تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في احتمالية خرائط الماء الأرضي في حوض مصياف لتطوير استراتيجيات إدارة الموارد المائية

محي الدين كلخه(1)* وعلي الصارم(2)

(1) مركز بحوث حماة، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حماة، سورية.

(2) مديرية الأراضي والمياه، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

(* للمراسلة: محي الدين كلخة، البريد الإلكتروني: m.kalkha77@gmail.com)

الملخص

يهدف البحث إلى وضع خريطة الماء الأرضي في حوض مصياف كقرار داعم لتطوير استراتيجيات التنمية الريفية المستدامة المتعلقة بتأمين الموارد المائية للمحاصيل الزراعية في سنوات الجفاف خلال العامين 2018–2019 عن طريق إعداد قواعد بيانات للعوامل المساهمة في تجميع المياه الجوفية وهي (الهطل، الانحدار، الغطاء النباتي، المسيلات المائية، التكتونيك، الجيولوجيا ولثيولوجيا)، وإجراء عمليات تحليل مكاني لكل عامل، ضمن بيئة GIS ومن ثم إجراء إعادة تصنيف وتثقيل لكل عامل حسب أولوية مساهمته في إظهار مواقع المحتملة للمياه الجوفية. وتبلغ المساحة المدروسة 598.15 كم². بينما أظهرت خريطة المسيلات المائية تواجد شبكة من المسيلات مختلفة الغزارة واهمها نهر الساروت، كما أظهرت خريطة المياه الجوفية توزع المياه الجوفية في مناطق السهول المستوية والمحاذية لمجرى نهر الساروت والمناطق المستوية تحت اقدام الجبال بدرجة أولى وبنسبة 26% ثم المناطق المتوسطة الارتفاع والمترافقة مع مجرى نهر الساروت بدرجة ثانية 43%والمناطق الوعرة ومعقدة التضاريس بدرجة ثالثة وبنسبة 32% من مساحة الحوض.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، حوض مصياف، الماء الأرضي، الموارد المائية

المقدمة:

تعد التصورات الأولية لخرائط المياه الجوفية في باطن الأرض هي تمثيل أولي لصورة المياه السطحية والتي تتمثل بالأنهار والبحيرات والقنوات المائية بالإضافة إلى المسيلات المائية واتجاه جريانها وتراكم شكل الجريان حسب طبوغرافية شكل الأرض إلى حد ما تعطي تصور وإدراك أولي لماهية وطبيعة حقيقة الجريان الأرضي وشكله وغزارته ضمن جيوب باطن الأرض، فكلما كانت مساحة المياه السطحية كبيرة كانت المياه الجوفية المقابلة لها كبيرة وبالتالي فإن العمل على تعزيز وتوسيع امتدادات المياه السطحية عن طريق إقامة السدود والبحيرات الصناعية والسدود التجميعية وخزانات المياه وحصاد المياه على مستوى المزرعة من شأنه تعزيز وتدعيم وتغذية المياه الجوفية، وتتنوع مصادر المياه الجوفية وأماكن تواجدها بين مياه الهطل المطري والثلجي أو أي مصدر مائي سطحي يتسرب فيما بعد إلى طبقات التربة وصولاً إلى الصخر الأم الحاضن للمياه، تبدأ عملية إدارة الموارد المائية وتطويرها من فهم وإدراك عناصر ومكونات الدروة الهيدرولوجية، وإن إدارة الموارد المائية الجوفية والسطحية من خلال الربط بين جميع مكوناتهما يعزز ويدعم مراقبة نمو وانحسار الموارد المائية تبعاً لتغيرات الدورة الهيدرولوجية خلال السنوات الرطبة والجافة، وذلك من خلال تمثيل عناصر المياه السطحية (أحواض الصرف، الشبكة المائية، الأحواض الساكبة، القنوات المائية) وعناصر المياه الجوفية (الآبار/الحفر العميقة، الطبقات الجوفية، الوحدات الهيدرولوجية والجيولوجية) في آن واحد عبر وضع نموذج بيانات

موحد يحقق تكامل عناصرهما فيما بينها، حيث تتيح التقانات الحديثة الحالية المقدرة على ربط المياه السطحية والجوفية في آن واحد ضمن إطار عمل مشترك عن طريق إعداد قواعد بيانات تتشارك فيها سمات المياه الجوفية والسطحية بمفاتيح أساسية لربط مكونات وعناصر كل منهما بالأخر ولفهم الآلية الهيدرولوجية لطرق التغذية السطحية للمياه الجوفية من خلال هذه السمات وهنا يقدم برنامج نظم المعلومات الجغرافية البيئة الحاضنة لتسلسل وترتيب هذه الآليات التي تتكامل وتتضافر مع بعضها بشكل متزامن ضمن سلاسل زمنية متلاحقة تراكمية لآلية تراكم المياه الجوفية في أعماق الأرض من خلال المراحل التي تمر بها بدأً من الهطل والجريان السطحي ومن ثم الترشيح وصولاً إلى الطبقات الهيدروجيولوجية ومن ثم إلى الحوامل المائية الباطنية وأخيراً إلى المياه الجوفية في أعماق الأرض. يعرفArc Hydro Groundwater بأنه تجميع للمعلومات الهيدرولوجية الزمانية للأرض والتي يعبر عنها بمصطلح " نظام المعلومات الهيدرولوجية" والتي تدعم التحاليل الهيدرولوجية للمياه السطحية ونمذجتها ضمن بيئة ArcGIS، وأيضاً يعبر عنه بأنه نموذج بيانات جغرافي مع مجموعة من الأدوات المرافقة له لتمثيل بيانات معلومات الماء الأرضي ضمن نظام المعلومات الجغرافي (GIS). وتستوجب المعرفة الشمولية لبيانات المياه الجوفية التوسع في اتجاه النمذجة وتكامل بيانات نماذج المياه الجوفية مع المياه السطحية لوصف بيئة المياه الجوفية الواقعية والحقيقية، ولأكتساب فهم أفضل للدورة الهيدرولوجية لا بد من تكامل نموذج بيانات المياه الجوفية في Arc Hydro وتمثيل سمات المياه السطحية والمياه الجوفية معاً لدعم الترابط بين النماذج الهيدرولوجية ومزامنتها ضمن ArcGIS ، وأن تمثيل السمات الهيدرولوجية لأنظمة المياه الجوفية بشكل ثلاثي البعد تعطي مستويات إضافية من التعقيدات في Arc Hydro، وهذه السمات هي التكوينات الجيولوجية، الآبار وتمثيل الجريان في الطبقات الصخرية حيث يتطلب تمثيل ثلاثي البعد والتصورات الممكنة والمحتملة لتمثيل واقع المياه الجوفية في الأعماق.

يعبر مصطلح الماء الأرضي أو المياه الجوفية عن المياه الموجودة في شقوق ومسامات التربة والصخور التي يتم تخزينها وتراكمها ضمن الطبقات الجيولوجية، ويعرف العمق الذي تتواجد فيه المياه في مسام التربة أوضمن فراغات وشقوق الصخور بما يسمى الجدول المائي (Water Table (Richard. 2005، وترتبط معرفة عمق المياه الجوفية بمعرفة طبيعة السمات الهيدرولوجية لمختلف التكوينات الجيولوجية مثل المسامية والنفاذية ومعامل التخزين، وبالتالي معرفة مقدرة الامتصاص والتصريف للمواد الجيولوجية، حيث تتوقف حركة المياه الجوفية داخل الصخور في أعماق الأرض على خصائص التراكيب الجيولوجية (Kumar et al. 2017). يعرف أيضاً الماء الأرضي على أنه: المياه الموجود في مسام الصخور الرسوبية التي تكونت عبر أزمنة مختلفة حديثة أو قديمة جداً لملايين السنين، مصدره غالباً الهطل المطري أو الانهار الدائمة أو الموسمية أو الجليد الذائب، ويتسرب من سطح الأرض إلى باطنها فيما يعرف بالتغذية (Recharge)، وتعتمد عملية التسرب على نوع التربة الموجودة على سطح الارض (عيش، ماهر حمدي. 2009). قدم كلاً من (Bonham and Carter. 2000) تصوراً أولياً لمعرفة مواقع تواجد المياه الجوفية عن طريق إعداد قواعد بيانات تضم كافة السمات الهيدرولوجية لدعم إدارة الموارد المائية لمتخذي قرارات السياسات المائية، كما أكد (Turner. 2003)، على أهمية وضع خرائط ثلاثية البعد لوصف المياه الجوفية ومحاكاة حقيقة الجريان ضمن التراكيب الجيولوجية وذلك ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية وربط السمات الهيدرولوجية مع بعضها من خلال مفاتيح جدولية لسهولة الربط بين الخصائص الهيدرولوجية ذات الهدف المشترك في إظهار التقاطعات الجيولوجية للصخور المائية المساهمة في إظهار خرائط الماء الأرضي حيث يعتبر شكل ونوع التراكيب الجيولوجية أحد أهم عناصر مكونات وضع خرائط الماء الأرضي (Wang et al. 2012) كما تساهم نوع التراكيب الجيولوجية في معرفة وتقدير سماكة وحجم المخزون المائي في الأعماق(Wahyuni et al. 2008)، ويرتبط وضع هذه الخرائط بإعداد قواعد بيانات تتضمن المعلومات الهيدروجيولوجية لكل بئر ومن ثم الربط الجغرافي

لهذه السمات ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية لتقدير أعماق المياه الجوفية في كل منطقة جغرافية(Ashokraj et al. 2015).أوضح (Lemon and Jones. 2010) أن وضع خرائط مستوى المياه الجوفية واتجاه الجريان ونوعية الماء الأرضي من العوامل الهامة التي تساهم في وضع التصور العلمي لشكل المياه الجوفية، كما أكد (Djokic D. 2012) على أهمية وضع قواعد بيانات تتضمن القياسات الحقلية والتحاليل المخبرية لوضع خرائط الماء الأرضي ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافيةArc GIS و Arc Hydro Ground Water، كما أكد (Kumar. 2010) على أن وضع نموذج المياه الجوفية يتطلب جمع البيانات الجيولوجية والهيدرولوجية المتوافرة في الحوض المائي، ويشمل عناصر ومكونات المياه الجوفية (الآبار، الجيولوجيا، الحفر، الوحدات الهيدروجيولوجية، خصائص طبقات المياه الجوفية ، نوعية المياه الجوفية) والسطحية (الجداول المائية، الهطل المطري، التبخر، تدفق التيار المائي، التربة، استعمال الأرض/الغطاء الأرضي) كما هو موضح في الشكل (1). قام كلاً من (Lemon and Jones. 2010)، بدراسة حالة المياه الجوفية في ولاية تكساس وذلك من خلال وضع خرائط للمياه الجوفية بتطبيق (تحاليل المياه الجوفية، تحاليل تحت سطحية، تحاليل MODFLOW)، باستخدام ARC Hydro Ground Water Tools، حيث تم توضيح توزع الآبار والطبقات الجيولوجية، ووضع خرائط مستوى الماء الأرضي ونوعية المياه واتجاه الجريان لمراقبة نمو وانحسار المياه الجوفية تبعاً للسنوات الجافة والرطبة، تساعد تحاليل MODFLOW على إجراء تعديلات على نماذج تدفق المياه وتصوراتها في ArcGIS، كما تدعم تخزين نموذج التدفقات الكاملة ومحاكاة المياه الجوفية من خلال وضع نموذج بيانات MODFLOW، وإن القيام بالتحليل تحت السطحي يشمل وضع الخرائط الجيولوجية ثنائية وثلاثية الأبعاد، بدءاً من تصنيف ومراقبة سجلات حفر الآبار، وإنشاء المقاطع العرضية وتحريرها (Jones & Strasberg, 2008). يعرف Arc Hydro بأنه نظام بيانات جغرافي يصف الأنظمة الهيدرولوجية بينما نموذج البيانات هو مجموعة من المفاهيم تعبر عن عناصر ومكونات البيانات، يصف نموذج البيانات حقيقة الترابط بين استخدام الجداول والعلاقات ضمن قاعدة البيانات وكذلك تستخدم نماذج البيانات الجغرافية بنية قاعدة البيانات لتصف الحالة الواقعية للمياه الجوفية باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS). نموذج بيانات Arc Hydro هو تصورات لأنظمة المياه السطحية وتصف السمات المائية مثل الشبكات المائية، الأحواض الساكبة والنهر وروافده (كلخه،2017). يعبر نموذج البيانات عن البنية الأساسية " لأنظمة المعلومات الهيدرولوجية" والتي هي تربط الجغرافيا المكانية مع البيانات الزمانية اللازمة والداعمة للتحاليل الهيدرولوجية وعمليات النمذجة المرافقة لها (Maidment, 2002).

3.أهمية البحث وأهدافه:

تساهم وضع خرائط المياه الجوفية للأحواض المائية في وضع خطط استراتيجيات إدارة الموارد المائية بكفاءة عالية عن طريق الربط الجغرافي والتكامل الهيدرولوجي بين مكونات المياه السطحية والجوفية لوضع تصور أعمق لمتخذي القرار المائي حول آلية وديناميكية حركة المياه الجوفية في أعماق الأرض، وخلق تصور عن نمو وانحسار هذه المياه خلال السنوات الرطبة والجافة لوضع الخطط الفعالة في تبني ممارسات وسياسات مائية تتيح التركيز على نقاط الضعف والقوة للمناطق الزراعية ذات الأولية الزراعية في عمليات التنمية المستدامة للموارد المائية من خلال التشجيع على عملية التغذية المائية الجوفية من خلال إنشاء السدود السطحية والتجميعية والبحيرات الصناعية لتعزيز المخزون المائي الجوفي بالتوازي مع الطبيعة الطبوغرافية ونوعية التركيبات الجيولوجية المساهمة في هذه التغذية المائية.

13.أهداف البحث:

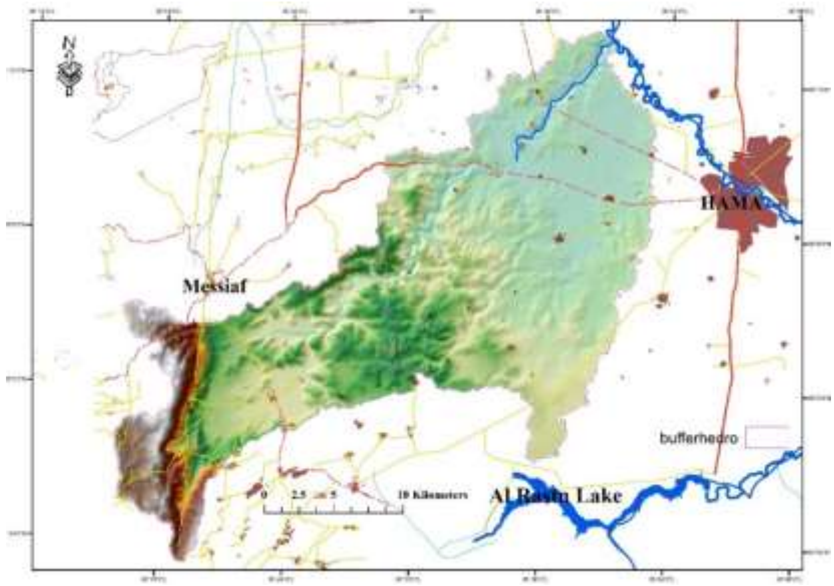
1. تحديد خريطة المواقع المحتملة للمياه الجوفية في حوض مصياف

2. المساعدة في إدارة الموارد المائية لحوض العاصي.

4. مواد وطرائق العمل:

1.4 موقع العمل:

تم إجراء البحث في الحوض الساكب الذي يشمل منطقة مصياف إضافة لقرى ريف حماة الجنوبي الغربي والذي يشمل حوالي 40 قرية بعضها يعاني من ضعف الموارد المائية والبعض الأخر وأن توافرت المصادر فلا تستثمر بالأغراض الزراعية بسبب وعورة الأراضي، وتمتد بين خطي عرض 53. "7. '36.1636.41 º - .13. "97. ' º شمالاً وبين خطي طول "10-34.55'54 .13. "78.' º .35 شرقاً وتبلغ المساحة المدروسة: 598.45 كم²، ويبلغ الارتفاع عن سطح البحر لأعلى نقطة فيها 1050م في جبال وادي العيون، وأخفض نقطة عن سطح البحر المتوسط 280م في سهول حماة الشمالية الغربية (الصارم،2018)، كما هو موضح في الخريطة (1). ويبلغ عدد السكان الموجودون ضمن منطقة الدراسة حوالي 200.000 نسمة وفقاً لإحصائية السكان لعام 2010 (مديرية إحصاء حماة،2010). تسود في المنطقة المدروسة الترب الناشئة من مادة أصل كلسية وبازلتية، وتنتشر بعض الزراعات المروية في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة، إضافة إلى بعض المحاصيل البعلية (شعير، عدس) في الجزء الوسطي، وأشجار مثمرة (زيتون، كرمة، لوزيات، تين) في الجزء الوسطي والغربي من منطقة الدراسة (كلخه، 2015). ويبلغ متوسط الحرارة السنوية في المنطقة المدروسة 22 º م والرطوبة النسبية 60 % ومتوسط الهطل المطري600 مم/سنويا على كامل المنطقة المدروسة، ومتوسط درجة الحرارة فيه صيفاً 36.5 º م حسب البيانات المناخية للمحطات المنتشرة في منطقة الدراسة (محطة الأرصاد الجوية بحماة،2015).



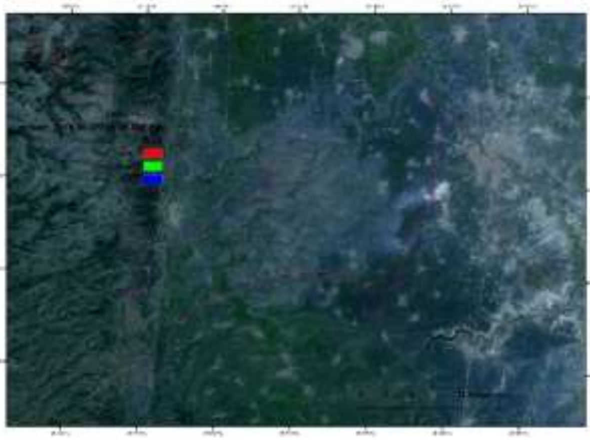
الخريطة (1) موقع البحث

2.4 مواد تحديد المواقع المحتملة للمياه الجوفية:

يلزم أنجاز البحث الخرائط التالية: خريطة الهطل المطريPrecipitation، نموذج الارتفاع الرقمي DEM والانحدار Topographic (Slope)، خريطة الغطاء الأرضي/ استعمالات الأراضي Land Use ، خريطة الجيولوجيا والليثولوجيا Geology& Lithology خريطة المسيلات المائية Drainage Density وخريطة التكتونيك Lineament Density.

1.2.4 خريطة الهطلPrecipitation: يتم استنتاجها عن طريق إعداد قاعدة البيانات للمحطات المناخية المنتشرة ضمن المنطقة المختارة ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية وباستخدام التحليل المكاني Spatial Analyst باستخدام طريقة Spline. وحساب متوسط الهطل السنوي لفترة زمنية 30 عام كما هو موضح في الخريطة (2) (المناطق ذات الهطولات المطرية العالية لها تأثير أكبر في اظهار مواقع المياه الجوفية من المناطق ذات الهطولات المنخفضة).

الخريطة (2) توزع المحطات المناخية والهيدرولوجية



الخريطة (3) الصور الفضائية

2.2.4 نموذج الارتفاع الرقمي والانحدارDEM: تم الاعتماد على نموذج ارتفاع رقميDEM دقته 30م واشتقت منه خريطة الانحدار وتم إعادة تصنيفها وفقاً لأولوية تجمع المياه الجوفية (المناطق ضعيفة الانحدار لها أولوية أكبر من المناطق الأعلى انحدارا في تجميع المياه الجوفية).

3.2.4 خريطة الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضيLand Use: تم الحصول عليها بالاعتماد على صورة فضائية تغطي منطقة الدراسة للمسار (174,36)7+ Land sat, كما هو موضح في الخريطة (3) وتم اختيار الأهداف المصنفة بناء على نقاط التحقق الحقلي الذي سبق عملية التصنيف وتم اختيار مواقع الاختبار للتحقق من دقة التصنيف اعتماداً على التصنيف المراقب باستخدام طريقة الاحتمالية العظمى Maxliklhood باستخدام برنامج الصور الفضائية ENVI4.4 وتقييم دقة التصنيف من أخطاء المصفوفة. وتم ترتيب خريطة استعمالات الأراضي إلى صفوف حسب الأولوية لعملية تجميع المياه الجوفية الكلية المختارة بناء على التحقق الحقلي المسبق، ويعاد تصنيفها وفقاً لأولوية خريطة المياه الجوفية (مناطق تجمع المياه والمناطق المروية لها تأثير أكبر في تواجد المياه الجوفية).

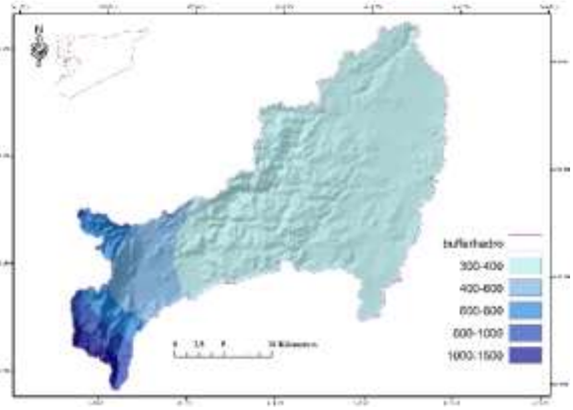
4.2.4 خريطة الجيولوجيا والثيولوجياGeology &Lithology: تم الاعتماد على الخريطة الروسية لشركة تكنوسبورت 1963 وتم إعادة تصنيفها وفقاً لأولوية تجمع المياه الجوفية للمنطقة المدروسة (الترب ذات القوام الثقيل والعمق الكبير لها تأثير أكبر في تجميع المياه الجوفية من الترب الضحلة وذات القوام الرملي).

5.2.4 خريطة المسيلات المائيةDrainage Density Map: يتم استنتاجها ضمن بيئة عمل GIS مع توافر الأحواض الساكبة Watershed وخطوط الشبكة المائيةStream Line (المناطق التي تحتوي مسيلات مائية وتجمعات مائية لها تأثير أكبر في تواجد المياه الجوفية.

6.2.4 خريطة التكتونيك Lineament Map تم الحصول عليها بالاعتماد على صور فضائية LANDSAT+7 ومن خلال عملية المعالجة ضمن برنامج ENVI5.3 وGIS10.5.

النتائج والمناقشة:

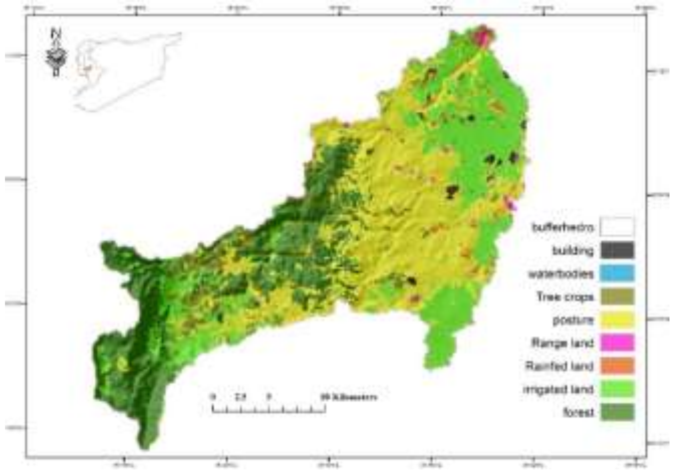
تظهر نتائج خريطة متوسط الهطل المطري السنوي للحوض المائي أن أدنى متوسط للهطل المطري يتراوح بين 342–400 مم في الجزء الشمالي الشرقي للمستجمع والمترافقة مع السهول الخصبة شمال غرب مدينة حماة حيث ينتشر نمط الزراعات المروية لنوع استعمال الأراضي السائد، بينما أعلى متوسط للهطل يتراوح بين 800–1500 مم في الجزء الجنوبي الغربي من الحوض، في حين تتراوح كميات الهطل المطري في الجزء الوسطي من الحوض بين 500–800 مم كما هو موضح في الخريطة (4) حيث تترافق مع نمط المراعي لنوع استعمال الأراضي السائد مع انتشار الأشجار المثمرة (الزيتون، التين، اللوز، الكرمة)، في حين أوضحت خريطة الانحدار أن أعلى قيمة للانحدار توجد في الجزء الجنوبي الغربي من الحوض وتراوحت بين 15–30 %، بينما الانحدارات المنخفضة والخفيفة في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض وتراوحت ما بين (0–2%) ، أما الانحدارات المتوسطة فإنها تلاحظ في الجزء الوسطي من الحوض وتراوحت ما بين (5–15%) كما هو موضح في الخريطة(5).



الخريطة (4) الهطل المطري

الخريطة (5) الانحدار

حللت مكونات الغطاء الأرضي وفقاً لـ [Jeffries-Matusita Distance (JM)، وبين التحليل الإحصائي لتقييم دقة التصنيف حيث كانت الدقة 95.21% عند معامل0.9 Kappa Coefficient والتي توزعت على النحو التالي :الأماكن العمرانية 5.4 كم^2، الغابات المختلطة 14.2 كم^2، الأراضي الزراعية المروية 162.5كم^2، أراضي الأشجار المثمرة 44.7 كم^2، أراضي المراعي 235.3 كم^2، أراضي زراعية بعلية 4.7 كم^2، مسطحات مائية 0.014 كم^2، أراضي هامشية 4.2 كم^2. لقد تركزت المناطق العمرانية في السهول المنخفضة والتي تعد من أخصب الأراضي بنسبة0.9 % بينما انتشرت الغابات المختلطة في الجزء الغربي من الحوض والذي يتاخم المناطق الجبلية مع بعض الغابات الاصطناعية في أماكن متفرقة بنسبة23.6% والتي تم تميزها من خلال نقاط التحقق الحقلي, وتركزت الأراضي الزراعية المروية في سهول حماة الشمالية المتاخمة لنهر العاصي بمعدل 27.3% بينما الأشجار المثمرة في الجزء الوسطي من الحوض (اللوز والكرمة، التين والزيتون) بمعدل 7.3% وتوزعت أراضي المراعي في الجزء الوسطي والشرقي من الحوض بمعدل 39.5% بينما انتشرت الأراضي الزراعية البعلية في الجزء الشرقي من الحوض وفي بقع متفرقة في المنطقة الوسطى بمعدل0.7% وتمثلت المسطحات المائية بشكل رئيسي ببعض المستنقعات والرامات في الجزء الجنوبي الغربي من الحوض بمعدل0.001% وتركزت الأراضي الهامشية في الجزء الجنوبي الشرقي من الحوض والتي تتمثل ببعض المصاطب الكلسية بمعدل0.7% كما هو موضح في الخريطة (6) والجدول(2).



الخريطة (6) استعمالات الأراضي/الغطاء الأرضي

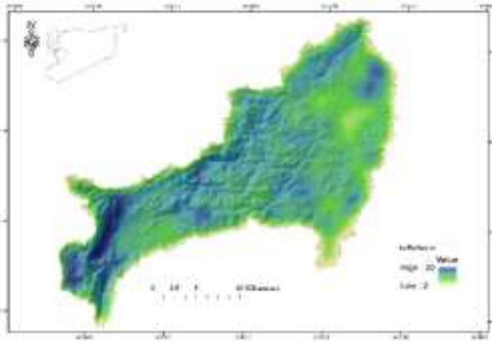
بينما توزعت الجيولوجيا في منطقة الدراسة على خمسة صفوف حيث تنتشر النطاقات الكلسية مع الطين في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض والمترافقة مع السهول العميقة، بينما يتوزع الكارست الجيوارسي مع الدولميت والصخور الكلسية في الجبال غرب وجنوب مصياف، وكذلك النطاقات الكارستية من الصخور الكلسية والدولميت في الجزء الوسطي من الحوض وهذا النوع هو الأكثر انتشاراً بينما يسود البازلت وميوسين وميلوسين في الجزء الجنوبي من الحوض المرافق لسهل الحولة، وتتوزع النيوجين والكونغلواميرا في مناطق متفرقة وبمساحات صغيرة جداً من الحوض كما هو موضح في خريطة(7). كما توزعت منطقة الدراسة إلى أربع صفوف ليثولوجياً: وتضم البازلت في الجزء الجنوبي من الحوض المتاخم لسهل الحولة، بينما يسود معقدات الحجر الكلسي مع المهد الصخري في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض، وكذلك الدولميت مع الحجر الكلسي والغضار في الجزء الوسطي من الحوض وهو الأكبر مساحة، بينما يسود الحجر الكلسي والمارن وانهيدريت في الجبال المرتفعة في الجزء الغربي من الحوض كما هو موضح في الخريطة (8).

الخريطة (7) الجيولوجيا

الخريطة (8) الليثولوجيا

كما أوضحت خريطة الشبكة المائية في الحوض المائي أن هناك شبكة من المسيلات الدائمة والموسمية متباينة في كثافتها والتي تغطي جميع المظاهر الطبوغرافية في الحوض (أودية، سهول، هضاب، جبال) تبعاً لطبوغرافية المنطقة ونوع التربة والمناخ السائد وكمية الهطل السنوي، ولها تأثير كبير في إظهار مواقع حصاد مياه المطر تبعاً للانحدار واتجاه الجريان كما هو موضح في الخريطة (9) والخريطة(10)، وتم تقسيمها إلى 4 أشكال هيدرولوجية تبعاً لعرض المجرى كما يلي (3 مستويات للجداول تبعاً للعرض والغزارة و1 مجرى مائي لنهر الساروت).

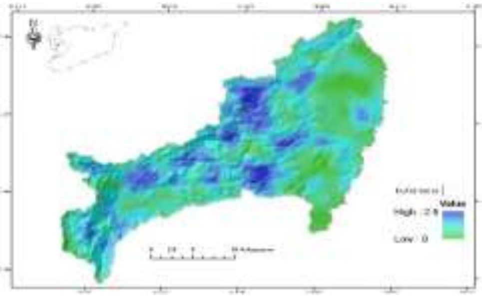
الخريطة (9) الشبكة المائية



الخريطة (10) كثافة الشبكة المائية

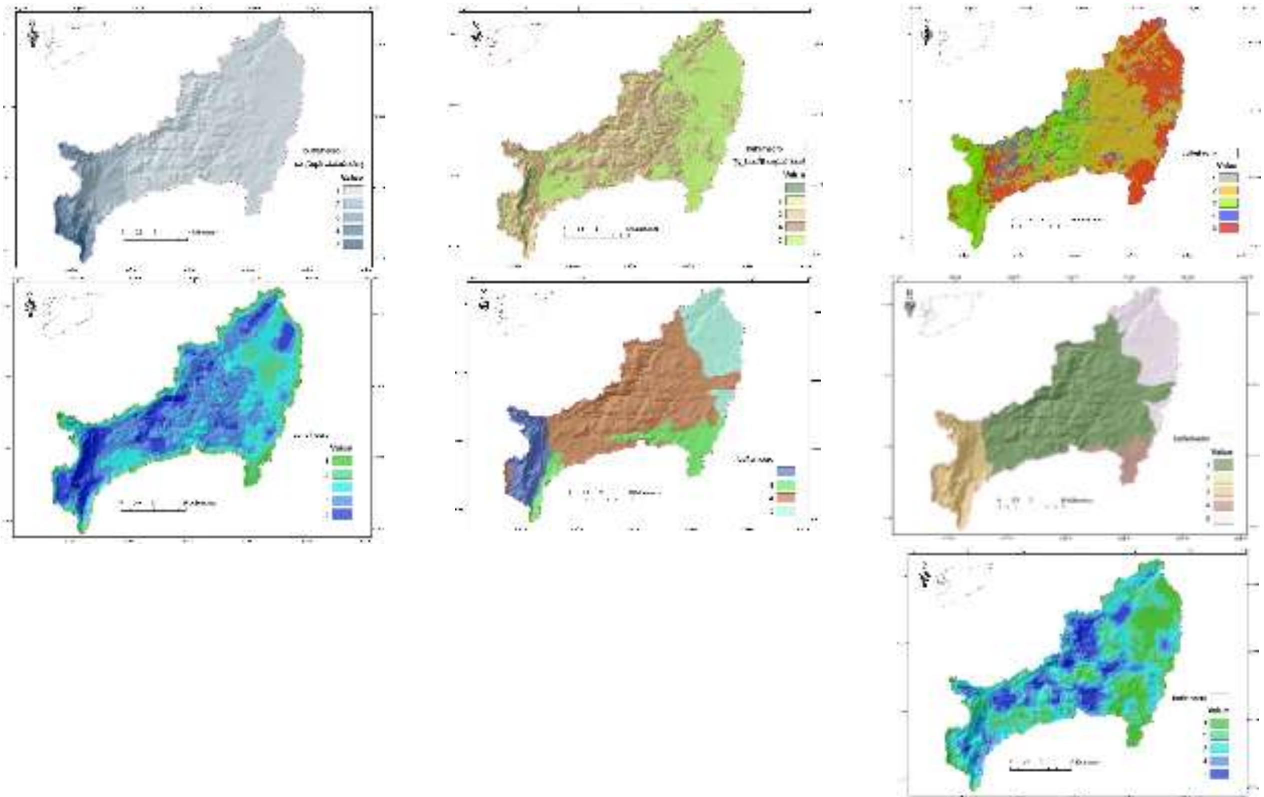
كما أظهرت خريطة توزع التكتونيك وجود شبكة من القسمات الخطية التي تغطي مطقة الدراسة تبعاً لنوع وتركيب الوحدات الجيولوجية وتم تحويلها إلى راستر لإظهار دورها في تحديد مواقع احتمالية تواجد المياه الجوفية كما هو موضح في الخريطة(11) والخريطة (12).

الخريطة (11) توزع التكتونيك



الخريطة (12) كثافة التكتونيك

وفي النهاية إعادة تصنيف المدخلات وفقاً لأولوية تواجد المياه الجوفية: وتم تقسيم كل خريطة إلى خمسة صفوف تبعاً لدرجة



مساهمة كل صف في إظهار مواقع احتمالية تواجد المياه الجوفية من عدمه

خريطة مواقع احتمالية المياه الجوفية:

تم استنتاجها عن طريق إسقاط الخرائط التالية وهي (خريطة الهطل المطري، خريطة الانحدار وDEM ،خريطة استعمالات الأرضي، خريطة التكتونيك، خريطة المسيلات المائية وخريطة الجيولوجيا والثيولوجيا) ضمن نفس الامتداد المكاني والجغرافي بعد ان تم إعادة تصنيفها إلى خمس صفوف تبعاً لأولوية إظهار مواقع احتمالية المياه الجوفية ضمن بيئة GIS وباستخدام التحليل المكاني نتج عنه خمسة مناطق لاحتمالية تواجد المياه الجوفية، حيث تم دمج 5 صفوف لتوزع كميات الهطل المطري مع خمسة صفوف لدرجات الانحدار مع 5 صفوف للاستعمالات الأرضي و5 صفوف للجيولوجيا واليثولوجيا مع خمسة صفوف لكثافة المسيلات وخمسة صفوف لكثافة التكتونيك) نتج عنها خريطة توزع مناطق احتمالية المياه الجوفية الخريطة (24) وأعيد تصنيفها تبعاً لأولوية تواجد المياه الجوفية إلى خمسة صفوف وهي:

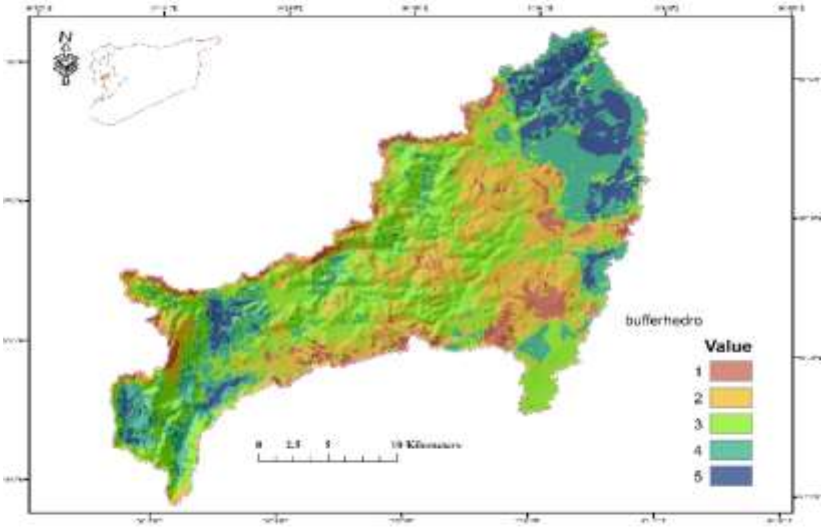
1.المنطقة الأولىI: غير مناسبة لتواجد المياه الجوفية وتنتشر في المنطقة الوسطى من الحوض، وهذه المنطقة تترافق مع السمات التالية (الترب السطحية وكميات الهطل المطري القليلة والانحدارات المتوسطة مع انتشار المراعي كنمط استعمالا ت الأراضي) وتغطي مساحة 44 كم^2 مع 7% من مساحة الحوض.

2.المنطقة الثانية II: ضعيفة الاحتمالية للمياه الجوفية وتنتشر في الجزء الوسطي من الحوض، والمترافقة مع السمات التالية (الترب العميقة والهطل القليل والانحدار المتوسط وانتشار المراعي مع أشجار مثمرة متفرقة) وتغطي مساحة 55 كم^2 مع 9% من مساحة الحوض.

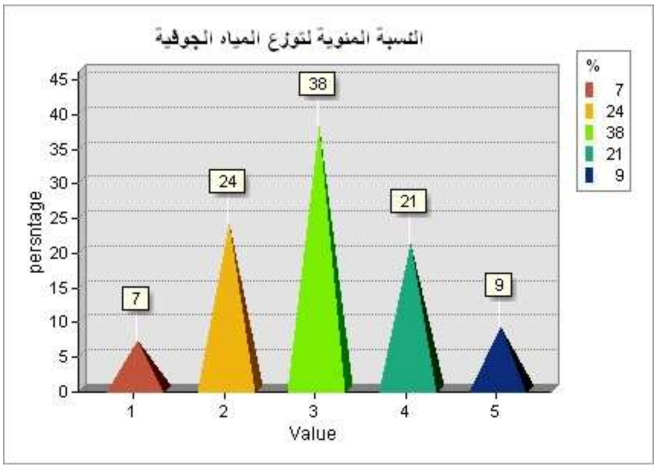
3. المنطقة الثالثةIII: متوسطة الاحتمالية وتمتد في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض مع السمات التالية:(الترب العميقة، والصرف الجيد، والهطل القليل، والسهول المستوية بدون انحدارات، والمترافقة مع انتشار الزراعات المروية كنمط استعمالات الأراضي) وتغطي هذه المنطقة 146كم^2 مع 24% من مساحة الحوض.

4. المنطقة الرابعةIV: جيدة الاحتمالية لمواقع حصاد المياه وتتوزع في الجزء الجنوبي والغربي من الحوض والمترافقة مع كميات الهطل المرتفعة، والانحدارات الشديدة، وعدم كفاية الصرف، وانتشار الغابات كنمط استعمالات الأراضي وتغطي هذه المنطقة مساحة 125كم^2 مع 21% من مساحة الحوض.

5.المنطقة الخامسةV: عالية الاحتمالية وتمتد في الجزء الغربي في مواقع محددة وتغطي مساحة 9كم^2 مع 9% من مساحة الحوض كما هو موضح في الخريطة (13) والشكل(3).



خريطة (13) المواقع المحتملة للماء الأرضي في منطقة الدراسة



الشكل (3) النسبة المئوية لتوزع المياه الجوفية في منطقة الدراسة

خلاصة:

تشير النتائج إلى ان مناطق الاحتمالية العظمى للمياه الجوفية تنتشر في الجزء الغربي والشمالي للحوض مع بعض المواقع المتوازية مع جريان نهر الساروت والمترافقة مع كميات الهطل المطري العالية مع توافر الانحدارات الخفيفة ومترافقة مع مسيلات مائية متوسطة وروافد متصلة مه نهر العاصي(نهر الساروت) وينصح في هذه المناطق تطبيق المراقبة الدورية لمستويات المياه الجوفية حسب السنوات الرطبة والجافة لإدارة مستدامة للمياه الجوفية، وكذلك وجود خزانات جوفية كبيرة أمام اقدام جبال مصياف وخلفها في المناطق المستوية مع توافر جريان مائي مستمر في هذه المناطق، بينما مناطق الاحتمالية الضعيفة تنتشر في الجزء الوسطي من الحوض (كميات هطل قليلة مع انحدارات متوسطة وغطاء نباتي رعوي مع ترب ضحلة وصخرية) وهنا ينصح بتطبيق تقانات حصاد مياه المطر للاستفادة من مياه الهطل وتدعيم تغذية المياه الجوفية في هذه المناطق، بينما تنتشر مناطق الاحتمالية المتوسطة في الجزء الوسطي والشمالي من الحوض ذات الطبوغرافية المعتدلة (الهطل المطري مناسب مع انحدارات خفيفة وترب متوسطة العمق وزراعات أشجار مثمرة كنمط استعمالات اراضي). تشير مخرجات نتائج هذا العمل إلى اعتماد تواجد المياه الجوفية على عوامل الهطل المطري والمسيلات المائية والتكتونيك بشكل رئيسي وبقية العوامل بدرجة ثانية إظهار المواقع الحاسمة والنهائية والمهمة للمياه الجوفية والتي يستفاد منها في مشاريع التنمية الريفية للمناطق والبيئات الزراعية المستهدفة في أي عملية تنموية مستقبلية لفهم افضل لإدارة الموارد المائية مع متغيرات المناخ، وتعتبر مخرجات هذه الخرائط دليل لرسم السياسات الزراعية ومورد هام بضخ المعلومات المائية لصانعي القرار في رسم استراتيجيات إدارة الموارد المائية.

المراجع:

الصارم، علي (2018). تحديد المواقع الملائمة لحصاد مياه المطر في منطقة مصياف باستخدام تقانات GIS/RS، رسالة ماجستير، جامعة دمشق، كلية الزراعة، قسم الهندسة الريفية.

مديرية الأرصاد الجوية (2015). محطة الأرصاد الجوية بحماة.

عيش، ماهر حمدي (2009). جغرافيا الأراضي الجافة، مطابع جامعة المنوفية، ص:75

كلخه، محي الدين(2017). ندوة علمية حول وضع الخرائط الهيدرولوجية في حوض العاصي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية GIS/RS.

كلخه، محي الدين (2015). وضع خرائط المناطق البيئية الزراعية في حوض العاصي باستخدام تقانات GIS/RS"- رسالة دكتوراه- قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي-كلية الزراعة-جامعة حلب-سورية-صفحة (68،72).

تقرير مديرية إحصاء حماة (2010).

Ashokraj. C, .Kirubakaran. M and Colins Johnny. J; (2015). Estimation of Groundwater Vulnerability using Remote Sensing and GIS Techniques; –International Journal for Innovative Research in Science & Technology| Volume 1 | Issue 9 | February.

Bonham-Carter, B., (2000). An Overview of GIS in the Geosciences. Geographic information systems in petroleum exploration and development, AAPG computer applications in geology; no. 4. T. C. Coburn and J. M. Yarus.

Bonham-Carter, B., (2000). An Overview of GIS in the Geosciences. Geographic information systems in petroleum exploration and development, AAPG computer applications in geology; no. 4. T. C. Coburn and J. M. Yarus.

Dean Djokic; (2012). Hydrologic and Hydraulic Modeling with ArcGIS; Esri International User Conference San Diego, California.

Jones .Norman L and Lemon Alan (2010). Arc Hydro Groundwater Data Model And Tools: Overview and Use Cases. 31 december.

Jones N.L. and Strassberg G., (2008). The Arc Hydro MODFLOW data model. Water Resources Impact, 10(1): 17-19.

Kumar. C.P; (2010). groundwater data requirement and analysis; National Institute of Hydrology Roorkee.

Maidment D.R. (Ed)., (2002). Arc Hydro: GIS for Water Resources. ESRI Press, ISBN: 9781589480346.

Maidment, D. R., (2002). Arc Hydro GIS for water resources

Maidment, D. R., (2002). Arc Hydro GIS for water resources

Richard Greenburg (2005). The Ocean Moon: Search for an Alien Biosphere. Springer Praxis Books.

Strassberg G., Maidment D.R. and Jones N.L., (2007) . A Geographic Data Model for Representing Ground Water Systems. Ground Water, 45(4): 515-8.

Strassberg G., Maidment D.R. and Jones N.L., (2007). A Geographic Data Model for Representing Ground Water Systems. Ground Water, 45(4): 515-8.

Turner, A. K., (2003). Geoscientific Modeling: Past, Present, and Future. Geographic information systems in petroleum exploration and development, AAPG computer applications in geology; no. 4. T. C. Coburn and J. M. Yarus.

Wahyuni Sri, OISHI Satoru and SUNADA Kengo. (2008). the estimation of the groundwater storage and its distribution in uzbekistan, the estimation of the groundwater storage and its distribution in uzbekistan, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.52,, February.

Applications Remote Sensing and Geographic Information System GIS/RS Technique in Potential Mapping Ground Water in Masayf Catchment Du to Supported Water Resource Management Strategies

Mouhiddine kalkha[1]*, and Ali.AL-saram [2]

(1) Researcher in General Commission for Scientific Agricultural Research, GIS-RS Department, Hama, Syria.

(2) Engineer in agriculture Ministry, Damascus, Syria

(*Corresponding author: Mouhiddine kalkha , Email: m.kalkha77@gmail.com)

Abstract

The purpose of this research was to determine the appropriate potential groundwater in Masayf ccatchmentas a decision to support the Rural Sustainable Development Strategy (Syria), using Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing (RS), which covers an area of 598.15 km^2, during the period 2018-2019. Database created for factors that contributed in groundwater storage processing (precipitation, slope, land use/land cover, drainage line, lineaments, geology, and lithology). Spatial analyses were done for each factor within the GIS environment and achieved reclassify and weighted for each factor according to priority potential sites groundwater. Finally, intersect for the previous factor was done to appears sites potential groundwater by using a raster calculator showed that the best sites were distributed in eastern northern part with 26%, while in the second degree with moderate in the middle part with 43% with ALsarut river flow and third degree with weakness sites in middle part with 32%, finally weakness sites in southern eastern part with 46%. to support rain- fed land and supply livestock with water resource in drought years to maintain Agro-Ecological Systems in Orontes basin

Keywords: Rain Water Harvesting, Orontes Basin, Rural Sustainable Development, Spatial analysis.