات التغذية الجوفية الاصطناعية نصيبا وافرا من الاهتمام خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة لمساهمتها الفعالة في ايقاف الاستنزاف المستمر للخزانات الجوفية الطبيعية ومنع التبخر من المياه السطحية ومحاولة لتطوير الزراعة والحد من هدر مياه السيول الموسمية خاصة في موسم هطول الامطار وهذا يعد من محفزات التوسع في مجال التغذية الجوفية حيث تهطل الامطار بغزارة لفترات قصيرة تسيل على اثرها الاودية والشعاب اذ يمكن الاستفادة منها سواء بطريقة مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين اكبر قدر ممكن من الامطار الساقطة او بطريقة غير مباشرة وذلك بتجميع الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين للاستفادة منها في تغذية المياه الجوفية مما يساهم في تحسين خواصها النوعية .

مشكلة البحث: " يمكن صياغة مشكلة الدراسة بالتساؤلات الاتية :

1- كيف يمكن تحديد واختيار المواقع الملائمة ضمن الاودية لتغذية المياه الجوفية في محافظة ديالى ؟

2- ماهي افضل طرق نظم التغذية الجوفية في المواقع المقترحة ؟

فرضية الدراسة :

1-يمكن تحديد واختيار المواقع الملائمة ضمن مجموعة من الاودية في محافظة ديالى لتغذية المياه الجوفية .

2-تعد طرق نظم التغذية الجوفية سواء كانت آبار ترشيح او انشر المياه من الطرق الملائمة للتغذية الجوفية في محافظة ديالى .

اهمية البحث :

ان الحاجة الماسة للمياه الجوفية في محافظة ديالى في الآونة الاخيرة ومن اجل الحفاظ على مخزونها الجوفي يتطلب تحديد بعض من المواقع المتمثلة بمجموعة من الاودية كونها تتلقى كميات كافية من المياه لاسيما في الموسم المطري وسبب دورات الجفاف المتعاقبة ادت الى شحة المياه الجوفية وانخفاض مستوى المياه في الابار لذا تم اختيار عدد من المواقع المقترحة مع اختيار الطرق الملائمة للتغذية الجوفية في هذه المناطق .

اهداف البحث :

تتلخص اهداف البحث فيما يأتي:

1-تحديد اهم المواقع الملائمة في المناطق المختارة لغرض التغذية الاصطناعية لخزانات المياه الجوفية .

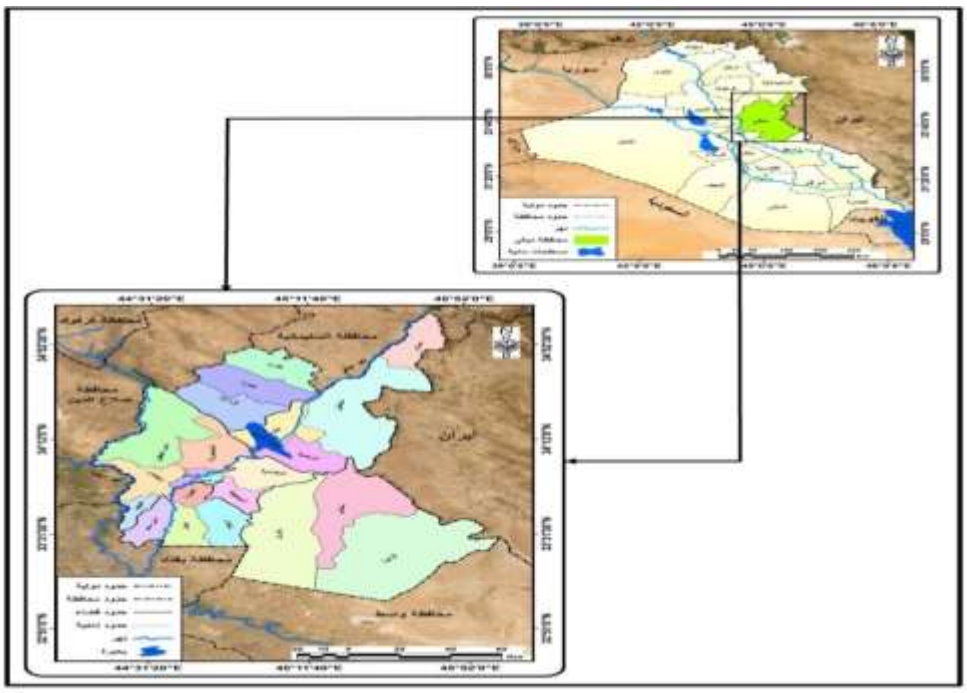
2-تحديد اهم طرق نظم التغذية الجوفية في المواقع المختارة التي تتوافق مع الظروف الجيولوجية في هذه المناطق .

حدود البحث :

تقع محافظة ديالى في الجانب الشرقي من العراق ومركزها مدينة بعقوبة , يحدها من الشمال محافظة سليمانية ومن الشمال الغربي محافظة صلاح الدين وتحدها من الشرق جمهورية ايران الاسلامية ومن الجنوب تحدها محافظة واسط من الغرب والجنوب

الغربي محافظة بغداد , شغلت مساحة قدرت (19086) كم^2 وهي تمتد بين خطي طول (22° 44– 56° 45) شرقا وبين دائرتي عرض (03° 33–05° 35) شمالا , اما الحدود الزمانية فقد اعتمدت الدراسة على البيانات ونتائج التحليل المختبري لعينات مختارة لسنة ٢٠٢٥ .

خريطة(1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة العراق الادارية ومخرجات برنامج Arc Gis 10.5.

١–١التغذية الجوفية الاصطناعية :

يمكن تعريفها على انها زيادة مخزون الطبقات المائية او بزيادة الترشيح الطبيعي للمياه السطحية ومياه الامطار في الخزانات المائية ويتم ذلك برفع المياه السطحية على الرشح داخل التربة عن طريق نشر المياه او عن طريق نشرها في احواض التغذية او عن طريق آبار الحقن [١].

وهي عملية مخططة من قبل الانسان والتي يتم بموجبها تسرب المياه السطحية من الاودية بمعدلات وكميات تفوق التغذية الجوفية الطبيعية عدة مرات , وتنفذ هذه الطريقة بمساعدة سدود التغذية او احواض التغذية الصناعية , وقد اعتبرت هذه الفكرة واحدة من الوسائل العملية القليلة المستخدمة في تعزيز وزيادة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة [٢]

ومن الطرائق الرئيسة المستعملة لتغذية المياه الجوفية اصطناعيا هي :-

أ-احواض الترشيح Filtration basins :-

تعرف بالبرك المائية الصناعية لتخزين مياه السيول تتألف عادة من احواض ترابية يتم حفرها في سطح الارض في مناطق قليلة الانحدار تستقبل مياه الجريان السطحي القادمة اما من الوادي او من منطقة مستجمع مائي كبير, تتم هذه الطريقة من خلال تسرب المياه في طبقات رملية حصوية الى سطح المياه الجوفية الحرة , وتأخذ هذه الطريقة اشكالا مختلفة سواء من خزانات السدود او من خلال الحفائر وكذلك التسرب من مجاري السيول والوديان [٣], وفي منطقة الدراسة يمكن الاستفادة من سيول مياه الامطار التي تأتي بكميات كبيرة وخاصة عبر الوديان الرئيسة في المناطق المحاذية للمرتفعات الجبلية من الجهة الشمالية والشمالية الشرقية حيث وجود السفوح الجبلية التي تكون ذات انحدارات معتدلة ووجود المناطق المنخفضة كما ان وجود المجاري المائية الموسمية التي تكون احواضا مائية يمكن الاستفادة منها في عمل احواض الترشيح كما في مناطق (خانقين وكفري)

ب-طريقة اقامة السدود القاطعة للوديان في المناطق الجافة

Building dams on valleys-:

تقام السدود بشكل عامودي على مسار حركة المياه الجوفية وذلك لأعاقه مياه الوديان من الجريان والسماح لها بالتغلغل الى الطبقات الصخرية مما تسهم في تغذية المياه

الجوفية وعادة ما يتم اقامتها اما في المناطق الصخرية الكلسية التي تحتوي على التشققات العالية او في المناطق ذات الرسوبيات القارية التي تكون في المناطق ذات النفاذية العالية كالحصى والرمل وهذا ما يلائم منطقة الدراسة فهناك العديد من الوديان الرئيسة والثانوية سيما في الجزء الشمالي الشرقي التي من الممكن انشاء السدود عليها , اذ يمكن بناء السدود الترابية والكونكريتية لخزن المياه والاستفادة منها في عمليات التغذية الجوفية ومن اهم هذه الوديان الموضحة في خريطة(3)

ج-طريقة آبار الحقن Injection Wells :

تستعمل هذه الطريقة لتغذية الطبقات المائية التي يكون فيها استعمال أحواض التغذية غير عملي , ويطلق على الآبار المستخدمة في هذه الطريقة (آبار الحقن) ويشترط في استخدام هذه العملية ان تكون المياه المستعملة ذات نوعية جيدة ويجب ان تكون مواصفاتها مطابقة لمواصفات مياه الشرب , وتستعمل آبار الحقن من اجل تخزين المياه تحت الارض واعادة استعمالها عند الحاجة , ويتم استعمال هذه الطريقة في المناطق التي تحدث فيها فيضانات فجائية في المناطق الجافة بحيث تحجز المياه خلف السدود معدة مسبقا , ثم يتم حقنها الى الماء الجوفي , او في مناطق المدن التي تزداد فيها مياه الامطار التي تجري في شوارعها اثناء العواصف المطرية , لذلك فأن بالإمكان جمع هذه المياه عن طريقة شبكات مجاري خاصة بمياه الامطار ثم حقنها الى الماء الجوفي [٤] ففي منطقة الدراسة التي تتميز بموقعها الجغرافي القريب من المرتفعات الجبلية على طول الشريط الحدودي والتي تعد اهم مصادر تغذية المياه الجوفية من خلال سيول الامطار اذ يمكن عمل العديد من الابار المعدة لهذا الغرض.

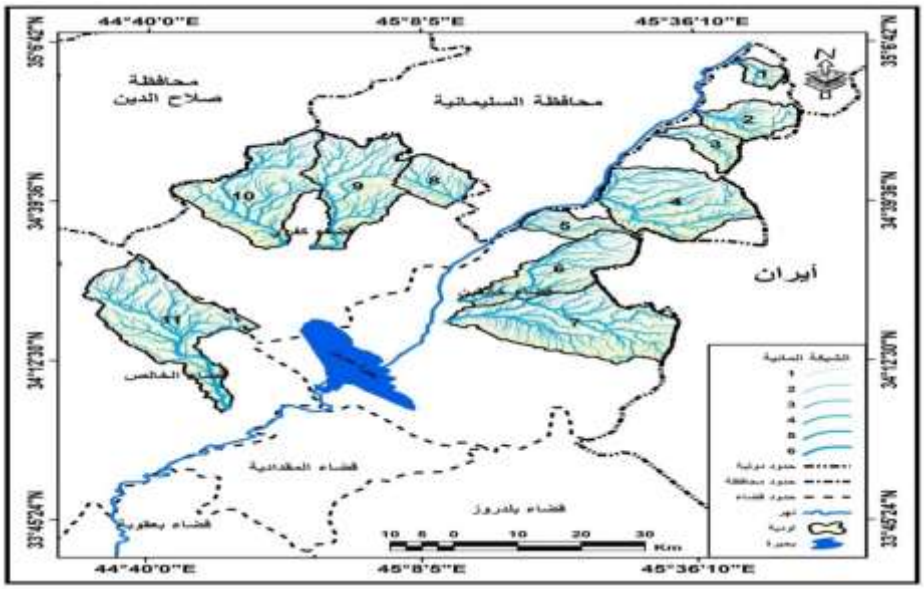
د- طريقة نشر المياه (الترشيح) :

تتلخص هذ الطريقة بنشر الماء على سطح الارض ومن ثم الى طبقات التربة غير المشبعة وصولا الى الجزء المشبع بالماء , ويعرف الترشيح بحركة الماء العمودية من سطح الارض الى الطبقة الصخرية الحاملة للماء اما معدل الترشيح فيقصد به حجم المياه المتسربة الى باطن الارض خلال وحدة من الزمن وتعتمد حركة الماء المرشح الى الاسفل على عدد من العوامل اهمها النفاذية العمودية للتربة , اما فيما يخص منطقة الدراسة فيمكن تنفيذ هذه الطريقة بغية الاستفادة من مياه الامطار والسيول التي تنحدر من المرتفعات الشمالية والشمالية الشرقية والتي غالبا ما تسبب الفيضانات من خلال اقامة سدود يتم اقامتها على الوديان الثانوية ومن ثم الى المنخفضات [٥]

١-١-١ الشبكة المائية Sewage network:

فوق أسطح الاراضي المنحدرة او تلك الاسطح ذات الانحدار الشديد سيما في موسم سقوط الامطار تتكون العديد من المجاري المائية التي تتبع اتجاهاتها الانحدار العام لسطح الارض والذي يكون في معظم الاحيان مع اتجاه ميل الطبقات , وتبدو هذه المجاري على شكل شبكة نهرية طولية موازية لبعضها ويختلف بعد المسافة التي تفصل جانبي كل منها تبعا لاختلاف التركيب الصخري وكمية الامطار الساقطة والتي يطلق عليها تعبير (المجاري الاولية) , وقد تختلف اعماق مجاري هذه الانهار فأذا كان هناك واديا اكبر حجما وعمقا من الاودية الصغيرة المجاورة له فأنه يعمل على جمعها في واديه نتيجة لسرعة التعرية الخلفية والجانبية التي يقوم بها بالنسبة للأنهار الاخرى المجاورة [٦]

خريطة(2) الشبكة المائية في المنطقة المختارة لعام 2025



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٤/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

١-١-٢انماط الشبكة المائية :

يقصد به الشكل الناتج من اتصال المجاري بعضها البعض او اتصالها بالمجرى الرئيس وهو في تغير مستمر وغالبا ما تتدرج من نمط لأخر بحيث يبدو عدم ثبات النمط الواحد وذلك تبعا لعدة عوامل منها طبيعة التضاريس ودرجة الانحدار وطبيعة المناخ السائد فضلا عن اختلاف الطبقات الصخرية ونظام بنيتها ومدى تجانسها , كما انها تعطي صورة واضحة عن طبيعة وهيدرولوجية الاحواض المائية وعند ملاحظة الخريطة(2) يتبين اهم انماط التصريف النهري السائدة في منطقة الدراسة :

-**نمط التصريف الشجري**: له نمط شبيه بأغصان الاشجار مع تفرع غير منتظم من الروافد في العديد من الاتجاهات ويظهر في الغالب على طبقات افقية ومقاومة بشكل

متماثل ورواسب غير متماسكة [٧] ويظهر هذا النمط في اجزاء متفرقة من المنطقة لا سيما في المرتبة الاولى والثانية والثالثة .

-**نمط التصريف المتوازي** : وهو ابسط انماط التصريف النهري على الاطلاق ويتألف من عدد من المجاري النهرية التابعة التي تجري متوازية على وجه التقريب ويعتبر التصريف النهري المتوازي ميزة تختص بها المناطق التي تتألف من طبقات صخرية تميل بأنتظام [٨] كما قد يتكون هذا النمط من الصرف تبعا للظروف الصخرية والتكتونية التي تؤدي الى تشكيل مسيلات ومجاري نهرية طويلة متوازية الامتداد , ويظهر هذا النمط في اجزاء متفرقة من المنطقة .

-**نمط التصريف المركزي** : ويتكون هذا النمط من التصريف من عدد من المجاري المائية تلتقي في ارض حوضية الشكل , تتجه اعمق اجزائها هابطة من الاراضي المرتفعة المحيطة , وعند الرجوع للخريطة (2) يتبين ان هذا النمط ينتشر في اجزاء متفرقة من الاودية المختارة لمنطقة الدراسة .

-**نمط التصريف الشعاعي** : تمتاز هذه المجاري بأنها تجري الى الخارج في جميع الاتجاهات من موقع مركزي مرتفع وهناك عوامل اخرى غير عامل الارتفاع قد ساعدت في تشكيل هذا النمط تمثلت بعدم تجانس التجانس في طبيعة الصخور اس وجود مناطق صلبة على تماس مباشر مع صخور اقل صلابة جعلت المجرى الرئيسي يسلك اتجاهه في مناطق الضعف الصخري [٩] يسود هذا النوع من النمط في جميع الاودية المختارة ضمن المنطقة .

١-٢تحديد الاودية المثلى المختارة لتغذية المياه الجوفية :

لكون الهدف الرئيس لهذه الدراسة هو تحديد نظم عملية تغذية المياه الجوفية لتعويض النقص الحاصل في المخزون المائي الجوفي من خلال استخدام احدى نظم التغذية

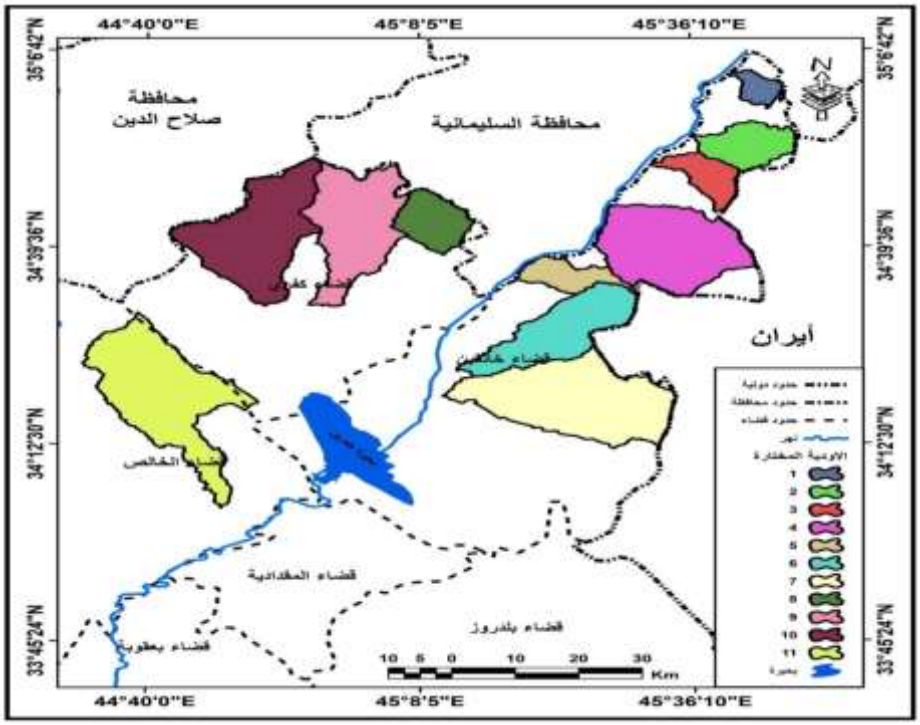
الاصطناعية عن طريق نشر مياه التساقط او تصميم حواجز توضع على مجاري الوديان الموسمية لأعاقه جريان الماء السطحي واطالة زمن غيض الماء داخل التربة او عن طريق حفر آبار الحقن وعلى اعماق مختلفة حيث تصلح هذه الابار لتغذية الخزانات الجوفية المحصورة او غير المحصورة لذلك تم الاعتماد على الاودية الموضحة في الجدول(1) و الخريطة (١) التي تقع جميعها في قضائي (خانقين وكفري) والتي تتميز بارتفاع سطحها مما يزيد من فرص تشكل الغيوم بالتالي زيادة كمية الامطار الساقطة فضلا توافق مواقع هذه الاودية مع حركة المياه الجوفية (كما تم ذكره في الفصل الثاني) تختلف هذه الاودية من حيث المساحة اذ شغل الوادي (7) اكبر المساحة والتي شغلت حوالي (517) كم^{٢} يليه الوادي (11) بمساحة قدرت (510) كم^{٢} في حين جاء الوادي (10) بمساحة (423) كم^{٢} , اما الوادي (4) الذي شغل مساحة (403) كم^{٢} , في حين شغل الوادي (9) مساحة قدرت (362) كم^{٢} , فيما شغل الوادي (6) مساحة قدرت (282) كم^{٢} , اما الوادي (2) فقد شغل مساحة قدرت (132) , في حين شغل الوادي (8) مساحة قدرت (129) كم^{٢} , اما اقل الاودية من حيث المساحة فقد جاء الوادي (3 , 5 , 1) بمساحة بلغت (93 , 90 , 46) على التوالي .

جدول(1) مساحة الاودية المختارة لمنطقة الدراسة لعام ٢٠٢٥

رقم الوادي	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الوحدة الادارية	خانقين	=	=	=	=	=	=	كفري	=	=	=
المساحة كم^{٢}	46	132	93	403	90	282	517	129	362	423	510

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (١) .

خريطة(١) الاودية المختارة في منطقة الدراسة لعام 2025



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

١-٣ الجريان السطحي RUNOFF:

تعرف المياه الجارية فوق سطح الارض بالسيول , وتعد أهم جزء في الدورة الهيدرولوجية للمياه ويبدأ الجريان السطحي عادة في الطبيعة في القنوات والمجاري المائية الصغيرة في المنطقة المرتفعة , ثم تتجمع لتشكل قنوات اكبر وتنتهي في الاودية التي تحمل المياه لتصب في البحار او تختفي في الارض [١٠]

وعند دراسة الجريان السطحي المصاحب للعواصف المطرية او التنبؤ بوقوعها يجب الاخذ بالاعتبار عدد من العوامل من اهمها كميات وتوزيع الامطار , الفترة الزمنية للهطول , تضاريس الاحواض المائية , درجة انحدار المجرى , سرعة المياه المتدفقة

, نوع التربة وكثافة الغطاء النباتي , يشمل الجريان السطحي بشكل عام المياه التي تصل الى المجرى المائي منطلقة فوق السطح دون ان يحدث لها رشح عميق لكي تصل الى منسوب الماء الجوفي ويمكن تقسيم الجريان السطحي الى قسمين الاول هو ذلك الجزء الذي يسرى ويتدفق مباشرة فوق سطح الارض بعد الهطول مباشرة حتى يصل الى مجرى الوادي , اما القسم الثاني هو ذلك الجزء من المياه التي ترشح رشحا سطحيا خلال التربة والتي تكون عادة طبقة رقيقة من التربة الرخوة حتى تصل الى طبقة شبه صماء او صماء حيث تتجمع هذه المياه فوق هذه الطبقة حتى تصل الى المياه الجوفية اما الجزء الاخر فيتحرك افقيا حتى يصل الى مجرى الوادي وتسمى هذه المياه الاخيرة التي تحركت افقيا ووصلت الى مجرى الوادي " عاصفة التدفق السطحي " [١١].

١-٣-١تقدير حجم الجريان السطحي وفق طريقة (SCS-CN):

تتطلب الدراسات الهيدرولوجية التعرف على النظام السطحي الهيدرولوجي ومدى تأثيره على السطح وما يترتب عليه من كيفية والية الاستفادة من هذا الجريان كونه موردا مائيا مهما واستغلاله في تنمية المنطقة وتطويرها في شتى المجلات من جهة والاستفادة منه في اعادة تغذية الخزانات الجوفية من جهة اخرى سيما في البيئات الجافة وشبه الجافة التي يكون فيها الجريان السطحي احد اهم الموارد المائية الطبيعية ومن لمعروف ان منطقة الدراسة تعاني من هبوط مائي في احواضها الجوفية مما ترك اثرا على خصائص مياهها الجوفية كما تم توضيحه سابقا في الفصل الثالث فضلا عن كون منطقة الدراسة تقع ضمن المنطقة شبه الصحراوية ذات الامطار المتذبذبة , وان من ضمن الحلول الواسعة الانتشار في هذا المجال هو نموذج الارقام المنحنية للجريان السطحي (RUNOOF CURVE NUMBER) , وان من مميزات هذا النظام هو

تغطيته الدقيقة والشاملة لكافة استعمالات سطح الارض , فضلا عن اعطاءه صورة واضحة ودقيقة عن رطوبة التربة وكذلك مدى مسامية ونفاذية الترب من خلال تقسيمه لهذه الترب الى اربع مجموعات هيدرولوجية لتبين لنا مدى ملائمة اي من هذه المجموعات في نشوء الجريان السطحي .

ان استخدام نموذج (CN–SCS) يهدف الى فهم الحالة الهيدرولوجية لوديان المنطقة كون اغلب هذه الوديان موسمية الذي يعد التساقط المطري المصدر الاساس لمياه هذه الاودية , لذا فأن استثمار هذه الكميات تتطلب البحث عن السبل في مجال طرائق التغذية الجوفية , فضلا عن توظيف برمجيات (GIS) في ادارة المعلومات ومعالجتها وتنظيمها وعرضها واعداد طبقاتها لتقدير الجريان السطحي , وان النموذج (CN–SCS) عبارة عن مجموعة من المعادلات والتي تعتمد على المدخلات (غطاءات الارض , الغطاء النباتي , مجموعات الترب الهيدرولوجية , كميات الامطار) , اما قيم (CN) فيعتمد على ثلاثة عناصر (الغطاء الارضي , مجموعات الترب الهيدرولوجية , رطوبة التربة) كما يتطلب النموذج الرياضي (SCS–CN) الخاص باحتساب خصائص عمق وحجم الجريان السطحي من خلال استخلاص منحنى (CN) .

اولا– استخلاص قيمة (CN)

ولغرض دراسة الجريان السطحي للأودية المختارة ضمن منطقة الدراسة ومعرفة اي الاودية اسرع استجابة للجريان السطحي تم دراسة قيم (CN) لهذه الاودية من حيث خصائصها الهيدرولوجية التي تعكس افضل الطرق التي يمكن اعتمادها في التغذية الجوفية اذ يتضح من الجدول(٢) و الخريطة (٢) ان قيم (CN) جاءت مرتفعة ولمعظم اجزاء المنطقة وهذ مؤشر جيد كما ان هناك تباينا للأودية في سرعة استجابتها

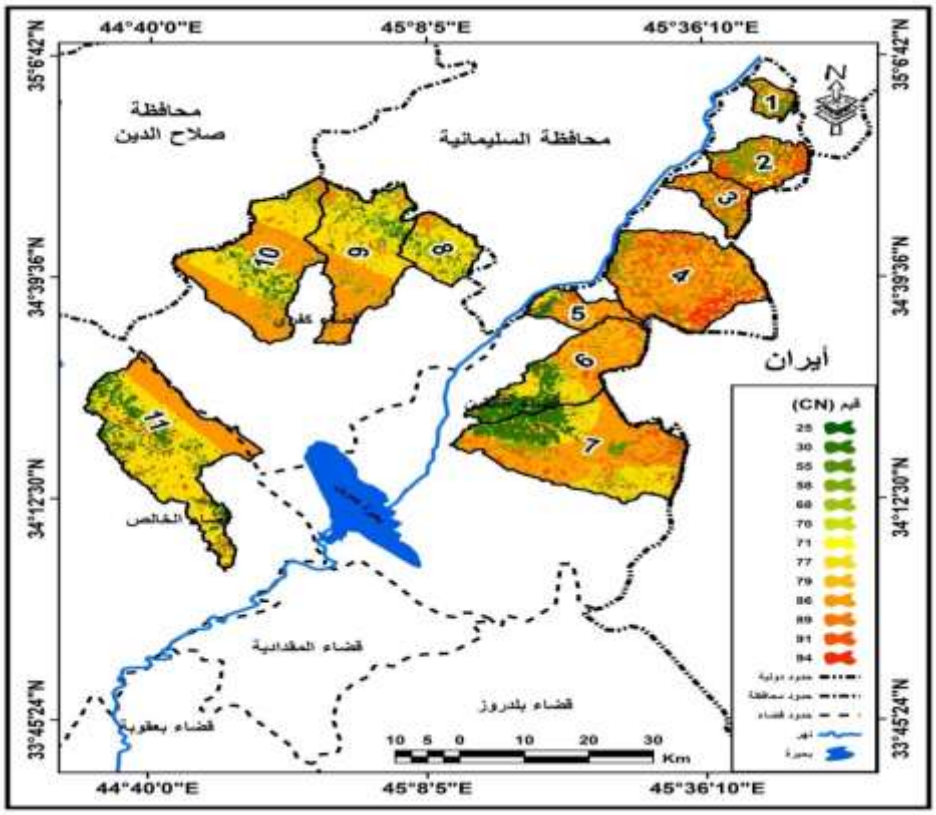
للجريان السطحي بحسب قيم (CN) , اذ نجد ان القيمة (86) شغلت المساحة الاكبر في الاودية المختارة والتي قدرت مساحتها (854) كم^{2} تليها القيمة (77) التي شغلت مساحة تقدر ب(734) كم^{2}, اما القيمة (91) فقد شغلت مساحة قدرها (276) كم^{2} في حين شغلت القيمة (79) مساحة قدرها (249) كم^{2} , اما القيمة (30) فقد شغلت مساحة قدرها (248) كم^{2} اما القيمة (68) فقد شغلت مساحة قدرها (168) كم^{2} , في حين شغلت قيمة (89) مساحة قدرها (139) كم^{2} , فيما شغلت مساحة القيمة (58) (118) كم^{2} , اما القيمة (55) فقد شغلت مساحة قدرها (86) كم^{2} في حين شغلت القيمة (25) مساحة قدرها (46) كم^{2} , اما القيمة (94) فقد شغلت مساحة قدرها (37) كم^{2} في حين شغلت القيمة (70) مساحة قدرها (19) كم^{2} , اما القيمة (71) فقد شغلت المساحة الاقل والبالغة (14) كم^{2}.

جدول(٢) قيم (CN) للاودية المختارة لعام ٢٠٢٥

المساحة كم٢	قيم (CN)	قيم (S)	قيم (La)	قيم (Q)	قيم (QV)
46	25	762	152.4	8.51	391421
248	30	592.67	118.53	19.82	4916314
86	55	207.82	41.56	94.93	8164049
118	58	183.93	36.79	104.57	12339696
168	68	119.53	23.91	136.77	22977460
19	70	108.86	21.77	143.19	2720662
14	71	103.75	20.75	146.4	2049593
734	77	75.87	15.17	165.56	1.22E+08
249	79	67.52	13.5	171.92	42807290
854	86	41.35	8.27	194	1.66E+08
139	89	31.39	6.28	203.37	28268969
276	91	25.12	5.02	209.6	57848699
37	94	16.21	3.24	218.89	8098745
2988					

المصدر: بالاعتماد على الخريطة(٢) والمرئية الفضائية(Land sat 8) .

خريطة(٢) قيم (CN) لأودية منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

-تصنيف الغطاء الارضي واستخدامات الارض :

تكون معدلات الترشيح عالية في الترب ذات الغطاء النباتي وتهبط الى ادنى مستوياتها في الترب الخالية والمكشوفة نتيجة لامتصاص المجموعة الخضرية لطاقة القطرات المطرية الساقطة وبالتالي تجزئتها الى عدة جزيئات وعند وصولها للسطح تكون قطرات مائية ضعيفة لا طاقة لها مما يقلل من فرصة ارتشاحها نحو الداخل , فضلا على ان استخدام الارض تأثير مباشر على معدل الارتشاح حيث تتعرض مسامية التربة الى التغيير , فالحراثة تؤثر على معدل الارتشاح من خلال زيادة مسامية التربة نتيجة

تفكيك الانغلاق الذي يصيب سطح التربة , بينما الترب التي تتعرض الى حمولة رعوية كبيرة ورعي جائر يؤدي الى تعرض حبيباتها للتراص وبالتالي تقليل نفاذيتها ولمعرفة الغطاء الارضي واستخدامات الارض في الاودية المختارة فقد تم الاعتماد على المرئية الفضائية (**Land sat 8**) التي بينت خمسة وحدات غطائية للمنطقة وعلى النحو الاتي :

1- الاراضي الزراعية :

تنتشر هذه الاراضي في مساحات متفرقة من الاودية المراد دراستها وتمثل الاراضي التي يتم زراعتها بتدخل الانسان لأنتاج الغذاء فضلا عن انتاج العلف الحيواني معتمدة على مياه الابار والتساقط المطري كما تشمل الاراضي الزراعية المتروكة او المحروثة تشغل هذه الاراضي مساحة بلغت (**369**) كم^{2} وبنسبة (12.3%) من اجمالي المساحة الكلية .

جدول(٣) الغطاء الارضي في منطقة الدراسة لعام 2025

النوع	المساحة كم^{2}	النسبة %
اراضي زراعية	369	12.3
اراضي رطبة	141	4.7
منحدرات جرداء	459	15.3
مراعي طبيعية	449	15
اراضي جرداء	1570	52.5
المجموع	2988	100

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٣) .

2- الاراضي الرطبة :

تتمثل هذه الاراضي في امان تجمع المياه في الاودية سيما في الاودية الشمالية من منطقة الدراسة تشغل مساحة نحو (141 كم^{2}) وبنسبة (4.7%) فضلا عن الرواسب

التي تجمعت بفعل عمليات التعرية النهرية فكلما زاد عدد مجاري الحوض المائي واتسعت رقعتها زادت كمية المياه القادمة اليه مما يزيد من كم الرواسب .

3- منحدرات جرداء :

تمثل الاراضي التي تكون خالية من الغطاء النباتي وتتصف هذه الفئة من الاراضي ذات النفاذية القليلة التي لا تسمح بتسرب كميات كبيرة من الماء الى داخل التربة بالتالي تعمل على تكوين جريان سطحي مع وجود انحدار للسطح تشغل هذه الارضي مساحة نحو **(459)** كم^{2} وبنسبة (15.3%) من المساحة الاجمالية .

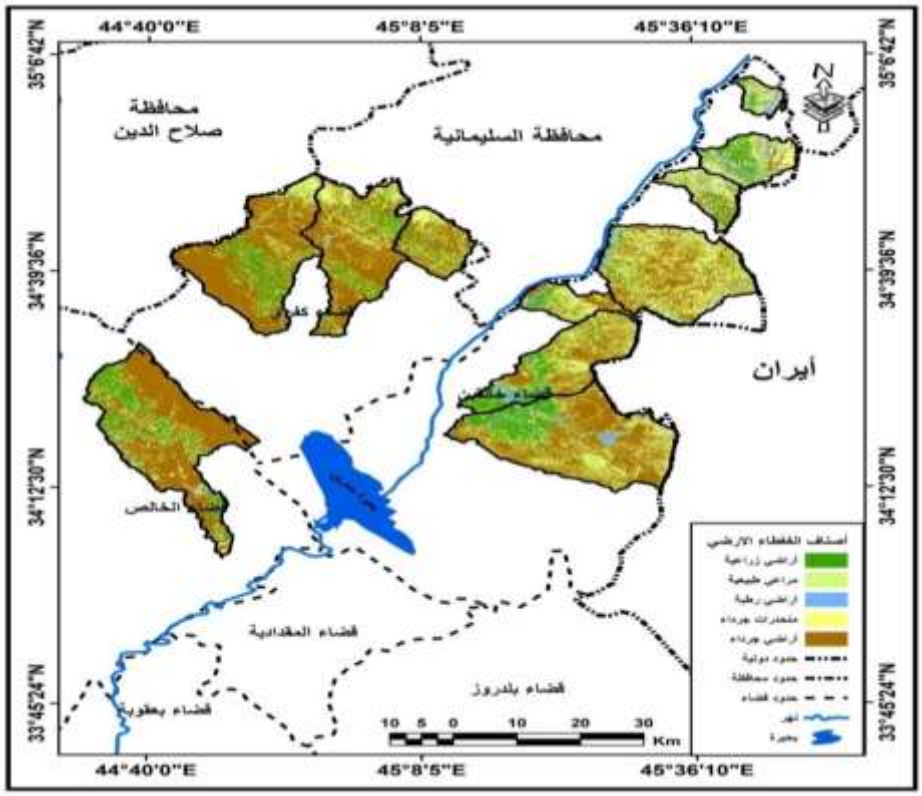
4- مراعي طبيعية :

تتألف هذه الفئة من اعشاب فقيرة وبعض النباتات الحولية التي تنمو عقب موسم سقوط الامطار وتختلف كثافتها من منطقة الى اخرى وهي متناثرة على سفوح منحدرات جوانب الاودية تشغل مساحة نحو (449) كم^{2} وبنسبة (15)% ويكون للغطاء النباتي اثر مباشر في حجم الجريان السطحي , وكلما زادت كثافته انخفضت كمية المياه الجارية على السطح .

5- اراضي جرداء :

تمثل هذه الفئة جميع المناطق غير المستغلة في هذه الاودية وتشغل مساحة **(1570)** كم^{2} وبنسبة (52%) من اجمالي المساحة الكلية وتتوزع هذه الاراضي في جميع مناطق الاودية وتتسم أرتفاع نسبي لمعدل النفاذية ما يزيد من فرص تسرب المياه داخلها .

خريطة(٣) الغطاء النباتي في الاودية المختارة



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

-مجموعات الترب الهيدرولوجيةHydrologic Soil Groups

تعد نوعية التربة من العوامل الهامة المؤثرة في كمية الجريان السطحي اذ اعدت مصلحة حفظ التربة الامريكية (SCS) جدولا خاصا للتربة الهيدرولوجية يتضمن تقسيمها الى اربع فئات (A–B–C–D) ولكا فئة مدلول رقمي بالتالي فهي تكشف عن مدى تأثير نسيج التربة في نشوء الجريان السطحي [١٢].

جدول(٤) المجموعات الهيدرولوجية للتربة حسب طريقة (SCS)

الصنف	عمق الجريان	نوعية التربة
A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جدا من الطين والغرين
B	متوسط	طبقة رملية اقل عمق من الصنف A مع معدل ارتشاح متوسط
C	فوق المتوسط	طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة مع معدل ارتشاح دون المتوسط
D	عالي	طبقة طينية مغطاة بطبقة ضحلة من الغرين الناعم او طبقة صخرية منكشفة

المصدر: Soil Conservation Service,1986 Technical releases 55

من خلال الاشارة للجدول(٥) والخريطة(٤) الخاصة بالوديان المختارة في منطقة الدراسة لقياس معدل النفاذية للمجموعات المختلفة من التربة والتي صنفت على النحو الاتي :

المجموعة A : تشمل المناطق التي يكون فيها الجريان السطحي قليل كونها ترب رملية ذات نفاذية عالية للماء بالتالي تعمل على تقليل سرعة المياه الجارية مما يؤدي الى زيادة نسب التبخر وتسرب كميات كبيرة من المياه داخل التربة , ويتضح من الخريطة بأنها تشغل النسبة الثانية بعد الصنف B في الاودية المختارة اذ شغلت مساحة (1355) كم^{٢} وبنسبة (45%) من اجمالي مساحة الاودية الكلية .

المجموعة B : تتكون هذه المجموعة من الترب الضحلة ذات النسيج الخشن وهي عبارة عن خليط من الحصى والفتات الصخري والجلاميد وع قليل من السلت ذات معدل ارتشاح متوسط مما تساعد على استمرار الجريان السطحي وبالتالي تعمل على تقليل سرعة الجريان السطحي تشغل هذه المجموعة النسبة الاكبر في الاودية المختارة في منطقة الدراسة والتي بلغت (1551) كم^{٢} وبنسبة (51%) من اجمالي المساحة الكلية .

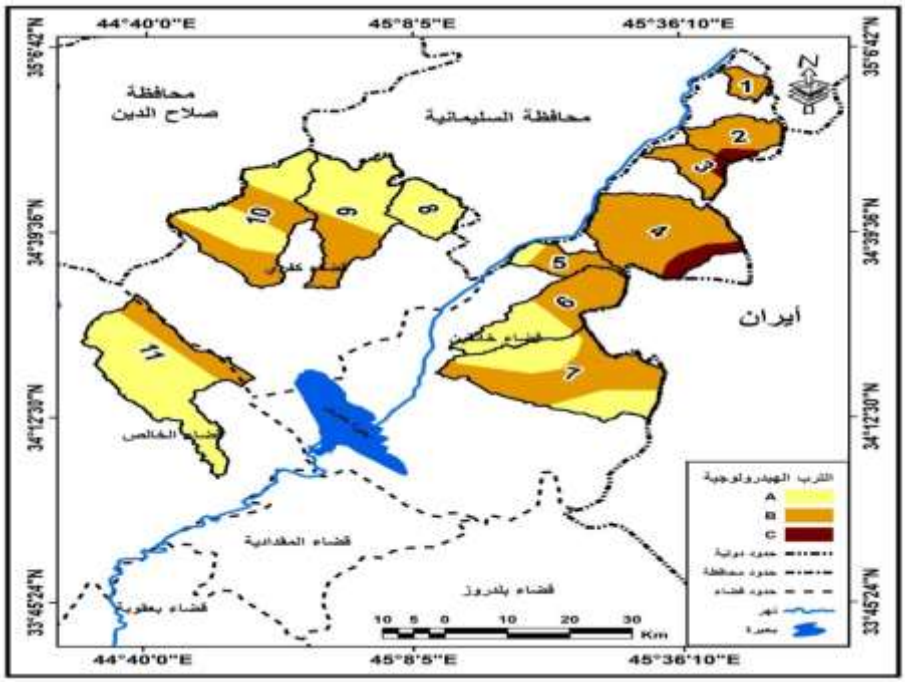
المجموعة C : تتميز هذه المجموعة بالنسيج الخشن ويغلب على مكوناتها الحصى المختلط بالتربة الرملية وهي ذات معدل ارتشاح دون المتوسط مما تساعد على زيادة استمرار الجريان السطحي , تشغل هذه المجموعة مساحة نحو (82) كم^{2} وبنسبة بلغت (2.7%) .

جدول(٥) مساحة ونسب الترب في منطقة الدراسة

الصنف	المساحة كم^{2}	النسبة المئوية%
A	1355	45
B	1551	51
C	82	4
المجموع	2988	100

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (٤)

خريطة (٤) مجموعات الترب الهيدرولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

ثانيا- حساب معامل امكانية الاحتفاظ بالماء بعد الجريان (S) : لحساب الجريان السطحي بصورة دقيقة نحتاج معرفة مدى قدرة الترب على الاحتفاظ بالماء ويرتبط هذا المعامل بنوع التربة والغطاء الارضي وكلما اقتربت قيم (S) من الصفر دل ذلك على ضعف امكانية التربة في الاحتفاظ بالماء بالتالي زيادة كمية الجريان السطحي في حين ترتفع امكانية التربة في حفظ الماء على السطح كلما زادت قيمة هذا المعامل[١٣]. ويتم حسابه من خلال المعادلة الاتية :

$$S=\frac{25400}{CN}-254$$

يتضح من الجدول (٢) والخريطة(٥) ان قيم المعامل في منطقة الدراسة تراوحت ما بين **(16.21-762)** ملم لذا فقد قسمت المنطقة الى ثلاث فئات:

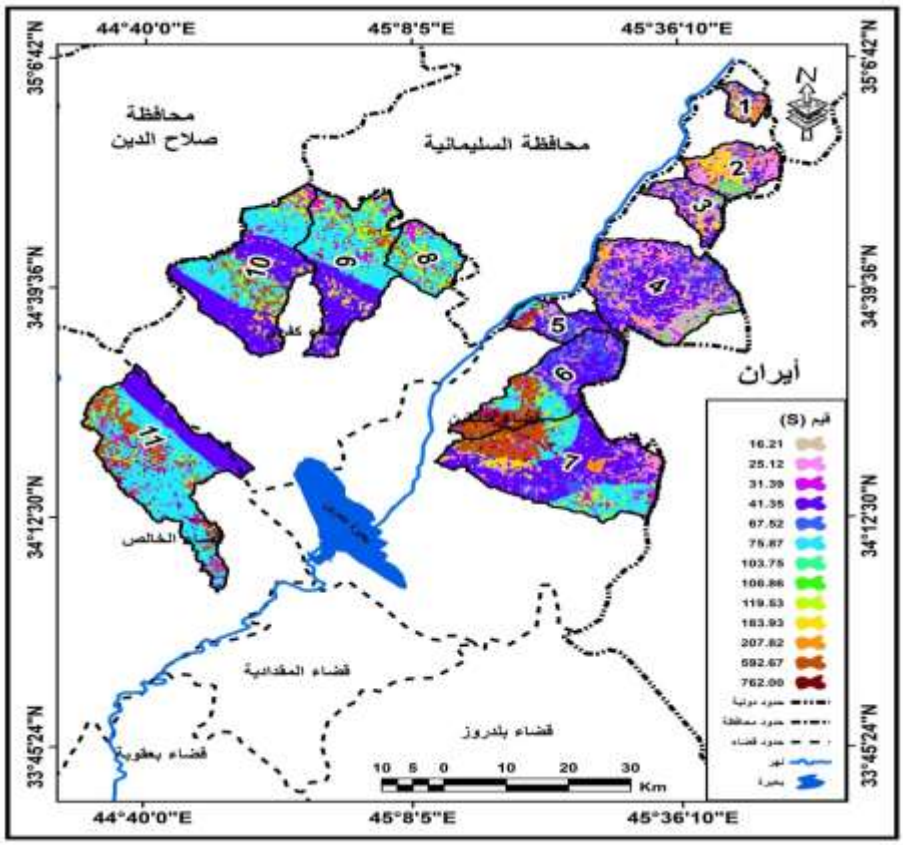
-الفئة الاولى (١٦.٢١-٧٥) ملم والتي شغلت مساحة (٢٢٨٩) كم^{٢}

-الفئة الثانية (١٠٣.٧٥-١٨٣.٩٣) ملم والتي شغلت مساحة (٣١٩) كم^{٢}

-الفئة الثالثة (٢٠٧.٨٢-٧٦٢)ملم والتي شغلت مساحة(٣٨٠) كم^{٢}

نستنتج مما سبق ان القيم الدنيا لمعامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء شغلت المساحة الاكبر ضمن اودية المنطقة وهذا مؤشر على عدم قدرة التربة الاحتفاظ بالماء بالتالي زيادة الجريان السطحي في حين اتصفت الاجزاء الاخرى للمنطقة التي اخذت مساحات اقل بقدرة التربة بالاحتفاظ بالماء مما تقلل من نسبة الجريان السطحي.

خريطة(٥) قيم معامل (S) في الاودية المختارة



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

ثالثا- حساب معامل الاستخلاص الاولي (Ia) : يقصد به مقدار الفواقد قبل الجريان السطحي عن طريق التبخر والتسرب والاستخلاص الاولي هو احد العناصر الهامة في حساب كمية الجريان السطحي , وتقدر قيمة هذا المعامل بخمس قيمة معامل (S) اذ تشير القيم القريبة من الصفر الى قلة كمية الفواقد بالتالي تساعد على حدوث كميات كبيرة للجريان السطحي والعكس صحيح ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية:

$$La=0.2s$$

ومن خلال تطبيق المعادلة اعلاه يتضح من الجدول (٢) والخريطة (6) ان قيمة هذا المعامل تراوحت بين (**3.24–152.4**) ملم والتي يمكن تقسيمها الى ثلاث فئات

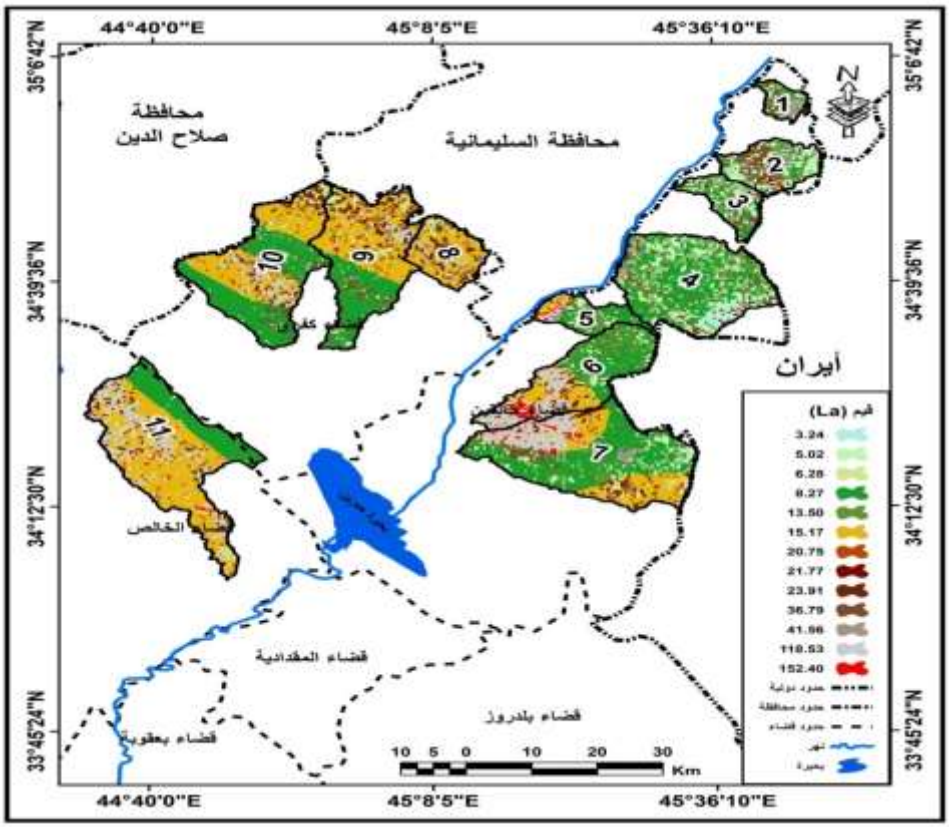
-الفئة الاولى (٣.٢٤-١٥.١٧) ملم والتي شغلت مساحة (٢٢٨٩) كم^{٢}

-الفئة الثانية (٢٠.٧٥-٤١.٥٦) ملم والتي شغلت مساحة (٤٠٥) كم^{٢}

-الفئة الثالثة (١١٨.٥٣-١٥٢.٤) ملم والتي شغلت مساحة (٢٩٤) كم^{٢}

نستنتج من ذلك ان المساحات القريبة من الصفر بلغت المساحة الاكبر والتي تمثل ضائعات مائية قليلة في الاودية المختارة مما يدل على امكانية توليد جريان مائي سطحي اما القيم البعيدة من الصفر فتمثل المساحة الاقل وهي تمثل الاماكن التي تزيد فيها فاقد المياه وهي مناطق لا تتسم باحتفاظها بالمياه والقدرة العالية على الجريان يساعدها في ذلك طبيعة الانحدار السائدة التي تتجه من الشمال والشمال الشرقي باتجاه الجنوب مما يوفر بيئة ملائمة تساعد في انشاء نظم التغذية الجوفية.

خريطة(٦) قيم معامل (Ia) للاودية المختارة



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

رابعا- حساب عمق الجريان السطحي (Q) : يقصد به كمية المياه التي تجري في منطقة ما الذي يفوق القدرة الامتصاصية للتربة فيتحرك وفق جيمورفولوجية السطح والانحدار الى ان يصل الى المجاري المائية ليصب بها ويصبح جزءا منها ويتم حسابه من المعادلة التالية :

$$Q=\frac{(p-0.2s)2}{p+0.8s}$$

يتضح من الجدول(٢) والخريطة (٧) ان قيمة هذا المعامل تراوحت بين (8.51-218.89) ملم والتي يمكن تقسيمها الى ثلاث فئات:

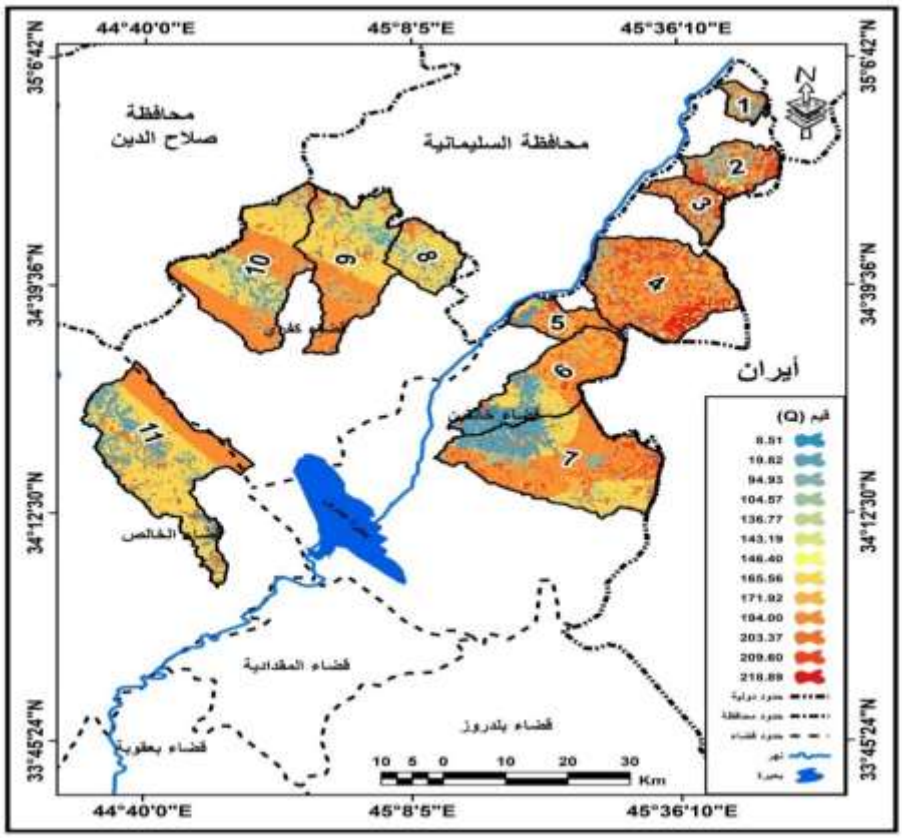
-الفئة الاولى (٨.٥١-٩٤.٩٣) ملم والتي شغلت مساحة (٣٨٠) كم٢

-الفئة الثانية (١٠٤.٥٧-١٩٤) ملم والتي شغلت مساحة (٢١٥٦) كم٢

-الفئة الثالثة (٢٠٣.٣٧-٢١٨.٨٩) ملم والتي شغلت مساحة (٤٥٢) كم٢

نستنتج من ذلك ان القيم الدنيا لهذا المعامل سجلت اقل المساحات في حين سجلت قيم الاعماق المتوسطة و العالية المساحات الاكبر ضمن الاودية مما يدل على ان المنطقة تتصف بمعدل جريان عالي والتي يمكن استثمارها في عمليات التغذية الجوفية.

خريطة (١) قيم معامل (Q) في الاودية المختارة لعام ٢٠٢٥



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

خامسا- حساب حجم الجريان السطحي (QV) : يرتبط حجم الجريان السطحي بمعرفة عمق الجريان فكمية حجم الجريان من الدراسات الهيدرولوجية لتقدير كمية الجريان في احواض التصريف لاسيما بالدراسات التي تتعلق بحصاد المياه وتحديد مواقع السدود لتغذية المياه الجوفية اذ يساعد هذا التقدير على معرفة اكثر الاماكن التي تكون عرضة لمياه السيول داخل الاحواض المائية [١٤] اذ يتم حسابه من خلال المعادلة الاتية :

$$QV=\frac{Q*V}{1000}$$

من الجدول (٢) والخريطة (٨) ان المنطقة المختارة يمكن تصنيفها الى ثلاث فئات:

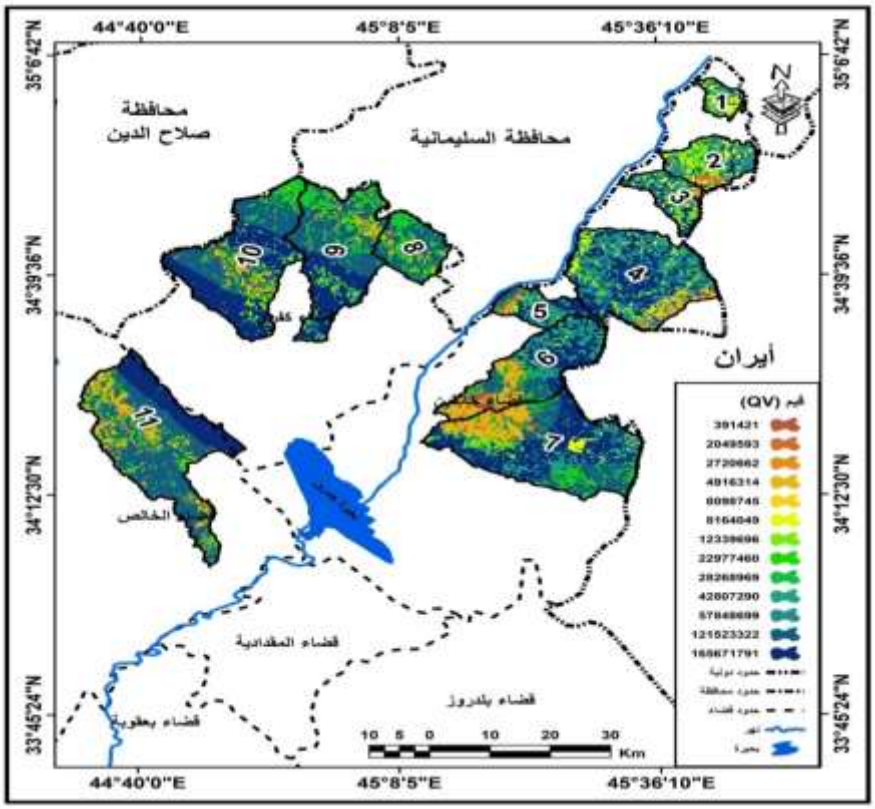
-الفئة الاولى (٣٩١٤٢١-٨١٦٤٠٤٩) م^{٣} والتي شغلت مساحة (٥٧٣) كم^{٢}

-الفئة الثانية (١٢٣٣٩٦٩٦-٥٧٨٤٨٦٩٩) م^{٣} والتي شغلت مساحة (٨٢٧) كم^{٢}

-الفئة الثالثة (١.٢٢ مليار م^{٣} فأكثر) والتي شغلت مساحة (1588) كم^{٢}

وعند تطبيق المعادلة اعلاه يتضح وجود تباين في الاودية من حيث حجم الجريان السطحي والذي تراوح بين (391421) م^{٣}كأدنى جريان سطحي الى (1.66E+08) م^{٣} كأعلى جريان سطحي. نستنتج من ذلك ان القيم العليا لكمية الجريان السطحي في المنطقة شغلت المساحة الاكبر وهذا مؤشر جيد لاستغلالها في اقامة مشاريع التغذية الجوفية.

خريطة(٨) قيم (QV) في منطقة الدراسة



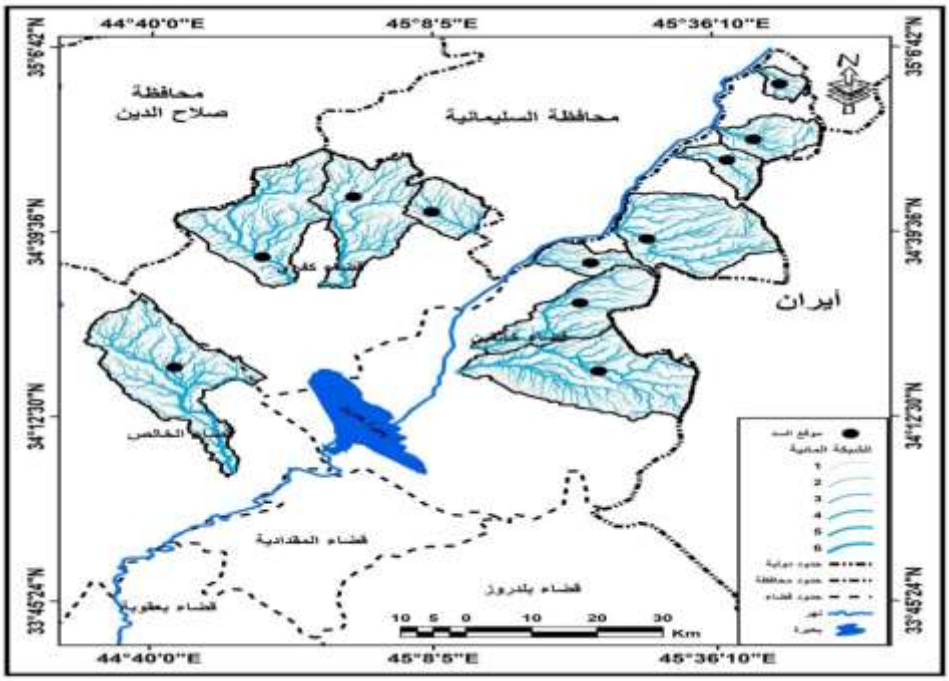
المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

4-1 تحديد المواضع المثلى للسدود والحواجز الملائمة على مجاري الوديان :

يتم اختيار المواقع الملائمة من خلال اقامة سدود وحواجز في مجاري الوديان ليتم بعد ذلك تحويل المياه المتجمعة عبر قناة الى مناطق منخفضة مجاورة ومعروفة مسبقا بخصائصها الجيولوجية المناسبة التي تسمح بتغذية الطبقات المائية اذ تقام هذه السدود بشكل عمودي على مسار حركة المياه وذلك لأعاقة مياه الوديان من الجريان والسماح لها بالتغلغل الى الطبقات الصخرية بالتالي يتم تغذية المياه الجوفية وهذا ما يلائم منطقة الدراسة فهناك العديد من الوديان الرئيسة والثانوية التي تم وضع العديد

من السدود المقترحة في المناطق الشمالية الشرقية والشمالية التي يمكن انشاء سدود عليها من خلال اقامة سدود ترابية والكونكريتية او المسلحة لخزن المياه والاستفادة منها للتغذية الجوفية وكما موضح في الخريطة الخريطة (٩) .

خريطة (٩) السدود المقترحة على الوديان في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على المرئية Land sat 8 بتاريخ ٢٠٢٥/١١/١٩ ومخرجات برنامج Arc map 10.7

صور(١) مواضع السدود في المنطقة الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية , ٢٠٢٥.

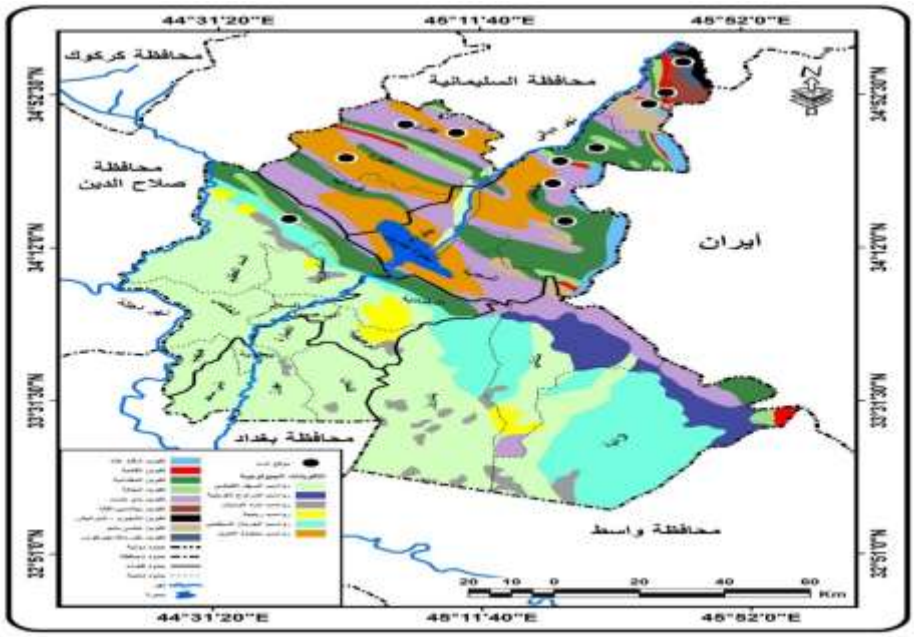
1-٥ اهم نظم التغذية الجوفية المقترحة المطابقة للتكوينات الجيولوجية :

يتميز الشحن الاصطناعي للخزانات الجوفية بتكاليف رأسمالية منخفضة ولا يؤثر في استخدامات الارض وقلة آثاره البيئية فضلا عن تخزين المياه لفترات طويلة وعدم تلوثها , بالتالي اعادة توازن للموائد الجوفية المستنزفة كما تساعد على الحد من تملح المياه الجوفية وتخزين كمية من المياه السطحية خلال الفترات الممطرة مما يجنبها التبخر وبعد معرفة مواقع السدود المقترحة يتطلب مطابقة مواقع هذه السدود مع التكوينات الجيولوجية لإقامة نظم التغذية الجوفية الاكثر فاعلية يتضح من الخريطة (١٠) ان موقع السد المقترح على الوادي (1) يقع ضمن تكوين (تانجيرو–شيرانيش) الذي يتألف من الحجر الجيري والذي يتميز بذات نفاذية عالية الى متوسطة لذا استخدام نظم التغذية الجوفية المتمثلة بأحواض الترشيح او نشر المياه ذات الاكثر

فاعلية في هذا الموقع , اما موقع السد الثاني المقترح على الوادي (2) فأنه يقع ضمن تكوين الفتحة الذي يتكون من دورات متعاقبة من الحجر الجيري الطيني البني المحمر والحجر الجيري الطيني الرمادي ذات نفاذية قليلة الى متوسطة للماء لذا تعد انظمة آبار الحقن الاكثر نفعا في هذه المنطقة لتغذية المياه الجوفية , اما موقع السد الثالث المقترح على الوادي (3) فأنه يقع ضمن تكوين ازقند عنه الذي يتكون من الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي ذات النفاذية العالية الى المتوسطة لذا فأن طريقة نشر المياه او احواض الترشيح هي الطريقة المثلى في هذه المنطقة , اما موقع السد الرابع المقترح على الوادي (4) فأنه يقع ضمن تكوين المقدادية الذي يتألف من الحجر الرملي الحصوي ذات تدرج حجمي ناعم ويزداد وجود الحصى وتدرج حجمه باتجاه اعلى التكوين ذات النفاذية العالية جدا لذا فأن طريقة احواض الترشيح ونشر المياه هي الطريقة الاكثر فاعلية في تغذية الخزانات الجوفية في هذه المنطقة , اما موقع السد الخامس المقترح على الوادي (5) فأنه يقع ضمن تكوين انجانه الذي يتألف اطيان رملية وصخور غرينية وصخور رملية ناعمة التي تعد ذات نفاذية عالية الى متوسطة لذا فأن طريقة احواض الترشيح ونشر المياه هي الطريقة الاكثر فاعلية لتغذية الاحواض الجوفية في هذه المنطقة , اما موقع السد السادس المقترح على الوادي (6) فأنه يقع ضمن تكوين باي حسن الذي يتألف من من الحجر الرملي والطيني حيث تتدرج الحبيبات الفتاتية بحجمها اذ يتباين التدرج الحجمي للحصى بين الجلاميد والحصى الناعم لذا فأن طريقة السدود القاطعة للوديان هي الطريقة الاكثر فاعلية في تغذية المياه الجوفية في هذه المنطقة فضلا عن طريقة احواض الترشيح وطريقة نشر المياه , اما موقع السد السابع المقترح على الوادي (7) فأنه يقع ضمن تكوين المقدادية فأنه يشترك مع الوادي رقم (4) بنفس الطرق للتغذية الجوفية في هذه المنطقة , اما السد الثامن المقترح على الوادي رقم (8) فأنه يقع ضمن تكوين الرواسب المتعددة الاصول التي تتكون من خليط من طين وحصى فضلا عن الجلاميد والحصى والرمال فأن طريقة اقامة السدود واحواض الترشيح ونشر المياه هي الطرق الاكثر فاعلية في

تغذية المياه الجوفية في هذه المنطقة , اما السد التاسع المقترح على الوادي رقم (9) فأنه يقع ضمن تكوين باي حسن الذي يشترك بنفس الطرق في الوادي (4 و7), اما السد العاشر المقترح على الوادي رقم (10) فأنه يقع ضمن رواسب متعددة الاصول لذا فأنه يشترك بنفس طرق التغذية الجوفية في الوادي رقم (8) , اما السد الحادي عشر المقترح على الوادي رقم (11) الذي يقع ضمن رواسب الجريان السطحي التي تتألف من الطين والغرين والرمل مع بعض الحصى ذات النفاذية العالية لذا تعد طريقة احواض الترشيح ونشر المياه من الطرق الاكثر فاعلية لتغذية المياه الجوفية في هذه المنطقة .

خريطة(١٠) نظم التغذية الجوفية المطابقة للتكوينات الجيولوجية



المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الجيولوجية بمقياس 1:25000 الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني , ٢٠١٨ , ومخرجات برنامج Arc Gis.

الاستنتاجات

سعت هذه الدراسة الى ابراز اهمية موضوع نظم التغذية الجوفية من خلال استثمار واستخدام المتوفر من مياه الاودية الموسمية والدائمية الجريان عن طريق خزنها في باطن الارض والحصول عليها مجددا عندما تكون هناك حاجة ملحة اذ اظهرت الدراسة ان نظم المعلومات الجغرافية تفتح المجال امام ادخال معايير تسهم في تحديد مواقع انشاء السدود بالمناطق الملائمة على الاودية المختارة لتطبيق نظم التغذية الجوفية الاصطناعية بطرقها المختلفة(احواض الترشيح او طريقة نشر المياه او آبار الحقن) من خلال مطابقتها مع التكوينات الجيولوجية لزيادة الشحن الجوفي .

التوصيات:

1-ان المواقع المختارة في المنطقة قادرة على تلبية المتطلبات الاساسية لنظم التغذية الجوفية الاصطناعية لغرض توفير جزء من متطلبات الامن المائي .

2- التوسع في دراسة احواض الاودية المائية في المنطقة بشكل دقيق لتحديد كميات التغذية الجوفية وخاصة تلك القادمة من المرتفعات الجبلية .

3-تقليل الاعتماد على المياه الجوفية لتأمين المتطلبات الضرورية (الشرب , الزراعة) وذلك بأنشاء مشاريع جمع المياه السطحية (السدود) لتحقيق غايتين :الاولى تأمين الاحتياج المائي من المياه , والاخرى المساهمة في زيادة معدلات التغذية الجوفية من خلال هذه المسطحات المائية .

الهوامش

(١) مهند جميل ابراهيم و هالة محمد سعيد مجيد , المشاكل المرافقة لأستخدام المياه الجوفية في ناحية هبهب وطرق معالجتها , بحث غير منشور , الجمعية الجغرافية السعودية , ٢٠٢٣, ص٦٢.

(٢) هاشم محمد صالح , مصدر سابق , ص ٢٦٣ .

(٣) سيف مجيد حسن الخفاجي , المياه الجوفية وامكانية استثمارها في منطقة الرحاب –محافظة المثنى, رسالة ماجستير , (غ م) , جامعة الكوفة , كلية الاداب, ٢٠١٦ , ص١٨٠ .

(٤) حسن ابو سمور و حامد الخطيب , مصدر سابق , ص ١٦٥ .

(٥) ليث محمد عيدان التميمي , المياه الجوفية في ناحية مندلي وامكانية استثمارها , رسالة ماجستير غير منشورة , جامعة ديالى , كلية التربية للعلوم الانسانية , ٢٠١٤, ص١٩٥.

(٦) حسن سيد احمد ابو العينين , اصول الجيمورفولوجيا , مؤسسة الثقافة الجامعية , ط١١, ١٩٩٥, الاسكندرية , ص٣٩٦.

(٧) رقية احمد محمد امين و هالة محمد سعيد , اسس علم الجيومورفولوجيا التطبيقية , دار العصماء للنشر , ط١, دمشق , ٢٠٢١ , ص ٢٧٢.

(٨) علي عبد الزهرة الوائلي , علم الهيدرولوجي والمورفومتري , جامعة بغداد , كلية التربية ابن رشد , ٢٠١٢ , ص ٤١.

(٩) رقية احمد محمد امين و هالة محمد سعيد , مصدر سابق , ص٢٧٣.

(١٠) عادل حمود لطف ناجي , تحديد الموقع الملائمة لحصاد مياه الامطار لتغذية المياه الجوفية اصطناعيا في الحوض المائي لمدينة اب, مجلة العلوم التربوية والدراسات الانسانية , العدد ٢٤ , , ٢٠٢٢, ص٥٢٨.

(١١) محمود سعيد السلاوي , مصدر سابق , ص ١٩٧.

(١٢) علاء جابر , التقييم الكمي للجريان السطحي في وادي الكراث طبرق شمال شرق ليبيا , مجلة جامعة مصراتة , المجلد ٤ , العدد , ٢, ٢٠٢٠ , ص٥

(١٣) دلي خلف حميد , التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الفضا في شمال شرق العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية , مجلة اداب الفراهيدي , العدد , ٢٥, ٢٠١٦,ص٢٠٧

(١٤) احمد محمود ابراهيم , دلي خلف حميد , تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحواض وادي سكران باستخدام طريقة (SCS-CN) , مجلة جامعة الانبار للعلوم الانسانية , المجلد ٢, العدد١, ٢٠٢٢, ص٤٥.

المصادر:

١- مهند جميل ابراهيم و هالة محمد سعيد مجيد , المشاكل المرافقة لاستخدام المياه الجوفية في ناحية هبهب وطرق معالجتها , بحث غير منشور , الجمعية الجغرافية السعودية , ٢٠٢٣.

٢- احمد محمود ابراهيم , دلي خلف حميد , تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحواض وادي سكران باستخدام طريقة (SCS-CN) , مجلة جامعة الانبار للعلوم الانسانية , المجلد ٢, العدد١, ٢٠٢٢.

٣- سيف مجيد حسن الخفاجي , المياه الجوفية وامكانية استثمارها في منطقة الرحاب – محافظة المثنى, رسالة ماجستير , (غ م) , جامعة الكوفة , كلية الاداب, ٢٠١٦ , .

٤- دلي خلف حميد , التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الفضا في شمال شرق العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية , مجلة اداب الفراهيدي , العدد , ٢٥, ٢٠١٦.

٥- علاء جابر , التقييم الكمي للجريان السطحي في وادي الكراث طبرق شمال شرق ليبيا , مجلة جامعة مصراتة , المجلد ٤ , العدد , ٢, ٢٠٢٠ .

٦- رقية احمد محمد امين و هالة محمد سعيد , اسس علم الجيومورفولوجيا التطبيقية , دار العصماء للنشر , ط١, دمشق , ٢٠٢١ .

٧- علي عبد الزهرة الوائلي , علم الهيدرولوجي والمورفومتري , جامعة بغداد , كلية التربية ابن رشد , ٢٠١٢ , ص ٤١.

٨- عادل حمود لطف ناجي , تحديد الموقع الملائمة لحصاد مياه الامطار لتغذية المياه الجوفية اصطناعيا في الحوض المائي لمدينة اب, مجلة العلوم التربوية والدراسات الانسانية , العدد ٢٤ , , ٢٠٢٢, ص٥٢٨.

٩- تنمية الخزن الجوفي الاصطناعي للمياه لغرض المحافظة عليها , بحث منشور , ٢٠١٨.

١٠- هاشم محمد صالح , المياه الجوفية والآبار , مكتبة المجتمع العربي للنشر , ط١, عمان , 2013 .

References

1. Ibrahim, M. J., & Majeed, H. M. S. (2023). *Problems Associated with Groundwater Use in Hibhib District and Methods of Treatment* (Unpublished Research). Saudi Geographical Society.

2. Ibrahim, A. M., & Hameed, D. K. (2022). Analysis of the hydrological characteristics of Wadi Sukran Basin using the SCS-CN method. *Anbar University Journal for Human Sciences, 2*(1).

3. Al-Khafaji, S. M. H. (2016). *Groundwater and the Possibility of Its Investment in Al-Rahab Area, Al-Muthanna Governorate* (Unpublished Master's Thesis). College of Arts, University of Kufa.

4. Hameed, D. K. (2016). Spatial analysis for estimating surface runoff volume in Wadi Al-Fadha Basin, northeastern Iraq using Geographic Information Systems. *Al-Farahidi Journal of Arts*, No. 25.

5. Jaber, A. (2020). Quantitative assessment of surface runoff in Wadi Al-Karath, Tobruk, northeastern Libya. *Misurata University Journal, 4*(2).

6. Amin, R. A. M., & Saeed, H. M. (2021). *Principles of Applied Geomorphology* (1st ed.). Damascus: Dar Al-Esmaa Publishing.

7. Al-Waeli, A. A. Z. (2012). *Hydrology and Morphometry*. Baghdad: College of Education Ibn Rushd, University of Baghdad, p. 41.

8. Naji, A. H. L. (2022). Determining suitable locations for rainwater harvesting to artificially recharge groundwater in the watershed of Ibb City. *Journal of Educational Sciences and Human Studies*, No. 24, p. 528.

9. *Artificial Development of Groundwater Storage for Water Conservation Purposes*. (2018). Published Research.

Salih, H. M. (2013). *Groundwater and Wells* (1st ed.). Amman: Arab Community Library for Publishing.