مجلة المختار للعلوم الإنسانية
Al-Mukhtar Journal of Social Sciences
40 (3): 419- 447, 2022
pISSN: 2791-1608; eISSN: 2791-1616
الصفحة الرئيسية للمجلة: https://omu.edu.ly/journals/index.php/mjssc/index

الإعداد الآلي لخارطة تضاريس حوض وادي الناقة شرق الجبل الأخضر

محمود الصديق التواتي [1]*

قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عمر المختار، البيضاء

DOI :https://doi.org/10.54172/mjssc.v40i3.750

المستخلص: تستهدف هذه الدراسة إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لوحدات سطح الأرض في حوض وادي الناقة شرق إقليم الجبل الأخضر، وفق منهجية استقرائية وأسلوب تقليدي، وطُبِّقت بوساطة برنامج **Arcmap** الإصدار الثامن من شركة **Esri** وبرنامج **Excel** ، وجمع الباحث البيانات المكانية من الخرائط الطبوغرافية والخرائط الجيولوجية وخرائط انجراف التربة، فضلًا عن صور القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي **DEM**، ورفع بعض المواقع بواسطة **GPS**، وأدخل البيانات وفق إحداثيات مسقط مكيتور المستعرض **UTM** على هيأة طبقات، كما عالج بيانات منطقة الدراسة، واستخرجها من الجداول الكمية والوصفية والأشكال والرسومات التوضيحية، وأدرج الصور الميدانية مع البيانات الوصفية لبعض المواقع والأماكن الرئيسة في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: خارطة الوحدات الأرضية؛ **Arcmap**؛ **DEM**؛ مورفومتري.

Preparation and outlays production of the Digital of surface units in the Wadi al-Naqah basin, east of Jabal al-Akhdar

Mahmud Altawti [1*]

[1] Geography Department, Faculty of Arts, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda

Abstract: For an extract: The objective of this study is to create a geographic database of ground surface units in the Na'qa Valley Basin east of the AlJabel Al-Akhder Region, in accordance with a conventional methodology, applied by Arcmap version 8 of Esri and Excel, which collected data from topographic, geological and soil drift maps as well as DEM digital elevation model image, and upgraded some sites by GPS.

Keywords: Geomorphological mapping; Arcmap; DEM; Morphometric.

*Corresponding author: E-mail addresses: mahmud.altawti@omu.edu.ly

مقدمة:

في بدايات القرن العشرين استَخدمت خرائط سطح الأرض؛ لتوضيح الأشكال الجيومورفولوجية بالرسومات التوضيحية والتوزيع المكاني للأشكال والعمليات الجيومورفولوجية، وكانت هناك محاولات تتمحور حول تحديد الظواهر والعمليات الجيومورفولوجية، بدأت من جاين Gehne في عام 2012، وباسرج Passarg في عام 2014، واستمرت عمليات تطوير الخريطة الجيومورفولوجية خلال حقبة السبعينيات من القرن الماضي (klimazewski, 1990)، كما طوَّر البريطانيون خرائط الانحدار تحت إشراف لينتن D. L . Lintod الذي وضع رموزاً ثابتةً للانحدارات، وفي العقود الأخيرة ركز الجغرافيون على خرائط سطح الأرض لسببين: أحدهما: أنَّ رسم الخرائط نشاط مكلّف ومستهلك للوقت، والآخر: أنَّ التوجه الحالي هو التركيز على موضوعات ومجالات معينة بدلاً من الخرائط العلمية الشاملة، (Cooke and Doornkamp, 1990). قدمت الجيومورفولوجية عند ظهور نظم المعلومات الجغرافية GIS التحليل المكاني للمظهر العام بعد أن كانت صعبة في التنفيذ بالطرق التقليدية، فكانت قاعدة البيانات تشمل العديد من الظواهر الجيومورفولوجية ومن خلالها يمكن إضافة البيانات المكانية في قاعدة بيانات كبيرة وتعديلها وتخزينها؛ للاستفادة منها في الأغراض المختلفة.

يعتمد إعداد قاعدة البيانات على تطبيقات من خلالها يمكن عمل البحوث والدراسات الجيومورفولوجية، كما أن خرائط أشكال سطح الأرض الورقية التقليدية يستفاد منها في عرض المفهوم العلمي للمظهر الجيومورفولوجي للوحدات الأرضية، في حين لا توجد صعوبة في قواعد البيانات الجغرافية من ناحية التحليل والتفسير، إن هذا التحول الكبير في الخرائط الرقمية يوسع الفرص لكل من التطبيقات البحثية والعملية (Butler and Walsh, 1998). في الوقت الحالي تشمل مجالات البحث الرئيسة التي تستخدم في نظم المعلومات الجغرافية في الجيومورفولوجيا ما يأتي:-

1- نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في بناء قوائم حصر التضاريس مثل (jakobsen, 2003), (Clark et al, 2004) .

2- نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في تحليل المنحدرات وتقسيم المناطق (الطبيعية) للمخاطر وإداراتها على سبيل المثال ,(Pike et al, 2003), (Dai and lee,2002) .

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

3- تصنيف المظاهر الطبيعية الرقمية أو الخاضعة للإشراف على بيانات الاستشعار عن بعد في كثير من الأحيان، بالاشتراك مع نماذج الارتفاعات الرقيمة Digital Elevation Models DEMs [1] مثل (Brown et al,. 1998).

في الوقت الحاضر معظم المجالات انخرطت في استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS في مجال الجيومورفولوجيا شملت ثلاثة أنظمة وهي: 1) نظم المعلومات في اختبارات التراكيب لأشكال سطح الأرض. 2) نظم المعلومات في تحليل الانحدارات وإدارة المناطق الخطرة. 3) تصنيف الظواهر الطبيعية ووحدات سطح الأرض وفق بيانات الاستشعار عن بعد من خلال نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

على الرغم من أن بعض المحاولات لإنشاء قواعد بيانات GIS تطبيقية أو موضوعية قد تضمَّنت مجموعة من البيانات (Gaspar et al, 2004)، وعلى الرغم من التقدُّم في تفسير البيانات الملتقطة من الأقمار الاصطناعية المتعدّدة الأطياف ونماذج عالية الدقة، فإن التصميم العام لقاعدة البيانات الجغرافية في الجيومورفولوجيا تَحتوي على بيانات مندمجة ومنظمة حول الجوانب العلمية الشاملة لمظاهر سطح الأرض، ويمكن لقاعدة البيانات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية أن تشكّل الأساس لاستخراج الخرائط الموضوعية والتحليلات الجيومورفولوجية وتبادلها مع قواعد البياناَت الخارجية، (Plaza et al. 2004 , van Asselen and Seijmonsbergen, 2006)، إلا أن التقييم التفصيلي لتكوين الأشكال الأرضية، وتوزيع المواد يظل معقدا، لذلك يجب دمج البيانات المستشعرة عن بعد، مع الملاحظات الميدانية التي تظل ضرورية للتحقق من صحة التفسيرات والتصنيفات في حال تكوين أشكال التضاريس المتشابة من المواد المختلفة، فيكون لها أصل مختلف، وقد أعطى ڤان دين وآخرون (Van Den Eeckhaut et al, 2004) مثالاً لمزايا التحقق الميداني على تفسير الصور الجوية ونماذج الارتفاعات الرقمية DEMs المظللة للتفسير الظواهر الجيومورفولوجية في المناطق المزرعة بكثافة، وخلُص سميث وآخرون (smith et al, 2006)، إلى أن الخرائط الميدانية باستخدام خريطة يحتمل أن يوفر أفضل LIDAR قاعدة نتائج رسم الخرائط، كما أن عملية إنتاج الخارطة الجيومورفولوجية ونشرها يتوقف على عملية استعمالها فيما بعد، هل هي خارطة ورقية، وهل تم إنتاجها بالألوان أم بالأبيض والأسود؟ وهل الخارطة مصاحبة لمنشور مجلة،

[1] – DEMs نموذج الارتفاع الرقمي عبارة عن تمثيل للأرض العارية bare earth السطح الطبوغرافي بما في ذلك الأشجار والمباني وأية أجسام أخرى تُشتق بشكل أساسي من الخرائط الطبوغرافية كما عند (USGS) ثم تستبدل بشكل منهجي بـ DEMs بياناتها عالية الدقة بوساطة الليدر و IFSAR من خلال معالجة السحب، ويتم تجريد الغطاء النباتي والمعالم الأخرى لتظهر معالم السطح الأرض الطبوغرافية بوضوح. www.usgs.gov/fags/what-diffrence-between-lider-and-a-digital-elevation-model-dem?-news-scienek(11:45-am-29-11-2021)

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

أم هل ستَنشر في الإنترنت؟ والرموز المستخدمة وكيفية تكوين عناصر الخارطة المختلفة، (otto et al, 2011).

1. أهداف الدراسة:

تستهدف الدراسة إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لخرائط الوحدات سطح الأرض في منطقة حوض وادي الناقة، باستخدام برامج ArcGIS بحيث تسهِل على المهتمين الحصول على البيانات والمعلومات، علما بأنه– على المستوى المحلي– لم يسبق بناء قاعدة بيانات للواحدات الأرضية وفق إحداثيات مكانية محلية UTM تتوافق مع إحداثيات الخرائط الورقية المنتجة من قبل مصلحة الخرائط بطرابلس– ليبيا، ولتكون ذات صلة مع قواعد بيانات مكانية تنشأ في المستقبل.

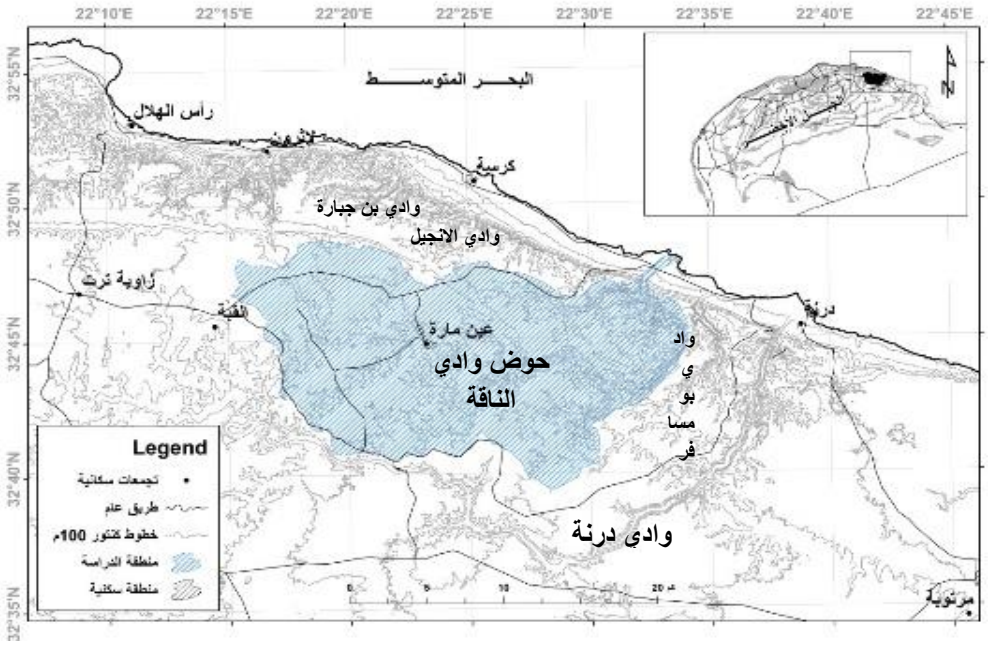
2. أهمية الدراسة:

تعد خارطة الوحدات سطح الأرض مهمة في تقييم المناطق وتطويرها وتنميتها، وبخاصة في المناطق التي تشهد نموًّا واسعا في الأنشطة البشرية المختلفة، وتتيح مجالاً واسعا لتعديل وإنتاج خرائط لسطح الأرض المكانية حديثة وذات جودة عالية.

3. موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة المتمثلة في حوض وادي الناقة في الجزء الشرقي من إقليم الجبل الأخضر، يحدُّه من الشمال البحر المتوسط، ومن الجنوب وادي بو الضحاك (وادي درنة)، أما من جهة الشرق فيحدُّه وادي بومسافر، ومن الغرب منطقة بيت تامر والقبة، فهو يحتل جزءا من الحافة الثانية عند منطقة عين مارة، ويمتد على المصطبة الثانية والمصطبة الأولى المشرفة على الساحل الضيق بطول 27 كم وبعرض 15 كم، ويشغل مساحة 315.5 كم^2، وتمتاز المنطقة بوجود تجمعات سكانية في حوض وادي الناقة أهمها (منطقة عين مارة، سيدي خالد)، حدود الحوض الفلكية بين خطي طول 22 درجة 15 دقيقة و 22 درجة و 34 دقيقة، وبين دائرني عرض 32 درجة و 39 دقيقة و 32 درجة و 48 دقيقة شكل (1).

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



شكل (1) الموقع الجغرافي لحوض وادي الناقة، عمل الباحث، (2021).

4. المناهج وأسلوب الدراسة

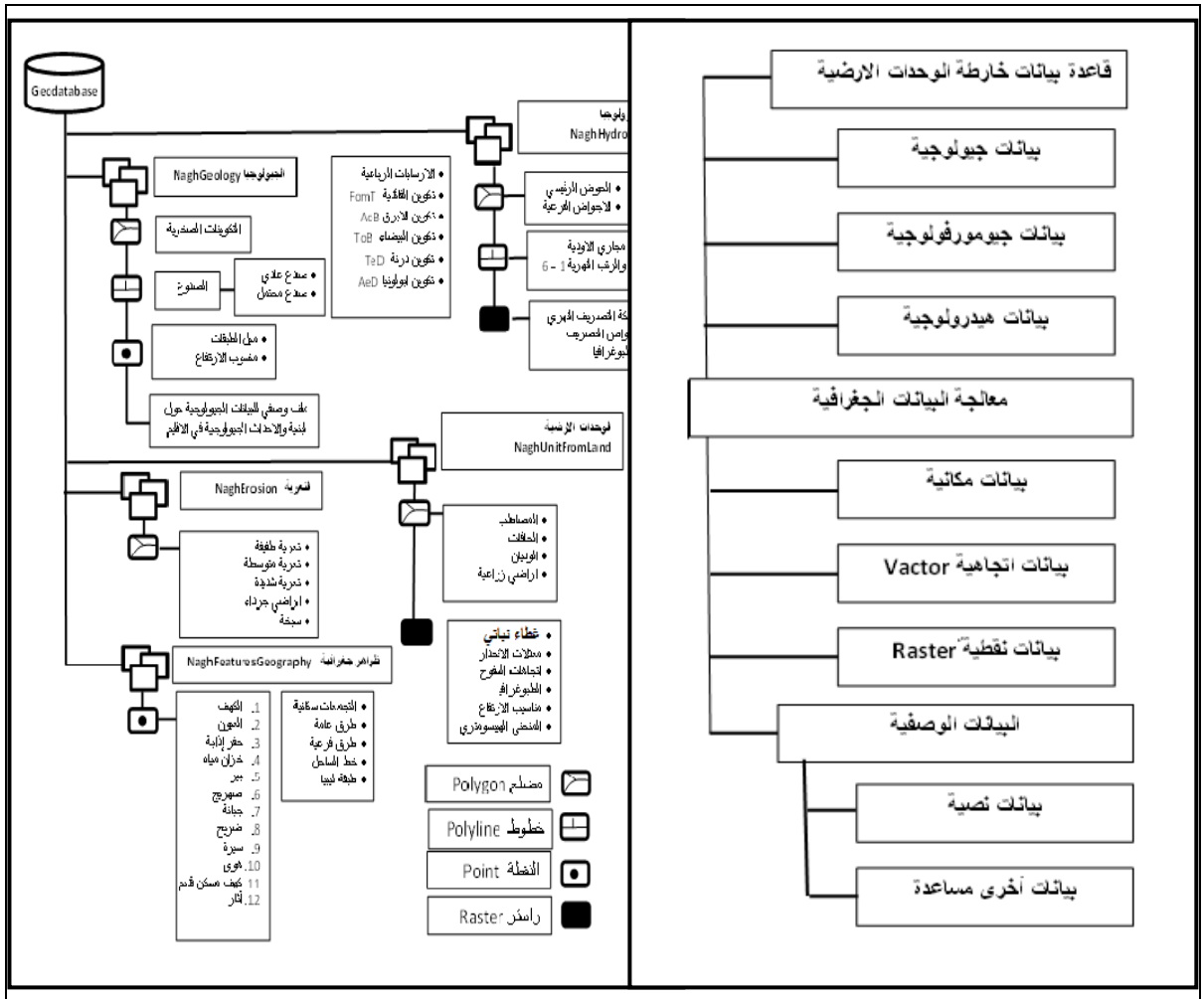
اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج الكمي التحليلي في جمع البيانات والمعلومات من الخرائط والمرئيات الفضائية google Earth ونموذج الارتفاع الرقمي DEM دقة (30م× 30م)، واشتقاق البيانات من الخرائط الطبوغرافية والخرائط الجيولوجية، فضلاً عن الرحلات الميدانية وجمعت البيانات المكانية الموضعية من بواسطة جهاز تحديد المواقع GPS نوع GARMEN 78s وتوثيق الظواهر الصور الفوتوغرافية وبناء قاعدة بيانات خرائط الوحدات الأرضية والموضوعية بواسطة برنامج Arcmap 10.3 وفق الآتي:

– **جمع البيانات:** في هذه المرحلة تم تحديد الظواهر الجيومورفولوجية من خلال اشتقاق البيانات المكانية من الخرائط الطبوغرافية (لوحة درنة 3890– IV، لوحة مطار درنة 3890– III، لوحة بير المعاصر3790– II، لوحة كرسة 3890– I) ذات مقياس رسم 1:50000، وخرائط انجراف التربة ذات المقياس، والخرائط الجيولوجية لوحة درنة ولوحة البيضاء بمقياس رسم 1:250000، ومن صور القمر الصناعي (نموذج الارتفاع الرقمي DEM) تستخرج خطوط الكنتور ذات فاصل كنتوري 20م وخارطة الانحدرات، فضلاً عن توثيق البيانات والمعلومات حول الظواهر الجيوموفولوجية والطبيعية بواسطة جهاز GPS مع العلم بأن نسبة الخطأ للجهاز تتراوح بين (+ 5 و– 5 متر)، تدون القراءات وتحفظ في الجهاز، وهي أماكن لبعض الحفر الكارستية والكهوف والآبار والعيون وقياس مساحات وحدات سطح الأرض في منطقة الدراسة.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

– **إدخال البيانات:** يتم إدخال البيانات عبر المساح الضوئي إلى جهاز الحاسوب لمعالجتها بواسطة برنامج Arcmap 10.8، وإجراء التعريف المرجعي الأرضي Georeferencing للصور والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية وخرائط انجراف التربة وفق نظام ميركاتور المستعرض العالمي (UTM Universal Transverse Mercator) LSD 2006 UTM ZONE 34N ، ثم نقل البيانات الموجودة في الخرائط المدخلة إلى كائنات رقمية (نقاط – خطوط – مضلعات) بالترقيم اليدوي Manual Digitizing لعناصر الوحدات الجيومورفولوجية في الخرائط والمرئية الفضائية google Earth ونموذج الارتفاع الرقمي في بيئة Arc map، توقع البيانات يأتي بناء على الخصائص النوعية والكمية للظاهرة (أي التشكيل، الجيولوجيا، العمليات)، إذ يمكن دراسة الخصائص الجيومورفولوجية بشكل فردي، ويمكن فصلها وإنتاج الخرائط الموضوعية منها؛ لأن نظام رسم الخرائط يعتمد جزئيًّا على النموذج landform Element الذي حدَّده (Speight, 1974)، فإن الوحدة المتماسكة التي شُكّلت بهذه الطريقة تسمى وحدة العنصر، وتخزَّن البيانات الجيومورفولوجية بتنسيق نقطي Raster أو فاكتور Vactor أو كليهما للحصول على تفاصيل حول تنسيق البيانات المكانية (Batten, 2001) ، (Clarke, 2003) و (Gaspar et al, 2004). ويمكن أيضا التأكد من وجود ظاهرة معينة من حساسية الألوان، لذا تخط الظاهرة بميزة جغرافية باتّباع طريقة الفاكتور Vector فترسم الوحدات الأرضية بميزة المساحية (polygon)، وميزة الخط (polyline) للحافات الرئيسة حافات جوانب الأودية، وتحدد ميزة نقاط (point) الظواهر الجغرافية. ويساعد فحص الظواهر الأرضية من صور Google Earth على التفسير والتحليل وتصنيف العناصر الأرضية من وديان وحافات وسهول وتلال من ناحية مكوناتها وامتدادها، يتم اشتقاق البيانات وتوقعها عبر أدوات التحرير والمعالجة من صندوق الأدوات ArcTools. تبنى شجرة لقاعدة البيانات المكانية في منطقة الدراسة شكل (2)، وتوضع التشكيلات النقطية والخطية والمساحية للظواهر الطبيعية مثل العيون والكهوف والحفر والحافات والأحواض، والظواهر البشرية ذات التشكيل المتكتّل، مثل المنشآت الخدمية في التجمُّعات السكانية وحولها أو بالقرب من الطرق والمسارات، وإضافَة الخصائص الجيومورفولوجية النوعية والكمية للوحدات، وهذه المعلومات مرتبطة بالجدول الوصفي الذي يحتوي على حقول، كل حقل تُخزَّن فيه البيانات بشكل مختلف ومنفصل، ويوضّح تفاصيل الظاهرة، ويكون بالصف الرقم التعريفي للظاهرة، ثم المظهر المكاني، نوع الظاهرة، .....، وغيرها)، (محمد إبراهيم، 2017).DEM.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



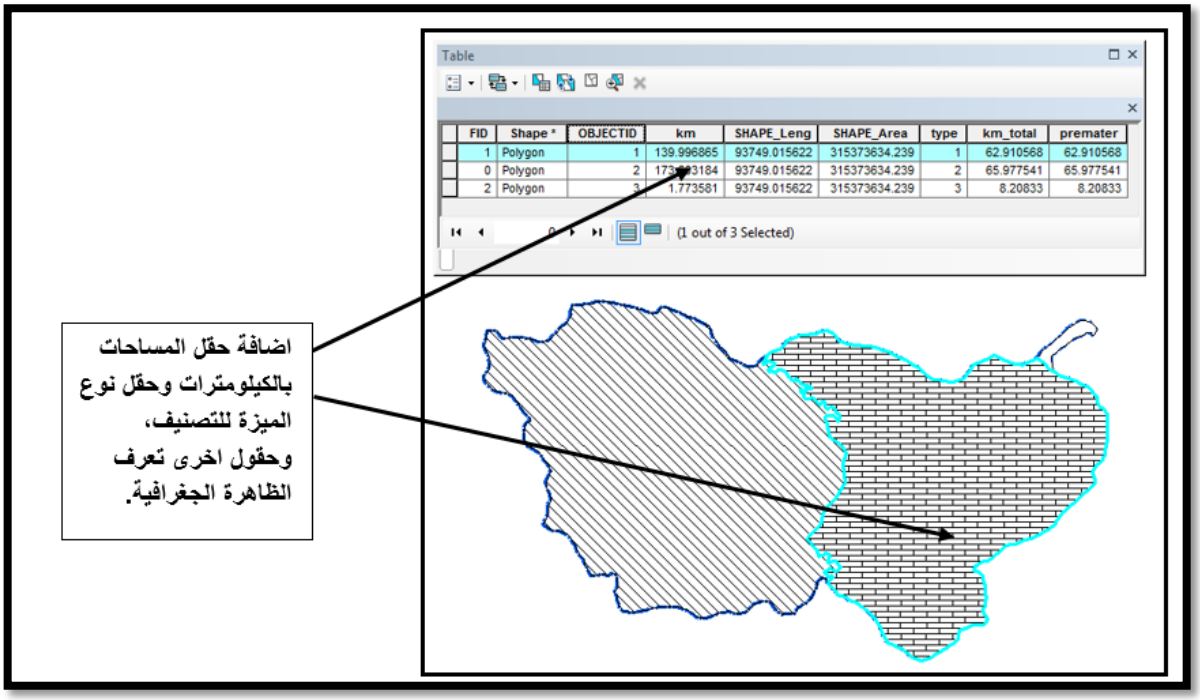
شكل (2) بناء قاعدة البيانات للوحدات الأرضية في بيئة ArcGIS

– **تصنيف البيانات:** الأشكال الأرضية توصف وتصنّف من خلال التفاصيل العامة التي تظهر أمام المستخدم من خلال الخرائط والاستشعار عن بعد وصور DEMs بدقة تميزية 30م×30م توضّح خصائص الارتفاعات والانحدارات ومن خلالها يتم التعرف على الصخور والتضاريس (G. Bocco , 2001)، والاستشعار عن بعد بصور من القمر الصناعي الأوروبي sentential A2 الواضحة بدقة تميزية 10م، وعملية تصنيف البيانات المكانية تحتاج إلى تركيز في معالم الوحدة الجيومورفولوجية التي تظهر في الخرائط والصور الفضائية، وتحديد نوعها ومعالمها وامتدادها، مثل الأراضي الزراعية والأراضي المعراة، وما بها من نباتات وغيرها من الظاهرات المتنوعة من خلال الصورة والخرائط ذات مقياس 1:50000 التي تعطي أكثر وضوحا وتعطي توزيعا أكثر شمولية للظاهرات الجيومورفولوجية والوحدات الأرضية التي تصنّف حسب الشكل والنوع المرتبط برمز يمثّلها ويضاف إليها معلومات تخصُّها، بعد ذلك تتم عملية الطبولوجيا، وهي التي تتيح تقسيم الميزات الجغرافية إلى طبقات، كل طبقة تمثّل ظاهرة معينة، مثل طبقة الطبوغرافية، وطبقة الوحدات الأرضية للسفوح، وطبقة الوديان،

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

وطبقة الأراضي المعراة، وتحمل كل طبقة جدولاً وصفيًّا Attributed table شكل (3) يوثّق بيانات الوحدة الأرضية مع التشفير (coding) مثلاً طبقة الجيولوجيا تحمل اسم NaghGology ويُعطى كل تكوين صخري رمزه الخاص به، كما في اللوحة الجيولوجية، أما في خارطة الوحدات الأرضية فكل ظاهرة لها شفرة معينة، ومن خلال ملء المساحات المتجانسة في المظهر، وتحديد الوحدة والتحقق منها ترشّح لأجل تمثيلها بشكل معين (Maksud A.S.m. and saburoh, 2004).

– **تحليل البيانات:** يضم برنامج ArcGIS أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis العديد من أساليب تحليل سطح الأرض، بطريقة المتجهات Vector، وتستخرج البيانات الاتجاهية من الجداول الوصفية للأحواض ومجاري الأدوية؛ لمعرفة خصائصها المورفومترية، وبيانات الوحدات الأرضية المختلفة محكمة الإغلاق وتكون طبقات البيانات الأرضية صحيحة الطبولوجيا، ثم تستخرج البيانات للاستفسار والتحليل، وبوساطة طريقة الاستقراء الخلوي الراستر Raster من صورة نموذج الارتفاع الرقمي DEM يتم تحليل المناسيب رقميًّا لتصميم خرائط السطح المختلفة واستخراج الخارطة الكنتورية بفاصل كنتوري 20م، معدلات الانحدار واتجاهاتها، واستخراج المنحنى الهيبسومتري من قيم المعدلات الخلوية، واستخراج القطاعات الرأسية والعرضية شكل (13).



شكل (3) طبقة المصاطب وجدولها الوصفي Attributed table في بيئة ArcGIS.

– **إدارة واستخراج البيانات:** هذه المرحلة هي المرحلة النهائية في تصميم الخارطة الجيومورفولوجية، وفيها تترجم جميع المراحل السابقة على لوحة العرض في البرنامج، من تحديد الأشكال والرموز وتصميم وتنسيق عناصر الخرائط.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

إعداد البيانات الخارطة لوحدات سطح الأرض:-

- **الدراسة الميدانية:** تعد الدراسة الميدانية من المراحل المهمة في الدراسة، ففيها يتم التحقق من الظاهرات التي جمعت من الخرائط والصور الفضائية، وقد اعتمدت الدراسة على بيانات الدراسة الميدانية التي أُجريت خلال الفترة 2005م – 2007م والفترة الحالية 2020 –2021م فقد تم المسح الميداني في مسارات محددة: **المسار الأول:** الوادي الرئيس من عين الجرام إلى مصب وادي الناقة عند ساحل البحر، وتم حصر العيون في الوادي الرئيس، **والمسار الثاني:** مجرى وادي أرفيد في منطقة عين مارة وفي القطاع الأسفل إلى مصب الوادي وتوثيق بعض الظواهر على جوانب الوادي من نقاط التجديد والتكهفات والحزوز الناتجة عن التعرية التفاضلية، كذلك التعرية الجيوحيوية وحركة المواد، كما تم زيارة كهف خريشايا في منطقة عين مارة وكهف الهمرجي في الحافة الأولى، بينما أُهملت القطاعات الأخرى بسبب صعوبة الوصول إليها وقلة الإمكانيات. الصور (1 – 12).

- **الخارطة الجيولوجية:** توسم مجموعة البيانات الجيولوجية بشفرة أو دليل BedrockNagh coding إحدى مزايا قاعدة البيانات GIS استنادا إلى الخرائط الأساسية المتاحة والبيانات الجيوفيزيائية تحتوي فئات المعالم الثلاثة polygon المضلعات Rock type في نوع الصخر، الخطوط في التراكيب الجيولوجية، الصدوع، والفواصل StucturelineNagh، ومواضع ميل الطبقات StucturePointNagh هذه مجموعة تخزن بياناتها المكانية الوصفية في جداول تضم معلومات حول نوع الصخر، والبنية، وعمر الصخر جدول (1) ويستخرج منها شكل (6).

جدول (1) البيانات المكانية الكمية للوحدات الجيولوجية في حوض وادي الناقة

coding	التكوين الجيولوجي	المساحة	النسبة %	المحيط	sheet
NaghQa	الإرسابات الرباعية	1.95	0.62	5.12	درنة
NaghTomF	تكوين الفائدية	237.9	75.49	182.02	درنة – البيضاء
NaghToA	تكوين الأبرق	51.2	16.25	181.9	درنة – البيضاء
NaghToB	تكوين البيضاء	13.8	4.38	100.7	درنة – البيضاء
NaghTeD	تكوين درنة	8.35	2.65	50.3	درنة
NaghTeA	تكوين أبولونيا	1.94	0.62	12.3	درنة
المجموع		315.14	100.00	532.34	

المصدر: عمل الباحث من الخرائط الجيولوجية ذات مقياس رسم 1:250000 بواسطة برنامج Arcmap 10.3، 2021.

- **الخارطة توزيع الظواهر الجغرافية:** تشمل مجموعة من الظواهر الجغرافية سواء كانت مظاهر طبيعية (وادي، كهف، عين، غابة، ....)؛ الكهوف (كهف خريشايا، كهف الهمرجي، معلقات وادي أرفيد) ومن عيون الماء (سرسة، سيسبانة، جرام، الصخرة، الروحانية، بطحة، القزونية) ومن مظاهر

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

الأنشطة البشرية (مدرسة، مسجد، ضريح، آثار، بئر، .....) مدارس في منطقة عين مارة، والأضرحة مثل سيدي شاهر روحه بالقرب من منطقة عين مارة، وسيدي الرويفي، سيدي الطحلاني ... وغيرها)، وأعدادها موضحة في جدول (2)، وشكل (16).

جدول (2) حصر البيانات المكانية للظاهرات الجغرافية المشتقة من الخرائط الطبوغرافية

coding	المواضع الهيدرولوجية	العدد	منسوب الارتفاع		ملاحظات
			أعلى	أقل	
NaghCave	الكهوف	47	571	270	على جوانب الأودية والتلال
NaghSpring	العيون الطبيعية	26	574	156	على جوانب الأودية والحافات
NaghWell	الآبار	9	557	405	بالقرب من الأنشطة البشرية
NaghReservoir	صهريج	19	483	249	منطقة مراعي
NaghRuins	آثار (سيرة)	17	601	369	بالقرب من الأراضي الزراعية
NaghTroglodyte	كهوف (سكن قديم)	21	583	449	بالقرب من الأراضي الزراعية
NaghSchool	مدرسة	4	471	404	في منطقة عين مارة
NaghArcol	آثار	12	514	409	في الأراضي الزراعية

المصدر: عمل الباحث من الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس رسم 1:50000 بواسطة برنامج Arcmap 10.3، 2021.

- **البيانات الهيدرولوجية:** تبدأ ببناء قاعدة البيانات Feature database Hydrology وكونت شجرة منفصلة Feature dataset تضم البيانات الوصفية للأبعاد الهندسية لأحواض التصريف الفرعية ضمن وحدة حوض وادي الناقة شكل (10)، وتشمل حدود الحوض وشبكة التصريف النهري وتخزَّن في HydrologyNagh، وتخزَّن الأحواض على هيأة مضلعات polygons، والمجاري تخزن على هيأة خطوط ومسارات ضمن شبكة التصريف النهري network جدول (3).

جدول (3) البيانات المكانية للأبعاد الهندسية ومعدلات الانحدار في الأودية الفرعية في حوض وادي الناقة.

الرقم	اسم الوادي	المساحة ($كم^2$)	الطول (كم)	العرض (كم)	المحيط (كم)	أعلى نقطة (متر)	أخفض نقطة (متر)	معدل الانحدار
1	النصرانية	84.41	18.34	4.60	48.66	582	315	0.015
2	البطوم	72.13	17	4.24	46.68	580	315	0.016
3	الزيتون – الذبان	40.45	9.06	4.47	29.34	390	175	0.024
4	ارفيد	32.31	12.66	2.55	31.81	505	50	0.036
5	الناقة	23.69	25	0.95	72.43	313	0	0.013
6	سيدي الشارف	14.67	11.28	1.30	27.47	400	100	0.027

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

الرقم	اسم الوادي	المساحة (كم^2)	الطول (كم)	العرض (كم)	المحيط (كم)	أعلى نقطة (متر)	أخفض نقطة (متر)	معدل الانحدار
7	طهارة	13.18	6.78	1.94	17.19	505	280	0.033
8	–	5.18	5.7	0.91	12.98	358	52	0.054
9	–	3.88	4.34	0.89	10.90	318	37	0.065
11	رقبة بو ال	3.33	3.67	0.91	8.89	458	257	0.055
12	–	2.46	4.55	0.54	10.74	345	47	0.065
13	عرقوب الدبيب	2.37	2.73	0.87	6.91	369	199	0.062
14	سيرة بورحيم	2.16	2.98	0.73	7.10	399	214	0.062
15	–	1.48	2.42	0.61	5.53	338	161	0.073
16	–	1.25	1.86	0.67	4.88	404	263	0.076
17	الروحانية	1.24	2.21	0.56	5.50	322	143	0.081
18	سيدي حسن	1.00	1.49	0.67	4.35	436	309	0.085
19	–	1.09	1.52	0.72	4.42	445	313	0.087
20	–	0.88	1.97	0.45	4.93	388	288	0.051
21	–	0.86	1.5	0.57	3.87	355	188	0.111
22	–	0.87	1.71	0.51	4.18	366	189	0.104
23	–	0.86	1.63	0.53	3.86	414	283	0.080
24	–	0.81	1.47	0.55	3.99	269	90	0.122
25	عين جرام	0.56	1.34	0.42	3.31	323	154	0.126
26	–	0.55	1.5	0.37	3.32	445	299	0.097
27	–	0.19	0.88	0.22	2.42	423	271	0.173
28	–	0.16	0.89	0.18	2.29	266	113	0.172
29	–	0.13	0.79	0.16	1.93	429	287	0.180
30	–	0.11	0.6	0.19	1.90	441	297	0.240
31	عين الصخرة	0.71	1.64	0.43	3.93	325	126	0.121
32	–	0.19	0.64	0.30	1.96	268	118	0.234
33	–	0.38	1.07	0.36	2.66	277	123	0.144

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

الرقم	اسم الوادي	المساحة (كم^2)	الطول (كم)	العرض (كم)	المحيط (كم)	أعلى نقطة (متر)	أخفض نقطة (متر)	معدل الانحدار
34	–	0.43	1.55	0.28	3.69	270	74	0.126
35	–	1.37	2.14	0.64	5.18	242	38	0.095
36	–	0.25	0.54	0.46	2.06	238	74	0.304
المجموع		315.62	155.4	34.75	411.27	13206	6242	3.41
المتوسط		9.02	4.44	0.99	11.75	377.3	178	0.097

المصدر : إعداد الباحث تحليل مرئية فضائية DEM باستخدام برنامج Arcmap10.3 .

جدول (4) خصائص المجاري النهرية في حوض وادي الناقة وبعض الأحواض الفرعية

المضلعات	العدد	المساحة (كم^2)	متوسط المساحة (كم^2)	أكبر مساحة (كم^2)	أقل مساحة (كم^2)
حوض وادي الناقة	1	315.4	–		
الأحواض الفرعية	35	315.4	9.02	84.41	0.11
خصائص المجاري النهرية حسب الرتبة في حوض وادي الناقة					
الخطوط حوض الناقة	العدد	مجموع الأطوال (كم)	متوسط الطول (كم)	أطول مجرى (كم)	أقصر مجرى (كم)
الرتبة الأولى	2246	688.7	0.30	1.32	0.04
الرتبة الثانية	390	196.18	0.51	3.11	0.04
الرتبة الثالثة	90	131.41	1.47	7.24	0.32
الرتبة الرابعة	21	57.69	2.74	10.9	1
الرتبة الخامسة	5	29.6	5.92	7.90	0.68
الرتبة السادسة	1	39.6	–	–	–
المجموع	2753	1143.18	10.94	30.47	2.08
المتوسط	458.83	190.53	2.188	6.094	0.416
خصائص المجاري النهرية حسب الرتبة في حوض وادي النصرانية					
الخطوط	العدد	مجموع الأطوال (كم)	متوسط الطول (كم)	أطول مجرى (كم)	أقصر مجرى (كم)
الرتبة الأولى	372	151.62	0.40	1.31	0.15
الرتبة الثانية	59	45.77	0.77	3.11	0.17
الرتبة الثالثة	14	28.68	2.04	5.15	0.58
الرتبة الرابعة	4	5.50	1.37	2.86	0.36

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

المضلعات	العدد	المساحة (كم^2)	متوسط المساحة (كم^2)	أكبر مساحة (كم^2)	أقل مساحة (كم^2)
الرتبة الخامسة	1	7.90	–	–	–
المجموع	450	239.47	4.58	12.43	1.26
المتوسط	90	47.894	1.145	3.1075	0.315
خصائص المجاري النهرية حسب الرتبة في حوض وادي البطوم					
الخطوط	العدد	مجموع الأطوال (كم)	متوسط الطول (كم)	أطول مجرى (كم)	أقصر مجرى (كم)
الرتبة الأولى	518	158.65	0.30	1.33	0.13
الرتبة الثانية	79	40.56	0.51	2.32	0.13
الرتبة الثالثة	19	34.80	1.82	4.96	0.14
الرتبة الرابعة	4	10.92	2.73	6.23	0.18
الرتبة الخامسة	2	13.90	6.97	8.97	4.96
الرتبة السادسة	1	7.62	–	–	–
المجموع	623	266.45	12.33	23.81	5.54
المتوسط	103.83	44.41	2.47	4.76	1.11
خصائص المجاري النهرية حسب الرتبة في حوض وادي الزيتون					
الخطوط	العدد	مجموع الأطوال (كم)	متوسط الطول (كم)	أطول مجرى (كم)	أقصر مجرى (كم)
الرتبة الأولى	481	121.16	0.25	0.71	0.11
الرتبة الثانية	94	33.42	0.35	0.95	0.11
الرتبة الثالثة	19	20.29	1.06	5.54	0.18
الرتبة الرابعة	3	7.34	2.44	5.11	0.18
الرتبة الخامسة	1	7.07	–	–	–
المجموع	623	266.45	12.33	23.81	5.54
المتوسط	103.83	44.41	2.47	4.76	1.11
خصائص المجاري النهرية حسب الرتبة في حوض وادي أرفيد					
الخطوط	العدد	مجموع الأطوال (كم)	متوسط الطول (كم)	أطول مجرى (كم)	أقصر مجرى (كم)
الرتبة الأولى	190	62.38	0.32	1.10	0.17
الرتبة الثانية	37	20.93	0.56	1.53	0.21
الرتبة الثالثة	8	8.22	1.02	2.58	0.30
الرتبة الرابعة	1	10.73	–	–	–

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

المضلعات	العدد	المساحة ($كم^2$)	متوسط المساحة ($كم^2$)	أكبر مساحة ($كم^2$)	أقل مساحة ($كم^2$)
المجموع	236	102.26	1.9	5.21	0.68
المتوسط	59	25.57	0.63	1.74	0.23

المصدر: عمل الباحث من الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس رسم 1:50000 ونموذج DEM بواسطة برنامج Arcmap 10.3، 2021.

– **خارطة التعرية وانجراف التربة:** تخزن بيانات هذه الخارطة في ملف ErosinNagh وتستند بياناتها إلى خارطة انجراف التربة، وتحدَّد الوحدات الأرضية المتأثرة بعوامل التعرية، وتصنَّف حسب ما هو موجود في الخارطة الأساس، هناك أراضٍ تعرضت إلى تعرية طفيفة، وأراضٍ تعرضت إلى تعرية شديدة، وأراضٍ تعرضت إلى تعرية متوسطة الشدة، وأراضٍ غير متآكلة، وأراضٍ غير مهددة بالانكماش، جدول (5) وتوضع لها رموز خاصة يستطيع المتخصص تمييزها، ضمنت بيانات هذه المجموعة في الملف الوصفي شكل (9).

جدول (5) البيانات الوصفية لوحدات سطح الأرض المتأثرة بعوامل التعرية

ID	coding	نوع التعرية	المساحة ($كم^2$)	%	المحيط (كم)	sheet
1	NaghErosin	تعرية طفيفة	245.47	77.9	235.86	Soil Erosion
2	NaghErosin	غير متآكلة	2.88	0.9	11.02	Soil Erosion
3	NaghErosin	غير مهددة بالانكماش	1.14	0.4	30.06	Soil Erosion
4	NaghErosin	تعرية متوسطة الشدة	31.51	10	103.21	Soil Erosion
5	NaghErosin	تعرية شديدة	34	10.8	210.30	Soil Erosion
المجموع			315	100	59450.	

المصدر: عمل الباحث من الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس رسم 1:50000 بواسطة برنامج Arcmap، 2021.

– **خارطة وحدات سطح الأرض:** تخزن بيانات هذه المجموعة في ملف LandGeomNagh حسب البيانات المشتقة من الخارطة الطبوغرافية والصور الفضائية، وتحدد أراضي المصاطب والأراضي السهلية والمنخفضات والمنحدرات والأودية، أما حدود المصطبة الأولى فهي محددة عند المنطقة الساحلية، وحدود الحافة الثانية تكاد تكون واضحة في القاع الأوسط من الحوض عند منطقة سيدي خالد، وتكاد تتلاشى في الجهة الشرقية من الحوض بسبب كثرة الروافد التي تعبر الحافة، وتعد المناطق التي تتغير فيها مناسيب الارتفاعات بشكل واضح حدودا بين الظواهر الجيومورفولوجية، فالظاهرة الجيومورفولوجية تتميز بشكل عام في تجانس مكوناتها الأرضية، لذا فهي سمة مهمة ورئيسة

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

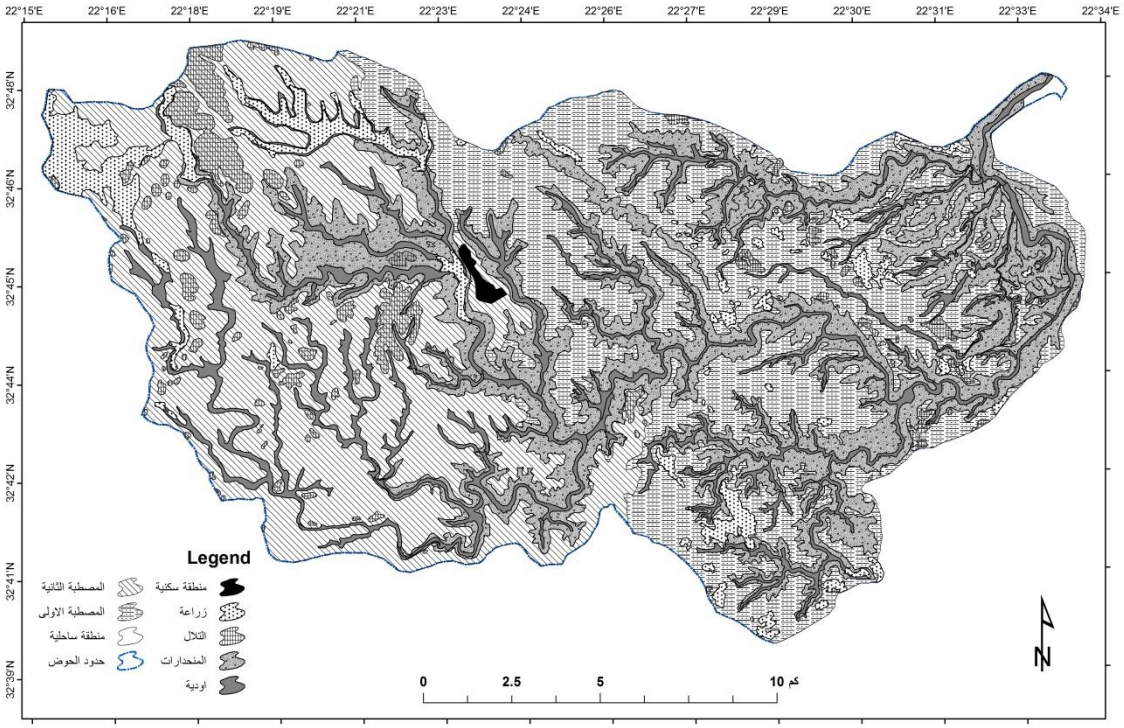
في تحديد الظاهرة التضاريسية، وعلى هذا الأساس تحفظ البيانات المساحية مع تعريف الشكل بشيفرة coding خاصة في الجدول الوصفي للميزة. جدول (6) وشكل (4).

جدول (6) البيانات الوصفية للوحدات الأرضية الرئيسة في حوض وادي الناقة

ID	كود	النوع	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية	المحيط (كم)	Sheet
1	NaghBank1	المصطبة الأولى	65	20.6	62.9	كرسة – بير المعاصر
2	Nagh Bank2	المصطبة الثانية	63	20.0	65.9	كرسة – درنة – وادي درنة
3	NaghSlops	المنحدرات	83	26.3	564.33	كرسة – درنة – وادي درنة – بير
4	NaghHill	التلال	13	4.1	142.65	كرسة – درنة – وادي درنة – بير
5	NaghAgricla	أراضٍ زراعية	16	5.1	167	كرسة – درنة – وادي درنة – بير
6	NaghWadies	الأودية	74	23.5	1423.2	كرسة – درنة – وادي درنة – بير
7	NaghCoast	الساحل	1.5	0.5	8.2	درنة
المجموع			315.5	100.0	2434.18	

5 المصدر: عمل الباحث من الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس رسم 1:50000 بواسطة برنامج Arcmap 10.3، 2021.

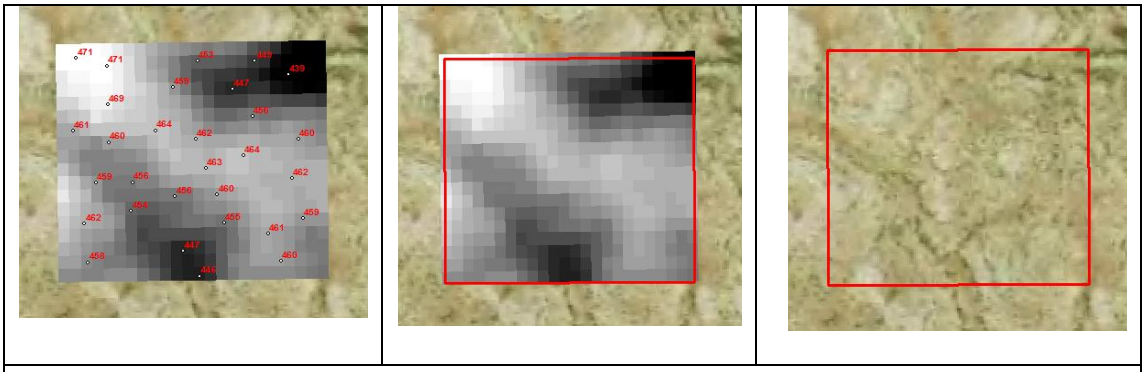
© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



شكل (4) وحدات سطح الأرض الرئيسة في حوض وادي الناقة، المصدر: خرائط الطبوغرافية، الجيش الأمريكي، 1964.

– **بيانات الجغرافية الخلوية Raster:** تتضمن مجموعات بيانات الإدخال الأولية المستخدمة لرسم الخارطة الجيومورفولوجية الرقمية صور الأقمار الصناعية DEMs، والصور الجوية، وتبنى قاعدة البيانات الجغرافية لشبكة المجاري المائية الخطية من خلال نموذج الارتفاع الرقمي DEM الذي يتألف من شبكة من المربعات النقطية (الخلايا) تحمل كل خلية رقماً يمثّل منسوبها شكل (5)، وتحدد دقة الخلية بدرجة الوضوح Resolution، وقد استخدمت في الدراسةَ بدقة 30 × 30 م، وتتكون من وحدات بكسيل pixel فردية، وهي الحد الأدنى من وحدة المعلومات القابلة للحل التي تحددها الظاهرة الجغرافية على الأرض، وتحدد مجاري الشبكة الخطية Polyline وأحواضها المساحية Polygon والنقطية point بترقيم الظاهرة، ترقيم الظاهر الكمية في نموذج الارتفاع الرقمي DEM: تتكون صورة DEM من خلايا تحمل قيمة رقمية تعبر عن كمية وجود الظاهرة بالخلية، وأحيانا تعبر عن مساحة الخلية كاملة، وقد تعبر في معظم الأحيان عن القيمة المتوسطة لها داخل الخلية، (محمد إبراهيم، 2017)، ومن صورة DEM المقتطعة تستخرج خرائط (الكنتورية، الانحدار، اتجاهات السفوح) من خلال الخارطة الطبوغرافية، ويمكن تفسير الأشكال والوحدات الأرضية الناتجة عن التباين في الارتفاع والانحدار من خلال قراءة خطوط الكنتور، وتحديد الأبعاد الظواهر الطبيعية والبشرية، وهناك طرق لإنتاج الخارطة الطبوغرافية وخارطة الانحدار واتجاهات السفوح من نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية. انظر شكل (12 – 15).

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



شكل (5) المربعات Raster النقطية (الخلايا) كل خلية لها قيمة تمثل متوسط الارتفاع.

المنحنى الهيبسومتري Hypsometric: ويسمى المنحنى الهيبسوجرافي وهو منحنى تكراري يوضح العلاقة بين ظاهرتين متغيرتين هما الارتفاع والمساحة (محسوب والشريعي، 1999)، وهو أيضا ضمن الطرق المورفومترية التي تعطي فكرة شاملة عن السطح وخصائصه، تحديد نطاقات الارتفاعات من الخلايا التي تحمل القيم المحصورة ضمن نطاق 100 متر ارتفاع، بما أن أعلى نقطة في حوض وادي الناقة 604 م وأخفض نقطة عن منسوب (صفر). تم تقسيم قيم الارتفاعات إلى 30 فئة مدى كل فئة 100م، ويستخرج متوسط ارتفاع لكل فئة، ولحساب مساحة النطاق نضرب قيم الخلايا في مساحة الخلية الواحدة (أبعاد الخلية الواحدة 27.78م×27.78م = 771.73م^2) نحصل على مساحة النطاق وبالتطبيق على بقية النطاقات نحصل على المساحات وما يقابلها من متوسط لكل نطاق، ثم إيجاد العلاقة ما بين الارتفاعات مع المساحات جدول(7)، بلغ المتوسط المكافئ للارتفاعات 409 م ويمثل قسمة الحجم التراكمي على المساحات التراكمية، وهو يقسم كتلة الحوض كتلتين متماثلتين في الحجم، ويبلغ متوسط الارتفاع العام 420 م، ومن خلال شكل المنحني يمر الحوض في مرحلة النضج المبكر شكل (8).

جدول (7) العلاقة بين المساحات والارتفاعات في حوض وادي الناقة

نطاق قيم الخلايا بالأمتار	المتوسط الارتفاع (م)	عدد الخلايا لكل نطاق (بيكسيل)	المساحة (كم^2)	المساحة التراكمية (كم^2)	الحجم (كم^3)	الحجم التراكمي (كم^3)	الارتفاع المكافئ (م)
604 – 580	591.5	1840	1.48	1.42	872.865	2612.8	1840
580 – 560	570	16942	13.59	15.01	7744.87	10357.7	690.2
560 – 540	550	25542	20.48	35.49	11266.6	21624.2	609.3

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

نطاق قيم الخلايا بالأمتار	المتوسط الارتفاع (م)	عدد الخلايا لكل نطاق (بيكسيل)	المساحة (كم^2)	المساحة التراكمية (كم^2)	الحجم (كم^3)	الحجم التراكمي (كم^3)	الارتفاع المكافئ (م)
540 – 520	530	23218	18.62	54.11	9869.04	31493.3	582
520 – 500	510	23596	18.92	73.04	9651.24	41144.5	563.3
500 – 480	490	23973	19.23	92.26	9420.91	50565.4	548.1
480 – 460	470	28293	22.69	114.95	10664.8	61230.2	532.6
460 – 440	450	28712	23.03	137.98	10362.2	71592.4	518.9
440 – 420	430	29789	23.89	161.87	10273	81865.4	505.7
420 – 400	410	22174	17.78	179.66	7291.2	89156.6	496.3
400 – 380	390	29247	23.46	203.11	9147.8	98304.5	484
380 – 360	370	28838	23.13	226.24	8557.3	106862	472.3
360 – 340	350	23399	18.77	245.01	6568.1	113430	463
340 – 320	330	17676	14.18	259.18	4678.1	118108	455.7
320 –300	310	13271	10.64	269.83	3299.4	121408	449.9
300 – 280	290	11252	9.02	278.85	2616.9	124025	444.8
280 – 260	270	11806	9.47	288.32	2556.4	126581	439
260 – 240	250	10885	8.73	297.05	2182.4	128763	433.5
240 – 220	230	6975	5.59	302.64	1286.6	130050	429.7
220 – 200	210	4272	3.43	306.07	719.49	130770	427.3
200 – 180	190	2510	2.01	308.08	382.47	131152	425.7
180 – 160	170	1610	1.29	309.37	219.50	131372	424.6
160 – 140	150	1113	0.89	310.26	133.89	131505	423.8
140 – 120	130	1025	0.82	311.09	106.86	131612	423.1
120 – 100	110	1098	0.88	311.97	96.865	131709	422.2
100 – 80	90	964	0.77	312.74	69.581	131779	421.4

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

نطاق قيم الخلايا بالأمتار	المتوسط الارتفاع (م)	عدد الخلايا لكل نطاق (بيكسيل)	المساحة (كم^2)	المساحة التراكمية (كم^2)	الحجم (كم^3)	الحجم التراكمي (كم^3)	الارتفاع المكافئ (م)
80 – 60	70	772	0.62	313.36	43.340	131822	420.7
60 – 40	50	629	0.50	313.86	25.222	131847	420.1
40 – 20	30	673	0.54	314.40	16.192	131864	419.4
20 – 0	10	1261	1.01	315.42	10.113	131874	418.1
المجموع	9001.5	393355	315.47	6662.64	130134	2976479	13175.92
المتوسط	300.05	13111	630.94	314.63	4337.7	99216	439.1974

المصدر: عمل الباحث من نموذج الارتفاع الرقمي DEM، بواسطة برنامج Arcmap 10.3، 2021.

خارطة الغطاء النباتي: تعتمد هذه الخارطة على بيانات صور القمر الصناعي الأوربي sentential A2 بدقة 10 متر لتحسس مادة اليخضور في النباتات المنتشرة على سطح منطقة الدراسة، وتطبيق معادلة مؤشر الاختلاف النباتي NDVI ومن خلاله يمكن الاستدلال على الأراضي الغابية بالتوليف بين الطبقات الطيفية (B4 – B8) وتطبيق المعادلة (B4 – B8/ B4 + B8) تصنيف الأراضي حسب حساسية الألوان الموجية الحمراء والزرقاء، نجد أن الأراضى الرطبة تشكل 22% من مساحة منطقة الدراسة بين تردد موجي (−0.541 إلى −0.219)، وتشكل الأراضي الجافة حوالي 38 % من مساحة منطقة الدراسة بين تردد موجي (−0.142 إلى −0.179) جدول (8)، يتم تحويل خارطة NDVI إلى خارطة إعادة التصنيف Reclass لتحديد المساحات شكل (12).

جدول (8) بيانات مساحات الأراضي حسب كثافة الغطاء النباتي المستمدة من حساسية الموجات الحمراء والزرقاء.

م	كثافة الغطاء النباتي	المساحة (كم^2)	عدد الخلايا (بيكسيل)	النسبة المئوية (%)
1	غطاء نباتي كثيف جدًا	2	21088	1.0
2	غطاء نباتي جيد الكثافة	9	86875	2.9
3	غطاء نباتي متوسط الكثافة	23	230822	7.3
4	غطاء نباتي متوسطة	37	369735	11.8
5	غطاء نباتي قليل الكثافة	56	569043	18.1
6	غطاء نباتي قليل جدًا	69	688186	22.0

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

م	كثافة الغطاء النباتي	المساحة ($كم^2$)	عدد الخلايا (بيكسيل)	النسبة المئوية (%)
7	نباتات قليلة الكثافة على السفوح	70	699426	22.3
8	أراض جرداء جافة	49	490048	15.6
9	مياه البحر	0.2	1131	0.1
المجموع		313.2	3135266	100

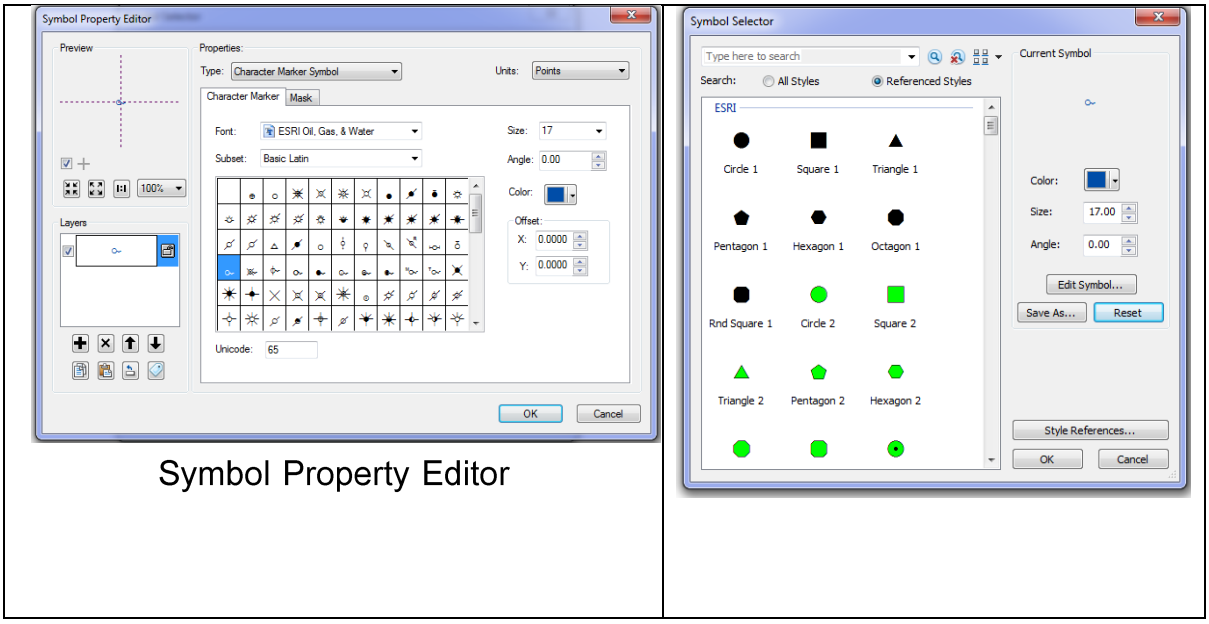
المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات القمر الصناعي الأوربي sentential A2، بواسطة برنامج Arcmap 10.3، 2020.

- **بيانات إضافية متصلة بقاعدة البيانات الجغرافية:** لتوسيع استخدام قاعدة بيانات GIS الجيومورفولوجية يمكن إضافة مجموعة بيانات الاتجاهية Vactor والبيانات الخلوية Raster الأخرى أو تخزينها خارج قاعدة البيانات الجغرافية، ويفضل توصيل قاعدة البيانات الجغرافية ببيانات الارتفاع الرقمي التي يمكن من خلالها بناء نماذج السطح، وذلك بتوصيل نموذج الارتفاع الرقمي DEM وينشأ منه شبكة ثلاثية غير منتظمة (TIN) وتضمَّن في ملف منفصل، ومن نموذج DEM يستخرج خطوط الكنتور ذات فاصل كنتوري 20 م، تحدد الخطوط المغلقة التي تمثل القمم، وخطوط المئات، كما تتضمن هذه المجموعة الصور الجوية للمنطقة المتاحة لدراسة مراحل تغير الظاهرة.

- ترميز الخارطة الوحدات الأرضية

إن اختيار رمز الظاهرة مهم في تصميم الخارطة الجغرافية؛ فهو مفتاح تفسيري للقارئ والمشاهد، وعملية اختيار الرموز يقوم بها المتخصصون خلال مراحل تطور الخارطة الجغرافية، فقد كانت الظواهر الطبيعية تأخذ نمطاً وشكلاً ولوناً، توضع الرموز في مكان وجود الظاهرة مثل الينابيع ، والكهوف، والحفر، والمدرسة، والضريح، وهكذا لتجميع الظواهر التي توزَّع على الخارطة، تستعمل رسومات أو أشكال تعبر جغرافيا عن الظاهرة، يضم برنامج arcmap 10.3 نافذة لتحرير الرموز تضم مجموعة هائلة من الأشكال والرسومات التوضيحية التي من الممكن استخدامها وإمكانية التعديل والإضافة في الشكل من خلال نافذة symbol selector ومنه إلى زر تحرير الرمز Eidt symbol، شكل (5).

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



شكل (5) عملية تصميم رموز الظواهر الطبيعية في برنامج Arcmap 10.3

نتائج الدراسة

من البيانات والمعلومات التي جمعت من الخرائط والصور تم إعداد البنية التحتية للبيانات والمعلومات الجغرافية المكانية لتصميم الخرائط الموضوعية (الموقع – الجيولوجيا – الطبوغرافيا – شبكة التصريف النهري – الأحواض الفرعية – الجيومورفولوجية – التعرية)، وفي هذا الجانب تبرز قدرة برنامج Arcmap 10.3 في الحصول على المعلومات الجغرافية المكانية، أهمها:-

1- تصنيف وحدات سطح الأرض ومعلوماتها الوصفية برموز تشير إلى الشكل والعملية، وقد اعتمد الباحث طريقة التظليل المساحي الكوركروماتية من نافذة خصائص الرموز من Categories وتحددت الوحدة من خانة Value ومن رابط قائمة الرموز تحدَّد الظلال المناسبة من خطوط أو تهشير بنقاط، وتحدد قيم فئات مناسيب الارتفاعات من نافذة classification وعادة ما تكون بالمئات.

2- من الأشكال الخطية يراعى سماكة الخطوط والألوان للدلالة على النوع والقيمة كما في خارطة شبكة التصريف بخطوط مختلفة في السمك واللون، السماكة مثلا الرتبة الأولى باللون الزرق بسماكة 1 والرتبة الثانية باللون الأزرق بسماكة 1.5 وهكذا شكل (3)، وتعطى شكل الخط في مفتاح خط متعرج بحجم 14 في مفتاح الخريطة، كما يتم اختيار اللون البني لخطوط الكنتور بسماكة 1.5 ، والفاصل الكنتوري 20 متر، واستخراج خطوط الكنتور من صورة DEM، واختيار خط ذي حزوز بسماكة 2 للحافات، وخطوط الصدوع في خارطة الجيولوجيا باللون الأحمر بسماكة 2 . شكل (7-9-10).

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

3- توزع نقاط في الخارطة الجيومورفولوجية ضمن حدود حوض وادي الناقة، وتأخذ كل نقطة تمثل ظاهرة معينة رمزا مناسبا، الكهف له رمز معروف وموجود في نافذة إعداد الرموز Symbol Property Editor ، وعادة ما توجد رموز خاصة في مجال الجيومورفولوجيا يتم إدراجها مع حزمة من الأدوات في برامج Arcmap ولكن في حالة عدم وجود هذه الرموز يمكن تصميم رموز خاصة من النافذة سابقة الذكر.

4- تشغل المصاطب الأولى والثانية حوالى 40 % من الوحدات الرئيسة في الحوض، المصطبة الأولى تمتد بين منسوبي 240 – 410م، وتمتد المصطبة الثانية بين منسوبي 604 – 420، وتعرَّض كل منهما للتقطيع الشديد خلال الفترات الجيولوجية السابقة، حيث نشطت عوامل التعرية المختلفة على خلق أودية خانقية في القطاع الأوسط والقطاع الأسفل من الحوض. شكل (6 – 12-21).

5- الأراضي الزراعية تشكل ما نسبته 5 % من مساحة الحوض، وهي في زيادة مع انحسار الغطاء النباتي الطبيعي في المنطقة، يتوسع السكان في القطاع الأعلى من الحوض.

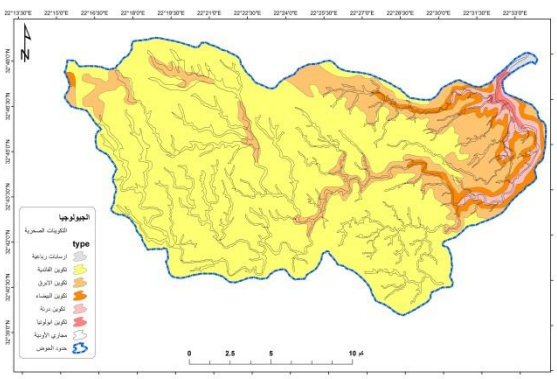
6- عملت المياه الجارية خلال الفترات الجيولوجية السابقة على نحت الأسطح الصخرية الجيرية المتباينة في الصلابة، وكوَّنت شبكة تصريف نهري ذات نمط شبه شجري يتبع الانحدار العام للحوض، وتكون الرافد العليا أكبر الأحواض المغذية للوادي الرئيس؛ وادي الناقة، ووادي النصرانية ووادي البطوم، ومجموعة أخرى على المصطبة الأولى ترفد على الوادي الرئيس وادي أرفيد ووادي الزيتون، تشكل مساحة مجاري الأودية حوالى 23.5 % من مساحة حوض منطقة الدراسة. شكل (7 – 9).

7- على الرغم من أثر تعرية التربة طفيف إلا أن الأرضي المعراة والتي تتعرض للتعرية الشديدة تصل نسبتها 10% من مساحة الحوض، في حين تبلغ نسبة الأراضي الزراعية حوالى 5% مع زيادة في الأراضي الزراعية، وتشكل الأراضي التي تعرضت إلى تعرية خفيفة نحو 79%.

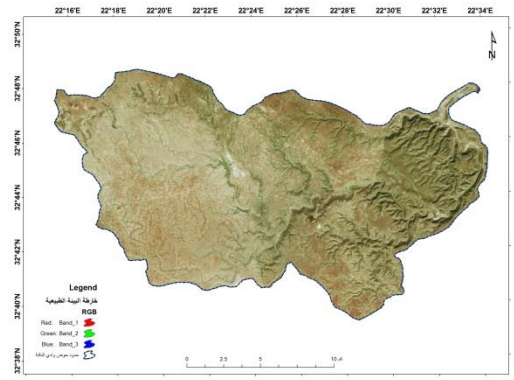
8- تزخر منطقة الدراسة بمظاهر طبيعية خلابة يمكن استغلالها للجذب السياحي مثل الكهوف الطبيعية والكهوف السكن القديم تتمثل في المعلقات (معلقة في وادي أرفيد).

1. الأشكال المنشأة في قاعدة البيانات الجغرافية

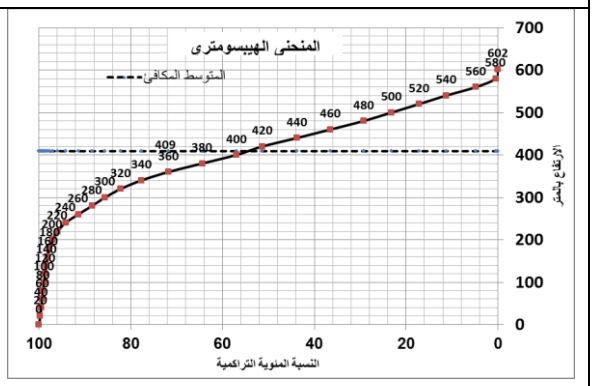
© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



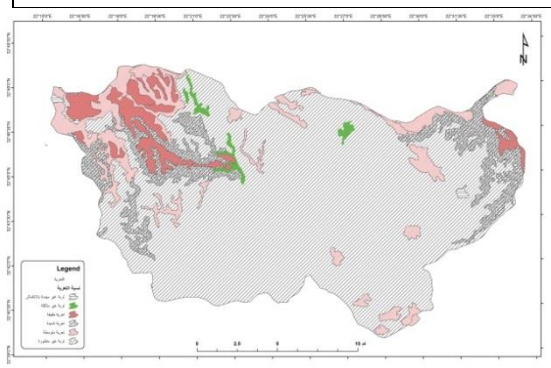
شكل (6) الخارطة الجيولوجية لحوض وادي الناقة.



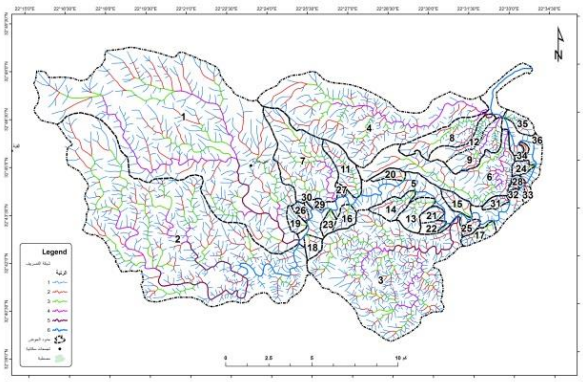
شكل (7) الخارطة الطبيعية لحوض وادي الناقة.



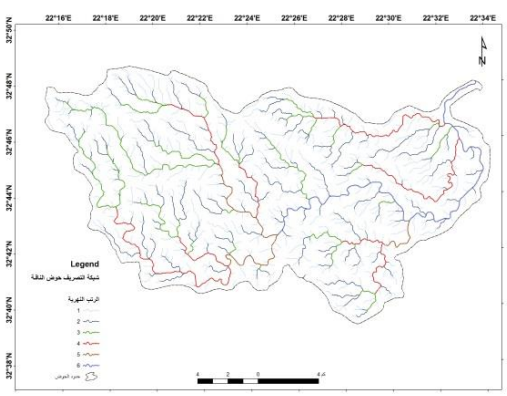
شكل (8) المنحنى الهيبسومتري لحوض وادي الناقة. المصدر من جدول (7).



شكل (9) خارطة انجراف التربة في حوض وادي الناقة.

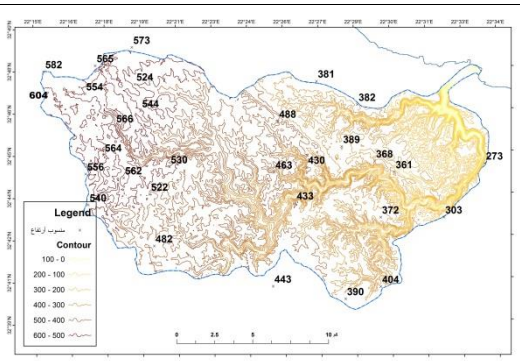


شكل (10) خارطة أحواض شبكة التصريف النهري للأحواض الفرعية في منطقة الدراسة.

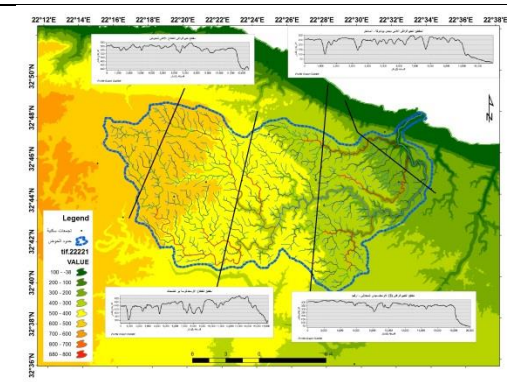


شكل (11) خارطة شبكة التصريف النهري اشتقت من صورة DEM.

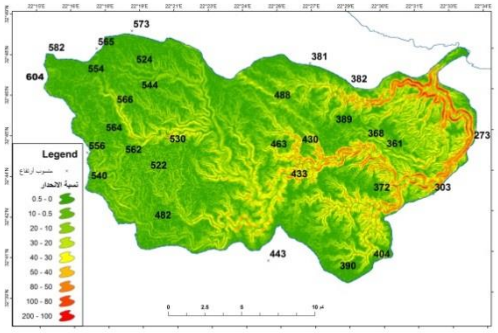
© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0



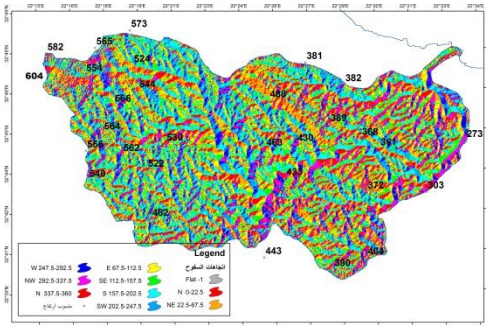
شكل (12) الخارطة الكنتورية لحوض وادي الناقة.



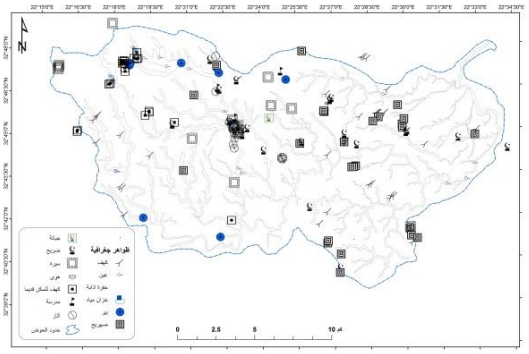
شكل (13) المقاطع الطبوغرافية في حوض وادي الناقة.



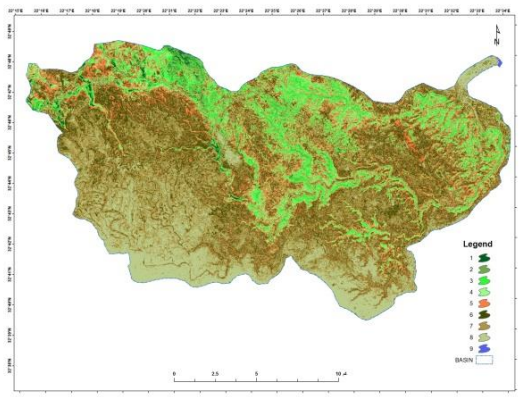
شكل (14) خارطة توزيع نسبة الانحدار في حوض وادي الناقة.



شكل (15) خارطة توزيع اتجاهات السفوح في حوض وادي الناقة.



شكل (16) خارطة توزيع الظواهر الجغرافية .



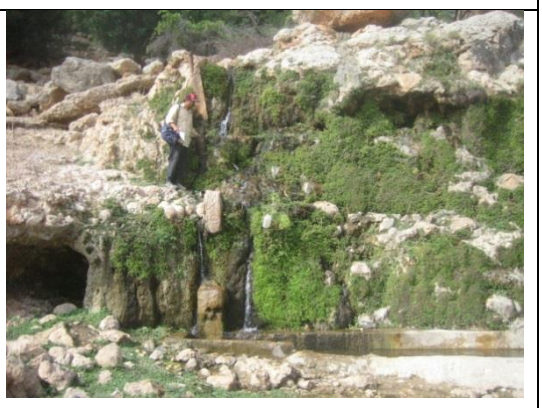
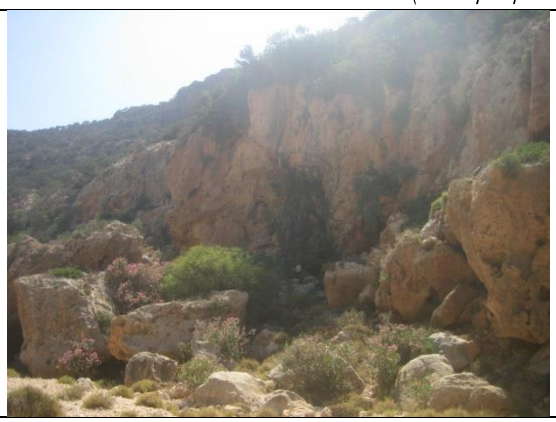
شكل (17) خارطة توزيع كثافة الغطاء النباتي الطبيعي في حوض وادي الناقة.

9- صور الزيارات الميدانية التي قام بها خلال فترات سابقة في منطقة الدراسة

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

صورة (1) جزء من المصطبة الأولى على الجانب الغربي من وادي الناقة والساحل، 2005/07/06م.	صورة (2) وادي الناقة عند كهف الهمرجي في الحافة الأولى، 2005/07/06م.
صورة (3) الحافة الثانية عند منطقة سيدي خالد ترتفع عن سطح المصطبة الأولى حوالى 60 م، 2021/10/24م.	صورة (4) مجرى وادي من الرتبة الرابعة والمنعطفات النهرية المتعمقة في وادي ارفيد، غرب درنة، بصحبة الأخ محمد المصري، 2007/07/06م.
صورة (5) منابع العليا لمجري وداي ارفيد في المصطبة الأولى. 2007/07/06م.	صورة (6) مجرى وادي من الرتبة الثالثة ينحدر نحو الوادي الرئيس، ويظهر صخور الحجر الجيري تكوين درنة وأبولونيا، 2007/07/06م.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

صورة (7) الوادي الرئيس وسرير الوادي تغطيه رواسب حصوية، وتساقط بعض الكتل على جوانب الوادي، 2005/07/06م.	صورة (8) سفح مقعر على جوانب وادي ارفيد، 2007/07/06م.
صورة (9) الصواعد والنوازل في كهف خريشايا غرب مدينة درنة، 23 يونيو 2005.	صورة (10) مجرى وادي من الرتبة الثالثة ينحدر نحو الوادي الرئيس، ويظهر صخور الحجر الجيري تكوين درنة وأبولونيا، 2007/07/06م.
	
صورة (11) عين جرم ، نبع مائي بين تكوينات البيضاء ودرنة في صخور الحجر الجيري، مع محمد المصري، 2005/07/06م.	صورة (12) عين أم سنب، نبع مائي بين تكوينات البيضاء ودرنة في صخور الحجر الجيري، 2005/07/06م.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

الخلاصة

تضم قاعدة البيانات الوحدات سطح الأرض في حوض وادي الناقة المنشأة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS بيانات ومعلومات شبه متكاملة حول بنية الحوض والعناصر الأساسية بشكل العام، فضلاً عن بعض المعلومات المساعدة للتفسير الظواهر الطبيعية في منطقة الدراسة مثل الحفر الكارستية والكهوف والعيون ومعلومات عن الخارطة الجيولوجية التي تضم مجموعة من الخرائط التي تشكلت من خرائط الأساس والصور الفضائية، وتحتوي على بيانات رقمية عن ظاهرات سطح الأرض والأشكال الجيومورفولوجية، إن برامج نظم المعلومات الجغرفية لها مرونة عالية في إدارة البيانات الجغرافية وتعديلها وإمكانية معالجتها بدقة عالية حسب دقة المدخلات وصحتها، وقد تبين بعد الاستقراء العام للبيانات والمعلومات أن الشكل العام لا يتعارض- إلى حدّ ما- مع بيانات البنية الأصلية للمنطقة، كما أن العمليات الجيومورفولوجية في تطور، ولا تزال تؤثر بشكل محدود في بعض القطاعات هشة الأسطح الصخرية المعراة، وفي بعض غطاءات التربة الضحلة، وتعد مناطق التوسع العمراني المحدودة لها تأثير نسبي على مظاهر السطح وذلك من خلال المقارنة بين الخرئط الطبوغرافية عام 1954 وخرائط انجراف التربة مع الصور الفضائية الحديثة.

المراجع العربية والأجنبية

1. محمد إبراهيم محمد شرف، 2015، المرجع في نظم المعلومات الجغرافية، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية، ص 144 – 145.

2. محمد صبري محسوب، أحمد البدوي الشريعي، 1996، الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل، دار الفكر العربي، مصر، ص 235 – 237.

3. الجمهورية العربية الليبية، 1964 ، الخارطة طبوغرافية، ذات مقياس رسم 1:50000، لوحة درنة، لوحة مطار درنة، لوحة بير المعاصر، لوحة كرسة، ، الجيش الأمريكي، واشنطن.

4. الجمهورية العربية الليبية، 1974، الخارطة الجيولوجية، ذات مقياس رسم 1:250000، لوحة درنة، لوحة البيضاء، مركز البحوث الصناعية، طرابلس.

5. Batten, P., 2001. Anew approach for landscape mapping, Proceedings of the 6th International Conference on Geocomputation. University of Queensland, Brisbane, Australia. 24 – 26 Sept.

6. Bocco, G., Mendoza, M., Velázquez, A., 2001. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping — a tool for landuse planning in developing countries. Geomorphology 39,211–219.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

7. Brown, D.G., Lusch, D.P., Duda, K.A., 1998. Supervised classification of types of glaciated landscapes using digital elevation data. Geomorphology 21, 233–250.

8. Butler, D.R., Walsh, S.J., 1998. The application of remote sensing and geographic information systems in the study of geomorphology: an introduction. Geomorphology 21, 179–181.

9. Clark, C.D., Evans, D.J., Khatwa, A., Bradwell, T., Jordan, C.J., Marsh, S.H., Mitchell, W.A., Bateman, M.D., 2004. Map and GIS database of glacial landforms and features related to the last British Ice Sheet. Boreas 33, 359–375.

10. Cooke, R.U., Doornkamp, J.C., 1990. Geomorphology in Environmental Management: A New Introduction. second ed. Clarendon, Oxford, pp. 410.

11.Dai, F.C., Lee, C.F., 2002. Landslide characteristics and slope instability modelling using GIS, Lantau Island, Hong Kong. Geomorphology 42, 213–228.

12. Gaspar, J.I . Goulart,C., Queeiroz, D., Silveira, D., Gomes, A., 2004. Dynamic structure and data sete of a GIS database for geological risk analysis in the Azores volcanic island Natural Hazarde and Earth System Sciences 4, 233–242.

13. Jakobsen, P,R,. 2003. GIS based map of glaciotectonic phenomena in Denmark. Geological Quarterly 47, 331 –338.

14. Klimaszewski, M., 1990. Thirty years of geomorphological mapping. Geographia Polonica 58, 11–18.

15. otto, J,C,. Gustavsson M, Geihausen M, 2011. Cartography: design, Symbolisation and visualization of geomorphological maps. In Geomorphological Mapping: mathods and application. Smith M. J, Paran , P, Griffiths, J,. (ads). Elsevier: London, 253 – 269.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

16.Pike, R.J., Graymer, R.W., Sobieszczyk, S., 2003. A Simple GIS model for mapping landslide susceptibility. In: Evans, I.S., Dikau, R., Tokunaga, E., Ohmori, H., Hirano, M. (Eds.).

17.Plaza, A., Martinez, P., Perez, R., Plaza, J., 2004. A new approach to mixed pixel classification of hyperspectral imagery based on extended orphological profiles. Pattern Recognition 37, 1097–1116.

18. Socialist Peoples Libyan Arab Jamahiriya, Secretariat For Agricultuar, 1980. Soil Erosion Map, Scale 1:50000, sheet: Darnah 3890–4, Matar Daenah 3890–3, Bir al maasir 3790–2, Karsah 3790–1, he map is cpmpiled by the soil – ecological expedition of USSR V/O Selkhozpromexport 1980.

19. smith, M. J., Rose, J., Booth, S., 2006. Geomorphological mapping of glacial landforms from remotely sensed data: an evaluation of the principal data sources and an assessment of their quality Geomorphology 76, 148 – 165 .

20. Speight, J. G., 1974. A parametic approach to landform regions. Progress in Geomorphology. Institute of British Geographers Special Publ. 213 – 229.

21. van Asselen, S., Seijmonsbergen, A.C., 2006. Expert-driven semiautomated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM. Geomorphology 78, 309–320.

22. Van Den Eeckhaut, M., Poesen, J, Verstraeten, G., Vanacker, V., Moeyersons, J., Nyssen, J, van Beek., L.P.H., 2004. Theeffectiveness of hillshade maps and expert knowledge in mapping old deep-seated landslides. Geomorphology 67, 351 – 363

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0