Revue Ecologie-Environnement (14) : 2018
ISSN: 1112-5888
http://fsnv.univ-tiaret.dz/index.php/13-la-revue/10-la-revue

استخدام أداة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد مواقع إنجاز الحواجز المائية في حوض وادي النجاء

عبد الرزاق خنيوي [1] *، أحمد بوغرارة [2]

[1] **جامعة ابن خلدون - تيارت** kheniouiabderrezak@yahoo.fr

[2] **جامعة قسنطية 1-** abougherara@yahoo.fr

ملخص: تتطلب إدارة المياه وضع استراتيجيات محكمة لتنظيمها وتسييرها على المدى القريب والبعيد، خاصة في منطقة الدراسة التي تشهد ارتفاعا في عدد السكان من جهة، وتعاني من تقلبات مناخية من سنة لأخرى من جهة أخرى، فبناء السدود والحواجز المائية من أفضل الحلول التي تمكن من احداث تنمية اقتصادية، باعتبار ان هذه المنطقة زراعية بالدرجة الأولى وتعتمد بشكل اساسي على الامطار الموسمية كما أن طبيعتها التضاريسية والجغرافية والهيدروغرافية تسمح بإنجاز السدود والحواجز المائية.

أقيم على الحوض التجمعي كبير – رمال أكبر سد في الجزائر وهو سد بني هارون، تستفيد من مياهه 6 ولايات، ولكن استفادة المناطق الزراعية لحوض وادي النجاء حوض جزئي من الحوض كبير - رمال ضعيف جدا، ولذلك يجب وضع استراتيجية محكمة في انجاز حواجز مائية تهدف إلى تطوير النشاط الزراعي في المنطقة من جهة، وحماية سد بني هارون من التوحل الذي يهدده خاصة من الجهة الغربية (حوض وادي النجاء)، وذلك بالاعتماد على أداتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة المنطقة وتحديد أفضل المواقع لإنجاز هذه الحواجز بدقة عالية.
الكلمات المفتاحية: الموارد المائية – الاستشعار عن بعد – نظم المعلومات الجغرافية – وادي النجاء – شمال شرق الجزائر.

Résumé: La gestion de l'eau exige l'élaboration de stratégies à court et à long terme, particulièrement dans la zone l'étude, qui connait, d'une part, un accroissement de la population et subit des aléas du climat d'une année à l'autre d'autre part. Ainsi, la construction des barrages et des retenues collinaires reste la meilleure solution qui permet un développement économique, étant donné que l'activité agricole, dans cette région agricole, repose principalement sur les pluies saisonnières. Aussi, la nature du terrain, les caractéristiques géographiques et Hydrographiques permettent la construction de barrages et de retenues collinaires.

La construction sur l'oued Kébir-Rhumel du plus grand barrage en Algérie (Béni Haroun) a permis l'alimentation de six wilayas. Seulement, les zones agricoles situées dans le sous bassin de l'oued Endja n'ont bénéficié que modestement de cette aménagement. Ainsi, il est indispensable d'adopter une stratégie adéquate favorisant la construction de retenues collinaires qui permet le développement agricole d'une part et la protection du barrage de Béni Haroun de l'envasement en provenance du sous bassin de l'oued Endja d'autre part. Aussi, l'identification des meilleurs sites pour réaliser ces retenues collinaires avec la précision nécessaire se basera sur deux outils en l'occurrence la télédétection et les SIG.

Mots clés : Ressources en eau, Télédétection, GIS, sous bassin de l'oued Endja, Nord-est algérien.

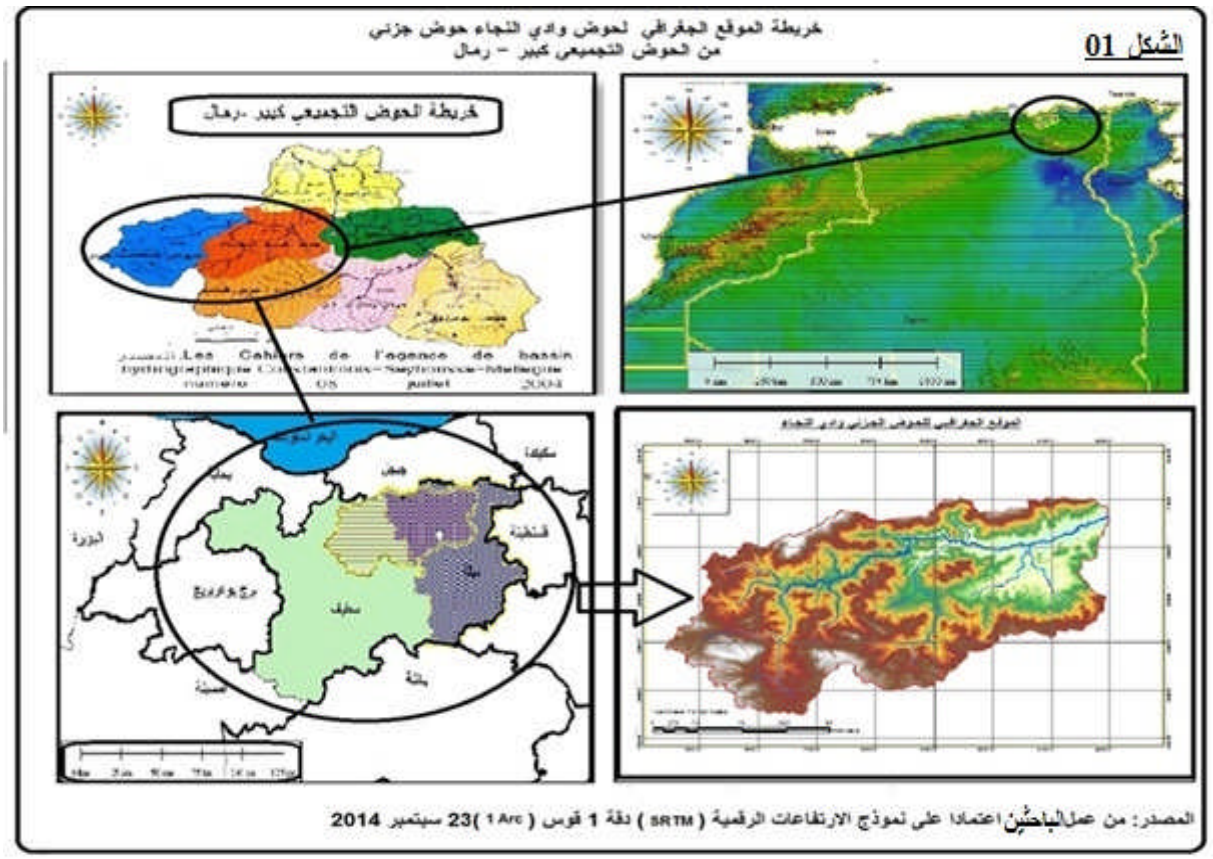
مقدمة:

إن القدرة الفائقة لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، تكمن في البحث في قواعد البيانات، وصور الأقمار الصناعية، ونماذج الارتفاعات الرقمية، والقيام بمعالجتها وتحليلها، وتقديم الاستفسارات اللازمة، ثم إظهار النتائج في صورة مبسطة لمتخذي القرار. أفادت هذه الطريقة في العديد من المجالات ومن أهمها إدارة الموارد المائية، فلم تعد الأدوات والأساليب التقنية التي كانت تستخدم في مثل هذه الدراسة تفي بالغرض المطلوب، ويعود السبب إلى عامل الزمن والدقة في النتائج، ومن هنا وجب اتباع طرق ودراسات وبرامج علمية موثوقة تبنى عليها خطط واستراتيجيات تحل القضايا والمشاكل المطروحة بهدف التخفيف من وطأتها والوصول إلى إدارة متكاملة لكل الموارد المائية المتاحة. في أي رقعة جغرافية مهما كانت مساحتها وفي أي مجال، المتعلقة بالموارد المائية.

1- تحديد منطقة الدراسة:

تنحصر منطقة الدراسة بين خطي الطول (^{o}5,4204) و (^{o}6,2711) شرقا، ودائرتي عرض (^{o}36.1873) و (^{o} 36,5894) شمالا.

تقع منطقة الدراسة ضمن حوض كبير– رمال الذي تقدر مساحته بـ:8811 كلم^{2} ، و الذي يمتد على الولايات التالية: (ميلة – قسنطينة – أم البواقي – جيجل – سطيف)، وقد أنجز في هذا الحوض عند التقاء وادي الرمال مع وادي النجاء سد بني هارون الأكبر في الجزائر من حيث كمية تخزين المياه التي تقدر بـ 960 مليون م^{3}.(أنظر الشكل رقم 01).



الدراسة تشمل حوض وادي النجاء الحوض الجزئي لحوض الكبير – الرمال وهو نموذج لمختلف التضاريس التلية الممتدة من السهول الساحلية في الشمال إلى السهول العليا في الجنوب ووادية ينبع من جبال الأطلس التلى ويصب في البحر المتوسط شمالا. ويمتد الحوض الجزئي لوادي النجاء إداريا على ولايتي ميلة وسطيف. (أنظر الشكل رقم 01).

تقدر مساحة الحوض الجزئي وادي النجاء بـ: (2166.92 كلم^2)، تم حسابها آليا بواسطة برنامج (Arc Gis) بعد تعيين نقطة التقاء وادي النجاء مع وادي الرمال كنقطة مصب الحوض الجزئي المعني بالدراسة على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem). (أنظر الشكل رقم 01).

2- أهمية موضوع البحث:

يتناول موضوع الدراسة تحديد مواقع انجاز الحواجز المائية في حوض وادي النجاء الحوض الجزئي لحوض كبير رمال، خاصة وأن هذا الحوض عرف تشييد أكبر سد في الجزائر بطاقة استيعاب تقدر بـ: 960 مليون م^3، وذلك باستخدام أداة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والتي تتميز نتائجها بدقة عالية وفي وقت سريع. في بناء قاعدة البيانات واخراج الخرائط تخص الدراسة.

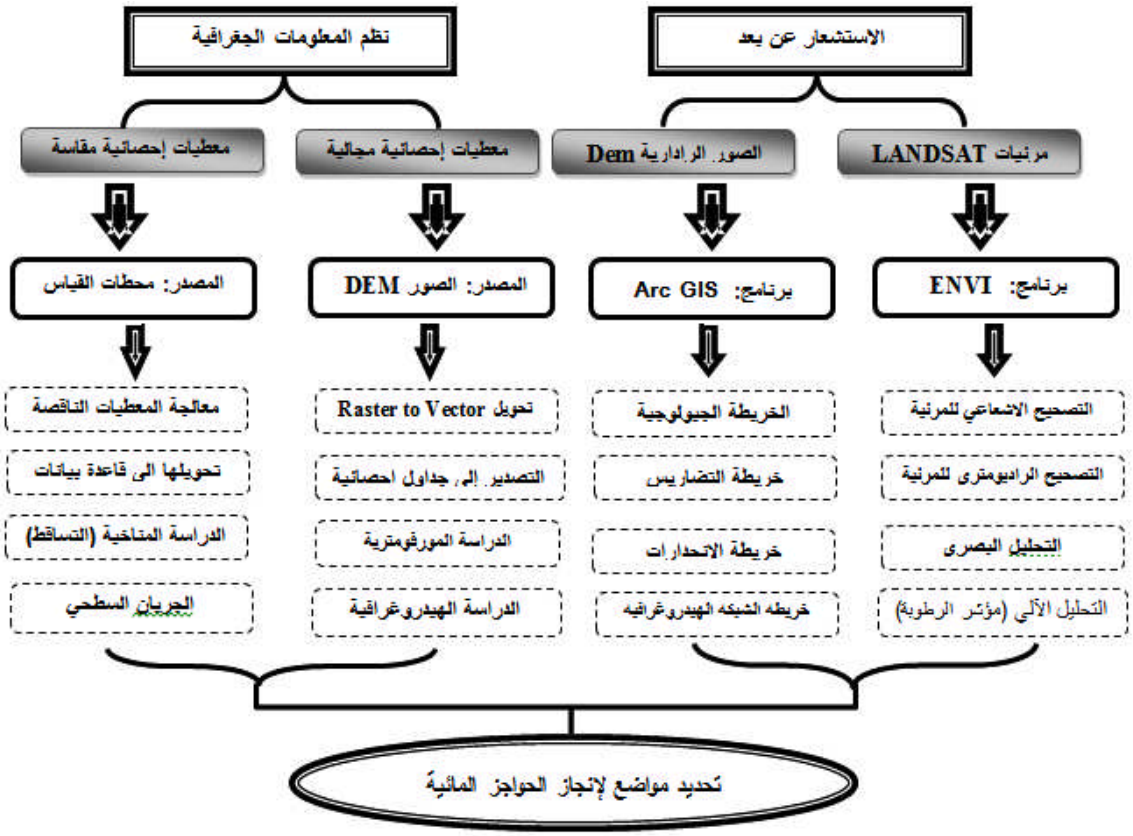
3- إشكالية البحث:

تتطلب الدراسات التقليدية لأحواض التصريف بهدف انجاز الحواجز المائية أو السدود جهدا كبيرا ووقتا طويلا، مع إمكانية الوقوع بالخطأ بسبب التعامل البشري مع كم هائل من البيانات التي تحتاج تركيزا كبيرا وفريقا من العمل من أجل عملية التصنيف والمعالجة وتحليل وإخراج البيانات. وبما أنه أصبحت هناك وسائل وتقنيات حديثة تستطيع القيام بمجموعة من العمليات المعقدة باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والتي تحقق الدقة في القياس وسرعة تصنيف ومعالجة وتحليل وجب الاعتماد عليها والتأكد طبعا من نتائجها في الميدان.

4- أهداف البحث: تهدف الدراسة إلى:

- انشاء قاعدة بيانات لمنطقة الدراسة من أجل تحيين المعلومات كلما حدث تغير.
- ابراز أهمية استخدام التقنيات الحديثة (الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) في دراسة الموارد المائية السطحية.
- دراسة طبوغرافية المنطقة باستخدام نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لاستخلاص خارطة الانحدار وظلال الأرض والتوجيه باستخدام برنامج (ArcGIS) والاستفادة من هذه الطبقات في استخلاص المعالم الهيدرولوجية، بالإضافة إلى دراسة هيدرولوجية المنطقة واستخلاص طبقة الوديان وخصائصها.
- تحديد موقع انجاز الحواجز المائية في الحوض الجزئي لوادي النجاء شبه اليا والتأكد من النتائج في الميدان.
- حماية سد بني هارون من ظاهرة التوحل التي تهدده.

5- **منهج المعالجة:**



6- **المرئيات المستخدمة في البحث:** تم استخدام نوعين من الصور في هذه الدراسة وهما:

أ- **نموذج الارتفاعات الرقمية(Dem):** للقمر الصناعي (ASTER) ذات دقة 30 مترا نستطيع من خلالها معرفة طبيعة التضاريس وقياس الانحدارات وطرق التمثيل الثلاثي الرقمي لسطح الارض.

ب- **مرئيات لاند سات(Landsat):** مجموعة من المرئيات الفضائية المجانية المختلفة الدقة والتاريخ والملتقطة بالمستشعرات: (ETM+) (TM)، (MSS)، للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات (Landsat)

7- **البرامج المستخدمة في الدراسة:** استخدمت في هذه الدراسة مجموعة من برامج المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، بهدف عرض وتخزين ومعالجة البيانات الرقمية والمرئيات الفضائية، والتي تستخدم في دراسات الموارد المائية ورسم الخرائط التطبيقية وهذه البرامج هي:

أ- **برنامج (ARC GIS) :** وهو عبارة عن جناح متكامل من التطبيقات المتقدمة، تم استخدام مجموعة منها (Arc Map)،(Arc Catalog)،(Arc Hydro) وتستخدم لغرض عمل الخرائط الكنتورية وخرائط التضاريس، والمجسمات واشتقاق انظمة التصريف وغيرها.

ب- **برنامج (Global Mapper):** أحد تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في معالجة البيانات ويمتاز بسهولة استخدامه، مع إمكانية الوصول إلى مجموعة متنوعة لا مثيل لها من البيانات المكانية ورسم الخرائط والمقاطع الطبوغرافية.

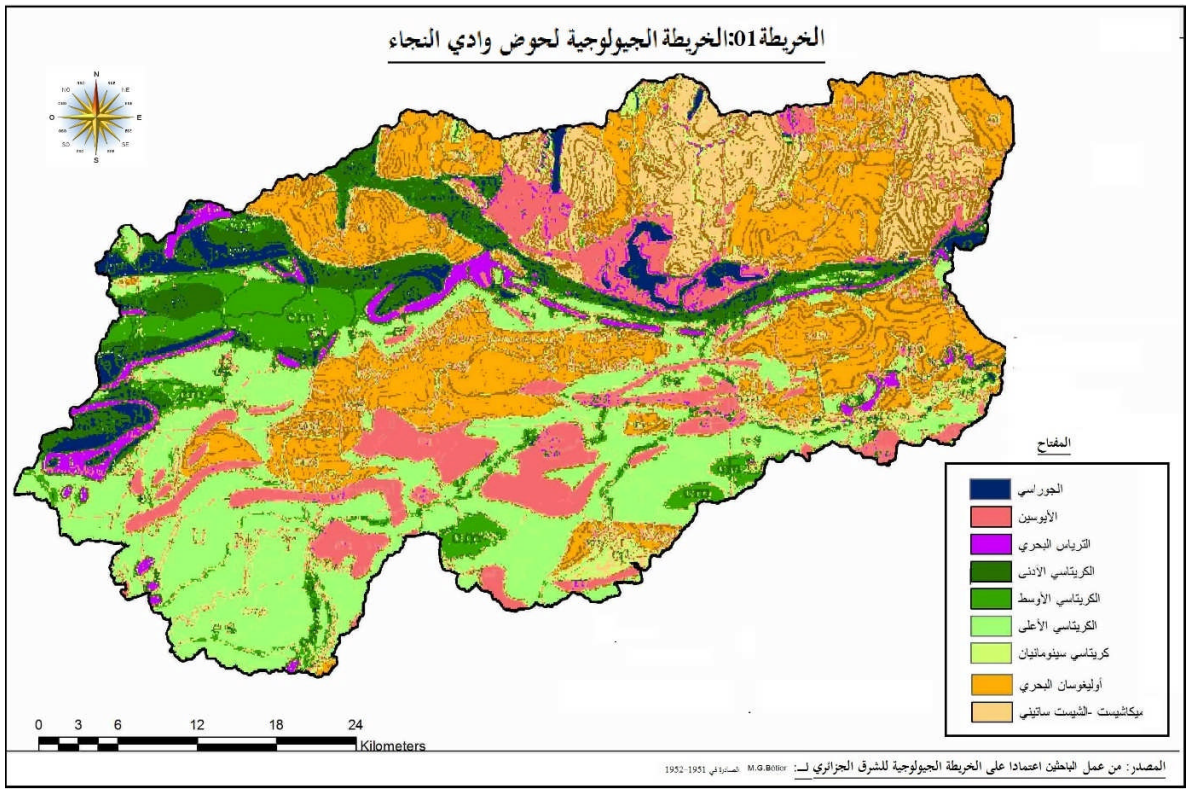
ت- **برنامج (Envi):** هو برنامج لمعالجة صور الاقمار الصناعية مثل لاندسات(Landsat) وأستر (Aster) وغيرها من الاقمار الصناعية، من مزاياه انه يقوم بتحليل الصور وعمل تصنيف لمحتوى الصورة من أوساط نباتية ومعدنية ومائية.

8- **تصحيح المرئيات الفضائية:** تهدف عملية تصحيح المرئيات للحصول على بيانات أفضل، خاصة وأن الدراسة تعتمد على سلسلة من الصور لسنوات وفصول مختلفة. هذه العملية تسبق عملية معالجة المرئيات وهي على مراحل:

التصحيح الراديومتري (correction radiométrique)	التصحيح الهندسي (Correction géométrique)
نتيجة لاختلاف زوايا ارتفاع الشمس و المسافة يجب تصحيح المرئية وأيضا لتقليل تباين الانعكاسية للمعالم الأرضية، ونستخدم في عملية التصحيح طريقة الخط التجريبي (Empirical Line) تعتمد على المعادلة التالية:	ويُعد هذا التصحيح مهماً عند إجراء مطابقة بين الصور الفضائية، وللصور التي بها تشوهات هندسية، نتيجة التغير في سرعة المسح، والتغيير في ارتفاع المركبة، التي تحمل أجهزة الاستشعار عن بعد، وسرعتها. وتحسب رياضياً معاملات التحويل:
Radiance = **(Dn *(Lmax-Lmin))/Qcalmax)+Lmin**	Reflectance = **(pi * radiance * d * d) / (ESUN * cos(theta))**

1- <u>الخصائص الجيولوجية:</u>

تساهم دراسة الخصائص الجيولوجية الحصول على فكرة واضحة عن الآليات التي تشكلت بها الظواهر الشكلية الخارجية لمنطقة الدراسة، ومنه فهم تأثير هذا التوزيع على الخصائص التضاريسية والهيدروغرافية والهيدرولوجية، وتوزيع النباتات الطبيعية والنشاطات الزراعية ، وتوزيع التكوينات والثروة المعدنية. تم الاعتماد على مجموعة من الخرائط الجيولوجية للشمال القسنطيني من دراسات متعددة و بإصدارات مختلفة، وهي الخريطة الجيولوجية جون ماري فيلا (J.M.VILLA) بمقياس 500.000/1 والتي نشرت سنة 1980م.والخريطة الجيولوجية للشرق الجزائري من انتاج



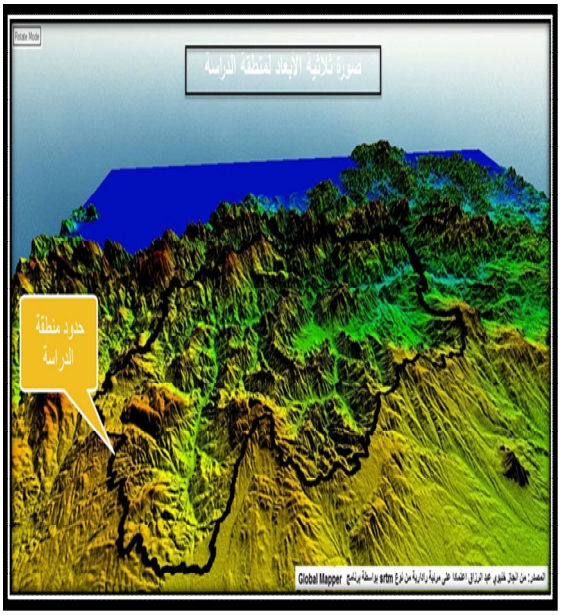
(M.G.Bétier) بنفس المقياس، تم إنتاجها في الفترة الممتدة ما بين 1952/1951.

تؤكد هذه الدراسات على أن منطقة الدراسة تتميز بتنوع الوحدات المتعاقبة، وقد تناوبت وفق مراحل تكوينها وتشوهها فالحوض التجميعي لوادي النجاء ينتمي إلى المنطقة الغربية للحوض القسنطيني تحده من الشمال السلسلة النوميدية، ومن الجنوب السهول العليا، تشكلت هذه السهول نتيجة عمل التعرية و نشاط الحركات التشكيلية الحديثة ، يمكن تمييز عدة وحدات جيولوجية داخل منطقة الدراسة كما توضح الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة المستنبطة من الخريطة الجيولوجية للشرق الجزائري لـ: (M.G.Bétier) ذات المقياس 500000/1 ، وخريطة جون ماري فيلا (J.M.VILLA) ذات المقياس 500000/1

انطلاقا من الخريطتين يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى وحدات جيولوجية مختلفة، حيث يغطي السماط التلي المساحة الأكبر في حوض وادي النجاء، تقدر المساحة التي شملها حوالي 876 كلم^2 وبذلك فهي تشغل نسبة 40% من المساحة العامة للحوض، تنتمي هذه التكوينات إلى عصر الكريتاسي، الذي يغطي المنطقة الجنوبية الغربية لمنطقة الدراسة وخاصة في منطقة جميلة فحمل اسم المنطقة ، كما يظهر في مناطق محدودة من الجهة الشرقية.(أنظر الخريطة رقم 01).

كما تحتل صخور الحجر الرملي النوميدي المرتبة الثانية من حيث المساحة التي تحتلها داخل حوض وادي النجاء، حيث تقدر مساحتها بحوالي 320 كلم^2 وبذلك فهي تشغل نسبة 14% من المساحة العامة للحوض، هذه الصخور ترجع إلى تكوينات الفليش النوميدي، ومن خصوصيات هذا النوع من الصخور أنه مقاوم نسبيا للتعرية وهو وسط ناتج عن تراكم ثلاث طبقات مختلفة المقاومة للتجوية والتعرية و يمثل آخر مرحلة تراكم الأسمطة الزاحفة من الشمال في اتجاه الجنوب. من مميزات هذا الأخير أنه يظهر طبقتين مختلفتي المقاومة فالطبقة العليا مكونة أساسا من الحجر الرملي و الطبقة السفلى مكونة من الطين و الذي يسمى بالتكوينات الطينية التحت نوميدية، فاختلاف درجة المقاومة بين الطبقتين تؤدي إلى ديناميكية تميز المنطقة .

يتمركز هذا السماط في السلسلة الجبلية التي تسود شمال منطقة الدراسة، حيث يظهر انكشافها في منطقة جبل مول المسيد، وجبل كاف بوحمرا، وجبل تامنتوت والسطاح ، وهي توضعت خلال الأليغوسان إلى الميوسان السفلي، حيث أنها انخلعت ونقلت باتجاه



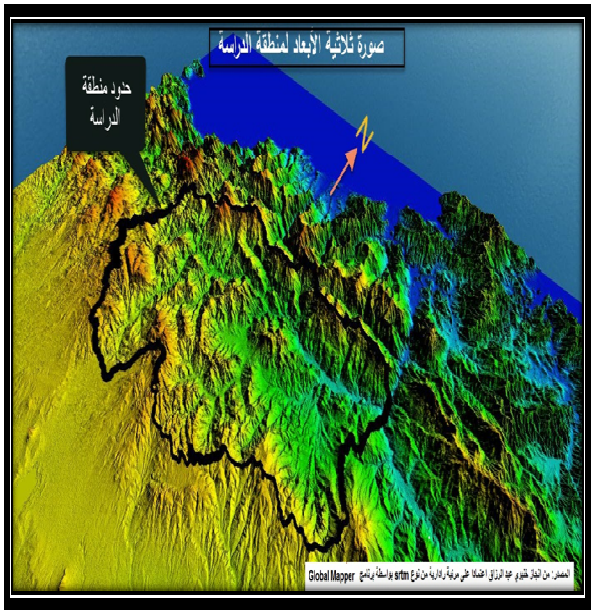
ما يلاحظ أن الجهة الشمالية لوادي النجاء يغلب عليها الطابع الجبلي في حين الجهة الجنوبية لها يغلب عليها طابع التلال والتي يبرزها المقطع الطبوغرافي بوضوح. متوسط الارتفاع لهذه المجموعة حوالي (450م)، تستغل المناطق المنبسطة في النشاط الزراعي وخاصة إنتاج الحبوب، كل هذه الخصائص تجعل المنطقة

الجنوب على المناطق التلية حيث تنمو بها غابات أشجار الفلين وتحيط بها حافات صخرية مهمة.

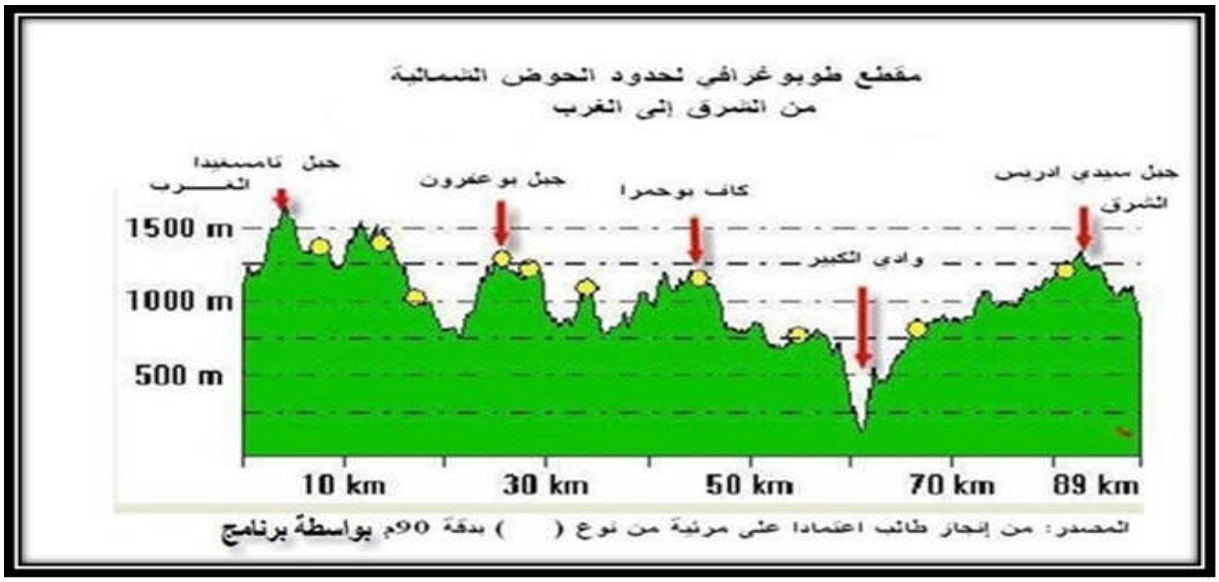
أما السلسلة الجبلية الشمالية فجزء منها يغطيها سماط الفليش القبائلي تقدر المساحة الذي يغطيها هذا السماط بحوالي 188 كلم^2 وبذلك فهو يشغل نسبة 8% من المساحة العامة للحوض، يظهر هذا السماط بالضبط في جبل بوعزة، وجبل بوعفرون، يتكون هذا السماط من نوعين مختلفين من الوحدات وهما الفليش الموريتاني والفليش ماسيليان .(أنظر الخريطة رقم 01).

2- <u>الخصائص الطبوغرافية والتضاريسية</u>:

تتميز الأشكال التضاريسية للحوض الجزئي لوادي النجاء بالتنوع واختلاف توزعها داخل الحوض، هدا التضّرس له تأثيراته على توزيع العناصر المتحكمة في التعرية والموارد المائية بالحوض. مجال الدراسة يقع ضمن السلسلة التلية، و يمكن تمييز ثلاث نطاقات تضاريسية كبرى كما توضحها الصورة الثلاثية الأبعاد لمنطقة الدراسة لنموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) معالجة بواسطة برنامج غلوبال مابر (Global Mapper) بزاويتين مختلفتين.



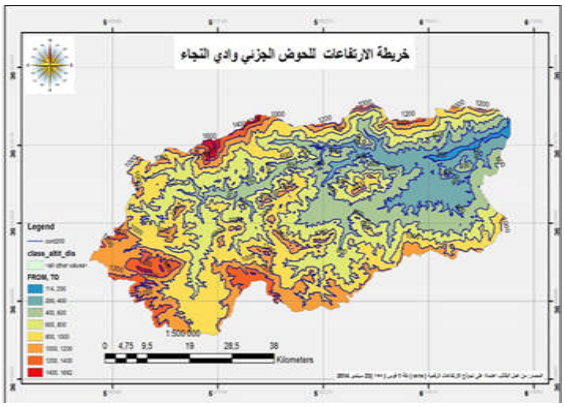
تزخر بإمكانيات طبيعية هامة تسمح بتطوير قطاع الزراعة من خلال انجاز مجموعة من الحواجز المائية بها وتجنب الجفاف الزراعي الذي يؤثر في نوعية وكمية المحصول الزراعي في المنطقة.



ولإبراز تضاريس الحوض التجميعي المعني بالدراسة بالتفصيل تم الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية(رقمية) بمقاييس مختلفة (250000/1 -200000/1 -50000/1 -25000/1)، مع العلم أنه تمت عملية دمج الخرائط ذات المقياس الواحد (MOSAIQUE) بعد القيام بعملية الارجاع الجغرافي (Géoréférencement) لكل خريطة بواسطة برنامج (Arc Gis) ثم قص المنطقة المعنية بالدراسة، كما تم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية من نوع (Dem) ذو الدقة المكانية (1arc) أي حوالي 30 متر ، تمت معالجتها بواسطة نفس البرنامج وهذه الخصائص العامة لتضاريس الحوض.

خصائص عامة للحوض كبير – النجاء	القيم
محيط الحوض	351.77 كلم
مساحة الحوض التجميعي	2174,45 كلم^2
أعلى ارتفاع داخل الحوض	1682م
متوسط الارتفاع داخل الحوض	898 م
الارتفاع الأكثر ترددا	700 م
أخفض ارتفاع داخل الحوض	114م

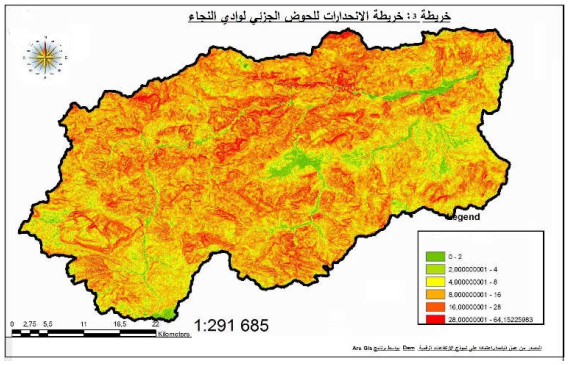
المصدر: من عمل الباحثين اعتماد على مرئية من نوع (Dem) معالجة ببرنامج (Arc Gis).



1- <u>الانحدارات</u>: تفيد معرفة انحدار المنطقة للتعرف واستخلاص الظواهر الجيومورفولوجية، وإمكانية استغلال هذا العامل في تنمية المنطقة من خلال الاعتماد عليه كشرط أساسي في تحديد مواقع انجاز الحواجز المائية. ليست هناك معايير مشتركة لتقييم المنحدرات فكل تخصص له معاييره حسب احتياجاته. ولحساب الانحدار نعتمد على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) بدقة (30 متر) باستعمال برنامج (Arc Gis) بعدما تم تصحيحها بواسطة برنامج (ENVI)، وقد تم التوصل إلى النتائج التالية: (خريطة2 والجدول التالي:

فئة الانحدار	قيمة الانحدار بالدرجة	المساحة(كلم^2)	النسبة%
ضعيف جدا	2-0	78.71	3.62
ضعيف	4-2	138.94	6.39
متوسط	8-4	441.84	20.32
قوي	16-8	975.02	44.84
قوي جدا	أكبر من 16	537.08	24.7
المجموع	-	2174,45 كلم^2	100

المصدر: من عمل الباحثين اعتماد على مرئية من نوع (Dem) معالجة ببرنامج (Arc Gis).



1- **<u>الدراسة المورفومترية والهيدروغرافية للحوض</u>:** تعد دراسة الخصائص المساحية والشكلية للأحواض النهرية من أهم العناصر التي تمكن من فهم حقيقي لجيومورفولوجيتها، سواء كانت ذات مساحات صغيرة أو كبيرة، خاصة باستعمال وسائل تكنولوجية حديثة في حساب وقياس الخصائص المورفومترية و الهيدروغرافية. اعتمد في هذه الدراسة على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) في تحديد الرتب النهرية وفق تصنيف ستراير (Strahler stream order). تمت العملية آليا عن طريق برنامج (Arc Gis)، بواسطة تطبيق (Arc Hydro)، حيث يستطيع تحديد المساحة الجزئية التي تجري عليها كل رتبة، إضافة إلى أنه يحدد لنا خصائص الحوض الجزئي لكل رتبة نهرية من حيث المساحة والمحيط وأعلى نقطة وأدنى نقطة داخل كل حوض صغير. وقد تمت العملية بعد تحديد نقاط تلاقي هذه الروافد التي تعتبر بمثابة نقطة المصب لكل رافد باستخدام طبقة النقاط (Drainage point)، ومن ثم تحديد الأحواض الجزئية حسب كل رتبة نهرية، وقد قدر عدد الأحواض الجزئية بـ: 1573 حوض موزعة على ستة (6) رتب نهرية حسب تصنيف ستراير، وقد تم حساب مساحة ومحيط حسب كل رتبة بالنسبة للحوض الجزئي لوادي النجاء. (أنظر الخريطة رقم 4).

إن معرفة نطاقات تمدد الأحواض المائية السطحية لايزال من الأمور الهيدرولوجية الهامة في العديد من الدراسات المائية المختلفة. وكما هو معروف حسب المفاهيم الجيومورفولوجية، فإن الأحواض المائية يتم تحديد نطاقاتها من خلال معرفة مسارات الأودية الموجودة ضمنها وبالتالي يتم تحديد نقاط الوصل ما بين المرتفعات المحيطة بهذه الأودية وروافدها المختلفة. ولعل تحديد نطاقات الأحواض المائية ذات جدوى من حيث تحديد خصائص المنطقة عبر التعرف على الأنماط الجيومترية والمورفومترية للنُظم المائية السطحية. النتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول والخريطة التالية:

الرتب	عدد الأحواض الجزئية	نسبتها %	مجموع المساحة (كلم^2)	مجموع المحيط (كلم)
الرتبة1	789	61.770	1344.08	2654.55
الرتبة2	372	18,056	392,89	1667,6111
الرتبة3	185	9,313	202,65	795,8333
الرتبة4	117	5,784	125,85	480
الرتبة5	83	4,215	91,71	317,6111
الرتبة6	27	0,862	18,76	91,4444
المجموع	1573	100	2178	-

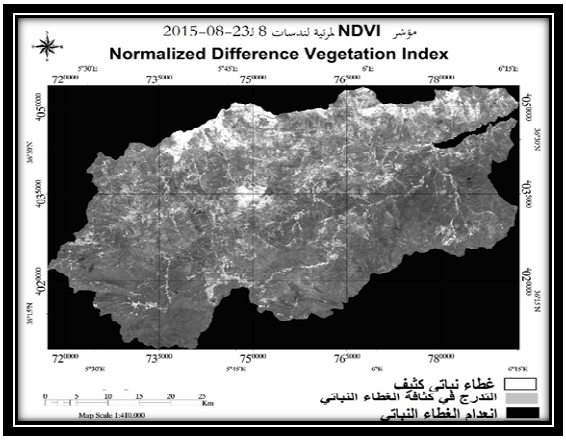
1- استخدام مؤشر الرطوبة والغطاء النباتي (Indices d'humidité et de végétation):

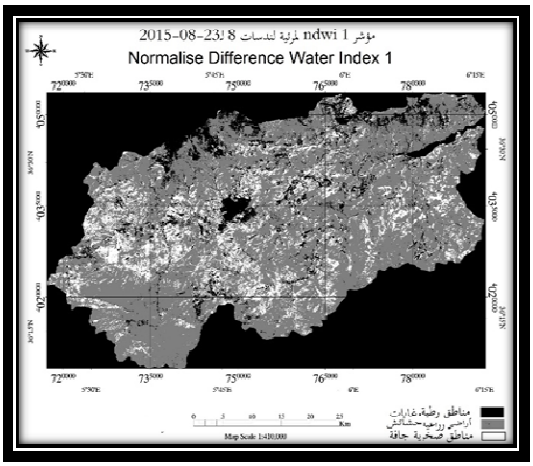
تحليل الصور الفضائية وحساب المؤشرات الخاصة بالغطاء النباتي والموارد المائية تمكن من دراسة خصائص المنطقة الزراعية ومعرفة مصادر المياه السطحية وتوجيه استغلالها، إذ تطبق هذه التقنيات بفعالية ودقة خاصة إذا ما توفرت مرئيات ذات دقة مكانية عالية ولفترات متتابعة وفي مواسم مختلفة. الجدول التالي يوضح المؤشرات المستعملة في هذه الدراسة مع العلم أنه تم استخدام برنامج (ENVI) وصور لاند سات 8- (Landsat-8) في حساب هذا المؤشر.

المؤشر	الاسم	المعادلة	المصدر
1 NDWI	Normalise Difference 1 Water Index	(PIR-MIR)/(PIR+MIR)	Gao (1996)
2 NDWI	Normalized Difference Water Index 2	(V-PIR)/(V+PIR)	McFleeters (1996)
PVI	Perpendicular Vegetation Index	(PIR-aR-b)/√(1+a²)	Richardson et Wiegand (1977)
TSAVI	Transformed Soil Adjusted Vegetation Index	a(PIR-aR-b) / (R+a(PIR-b)+0,08(1+a²))	Baret et al. (1989)
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	NDVI = (PIR - R)/ (IR + R)	

وقد كانت النتائج كالتالي:

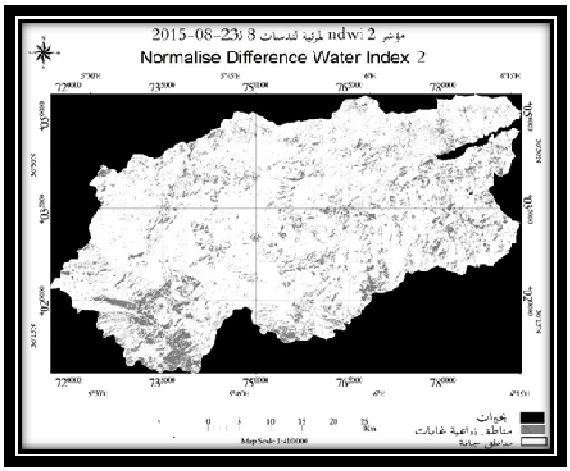
• يساعد مؤشر (Index Water Normalise Difference) على التعرف على المناطق الرطبة وقد تم اختيار الصورتين في شهر اوت الذي يعتبر من الشهور الجافة خلال السنة، ما يلاحظ على الصورتين أن غالبية المنطقة يسودها الجفاف وهي باللون الأبيض، وهناك تدرج واضح في اللون الرمادي والذي يوضح المناطق ذات غطاء نباتي والتي تمثل المناطق الزراعية في الجهة الجنوبية للحوض والغابات في المناطق الجبلية وخاصة السلاسل الجبلية التي تعتبر خط تقسيم المياه في الشمال. وقد تم تأكد من ذلك ميدانيا فالمناطق الزراعية تعتمد على السقي وتعاني من مشكل النقص في الموارد المائية.





• أما مؤشر (Normalized Difference Vegetation Index) يعتبر من أشهر المؤشرات والأكثر استعمالا في إبراز كثافة الغطاء النباتي فاللون الأبيض يبرز المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف و هو في حالة جيدة، في حين التدرج في اللون الرمادي باتجاه اللون الأسود يعني تناقص في الكثافة الى غاية الانعدام. هذا المؤشر يؤكد الملاحظات السابقة.

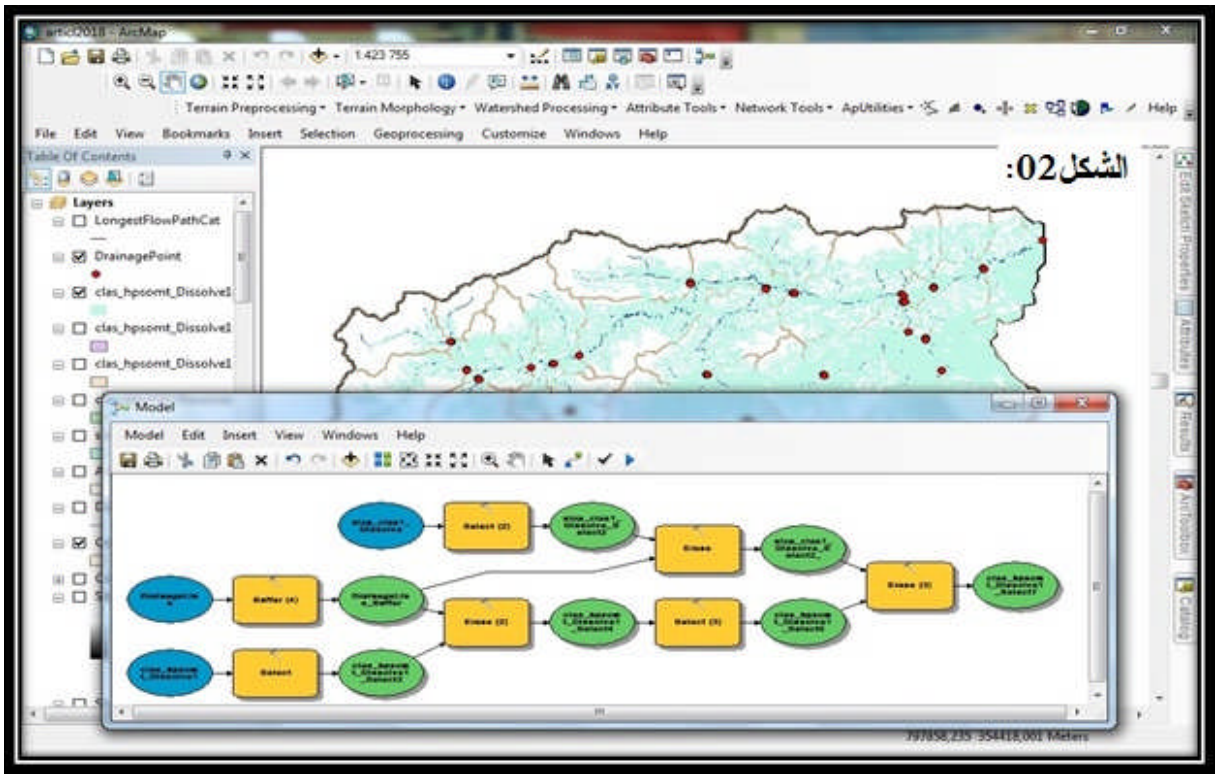
9- <u>تحديد مناطق انجاز الحواجز المائية في الحوض</u>: وقد تمت العملية على مرحلتين:



أ- **<u>مرحلة الأولى (الآلية)</u>:** في هذه المرحلة يكون اختيار المواقع آليا بواسطة برنامج (Arc Gis)، وذلك عن طريق انجاز نموذج موديل بيلدر (**Model Builder**)، الذي يعتمد على مجموعة من الطبقات (Vecteur) التي تم إنجازها بواسطة برنامج (Arc Gis) كما يوضحه الشكل التالي:

ب- طبقة الخصائص الجيولوجية والبنيوية حيث تم اختيار المناطق ذات التكوينات المارنية باعتبارها مناطق ضعيفة النفاذية ومنه تسمح بتخزين المياه من جهة، ومن جهة أخرى هي مناطق نشِطة زراعيا، هذه الخصائص تتركز في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة وهي من العصر الكريتاسي.

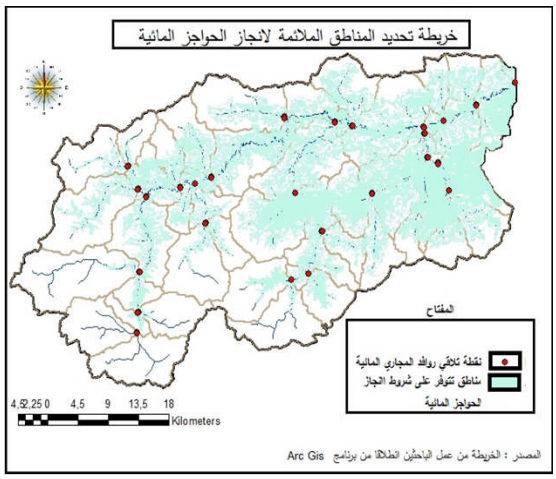
- طبقة الخصائص التضاريسية حيث يتم اختيار المناطق السهلية ذات النشاط الزراعي الواسع البعيدة عن المناطق المتضرسة الجبلية الوعرة والتي يصعب استغلالها.
- طبقة الانحدارات حيث يتم اختيار مناطق تكون درجة انحدارها ملائمة لنشاط الزراعي من جهة وتساعد على تخزين المياه والاستفادة من نقل المياه بعامل الانحدار لتقليل من تكلفة السقي.
- طبقة الشبكة الهيدروغرافية حيث يتم اختيار المناطق التي يكون مجرى الوادي بها من الرتبة الأولى إلى الثانية حسب تصنيف سترالر (Strahler) لأن الجريان بها ضعيف وغير دائم وتربته غير نفوذه، فيمكن انجاز حواجز مائية صغيرة بها من جهة، ومن جهة أخرى فهي تحمي السد من التوحل لأنها قريبة من المناطق الزراعية التي تتسبب في نقل الطين إليه.



- طبقة نقطية تحدد أماكن التقاء المجاري المائية من جميع الرتب، من خلالها يمكن اختيار المناطق الأكثر ملائمة لإنجاز الحواجز المائية.
- طبقة استعمال الأراضي (Occupation du Sol) والتي تم إنجازها انطلاقا من مجموعة من المؤشرات الخاصة بالمناطق الرطبة والغطاء النباتي داخل منطقة الدراسة.(الشكل 2).

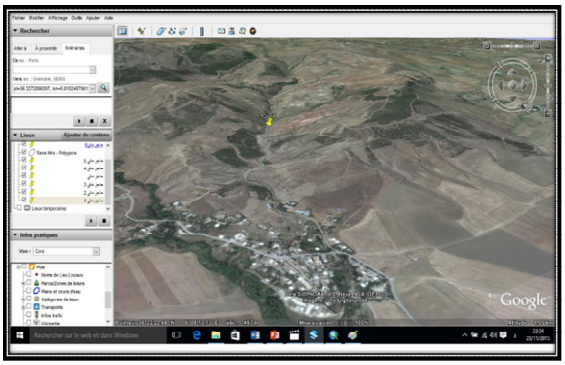
النتيجة التي نحصل عليها في الأخير مساحات داخل منطقة الدراسة الملائمة لإنجاز الحواجز المائية حسب الطبقات التي تم الاعتماد عليها.

- **<u>المرحلة الثانية:</u>** وفي هذه المرحلة يتم اختيار المناطق الأكثر ملائمة من جميع النواحي الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، لإنجاز الحواجز المائية، حيث يتم تقدير كمية المياه التي يستطيع كل حاجز تخزينها. وتتم العملية وفق مراحل كما توضحه الصور التالية:



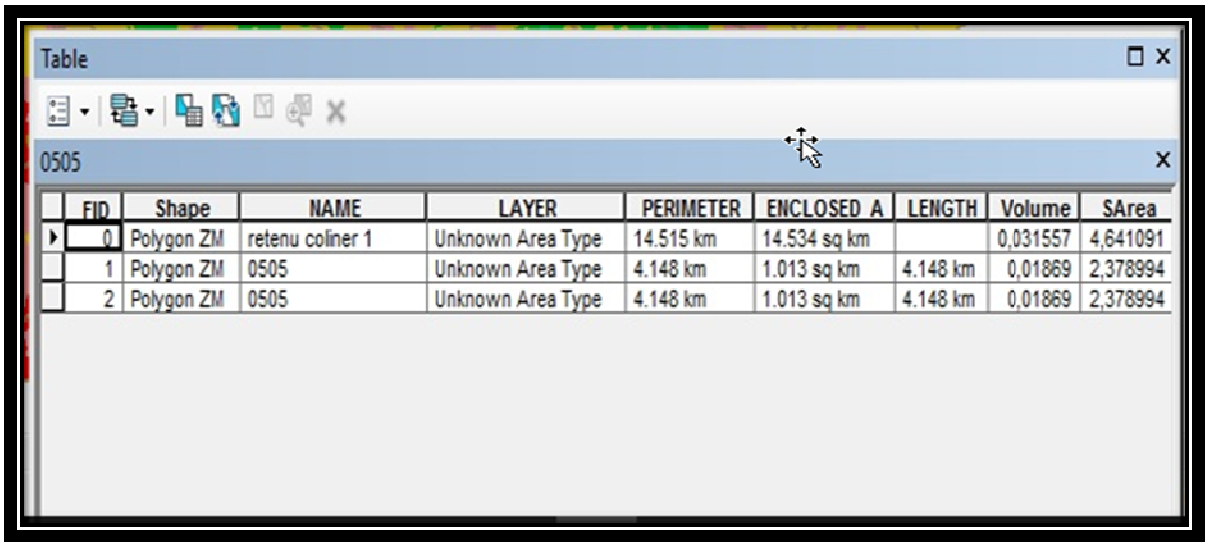
خريطة المواقع المختارة لإنجاز الحواجز المائية

- لحساب حجم المياه الممكن تخزينها وراء الحاجز المائي نختار ثلاث مواقع كنماذج للدراسة، نستخرج خطوط الكنتور ونحدد المساحة التي يمكن أن يشغلها الماء من نموذج الارتفاعات الرقمية (dem) لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج (Global mapper)، ثم



صورة لأحد المناطق المختارة (Google Earth)

نصدر الملف لبرنامج (Arc Gis) لكي يقوم بحساب مساحة ومحيط وحجم المياه الممكن تخزينها، كما يوضحه الجدول التالي المستخرج من برنامج (Arc Gis):



Table

0505

FID	Shape	NAME	LAYER	PERIMETER	ENCLOSED_A	LENGTH	Volume	SArea
0	Polygon ZM	retenu coliner 1	Unknown Area Type	14.515 km	14.534 sq km		0,031557	4,641091
1	Polygon ZM	0505	Unknown Area Type	4.148 km	1.013 sq km	4.148 km	0,01869	2,378994
2	Polygon ZM	0505	Unknown Area Type	4.148 km	1.013 sq km	4.148 km	0,01869	2,378994

خاتمة: تعد أداة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أداة فعالة في الدراسات الجغرافية، فالتسجيل الدائم للصور الأقمار الصناعية يمكن من دراستها في أي وقت فيما بعد، وهذا يسمح بإجراء المقارنات الزمنية عن طريق دراسة مجموعة صور التقطت في أوقات مختلفة لنفس المكان، كما يسهل إجراء قياسات سريعة ودقيقة إلى حد كبير للمسافات والاتجاهات والمساحات والارتفاعات والانحدارات وإنتاج الخرائط وتحديثها في وقت سريع وبدقة لم تكن تتوفر في الطرق التقليدية التي كانت سائدة من قبل.

المراجع:

أحمد (أبو العينين)، كوكب الأرض ظواهره التضاريسية الكبرى، مؤسسة الثقافة الجامعية الإسكندرية، ط،1976.

آرثر ستريلر. "أشكال سطح الأرض، دراسة جيومورفولوجية" تعريب وفيق حسين الخشاب،1964.

حسن رمضان سلامة، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، المجلد 7، العدد،1/1980.

محمد (حسان عبد العزيز)، أساسيات الهيدرولوجيا، عمادة شؤون المكتبات جامعة الملك سعود السعودية، ط1 1982م.

نبيل (الداغستاني)، الاستشعار عن بعد الأساسيات والتطبيقات، ط1، دار المناهج للتوزيع والنشر2003م.

عبد الفتاح صديق عبدالله , أسس الصور الجوية و الاستشعار عن بعد، مكتبة الرشيد – الرياض – السعودية.

فرحان (يحيى عيسى)، الاستشعار عن بعد و تطبيقاته، دار مجدلاوي للنشر و التوزيع ،عمان1987.

حيدر محمد حسن الكناني (هيدرولوجية المياه السطحية لحوض نهر الطيب باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) جامعة ذي قار،العراق2014.

فاروق محمد على حسين (تصميم السدود المائية باستخدام مستخلصات المعلومات الهيدرولوجية)، مجلة كلية الاداب/ العدد101.

حسين علي (اختيار مواقع لإنشاء سدود صغيرة في منخفض الكعرة باستخدام تقنيات التحسس النائي والتحليل المكاني)، مجلة الهندسة العدد 17.سنة2011م.

يحيى محمود سعيد (تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العرجاء – فلسطين). الجامعة الإسلامية عزة 2013.

Anne Chaponniere, Fonctionnement hydrologique d'un bassin versant montagneux semi-aride Cas du bassin versant du Rehraya (Haut Atlas marocain) Ecole Doctorale ABIES Centre d'Etudes Spatiales de la BIOsphère THÈSE pour obtenir le grade de Docteur de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon Disciplines 2005.

Aline et Marc Chabreuil, (Exploration de la terre par les sattelite), France

Azzedine Mebarki, Bassine versant du kebir rhumel /hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau,

Azzedine Mebarki, hydrologie des bassine de l ést Algérien, ressource en eau aménagent et environnement, Application de la télédétection a l'agriculture, (commission d'agrometeorologie de l'inra et groupe de travail)

Cooperation Algero - Italienne Projet INRAA - IAO "Système de gestion intégré de l'information agricole et rurale""Applications SIG pour l'analyse et le suivi des surfaces agricoles et pour la cartographie de l'occupation du sol"

John A. Richards (Remote Sensing Digital Image Analysis)4 th Edition Springer Germany 2006 .

Jean Demangeot, Les Milieux Naturels Du Globe, Éditeur : HER/Armand Colin Publication : 2000

Hisham M. A. Gadou, Remote Sensing (RS) and Geographical Information system (GIS) for Monitoring Fast Growing Metropolises And Mega-cities King Faisal University 2005.