المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة الملك سعود
عمادة الدراسات العليا

دور نظم المعلومات الجغرافية
في
دراسة الخصائص المورفومترية
لحوض وادي لبن

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير
في قسم الجغرافيا – كلية الآداب – جامعة الملك سعود

إعداد الطالبة
حنان بنت عبداللطيف بن حسن الغيلان

إشراف الأستاذ الدكتور
ناصر بن محمد بن سلمى

١٤٢٩هـ - ٢٠٠٨م

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى

(وهو الذي مدّ الأرض وجعل فيها رواسي وأنهاراً ....)

آية ٣ سورة الرعد

شكر وتقدير

الحمد لله الذي كرّم بني آدم وفضلهم على العالمين ، وسخر لهم ما في السماوات وما في الأرض جبالها وسهولها ووديانها وأنهارها وجعل التفكّر بها علامة للمؤمنين ، والصلاة والسلام على نبينا محمد أشرف الأنبياء والمرسلين .

اللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك على نعمة العلم بأن منّت عليّ ووفقتني لاستكمال هذه الدراسة جعلها الله خالصة لوجهه الكريم وخدمة لوطني الغالي .

وبهذه المناسبة أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى أستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور ناصر بن محمد بن سلمى على حسن توجيهه وسعة صدره وعظم صبره وخالص نصحه وأمانته العلمية وتواضعه ومرونة تعامله طيلة فترة القيام بهذه الدراسة التي سهلت لي الكثير من السبل والصعوبات فجزاه الله عني كل الخير .

كما أخص بالشكر والتقدير أستاذي الدكتور محمد بن فضيل بوروبة على الجهد الكبير الذي بذله في الإرشاد والتوضيح وشرح الجانب المورفومتري فقد كان لتوجيهاته الأثر الكبير في أتمام هذه الرسالة فبارك الله به وجزاه ألف خير .

كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذ الدكتور محمد بن عبدالله الصالح والدكتور علاء أحمد مسعود على تفضلهما بقبول المناقشة وتوجيهاتهما القيمة التي أثرت هذه الرسالة .

كما أخص بالشكر والعرفان زميل العمل والدراسة الأستاذ مفرح بن ضايم بن محمد القرادي على المواقف الجليلة التي كانت لي شموعاً ضاوية أضاءت دربي بالعلم والمعرفة .

وأخص كذلك زميلة الدراسة صاحبة السمو الأميرة الأستاذة الجوهرة بنت فهد آل سعود على المواقف المشرفة التي ساندتني بها لإنهاء هذه الرسالة .

كما لايفوتني أن أشكر كل منسوبي إدارة المساحة العسكرية وعلى رأسهم اللـــواء الـــركن الدكتور عبدالعزيز بن إبراهيم العبيداء ، والمقدم الدكتور سعيد بن حـــسين بـــن مـــضحي القحطاني في تقديم مختلف بيانات الدراسة .

وكذلك كل الشكر والتقدير لمنسوبي الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض وعلى رأسهم صاحب السمو الملكي الأمير سلمان بن عبدالعزيز آل سعود رئيس اللجنة العليا للهيئة علـــى كـــل المعلومات المتعلقة بمشروع التأهيل البيئي لوادي حنيفة .

كما أتقدم بالشكر لكل منسوبي شركة أرامكو السعودية وعلى رأسهم الدكتور أحمد وجيـــه عبداللطيف والدكتور عبدالله ماه والمهندس خالد العرفج والمهندس خالد التـــويجري علـــى قيامهم بتدريبي على الجانب العملي التطبيقي لهذه الدراسة .

كما أخص بالشكر الجزيل لكل منسوبي مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية وعلى رأسهم صاحب السمو الأمير الدكتور تركي بن سعود آل سعود على تزويـــدي بمرئيـــات منطقـــة الدراسة .

كما أشكر منسوبي مدينة أمانة الرياض وعلى رأسهم المهندس خالد البهلول على تزويـــدي بخرائط الدراسة .

وأتقدم بالشكر لكل منسوبي وزارة الزراعة وعلى رأسهم الدكتور خالد بن محمد الفهيد على تقديم المعلومات البيئية لمنطقة الدراسة .

وكذلك أشكر منسوبي وزارة المياه وعلى رأسهم المهندس الأستاذ سليمان الشعلان لتقديمهم المعلومات الهيدرولوجية .

ولا أنسى الشكر الخاص لكل من وقف بدربي حجرة عثر كانت لي الدافع الكبير والإصـــرار الأكبر على إنجاز هذه الدراسة .

وختاماً فأنني أشكر كل من مد لي يد العون لإتمام هذه الرسالة ولم تسعفني الذاكرة في إيـــراد أسمائهم فبارك الله فيهم وجزاهم الله عني كل الخير .

إهداء

إلى من كانت وكان بين ثنايا القبرا ... إلى أمـي وأخـي وفـاءاً وذكـرى

إلى أبي تاج الـرأس عـزاً وفـخـرا ... فكل الإهداءات لا تفي لـه الشكرا

إلى ضــحى البــكـر ونـوره البـدرا ... ومـنـار وهـدى وسعـاد الصغرى

إلى كنيـتي وعـزوتي وكل الفرحه ... إلى حمد وصغيري المدلل عـمرا

إلى كل أحبـتي شـكـراً وعــطـرا ... فلكم الجزاء من الله سـرا وجـهـرا

الفصل الأول

(الإجراءات المنهجية)

(١) المقدمة ٠

(٢) موضوع البحث وأهميته ٠

(٣) منطقة الدراسة ٠

(٤) مشكلة الدراسة ٠

(٥) أهداف الدراسة ٠

(٦) الدراسات السابقة ٠

(٧) تساؤلات الدراسة ٠

(٨) منهج الدراسة ٠

(٩) بيانات الدراسة ومصادرها ٠

(١٠) مفاهيم ومصطلحات الدراسة ٠

الفصل الثاني

(تحديد العناصر اللازمة لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن)

المقدمة ٠

(١) مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

(أ) مصادر كتابية ٠
(ب) مصادر وثائقية ٠
(ج) العمل الميداني ٠
(د) مصادر خارجية ٠

(٢) قواعد البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن :-

(أ) تعريف قواعد البيانات الجغرافية (Geodatabase) ومميزاتها ٠
(ب) أسس بناء قواعد البيانات الجغرافية ٠
أولاً : تحديد المشكلة أو الهدف من إنشاء قاعدة البيانات (Definetion the Problem)٠
ثانياً : تحديد البيانات المطلوبة (Determine Data Requirements) ٠
ثالثاً : بناء النموذج التصوري للبيانات (Construct a Conceptual Data Model) ٠
(ج) مكونات قواعد البيانات (Geodatabase Components)
أولاً : البيانات المكانية (Spatial Data) ٠
ثانياً : البيانات الوصفية (Descriptive Data) ٠
(د) أنواع قواعد البيانات (Geodatabase Types) ٠
(١) قواعد البيانات الهرمية : (Hierarchical Databases) ٠
(٢) قواعد البيانات الشبكية : (Network Databases) ٠

(٣) قواعد البيانات العلائقية الترابطية : (Relational Databases) ٠

(٣) برامج نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في بناء قاعدة البيانات

الجغرافية لحوض وادي لبن :-

(أ) برامج نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System Software) ٠
(ب) برامج الاستشعار عن بعد (Remote Sensing Software) ٠

(٤) الخصائص والمتغيرات المورفومترية لحوض وادي لبن Morphometry

-: Properties & Variables

(أ) الخصائص الشكلية للحوض المائي :-
(١) محيط الحوض المائي (Basin Perimeter) ٠
(٢) مساحة الحوض المائي (Basin Areas) ٠
(٣) طول الحوض المائي (Basin Length) ٠
(٤) عرض الحوض المائي (Basin Width) ٠
(٥) معامل الشكل (Form Factor) ٠
(٦) استدارة الحوض (Basin Circularity) ٠
(٧) استطالة الحوض (Basin Elongation) ٠
(٨) نسبة التفلطح (Lemniscate Ration) ٠
(٩) معامل التماسك للحوض (Compactness Factor) ٠

(ب) الخصائص المورفومترية للشبكة المائية :-
(١) رتبة المجاري (Stream Order) ٠
(٢) عدد المجاري حسب الرتب (Stream Numbers) ٠
(٣) نسبة التشعب للمجاري المائية (Bifurcation Ratio) ٠
(٤) متوسط نسبة التشعب (Bifurcation Ratio Mean) ٠
(٥) مجموع أطوال المجاري حسب الرتب (Stream Order Length) ٠
(٦) متوسط أطوال المجاري (Stream Order Length Mean) ٠
(٧) نسبة أطوال المجاري (Length Ratio) ٠
(٨) تكرارية المجاري (Stream Frequency) ٠
(٩) كثافة التصريف (Drainage Density) ٠
(١٠) معامل التعرج النهري (Sinuosity index) ٠
(١١) ثابت بقاء المجرى المائي (Constant of Channel Maintenance) ٠

(ج) الخصائص التضاريسية للحوض المائي :-
(١) الإرتفاع الأقصى (Maximum Elevation) ٠
(٢) الإرتفاع الأدنى (Minimum Elevation) ٠
(٣) المسافة لأفقية (Horizontal Equivalent) ٠
(٤) درجة الانحدار (Degree of slope) ٠
(٥) نسبة الانحدار (Percent of Slope) ٠

(٦) مساحة الانحدار (Slope Areas) ٠
(٧) التضاريس القصوى للحوض المائي (Maximum Basin Relief) ٠
(٨) نسبة التضرس للحوض المائي (Relief Ratio) ٠
(٩) معامل التضرس للحوض المائي (Relief index) ٠
(١٠) التضرس النسبية للحوض المائي (Relative Relief) ٠
(١١) قيمة وعورة التضاريس للحوض المائي (Ruggedness Value) ٠
(١٢) الرقم الجيومتري للحوض المائي (Geometry Number) ٠

الفصل الثالث

(الخطوات العملية التطبيقية لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن)

المقدمة ٠

(١) تحديد نظام الإحداثيات والمرجع الجغرافي المناسب لبناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن Convenient Spatial References & Coordinate Systems Definition :-

(٢) إنشاء طبقات قاعدة بيانات حوض وادي لبن وتحديد الربط الهندسي لها (Definition Geometry & Create Layers) :

أولا : الطبقات ذات البيانات الخطية (Vector Data Layers) ٠
(أ) طبقات مبنية على قاعدة البيانات الجغرافية (Geo data base) ٠
(ب) طبقات من نوع (Shapefile) ٠

ثانياً : الطبقات ذات البيانات المساحية (Raster Data Layers) ٠
(أ) الطبقات المساحية الداخلة في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠
(ب) طبقات المخرجات الناتجة عن عملية تحليل الخصائص المورفومترية لقاعدة بيانات حوض وادي لبن

(٣) تنظيم وإدخال بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

أولاً : ملفات (Feature Dataset) ٠
ثانياً : ملفات (Feature Class) ٠

(٤) اشتقاق البيانات الخطية والمساحية المستخدمة في التحليل المورفومتري ٠

(١) توحيد المرجع المكاني للمرئية مع قاعدة بيانات حوض وادي لبن (Spatial Reference) ٠
(٢) تحديد مدى المرئية (Extent) ٠
(٣) تحديد قانون اشتقاق البيانات الخطية إلى مساحية أثناء عملية التحرير ٠
(٤) تحديد حدة الدقة (Precision) ٠

(٥) البناء الطوبولوجي لقاعدة بيانات حوض وادي لبن (Topology) ٠

(أ) البناء الطوبولوجي النقطي أو العقد Node Topology ٠
(ب) البناء الطوبولوجي الخطي أو ضلع العقدة Arc – Node Topology ٠
(ج) البناء الطوبولوجي المساحي أو المضلع Polygon Topology ٠

الفصل الرابع

(الخصائص المورفومترية المستخدمة في الدراسة وتوضيح العلاقة المكانية بينها)

المقدمة ٠

(١) تحديد المتغيرات المورفومترية المستخدمة في دراسة حوض وادي لبن:-

(أ) : الخصائص الشكلية للحوض المائي ٠
(ب) : الخصائص المورفومترية للشبكة المائية ٠
(ج) : الخصائص التضاريسية للحوض المائي ٠

(٢) تحديد العلاقة المكانية بين الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن :-

(١) : منطقة الحوض العلوي ٠
(٢) : منطقة الحوض الأوسط والسفلي ٠

الفصل الخامس

(تحديد وحصر الأضرار البيئية في حوض وادي لبن وتقديم تصور ميداني لبعض الحلول المستقبلية)

المقدمة ٠

(١) تحديد الأضرار البيئية في حوض وادي لبن :-

(١) : أضرار بيئية طبيعية ٠
(ب) : أضرار بيئية بشرية ٠

(٢) حصر الأضرار البيئية بنظم المعلومات الجغرافية وكيفية معالجتها :-

(١) : أضرار بيئية طبيعية ٠
(ب) : أضرار بيئية بشرية ٠

الفصل السادس

(الخاصة والنتائج والتوصيات)

أولاً : الخلاصة ٠

ثانياً : النتائج ٠

ثالثاً : التوصيات ٠

فهرس المحتويات

الـــمـــوضـــوع	الصفحة
فهرس المحتويات	أ – ج
فهرس الأشكال	د – ط
فهرس الصور	ي – ك
فهرس الجداول	ل – ص
ملخص الدراسة	ق – ر
الفصل الأول : الإجراءات المنهجية	١-٣٧
المقدمة	١-٥
موضوع البحث وأهميته	٥-١٠
منطقة الدراسة	١٠-٢١
مشكلة الدراسة	٢١ -٢٢
أهداف الدراسة	٢٢ -٢٣
الدراسات السابقة	٢٣-٢٩
تساؤلات البحث	٢٩
منهج البحث	٢٩-٣٢
بيانات الدراسة ومصادرها	٣٢-٣٤
مفاهيم ومصطلحات الدراسة	٣٤-٣٧

الـــمـــوضـــوع	الصفحة
الفصل الثاني : تحديد العناصر اللازمة لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن	٣٨ -٦٢
المقدمة	٣٨-٣٩
مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٣٩-٤٠
قواعد البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن	٤١-٥٨
برامج نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في بناء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن	٥٨-٦١
الخصائص والمتغيرات المورفومترية لحوض وادي لبن	٦١-٦٢
الفصل الثالث : الخطوات العملية التطبيقية لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن	٦٣-١١٨
المقدمة	٦٣-٦٤
تحديد نظام الإحداثيات والمرجع الجغرافي المناسب لبناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن Determination Spatial References & Coordinate Systems Convenient	٦٤-٧٠
إنشاء الطبقات لقاعدة بيانات حوض وادي لبن وتحديد الربط الهندسي لها Definition Geometry & Create Layers	٧٠-٨٧
تنظيم وإدخال بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٨٧-١٠١
اشتقاق البيانات الخطية والمساحية المستخدمة في التحليل المورفومتري	١٠١-١٠٨
البناء الطوبولوجي لقاعدة بيانات حوض وادي لبن Topology	١٠٩-١١٨

الـــمـــوضـــوع	الصفحة
الفصل الرابع : الخصائص المورفومترية المستخدمة في الدراسة وتوضيح العلاقات المكانية بينها	١١٩-٢٣٧
المقدمة	١١٩-١٢٤
تحديد المتغيرات المورفومترية المستخدمة في دراسة حوض وادي لبن	١٢٥-٢٢٨
تحديد العلاقات المكانية بين الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن	٢٢٨-٢٣٧
الفصل الخامس : تحديد وحصر الأضرار البيئية في حوض وادي لبن وتقديم تصور ميداني لبعض الحلول المستقبلية	٢٣٨-٣٠٨
المقدمة	٢٣٨-٢٣٩
تحديد الأضرار البيئية في حوض وادي لبن	٢٣٩-٢٥٤
حصر الأضرار البيئية بنظم المعلومات الجغرافية وكيفية معالجتها	٢٥٤-٣٠٨
الفصل السادس : الخاتمة والنتائج والتوصيات	٣٠٩-٣٣٦
الخلاصة	٣٠٩-٣١٨
النتائج	٣١٩-٣٢٢
التوصيات	٣٢٢-٣٢٤
قائمة المراجع	٣٢٤-٣٣٦

فهرس الأشكال

الرقم	عـــنـــوان الـــشكـــل	الصفحة
١	مناطق الاستقرار البشري في وادي لبن	٣
٢	خريطة توضح موقع منطقة الدراسة بالنسبة للمملكة العربية السعودية	١١
٣	رسم تخطيطي لتكوين الأكواع في المجرى الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن	١٥
٤	توضيح منطقة تكوين الأكواع في الحوض الأوسط والسفلي لوادي لبن	١٦
٥	مقطع رأسي للتكوينات الجيولوجية لوادي حنيفة وروافده	١٨
٦	رسم تخطيطي لبناء النموذج التصوري لبيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن ومراحل العمل فيها	٤٥
٧	نموذج لقاعدة البيانات الجغرافية المطبقة لدراسة حوض وادي لبن	٥٣
٨	نموذج لقواعد البيانات الهرمية	٥٤
٩	نموذج لقواعد البيانات الشبكية	٥٥
١٠	نموذج لقواعد البيانات العلائقية الترابطية لحوض وادي لبن	٥٨
١١	نافذة تحديد نظام الإحداثيات في برنامج ArcInfo v.9.0	٦٦
١٢	نافذة توضح النطاقات (٦٠ نطاق Zone) المتفق عليها عالمياً	٦٩
١٣	رسم توضيحي لمفهوم الطبقات في برنامج نظم المعلومات الجغرافية	٧١
١٤	طبقات قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٧٥
١٥	خريطة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (TIN)	٧٨
١٦	مرئية حوض وادي لبن المقتطعة من مرئية الرياض للقمر الصناعي الأمريكي Ikonos	٨١
١٧	خريطة نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بهيئة Grid	٨٢
١٨	خريطة نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM المصنفة بهيئة Grid	٨٣

الرقم	عـــنـــوان الـــشكـــل	الصفحة
١٩	نافذة تحديد البناء الهندسي Geometry طبقة Feature Classes في قاعدة البيانات	٨٥
٢٠	إظهار جزء مختار من الظاهرة الجغرافية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٨٦
٢١	رسم تخطيطي لطبقات قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن	٨٨
٢٢	المساقط التي يتيحها برنامج ArcInfo v.9.0	٩٢
٢٣	ملفات مسقط (UTM) المعدلة حسب سنوات تحديث البيانات	٩٢
٢٤	المرجع المكاني لطبقة (Feature Classes) في قاعدة البيانات	٩٦
٢٥	نافذة (Subtype) التي يتم من خلالها تصنيف وترميز سمات الظاهرة الجغرافية لقاعدة بيانات حوض وادي لبن	٩٧
٢٦	نافذة توضح قيم مدى المرئية Extent المتمثلة X.Y Domain	١٠٣
٢٧	نافذة توضح خلية (Pixel) لمرئية حوض وادي لبن وتمثيلها بظاهرة خطية وفق نقطة مركزية	١٠٤
٢٨	نافذة توضح عدم ضبط الدقة في بيانات القاعدة	١٠٥
٢٩	نافذة تحديد مدى المرئية (X.Y Domain) ودقتها (Precision)	١٠٧
٣٠	نافذة التي يتم من خلالها تحديد قوانين البناء الطوبولوجي في قاعدة البيانات	١١٢
٣١	قوانين البناء الطوبولوجي الخاصة بالبيانات الخطية	١١٢
٣٢	نافذة القانون ووصفه في برنامج نظم المعلومات الجغرافية	١١٣
٣٣	رسم تخطيطي لتوضيح الخطأ المتمثل في وجود النقاط العشوائية الغير صحيحة	١١٤

الرقم	عـــنـــوان الـــشكـــل	الصفحة
٣٤	النقاط أو العقد العشوائية الغير صحيحة التي وردت في طبقة الرتب لشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن	١١٤
٣٥	نافذة تقرير أخطاء البناء الطوبولوجي لقاعدة بيانات حوض وادي لبن	١١٥
٣٦	النقاط العشوائية التي توضح مكان الخطأ قبل التعديل والروافد بعد عمل Snapping وتوصيلها مع بعضها البعض	١١٥
٣٧	نافذة قانون (Must Not Have Dangles)	١١٦
٣٨	رسم تخطيطي لتوضيح الخطأ المتمثل في وجود الخطوط غير المتصلة	١١٧
٣٩	الخطوط المعلقة الغير متصلة والخطوط المتصلة	١١٧
٤٠	نافذة التقرير النهائي لتصحيح الأخطاء ضمن عملية البناء الطوبولوجي لقاعدة بيانات حوض وادي لبن	١١٨
٤١	الخصائص المورفومترية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٢٢
٤٢	خريطة خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأمريكي Ikonos	١٢٧
٤٣	خريطة خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٢٨
٤٤	خريطة مطابقة خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأمريكي Ikonos ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٣٠
٤٥	خريطة مساحة حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأمريكي Ikonos	١٣٤
٤٦	خريطة مساحة حوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٣٥
٤٧	خريطة مطابقة مساحة حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأمريكي Ikonos ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٣٨

الرقم	عـــنـــوان الـــشكـــل	الصفحة
٤٨	خريطة طول حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأمريكي (Ikonos)	١٤١
٤٩	خريطة طول حوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)	١٤٢
٥٠	خريطة مطابقة طول حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأمريكي Ikonos ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٤٣
٥١	نافذة بناء الاستفسار Building Query لمعادلة طول الحوض	١٤٥
٥٢	نافذة جدول خصائص طبقة عرض حوض وادي لبن في قاعدة البيانات	١٤٧
٥٣	خريطة شبكة الخطوط المتوازية لعرض وادي لبن حسب القياسات المورفومترية	١٤٨
٥٤	نافذة بناء الاستفسار Building Query لمعادلة عرض الحوض	١٤٩
٥٥	الرسم البياني (Histogram) لنموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٦٩
٥٦	خريطة الأراضي الغائرة (Sink - areas)	١٧١
٥٧	خريطة الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية لحوض وادي لبن بطريقة سترايلر اعتماداً على المرئية Ikonos	١٧٣
٥٨	خريطة الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية لحوض وادي لبن بطريقة سترايلر اعتماداً على ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٧٤
٥٩	القيم الإحصائية لروافد الرتبة الأولى لشبكة تصريف حوض وادي لبن	١٧٦
٦٠	نافذة جدول عدد الرتب والروافد وتكرارية المجاري في قاعدة بيانات حوض وادي لبن اعتماداً على بيانات المرئية	١٧٦
٦١	نافذة القيم الإحصائية لنسبة التشعب لبيانات المرئية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٨٣

الرقم	عـــنـــوان الـــشكـــل	الصفحة
٦٢	نافذة جدول أطوال المجاري ومتوسطاتها وعددها لكل رتبة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن حسب بيانات المرئية Ikonos	١٨٩
٦٣	رسم تخطيطي يوضح المجرى المائي الرئيسي والقناة الرئيسة	١٩٤
٦٤	نافذة الإرتفاع الأقصى والأدنى لنموذج الإرتفاعات الرقمية DEM في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٨
٦٥	خريطة الإرتفاعات التضاريسية لحوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢٠٢
٦٦	نافذة بناء الاستفسار Building Query لدرجة انحدار حوض وادي لبن	٢٠٤
٦٧	نافذة معادلة الانحدار في برنامج نظم المعلومات الجغرافية	٢٠٥
٦٨	خريطة الانحدار لحوض وادي لبن (Slope) على اعتماداً نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢٠٨
٦٩	نافذة تحويل الانحدار من أعداد كسرية إلى أعداد عشرية	٢٠٩
٧٠	نافذة تصنيف طبقة الانحدار في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢١٠
٧١	نافذة إعادة تصنيف طبقة الانحدار في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢١٠
٧٢	خريطة درجة الانحدار لحوض وادي لبن (Slope) المصنفة اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢١٢
٧٣	الرسم البياني لشكل واتجاه انحدار حوض وادي لبن اعتماداً نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢١٤
٧٤	هيئة البكسل (Pixel) الصحيح والبكسل (Pixel) المدمج	٢١٨
٧٥	مجموع قيم البكسل (Pixel) الصحيحة والمتطرفة لطبقة نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢١٨

الرقم	عـــنـــوان الـــشكـــل	الصفحة
٧٦	نافذة بناء الاستفسار Building Query لتصنيف بيانات فئات الإنحدار إلى طبقات مستقلة	٢١٩
٧٧	طبقات فئات الانحدار نوع Shapefile في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٠
٧٨	خريطة مساحة الحوض العلوي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Ikonos	٢٣١
٧٩	خريطة مساحة الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Ikonos	٢٣٣
٨٠	قيمة Tp بالأيام والساعات وقيمة Tm بالساعات في قاعدة بيانات وادي لبن	٢٦٤
٨١	خريطة استخدامات الأرض في الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Ikonos	٢٩٣
٨٢	نافذة القيم المحسوبة لمعادلات تقدير حجم السيول في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٩٤
٨٣	هيدروغراف تدفق الذروة الأدنى لسيول حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٩٧
٨٤	هيدروغراف متوسط تدفق الذروة ا لسيول حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٩٨
٨٥	هيدروغراف تدفق الذروة الأقصى لسيول حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٩٩
٨٦	خريطة الأضرار البيئية في الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Ikonos	٣٠٨

فهرست الصور

الرقم	عـــنـــوان الصـــورة	الصفحة
١	بساتين النخيل والفاكهة في بطن حوض وادي لبن	٣
٢	مخلفات البناء في مجرى وادي لبن	٦
٣	مستنقعات الصرف الصحي في مجرى وادي لبن	٦
٤	امتداد العمران وشبكة الطرق في بطن مجرى وادي لبن	٨
٥	مجرى وادي لبن القديم والضامر الجديد	١٣
٦	المغارات المتكونة في الصخور الرسوبية لوادي لبن	١٤
٧	المغارات المتكونة في الصخور الرسوبية لوادي لبن	١٤
٨	التكوينات الرسوبية الطبقية لصخور وادي لبن	١٨
٤	امتداد العمران وشبكة الطرق في بطن مجرى وادي لبن	٢٤٣
٩	امتداد العمران والمزارع في بطن مجرى وادي لبن	٢٤٤
١٠	رمي مخلفات البناء في مجرى الأودية	٢٤٤
١١	رمي النفايات في مجرى الأودية	٢٤٥
١٢-١٣	الأضرار البيئية للسيول ١٤٢٦هـ على الطرق والجسور والأنفاق في مدينة الرياض	٢٤٦
١٤-١٥	الخسائر المادية التي تعرضت لها مدينة الرياض أثر سيول ١٤٢٦هـ	٢٤٦
١٦	مخلفات البناء من أسمنت وخرسانة	٢٤٨
١٧	مخلفات البناء من الحديد	٢٤٨
١٨	المظهر الغير حضاري للنفايات ومخلفات البناء	٢٤٩

الرقم	عـــنـــوان الصـــورة	الصفحة
١٩-٢٠	تجمع المياه في الحفر الغائرة	٢٥٠
٢١-٢٢	الحفر الغائرة كمناطق ترفيهية لسكان الرياض	٢٥٠
٢٣-٢٤	عمليات نقل التربة من بطن وادي لبن	٢٥١
٢٥-٢٦	الحفر ذات المياه الراكدة في حوض وادي لبن	٢٥٢
٢٧	الحفر ذات المياه الراكدة الآسنة	٢٥٢
٢٨	تلوث جو حوض وادي لبن بالغبار نتيجة الكسارات ونقل التربة	٢٥٤
٢٩	مكبات النفايات في وادي لبن	٣٠٢
٣٠	مخلفات البناء في وادي لبن القريبة من الامتداد العمراني	٣٠٣
٣١-٣٢	الحفر الطبيعية والاصطناعية الممتلئة بمياه الأمطار وجريان السيول	٣٠٦
٣٣-٣٤	الحفر الطبيعية والاصطناعية الممتلئة بمياه الأمطار وجريان السيول	٣٠٧

فهرست الجداول

الرقم	عـــنـــوان الـــجـــدول	الصفحة
١	محيط حوض وادي لبن بالطرق الآلية لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٢٩
٢	مساحة حوض وادي لبن بالطرق الآلية لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٣٦
٣	طول حوض وادي لبن بالطرق الآلية لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٤٠
٤	فروق القيم المحسوبة بين القياسات المورفومترية والمعادلات المورفومترية لطول حوض وادي لبن	١٤٦
٥	أقصى وأدنى ومتوسط العرض لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات حسب الطريقة القياسية	١٥٠
٦	فروق القيم المحسوبة بين القياسات المورفومترية والمعادلات المورفومترية لعرض حوض وادي لبن	١٥٠
٧	معامل الشكل لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٥٢
٨	قيمة معامل الاستدارة لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٥٤
٩	قيمة معامل الاستطالة لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٥٦
١٠	قيمة نسبة التفلطح لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٥٧
١١	قيمة معامل التماسك لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٥٩
١٢	القيم المحسوبة لقياسات الخصائص الشكلية لشبكة حوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٦٠

الرقم	عـــنـــوان الـــجـــدول	الصفحة
١٣	عدد الرتب في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٦٤
١٤	عدد المجاري لكل رتبة لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٧٧
١٥	قيم نسبة التشعب لرتب حوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٧٩
١٦	عدد المجاري التي لاتدخل في الترتيب الهرمي لشبكة تصريف حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٨١
١٧	عدد المجاري الممكن ظهورها مستقبلاً بنسبة تشعب (٣) لشبكة تصريف حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٨٢
١٨	متوسط نسبة التشعب لحوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٨٣
١٩	عدد ومجموع أطوال المجاري حسب الرتب لشبكة التصريف المائية اعتماداً على المرئية (Ikonos)	١٨٥
٢٠	عدد ومجموع أطوال المجاري حسب الرتب لشبكة التصريف المائية اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)	١٨٥
٢١	الفارق ونسبة الفارق لأطوال المجاري لكل رتبة من شبكة التصريف المائية اعتماداً على المرئية (Ikonos)	١٨٧
٢٢	متوسط أطوال المجاري لكل رتبة في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٨٨
٢٣	نسبة أطوال المجاري لكل رتبة في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٠
٢٤	تكرارية المجاري لكل رتبة في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٢

الرقم	عـــنـــوان الـــجـــدول	الصفحة
٢٥	كثافة تصريف حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٣
٢٦	معامل التعرج النهري لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٥
٢٧	ثابت بقاء المجرى المائي لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٦
٢٨	قيمة الإرتفاع الأقصى لحوض وادي لبن وإحداثياتها لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٨
٢٩	قيمة الإرتفاع الأدنى لحوض وادي لبن وإحداثياتها لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	١٩٩
٣٠	قيمة نقطة المنبع والمصب لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٠٠
٣١	المسافة الأفقية بين أدنى وأقصى نقطة وبين المنبع والمصب لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٠١
٣٢	درجة انحدار حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٠٦
٣٣	درجة ومتوسط انحدار حوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢١١
٣٤	تصنيف درجة الانحدار في حوض وادي لبن حسب التقسيم الرئيسي لنوع الانحدار اعتماداً على بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢١٣
٣٥	جدول تصنيف نسبة الانحدار في حوض وادي لبن لنموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢١٦
٣٦	جدول تصنيف درجة وزاوية الانحدار لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢١٦

الرقم	عـــنـــوان الـــجـــدول	الصفحة
٣٧	تصنيف حوض وادي لبن إلى مساحات حسب درجة الانحدار في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢١
٣٨	التضرس الكلي لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٣
٣٩	نسبة التضرس لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٤
٤٠	معامل التضرس لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٥
٤١	معامل التضاريس النسبية لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٦
٤٢	معامل قيمة الوعورة لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٧
٤٣	الرقم الجيومتري لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٨
٤٤	قياسات الخصائص التضاريسية لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٢٩
٤٥	مساحة ومحيط الحوض العلوي لحوض وادي لبن	٢٣٠
٤٦	مساحة ومحيط الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن	٢٣٢
٤٧	مساحة ومحيط الحوض العلوي والأوسط والسفلي لحوض وادي لبن	٢٣٤
٤٨	مساحة ومحيط حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٣٤

الرقم	عـــنـــوان الـــجـــدول	الصفحة
٤٩	عدد المجاري للحوض العلوي والحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن	٢٣٥
٥٠	نسبة عدد المجاري للحوض العلوي والحوض الأوسط والسفلي مع عدد المجاري لكامل حوض وادي لبن	٢٣٦
٥١	عدد الكسارات في الروافد الغربية لوادي لبن	٢٥٣
٥٢	فترة استجابة حوض وادي لبن لهطول لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٥٧
٥٣	كمية التدفق الأقصى للسيول بحوض وادي لبن مقاسه (م٣ / ثانية) لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٥٩
٥٤	الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٦١
٥٥	فترة الأساس (زمن القاعدة) للسيل لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٦٣
٥٦	فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل (الساعة) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٦٥
٥٧	فترة الإنخفاض التدريجي لتدفق السيل (الساعة) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٦٧
٥٨	القيمة المحسوبة للطرف الثاني لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي للسيل لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٦٩
٥٩	قيم التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي (Qp (Mini لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧٠
٦٠	قيم التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي (Qp (Maxi لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧١
٦١	قيم التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي (Qp (Mean لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧٢

الرقم	عـــنـــوان الـــجـــدول	الصفحة
٦٢	القيمة المحسوبة للطرف الثاني لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي للسيل لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧٤
٦٣	قيم التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي (Qp (Mini لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧٥
٦٤	قيم التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي (Qp (Maxi لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧٦
٦٥	قيم التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي (Qp (Mean لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧٧
٦٦	كمية التدفق الذروة النوعي بحوض وادي لبن مقاسه (م^{٣} / ثانية) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٧٩
٦٧	الفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى ٥٠% محسوب (بالساعة) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٨١
٦٨	الفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى ٧٥% محسوب (بالساعة) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٨٣
٦٩	حساب تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة (سم / الساعة) (ملم / الساعة) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٨٥
٧٠	حساب حجم تدفق السيل في حوض وادي لبن (مليون م^{٣} / ثانية) لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٨٧
٧١	القيمة المحسوبة لسمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٨٩
٧٢	القيمة المحسوبة لمعامل قوة السيل لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٢٩١

الرقم	عـــنـــوان الـــجـــدول	الصفحة
٧٣	القيم الإحصائية لكافة القيم المحسوبة لنموذج سنايدر (Snyder's Model) لتقدير حجم تدفق السيول لحوض وادي لبن لبيانات المرئية	٢٩٥
٧٤	القيم الإحصائية لكافة القيم المحسوبة لنموذج سنايدر (Snyder's Model) لتقدير حجم تدفق السيول لحوض وادي لبن لبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٢٩٨
٧٥	موقع مكبات النفايات من قراءات جهاز GPS	٣٠٤
٧٦	موقع الحفر الغائرة من قراءات جهاز GPS	٣٠٥
٧٧	القيم المحسوبة لقياسات الخصائص الشكلية لحوض وادي لبن حسب مختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٣٢٠
٧٨	القيم المحسوبة لقياسات الخصائص المورفومترية للشبكة المائية لحوض وادي لبن حسب مختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٣٢٠
٧٩	القيم المحسوبة لقياسات الخصائص التضاريسية لحوض وادي لبن حسب مختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن	٣٢١
٨٠	القيم الإحصائية لكافة القيم المحسوبة لنموذج سنايدر Snyder`s Model لتقدير حجم تدفق السيول لمختلف مصادر بيانات حوض وادي لبن	٣٢١

ملخص الرسالة

لقد برزت أهمية ودور نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة للتعامل مع البيانات في مختلف المجالات العلمية وأهمها الدراسات الجغرافية ، ذلك لأنها توفر أساليب آلية دقيقة في تحليل البيانات المكانية وربطها بالبيانات الوصفية الأمر الذي يساعدنا في دراسة الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن بطرق آلية متطورة وبناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية معتمدة على مصادر بيانات متقدمة متمثلة في (المرئية الفضائية Satellite Images ونموذج الإرتفاعات الرقمية Digital Elevation Models) وإجراء التحليلات المكانية المتقدمة وصولاً إلى نتائج سريعة ودقيقة ومتنوعة مقارنة مع الطرق التقليدية ، وتقدم برامج نظم المعلومات الجغرافية أساليب علمية معتمدة على القياس والتحليل والتفسير ، وهذا سوف يساعد بدوره على التنبؤ والتوقع المستقبلي للأحواض المائية وتقديم المقترحات والحلول التي تدعم خطط التنمية المستقبلية المتعلقة بها ٠

ونظراً لأهمية الأحواض والاهتمام في إعادة تأهيلها في المملكة العربية السعودية فأن هذه الدراسة سوف تقدم مقترحات ونتائج تعتمد على نتائج الخصائص المورفومترية لحوض تصريف وادي لبن تساعد في تلافي مخاطر السيول وإعادة تأهيله ٠

ويعرض الفصل الأول : خطة البحث التي تتضمن الإجراءات المنهجية بما فيها موضوع الدراسة وأهميته وتفصيلاً لمنطقة الدراسة ثم مشكلة الدراسة وأهدافها إضافة الدراسات السابقة وتأتي بعدها تساؤلات الدراسة ومنهج الدراسة وشرح لبيانات الدراسة ومصادرها ويتم ختم الفصل الأول بمفاهيم ومصطلحات الدراسة ٠

ويتناول الفصل الثاني : العناصر اللازمة لإنشاء قاعدة بيانات جغرافية لحوض وادي لبن مستعرضة فيها مصادر البيانات وتعريفها وأسس بنائها ومكونات قاعدة البيانات وأنواعها ومن ثم برامج نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في بناء تلك القاعدة منتهية بعرض أهم الخصائص والمتغيرات المورفومترية للحوض وادي لبن ٠

ويركز الفصل الثالث : على الخطوات العملية التطبيقية لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن وذلك من خلال تعيين نظام الإحداثيات والمرجع المكاني المناسب لبناء تلك القاعدة ومن ثم بيان كيفية إنشاء مكونات تلك القاعدة من طبقات وبنائها الهندسي وتوضيح كيفية تنظيم وإدخال البيانات بأنواعها الخطية والمساحية وشرح البناء الطوبولوجي (Topology) المتعلق بها ٠

ويوضح الفصل الرابع : الخصائص المورفومترية المستخدمة في الدراسة مع بيان العلاقات المكانية بين تلك الخصائص حيث يعرض الفصل الرابع شرحاً مفصلاً عن كيفية تطبيق المعدلات المورفومترية واستخراج القيم المحسوبة لها لمختلف مصادر البيانات المعتمدة في هذه الدراسة والتي شملت (المرئية الفضائية Satellite Images ونموذج الإرتفاعات الرقمية Digital Elevation Models) مع إيضاح سلبيات وإيجابيات كل نوع من تلك المصادر وعلى ضوء ما تم التوصل إليه من قيم محسوبة تم توضيح العلاقات المكانية بين تلك الخصائص المورفومترية .

ويقدم الفصل الخامس : حصر وتحديد أهم المشكلات البيئية التي يعاني منها حوض وادي لبن وذلك من خلال عرض تلك المشكلات بصورة عامة ومن ثم تحديدها بواسطة نظم المعلومات الجغرافية وذلك لتقديم تصور ميداني لبعض الحلول المقترحة لمعالجتها .

ويعرض الفصل السادس : خلاصة ما قد تم التوصل إليه في هذه الدراسة من خاتمة البحث ونتائج وتوصيات الدراسة إضافة إل قائمة المراجع العربية والأجنبية .

وبذلك تكون تلك الدراسة قد أعطت بفصولها الستة تصوراً شاملاً ومفصلاً عن دور نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية ومن ثم الخروج بمخرجات ونتائج رقمية دقيقة شملت قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية وما تحتوي عليها من جداول ، رسوم بيانية ، خرائط .

ش

الفصل الأول

الإجراءات المنهجية

المقدمة :-

يتميز وقتنا الحاضر بالاعتماد على التقنية والمعلومات ، وذلك لما شهده العالم من تطور كبير في أجهزة ومكونات الحاسب الآلي ، وكذلك الكم الهائل والمتزايد من البيانات مختلفة المصادر والمتمثلة في (الإحصاءات والتعدادات والقياسات البيئية والخرائط المتنوعة والمرئيات الفضائية والصور الجوية إضافة إلى القياسات الميدانية) ، والتي تحتاج إلى طرق سريعة ومتقدمة في (جمع البيانات Data Collection) و (تصحيحها Data Editing) و (تصنيفها Data Classification) و (تحليلها Data Analysis) و (تخزينها Storage) و (استرجاعها Data Retrieving) و (تحديثها Data Updating) و (عرضها Data Presentation) ٠

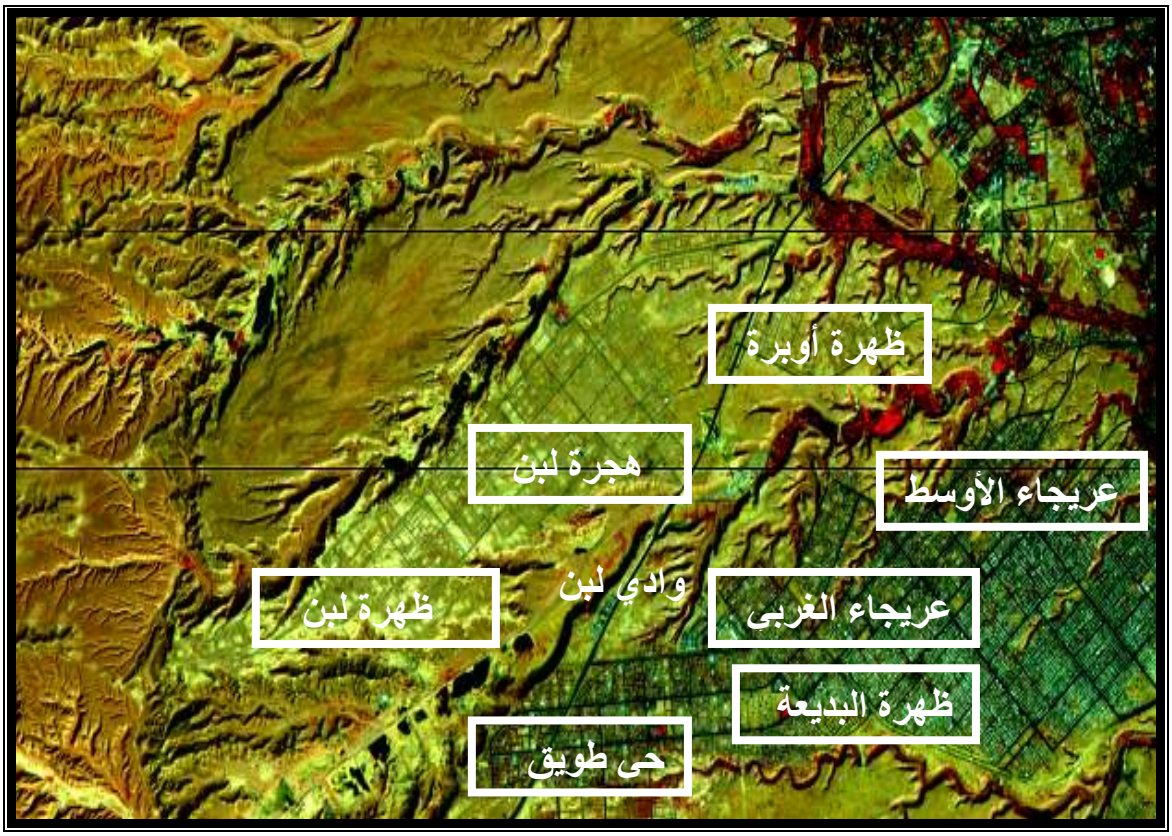
لذلك برزت أهمية ودور نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة للتعامل مع تلك البيانات في جميع المجالات العلمية بصورة عامة والدراسات الجغرافية بصورة خاصة ٠

وتعد نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System) (GIS) أسلوباً تكنولوجياً متطوراً يجمع بين أجهزة الحاسب الآلي (Hardware) والبرامج (Software) المتخصصة في بناء الخرائط والتعامل مع عناصرها وربطها بالبيانات المتعددة المصاحبة للبرنامج أو المستدعاة من قواعد البيانات المتوفرة على العديد من البرامج الأخرى مع إمكانية ترميزها وتخزينها واسترجاعها وإمكانية إجراء التطبيقات الجغرافية غير المحددة عليها ٠ (بن سلمى ، ١٤٢٠هـ ، ص٢٣٠) وعلى هذا الأساس تلعب نظم المعلومات الجغرافية دوراً هاماً في توفير أساليب آلية متقدمة في تحليل البيانات المكانية (Spatial Data Analysis) بعد ربطها بالبيانات الوصفية (Descriptive Data) على قواعد البيانات الجغرافية مما يؤدي إلى الوصول إلى نتائج سريعة ودقيقة ومتنوعة متمثلة في (الخرائط الرقمية والرسومات البيانية والتقارير) ، الأمر الذي عزز تلك الدراسات الجغرافية ذات الأسلوب العلمي المعتمد على القياس والتحليل والتفسير ، وهذا بدوره ساعد على التنبؤ والتوقع المستقبلي لمختلف الظاهرات الجغرافية الطبيعية والبشرية والوصول في النهاية إلى نتائج من شأنها أن تدعم خطط التنمية المستقبلية في مختلف المجالات الزراعية والصناعية والمدنية والتخطيطية والعسكرية وغيرها بناءاً على توظيف نظم المعلومات الجغرافية كتقنية تساعد في صنع القرار ٠

وبما أن البيانـــات والمعلومات المكانية تشكل العصب الرئيسي والجزء الحيوي لأي برنامج من برامج نظم المعلومات الجغرافية ، فإن (الخصائص المورفومتريـــة) تعد من الخصائص الجيومورفـــولوجيـــة الكميـــة (Geomorphology Quantitative) بمفهومهـــا العام ، وهي أســـاليب تحليليـــــة تتناول ظاهرات سطح الأرض معتمدة في أساسها على البيانات المأخوذة مـــن (الخريطـــة الكنتوريـــة والصورة الجوية والمرئية الفضائية إلى جانب الدراسات الحقلية) ٠ (محسوب وضـــاحي ، ٢٠٠٦م ، ص ٢٤٣) وبذلك تعد من الخصائص الجيومورفولوجية التي سيتم الاعتمـــاد عليهـــا في إنـــشاء قاعـــدة البيانـــات الجغرافية ذات المتغيرات المورفومترية واستخدام التقنيات المتقدمة لبرامج نظـــم المعلومـــات الجغرافية لدراستها عن طريق أدوات التحليل التي تتيحها تلك البرامج متمثلة تلك الدراســـة بـــصورة رئيسية برسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن كظاهرة طبيعية ذات خصائص جيومورفولوجيـــة مورفومترية ومن ثم الوصول إلى الأهداف المرجوة من تلك الدراسة والمتمثلة بشكل رئيسي في توضـــيح دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة مثل تلك الخصائص ٠

وتعد منطقة الدراسة المتمثلة بوادي لبن إحدى الروافد الرئيسية لوادي حنيفـــة ٠ (محـــسوب وآخـــرون ١٩٩٩م ، ص ١٢٢) حيث تبرز أهميته الجغرافية من خلال اتساع سهله الفيضي الواقع علـــى جـــانبي الوادي خاصة في الأجزاء الشمالية والجنوبية ، وذلك بسبب الامتداد الطولي للحوض هذا الاتساع ذو الخصائص والمميزات الجغرافية المتمثلة في الأراضي المنبسطة ، وخصوبة التربة المتكونة مـــن الرواســـب الطينية التي تكونت عند المصب أو بفعل السيول ، كذلك وفرة مصادر المياه السطحية والجوفيـــة ممـــا جعل حوض وادي لبن منطقة استقرار بشري متمثلة في حي عريجاء الأوسط والغربي وحي طويق وظهرة البديعة جنوب الوادي وحي ظهرة لبن وهجرة لبن وظهرة أوبرة شمال الوادي (أنظر شكل ١) وكذلك يمثل السهل الفيضي مناطق صالحة لمزاولة الأنشطة البشرية متمثلة في الزراعة حيث نلاحظ ذلك مـــن خلال انتشار المشاتل وبساتين النخيل والفاكهة والخضروات في بطن الوادي (انظر صورة ١) ويعتـــبر بعض أجزاء من وادي لبن منطقة برية رعوية تصلح للرعي ٠ (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، برنـــامج تطوير وادي حنيفة ، ١٤٢٧هـــ)

شكل (١) (مناطق الاستقرار البشري في وادي لبن)



تحديد مناطق الاستقرار البشري ووادي لبن من قبل الباحثة بلإعتماد على مرئية فضائية (الرياض) بمقياس (١: ١٠،٠٠٠) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة القمر الصناعي (Landsat 5) مدمجة مع القمر (Spot) ١٤١٨هـ .

صورة رقم (١) (بساتين النخيل والفاكهة في بطن حوض وادي لبن)

المصدر : تصوير الباحثة : (٣ / ٣ / ١٤٢٦هـ)

ويحوي الوادي على معالم ومنشآت أثـــرية كالأحـــياء السكنية القديمة والمساجـــد والآبار والسدود والمـــزارع وبسبب ارتفاع وادي لبن خاصة في الجزء الأعلى الذي يمثل منابع الوادي متمثلة بسلـــسلة جبال طويق الذي يبلغ ارتفاعها (٨٠٠م – ١٠٩٦م) عن سطح البحـــر ٠ (الـــشريف ، ١٩٩٤م ، ص٧٣) هذا الارتفاع جعله يتمتع بمناخ أقل حرارة نوعاً ما ، في فصل الصيف من المناطق الأقل ارتفاعا المتمثلة بمنطقة المصب مما جعل تلك المنطقة صالحة للتنزه والترويح لسكان مدينة الرياض ٠

وتتضح أهمية دراسة الخصائص المورفومترية لوادي لبن ، في أن تلك الخصائص تقدم دراســـة لطبيعـــة الوادي الجيولوجية والجيومورفولوجية ، واعتماداً على نتائج دراسة الخـــصائص المورفومتريـــة يمكننـــا تصنيف حوض وادي لبن حسب الاستخدام الأمثل له ، وذلك من خـــلال اســـتخدام بـــرامج نظـــم المعلومات الجغرافية التي تقوم بتحليل البيانات المتوفرة في قاعدة بيانات وادي لبن ، حيث نعتمد علـــى تلك البيانات في قياس الأطوال والمساحات والمسافات والانحدارات والإرتفاعات والقيام بجميع عمليات التحليل المورفومتري المطلوب لهذه الدراسة من خلال أدوات التحليل المتقدمة التي يتيحها برنامج نظم المعلومات الجغرافية ، كذلك تساعدنا نتائج تحليل الخصائص المورفومترية لوادي لبن ، في معرفة النظام الفعلي لشبكة التصريف المائي الخاصة به وهذا يسهل بدوره عملية التصنيف النوعي ومعرفة العلاقة بين أحواض التصريف وقنواتها المائية (محسوب و الشريعي ١٩٩٩م ، ص ٢٥٥) وذلك من أجل وضع الأسس لاستخدام الأرض في المشاريع العمرانية والاستخدامات البشرية الأخرى مثـــل الزراعـــة ومـــشاريع الخدمات والطرق وغيرها ٠

وتساهم نتائج تحليل الخصائص المورفومترية أيضاً في تحديد الأراضي المهددة بالسيول من خلال معرفـــة نوعية شبكة التصريف المائي لوادي لبن مما يقدم رؤية واضحة تساعد الجهات المعنية في اتخـــاذ الحلـــول السليمة وتلافي مخاطر السيول وما ينتج عنها من تدمير ٠

وبـــما أن دراسة الخصائص المورفومترية تعتمد في المقام الأول على القياسات المختلفة للحوض ، فـــإن إجراءها بالطرق غير الآلية ، سيتسبب في كثير من الصعوبات المتمثلة فـــي الجهد والوقت والمال اللازم لعملية الدراسة إضافة إلى عدم الدقة في النتائج ٠ (الغامدي ، ٢٠٠٤م ، ص٢٩٠)

ومن هنا يتضح دور برامج نظم المعلومات الجغرافية في القيام بذلك التحليل اعتماداً على مصادر بيانات

دقيقة وشاملة متمثلة في المرئيات الفضائية ، التي تعطي مسحاً شاملاً لجميع أجزاء الوادي حتى المناطق التي يصعب الوصول إليها وهذا يعطي بدوره دقة في القياس ومن ثم دقة في النتائج التي يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ القرار ، وكذلك في بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model) .

وتساعد دقة بيانات قاعدة البيانات الجغرافية ذات المتغيرات المورفومترية والمصنفة في جداول والتي يمكن استدعائها بسهولة لارتباطها برمز تعرفي يشمل كل معلومة مخزنة بطبقة ذات بناء هندسي محدد على تطبيق الكثير من النماذج الرياضية المتعلقة بالخصائص المورفومترية خاصة المعتمدة في تطبيقها على متغيرات شبكة التصريف المائية كنموذج (Snyder's Model) لتقدير حجم تدفق السيول والذي من شأنه أن يساهم في معرفة وتقدير حجم الجريان السطحي لوادي لبن ومعرفة مقدار حجم السيول للوادي وذلك من اجل تلافي مخاطرها والأضرار البيئية التي تسببها تلك السيول .

موضوع الدراسة وأهميته :-

يعتبر وادي حنيفة من أهم وأبرز الظاهرات التضاريسية في المنطقة الوسطى ، وقد كان لوادي حنيفة وروافده العديدة الدور الرئيسي في إقامة المراكز السكانية الحضرية والمتمثلة بصورة واضحة في مدينة الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، برنامج تطوير وادي حنيفة ، ١٤٢٧هـ) ، وإحدى أهم المراكز السكانية فيها بمختلف استخداماتها البشرية سواء كانت (زراعية ، صناعية ، تجارية ، عمرانية ، أثرية) وخلال الفترات السابقة ، نشأ توازن بيئي حضري بين قدرات وادي حنيفة وروافده التعويضية ، وبين الأنشطة البشرية المختلفة التي استوطنته .

ولكن في السنوات الأخيرة اختل هذا التوازن ، فتعرضت طبوغرافية الوادي وتكويناته الطبيعية لتغيير كبير ، أدى إلى تدهور بناء التربة وتآكل حواف الوادي الطبيعية وتكوين الحفر والأخاديد ، كما أصبحت أجزاء كبيرة من الوادي مكباً للنفايات الصلبة ومخلفات الأنشطة الصناعية ، كذلك استخدم الوادي كمصرف طبيعي لمياه الصرف الصحي لمدينة الرياض مما أدى إلى تكوين مستنقعات آسنة وارتفاع منسوب المياه الأرضية انظر (صورة رقم ٣،٢)

صورة رقم (٢) (مخلفات البناء في مجرى وادي لبن)

تصوير الباحثة : ٣ / ٣ / ١٤٢٦هـ

صورة رقم (٣) (مستنقعات الصرف الصحي في مجرى وادي لبن)

تصوير الباحثة : ٣ / ٣ / ١٤٢٦هـ

مما ينذر بقدر كبير من المخاطر الصحية والبيئية والحضرية على مدينة الرياض ، وتقديراً لأهمية وادي حنيفة وروافده بالنسبة لمدينة الرياض بما فيها وادي لبن الذي يعد الرافد الرئيسي بالنسبة لوادي حنيفة ، برزت أهمية الدراسة ، من خلال تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية والتي تقدم أسلوباً تقنياً متطوراً للقياس والتحليل المورفومتري حيث يستفاد من تلك القياسات ونتائج التحليل المورفومتري في دراسات عديدة تتعلق بمجال المصادر المائية ودراسة التربة والغطاء النباتي والدراسات المناخية بالإضافة إلى الدراسات المتعلقة بالأنشطة البشرية والآثار البيئية التي سببتها تلك الأنشطة ،

وتوفر دراسة الخصائص المورفومترية عن طريق نظم المعلومات الجغرافية ، قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية ممكن أن تدعم مشروع التأهيل البيئي لوادي حنيفة وروافده ، بما فيها وادي لبن وفق أسس علمية دقيقة والمقام حالياً كأحد أهم المشاريع التي تنفذها الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض وذلك من خلال تصنيف وادي حنيفة وروافده ، وفقاً للاستخدامات البشرية الأمثل له بمختلف أنواعها ، وسوف يتم توظيف نظم المعلومات الجغرافية في هذا البحث ، وذلك لكونها أداة تحليل عالية التقنية تقدم للمخططين ومتخذي القرار والمسئولين عن تنمية الموارد البيئية أساليب متقدمة في إدارة المعلومات البيئية بأدنى تكلفة وأقل فاقد ، حيث أن لنظم المعلومات الجغرافية مقدرة كبيرة في تنظيم البيانات البيئية المكانية وغير المكانية في قواعد البيانات ومن ثم معالجتها وتخزينها وتحليلها وتصنيفها في جداول وطبقات يسهل الوصول إليها مما يسهل عملية وضع خطط التنمية لتلك الموارد واتخاذ القرارات الصائبة والصالحة لها ويعاني وادي لبن حالياً كغيره من روافد وادي حنيفة ، من أضرار بيئية متمثلة في الإخلال بالنظام البيئي للوادي مما أفقده الكثير من ميزاته الطبيعية ، المتمثلة في تدهور نسيج التربة الذي أثر على النشاط الزراعي وضيق مجاريه وشعابه والذي سبب في ظاهرة السيول ، واستخدامه مصرفاً لمياه الصرف الصحي الذي أثر على صحة البيئة والإنسان بسبب التلوث ، كذلك امتداد العمران وشبكة الطرق بصورة عشوائية في بطن الوادي انظر صورة رقم (٤) ،

صورة رقم (٤) (امتداد العمران وشبكة الطرق في بطن مجرى وادي لبن)

تصوير الباحثة : ٣ / ٣ / ١٤٢٦هـ

تلك الأسباب أفقدت الوادي قيمته كمحمية رعوية ، بسبب تدهور الغطاء النباتي الطبيعي الصالح للرعي كذلك ساهمت الأسباب السالفة الذكر بفقدان الوادي قيمته الترفيهية السياحية أو كمنتجع ترفيهي لأهالي المنطقة، لذلك سارعت الجهات المختصة المتمثلة في الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض بوضع سياسات سريعة لإعادة التأهيل البيئي لوادي حنيفة وروافده ، من خلال العمل على إقامة علاقات تكاملية بين الاستخدامات البشرية للوادي، وبين تكويناته ومواردة الطبيعية ، ووصولاً إلى جعل وادي حنيفة وروافده المتنزه الترويحي الأكبر لمدينة الرياض ، في ظل الحاجة المتزايدة لسكان مدينة الرياض إلى مناطق مفتوحة وترويحية ومتنزهات طبيعية إضافة إلى السعي إلى التطوير الاقتصادي المتمثل في الزراعة في مناطق السهول الفيضية للوادي ذات التربة الخصبة ، تلك المساعي التي هدفها خلق مزايا بيئية واجتماعية واقتصادية وسياحية من شأنها أن تسهم في نهضة سياحية مستقبلية لمنطقة الرياض .(الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، برنامج تطوير وادي حنيفة استراتيجية تطوير وادي حنيفة ، ١٤٢٧ هـ)

وتحتاج عملية التأهيل البيئي لوادي لبن وفق أسس علمية صحيحة إلى دراسة الخصائص المورفومترية التي تعتبر مهمة في تحديد الاستخدام الأمثل لجميع أجزاء الوادي ، مما يعطي تصوراً واضحاً لتلك المشاريع الخاصة بإعادة التأهيل البيئي ٠ومن هنا يأتي دور نظم المعلومات الجغرافية في تقديم تقنية عالية الدقة في قياس وتحليل الخصائص المورفومترية ، وبالاعتماد على نتائج تلك القياسات والتحاليل ، سوف يسهل عملية وضع الخطط المستقبلية وصياغتها بصورة صحيحة تتناسب مع حل المشكلات البيئية التي يعاني منها الوادي ، وبذلك يتم الوصول إلى نتائج من شأنها أن تخلق توازناً بيئياً بين موارد الوادي الطبيعية واستخدامات البشرية لتلك الموارد ٠

ولقد كانت لإختيار موضوع الدراسة أسباباً تم إيجازها فيما يلي :

(١) نظراً لأهمية وادي حنيفة وروافده كأبرز ظاهرة تضاريسية تقع في قلب مدينة الرياض وأثره في توجيه استخدامات الأراضي لمدينة الرياض، ونظراً لأن وادي لبن أحدى روافده الرئيسية فقد تبنت الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض مشروع التأهيل البيئي لوادي حنيفة وبهذا الأجراء فإن البيانات والخرائط الخاصة بحوض وادي لبن منطقة الدراسة أصبحت أمراً ميسوراً ٠

(٢) قرب منطقة الدراسة المتمثلة بوادي لبن وسهولة الوصول إليها من قبل الباحثة مما يجعل الزيارة الميدانية من أجل تعيين ومسح منطقة الدراسة وتحديد المواقع من أجل أجراء القياسات المتمثلة برصد مواقع الأضرار البيئي للحوض بواسطة جهاز (GPS) أو تصويرها فوتوغرافياً أمراً سهلاً وميسراً ٠

(٣) دراسة (حوض وادي جاف) هي دراسة جغرافية شاملة لوحدات تضاريسية طبيعية تشمل على التوزيع المكاني المترابط بين المناطق الجبلية و الشبكة المائية والسهول الفيضية المتمثلة في (الجبل ، السهل ، الوادي شبكة تصريف المياه) مما يتيح للباحث التعرف على العلاقات المكانية بين مختلف الظاهرات الجغرافية المتنوعة من حيث النشأة والتكوين الصخري والأشكال ٠

(٤) المساهمة في دراسة أحد الأحواض المائية الجافة الممتدة في مناطق عمرانية هامة متمثلة في الجزء الغربي من عاصمة المملكة العربية السعودية الرياض التي حظيت خلال السنوات الأخيرة باهتمام متزايد من قبل جهات عديدة ذات الاختصاص مثل (مركز الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والتصحر ، أمانة مدينة الرياض ، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض) ٠

(٥) التمكن من تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية بكفاءة كمتخصصة وتوفير نتائج من هذه الدراسة تفيد الجهات المعنية في صنع القرار ٠

(٦) ندرة الدراسات المتعلقة بتطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تحليل الخصائص المورفومترية خاصة تلك التي تتعلق بدراسة الأحواض الجافة في العالم العربي ٠

منطقة الدراسة :-

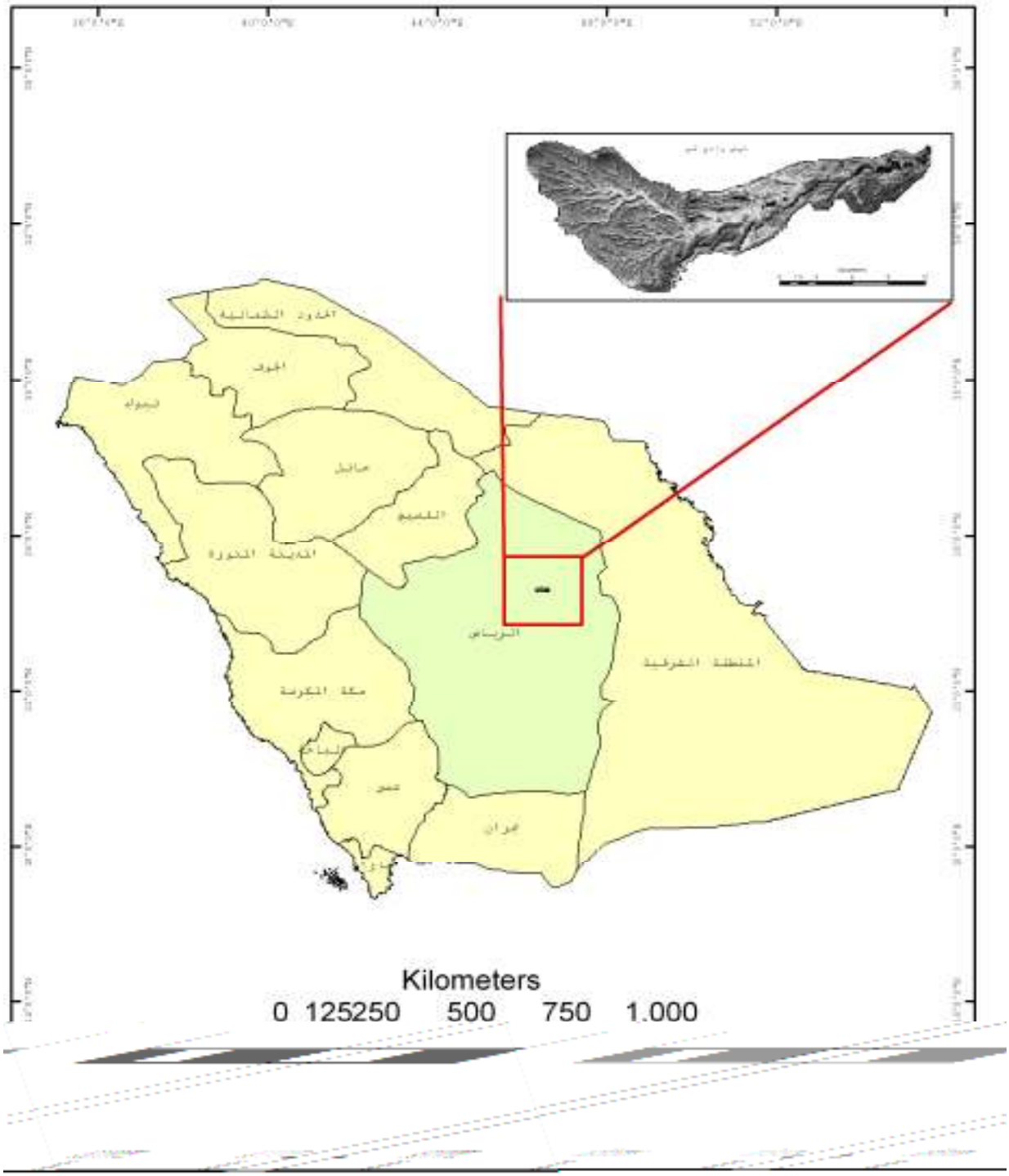
يعتبر وادي لبن الرافد الرئيسي لوادي حنيفة من الجهة الغربية (محسوب وآخرون ، ١٩٩٩م ، ص ١٢٢) وقد سمي بهذا الاسم لعذوبة مياهه (الخريف ، ٢٠٠٥ ، ، ص٢) تبدأ منابعه من السفوح الشرقية لجبل طويق ويتجه شرقاً حتى يصل إلى مصبه عند منطقة التقاء وادي لبن بمجراه الرئيسي الذي يمثل وادي حنيفة ويبلغ طول وادي لبن من منبعه لغاية مصبه (٤٢ كلم) وبمساحة حوض تقدر (٢٠١,١٠٨كلم^{٢}) حسب مرئية الدراسة للقمر الصناعي (Ikonos) بدقة (١متر) و (١٩٦,٤٩٠ كلم^{٢}) حسب نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ٠

ويقع حوض وادي لبن بين دائرتي عرض (٠٠ً ٣٠َ ٢٤ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٢٤ْ) شمالاً وخطي طول (٠٠ً ١٧َ ٤٦ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٤٦ْ) شرقاً أي في الجزء الشمالي الغربي من مدينة الرياض ٠

يشترك وادي لبن بخط تقسيم المياه مع شعيب وبره (SHIÌB WABRAH) شمالاً ومن الجنوب يشترك مع وادي نمار (WÁDÌ NAMÁR) ويوضح شكل (٢) موقع حوض وادي لبن ٠

يتمتع وادي لبن بروافد كثيرة يصل عددها إلى (٣٢٩٦رافداً) اعتماداً على بيانات مرئية الدراسة للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١ متر) وأهم روافد وادي لبن وادي ديبّية سعد (WÁDÌ DHUBIYAT SID) ووادي ديبّية أسد (DHUBIYAT ASSAD WÁDÌ) وادي المليح (WÁDÌ ALMULAYA) وادي العطفة (ALATFAH WÁDÌ)

شكل (٢) خريطة توضح موقع منطقة الدراسة
بالنسبة للمملكة العربية السعودية



المصدر : خريطة الأساس هيئة المساحة الجيولوجية ، ١٤٢٣هـ ومرئية منطقة الدراسة للقمر الصناعي (IKONOS) ١٩٩٩م .

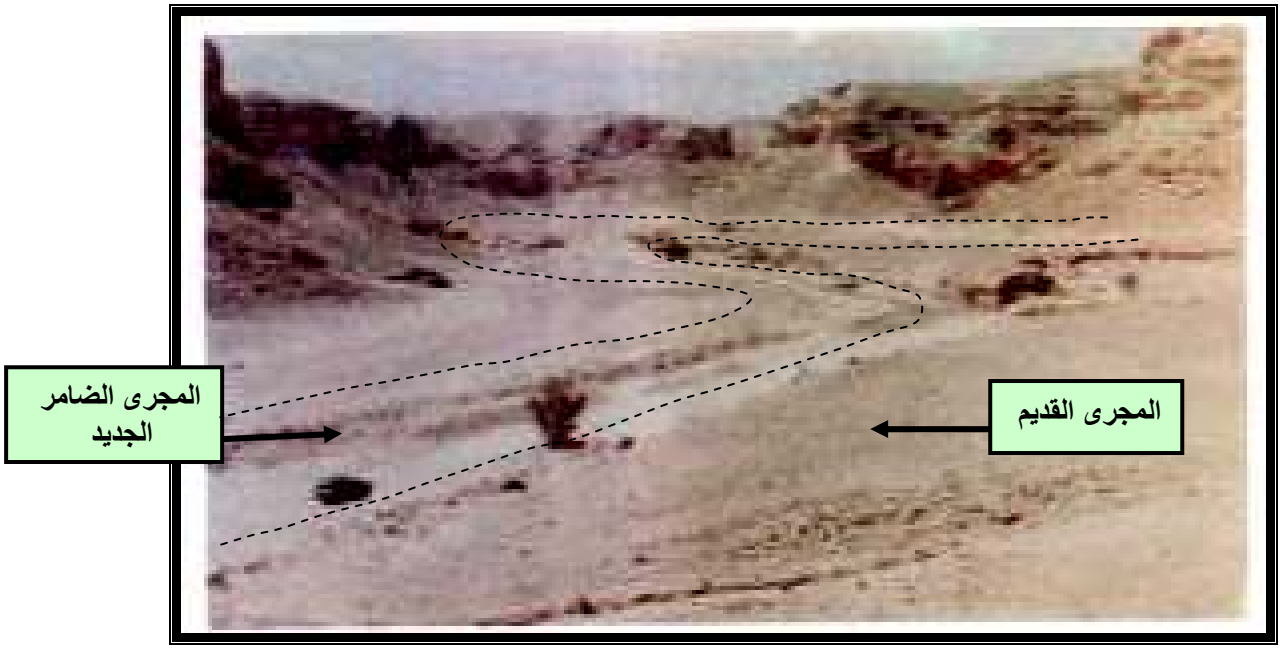
لوادي لبن سهل فيضي يقع على جانبي الوادي يتميز بسعته وهي مناطق صالحة للاستخدامات البشرية المختلفة لما يتصف به ذلك السهل الفيضي من خصوبة تربته المتكونة من الرواسب الطينية التي تغطي السهل أثناء الفيضان ووفرة في مياهه والتي أصبحت صالحة للزراعة هذه المناطق الزراعية متمثلة ببساتين النخيل والحبوب والخضروات والفواكه ، ولنفس السبب أصبح السهل الفيضي مناطق رعي لقاطنيه وأبرز الاستخدامات البشرية اتضحت من خلال التوسع العمراني ، المتمثل في حي عريجاء الأوسط وعريجاء الغربي وحي طويق وحي ظهرة البديعة جنوب الوادي أما في شمال وادي لبن حي ظهرة أوبرة وحي ظهرة لبن وحي هجرة لبن ومناطق متفرقة من التعدين المتمثلة بالكسارات ٠

يطلق على وادي لبن جيومورفورلوجياً ، الوادي الجاف وهو الوادي المحروم من المياه الجارية بصورة دائمة ولا يكون فيه مياه إلا بعد زخات المطر السخية أو الوابل أو الديم التي تتساقط في فصل الشتاء، ويكون اتجاهه العام نحو الشرق أو الشمال الشرقي بنمط شجري (Dendritic Pattern) وهو تجمع مجاري الصرف مع بعضها البعض على هيئة أفرع شجرة ثم تصب في المجرى الرئيسي ٠ (فُريدة ، ١٩٨٢م ، ص١١٦) والذي يتصف بعدم انتظام الشبكة المائية والتقاء الروافد بالمجرى الرئيسي في جميع الاتجاهات ، وذلك بسبب جريان الوادي في مناطق سهلية أو هضاب والمتمثلة في هضبة نجد الذي يحتل وادي حنيفة وروافده الجزء الأوسط منها ٠

ويعد وادي لبن من الأودية الضامرة أو العاجزة (Underfit Stream) ، وذلك لأن مجرى النهر لا يتناسب مع حجم الوادي الذي يشغله إضافة إلى أن تعرج وادي لبن صغير جداً عن حجم واديه ويرجع سبب ضمور وعجز وادي لبن إلى نقص في حجم التصريف ، بسبب تغير الظروف المناخية حيث كان الوادي في العصور المطيرة (البلايستوسين Pleistocene) ذات حجم تصريف كبير ، وأنها تجري عبر مجاري واضحة ومحددة المعالم والسمات ٠

وبعد تغير الأوضاع المناخية على ماهي عليه الآن ، من جفاف وقلة أو ندرة الأمطار أصبح وادي لبن من الأودية الجافة الغير منتظمة الجريان ، مما جعل السيول التي تحصل بين فترة وأخرى لا تتبع المجرى القديم بل تحفر مجرى جديداً في الرواسب السميكة الموجودة في بطن الوادي ، بأقل عرضٍ من المجرى القديم لذلك يكون ضامراً عن مجراه الأصلي (الوليعي ، ١٩٩٢م ، ص ٣٤) ، انظر صورة رقم (٥)٠

صورة رقم (٥) (مجرى وادي لبن القديم والضامر الجديد)



المصدر : (الوليعي ، ١٩٩٢م ، ص٦٥) .

يتكون وادي لبن من منطقتين طبيعيتين اعتماداً على مجاري شبكة التصريف المائية وهما :-

(١) **منطقة الحوض العلوية :** وهي التي تبدأ من أعلى نقطة على خط تقسيم المياه من منسوب (١٠٢٤م) فوق سطح البحر لغاية نقطة التقاء رتب شبكة التصريف لحوض وادي لبن ببعضها البعض عند منسوب (٧١٦م) وتمثل تلك المساحة من حوض وادي لبن المساحة الأكثر نشاطاً للتعرية والتي تقع بين دائرتي عرض (١٤° ٣٠َ ٢٤ْ و ١٤° ٤٠َ ٢٤ْ) شمالاً وخطي طول (٤٤° ٢٧َ ٤٦ْ و ٤٤° ٤٠َ ٤٦ْ) شرقاً وتتكون الروافد العليا لوادي لبن في المناطق الجبلية المرتفعة للنهر والتي تشمل منابع الوادي وتتميز تلك المناطق بتضرسها وشدة انحدارها والمتمثلة في السفوح الشرقية لجبال طويق التي يبلغ متوسط ارتفاعها (٨٠٠م – ١٠٩٦م) فوق سطح البحر .(الشريف ، ١٩٩٤م ، ص٧٣)

يتميز ذلك الجزء من حوض وادي لبن بانحدار حافاته وذلك بسبب تعرض المنطقة إلى تعرية نهرية خلال الفتـــرات المطيرة المتمثلة في العصر (البلايستوسين Pleistocene) والتي أدت إلى تكوين شبكات كثيفة وعميقـــة من الأودية تصل في بعضها إلى عمق (١٢٢م) إضافة إلى وجود الخشوم والنتوءات والمغارات (أنظر صورة رقم ٦ ، ٧)٠

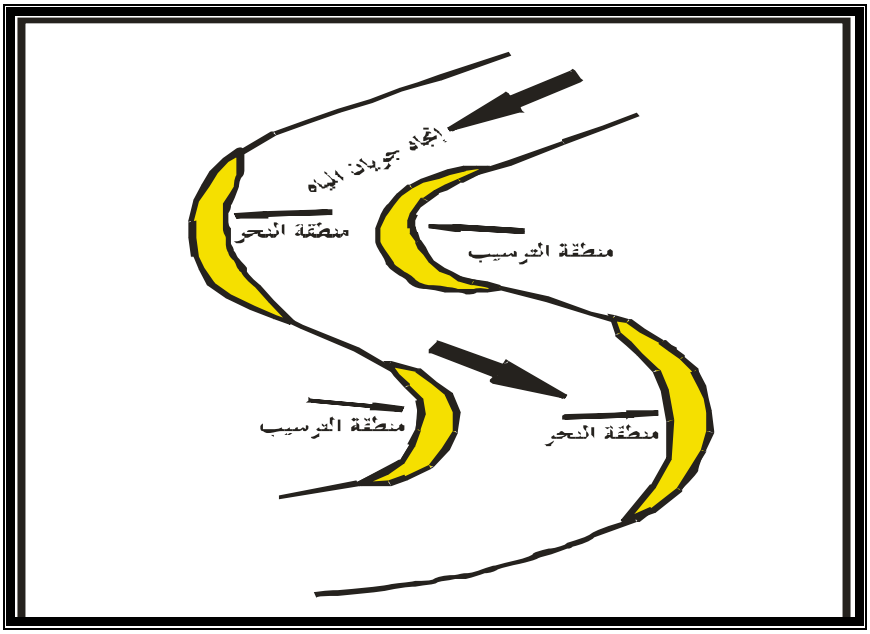
صورة رقم (٦) (المغارات المتكونة في الصخور الرسوبية لوادي لبن)

صورة رقم (٧) (المغارات المتكونة في الصخور الرسوبية لوادي لبن)

تصوير الباحثة : ٣ / ٣ / ١٤٢٦هـ

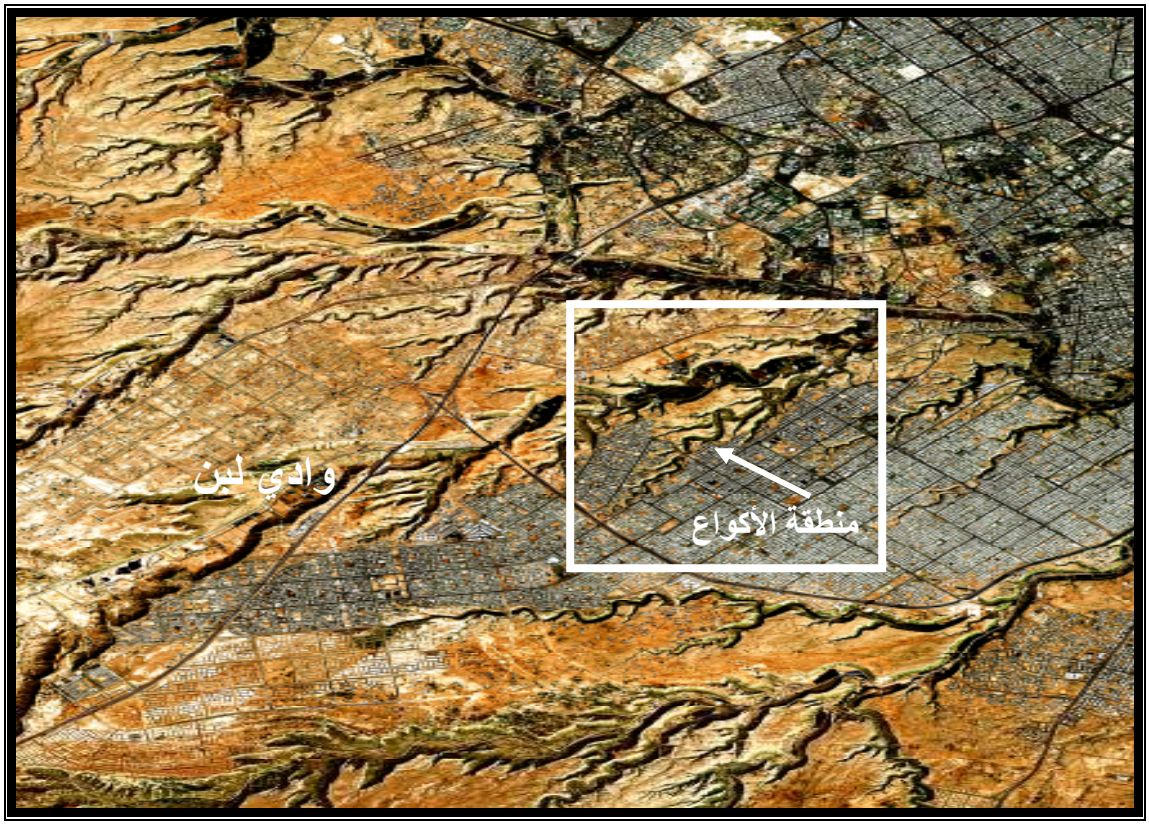
(٢) منطقة الحوض الوسط والسفلي : ويمثل هذا الجزء من الحوض مصب النهر الذي يقع بين دائرتي عرض (٠٠ً ٣٠َ ٢٤ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٢٤ْ) شمالاً وخطي طـــول (٣٠ً ٢٧َ ٤٦ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٤٦ْ) شرقاً حيث تظهر الأرض بصورة مستويـــة ، الأمـــر الذي يؤدي إلى تعرج النهر راسماً معه أكواعاً مختلفة الحجم ومن ثم تؤدي إلى تكوين بحيرات هلالية أو أكواعٍ مهجورة وفي هذا الجزء من الحوض يقل تدفق سرعـــة المياه وتقل عملية النحت حتى تصبح غير موجودة وذلك لظهور عمليـــة الترسيب عند مصب الوادي (أبو سمور ،١٤٢٠هـ ، ص ٢١) وتعتبر تلك المساحة من حوض وادي لبن أقل نشاطـــاً لعوامل التعريـــة والأكثر عرضة لتأثير مخاطر السيول ولذلك لأنها تمثل المنطقة الأقل إنحداراً في الحوض والتي تتجمع فيها مجمل مياه شبكـــة التصريف لحوض وادي لبن ونظراً لأن تلك المنطقة هي الأكثر صلاحيـــة لامتـــداد العمراني فهي من أكثر المناطق خطـــورة وتهديد بخطر السيول ، أنظر الشكل رقم (٣ ، ٤) ٠

شكل (٣) (رسم تخطيطي لتكوين الأكواع في المجرى الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن)



المصدر : عمل الباحثة بتصرف عن مرئية فضائية (الرياض الجزء الغربي) درجة الوضوح (١٠م) إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، ٢٠٠٣م ، القمر الصناعي (Spot) ٠

شكل (٤) (توضيح منطقة تكوين الأكواع في الحوض الأوسط والسفلي لوادي لبن)



المصدر : عمل الباحثة بتصرف عن مرئية فضائية (الرياض الجزء الغربي) درجة الوضوح (١٠م) إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، ٢٠٠٣م ، القمر الصناعي (Spot) .

تنقسم أراضي شبه الجزيرة العربية جيولوجياً إلى قسمين رئيسيين ، الأول والذي يسمى (الدرع العربي) والذي يحتل الجزء الغربي من المملكة وتشمل امتداد جبال الحجاز الممتدة من الشمال إلى الجنوب بمحاذاة البحر الأحمر حيث تتكون من الصخور النارية أو المتحولة .

أما القسم الثاني فيعرف باسم (الرف العربي) ، ويقع في الجزء الشرقي من المملكة حيث يختلف اختلافاً كاملاً في تركيبه الجيولوجي عن الدرع العربي ، من حيث المنشأ وطبيعة التكوينات الصخرية المكونة لطبقاته ويتألف هذا القسم والذي تحتل هضبة نجد الجزء الأكبر منه حيث تقع ضمنها وادي حنيفة وروافده والتي تدخل منطقة الدراسة ضمن تلك الأودية من طبقات صخور رسوبية جيرية والتي تكونت تحت سطح بحر (تيثس Tethys) خلال الأزمنة الجيولوجية الثلاثة الأولى (الباليزوي ، الميزوزوي ، الكاينوزوي) قبل أن تنحسر عنها المياه نحو اتجاه الخليج

العربي وبعد انحسار الميـــاه عن تلك الطبقات الرسوبيـــة الجيريـــة خلال العمليـــات التكتونيـــة التي حصلت في الزمن الثالث (Tertiary) حدث لتلك الطبقات تصدع ومن ثم تعرية مائية في الفترات المطيرة في عصر (البلايستوسين Pleistocene) عملت على نحت تلك الإرسابات الجيريـــة اللينـــة وبقيت الإرسابات الأشد صلابة على هيئة حافات صخرية (كويستا Cuesta) أول الجّـــال والـــتي تنتشر بها الخشوم كخشم (المنجور ، وأبو لبدة) كذلك عملت عوامل التعرية المائية خلال العـــصور المطيرة على تقطيع جبال طويق التي تمثل الجزء الأعلى لحوض وادي لبن بأودية كثيرة طويلة وقـــصيرة منحدرة نحو الأراضي المنخفضة شرقاً كما هـــو منطبـــق على اتجـــاه وادي لـــبن العـــام (الـــشريف ، ١٩٩٤م، ص٧٣) ، (سقا ، ١٩٩٨م ، ص٢٣) ، (محسوب وآخرون، ١٩٩٩م ، ص ١١٦)

وبذلك يمكن تصنيف تكوينات وادي لبن الجيولوجية إلى ثلاثة أنواع رئيسية :-

(١) **تكوين الجبيلة** : وتتكون من صخور جيرية دقيقة تتداخل معها صخور جيرية خشنة وتتصف صخور هذه الطبقة بأنها متكسرة ومتشققـــة وذلك بسبب تأثير عوامل التعرية المائية أنظر صورة رقم (٧)٠

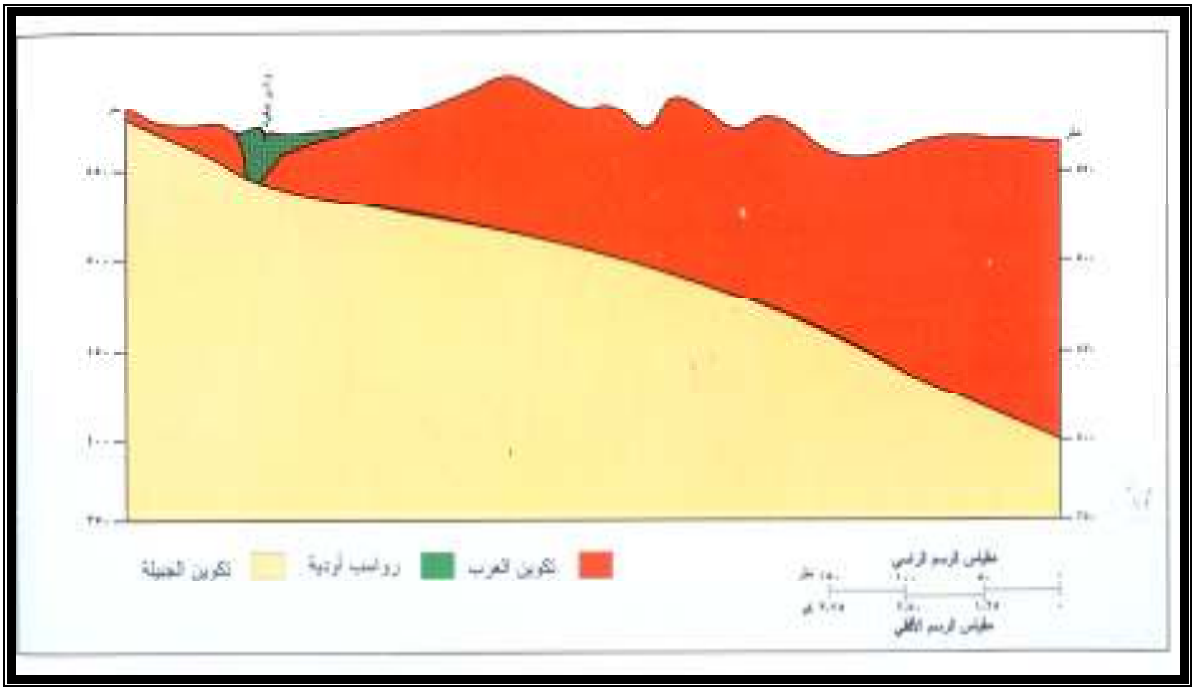
(٢) **تكوين العرب** : وهي تلي تكويـــن الجبيلة حيث تظهر صخـــور هذا التكوين متشققة نتيجة للانهيارات التي سببتها الإذابـــة بواسطة المياه الجوفيـــة وتحتـــوي هذه التكوينات على الصخور الكلسية في الجزء الأسفل من التكويـــن وصخور البريشيا في النطاق الأوسط وصخور جيرية في الجزء الأعلى من التكوين ٠

(٣) **رواسب الأودية** : وتوجد هذه الرواسب في بطون الأودية الممتدة على طول مجرى وادي لبن وتتألف تلك الرواسب من الطين الممزوج بطبقات من الطمي والحصباء وكذلك الرمل الغرينـــي والطين الرملي ٠ (أطلس مدينـــة الرياض ، الهيئـــة العليا لتطويـــر مدينة الرياض ١٤١٩هـ ، ص١٤) ، انظـــر الشكل (٥) وعمومـــاً فإن الطبقات الرسوبية الجيرية المكونـــة للجزء الشرقي والأوسط للمملكـــة منحـــدرة انحداراً تدريجياً نحو الشرق مع حدوث بعض الإلتواءات الخفيفـــة في تلك الطبقات الرسوبية والذي نتج عنها أحواض وخزانات هائلة للبترول والمياه الجوفية والموجودة بين ثنايـــا تلك الطبقات الأمر الذي أكسب تلك المنطقة أهمية اقتصـــادية كبيرة وذلك بوجود الطاقة والمياه والصورة (٨) توضح التكوينات الرسوبية الطبقية لصخور وادي لبن ٠(فُريدة ، ١٩٨٢م ، ص١١٦)

صورة رقم (٨) (التكوينات الرسوبية الطبقية لصخور وادي لبن)

تصوير الباحثة : ٣ / ٣ / ١٤٢٦هـ

شكل (٥) (مقطع رأسي للتكوينات الجيولوجية لوادي حنيفة وروافده)



المصدر : أطلس مدينة الرياض ، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض وجامعة الملك سعود ، الطبعة الأولى ، ١٤١٩هـ-١٩٩٩م ٠

ومن الناحية الهيدرولوجية يمثل وادي لبن مصرفاً لمياه السيول والأمطار ونتيجة لتكوينه الجيولوجي من طبقات رسوبية والتي تحتوي على شقوق تعتبر من أكثر أنواع الصخور ملائمة لعملية تسرب المياه إلى باطن الأرض لذلك تعتبر خزانات كبيرة للمياه الجوفية المتوفرة في تكوينات وادي لبن خاصة تكوين العرب الذي يحتوي على مياه جوفية تبلغ نسبة الأملاح المذابة فيها حوالي (٤٢٥٠ ملغ / لتر) وبما أن بطن وادي لبن يتكون من رواسب الأودية التي تمتاز بنفاذية عالية جداً الأمر الذي ساعد على تسرب مياه السيول والأمطار إلى الطبقات الأرضية مكوناً بذلك خزانات المياه الجوفية وتصنف أودية النطاق الرسوبي في شرق المملكة من الدرجة الثانية بعد أودية الدرع العرب من ناحية المياه الجوفي وتوجد تلك المياه في تكوينات حسب الطبقات الرئيسية الحاملة لها وهذه التكوينات هي (تكوين الساق ، تكوين الوجيد ، تكوين المنجور ، تكوين تبوك ، تكوين الوسيع ــ البياض ، تكوين أم رضمة تكوين الدمام ، تكوين النيوجين) بالإضافة إلى تلك الطبقات الرئيسية هناك طبقات ثانوية حاملة للمياه الجوفية (تكوين الجله ، تكوين سكاكا ، تكوين خف ، تكوين ضرماء) و يعتبر وادي لبن بما يحتويه من مياه جوفية ضمن التكوين الرئيسي الممثل في تكوين المنجور ٠(أطلس مدينة الرياض ، ١٩٩٩م ، ص ٢٠)

تقع تكوين المنجور وسط المملكة وتبلغ مساحته نحو (٦٥٠٠ كلم٢) ويبلغ سمك تكوين المنجور في منطقة وادي حنيفة وروافده (٤٠٠م) حيث تتكون المنجور في تلك المنطقة من طبقتين حاملتين للمياه الجوفية وتعتبر هاتان الطبقتان في غاية الأهمية لمدينة الرياض حيث كانت تلك المياه الجوفية تمد المدينة بنحو (٩٠%) من احتياجاتها من المياه ٠ (سقا ، ١٩٩٨م ، ص١٢٠)

ولقد خططت حكومة المملكة لتنمية موارد المياه والمحافظة عليها بكفاءة وفعالية وبأقل تكلفة ممكنه وذلك من خلال إقامة السدود والخزانات لحفظ المياه الزائدة خلال أوقات التساقط وإعادة استخدامها مرة أخرى خلال أوقات الحاجة وتتطلب تنمية الموارد المائية من خلال إقامة السدود والخزانات معرفة الأماكن المناسبة لإقامتها وذلك من خلال المعرفة الكاملة للتكوينات الصخرية والترابية ومعرفة الخصائص المورفومترية لحوض التصريف المائي تجنباً لإقامة تلك المشاريع في المناطق الخطرة مثل المراوح الفيضية أو المناطق ذات التكوينات الصخرية الضعيفة والتي قد تتسبب في مخاطر انهيار تلك المشاريع بسبب حدوث السيول والفيضانات الفجائية ومن هنا تبرز

سد لبن :-

أنشئ سد لبن على وادي لبن ، على بُعد (٦كلم) غرب مدينة الرياض وقد تم بناؤه عام (١٣٧٩هـ) من قبل بلدية الرياض وهو من النوع الركامي ، بارتفاع (١٢متر) وطول (٥٠٠متر) بسعة تخزينية بلغت (٢,٠٠٠,٠٠٠ م^{٣}) ٠ (وزارة المياه والكهرباء ، ٢٠٠٦م ، ص١٧) (الأحيدب ، ١٤١٧هـ ص ٢٨) ٠

وتلعب الظروف المناخية دوراً كبيراً في التأثير على مورفومترية الحوض ، وذلك من خلال التأثير على الدورة الهيدرولوجية ، من حيث أن التساقط بأنواعه المختلفة يعتبر الممول الرئيسي للوادي ، وكذلك عنصر الحرارة التي لها التأثير المباشر على فعالية مياه الأمطار ، وذلك لأن ارتفاع درجات الحرارة تؤدي إلى ارتفاع كميات التبخر من مياه الأمطار والمياه السطحية للوادي ،كذلك الرياح وسرعتها تؤثر وتعمل على زيادة مقدار الفاقد من الرطوبة ويتعدى أثر عناصر المناخ فيما يتعلق بالإشعاع الشمسي حيث أن عملية التبخر تنشط تحت تأثير الإشعاع الشمسي المباشر وكلما كانت ساعات سطوع الشمس طويلة ، كلما كان الفاقد من التساقط كبير جداً ٠

وبما أن منطقة الدراسة المتمثلة بوادي لبن ، تقع غرب مدينة الرياض والتي تقع بدورها وسط المملكة العربية السعودية ، فإن منطقة الرياض يسودها المناخ الصحراوي المتميز بشدة الحرارة والجفاف صيفاً وميله للبرودة والرطوبة شتاءاً ، وبسبب الضغط المرتفع الآسيوي تهب على المملكة الرياح الشمالية الشرقية والشمالية وهذه الرياح هي السبب المباشر في موجات البرد القارصة التي تتعرض لها المناطق الشرقية والوسطى من المملكة وتسبب تلك الرياح أيضاً سقوط قليل من الأمطار خاصة بعد عبورها الخليج العربي لذلك نرى أن أغلب الأودية تعاني من قلة الجريان السطحي إلا إذا كان ذلك التساقط بصورة كبيرة وفجائية قد تسبب في حدوث السيول وما يترتب عليها من أخطار بيئية خاصة في المناطق الصحراوية (الشريف ، ١٩٩٤م ، ص٧٣) ، (سقا ، ١٩٩٨م ، ص٢٣) (محسوب وآخرون ،١٩٩٩م ، ص ١١٦) ٠

ومن العوامل المؤثرة على السيول في المناطق الصحراوية (الأمطار ، الفواقد التبخر والتسرب شكل أحواض التصريف أي الخصائص المورفومترية للوادي ، أنماط المجاري ، العمليات الطبيعية والبشرية) (صالح ، ١٩٩٩م ص١١) ، وبالنسبة للمتغيرات التابعة للخصائص المورفومترية تقوم نظم المعلومات الجغرافية بتوظيفها ومن ثم تقديم أساليب مباشرة وسريعة ودقيقة للجغرافيين ، بأن يقوّموا الظاهرة الجغرافية ويتنبئوا بها وبالأنماط المكانية التابعة لها ،ومن ثم يفسرون العمليات المسببة لها وبذلك يتضح دور نظم المعلومات الجغرافية من خلال تقديم وسائل جديدة في

تحسين فهمنا لنمط الظاهرة الجغرافية ، المتمثل بظاهرة السيول والعمليات المكانية المسببة لها مما يسهل علينا معالجتها ووضع الحلول لها ٠

وفيما يخص فصل الصيف حيث ترتفع درجات الحرارة ، والتي تتجاوز (٤٠ °م) خلال النهار نظراً لتعامد الشمس على مدار السرطان ، الذي يمر بمنتصف مدينة الرياض ، وتتفاوت تلك الدرجة على منطقة الرياض وذلك حسب الإرتفاع عن مستوى سطح البحر ، كذلك خلو السماء من السحب وقلة الغطاء النباتي أدى إلى ارتفاع في نسبة الفاقد من المياه السطحية ، التي تجمعت خلال فصل الشتاء الأمر الذي يساهم بصورة أكبر في تقليل كمية الجريان التي قد تختفي نهائياً في ذلك الفصل لبعض أودية وروافد وادي حنيفة ومنها وادي لبن ٠

وبما أن المياه من أهم العناصر التي يجب توفرها وصيانتها لتحقيق الأهداف الإستراتيجية المائية وفي مقدمتها حماية البيئة لتحقيق رفاهية الإنسان من خلال خطط التنمية المتواصلة (المصادر السابقة)٠

فإن هذا بطبيعة الحال يحتاج إلى تكثيف الجهود ، وتعاون الجغرافيين وعلماء المناخ وعلماء الهيدرولوجيا والمخططين لمشاريع التنمية لإدارة الموارد المائية ، ويتم ذلك من خلال الدور الكبير الذي تلعبه نظم المعلومات الجغرافية من المساعدة في إنشاء فلسفة تقنية جديدة ، والتي من خلالها تساعد على دمج عمل وجهود الجغرافيين الطبيعيين والبشريين وعلماء المناخ وعلماء الهيدرولوجيا والمخططين لمشاريع التنمية في قاعدة بيانات واحدة ، مما يعطي ثمار هذا الدمج عملاً متكاملاً يؤدي إلى ترشيد الإنفاق وزيادة الربحية وتحقيق العائد الأكبر وتقليل الهدر ومن ثم دعم قرارات مشاريع التنمية المستقبلية لتحقيق الرفاهية المنشودة لحياة الإنسان ٠

مشكلة البحث :-

تعتمد أسس التحليل الموفومتري لشبكة التصريف المائي للأحواض على الطرق الكمية القائمة على إجراء العديد من القياسات والخواص الهندسية ٠

ونظراً لدقة القياسات المورفومترية والتي تتطلب جهداً كبيراً ووقتاً طويلاً وذلك عندما يتم إجرائها بالطرق التقليدية التي تعتمد على الأجهزة البسيطة المتمثلة في (الآلة الحاسبة ، وجهاز عجلة القياس لقياس المسافات ، وجهاز البلانوميتر لقياس المساحات) إضافة إلى التكلفة المادية لتلك الطرق ، ورغم الجهود المضنية والشاقة المتمثلة في تلك الطرق فقد لا تأتي القياسات بالدقة المتناهية والمرجوة خاصة بعد زيادة الكم الهائل من البيانات والمعلومات وتعدد مصادرها والتي تتطلب سرعة في التصنيف والمعالجة

والتحليل مما يؤثر بدوره على النتائج المعتمدة على تلك القياسات لذلك كان لا بد من تلافي تلك الإشكالية باللجوء إلى وسائل تقنية آلية لها مميزات متقدمة عن الطرق التقليدية والمتمثلة في نظم المعلومات الجغرافية ومصادر بياناتها الرقمية المتقدمة والتي من شأنها أن تحقق الدقة في القياس والسرعة في التصنيف والتنوع في المعالجة والتحليل إضافة إلى تنوع تلك المصادر التي تعتمد عليها نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء قواعد بياناتها والتي تعد المرئيات الفضائية (Satellite Images) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model) من أهمها نظراً لما يتميز به ذلك النوع من مصادر البيانات من التغطية الشاملة للظاهرة الجغرافية ودرجة الوضوح المكاني العالية لمعالم المرئية والدقة الهندسية مما يسهل عمليات القياس المورفومتري المتعلقة في قياس (محيط الحوض ، عرض الحوض ، طول الحوض المجرى الرئيسي ، أطوال الروافد ، تصنيف الرتب) وغيرها من المتغيرات المورفومترية .

وتتلخص مشكلة الدراسة فيما يلي : -

١- التخلص من نسبة التعميم التي تعاني منها القياسات المورفومترية بالطرق التقليدية باستخدام الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس(١ : ٥٠,٠٠٠ فأكبر) عن طريق استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية .

٢- إمكانية استخدام المرئيات الفضائية وبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)كمصدر لبيانات الدراسة لأي حوض لما توفره من دقة تتناسب مع تفاصيل منطقة الدراسة والتي لا توفرها الخرائط بمقياس (١ : ٥٠,٠٠٠ فأكبر).

أهداف البحث :-

(١) توظيف نظم المعلومات الجغرافية لبناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية لحوض وادي لبن.

(٢) الاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية وتحديد نسبة النجاح لها.

(٣) تطبيق الأسس المنهجية الرياضية للتحليل المورفومتري عن طريق تقنية برامج نظم المعلومات الجغرافية والبرامج المساعدة في حالة الوصول إلى نتائج أقل نجاحاً بالنسبة لبعض المتغيرات المورفومترية .

(٤) إنشاء وتصميم خرائط رقمية مورفومترية دقيقة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية لمنطقة الدراسة .

(٥) استخدام على نتائج التحليل المورفومتري لوضع مقترحات تساعد عملية التأهيل البيئي لحوض وادي لبن ومن ثم تنمية المشاريع المستقبلية من قبل الجهات المختصة .

الدراسات السابقة :-

تمثل تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية المتعلقة في دراسة (أحواض الأودية الجافة) ومعرفة خصائصها المورفومترية موضوعاً لم يتطرق لدراسته كثير من الباحثين خاصة في عالمنا العربي وذلك لحداثة استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنية الحاسب الآلي في الدول العربية والتي من ضمنها المملكة العربية السعودية وهناك بعض الدراسات التي تناولت الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافة إلا أنها دراسات اعتمدت في قياساتها المورفومترية على الطرق التقليدية وما لتلك الطرق من عيوب كثيرة منها عدم الدقة في إجراء القياسات لاعتمادها على مصادر بيانات لا تعطي المسح الشامل لمنطقة الدراسة تتمثل هذه البيانات بالخرائط الطبوغرافية الورقية وكذلك الجهد والوقت والمال المبذول في عملية إنجاز تلك القياسات لذلك أصبحت نظم المعلومات الجغرافية ومصادرها ذات المسح الشامل الدقيق المتمثلة في المرئيات الفضائية الطريقة المثلى في إنجاز قياسات وتحليلات الخصائص المورفومترية بما تقدمه لنا من قاعدة بيانات يمكننا من خلالها تخزين كم هائل من تلك الخصائص المورفومترية المعتمدة أساساً على الأرقام وثم نمذجتها وجدولتها بالصورة التي يسهل معها استرجاعها في أي وقت ممكن.

أولاً : الدراسات المتعلقة بنظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها العامة :-

من خلال التعرف على المراحل الأساسية في إعداد أي دراسة بنظم المعلومات الجغرافية ، والتي تعد أهم مرحلة والمتمثلة بإنشاء قواعد البيانات ، فقد أورد الباحث (**العمري ، ١٤٢٣هـ**) في بحثه (**البيانات والمعلومات المكانية وتقنيات تحويلها إلى هيئة رقمية**) مدى نجاح نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء وتصميم قواعد البيانات ، وذلك حسب نوعية وكفاءة البيانات والمعلومات المكانية المعتمدة في بناء قاعدة بيانات تلك النظم .

وقد أوضحت الدراسة أيضاً مدى أهمية مرحلة بناء قاعدة البيانات في نظم المعلومات الجغرافية وتأثيرها على النجاح المستقبلي واستمرارية النظام ٠

كذلك بينت أهم مصادر البيانات وأنواعها وأوضح بأن طرق إدخالها إلى الحاسب الآلي تختلف باختلاف نوعية البيانات وكذلك حسب تركيبة وتنظيم هذه البيانات داخل الحاسب الآلي ٠

وتتضح أهمية نظم المعلومات الجغرافية من خلال التطبيقات الشاملة لمواضيع مختلفة سواء كانت طبيعية أو بشرية وهذا ما جاءت به هذه الدراسات التي تناولت جوانب عديدة لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية فمن خلال البحث المعنون (**دور مرئيات الاستشعار عن بعد في إعداد الخريطة الجيومورفولوجية لحوض وادي الحرملية**) المقدم من (**الجعيدي ، ١٤١٨هـ**) فقد أوضح في بحثه أهمية الاستشعار عن بعد في توفير المرئيات الفضائية كمصدر رئيسياً من مصادر المعلومات التي يعتمد عليها في إنتاج الخريطة الجيومورفولوجية حيث أوضح الباحث مميزات المرئية الفضائية في الجودة والوضوح المكاني (**Spatial Resolution**) والدقة الهندسية(**Geometric Fidelity**) وشمولية المعلومة في نطاقات مختلفة وأنها في متناول جميع الباحثين وبسعر مناسب ٠

وفي رؤية أخرى قام بها الباحث (**عبداللاه ، ١٩٩٨م**) ضمن بحثه (**تطور الخريطة الزراعية في شمال سيناء في فترة ١٩٨٢م – ١٩٩٨م باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد**) حيث أوضح في دراسته بأهمية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في استصلاح الأراضي في المناطق الجافة وتحسينها والخروج بخطط التنمية الزراعية لمنطقة ذات أهمية كبيرة من الناحية الاقتصادية والأمنية والعسكرية لمصر والمتمثلة بمنطقة سيناء ٠

كذلك بين دور الاستشعار عن بعد من خلال مرئياته الفضائية كيف أنها تساعد في إعطاء صورة متكاملة عن منطقة الدراسة خاصة إذا كانت تلك المنطقة صحراوية يصعب تحديد معالمها وحدودها الجغرافية ويصعب متابعة أي مشروع فيها بصورة مستديمة وذلك للوقوف على تطور المساحة الزراعية وكذلك فإن المرئية الفضائية تقدم تغطية مساحات كبيرة مما يقلل من تكلفة المسح لذلك فإن عملية المسح للأراضي الزراعية من خلال المرئيات الفضائية والصور الجوية تفيد في وضع خطط مستقبلية تنموية لتحسين الطرق الزراعية في المناطق الصحراوية من خلال التحكم في جريان المياه عن طريق إقامة السدود وحساب المساحات المزروعة مع إمكانية التنبؤ بكمية الإنتاج على ضوء المساحة المزروعة ٠

وقدم الباحث (**المسن ، ١٤٢٥هـ**) في بحثه المعنـــون (**إنتاج الخرائط الطبوغرافية من ملفات المسح الجوي مباشرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية**) أمكانية وقدرة نظم المعلومات الجغرافية بناء قاعدة بيانات من ملفات الصور الجوية ومن ثم الاعتماد عليها في إنتاج خريطة رقمية موضحاً في بحثه المراحل التطبيقية العملية لعملية إنتاج الخريطة الطبوغرافية من تلك الملفات .

وأما الباحث (**العسيري ، ١٤٢٤هـ**) فقد شمل بحثـــه (**نموذج للاستجابة السريعة فى تحديد موقع الحادث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لمراكز الدفاع المدنى فى مدينة الرياض**) أحدى تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية المتعلقة في الخدمات العامة والتي تمثل الدفاع المدني حيث قدم مـــن خلال بحثه طريقة جديدة عبر نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة تطبيقية لإدارة أعمال الدفاع المـــدني الميدانية وذلك لما تحققه نظم المعلومات الجغرافية من استجابة سريعة للنداء وإدارة الحوادث بالصورة السليمة البعيدة عن التخمين والتصورات الذهنية .

وفيما يتعلق في الباحث (**القرادي ، ١٤٢٨هـ**) الذي تناول جانباً أخـــر مـــن تطبيقـــات نظـــم المعلومات الجغرافية تخص خدمات السياحة ببحث تحت عنوان (**دور نظم المعلومات الجغرافية في تحليل ومستقبل السياحة بمنطقة جازان**) بيّن فيه دور نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية سياحية وذلك للخروج بمخرجات الدراسة التي شملت الخرائط السياحية الرقمية التفاعليـــة وربط هذه البيانات بالشبكة العنكبوتية في الإنترنت وبناء النماذج الخرائطية المقترحة لتطوير التنميـــة السياحية بمنطقة جازان .

ثانيـاً : الدراسـات المتعلقـة بـنظم المعلومـات الجغرافيـة وتطبيقاتهـا الجيومورفولوجية والمورفومترية :-

ومن الدراسات النادرة والحديثة في مجال التحليل المورفومتري والتي تم تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في رصـــدها دراســـة الباحثـــة (**آل سعود ، ١٤٢٠هـ**) بحثـــاً بعنـــوان (**نمذجة التحليل المورفومتري لشعيب نساح**) حيث يهتم هذا البحث بتحديد الخصائص المورفومترية لشعيب نساح

بواسطة تطبيق منظومة تقـــنية النمذجـــة الأرضية الرقمية (D.T.M) بواسطة تقنية الاستشعار عن بعد وتكمن أهمية البحث في إطاره الفيزيورياضي التطبيقي المتضمن بناء تصور مورفومتري حاســـوبي لشبكة حوض التصريف المائي السطحي لشعيب نساح وإنشاء قاعدة بيانات معلوماتية مورفومتريـــة لحوض وادي جاف يتمثل بشعيب نساح ٠

وقد أفادت الدراسة تلك الباحثة بمعرفة القواعد الأساسية والخطوات المتبعـــة واللازمـــة في دراســـة الخصائص المورفومترية بالطرق الآلية ٠

وللباحثة (آل سـعود ، ١٤٢٣هـ) دراسة أخرى عنوانهـــا (تطبيقـات تقنيـة الاستشعار عن بعد والأساليب الجيوديسية المتطورة فى دراسة مورفومترية الوديان الجافـة) أوضحت فيهـــا أهميـــة تطبيقات تقنيات الاستشعار عن بعد في دراسة الخصائص المورفومترية للأودية الجافـــة باعـــــتبار أن تلك الخصائص ترتبط ويبنى عليها دراسات أخرى في مجال المصادر المائية والتربة والهندسة الجيولوجية وكافة المشاريع التنموية ٠

ومن جانب آخر يُبين تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيـــة حـــول الخـــصائص الجيومورفولوجية والمورفومترية فقد قام (بدوي ، ١٤٢٣هـ) بدراسة حول (استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة جيومورفولوجية جنوب شرق سيناء) وأوضح من خلالها أهمية الاستشعار عن بعد كمصدر مهم للمعلومات الحديثة بعد معالجة وتحليل بيانات المرئية عن طريق إحدى برامج نظم المعلومات الجغرافية ٠

وكذلك أوضح أهمية استخدام تقنية وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وذلك من خلال المميـــزات التي تميزت بها من أجراء المقارنات والسرعة والتنوع والتكرار وبين كيف أنهـــا تـــساعـــد علـــى اكتشاف معلومات جـــديدة في مجالات الجيومورفولوجيا التطبيقية والدراسات المورفومتريـــة وقـــد توصل من خلال دراســـه أن الاستشعار عن بعد يعد من أفضل التقنيات الحديثـــة لرصد التغيرات المورفولوجية وأشكال سطح الأرض ومعرفة الظواهر الجيومورفولوجية وتحديد أبعادهـــا وانحـــداراتها وذلك من خلال عمل مجموعة خرائط جيومورفولوجية تحليلية وموضوعية باستخدام نظم المعلومـــات الجغـــرافية لمنطقة الدراسة ٠

ثالثاً : الدراسات المورفومترية التقليدية :-

في دراسة (**الأحيدب ، ١٤١٧هـ**) (**أودية منطقة الرياض دراسة جغرافية**) أورد أطوال روافد وادي حنيفة جميعها وقد جاءت من ضمنها وادي لبن بطول (١٨كلم) حيث كانت تلك القياسات مبنية على الخرائط الطبوغرافية في فترات سابقة لم تكن تغطي منابع تلك الروافد المتمثلة في سلسلة جبال طويق بصورة متكاملة لذلك فهي تفيد في إجراء المقارنة بين نتائج قياسات الطرق التقليدية المحدودة المصادر للبيانات وبين نتائج الطرق الآلية المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية ذات المصادر الشاملة والدقيقة المتمثلة في المرئيات الفضائية ٠

وفيما يخص دراسة الباحث (**بوروبة ، ٢٠٠٤م**) (**طريقة جديدة لتقويم الحمولة النوعية بأحواض التصريف: دراسة حالة أحواض الروافد الغربية لوادي حنيفة المملكة العربية السعودية**) والتي أوضحت كيفية قياس الرواسب المنقولة بمياه الأودية والتي يعتمد عليها في معرفة تطور الامتداد المكاني للتعرية المائية بأحواض التصريف ومن ثم أثرها على التوسع العمراني ٠
ورغم الدراسة الأخرى التي قدمها (**الباحث نفسه ٢٠٠٢م**) في (**الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي يخرف رافدي وادي بيش بالمملكة العربية السعودية دراسة تطبيقية مقارنة**) اعتمدت على الطرق التقليدية في إجراء القياسات والتحليلات المورفومترية ولكنها أعطت أسس علمية في كيفية الاستدلال بنتائج الخصائص المورفومترية والربط بينها وبين الخصائص الهيدرولوجية والمناخية وتحديد تأثير تنوع الأشكال التضاريسية وتباينها بالأحواض المائية على حجم الموارد المائية السطحية الجارية أثناء فترات الجريان السطحي ومن ثم تحديد فترات السيول ٠

وفي دراسة للباحث (**أحمد مصطفى ، ١٩٨٢م**) بعنوان (**حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية**) قدم من خلالها دراسة شاملة لوادي حنيفة شملت الجانب الطبيعي والتحليل المورفومتري لحوض تصريف وادي حنيفة بما فيها من قياسات مورفومترية ونظام شبكة التصريف وقد اعتمدت تلك القياسات على الطرق التقليدية ومصادر بيانات شملت الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة ٠

وقــد طرحت في الدراسات السابقة مواضيع تبرز دور نظم المعلومات الجغرافية من ناحية ســهولة التطبيق وإجراء التحليلات لجميع المجالات الطبيعية والبشرية وقد تناولت بعــض الدراسات السابقة الخصائص المورفومتريــة مستخدمــةً الطرق التقليدية المتمثلة في (الآلة الحاسبــة ، عجلــة القياس لقياس المسافات ، البلانوميتر لقياس المساحات) ومعتمدة على مصدر بيانات محدودة ومحــصورة في الخرائط الطبوغرافية الورقية التي لم تكن تغطي منطقة الدراسة بصورة كاملة وشاملة لذلك أعطــت نتائج غير دقيقة لأن القياسات المورفومترية التي تم إجراءها بتلك الطرق التقليدية لم تــشمل منطقــة الدراسة بكاملها مما جعل تلك الطرق غير مناسبة مع دخول التقنية الحديثــة المتمثلــة في اســتخدام الحاسب الآلي وبرامج نظم المعلومات الجغرافية وكذلك مع تدفق الكم الكبير من البيانات والمعلومات متعددة المصادر والتي تحتاج إلى طرق آلية سريعة لجمعها وحصرها وتصنيفها ومن ثم سرعة معالجتــها وتحليلها إضافة إلى أن الطرق الآلية تفوقت على الطرق التقليدية في تعدد مصادرها الدقيقة والشاملة لجميع أجزاء منطقة الدراسة وذلك من خلال المرئيات الفضائية التي تميزت بدرجة الوضوح المكــاني العالي والذي وصل في بعض الأقمار الصناعية مثل القمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) إلى (١م)
وأن شمولية معالم الظاهرة الجغرافية ودرجة الوضوح العالية للمرئية هذه الرؤية أتاحت للباحثين سهولة في إجراء القياسات المورفومترية بصورة دقيقة وإنشاء قاعدة بيانات منظمة حسب نوعيــة الظــاهرة المرصودة ومن ثم استخدام جداول قاعدة البيانات في استكمال العمليات الرياضية الخاصة بالخصائص المورفومترية بصورة سهلة ودقيقة .

وقد أفادت الدراسات السابقة المتعلقة بتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية العامة الباحثة في التعــرف على كيفية بناء قاعدة البيانات ومعرفة أهم مصادرها وأنواعها وطرق إدخالها وذلــك لتطبيقهــا في مرحلة بناء قاعدة بيانات الخصائص المورفومترية لوادي لبن .

وكذلك في معرفة أهمية المرئيات الفضائية ، ونموذج الإرتفاعات الرقمية كمصادر دقيقة وشــاملة في رصد الظاهرات الجغرافية ومعرفة خصائصها الجيومورفولوجية بما فيها الخصائص المورفومترية .

وفيما يتعلق بتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية المورفومترية فقد أفادت الباحثة الدراســات الــسابقة المتعلقة بها في التعرف على بعض تطبيقاتها خاصة الطبيعية التي تناولت مواضيع بيئية وذلك لما لها مــن علاقة بموضوع الدراسة ، من حيث معرفة العلاقات الترابطية بين الخــصائص المورفومتريــة وبــين العناصر البيئية المتمثلة في المصادر المائية والتربة وهذا ما يساعد الباحثة في عملية الربط ، بــين تلــك العناصر من أجل تطبيقها ضمن منهجية الدراسة ، وذلك من أجل الوصول إلى النتائج والتوصــيات التي تساعد في وضع الحلول والمقترحات لمشكلة الخلل البيئي لوادي لبن .

وقد أفادت الدراسات التقليدية الباحثة ، في معرفة كيفية ربط النتائج المورفومترية مـــع الخـــصائص الهيدرولوجية والمناخية من أجل تحديد تأثير تنوع الأشكال التضاريسية وتباينها بالأحواض المائية على حجم الجريان السطحي ومن ثم تحديد فترات السيول لكي يتم التصدي لها وتلافي أضرارها ٠

تساؤلات الدراسة :-

من خلال هذه الدراسة التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية نحاول الإجابة على التساؤلات التالية :-

(١) هل يمكن بناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متـــغيرات مورفـــومترية لحـــوض وادي لبن ؟

(٢) هل يمكن دراسة الخصائص المورفومترية عن طريق تقنية نظم المعلومـــات الجغرافية وتحديد نسبة النجاح لكل خاصية ؟

(٣) هل يمكن تطبيق الأسس المنهجية الرياضية لتحليل المورفومتري عن طريق تقنية نظم المعلومـــات الجغرافية والبرامج المساعدة في حالة الوصول إلى نتائج أقل نجاحاً لبعض المتغيرات المورفومترية ؟

(٤) كيف يـــمكن إنشاء وتصميم خرائط رقمية جيوموفـــولوجية دقيقة بإستخـــدام نظم المعلومات الجغرافية ؟

(٥) ما هو دور نتائج التحليل المورفومتـــري في وضع المقترحـــات التي تساعد عملية التأهيل البيئي لحوض وادي لبن لتنميـــة المشاريع المستقبلية من قبل الجهات المختصة ؟

منهج الدراسة :-

في هذه الدراسة سوف يتم الاعتماد على أكثر من منهج وأسلوب وذلك بما يتلاءم مـــع طبيعـــة الدراسة وفصولها وهي على النحو التالي :-

أولاً : المنهج التحليلي :- ومن خلال هذا المنهج يمكن تحليل البيانات التي تشمل (المرئية الفضائية ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM والخرائط) وإجراء القياسات وتطبيـــق المعـــادلات للمـــتغيرات المورفومترية ضمن التحليلات التالية :-

(١) تحليل المرئية الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة من أجل رفع حوض وادي لبن ورسم مجراه الرئيسي ورسم شبكة التصريف المائية وقياس المساحات والمسافات من خلال برنامج (ArcGIS) ٠

(٢) تحليل بيانات الخريطة الطبوغرافية ١: ٥٠,٠٠٠ لوحة رقم (4624-13) + (4624-42) والتي تغطي منطقة الدراسة كخريطة مساعدة للمرئية في تحديد خط تقسيم المياه ومعرفة نقطة المصب والمنبع وأعلى وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه بصورة يدوية آلية ٠

(٣) الاعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لإجراء التحليلات المورفومترية بصورة آلية تلقائية ٠

(٤) رصد القياسات الميدانية لمواقع بعض الأضرار البيئية المأخوذة من جهاز التحديد المكاني للمواقع (GPS) والموجود في حوض وادي لبن كالحفر ومكبات النفايات وإسقاطها على مرئية منطقة الدراسة لتحديد مواقعها٠

(٥) أخذ الصور الفوتوغرافية لوادي لبن والتي توضح من خلالها مجرى الوادي والأنشطة والاستخدامات البشرية المقامة في حوض الوادي وبعض مناظر التلوث أو التدهور البيئي لوادي لبن المتمثلة في الحفر ومكبات النفايات ومخلفات البناء ٠

ثانياً : المنهج التجريبي الكمي :- وهو منهج يعتمد على الطرق التجريبية الكمية في معالجة الأشكال الأرضية وذلك ضمن وصف تلك الأشكال وصفاً كمياً من خلال إجراء القياسات الخاصة بمتغيرات الخصائص المورفومترية من خلال نظم المعلومات الجغرافية ومن ثم إنشاء قاعدة بيانات خاصة بتلك المتغيرات والقياسات المورفومترية ثم نمذجة وجدولة تلك القياسات التي تتضمن مسافاتٍ ومساحاتٍ وزوايا ومعدلات ونسباً واتجاهات من أجل الاستعانة بها لإجراء التحليلات المورفومترية ضمن قاعدة البيانات وتشمل تلك القياسات : -

(أ) الخصائص الشكلية للحوض المائي :-

(١) محيط الحوض المائي (Basin Perimeter) ٠

(٢) مساحة الحوض المائي (Basin Areas) ٠

(٣) طول الحوض المائي (Basin Length) ٠

(٤) عرض الحوض المائي (Basin Width) ٠

(٥) معامل الشكل (Form Factor) ٠

(٦) استدارة الحوض (Basin Circularity) ٠

(٧) استطالة الحوض (Basin Elongation) ٠

(٨) نسبة التفلطح (Lemniscate Ration) ٠

(٩) معامل التماسك للحوض (Compactness Factor) ٠

(ب) الخصائص المورفومترية للشبكة المائية :-

(١) رتبة المجاري (Stream Order) ٠

(٢) عدد المجاري حسب الرتب (Stream Numbers) ٠

(٣) نسبة التشعب للمجاري المائية (Bifurcation Ratio) ٠

(٤) متوسط نسبة التشعب (Bifurcation Ratio Mean) ٠

(٥) مجموع أطوال المجاري حسب الرتب (Stream Order Length) ٠

(٦) متوسط أطوال المجاري (Stream Order Length Mean) ٠

(٧) نسبة أطوال المجاري (Length Ratio) ٠

(٨) تكرارية المجاري (Stream Frequency) ٠

(٩) كثافة التصريف (Drainage Density) ٠

(١٠) معامل التعرج النهري (Sinuosity index) ٠

(١١) ثابت بقاء المجرى المائي (Constant of Channel Maintenance) ٠

(ج) الخصائص التضاريسية للحوض المائي :-

(١) الإرتفاع الأقصى (Maximum Elevation) ٠

(٢) الإرتفاع الأدنى (Minimum Elevation) ٠

(٣) المسافة لأفقية (Horizontal Equivalent) ٠

(٤) درجة الانحدار (Degree of slope) ٠

(٥) نسبة الانحدار (Percent of Slope) ٠

(٦) مساحة الانحدار (Slope Areas) ٠

(٧) التضاريس القصوى للحوض المائي (Maximum Basin Relief) ٠

(٨) نسبة التضرس للحوض المائي (Relief Ratio) ٠

(٩) معامل التضرس للحوض المائي (Relief index) ٠

(١٠) التضرس النسبية للحوض المائي (Relative Relief) ٠

(١١) قيمة وعورة التضاريس للحوض المائي (Ruggedness Value) ٠

(١٢) الرقم الجيومتري للحوض المائي (Geometry Number) ٠

بيانات الدراسة ومصادرها :-

أولاً : المطبوعات الحكومية المتمثلة في الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية

وتشمل :-

الخرائط التالية :-

(١) خريطة طبوغرافية (١: ٥٠,٠٠٠) (الرياض جنوب غرب) رقم اللوحة (13-4624) الإدارة للمساحة العسكرية وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، المملكة العربية السعودية ١٤٢٥هـ٠

(٢) خريطة طبوغرافية (١: ٥٠,٠٠٠) (وادي لبن) رقم اللوحة (42-4624) ، الإدارة العامة للمساحة العسكرية وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، المملكة العربية السعودية ١٤٢٥هـ٠

(٣) خريطة إدارية (١ : ١,٠٠٠,٠٠٠) (خريطة الأساس) ، هيئة الساحة الجيولوجية ، الرياض المملكة العربية السعودية ، ١٤٢٣هـ ٠

ثانياً : البيانات المساحية Raster Data متمثلة في المرئيات الفضائية

(١) مرئية فضائية ، (الرياض) بمقياس (١: ١٠,٠٠٠) ، درجة الوضوح (١٠م) الإدارة العامة للمساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، القمر الصناعي (Landsat 5) مدمجة مع القمر (Spot) ١٤١٨هـ٠

(٢) مرئية فضائية (غرب الرياض) بمقياس (١: ٦,٠٠٠) ، درجة الوضوح (١متر) الإدارة العامة للمساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، القمر الصناعي (Ikonos) ، ١٩٩٩م٠

(٣) مرئية فضائية (الرياض الجزء الغربي) بمقياس (١: ١٠,٠٠٠) درجة الوضوح (١٠م) الإدارة العامة للمساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، القمر الصناعي (Spot) ، ٢٠٠٣م ٠

ثالثاً : البيانات الخطية Vector Data متمثلة في نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM :-

(١) نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة شبكة نقاط TIN ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة بدقة (٢٠متر) ، ٢٠٠٦م ٠

رابعاً : الدراسة المكتبية للحصول على بعض المعلومات الخاصة بمفردات الدراسة من الكتب والبحوث والرسائل ٠

(١) الدراسات السابقة ٠

خامساً : تقارير الجهات الحكومية وتشمل :-

(١) أطلس مدينة الرياض ، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض وجامعة الملك سعود ، الطبعة الأولى (١٤١٩هـ - ١٩٩٩ م) ٠

(٢) الأطلس المجسم والملون لأشكال سطح الأرض المصور ، جامعة الملك سعود ، الطبعة الأولى (١٩٨٦م) ٠

سادساً : المعلومات الميدانية :-

(١) قامت الباحثة بعملية التحقق الحقلي والرصد لبعض مواقع المتضررة بيئياً مثل حفر نقل التربات ومواقع مكبات النفايات ومخلفات البناء بواسطة جهاز تحديد المواقع (GPS)

(٢) قامت الباحثة بتصوير مواقع المتضررة بيئياً كحفر نقل التربات ومواقع مكبات النفايات ومخلفات البناء بواسطة الكاميرا الرقمية (Panasonic SV-AV10)

سابعاً : برامج نظم المعلومات الجغرافية والأجهزة المستخدمة :-

(أ) البرامج :-

(١) (Arc GIS – Arc Info – V . 9) لبناء قاعدة البيانات وإجراء جميع قياسات ومعادلات التحليـــل المورفومتري ٠

(٢) برنامج الاستشعار عن بعد (ERDAS IMAGINE – V. 8.5) لاقتطاع مرئية منطقـــة الدراسة ٠

(ب) الأجهزة:-

(١) حاسب آلي محمول بمواصفات عالية ٠

(٢) حاسب آلي مكتبي بمواصفات عالية ٠

(٣) طابعة ملونة ذات درجة وضوح عالية ٠

(٤) ماسح ضوئي (Scanner) ٠

(٥) جهاز تحديد المواقع (GPS) ٠

(٦) كاميرا رقمية (Panasonic SV-AV10) ٠

مفاهيم ومصطلحات الدراسة :-

(أ) مفاهيم ومصطلحات نظم المعلومات الجغرافية :-

(١) GIS :- (Geographic Information System) أي نظم المعلومـــات الجغرافية وهي عبارة عن أسلوباً تكنولوجياً متطور يجمع ما بين الحاسب الآلي (Hardware) والبرامج (Software) المتخصصة في بناء الخرائط والتعامل مع عناصرها وربطها بالبيانات المتعددة المصاحبة للبرنامج أو المستدعاة من قواعـــد البيانات المتوفـــرة على العديد من البرامج الأخرى مع إمكانية ترميزها وتخزينها واسترجاعها وإمكانية إجراء التطبيقات الجغرافية غير المحددة عليها٠

(٢) Data Collection :- جمع البيانات هي المرحلـــة الأولى في إنشاء قاعدة البيانات في نظم المعلومات الجغرافية أو في تصميم خريطة ٠

(٣) Data Editing :- معالجة البيانات وهي المرحلة التي يتم فيها مراجعة البيانات وتنقيحها والتأكد من صحتها وأجراء التعديلات وتصحيح الأخطاء ٠

(٤) Classification :- تصنيف البيانات وهي أحدى مراحل التعميم حيث يتم من خلالها اختيار وإعادة بناء البيانات مما يوضح الظواهر الأساسية في الخريطة وإبعاد العناصر الأقل أهمية ٠

(٥) Data Analysis :- تحليل البيانات ويقصد به استخدام الأساليب الكمية المختلفة سواء كانت (تحليل إحصائي ، تحليل مكاني) من أجل الوصول إلى نتائج يعتمد عليها في تفسير الظاهرات الجغرافية قيد الدراسة ومعرفة العلاقات والارتباطات المكانية التي تربط بينها ٠

(٦) Data Storage :- تخزين البيانات ويقصد بها وضع البيانات في هيئة قوائم أو جداول تسمى جداول السمات أو الخصائص (Attribute Table) لكي تسهل عملية الاستفادة منها في عمليات أخرى مثل المعالجة والتحليل والقراءة العرض ٠

(٧) Data Retrieving :- ويقصد به الرجوع إلى البيانات المخزنة في قاعدة البيانات في أي وقت بسهولة ويسر وذلك لتنظيم تخزينها في ملفات يسهل الوصول لها ٠

(٨) Updating :- تحديث البيانات ويقصد به إضافة ما أستجد من البيانات إلى قاعدة البيانات وكذلك حذف البيانات وتعديل البعض الأخر ٠

(٩) Presentation :- عرض البيانات ويقصد به عرض البيانات بصور مختلفة تتمثل بالخرائط والرسوم البيانية والتقارير النصية ٠

(١٠) DEM :- (Digital Elevation Model) أي نموذج الإرتفاعات الرقمية وتعرّف تلك البيانات ببيانات النمذجة ، والمتمثلة في النماذج ذات الأبعاد الثلاثية (Z,Y,X) وهي تمثل إرتفاع ظاهرة معينة ومحددة في منطقة الدراسة بصورة خاصة ٠

(١١) GPS :- (Global Positioning System) أي النظام العالمي لتحديد المواقع على سطح الأرض بواسطة الأقمار الصناعية ٠

(١٢) Topology :- وهو البناء الطوبولوجي والذي يقصد به بأنه أسلوب رياضي (A Mathematical Procedure) لتوضيح العلاقات المكانية (Spatial Relationships) وبالنسبة للخرائط فأن البناء الطوبولوجي يحدد الاتصال بين الظاهرات أو مكونات الخريطة (Features) ٠

(١٣) Layers :- الطبقات عبارة عن ملفات مخزن عليها أنواع البيانات الجغرافية الوصفية والمكانية سواء كانت نقطيـــة أو خطية أو مساحية لظاهرة جغرافيـــة معينة لها نفس المرجع المكاني لقاعدة البيانات المخزنة عليها ٠

(١٤) شبكات المعلومات Network :- هي نظام اتصالات يقوم بربط عدة حواسيب أو قـــواعد بيانات ببعضها البعض بهدف تقديم الخدمات الحاسوبية لمستخدمين الشبكة ٠

(١٥) Satellite Images:- مرئيـــات الاستشعار عن بـــعد ويقـــصد بها الصور الفوتوغرافيـــة المستخرجة من المرئيات الرقمية (Digital Image) الأصلية لأجهزة التصوير (Sensors) المحمولة على الأقمار الصناعية الأوتوماتيكية مثل لانـــدسات (Land sat) الأمريكي وسبوت (Spot) الفرنسي ٠

(١٦) Aerial Photographs :- الصور الجويـــة عبارة عن صور فوتوغرافيـــة تؤخذ بواسطـــة طائرات خاصة مجهزة بآلات تصوير خاصة تسجل الإشعاع الكهرومغناطيسي في نطاق الطيـــف المرئي (٠,٤ – ٠,٧ ميكرومتر) أو تحت الحمراء القريبة (٠,٧ – ٠,٩ ميكرومتر) على أفلام (أسود وأبيض أو ملونة) حساسة لهذه الطاقة ٠ (عزيز ، ١٩٩٢م)

(ب) المفاهيم والمصطلحات المورفومترية :-

(١) Morphometr Modeling :- الخصائص المورفومتريـــة وتعني التحليل الذي يتناول ظاهرات سطح الأرض معتمداً على البيانات المأخوذة من الخريطة الكنتورية والصورة الجوية والمرئية الفضائية إلى جانب الدراسات الحقلية ٠

(٢) Geomorphology Description :- الوصف الجيومـــورفولوجـــي ويقصد به تحديد ووصف الوحدات الأرضيـــة من ناحيـــة شكل السطح والارتفاعـــات وأصل ونشأة وتطور تلك الوحدات الأرضية ٠

(٣) Geologic Description :- الوصف الجيولوجـــي ويقصد به وصف التكوينات الصخريـــة المتمثلة في ميل الصخر، خطوط الظهور، الرواسب السطحية ، الصدوع ، الفواصل اتجاهاتها ودرجاتها ومقدارها ٠

(٤) Hydrology Description :- الوصـــف الهيدرولوجـــي ويقصد به وصف المجاري المائية أي وصف شكل المجرى ومصادر المياه السطحية والباطنية وتحديد أنواعها (ينابيع ، برك ، عيـــون أبار ، قنوات سدود ، خزانات) ٠

(٥) الحوض المائي :- هي المساحة التي تشمل شبكة التصريف المائي والمحددة بخط تقسيم المياه أو خط محيط ٠

(٦) Water divide : - خط تقسيم المياه عبارة عن منحنى يتكـــون من نقاط الإرتفاع القصوى المحيطة بنفس مجاري الشبكة المائية ٠

(٧) الـــوادي :- الأرض المنخفضة التي تقع بين منطقتين مرتفعتين سواء كانت جبالاً أو تلالاً ٠

(٨) السهل الفيضي :- هو أرض سهلية منخفضة ممتدة على جانبي القناة المائية للنهر وهو من تكوين النهر نفسه ٠

(٩) Main Stream :- المجرى الرئيسي وهي القناة المجمعـــة لمياه جميع الروافد المشكلة للشبكة المائية وهي قناة أرضية طولية ضيقة حفرتها المياه الجارية لكي تتمكن من نقل الرواسب من المنبع إلى المصب ٠

(١٠) الشعيب :- هو كثـــرة تشعب الرافـــد إلى فروع صغيرة مثل شعيب وادي ديـــبّية سعـــد ٠

(١١) Dendritic Pattern :- النمط الشجري وهو التفرع غير المنتظم للرتب النهريـــة داخل الحوض باتجاهات مختلفة وهو أكثر الأنماط أنتشاراً٠

(١٢) الخشوم :- وهو الجانب الوعر من جانب أو حافة الوادي ويظهر على نتـــوء يشبه الخشم أو الأنف وهذا هو سبب تسميته عند العرب ٠

(١٣) النتوء :- وهي الصخور الناتئة أو البارزة في بطن الوادي وتسمى في اللسان العربي النّجفة ٠

(١٤) Tributary :- الرافد هو مجرى صغير تصب مياهه في مجرى الوادي الرئيسي و هو عبارة عن المجاري المائيـــة التي تغـــذي النهر أو الـــمجرى الرئيسي بالمياه وتسمى في اللسان العربي (المِيث) للروافـــد الكبيـــرة و (والتّلاع) للروافـــد الصغيـــرة ٠ (الغنيم ، ١٤٠٤هـــ) ، (أحمد وعباس ، ١٩٨٦م)

الفصل الثاني

تحديد العناصر اللازمة لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن

المقدمة :-

يعتمد نجاح برامج نظم المعلومات الجغرافية على الطرق السليمة والصحيحة في إدخال البيانات بمختلف أنواعها إلى قاعدة البيانات الجغرافية من أجل معالجتها وتحليلها ومن ثم تمثيلها في ضوء المتطلبات التي تحتاجها وتحددها أهداف الدراسة ، وتعتمد أهداف دراسة حوض وادي لبن بالدرجة الأولى على توظيف نظم المعلومات الجغرافية لبناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية ، حيث تشمل على (المسافات ، المساحات ، الإرتفاعات ، الإتجاهات) والتي تعتبر العناصر الأساسية لإنشاء قاعدة البيانات المورفومترية (آل سعود ، ٢٠٠٠م ، ص٣٦٤) ومن ثم تطبيق المعادلات المورفومترية المحددة في الدراسة على ضوء تلك العناصر الأساسية المورفومترية وذلك لتوضيح دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة تلك الخصائص للوصول إلى نتائج الدراسة والتي من خلالها يمكن تحديد نسب النجاح لكل خاصية مقارنة مع الطرق التقليدية ٠ ولايقتصر دور نظم المعلومات الجغرافية في هذه الدراسة على بناء قاعدة بيانات جغرافية مورفومترية ، بل تتعدى إلى معرفة المميزات والتطبيقات التقنية المتطورة لتلك النظم في بناء هذا النوع من القواعد المورفومترية والتي لم يتم توفرها بالطرق التقليدية كالمعالجة والتحليل والتمثيل والاستعلام والتحديث ، وما لتلك العمليات من خصائص متمثلة في الدقة والصحة فيما يتعلق في بناء قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية الأمر الذي ينعكس على مخرجاتها النهائية ٠

كذلك توفر لنا أجراء تلك العمليات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية الجهد والوقت اللذان يمثلان أحدى الأمور التي كانت تعاني منها الطرق التقليدية والتي يمكن تخطيها بإتباع الطرق الصحيحة والدقيقة في بناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية يمكن استخدامها لإجراء التطبيقات المورفومترية التي تتيحها أدوات التحليل في برامج نظم المعلومات الجغرافية ٠ ونظراً للتقدم التقني لوسائل رصد البيانات الحديثة والمتطورة والمتمثل في الأقمار الصناعية وما

وفرته من مرئيـــات ذات جودة كبيرة كدرجة الوضوح المكانـــي العاليـــة وكذلك أجهـــزة تحديد المواقـــع المكانيـــة (Global Positioning Systems) (GPS) وبياناتها المتمثلـــة في نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (Digital Elevation Model) (DEM) ذات الدقة الكبيـــرة والتي ساهمت في بناء قاعـــدة بيانـــات جغرافيـــة مورفومترية لحوض وادي لبن فسوف ينعكس ذلك على تعدد طرق تحليل الخصائص المورفومتريـــة المعتمدة في قاعـــدة بيانات حـــوض وادي لبن الأمر الذي يعطينا تنوع من مخرجات الدراسة الدقيقـــة كما ستساعـــد على التحليل المعتمد على تنوع مصادر البيانات والتعرف على أفضلهـــا وأكثرهـــا نجاحاً وملائمـــةً لدراسة الخصائص المورفومترية بصورة آلية ٠

(١) مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

تصنف البيانات الداخلة في إنشاء قواعد البيانـــات بجميع أنواعهـــا وبشكل عام كما أوردها (الدويكات ،٢٠٠٣م ص٥٧) إلى أربع مجموعـــات رئيسية معـــتمداً في تصنيفها على مصدر تلك البيانات وهـــي (كتابية ، وثائقية ، ميدانية ، خارجية) ٠

واعتماداً على هذا التصنيف فأن مصادر البيانات الأساسيـــة الداخلة في بنـــاء قاعدة بيانات حوض وادي لبن حسب مصدرها على النحو التالي :-

(أ) مصادر كتابية : تتمثل المصادر الكتابيـــة لبناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن في المراجـــع التي شملت (الكتب ، البحوث ، الدوريات ، والرسائل الجامعيـــة ، المعاجم ، الأطالس) والـــتي تم الاعتمـــاد عليها في بناء قاعدة البيانات الجغرافية ذات الخصائص المورفومترية لحـــوض وادي لـــبن وكذلك معرفـــة صيغ المعادلات الرياضية المورفومترية والتي سوف يتم تطبيقهـــا فـــي الدراســـة المتمثلـــة في توظيف نظم المعلومات الجغرافية لدراسة الخصائص المورفومتريـــة لحـــوض وادي لـــبن والوصول إلى نتائج يمكن مقارنتها مع دراسات سابقة اعتماداً على محتويـــات قواعـــد البيانـــات الجغرافية المعدة لتلك الدراسة بما تحتويه من بيانات وخرائط رقمية جيومورفولوجية دقيقة تم بنائهـــا باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية ٠

(ب) مصادر وثائقية : ويعتبـــر هذا النوع من مصادر البيانات العنصر الأساسي في بناء قاعدة بيانات حـــوض وادي لبن متمثلـــة في المرئية الفضائية للقمر الصناعي الأمريكـــي (Ikonos) بوضوح مكاني (١ متر) ، حيث تم توظيف مرئيـــة منطقـــة الدراسة في الحصول على العناصر الأساسية المورفومترية اللازمة لبناء قاعـــدة البيانات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن بالإضافـــة إلى البيانات الآلية لأجهزة تحديد المواقع المكانية (GPS -Global Positioning Systems) المتمثلة في نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) لحوض وادي لبن بدقـــة (٢٠متر) والتي تم الحصول عليها من (إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة) كذلك الخرائط الورقية المتمثلة باللوحتين الطوبوغرافيتين اللتين تغطيان الحوض وهما لوحة الرياض جنوب غرب رقم (13-4624) ولوحة وادي لبن رقم (42-4624)٠

(ج) العمل الميداني : وهي بيانات المسح اليـــدوي الميداني التي قامت بها الباحثـــة والتي تشمل تصوير منطقة الدراسة ورصد إحداثيات ومواقع البيانات البيئية التي تم تسجيلها بواسطة جهاز (GPS) والتي شملت (مكب النفايات ، مناطق نقل التربات) ٠

(د) مصادر خارجية : وهي ا لمعلومات والبيانات التي توفرهـــا شبكة الانترنت (Internet) حيث تم الاعتماد على الشبكة في توفير بعـــض البيانات بسبب تميز تلك المعلومـــات بالحداثة تكاد تكون في نفس تاريـــخ التدويـــن أو الإنتـــاج على سبيل المثـــال (تطبيقات الأدوات Spatial Analyst Tools – Hydrology) المتعلقة بالدراسة ٠

وتعتبر تلك الأنواع من مصادر البيانـــات العناصر اللازمة التي تـــم الاعتماد عليها في تصميم قاعدة بيانات حوض وادي لبن وأساس لمحتوياتها ، والتي سيتم استخدامها للوصول إلى النتائج الدقيقة المرجوة من تلك الدراسة ٠

(٢) قواعد البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن :-

(أ) تعريف قواعد البيانات الجغرافية (Geodatabase) ومميزاتها :-

لكي نتمكن من الوقـــوف ومعرفـــة أسس إنشاء قواعد البيانات لأي دراسة لا بد من معرفـــة ماهية قواعد البيانات ومكوناتـــها وأسلوب تصميمها أو نظـــام تركيبها ٠

فقد عرّفها (كبارة ، ١٩٩٧م ، ص٧٣) " مجموعة من المعلومات الجغرافيـــة والمعلومات البيانية ، حيث يوجد لكل عنصر جغرافي معلومة جغرافية تمثل إحداثياتـــه ومعلومـــة بيانية تمثل صفة العنصر الجغرافي ورقم تعريفي واحد فقط لكل منهما " ٠

وعرّف (الدويكات ، ٢٠٠٣م ، ص٧١) " قاعدة البيانات في نظم المعلومات الجغرافيـــة هي بمثابة القلب منها وهي مجموعـــة من الجداول المكّونـــة من أعمدة أو حقـــول وصفوف أو سجلات تكون المعلومات المخزّنة في القاعدة مكانية وغير مكانيـــة ومن خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية يمكـــن الربط بينهما للحصول على بيانات عن تلك الظواهر المكانيـــة وصفاتها الغير مكانية في آن واحد " ٠

وعرّفـــها (القرني ، ٢٠٠٦م ، ص٩٣) " بأنها أهـــم عناصر نظم المعلومات الجغرافيـــة والتي تتكون من بيانـــات ذات شقيـــن أساسيين البيانـــات المكانية الهندسيـــة أو المترية (Spatial Data Geometric) والبيانات النصية الوصفية (Attribute Data) " ٠

ومما سبق نستنتج أن قواعد البيانات الجغرافية بصورة عامة تشمل على البيانات والمعلومـــات المكانيـــة والوصفية المفصلة والمرتبطة فيما بينها بعلاقات جغرافية محددة عن الظاهرة قيد الدراسة ومصنفة بملفات (Files) وسجـــلات (Records) وحقـــول (Fields) ومعرّفة برمز تعريفي (ID) لكل يسهل استدعائها وعرضها ومن ثم معالجتها وتحليلها للوصول إلى الإخراج النهائي لتلك البيانات والمعلومات بصوراً مختلفة متمثلة في (الخرائط الرقمية ، الرسومات البيانية ، الجداول ، التقارير)٠

وعلى ضوء التعريفات السابقة فإن قاعـــدة بيانات حوض وادي لبن تعرّف بأنها مجموعـــة من البيانات المفصلة عن العناصر المورفومترية الأساسية التي تشمل (المسافات ، المساحات، الإرتفاعات ، الإتجاهات) مصنفة بملفات وسجلات وحقول تحتوي على قيم تلك العناصر المورفومترية الكمية والنوعية كأعدادها وأطوالها ومساحاتها وزواياها ٠وتتميز قواعد البيانات الجغرافية بصورة عامة بمميزات وخصائص جعلت

من نظم المعلومات الجغرافية تقنية لا يمكن الاستغناء عنها في كثير من المجالات والدراسات المختلفة بل أصبحت ضرورة قصوى في كثير من الدول المتقدمة وذلك بعد زيادة المعلومات وتنظيمها آلياً ومساهمتها في تطوير وتنمية الخطط المستقبلية على جميع الأصعدة ٠

ومن أهم مميزات قواعد البيانات الجغرافية ما يلي :-

أولاً : تخفيض التكرارية في البيانات والوصول إلى بيانات محددة عن طريق رقمها التعريفي (ID) ٠

ثانياً : توفير الجهد والوقت والمال ٠

ثالثاً : تساعد في إجراء التحليلات المتقدمة والتطبيقات الجغرافية المختلفة لتنظيمها بشكل جداول وأعمدة وصفوف ٠

رابعاً : أنها في متناول الجميع من حيث إدارة وتنسيق البيانات مما يحقق التوازن في تلبية احتياجات مختلف المستخدمين ٠

خامساً : تحافظ على سرية البيانات والتحليلات والنتائج بالنسبة لمستخدميها وذلك بتأمين الآلية التي تمنع الوصول الغير مشروع للبيانات ٠ (زينو ، ١٤٢٣هـ ، ص٢٢) ، (السيد ، ١٤٢٥هـ ، ص٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤)

(ب) أسس بناء قواعد البيانات الجغرافية :-

تعتبر البيانات بمختلف أنواعها ومصادرها المادة الأساسية لبناء أي قاعدة بيانات جغرافية ويتم تحديد أنواع ومصادر تلك البيانات تبعاً لهدف الدراسة ٠

وتعد دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن هدف الدراسة التي على أساسها يتم توظيف نظم المعلومات الجغرافية لبناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية لحوض وادي لبن ، ومن ثم الاستعانة بتلك التقنية المتمثلة بأدوات التحليل التي تُتيحها برامج نظم المعلومات الجغرافية والتي تساعدنا على (تحديد خط تقسيم المياه المتمثل بحدود الحوض ، رسم شبكة المجاري المائية ومن ثم تصنيفها ، تحديد طول وعرض الحوض) والتي تعتبر العناصر المورفومترية الأساسية التي يجب تحديدها في قاعدة بيانات حوض وادي لبن كأساس في بناء القاعدة ليتم الاعتماد عليها في إجراء التحليلات المورفومترية الأخرى والمحددة مسبقاً في الدراسة من أجل الوصول إلى نتائج تمثل مخرجات الدراسة ، أهمها تصميم خرائط رقمية متمثلة (خريطة خط تقسيم المياه للحوض

خريطة مساحة الحوض ، خريطة عرض الحوض ، خريطة طول الحوض خريطة شبكة المجاري المائية ، خريطة الانحـــدار العامة ، خريطة فئات الانحدار المصنفة ، خريطة الإرتفاعات التضاريسية ، خريطة الحوض العلوي ، خريطة الحوض الأوسط والسفلي ، خريطة مكبات النفايات ، خريطة الحفر الغائرة خريطة استخدامات الأرض في الحوض ، خريطة نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM) بطريقة آليـــة موفـــرة بذلك الوقت والجهد والمال ومحققة الدقة في النتائج المعـــتمدة على مصادر بيانات دقيقـــة وشاملة متمثلة في المرئية الفضائية ، ونموذج الإرتفـــاعات الرقمية (DEM) الخاصة بالحوض ٠

وعند الشروع في تصميم قاعدة بيانات وادي لبن يـــجب مراعاة المراحل الرئيسيـــة في إنشاء قواعد البيانات الجغرافية بصورة متسلسلة ودقيقة والتي من شأنها أن تصبح أسس بناء قاعدة بيانـــات حوض وادي لبن دقيقة وصحيحة أيضاً وذلك من أجل الوصول إلى النتائج المرجـــوة من بناء تلك القاعـــدة وتتمثل تلك المراحل في :-

أولاً : تحديد المشكلة أو الهدف من إنشاء قاعدة البيانات (Define the Problem) ٠

يتمثل الهدف من إنشاء قاعدة بيانات حوض وادي لبن في دراسة الخصائص المورفومترية بمـــعنى إنشاء قاعدة بيانات ذات خصائص مورفومترية تشمل كل ما يتعلق بالخصائص الهندسية وشبكـــة التصريف المائية لحوض وادي لبن ومن ثم بناء المعادلات المورفومترية استناداً على تلك العناصر الأساسية الرئيسية التي بنيت منها قاعدة بيانات وادي لبن ٠

ثانياً : تحديد البيانات المطلوبة (Determination of the Data Requirements) ٠

يتم تحديد البيانات المطلوبة استناداً على هدف الدراسة المتمثل في دراسة الخصائص المورفومترية بطرق آلية متمثلة في برامج نظم المعلومـــات الجغرافيـــة والتي تتطلب بيانات معينة تتـــوافق مع تلك النظم و تتميز بصفات أهمها (ذات مصادر متطورة رقمية حديثة ، درجة وضوح مكاني عالية) كالمرئية و بيانات الإرتفاعات الرقمية (DEM) ليسهل إدخالها وتخزينها في قاعدة البيانات ٠

وقد توفرت لتلك الدراسة نوعين من البيانات من أجل بناء قاعدة بيانات وادي لبن :-

(١) بيانات مساحية (Raster Data) :-

(أ) مرئيـــة فضائيـــة للقمر الصناعـــي (Ikonos) بدرجـــة وضوح مكانـــي (١متر) ومقياس (١ :٦,٠٠٠) ٠

(ب) نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) بهيئة (Grid) بدقة بلغت (٢٠متر) تم الحصول عليها من تحويل نموذج الإرتفاعات الرقمية الخطية النقطيـــة TIN(Vector Data) إلى بيانات مساحية (Raster Data) بهيئة (Grid) ٠

(٢) بيانات خطية (Vector Data) :-

(أ) بيانات خطية اعتمادا على المرئية الفضائية (Satellite Images) متمثلة في بيانات طبقات قاعدة بيانات حوض وادي لبن (النقطية والخطية والمساحية) والتي تمثل العناصر المورفومترية الأساسية لبناء تلك القاعدة٠

(ب) بيانات خطية اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ذات القيم (X ,Y ,Z) لبن (النقطية والخطية والمساحية) والتي تمثل العناصر المورفومترية الأساسية لبناء تلك القاعدة٠

ونظراً لاختلاف مصادر البيانات الداخلة في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن اختلفت طرق إدخال تلك البيانات إلى القاعدة وطرق بنائها والتي شملت الطريقتين التاليتين :-

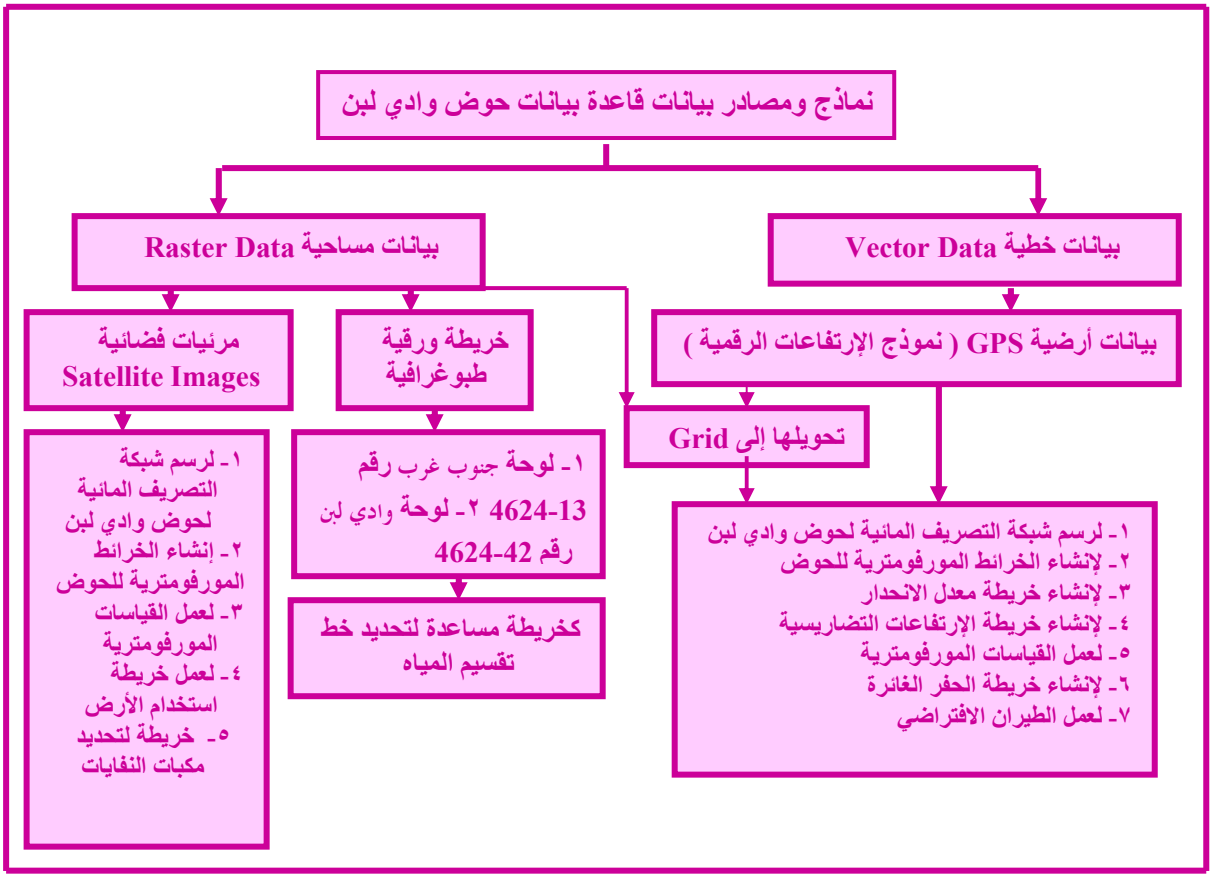
* **الطريقة الأولى :-** تعتمد في رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن على المرئية الفضائية (Ikonos) بطريقة يدوية آلية عن طريق رسم شبكـــة التصريف اعتماداً علـــى المرئيـــة ذات الوضوح المكاني (Spatial Resolution) (١متر) ومقياس رسم (١ : ٦٠٠٠) باستخدام أسلوب الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) وذلك لما تقدمـــه المرئية الفضائية من درجة ووضوح مكاني عالي ساعد في رسم المجاري الدنيا لشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن والتي لم تظهرها الخرائط الكنتورية لحوض وادي لبن المتوفرة بمقياس رسم (١: ٥٠,٠٠٠) ٠

* **الطريقة الثانية :-** تعتمد في رسم شبكـــة التصريـــف المائية من نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM – Digital Elevation Model)لحوض وادي لبن بطريقـــة آلية تلقائيـــة وذلك باستخدام أدوات التحليل الذي يتيحها برنامج (Arc GIS) من خلال المستوى الثالث المتمثل في (Toolbox - Spatial Analyst Tools – Hydrology) ٠

ثالثاً : بناء النموذج التصوري للبيانات (Construction of the Conceptual Data Model) ٠

ولكي يتكامل بناء قاعـــدة البيانات الجغرافية يجب وضع مخطط (Data Base Schema) يوضح خطوات بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن من خلال تصنيف نماذج ومصادر البيانات في القاعدة وبيان مراحل العمل لكل نوع من تلك البيانات وشكل (٦) يوضح بناء النموذج التصوري للبيانات ومراحل العمل في قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن ٠

شكل (٦) رسم تخطيطي لبناء النموذج التصوري لبيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن ومراحل العمل فيها



المصدر : عمل الباحثة

(ج) مكونات قواعد البيانات الجغرافية (Geodatabase Components) :-

تتكون قواعد البيانات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن من شقين أساسيين ومتكاملين من أنـــواع البيانات هما البيانات المكانيـــة (Spatial Data) وهي البيانات المرتبطة بقاعدة البيانات بموقع محدداً مكانياً حسب إحداثيات معينة أما أن تكون (X,Y) أو (X,Y,Z) والبيانـــات الوصفية (Descriptive Data) وهي البيانات التي تصف البيانات المكانية بصورة قـــوائم وتقارير وجـــداول ورسوم بيانية ورموز ٠ (صالح ، ٢٠٠٠م ، ص٩٤)

ويتوقـــف نجاح قاعـــدة البيانات الجغرافيـــة على درجـــة الربط بين هذيـــن النوعين من البيانـــات (Database Links) وتخزن البيانـــات المكانيـــة والوصفيـــة في قواعد البيانات بشكل جداول مكونة من أعمدة أو حقـــول تحمل سمات تلك الجداول وصفـــوف أو سجلات تمثل البيانات الفعلية للجداول ٠

وتعتبر هذه البيانات المخزنة في تلك القواعـــد بأنها بيانات لعدد من المتغيرات لظاهرة جغرافيـــة ما في رقعة مكانية معينة ومحددة بإحداثيات جغرافيـــة دقيقـــة وواضحة ، ومن خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية المختلفة نستطيع أن نـــعمل توافـــق وارتباط بين البيانات المكانية والوصفية كما في قاعـــدة بيانات حوض وادي لبن التي تضم :-

أولاً : البيانات المكانية : (Spatial Data) في حوض وادي لبن وتتكون من:

(١) البيانات المساحية (Raster Data)

وهي البيانـــات التي تتكـــون من وحـــدات مساحيـــة صغيـــرة يطلـــق عليها (Pixel) ٠

(أ) المرئية الفضائية (Satellite Images) لحوض وادي لبن ٠

تعتبر المرئية الفضائية (Satellite Images) المأخـــوذة من القمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) ذات الوضوح المكاني (Spatial Resolution) المتمثـــل (١متر) والتي تـــمثل منطقـــة الدراسة لحوض وادي لبن من أهم مصادر البيانات التي اعتمد عليها في بنـــاء قاعدة بيانات حوض وادي لبن حيث يتم الاعتماد عليها في استخلاص البيانات الخطية (Line) المتمثلة فـــي (خط تقسيم الميـــاه

شبكة التصريف ، طول الحوض ، عرض الحوض) والبيانات النقطيـــة (point) المتمثلة في نقطة المصب والمنبع ، والبيانات المساحية (polygon) المتمثلة في مساحة حوض وادي لبن ٠

ويحدد هدف الدراســـة خصائص المرئيـــة والقمر الصناعي المنتـــج لها وذلك لما لتلك الخصائص من علاقة وثيقة في تحديد معالم الظاهـــرة الجغرافيـــة المدروسة وهنـــاك عوامل تتحكم في تفسيـــر المرئية أهمها الوضوح المكانـــي (Spatial Resolution) مقياس الرسم ، النطاقات الطيفية ، (الصالح ، ١٩٩٢م ، ص ص٨٨ ، ٨٩)

وهناك العديد من الأقمار الصناعية ذات برامج متنوعـــة تقـــوم بمسح أجزاء مختلفة من العالم لإنتاج مرئيات فضائيـــة متعددة وبما أن تصنيف ورسم رتب شبكـــة المجـــاري المائيـــة خاصةً الرتب الدنيا تتطلب درجة عاليـــة من الوضوح المكاني فقـــد تم اختيار القمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) نظراً لدرجـــة الوضوح المكاني العالية التي يتميز بها مرئياته وهي التي توفرت للباحثة رغم أن هناك قمر آخر ذو درجة وضوح مكاني أعلى متمثلاً في (Quick Bird) بلغ درجـــة وضوحـــه المكاني (٦٠سم) والذي لم يتوفر لهذه الدراسة ٠

و يقصد بدرجـــة الوضوح المكاني : – هي قـــدرة جهاز تصويـــر القمر الصناعي على تسجيل أدق التفاصيل للظاهرات الجغرافية الصغيرة في شكل خليـــة الأمر الذي يؤدي إلى دقة في القياس ودقة في النتائج ٠ (الصالح ، ١٩٩٦م ، ص٢٣)

بدأ العمل على القمر الصناعي الأمريكـــي (Ikonos) عام (١٩٩٩م) وهو من أحدث الأقمـــار ومن أكثرهـــا تطوراً حيث بلغت درجـــة الوضوح المكاني له (١م _٤م) ومقياس الرسم لمرئياتـــه (١: ١٠,٠٠٠) إلى (١: ٥,٠٠٠) (الصالح ،١٩٩٦م ص١٣–١٥) ، (Prof.Vincent Tao, 2005 , P.5-6)

وبما أن مرئية حـــوض وادي لبن للقمـــر الصناعي (Ikonos) مأخوذة بنظـــام البانكروماتيكـــي (Panchromatic Mode) أحادي النطاق والذي يظهر المرئية باللون الأسود والأبـــيض مـــع درجة وضوح مكاني عالي (١م) فإن بعض متطلبات البحث كعمـــل البعـــد الثالـــث والطيـــــران الافتراضي والمحاكـــاة ، يكون الأفضل إجرائها على مرئية متعددة الأطيـــاف (Multispectral Mode) والذي يسجل ثلاثة نطاقات ملونـــة (الأخضر، والأحمر ، الأزرق) المرئية ذات النطاقات المتعددة والملونة تسهل عملية التمييز بين ظاهرات سطح الأرض المختلفة بسبب زيادة تباين المرئيـــة الذي يوضح الفروق والاختلافـــات بين القيم الرقمية لبكـــسل (Pixel) المرئيـــة ٠(عبـــداللاه ، ١٤٢٦هـــ ، ص ٢٨٠)

(ب) نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (Grid)

يتطلب إجراء وتطبيق التحليلات المورفومترية المتعلقة في المتغيرات المحددة في الدراسة والمتمثلة في رسم شبكة التصريف لحوض وادي لبن في الدرجة الأولى ومن ثم تطبيق المعادلات المورفومترية عليها بتحويل نموذج الإرتفاعات الرقمية الخطية النقطية والتي تغطي حوض وادي لبن بشبكة من النقاط بهيئة (TIN) لها قيم (X,Y,Z) إلى بيانات مساحية (Raster Data) بهيئة (Grid) باعتبار تلك النوع من البيانات أحدى متطلبات التحليل المورفومتري والتي لابد من توفرها بتلك الهيئة المتمثلة (Grid) ، والتي يتم إجرائها في المستوى الثالث لبرنامج (ArcGIS) والمتمثل في (Toolbox) من خلال أدوات التحليل (Spatial Analyst Tools - Hydrology) ٠ كذلك يتم الاستفادة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (Grid) في بناء سطح ثلاثي الأبعاد لحوض وادي لبن وذلك من أجل المساعدة في فهم طبوغرافية الحوض بشكل عام ٠ (القرادي ١٤٢٨هـ ، ص ١٠٤)

(ج) الخرائط الطبوغرافية الورقية (Topographic Maps) :-

تهدف هذه الدراسة في بيان دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية وبما أن تلك الدراسة قد اعتمدت على مصدرين من مصادر البيانات هما (المرئية الفضائية ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM) ومن ثم بيان إيجابيات وسلبيات كل مصدر من تلك المصادر و إجراء المقارنة بينهما ، وبما أن تحديد خط تقسم المياه لحوض وادي لبن اعتمد على التفسير البصري للباحثة وأن قراءة وتحديد الظاهرات الجغرافية سواء كانت بشرية أو طبيعية تحتاج الكثير من الخبرة في عملية التفسير لذلك استعانت الباحثة بالخريطة الطبوغرافية لحوض وادي لبن كخريطة مساعدة في تحديد ورسم خط تقسيم المياه وكذلك في تحديد نقطة المصب والمنبع ومن أجل أن تكون الرؤية واضحة للمقارنة والوقوف على أسباب اختلاف نتائج الطريقتين ومن ثم توثيق نتائج المقارنة ٠ وبعد تحديد إحداثيات حوض وادي لبن تبين أن الحوض يجب تغطيته بلوحتين طبوغرافيتين هما لوحة الرياض جنوب غرب رقم (13-4624) ولوحة وادي لبن (42-4624) بخلاف ما تم في الدراسات السابقة التي اعتمدت على لوحة طبوغرافية واحدة ٠

(٢) البيانات الخطية (Vector Data) :-

وهي البيانات التي تتمثل بشكل (نقطة ، خط ، مساحة) ويمكـــن تصنيف هذا النوع من البيانات الداخلة في إنشاء قاعـــدة بيانات حوض وادي لبن إلى نوعين حسب مصدر البيانات التي تم الحصول عليها ٠

(أ) بيانات خطية معتمدة على المرئية الفضائية (Satellite Images) :-

يتطلب بناء قاعدة بيانات حـــوض وادي لبن بيانـــات خطية معينـــة ومحددة يتم الحصول عليها من مرئية منطقة الدراسة وذلك تحقيقاً لهدف الدراســـة المتمثل في دراسة الخصائص المورفومترية ، ويتم حساب تلك البيانات بصورة متتابعة تبدأ كمرحلـــة أولى بتحديد خط تقسيم المياه الذي يمثل محيط الحوض ثم ننتقل إلى المرحلة الأخرى والمتمثلة في رسم شبكة التصريف المائية بما تحتويها من روافـــد ومجرى رئيسي للحوض وتصنيفـــها على شكل رتب ثم نقوم بتحديد نقطـــة المصب التي تمثل أدنى نقطة ، والمنبع الذي يمثـــل أعلى نقطـــة لكي يسهل تحديـــد طول الحوض كما سيتم حساب عرض الحوض و تعتبر تلك البيانات العناصر الأساسيـــة المورفومتريـــة التي تساعدنـــا في تطبيق المعادلات المورفومتريـــة لحوض وادي لبن لذلك فإن **الخطوة الأولى** في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن وهي تحرير البيانات الخطية المتمثلة بشبكة التصريف المائية من البيانات المساحية المتمثلة بمرئية الحوض والتي تمثل العناصر الأساسية الداخلة في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن المورفومترية ٠

ثم **الخطوة الثانية** تطبيـــق المعادلات المورفومتريـــة اعتماداً على تلك العناصر الأساسية وصولاً إلى النتائج المرجوة من تلك الدراسة ٠

(ب) بيانات تحديد المواقع (Global Positioning Systems) (GPS)

قامت الحكومة الأمريكية متمثلة بوزارة الدفاع والمؤسسة الأمريكية لشئون الملاحة عـــام ١٩٧٣م بوضع وتطوير نظم الملاحة وتحديد المواقع على سطح الأرض بواسطة الأقمار الصناعية التي وصـــل عددها (٢٤) قمراً حيث تبث (٢٤) ساعة دون التقيد بظروف الطقس وقـــد وصـــلت دقتـــها الأرضية مابين (١-١٠م) ٠(عزيز ، ٢٠٠٠م ، ص١٥٩) ، (الربيش ، ٢٠٠٢م ، ص٢٣)

وللأقمار الصناعية من هذا النوع فوائد كثيرة تتعدى الأغراض العسكرية والملاحية حيث يمكن للمستخدمين المدنيين الاعتماد عليها في أبحاثهم الحقلية وذلك عن طريق أجهزة يدوية صغيرة تشبه الآلة الحاسبة أو أجهزة التلفون المحمول سهلة النقل والاستخدام تتصل بالأقمار الصناعية عن طريق هوائي يبث المعلومات و تقوم تلك الأجهزة بتسجيل البيانات التي تم قياسها ومن ثم نستطيع توصيلها بالحاسب الآلي لكي يتم تفريغها ومن ثم تمثيلها ورسمها ٠

وتمثل البيانات التي تم الحصول عليها من أقمار الملاحة وتحديد المواقع على سطح الأرض والتي يطلق عليها نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) من أهم المصادر المعلوماتية التي تعتمد عليها نظم المعلومات الجغرافية إلى جانب المرئيات الفضائية في الوقت الحاضر ٠

وتعتبر البيانات الرقمية المتمثلة بنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لحوض وادي لبن نقطة الارتكاز الثانية التي تعتمد عليها بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن لما لهذه البيانات من أهمية في استخدامها لإجراء التحليلات المورفومترية من خلال البرنامج (Arc Info) والمتمثل في مستواه الثالث (Toolbox - Spatial Analyst Tools – Hydrology) وتعرّف بيانات الإرتفاعات الرقمية ببيانات النمذجة ، والمتمثلة في النماذج ذات الأبعاد الثلاثية (Z,Y,X) وهي تشمل نموذج التضاريس الرقمية (DTM) (Digital Terrain Model) والتي يقصد بها إرتفاع كل التضاريس بصورة عامة لمنطقة الدراسة ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) (Digital Elevation Model) والتي تمثل إرتفاع ظاهرة معينة ومحددة في منطقة الدراسة بصورة خاصة كنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) الذي يغطي حوض وادي لبن ٠

وتوفر لنا أقمار الملاحة وتحديد المواقع على سطح الأرض عدة بيانات أو مخرجات معلوماتية للأجهزة (GPS) (Output-files) صالحة للقراءة في أغلب برامج نظم المعلومات الجغرافية وعلى رأسها (Arc Info) المعتمد في هذه الدراسة ٠

حيث توفر لنا عدة بيانات مكانية أهمها والتي يمكن الاستفادة منها في تطبيقات وإجراء التحليلات المورفومترية هي :-

* الإحداثيات الجغرافية للمواقع (X . Y) ٠
* ارتفاع مناسيب نقاط المواقع عن مستوى سطح البحر (Z) ٠
* الاتجاه للظاهرات الجغرافية على سطح الأرض ٠ (عزيز ، ٢٠٠٠م ، ص١٦٠)

وأن نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) المتعلقة بالظاهرة الجغرافيـــة والمتمثلـــة في الإحداثيات والارتفاع والاتجاه المنتظمـــة تكون على هيئة شبكة من البيانات الخطية النقطية حيث يتم الاعتماد عليها في إجـــراء التحليلات المورفومتريـــة من خلال أدوات التحليل الذي تتـــيحها برامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثلـــة في (Spatial Analyst Tools – Hydrology) ذلك بعد أن يتم تحويلها إلى بيانات مساحية بهيئـــة (Grid) باعتبار أن أحدى متطلبـــات التحليل تستوجب توفير نموذج الإرتفاعات الرقمية بتلك الهيئة ٠

ثانياً : البيانات الوصفية (Descriptive Data) :-

تعتبر البيانات الوصفيـــة الشق الثاني لقاعـــدة البيانات الجغرافيـــة والتي تصف البيانات المكانية أو تعطيها خصائصها ومواصفاتها المختلفة ٠

وقد يلتبس الأمر على البعض في تصنيف البيانات الوصفيـــة معتبرين أنها نصوص كتابية فقط ولكن في الحقيقة تتنوع البيانات الوصفية في وصف الظاهرة الجغرافيـــة برقم معين أو نسبة أو معدل مالم تحدد تلك البيانات بموقع جغرافي ٠

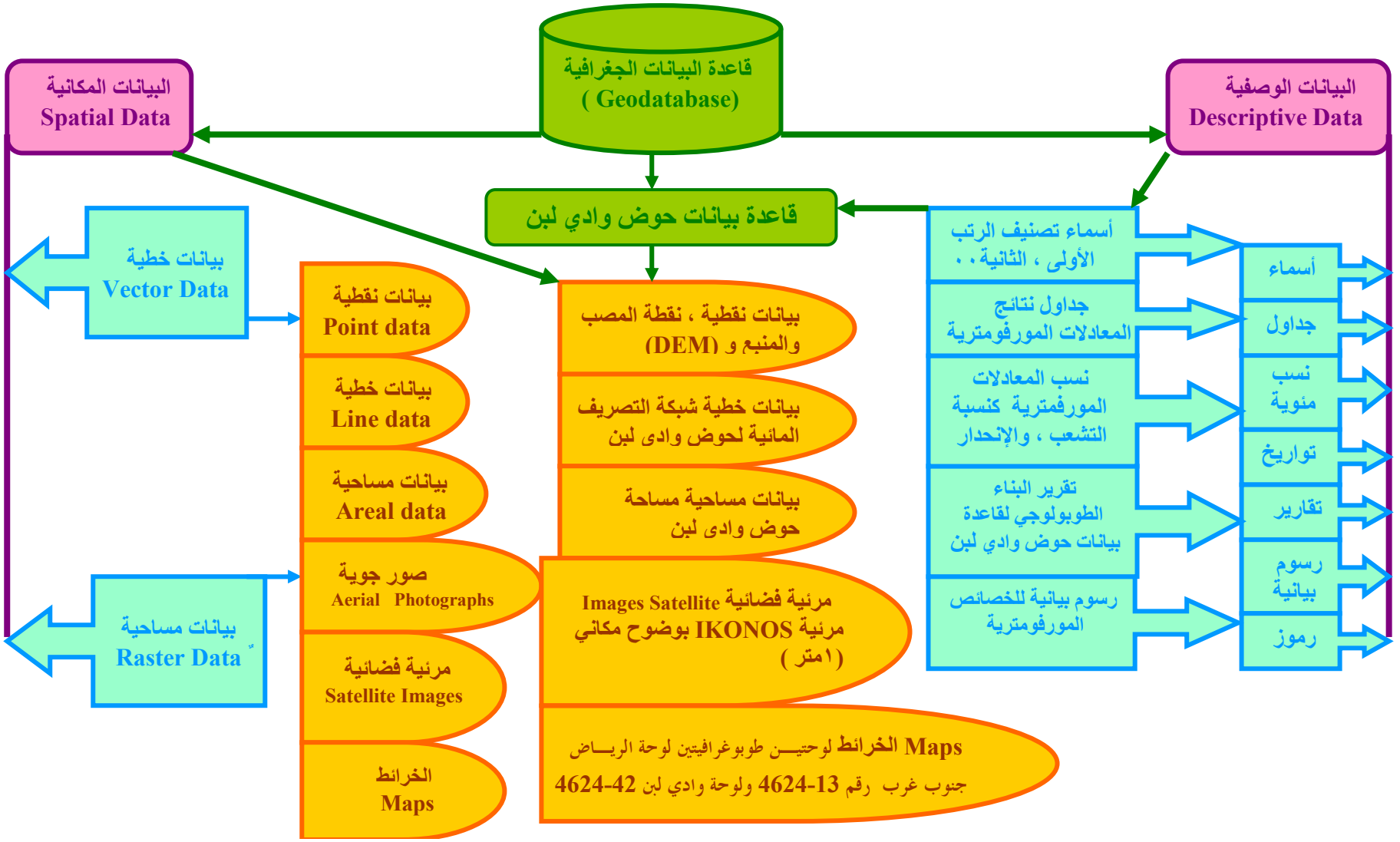
وتتضمن البيانات الوصفية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن العناصر التالية :-

* **الأسماء :-** وتتعلق بكل ما يخص من أسماء الظاهـــرة الجغرافيـــة المتمثلـــة بحـــوض وادي لبن كأسماء الرتب المصنفة والمعلومات البيئية والتي تشمل أسمـــاء ومواقع وصفات المناطق المتضررة بيئياً (مواقع مكب النفايـــات ومخلفات البنـــاء ، الحفر الناتجـــة عن نقل التربات ، مناطق المعرضة للسيول والفيضانات) ٠
* **التواريخ :-** وتشمل كل ما يتعلق بالتواريخ والفتـــرات الزمنية كتاريخ إنتاج المرئية الفضائية ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠
* **النسب المئوية :-** وتضم كافـــة النسب والمعـــدلات التي تم الحصـــول عليها من تطبيـــق المعادلات المورفومتريـــة والتي تضم (نسبة التشعب ، معامل الاستدارة ، معامل الاستطـــالة معدل الانحدار ، نسبة التضرس ، معدل النسيج) ٠

* **التقارير :-** وتضم التقارير التي تم إعدادهـــا عن الظاهـــرة الجغرافيـــة سواء كانت نصوص أو أعداد ، كتقرير البناء الطوبولوجي الذي يوضح مجموع الأخطاء ومكانهـــا ونوع القانون الذي يناسبها ٠
* **الرسوم البيانية :-** وتشمل كل الرســـوم البيانيـــة المختلفـــة والتي بواسطتهـــا يتم تمثيـــل البيانات الكميـــة بشكل رسوم بيانيـــة والموجـــودة في قواعـــد البيانات كالمنحنى الهستوغرام (Histogram) لنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ومنحنى الهيدروغراف(Hydrograph)٠
* **الجداول :-** وهي كافـــة الجداول التي تضم قيم الأطوال والمساحـــات والزوايـــا والنسب لمتغيرات قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن ٠
* **الرموز :-** وتضم كافـــة الرمـــوز الكميـــة والنوعيـــة المختلفـــة (نقطية ، خطية ، مساحية) في قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن كتصنيف شبكة التصريف المائية للحوض ٠

ويوضح شكل (٧) أنواع البيانات التي تم الاعتمـــاد عليها في بناء قاعدة البيانـــات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن ٠

الشكل (٧) (نموذج لقاعدة البيانات الجغرافية المطبقة لدراسة حوض وادي لبن)



عمل الباحثة بالاعتماد على : صالح ، أحمد سالم ، (٢٠٠٠م) ، مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية .

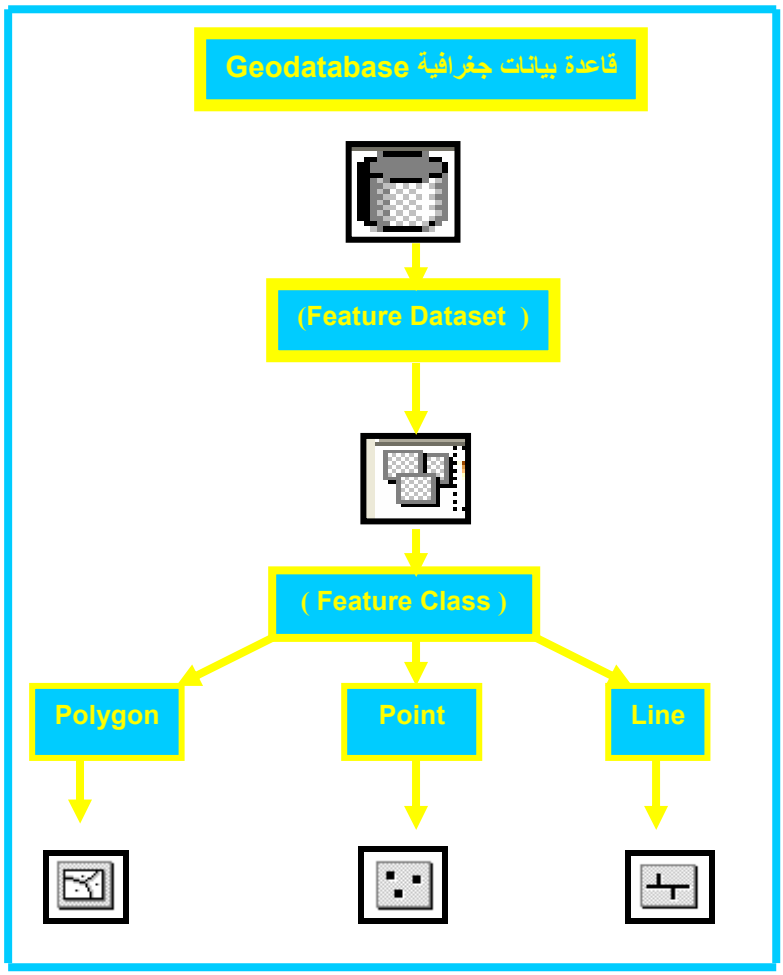
(د) أنواع قواعد البيانات (Geodatabase Types) :-

تتـــفق معظم قواعد البيانات في نماذج بنائها (Structure Model) على ثلاثـــة هياكل أو أنماط رئيسية حيث تصنف قـــواعد البيانات حسب نوع تلك التصاميم أو الهياكل :-

(١) قواعد البيانات الهرمية :- (Hierarchical Databases)

هي نوع من الهيكلة لقاعدة البيانـــات تكون البيانـــات فيها مرتبطـــة مع بعـــضها البعض بعلاقة الواحـــد مع الكل وتتـــدرج تلك المعلومـــات في هذا النوع من قواعد البيانات حسب أهميتها بشكل هرمي يبدأ من الرأس وينتهي عند القاعـــدة من خلال تفرعات مترابطـــة والشكل (٨) يوضح ذلك التسلسل الهرمي لقواعـــد البيانات الهرمية .

الشكل (٨) (نموذج لقواعد البيانات الهرمية)

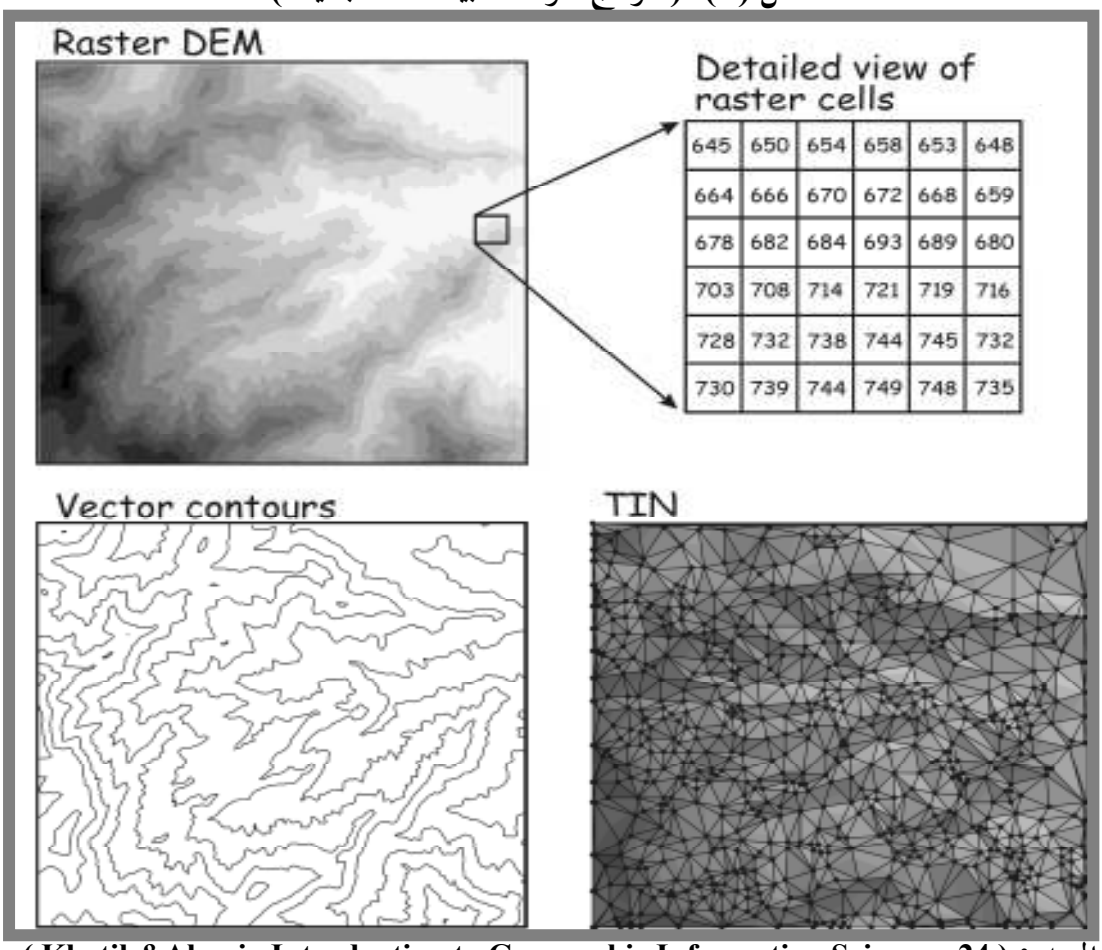


المصدر : (ESRI , Building Geodatabases, 2003 , I pp2-3 ,2-7)

(٢) قواعد البيانات الشبكية :- (Network Databases)

تكون البيانات في هذا النوع من الهيكلة مرتبطـــة مع بعضها البعض بعلاقة الكل مع الكل مكونة فيما بينها ترابط على شكل شبكة والشكل (٩) يوضح انتظام البيانات بشكل شبكة في قواعـــد البيانات الشبكية .

الشكل (٩) (نموذج لقواعد البيانات الشبكية)



المصدر: (Khatib&Alami , Introduction to Geographic Information Science p24)

(٣) قواعد البيانات العلائقية الترابطية :- (Relational Databases)

تسمى قواعد البيانات التي تتخذ هذه الهيكلة بقواعد البيانات الجدولية لارتباط البيانات فيها وفق علاقـــــة الكل مع الكل ويكون لكل معلومة رمز تعريفي (ID) يتم الاعتماد عليه في البحث داخل قاعدة البيانات حيث يتم استعراض الجدول المرتبط بذلك الرمز التعريفي ، وتساعد هيكلة ملفات البيانات في قواعـــد البيانات بنمط معين على الوصول لتلك الملفات بيسر وسهولة كما أن تلك الهيكلة تساعـــد في إجراء التحليلات المتقدمـــة والتطبيقات الجغرافيـــة المختلفة بصورة

صحيحة ودقيقة مما يوفر الجهد والوقت والمال ٠(السيد ، ١٤٢٥هـ ، ص٣١) ، (أوبل ، ٢٠٠٤ ، ص١١)
وتعتبر قواعد البيانات العلائقيـــة الترابطيـــة من أول أنواع التصاميم التي استخـــدمت مفهوم الرمز (Cood) الذي يرمز إلى جدول مكون من صفوف (Rows) وأعمدة (Columns) كل صف يمثل بيانات كل حالة من حالات الظاهرة الجغرافية وكل عمود يمثل أحـــدى خصائص تلك الظاهرة وأما الصفوف والأعمدة فهي تمثل أداة الربط بين الجداول المختلفـــة في قاعدة البيانات الترابطية عبر الرمز التعريفي ٠(يورس ، ٢٠٠٤، ص٢٩)
كذلك تسهل الأعمدة والصفوف في الهياكل الجدولية عملية الدمج بين البيانات المكانية والبيانـــات الوصفية وتجعل عملية المعالجة والتحليل والاستفهام سهلة في قواعد البيانات الجغرافية ٠
و يتم وفق هذا النوع من الهيكلة تجميع كل السجلات التي لها مجموعة من الصفات المشتركة لتشكل علاقة أو جدول موحد ، فـــهي ذات خاصية في التعبير وتوضيح العلاقـــات المشتركة الموجودة بين المعالم الجغرافية حسب الواقع الفعلي ٠
وبهذا أصبحت قواعـــد البيانات العلائقية من أكثر الأنواع استخداماً وذلك لما تتميز به من خصائص تفوق غيرها من أنواع التصاميم ٠

وتتلخص تلك الميزات فيما يلي :-

* : تتميز بمنهجية تصميم سهلة مبنية على أسس نظرية معقولة ٠
* : يمكن تحويل كل أنواع قواعد البيانات إلى قاعدة بيانات علائقية ترابطية ٠
* : سهولة في التشغيل والتنفيذ والاستخدام ٠
* : سهولة استرجاع البيانات المخزنة فيها ٠
* : كفاءة لغة الاستفهام (SQL) (Structured Query Language) والتي تعني معالجة البيانات دون الحاجة إلى برامج تطبيقية مساعدة ٠
* : إمكانية ربطها بالبيانات المكانية ٠ (Michael Zeiler , 1999 , P92) ، (عثمان ، ١٤٢٥هـ ، ص١٩)

ونظراً للخصائص التي تتميز بها الهيكلة العلائقيـــة الترابطيـــة بما يتناسب مع هدف الدراسة التي تتطلب نوع من التصاميم مبني على العلاقات الرياضية الجبرية من أجـــل تطبيق المعادلات الرياضية المورفومترية وكذلك نـــوع من الهيكلـــة توضح العلاقة بين معالم الظاهرة الجغرافية بجداول مصنفة ومفهرسة ومرتبطـــة بالبيانـــات المكانية كما هو في شبكـــة التصريف المائية لحوض وادي لبن التي تتطلب هيكلة جدوليه لمعرفة خصائص تلك الشبكة فيما يخص بإعداد الروافد ، وأطوالها ، ورتبها ومساحة تصريفها وجميع القيم المورفومترية المحسوبة والمستخرجة منها فقد تم تبني هذا النوع نظراً لما تحققه من ربط بين البيانات المكانية والوصفية.

وتتلخص قواعد البيانات العلائقية الترابطية لحوض وادي لبن بالنقاط التالية :-

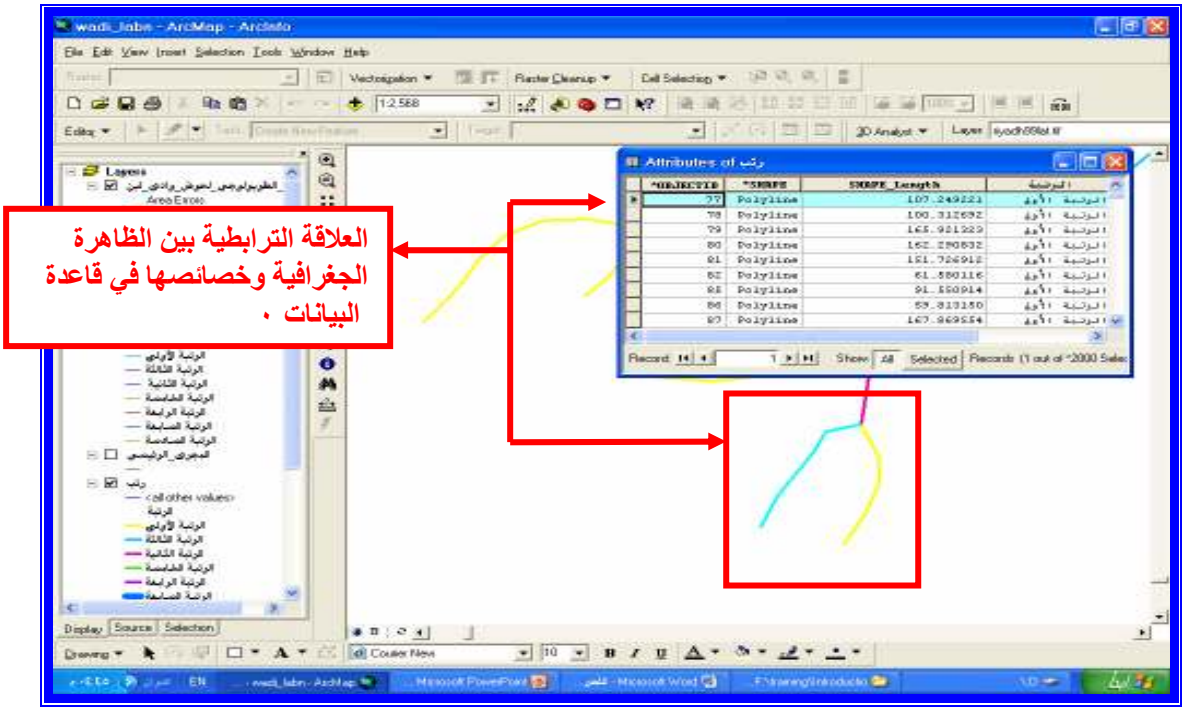
* : تميزهـــا بالخصائص ذات النظريـــة الرياضية الخاصـــة بالعلاقـــات الجبريـــة (Algebraic Relationships) وهذا يفيد في التطبيقات المورفومترية الرياضية لحوض وادي لبن حيث تتوافق مع متطلبات الدراسة المبنية أساساً على قياس (المسافات والمساحات والإرتفاعـــات و الإتجاهات) والتي تعتبر العناصر الأساسية لقاعدة البيانات المورفومترية للحوض وادي لبن.

* : لها خاصية توضيح العلاقـــات الموجودة بين المعالم الجغرافيـــة حسب الواقع الفعلي كعلاقـــة الرتب مع بعضها البعض مكونـــة شبكة التصريف المائية ، الأمر الذي يمنع تكرار المعلومات في قواعد البيانات ويجعل عملية المعالجـــة والتحليل المورفومترية والاستفهام سهلة في قواعد البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن .

* : اعتماد برامج نظم المعلومات الجغرافية ذات الإصدارات الجديدة المتمثلة في (Arc Info V.9.0) والذي اعتمدته الباحثـــة في إنجاز هذه الدراسة على هذا النوع من الهيكلة وذلك بسبب الخصائص السابقة الذكر .

ويوضح الشكل (١٠) بيانات الظاهرة الجغرافيـــة وكيف أنها مرتبطة بجدول يبين خصائص تلك الظاهرة في قواعد البيانات العلائقية ٠

الشكل (١٠) (نموذج لقواعد البيانات العلائقية الترابطية لحوض وادي لبن)



(٣) برامج نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في بناء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن :-

تختلف برمجيات صنع الخرائط بإستخدام الحاسب الآلي عن برامج نظم المعلومات الجغرافية في أن تلك البرمجيات تهدف إلى استبدال الطريقة التقليدية في رسم الخرائط إلى طرق حديثة بينما برامج نظم المعلومات الجغرافية تهدف إلى الربـــط المكاني للظاهرة الجغرافيـــة مع بياناتها الوصفية ضمن نظام إحداثي يحدد موقع تلك الظاهرة على سطح الأرض مما يساعد على إجراء التحليل المتكامل بين معالم الظاهرة الجغرافية ضمن هذا النطاق المكاني ٠

ويحدد هدف الدراسة وطبيعة البيانات المراد تحليلها والنتائج المرجوة من تلك الدراسة خصائص البرنامج الذي يجب استخدامه في عملية إنجاز التحليلات والتطبيقات المتعلقة بالدراسة ٠
وتشمل أهداف هذه الدراسة على بناء قاعدة بيانات تحتوي على متغيرات مورفومترية ومن ثم تطبيق المنهجية الرياضية للتحليل المورفومتري للوصول إلى مخرجات رقمية دقيقة تعتبر الخرائط في المقام الأول لتلك المخرجات مما يستوجب وجود برنامج له القدرة في المعالجة والتحويل والتحليل والربط وإدارة وتنظيم البيانات وعرضها إضافة إلى أدوات تمكننا من إجراء العمليات المتعلقة بالإخراج النهائي للخرائط كالتصنيف ، الترميز ، ووضع أساسيات الخريطة المتعلقة بالإخراج كالمساقط ، والإحداثيات ، المقياس ، المفتاح ، الإطار ، الكتابة ، تاريخ الخريطة ، الجهة المنفذة المصدر ٠
وهذا ما ينطبق على برنامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثل في (ArcInfo V.9.0) المنتج ضمن برمجيات معهد الأبحاث والنظم البيئية الأمريكي (ESRI) حيث يعتبر البرنامج الرئيسي الذي اعتمدت عليه الباحثة في إنجاز هذه الدراسة ٠
و يعد برنامج (ArcInfo) من أهم برامج نظم المعلومات الجغرافية والذي يعمل على تحويل البيانات من مصادرها المختلفة إلى معلومات خطية ومساحية يتم تخزينها في ذاكرة الحاسب الآلي ويمكّننا من إدارتها وتحليلها وعرضها وهو بذلك من البرامج الهامة الذي يزودنا بالأدوات اللازمة لصنع وإدارة المعلومات المكانية وربطها بالمعلومات الوصفية وإجراء التحليل الجغرافي لها٠
كما يمكننا من دمج واستخدام المرئيات الفضائية والصور الجوية كمصدر بيانات لقاعدة البيانات التي تبنى بواسطته وإضافة إلى قدرته على عرض نتائج التحليل بإشكال متنوعة متمثلة في (الخرائط الرسوم البيانية ، التقارير) ٠
وتتطلب تطبيقات الدراسة الاستعانة ببرامج نظم المعلومات والاستشعار عن بعد وذلك لتحقيق أفضل وأدق النتائج المتعلقة بالخصائص المورفومترية وهي مصنفة على النحو التالي :-

أولاً : برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS Software) :-

(١) برنامج (ArcInfo V.9.0) وذلك لإنجاز التطبيقات التالية بشكل يدوي آلي اعتماداً على المرئية :-

(أ) لإنشاء قاعدة البيانات حوض وادي لبن بمختلف طبقاتها النقطية والخطية والمساحية ٠

(ب) لرسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن وفقاً لتصنيف (Strahler) ٠

(ج) لتصنيف رتب شبكة التصريف لحوض وادي لبن ٠

(د) لتطبيق بعض المعـــادلات المورفومتريـــة (الخصائص الشكلية للشبكـــة ، خصائص الشبكة المائية ، خصائص كثافة التصريف) ٠

(هـ) لإنشاء ورسم الخرائط الرقمية الخاصة بمتغيرات الدراسة المورفومترية ٠

(٢) أدوات التحليل في برنـامج (ArcInfo V.9.0) الخاص بالتحليل المورفومتري المتمثـــل **(Spatial Analyst Tools – Hydrology)** والذي يمكـــن تطبيـــق وإجراء التحليل المورفومتري اعتماداً على مصدر البيانـــات التي تمثل نموذج الإرتفاعات الرقميـــة **(DEM)** بهيئة **(Grid)** ، وسوف يتم الاعتمـــاد على تلك الأدوات لإنجاز التطبيقات التاليـــة بشكل آلي تلقائي من أجل إجراء المقارنـــة بين الطريقتيـــن باختلاف مصادر البيانات التي تم الاعتماد عليها في تنفيذ كل طريقـــة للوصول إلى نتائج الطرق الآليـــة المختلفة التي يتيحهـــا برنامج **(ArcInfo V.9.0)** ضمن التطبيقات التالية :-

(أ) لإنشاء قاعدة البيانات حوض وادي لبن بمختلف طبقاتـــها النقطية والخطية والمساحية ٠

(ب) رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن وفقاً لتصنيف (Strahler) ٠

(ج) لتصنيف رتب شبكة التصريف لحوض وادي لبن ٠

(د) لتطبيق المعادلات المورفومترية المحددة في الدراسة ٠

(هـ) لإنشاء ورسم الخرائط الرقمية الخاصة بمتغيرات الدراسة المورفومترية ٠

(و) عمل تحليلات تعتبر كمتطلبات لتحليلات المورفومتريـــة مثل تحويل نموذج الإرتفاعات الرقمية من بيانات نقطية إلى بيانـــات مساحية بهيئة **(Grid)** وكذلك عمل **(Sink)** الذي يعتبر كمتطلب لإجراء تحليل (Slope) ٠

ثانياً : برنامج الإستشعار عن بعد (Remote Sensing Software) :-

المتمثل في (ERDAS) الخاص بتحليل المرئيات الفضائيـــة وهو برنـــامج يعمل بالنظام المساحي (Raster) ٠ (الدويكات ، ٢٠٠٣م ، ص٤٥) ويمكن من خلاله دمج البيانات التي تم الحصول عليها من المرئيـــات الفضائيـــة والصور الجويـــة وتحليلها ، كذلك يمكن تصدير ملفاته إلى برنامج (ArcInfo) ويتم الاعتماد عليه في عمل الآتي :-

(أ) عمل اقتطاع لمرئية الرياض يمثل هذا الاقتطاع منطقـــة الدراسة لحوض وادي لبن ليسهـــل إجراء التحليلات عليها ٠

(ب) عمل اقتطاع لنموذج الإرتفاعات الرقمية DEM ليطابق منطقة الدراسة لحوض وادي لبن ٠

(٤) الخصائص والمتغيرات المورفومترية لحوض وادي لبن

(Morphometry Properties & Variables) :-

تعتبر المتغيرات المورفومتريـــة في قاعـــدة البيانـــات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن مجموعـــة من القياسات المعتمدة على الأرقـــام والمأخوذة من المرئيـــة الفضائية ونموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) كمصادر بيانات لها ٠

وتنقسم القياسات المورفومترية بصورة عامة إلى نوعين هما :-

(أ) **قياس الأبعاد :-** وهي القياســـات المتعلقة بالبعد البسيط الذي يشمـــل طول الحوض وعرضه والمجرى الرئيسي وأطوال روافـــد شبكة التصريـــف وطول خط تقسيم الميـــاه كما تشمل على البعد الرأسي المتعلق بارتفاع مناسيب الحوض وأخيـــراً البعد المركب الناتج عن مربعات الأطوال للحصول على المساحة والشكل ٠

(ب) **قياس غير محدد بأبعاد :-** وهي أما أن تكـــون زوايـــا تشمل درجـــة انحـــدار الحوض أو نسب ومعدلات يتم حسابها من قياسات الأبعاد كنسبة التشعب ، نسبة الأطوال

معامل الوعـــورة ، نسبة الاستطالة ، نسبة الاستدارة ٠(أحمد مصطفى ، ١٩٩٥م ، ص ص١٧٨، ١٧٩)

وتأخذ القياسات أو المتغـــيرات المورفومترية في قاعـــدة البيانـــات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن تصنيفاً آخر يعتمد على نوع البيانات وبنائها الهندسي وهي كالآتي :-

* **قياسات خطية :** تتعلق بشبكـــة التصريـــف المائي كأطوال الروافـــد والمجرى الرئيسي وطول وعرض ومحيط الحوض ٠
* **قياسات نقطية :** تشمل تحديد أعلى وأدنى نقطـــة على خـــط تقسيـــم المياه في الحوض وكذلك نقطة المصب والمنبع ٠
* **قياسات مساحية :** تحتوي على مساحة الحوض والمساحـــات التصريفيـــة لرتب شبكـــة التصريف المائية ٠

وتسمى تلك القياسات بأنواعها الثلاثـــة العناصر المورفومتريـــة الأساسيـــة التي تبنى عليها قاعـــدة البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن ٠

* **قياسات أخرى :** تشمل النسب والمعـــدلات والزوايـــا (كنسبة التشعب ، نسبة الأطوال معامل الوعـــورة ، نسبة الاستطالة ، نسبة الاستدارة ، درجة انحدار ، معـــدل الإنحدار) تم الحصول عليها من العناصر المورفومتريـــة السابقـــة وذلك من خلال تطبيق صيغ المعادلات المورفومترية المحددة بالدراسة والتي ٠

ومن خلال هذه الدراسة تم تحديد ثلاثة مجموعات من المتغيرات المورفومتريـــة سوف تقوم الباحثة بتطبيقها من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعـــار عن بعد المستخدمة لإنجاز هذه الدراسة وهي كالآتي :-

(أ) الخصائص الشكلية للحوض المائي ٠

(ب) الخصائص المورفومترية للشبكة المائية ٠

(ج) الخصائص التضاريسية للحوض المائي ٠

الفصل الثالث

الخطوات العملية التطبيقية لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن

المقدمة :-

تعـــتبر مرحلة بناء قاعدة البيانـــات في مشاريع نظم المعلومات الجغرافية من أهم المراحل التي تحقق أهداف العمل ، ويحتل تصميم وبناء قاعـــدة البيانات أكبر نسبة من ميزانية أي مشروع والتي تقـــدر (٧٠% - ٨٠%) (كبارة ، ١٩٩٧م ،ص٨٣) ٠

ويتطلب بناء أي قاعدة بيانات في نظـــم المعلومـــات الجغرافية بيانات تختلف في مصادرها وأنواعها وطريقة تصميمها حسب الهدف المراد تحقيقـــه من الدراسة وكذلك تتطلب برنامج من برامج نظم معلومـــات الجغرافية ذا مستوى عالٍ من الكفاءة والتخصص لاستقبال وتخزيـــن وتصنيف ومعالجة وتحليل البيانات حسب متطلبات تلك الدراسة ٠

وسوف يتم الاعتمـــاد في إنجـــاز هذه الدراسة على برنامج (Arc Info-V.9.0) وهو من أهم البرامج المستخدمة في مجال نظـــم المعلومـــات الجغرافية التي تتميز بشموليـــة التطبيقات وأتساع التحليلات الجغـــرافية المتقدمـــة التي من شأنها أن تحقق الهدف الذي تمت من أجله تلك الدراسة والمتمثلة في (دراسة الخصائص المورفومترية) بواسطة تلك النظم ، حيث يحتوي على برامج فرعية ملحقة أو نظم صغيـــرة لكل منها مهمة محـــددة يكّمل ويسند بعضها الأخر مكونة بذلك البرنامج الشامل الذي يقـــوم بكل التطبيقات والتحليلات المتقدمة ويشمل على الأنظمة التالية :-

* نظام إدارة قواعد البيانات المكانية والوصفية Database (DBMS) Management Systems ٠
* نظام العرض الكارتوجرافي Cartographic Display System (CDS) ٠
* نظام ترقيم الخرائط Map digitizing System (MDS) ٠
* نظام التحليل الجغرافي Geographic Analysis System (GAS) ٠
* نظام التحليل الإحصائي Statistical Analysis System (SAS) ٠

* **نظام تحليل المرئيات Image Analysis System (IAS)** ٠ (عثمان ،١٤٢٦هـ ، ص٥)

كل هذه النظم تعمل مع بعضها البعض لدعـــم إنشاء قواعد البيانات الجغرافية في المقام الأول ، وأن إنشاء قواعد البيانـــات الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية لا تتم بالصورة الصحيحة والدقيقة ما لم يكن هناك طرق سليمة ودقيقة في عملية إدخال البيانات بمختلف أنواعها إلى قاعدة البيانات ٠

ويكمن الهدف من استخدام تلك الأنظمة في الوصول إلى مخرجـــات نظم المعلومات الجغرافية المبنية على ما تحتويه قاعدة البيانات الجغرافية من بيانات ٠

وبعد أجراء التحليلات المورفومترية آليـــاً بواسطة نظم المعلومات الجغرافيـــة وجمع وتحديد البيانات اللازمة لإنشاء قاعدة بيانات وادي لبن والمتمثلة في (المرئية الفضائية Satellite Images ، نموذج الإرتفاعات الرقمية Digital Elevation Model - DEM ، الخريطة الطبوغرافية) ، بالإضافة إلى تحديد البرنامج المناسب لعمل مشروع الدراسة والمتمثل في (Arc Info) يكون بذلك قد وفّرنا الأسس والعناصر الرئيسية للبدء في عملية إنشاء قاعدة البيانات الجغرافية لوادي لبن ٠

(١) تحديد نظام الإحداثيات والمرجع الجغرافي المناسب لبناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن (Determination of Convenient References & Coordinate Systems) :-

يُعد تعيين نظام الإسقاط الوسيلة الوحيدة لتحديـــد المواقع على الخرائـــط الرقميـــة والصور الجوية والمرئيات الفضائية في برامج نظم المعلومات الجغرافية ٠

ويتطلب بناء قاعدة بيانـــات حوض وادي لبن تحديد نظـــام الإحداثيـــات المناسبة والذي يعتبر أول وأهم عنصر في تنظيم قاعدة البيانات الجغرافيـــة والذي يتم من خلال تحديـــده ضبط الدقة المكانية كالمسافات والمساحات والاتجاه على المرئية الفضائية لحوض وادي لبن٠

وهناك أربعة طرق لإختيار نظام الإحداثيات في برنامج (ArcGIS) وهي كالتالي :

(١) إنشاء وبناء إحداثيات جديدة من الأمر

.

(٢) استيراد إحداثيات من بيانات معدة مسبقاً من الأمر

(٣) اختيار إحداثيات معينة وإجراء عمليات تعديل تناسب منطقة الدراسة من الأمر

.

(٤) تحديد إحداثيات معينة مختارة حسب موقع منطقة الدراسة من الأمر

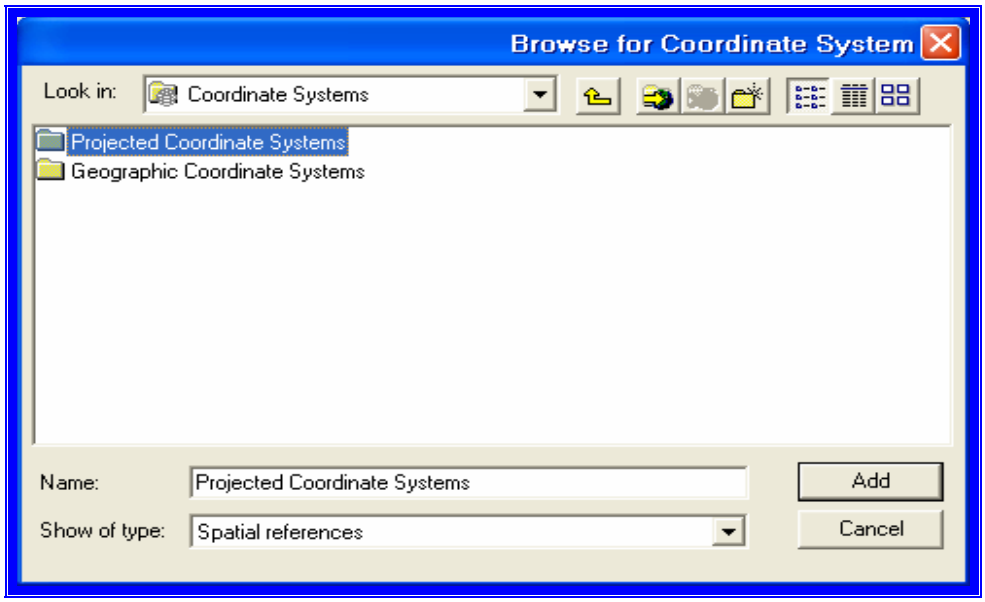
.

وتكون ضمن خيارين في برامج نظم المعلومات الجغرافية هما : -

(أ) Projected Coordinate Systems :- النظام الإحداثي التسامتي أو النظام الإحداثي المسقط ويضم عدة أنواع من المساقط العالمية المتفق عليها حيث لكل مسقط خصائص تتعلق بالمسافات والمساحات والاتجاهات والزوايا كلاً منها يتناسب وفقاً لمتطلبات الدراسة المختلفة ومن أشهر تلك المساقط (مسقط مركيتور المعدل المستعرض العالمي **Conformal Universal UTM - Transverse Mercator Projection**) والذي تم اعتماده لقاعدة بيانات حوض وادي لبن وذلك لما يحققه هذا المسقط من قياس دقيق للمساحة والمسافة والاتجاه والزوايا الصحيحة .

النظام الإحداثيات التسامتي :- (يستخدم النظام المرجعي لتحديد مكان ألإحداثي السيني والصادي وقيمة الإرتفاع للمعالم النقطية والخطية والمساحية بين بعدين أو ثلاثة أبعاد . النظام ألإحداثي التسامتي معرف من قبل نظام ألإحداثي الجغرافي ، ومسقط الخريطة ، وأي نقطة ثابتة احتاجت لمسقط خريطة ، ووحدة القياس الخطية) . **(GIS dictionary, GIS - Arc Info v.9)** ويوضح الشكل (١١) نافذة تحديد نظام الإحداثيات في برنامج نظم المعلومات الجغرافية .

شكل (١١) نافذة تحديد نظام الإحداثيات في برنامج (Arc Info v.9.0)



(ب) Geographic Coordinate Systems :- النظام الإحداثي الجغرافي وهو جـــزء من النظام الإحداثي التسامتي والذي يـــحدد موقع الظاهرة الجغرافيـــة بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض والتي يمكن من خلالـــه تحديد موقع أي نقطة بالنسبـــة للنقاط الأخرى على سطح الكرة الأرضية باعتبار أن خط الاستواء يمثل نقطة الصفر لإحداثي الجغرافي ٠ (العبادي ، ١٩٨٠، ص٩٣) ويعتمد تحديد موقع الظاهرة الجغرافيـــة بالنسبة (Geographic Coordinate Systems) اعتماداً على نقطـــة المرجع المحليـــة وبذلك يسمى نظام الإحداثيات المحلية حيث لكل دولة نقطة مرجعية محلية يُنسب إليها موقع الظاهرة الجغرافية في حالة تحديد إحداثياتها وتمثل نقطة المرجع المحلية بالنسبة للمملكة هي عين العبد (Ain el Abd) ٠

وبمـــا أن نظام الإحداثيات مرتبطة بالمسقط حيث تكوّن مع بعضهـــا بما يعـــرف بالمرجع المكاني (Spatial References) فأن تحـــديد نظام الإحداثيات هو بالحقيقة تحديد للمسقط ومن ثم تحديد للمرجع المكاني والذي يتطلب مراعاة عوامل معينة لكي تتناسب مع هدف الدراسة ومع ما تحققه تلك المساقط من نتائج دقيقة مرجوة تتعلق في صحة قياس المسافات والمساحات والاتجاهات الصحيحة والزوايا ٠

ويتم اختيار وتحديد المسقط المناسب للخريطة أو المرئية بناءاً على العوامل التالية :

(١) الغرض من الخريطة المنتجة التي تمثل مخرجات الدراسة النهائية :-

عند تحديد الهدف من أنتاج خريطة جديدة لمنطقة الدراسة يتحدد على ضوئها عمليات كارتوجرافية ضرورية منها (طريقة العمل ، نوع وكمية الظواهر الجغرافية التي سوف يتم رفعها ، اختيار مقياس رسم مناسب ، طريقة التمثيل الكارتوجرافية ، الإحداثيات والمسقط المناسب لتمثيل الظاهرات) وبما أن هدف الدراسة يرتكز في إنتاج خريطة رقمية لشبكة المجاري المائية لحوض وادي لبن وقياس أطوال ومسافات الروافد ومساحة الحوض بصورة دقيقة لذلك كان لا بد من الاعتماد على مسقط يحقق المسافات والمساحات الصحيحة والمتمثل في مسقط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي UTM) الذي يتبع نظام ألإحداثي التسامتي (Projected Coordinate Systems)٠

(٢) نوعية الخريطة المنتجة : يتوقف تحديد نوع المسقط وإحداثيات الخريطة المنتجة على نوعية تلك الخريطة فإذا كانت الخريطة من النوع الخريطة المليونية (خرائط الأطالس) ذات المقاييس الرسم الصغيرة المليونية (١: ١٠٠٠٠٠٠) وهي الخرائط التي لا تظهر التفاصيل الدقيقة للظاهرة الجغرافية والتي يغلب عليها صفة التعميم فأن المسقط الملائم لها هو (المساقط المستوية) وعندما يكون نوع الخريطة المراد إنتاجها هي خريطة طوبوغرافية فأنها تحتاج إلى المسقط المعدل الذي يتمثل في مسقط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي UTM) والذي يحافظ على الزوايا والشكل وله معامل مقياس ثابت في كل الاتجاهات لكي يساعد على قياس المسافات والمساحات بصورة صحيحة ودقيقة٠ (العبادي ، ١٩٨٠م ، ص٣٦٤)

وهذا ما ينطبق على الغرض من إنتاج خرائط لحوض وادي لبن المتمثلة في الخرائط المورفومترية لشبكة التصريف المائية وغيرها من الخصائص المورفومترية للحوض والتي تتطلب دقة في قياس المسافات والمساحات ٠

(٣) موقع منطقة الدراسة :- يتحدد نوعية الإحداثيات والمسقط حسب موقع منطقة الدراسة على الكرة الأرضية وبصورة عامة تقسم الكرة الأرضية إلى ثلاثة نطاقات حسب نوع المسقط المناسب لها (النطاق الاستوائي ، النطاق المعتدل ، النطاق البارد) وتعتبر منطقة الدراسة التي تمثل جزءاً من المملكة العربية السعودية داخلة ضمن النطاق الاستوائي، فأن المساقط الأسطوانية مناسبة لها أكثر من غيرها ويعتبر مسقط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي **UTM**) أهم المساقط الأسطوانية المناسبة للدراسة ٠

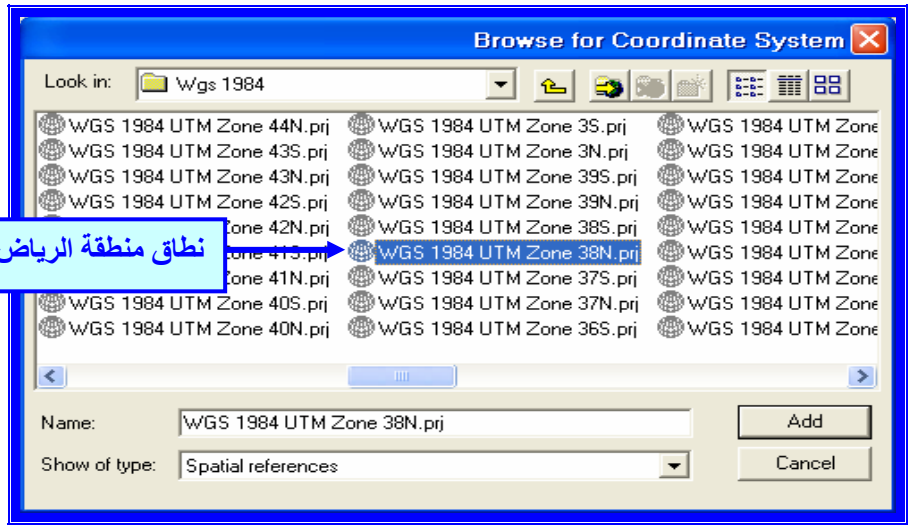
(٤) شكل المنطقة واتجاهها :- يتم تعيين المسقط أيضاً حسب شكل منطقة الدراسة واتجاهها أي امتدادها العام وبما أن حوض وادي لبن يتمثل بشكل مستطيل تقريباً واتجاه محوره طولي ، أي طول حوضه يوازي خط الاستواء فأن المسقط الأسطواني المستعرض سيمثله أفضل تمثيل ٠

وقد تم تحديد مسقط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي **UTM**) لقاعدة بيانات حوض وادي لبن بطريقة الاستيراد من مسقط المرئية المحدد مسقطها مسبقاً والمناسب لمحتويات قاعدة البيانات الجغرافية و مسقط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي **UTM**) هو إسقاط اسطواني يحقق قدراً كبيراً من التطابق في الزوايا، وهذا يعني أن قياس الزاوية التي تتم على سطح المسقط تكون مماثلة مع الواقع مما يجعل هذا النوع من المساقط يحافظ على صحة المقياس باتجاه معين وهذا يتناسب كثيراً مع الخرائط الطبوغرافية بشكل خاص والخرائط ذات المقياس الكبير بشكل عام ٠ (العبادي ، ١٩٨٠ ، ص١٨٠) ويقوم مسقط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي **UTM**) أساساً على تقسيم سطح الأرض إلى (٦٠ نطاق **Zone**) طولي حيث يبلغ عرض كل نطاق (٦°) طولية (٣٦٠° ÷ ٦ = ٦٠ نطاقاً) وقد أعطيت النطاقات الستين أرقاماً محددة ٠ (الجراش ، ٢٠٠٥م ، ص ٨٣)

ويتبع مسقط (مركيتور المعدل العالمي **UTM**) المرجع الجيوديسي العالمي والذي يرمز له (**WGS 1984**) أو ما يعرف بالمرجع الإسنادي حيث يتكون نظام الإحداثيات الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية من ثلاثة عناصر رئيسية تتمثل في (وحدة قياس الزاوية ، وخط الطول الرئيسي ، والمرجع الإسنادي) ٠ (القرني ،١٤٢٧هـ ، ص٢٩٤)

وتتيح برامج نظم المعلومات الجغرافيـــة إمكانية التعامل مع كافـــة النطاقـــات المتعارف والمتفق عليها عالـــمياً (٦٠ نطاق Zone) مما يسهل على المستخدم تحـــديد النطاق الذي تقع فيه منطقة الدراسة بكل سهولة ، وبما أن منطقة الدراسة المتمثلة في حوض وادي لبن جزء من منطقة الرياض ، فان النطاق الذي يغطي منطقة الرياض يتمثل في (WGS 1984 UTM Zone 38N . prj) كما في الشكل رقم (١٢) .

شكل (١٢) نافذة توضح النطاقات (٦٠ نطاق Zone) المتفق عليها عالمياً



ويرمز للمرجـــع المكاني في قاعـــدة البيانات بالرمـــز ويمكن إضافته كطبقة في قواعد البيانات . ولنظام النطاقات مزايا عديدة لعـــل أبرزهـــا توافق إحداثيات نظام النطاقات مع إحداثيات الكارتيزية التي يقبلها برامج نظم المعلومات الجغرافية وكذلك تبرز أهمية نظام النطاقات في تحويل قيم الدرجات الطوليـــة والعرضيـــة إلى وحدات قياس كيلومترية مما يسهل عملية التعامل معها في قياس مسافات ومساحات الظاهرة الجغرافية .

وأخيـــراً فـــإن أي منطقة على سطح الأرض تم رسمها بناءاً على نظام النطاقـــات المحددة بمسقـــط (مركيتور المعدل المستعرض العالمـــي UTM) تصبح معروفـــة الموقع على سطح الأرض مما يسهل

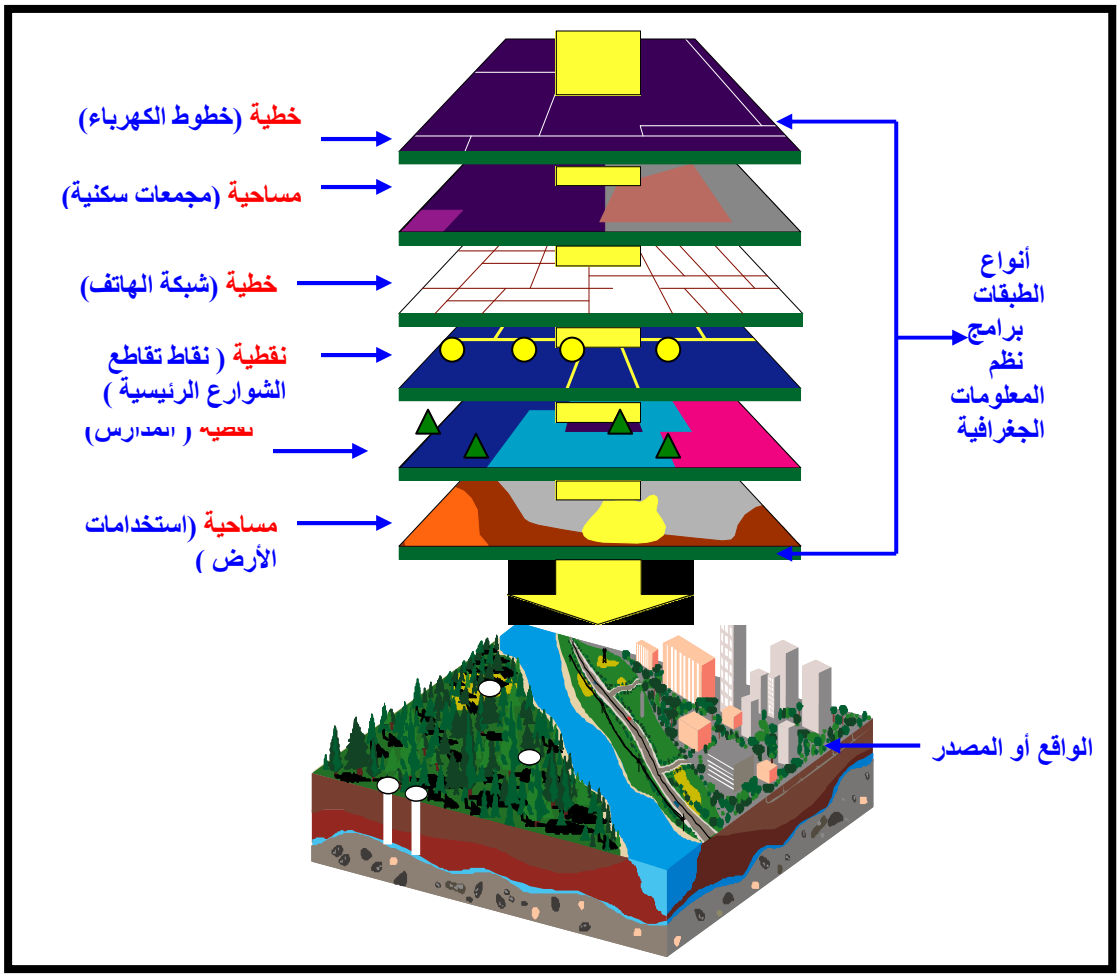
تماسكها والتحامها مع المنطقة المجاورة لـــها والتي رسمت بمرحلة لاحقة وهذه الأهمية تفيد هذه الدراسة في رسم شبكة المجاري المائية لحوض وادي لبن بصورة دقيقة وصحيحة حيث تظهر روافد ومجاري شبكة التصريف بصورة متماسكة مع بعضها البعض ضمن موقـــعها الدقيقـــة على الطبيعة من خلال تحديدها على المرئية الفضائية التي اعتمدت على مسقـــط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي UTM) ٠

(٢) إنشاء الطبقات لقاعدة بيانات حوض وادي لبن وتحديد الربط الهندسي لها (Geometry Definition & Creation) (Layers) :-

تعتبر عملية إنشاء قاعدة بيانات حوض وادي لبن بمثابة الوعاء الذي يتم إدخال وتخزين البيانات ضمن طبقاتها، ومن أجل بناء قاعدة بيانات جغرافية وفق أسس علميـــة صـــحيحة يجـــب معرفـــة أنواعهـــا وخصائصها وكيفية إنشاءها وما هي الطبقات اللازم إنشاءها لدراسة العناصر المورفومترية على قاعـــدة بيانات حوض وادي لبن ٠

الطبقات أو الشرائح (Layers) :- حسب تعريـــف معهد البحوث والـــنظم البيئيـــة (ESRI) أنـــها مجموعـــة منطقية من البيانات لموضوع مـــا سواء كانت (مكانية أو وصفية أو كليهما معاً) تم إدخالها وخزنها في الحاسوب كواحدة من مجموعة منظمة من الطبقات كما هو موضح في الشكل (١٣) و هي حزمة أو قناة من المعلومـــات جرى العمل على تجهيزهـــا ، وتمت بعد ذلك عملية إدخالـــها إلى الحاسوب من خلال برنامج معين بطريقة تناسب ذلك البرنامج ٠(عودة ، ٢٠٠٥، ص٨٠)

شكل (١٣) رسم توضيحي لمفهوم الطبقات في برامج نظم المعلومات الجغرافية



المصدر: (Khatib & Alami , Introduction to Geographic Information Science p24)

ونستطيع أن نقول أن الطبقات عبارة عن ملفات مخزن عليها أنواع البيانات الجغرافية الوصفية والمكانية سواء كانت نقطية أو خطية أو مساحية لظاهرة جغرافية معينة ولها نفس المرجع المكاني لقاعدة البيانات المخزنة عليها .

وكل طبقة تمثل معلم أو سمة (Feature) حيث تمثل البيانات الجغرافية المكانية على الخريطة كطبقة (Layer) وتختلف أنواع تلك المعالم أو السمات من طبقة إلى أخرى وذلك حسب نوع البيانات المكانية المخزنة عليها وهي تحمل صفة تلك البيانات كالطبقات النقطية والخطية والمساحية ، وتظهر تلك الطبقات في شكل رموز وألوان مختلفة يدل كل منها على نوع البيانات التي تحملها تلك الطبقة .

وتتطلب عمليـــة إنشاء قاعدة بيانات حوض وادي لبن كغيرها من قواعـــد البيانات الجغرافية إنشاء طبقات مختلفة تعتمد في بنائها الهندسي على العملية اللازمة للبناء ، مع ضرورة الاهتمام بنوع البيانات الداخلة في بناء تلك القاعـــدة معتمدين في ذلك على غرض وهـــدف الدراسة التي أنشئـــت من أجله المتمثل في المتغيرات المورفومترية للحوض .

وتقدم برامج نظم المعلومات الجغرافيـــة رموزاً متعددة الأنـــواع والألوان للطبقات لها دلائل واضحة يمكن من خلالها معرفـــة نوع البيانات التي تحملها تلك الطبقة مما أعطت للمستخـــدم سهولة في معرفة المعلومة دون اللجوء إلى فتح تلك الطبقات وذلك من خلال تلك الرموز ودلالاتـــها المباشرة في قراءة المعلومة .

وتتعدى برامج نظم المعلومات الجغرافية في تصنيفها وترميزها للطبقات مستخدمة رموزاً وألواناً مختلفة حسب نوع البيانات سواء كانت (نقطية أو خطية أو مساحية) وذلك للتمييز بين أنواع الطبقات المتشابه رمزاً والمختلفـــة في امتداداتها أو نوع وصيغ ملفاتها ، وتحتوي قاعدة بيانات حوض وادي لبن على نوعين من أنـــواع الطبقات الخطية والمساحية تم اختيارها بناءاً على نوع البيانات الداخلة في بناء القاعدة ونوع التحليل الذي يتم إجرائه على تلك البيانات .

أولاً : الطبقات ذات البيانات الخطية (Vector Data Layers) :-

(أ) طبقات مبنية على قاعدة البيانات الجغرافية (Geo data base) :-

وهي ملفات لقاعدة البيانات الجغرافيـــة وتعد من أكثر الملفات استخداماً في تخزين البيانات المكانية الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية و أكثرها مرونة وسهولة في الإنشاء والتعامل ، ويتم تخـــزيـــن كل أنـــواع البيانـــات الرئيسية عليها (النقطية Point ، الخطية Line ، المساحية Polygon) وتتميز تلك البيانات في هذا النوع من الملفـــات بأن لها (نظام إحداثيات Coordinate Systems مسقط Projection , قيم إرتفاع Z value) وتكون المعالم المخزنة على تلك الأنواع من الطبقات مرتبطة بجداول لتبين خصائص تلك البيانـــات وهي ذات لـــون رصاصي مرمز حسب نوع البيانات المخزن عليها :-

* ملف أو طبقة نقطية Personal Geodatabase Feature Class- Point ٠
* ملفات أو طبقة خطية Personal Geodatabase Feature Class- Line ٠
* ملف أو طبقة مساحية Personal Geodatabase Feature Class- Polygon ٠

ونظراً لتلك المميزات التي تتميز بها الطبقات من نـــوع (Geo data base) فقد تم إنشاء طبقات قاعدة بيانات حوض وادي لبن مـــن ذلك النـــوع وذلك حسب متطلبات الدراســـة والتي حددت في دراسة الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائية للحوض ٠

وتتكون قاعدة بيانات حوض وادي لبن من طبقـــات (Geo data base) تختلف في بنائها الهندسي حسب طبيعة البيانات المعتمدة في البناء والتي تشمل الأنواع الثلاثة الرئيسية من أنواع الطبقات :-

(١) الطبقات النقطية (Feature Class- Point) :-

* طبقات نقطية تحتوي على أعلى نقطـــة في الحـــوض والتي تمثل (المنبع) وأدنى نقطة (المصب) وأعلى وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه وذلك من أجل استخراج بعض المعادلات المورفومتريـــة المتعلقة بالخصائص التضاريسية للشبكة تصريف حوض وادي لبن٠
* طبقة نقطية تحتوي على البيانـــات الوصفيـــة لبعض المواقـــع البيئية (مكبات النفايات ، حفر نقل التربات) في حوض وادي لبن ٠

(٢) الطبقات الخطية (Feature Class- Line) :-

* طبقة خطية تحتوي على شبكة التصريف المائيـــة وذلك لاستخراج المتغيرات الشكلية وخصائص الشبكة المائية لحوض وادي لبن ، وتحتوي على تصنيف لشبكـــة التصريف المائية (Subtype) لكي يتم تحديد رتبة كل رافد من روافد مجرى حـــوض وادي لبن وذلك ليتم استخراج مسافات وإعداد كل رتبة ٠

* طبقة خطية تحتوي على (محيط الحوض) ٠
* طبقة خطية تحتوي على (طول الحوض) ٠
* طبقة خطية تحتوي على (عرض الحوض) ٠

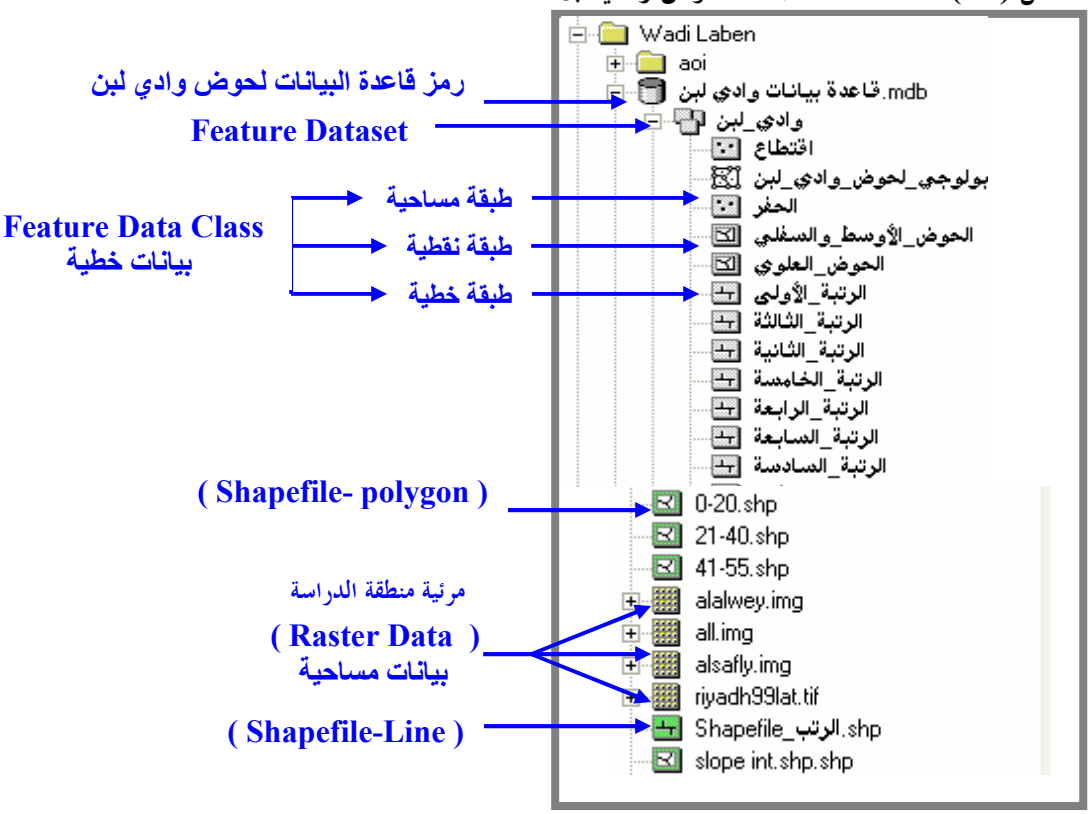
ولقد تم وضع تلك البيانات بصورة مستقلـــة في طبقات لكي يسهل التعامل واستدعائها من قاعـــدة البيانات أثناء بناء الاستفسار المتعلق في تطبيق المعادلات المورفومترية ٠

(٣) الطبقات المساحية (Feature Class- Polygon) :-

* تحتوي على مساحة حوض وادي لبن والذي تعتبـــر متغير رئيسي في لخصائص الشكلية لحوض وادي لبن ٠
* تحتوي على مساحات فئات الارتفاع المختلفة لحوض وادي لبن ٠
* تحتوي على مساحة الحوض العلوي لوادي لبن ٠
* تحتوي على مساحة الحوض الأوسط والسفلي لوادي لبن ٠
* تحتوي على مناطق استخدام الأرض لوادي لبن ٠

عند إنشاء طبقات (Feature Class) لابد أن تكون متفرعة من ملفات (Feature dataset) لكي تورث لطبقات (Feature Class)، (نظام الإحداثيات نفسه Coordinates Systems) (المسقط projection) ، (الدقة Precision) ، (وحـــدة التخزيـــن Storage Unite) (وحـــدة القياس Map Unit) ، (و المدى X.Y Domain) ويوضح الشكل (١٤) محتويات قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

شكل (١٤) طبقات قاعدة بيانات حوض وادي لبن



(ب) طبقات من نوع (Shapefile) :-

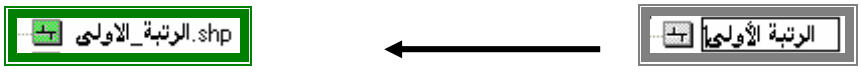
ينتج عن إجـــراء بعض التحليلات الجغرافية المتقدمـــة والمتمثلة فـــي حساب المتغيرات المورفومتريـــة وتطبيـــق المعـــادلات المورفومتريـــة بواسطـــة المستوى (Arc Toolbox – Spatial Analyst tools - Hydrology) المعتمـــدة استخراجها على طبقة (Grid) لنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) مخرجـــات ذات طبقات (Shapefile) وذلك لما تمتـــاز به هذه الأنواع من الملفات من سهولة في التعامل معها في برنامـــج (Arc Toolbox) وإجراء التحليلات الجغرافية المورفومتريـــة المتعلقة بالدراسة .

ملفات (Shapefile) هي ملفـــات تحتـــوي على سمـــة جغرافيـــة واحدة سواء كانت (نقطية أو خطية أو مساحية) وهي ملفـــات مضغوطـــة أو مصغرة وذلك لكي يسهل التعامل معها في (Arc Toolbox) في حالة إجراء التحليلات الجغرافية المكانية .

وتعتبر من الفورمات التي يمكن قراءتها في أغلب إصدارات (Arc GIS) ويكون امتداد التخزين لها بعدة أنواع أهمها والتي يمكن الاستعانة بها في تحليل بعـــض بيانات قاعدة حوض وادي لبن لأنها لا تأخذ حيزاً في التخزين هي :-

* Shp :- وهو امتداد أو فورمات الملف أو الطبقـــة الذي يسمح بتخزين السمات ذات الصفات الهندسيـــة (Feature geometry) لبيانـــات طبقـــة (Shapefile) سواء كانت (نقطية ، خطية ، مساحية) وهي أكثر الفورمات استخداماً ٠

طبقة (Geo data base) تم تحويلها طبقة (Shapefile) بامتداد (Shp)



* dbf :- وهو امتداد لملف يسمح بتخزين بيانات لسمة جغرافية مجدولة والتي لها خصائص مدرجة في جدول (dBASE Attribute Information of Features) وهـــذا النـــوع مـــن الفورمات يمكن فتحه أو نقله إلى البـــرامج الإحصائية مثل (SPSS – Excel) لأنها عبارة عن جداول لخصائص الظاهرات الجغرافيـــة المخزنـــة والمرفقـــة مع طبقة من نوع (Shapefile) ٠ (www.cadmagazine.net)

وتتخذ طبقات ملفات (Shapefile) رموزاً تختلف حسب البيانات المخزنة عليها (نقطية ، خطية مساحية) وتميزاً لها عن طبقات (Geo data base) تختلف عنها في اللون :-

* ملف أو طبقة نقطية Shapefile – Point للبيانات ذات البناء الهندسي النقطي ٠

* ملف أو طبقة خطية Shapefile – Line للبيانات ذات البناء الهندسي الخطي ٠

* ملف أو طبقة مساحية Shapefile – Polygon للبيانات ذات البناء الهندسي المساحي٠

وتحتوي قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن على طبقات (Shapefile) التالية :-

(١) طبقات (Shapefile) كمدخلات لعملية التحليل المورفومتري :-

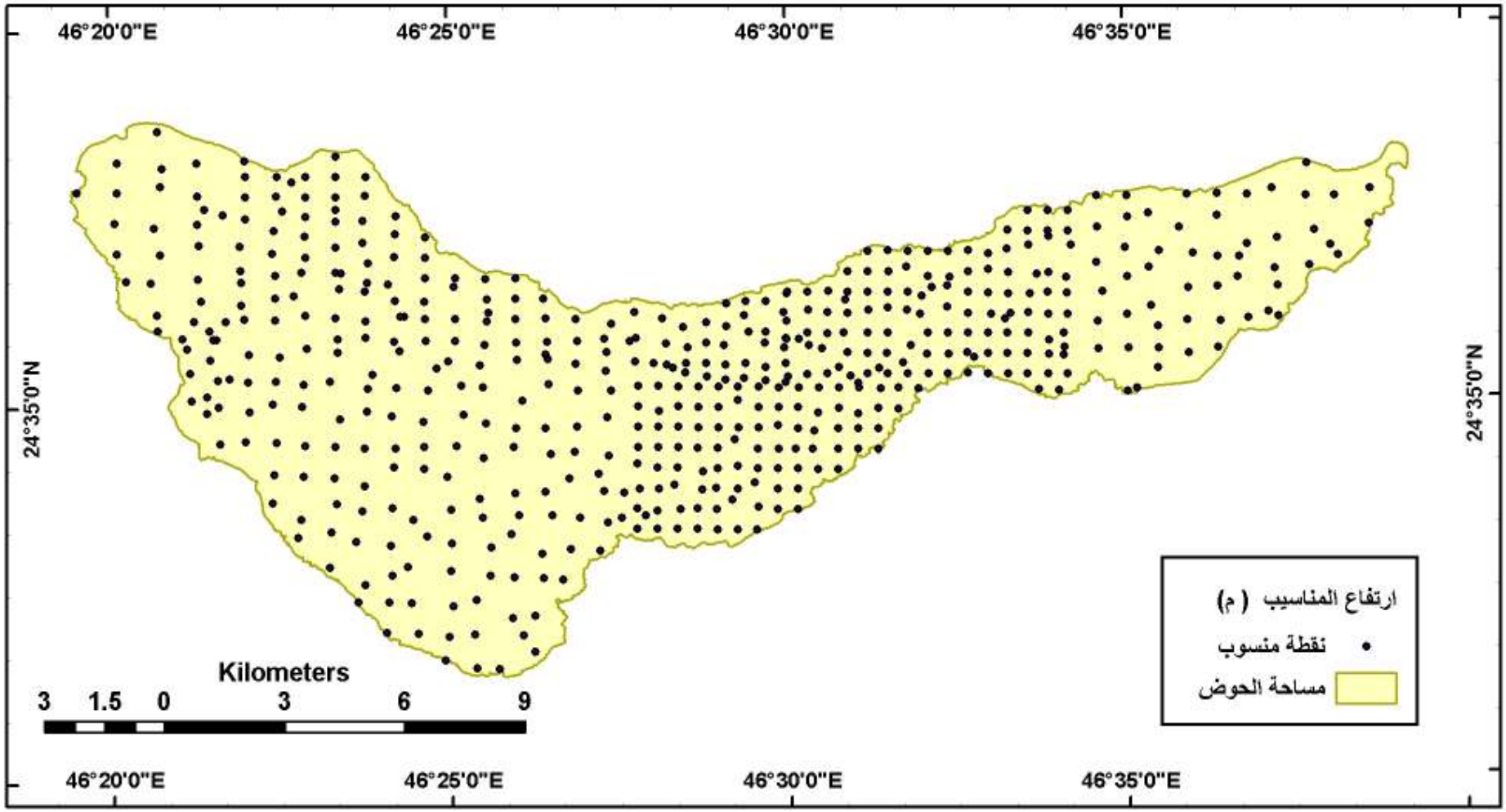
* طبقة نقطية (Shapefile – Point) تحتوي على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (TIN) كما هو موضح من الشكل (١٥) .
* طبقة مساحية (Shapefile – Polygon) تحتوي على مساحة الحوض .

(٢) طبقات (Shapefile) كمخرجات لعملية التحليل المورفومتري :-

ينتج عن عملية إجراء التحليلات المورفومترية التي تم إجرائها في برنامج (Arc Toolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology) اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (Grid) طبقات من نوع (Shapefile) كطبقة (الرتب ، نقطة المصب والمنبع ، فئات الانحدار) ويعتبر تحويل الطبقات من نوع إلى نوع أخر وقراءة امتدادها وصيغ ملفاتها المخزنة عليها من أهم المميزات التي توفرها لنا نظم المعلومات الجغرافية والتي تساعد المستخدم في تحويل قواعد البيانات الموجودة على امتدادات وصيغ تخزين لبرامج أخرى مثل (ERDAS أو Arc View v.3) إلى قواعد البيانات الجغرافية في برامج نظم المعلومات الجغرافية .

* طبقة خطية (Shapefile - Line) تحتوي على شبكة التصريف المائية المستخرجة من نموذج الإرتفاعات الرقمية باستخدام أدوات التحليل الخاصة (Spatial Analyst – Hydrology Tools) .
* طبقة مساحية (Shapefile - Polygon) مساحة الحوض .
* طبقة مساحية (Shapefile - Polygon) لفئات درجة الانحدار .

شكل (١٥) خريطة نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بهيئة (TIN)

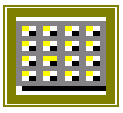


الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم محيط الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

ويكمن الغرض من إنشاء الطبقات في قـواعد البيانات الجغـرافية وذلـك لتنظـيم وتـصنيف البيانات حسب أنواعها وفق بناء هندسي محدد معـتمد على طبيعة البيانات بطريقـة تُسهل علـى المستخدم عرضها واستخدامها في التحليلات والتطبيقات المختلفة ٠

ويساعد تصنيف البيانات في طبقات مختلفـة في قاعدة البيانـات من سهولة الوصول إليها وسـهولة تحليلها ومن ثم تمثيلها للخروج بمخرجات متعددة لتلك الطبقات متمثلـة في (الخـرائط الرقميـة ، الرسوم البيانية ، التقارير) كذلك أن جدولة البيانات وتصنيفها في طبقات تمكننا مـن الوصـول إلى أصغر ظاهرة جغرافية وتمثيلها بخرائط مستقلة مما يساعدنا على تتبع تطور الظاهرات الجغرافية المختلفة من أجل الوصول إلى نتائج ذلك التطور والتغيير ٠

ثانياً : الطبقات ذات البيانات المساحية (Raster Data Layers) :-

وهي ملفات تحتوي على بيانات مساحيـة تتكـون من وحـدات يطلق عليها (Pixel) أو الخلية ، وتكون مربعـة الشكل والتي يمكن قياس درجـة وضوحها المكاني من خلال قياس أحدى أضلاعها ٠ وترتبط البيانات الخطية والمساحيـة في قاعدة بيانات حـوض وادي لبن بمرجع مكانـي (Spatial Reference) موحد يضم (نظام إحداثيات Coordinate Systems ومسقط Projection) متمثل في (WGS_ 1984_UTM_Zone_38N) ويرمز للطبقات المساحية في قواعد البيانات الجغرافيـة بالرمز () وتحتوي قاعدة بيانات حوض وادي لبن على الطبقات ذات البيانات المساحية التالية :-

(أ) الطبقات المساحية الداخلة في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

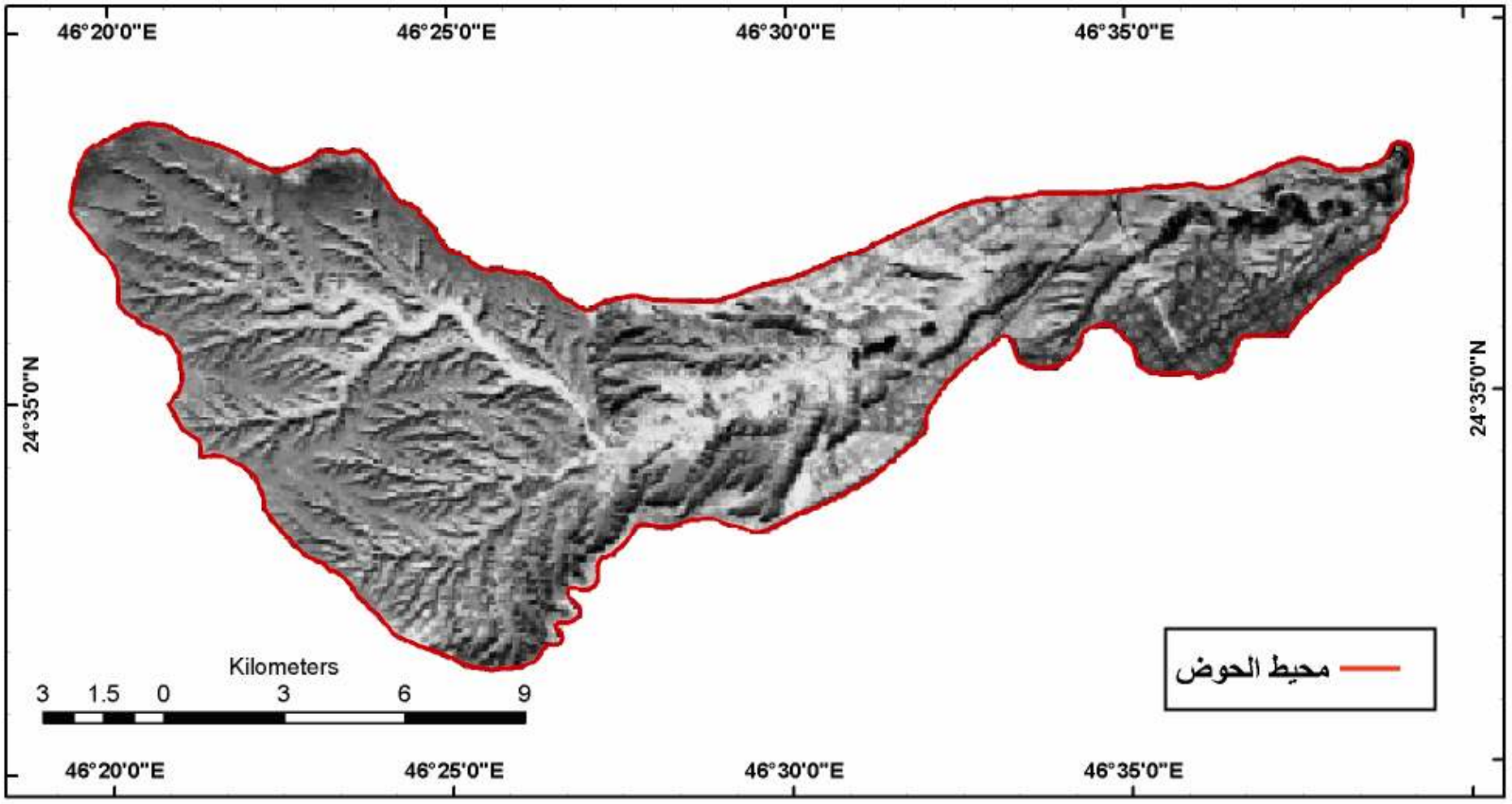
(١) المرئية الفضائية (Satellite Images) :- وتمثل مرئيـــة منطقـــة الدراسة للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١ متر) كما هو موضح في الشكل (١٦) ٠

(٢) نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) :- وذلك بعد تحويلها إلى (Gird) لما تقتضيـــه متطلبات التحليل الموفومتري في المستوى (Toolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology) من توفر طبقة بيانـــات من نوع (Raster) لنموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) وذلك لاستخراج شبكة المجاري المائية وتطبيق المعادلات المورفومترية كما هو موضح من الشكل (١٧) و شكل (١٨) يوضح نموذج الإرتفاعات الرقمية بعد تصنيفها ٠

(ب) طبقات المخرجات الناتجة عن عملية تحليل الخصائص المورفومترية لقاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

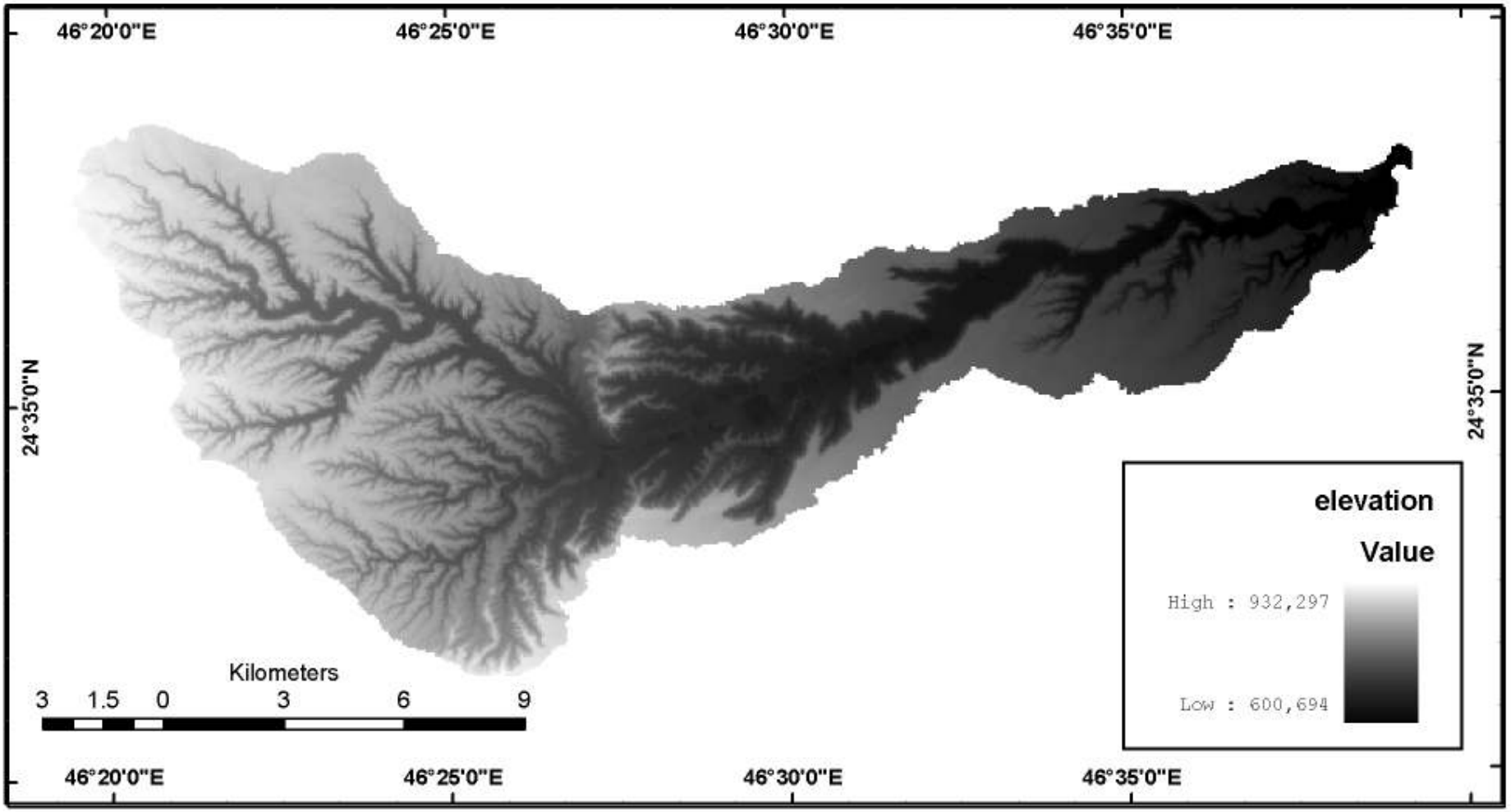
مخرجات قاعدة البيانات :- والتي تمـــ الحصول عليها من طبقـــة نمـــوذج الإرتفاعـــات الرقميـــة (DEM) بعد إجراء التحليل المورفومتري عليها بهيئـــة طبقـــة (Gird) حيث تم الحصول على طبقـــات التحـــليـــلات المـــورفـــومتـــريـــة التاليـــة (Sink , Slope , Stream Order , Watershed) ٠

شكل (١٦) مرئية حوض وادي لبن المقتطعة من مرئية الرياض للقمر الصناعي (Ikonos)



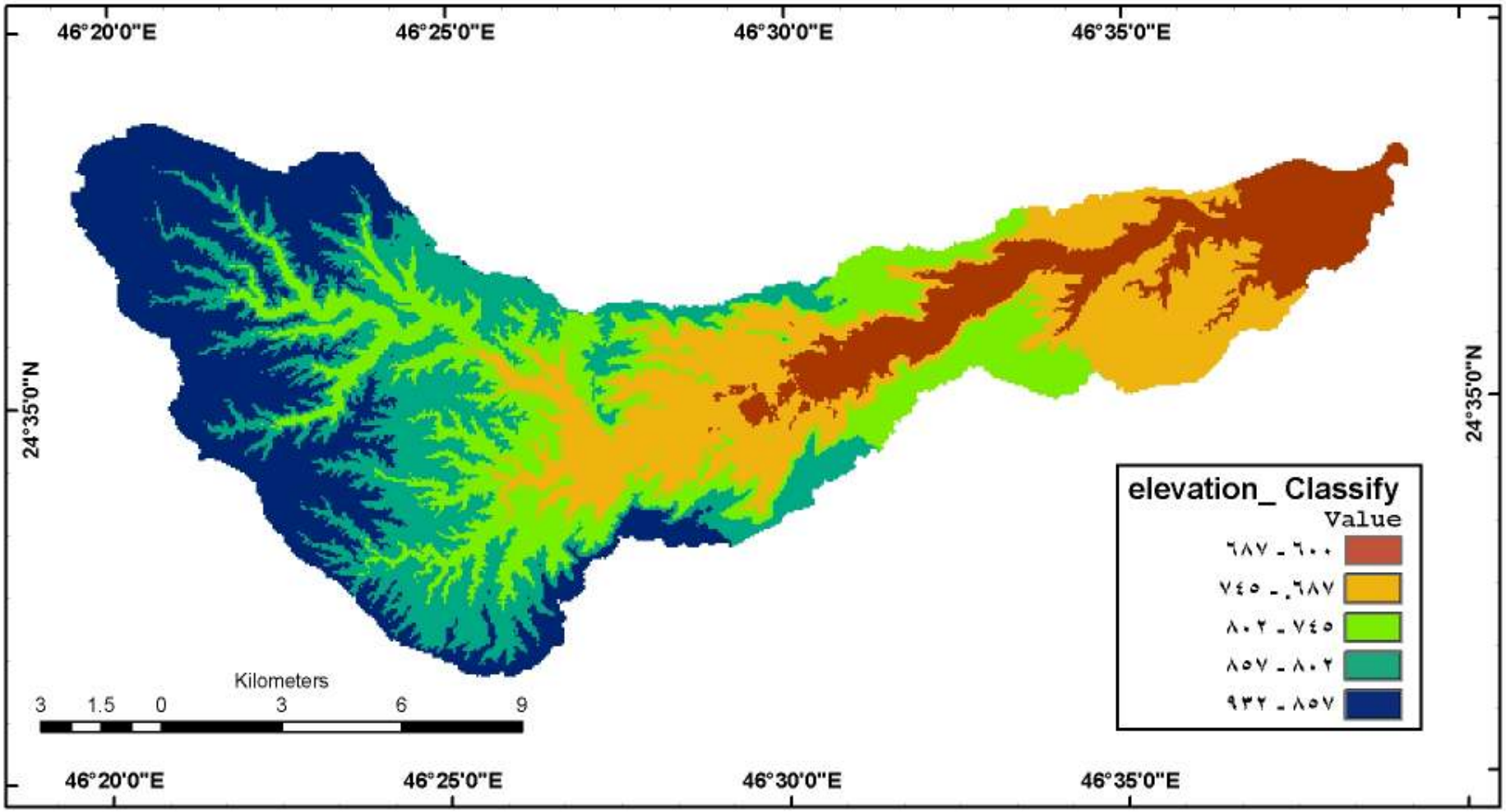
الربط والمعالجة والاقتطاع من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م.

شكل (١٨) خريطة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (Grid)



الاقتطاع والتحويل من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ٢٠٠٦م .

شكل (١٨) خريطة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (Grid) المصنفة



الاقتطاع والتحويل من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ٢٠٠٦م .

ومن خلال توضيح نوع الطبقات التي تم إنشاءها في قاعدة بيانات حوض وادي لبن اعتماداً على البناء الهندسي الذي تم عمله أثناء عملية إنشاء الطبقات حيث يعتبر تحديد البناء الهندسي (Geometry) لبيانات طبقات (Feature Classes) مرحلة هامة وضرورية جداً لقاعدة بيانات حوض وادي لبن ، حيث يعطي البناء الهندسي لطبقات (Feature Classes) مرونة في الوصول إلى البيانات المخزنة عليها مما يسهل عملية إجراء جميع التطبيقات والتحليلات الجغرافية ٠

ويتم تحديد نوع الربط الهندسي في قاعدة البيانات بعد إنشاء الطبقات وهي عملية مصاحبة لها ولا يمكن إنشاء أي طبقة في قاعدة البيانات ما لم يتم تحديد بنائها الهندسي ٠

وتكمن أهمية البناء الهندسي لطبقات (Feature Classes) في تحديد صفة ونوعية الطبقة حسب نوع البيانات المخزنة عليها فتكون هناك طبقات خطية أي تحتوي على بيانات خطية مثل طبقة الرتب لحوض وادي لبن التي تضم شبكة التصريف المائية للحوض وبيانات مساحية تحتوي على مساحة الحوض وأخرى نقطية تحتوي على نموذج الإرتفاعات الرقمية لحوض وادي لبن ، ويعرف البناء الهندسي بمفاهيم عديدة تعتمد على البيانات أو العناصر أهمها التي تحتويها الطبقات :-

* **البناء الهندسي :-** (يمثل البناء الهندسي الارتباط الحقيقي للظاهرات الجغرافية في المواقع العالمية ، والظاهرات الجغرافية مجردة في النقطة ، والخطوط ، والمساحات) ٠ (ESRI , 2003, p2-14)

* **البناء الهندسي :-** (كل المعالم الموجودة في طبقة المعالم يجب أن يكون لديها نفس البناء الهندسي : النقطة والخط والمساحة ٠ وكل الظاهرات في طبقة المعالم تشترك بنفس المرجع المكاني ولها نفس المسقط ونظام الإحداثيات ٠ ونحدد المطلوب من البناء الهندسي عندما ننشئ طبقة معالم ٠ (ESRI, 2003 , p2-26)

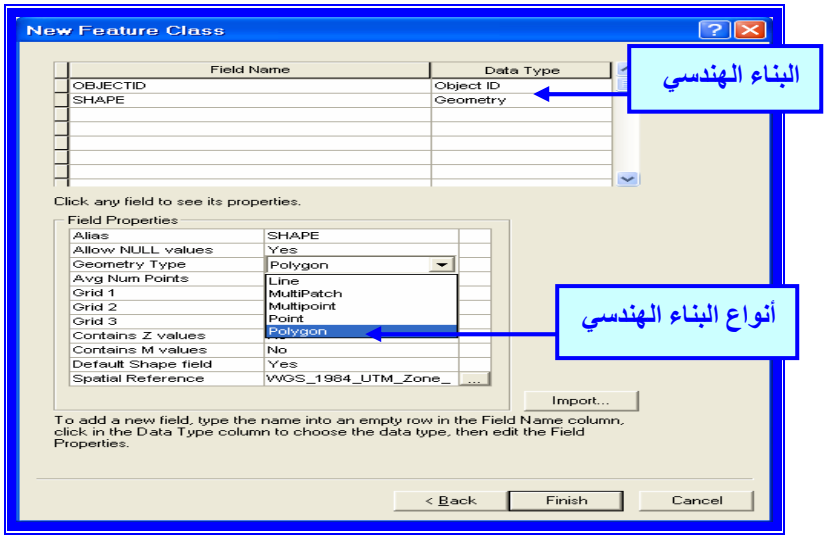
* **عناصر البناء الهندسي :-** (العناصر أو الأجزاء التأسيسية للبناء الهندسي هي : السطوح ، الأشكال النقاط الخطوط ، الزوايا، المجسمات ، مثل عناصر منحنى البناء الهندسي التي توضح الحجم والشكل في منحنى الدائرة ويشمل كل اثنين متتاليين كنصف القطر، الزاوية المركزية ، طول الوتر طول القوس ، طول ضلع المماس) ٠ (ESRI, 2001 , p1-541)

وبذلك نستطيع أن نقـــول بأن البناء الهندسي هو عبارة عن تحديـــد بناء ونـــوع البيانات المخزنـــة على طبقات (Feature Classes) أي بيان طرق تمثيلها سواء كانت (نقطية ، خطية ، مساحية) كما في الشكل (١٩)٠

ويعتبر البناء الهندسي للطبقات من خصائص ومميزات البيانات الخطية (Vector Data) في قاعدة البيانات ويعتمد تحديد الرابط الهندسي على نوع البيانـــات الداخلة في بناء قواعد البيانات ٠

وكل من تلك البيانات سواء كانت (خطية أو مساحية) سوف يتم تخزينها في طبقة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن بحيث يتناسب بنائها الهندسي مع ما تحتويه تلك الطبقات من بيانات ٠

شكل (١٩) نافذة تحديد البناء الهندسي Geometry لطبقة Feature Classes في قاعدة البيانات



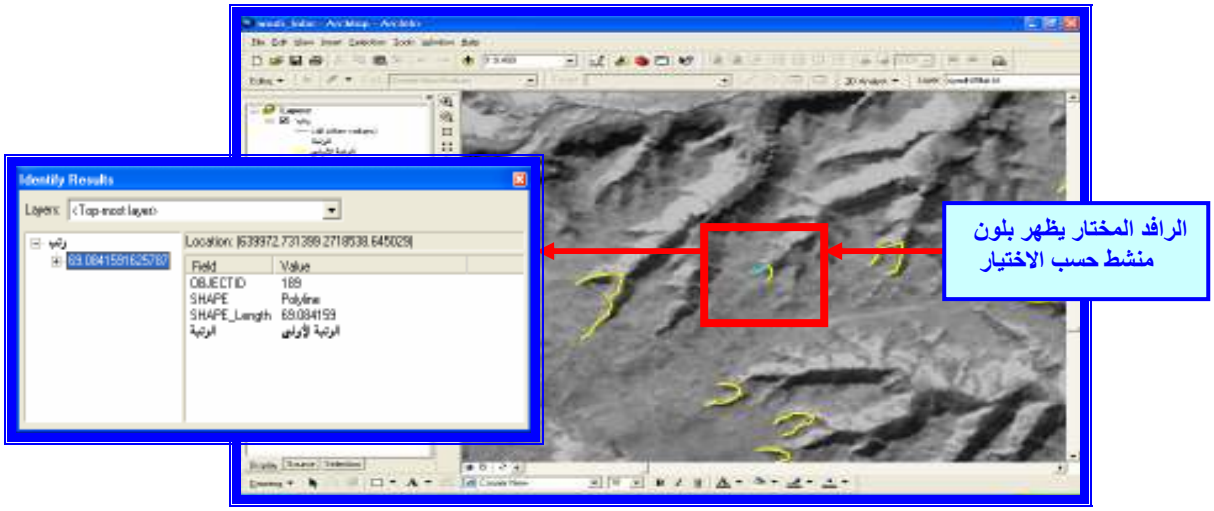
ومن خلال نافـــذة البنـــاء الهندســـي (Geometry) يمكـــن ضبط المرجـــع المكانـــي لطبقـــات (Feature Classes) وتوحيده مع المرجع المكانـــي لطبقـــات (Feature Dataset) والمرئية الفضائية ضمن قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن ٠

ويتيح برنامج نظم المعلومـــات الجغرافيـــة في نافذة البناء الهندسي (Geometry) تحديد الخصائص الأساسية للطبقة تلقائياً والتي تتمثل في (الرمز التعريفي OBJECTID ، والشكل أو الرابط الهندسي SHAPE) ٠ (الغيلان ، ١٤٢٥هـــ ، ص٣٥)

ويبرز دور وأهمية نظم المعلومات الجغرافيـــة في ميزة الرابط الهندسي وما يرتبط به من ترميز لبيانات طبقات قاعدة البيانات من خلال الرمز التعريفي فيما يتعلق بسهولة اختيار كثير من خصائص الظاهرة الجغرافيـــة بصورة دقيقـــة ومحـــددة ، حيث يتـــيح برنامـــج (Arc Info) خاصيـــة الاختيـــار (Selection) المتعددة الأنـــواع المتمثلة في (Select By Attributes) الاختيـــار بواسطـــة الخصائص ، (Select By Location) الاختيار بـــواسطة الموقع ، (Select By Graphics) الاختيار بواسطة الرسم البياني وذلك حسب معايير مختلفة تمكن المستخدم من الوصول إلى أصغر وأدق جزئية في الظاهرة الجغرافية وهذه الخاصية تساعد المستخـــدم في الوصول إلى أصغر جـــزء في الظاهرة وذلك من أجل أجراء التعديلات والتصحيح والتحديث على ذلك الجزء من الظاهرة الجغرافية .

وينطبق ذلك الأمر على شبكة التصريف المائية الخاصة بحوض وادي لبن فيما يتعلق بروافـــــد الرتبـــة الأولى والتي هي عبارة عن فروع صغيرة قد لا تتعدى بعضها بضعة أمتار وأثناء تحرير تلك الروافد مـــن المرئية الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة فان البرنامج يدون كل رافد في جدول طبقة الرتب برمز تعريفي (ID) خاص به مسجلاً بذلك طول وشكل ذلك الرافد وعن طريق الأمر (Selection) ومن ضمن الاختيار المتعدد الأنواع نستطيع تنشيط أي رافد ومن ثم تعديله أو حذفه أو إظهار معلومات عنه كما هو موضح في الشكل (٢٠).

الشكل (٢٠) إظهار جزء مختار من الظاهرة الجغرافية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



وتتعدى خصائص ومميزات نظم المعلومات الجغرافية المتعلقة في تنظيم البيانات في قاعدة لبيانات بـــشكل مفهرس مرتبط بالرمز التعريفي إلى سهولة إجراء التحليلات الجغرافية والإحصائية المختلفة بكل يـــسر وسهولة حيث يوفر لنا الرمز التعريفي في جداول بيانات طبقات قاعدة البيانات من مرونة في بناء صيغ المعادلات الرياضية والوصول إلى نتائج دقيقة ومـــحددة من خلال التعامل مع أعمدة تلك الجـــداول وما تحتويها من متغيـــرات تعتبر عناصر بناء المعادلات الرياضية ضمن التحليل المختلفة والمتقدمة لبرامج نظم المعلومات الجغرافية ٠

(٣) تنظيم وإدخال بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

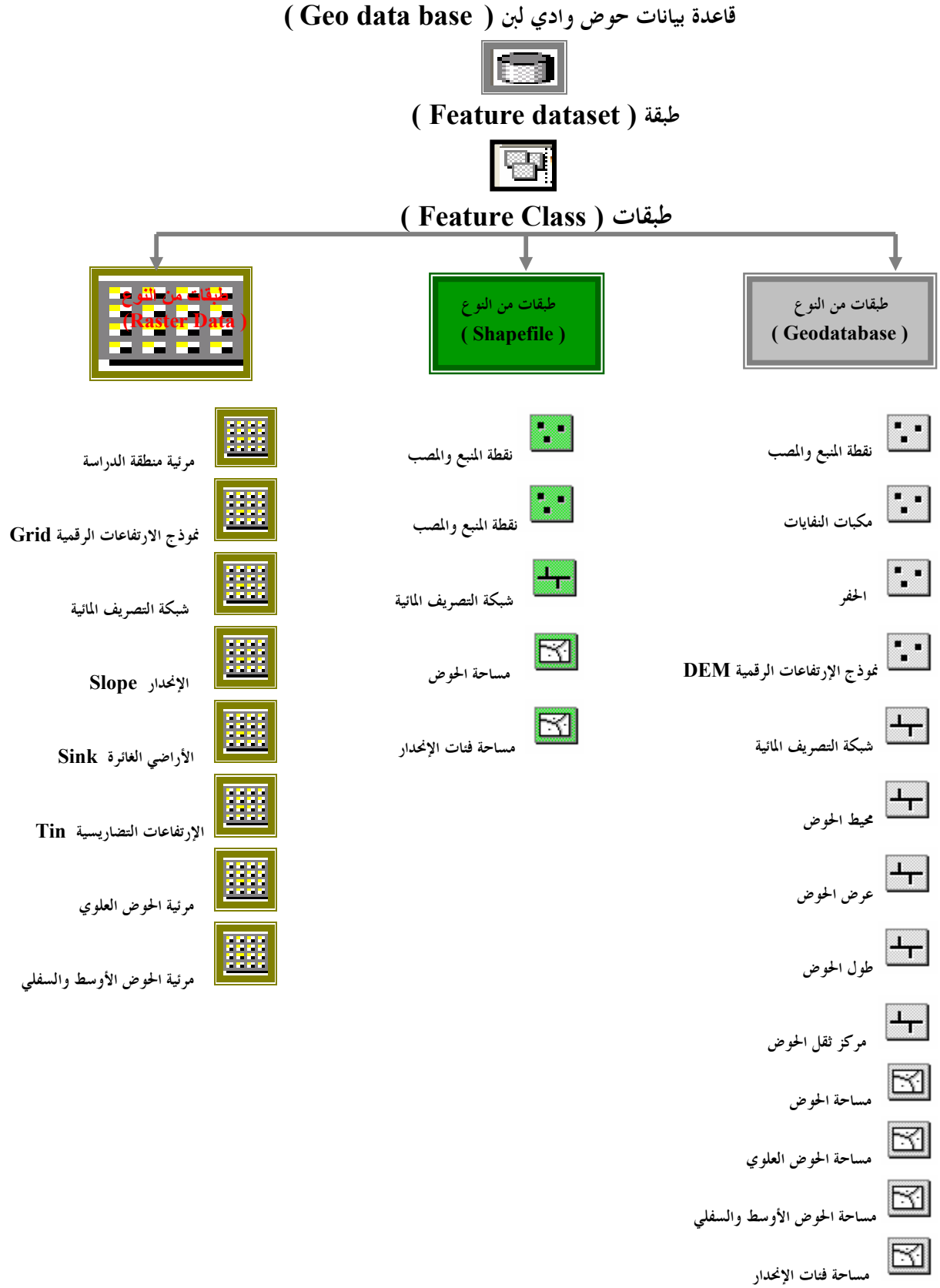
تعتبر عملية إنشاء طبقات قاعدة بيانات حوض وادي لبن ومن ثم إدخال البيانـــات المرحلة الفـــعلية لتأسيس القاعدة ، حيث تتطلب بناء القاعـــدة بطبقاتها ضوابط تنظمها قبل الشروع في عملية إدخال البيانات لكي تكون القاعدة مبنية على أسس سليمة وبـــما أن قاعـــدة البيانات بعـــد إنشاء طبقاتها احتوت على نوعين من الملفات والمرتبطة مع بـــعضها البعض في قاعـــدة لبيانات فإن كل نوع منها له مميزات وضوابط خاصة به تكون على النحو التالي :-

أولاً : ملفات (Feature Dataset) :-

يسمى ملف (Feature Dataset) ملفات الهيئة أو التغطية أو الرابط وهي مجموعة من الملفـــات ذات البناء الهندسي الموحد تبنى عليها الطبقات للأنواع الثلاثـــة الرئيسيـــة (Point النقطية ،Line الخطية ، Polygon المساحية) وتخـــزن مع بعضها البعض لتشترك في مرجع مكانـــي واحد يشمل الإحداثيات والمسقط ٠

ويبين الشكل (٢١) هذه الأنواع من الطبقات في قاعدة البيانـــات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن بالأسلوب الخطي (Vector approved) ضمن قواعد البيانات الجغرافية أو في شكل طبقات (Shapefile) بالإضافة إلى رؤية هذه الطبقات بالأسلوب المساحي (Raster approved)٠

شكل (٢١) رسم تخطيطي لطبقات قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن



وتحتوي ملفات (Feature Dataset) على عدد من المواصفات :-

(١) يمكن التعرف عليها مباشرة من خلال شكل الرمز الذي يدل عليها حيث يرمـــز لها في (Data Frame أو Tree catalog) وهو رمز يدل على احتواء تلك الملفات على الأنواع الثلاثة الرئيسية من الطبقات ٠

(٢) عبارة عن مجموعة من طبقات (Feature Classes) ٠

(٣) ترتبط (Feature Dataset) مع (Feature Classes) بمرجـــع مكاني واحد يمثـــل نظام الإحداثيات ونوع والمسقط ٠

(٤) كل طبقة (Feature Classes) من مجموعـــة طبقات (Feature Dataset) تحتوي على سمة واحدة فقط سواء كانت (نقطية أو خطية أو مساحية) ٠

(٥) يتم عمل البناء الطوبـــولـــوجي (Topology) من خلالهـــا فقط وذلك للبيانات المخزنة على طبقاتها ٠

(٦) يتم تحديد نظام الإحداثيات ونوع مسقط طبقـــات (Feature Classes) بناءاً على مواصفات ملفات (Feature Dataset) في قاعدة البيانات أثناء عملية إنشائها ٠

(٧) يمكن إنشاء أكثر من (Feature Dataset) في قاعدة البيانات ٠

(٨) من خلال (Feature Dataset) يتم عمل شبكة البناء الهندسي (Geometric Network) ٠

(٩) يمكن تصدير طبقاتها إلى برامج أخرى مثل برنامج التصميم الهندسي بالحاسب الآلي (Out CAD) ٠

(١٠) يمكن تحويل ملفات (Feature Dataset) من ملفات (Geo data base) إلى ملفـــات (Shapefile) أو ملفات (Coverage) ٠

عناصر تنظيم وضبط ملفات (Feature Dataset) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

عند القيام بإنشاء ملف (Feature Dataset) فأن هـــناك ضوابط عديدة يجب مراعاتها لكي يتم تكامل بنائهـــا بصورة دقيقة وصحيحة يترتب عليها صحة ودقة تخزين البيانات ومعالجتها وتحليلها ٠

(١) مطابقة المدى (X.Y Domain) مع مدى المرئية :-

لكي يتم ربط البيانات المساحية المتمثلة في المرئية الفضائية لحوض وادي لبن مع البيانات الخطية في قاعدة البيانات لابد من توحيد جميـــع عناصر التنظيم المتمثلة في (المدى ، المرجع المكاني ، ووحدة القياس) ، ويفضل زيادة حدود مدى المرئية وذلك تحسباً لرصد الظاهرات البشريـــة المتمثلة في الامتداد العمراني مستقبلاً في حالة تحديث بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

(٢) تحديد وحدة قياس الخريطة (Map Unit) :-

يعتمد برنامج نظم المعلومـــات (Arc Info) الذي تم اختياره لتنفيـــذ مشروع الدراســـة على (مسقط مركيتور المعدل المستعرض العالمي UTM) بصورة عامة وهذا المسقط يعـــتمد في قياس الأطوال والمساحات على الوحـــدات (الكيلومترية وأجزاءها) بصورة تلقائية ويتيح لنا برنامج (Arc Info) من الأمـــر (Modify) في نافـــذة (Projected Coordinate System Properties) ضبط وحدة القياس أو تغيير وحدة القياس إلى وحدات مختلفة مثل (الميل ، الياردة القدم ، الكيلومتر) وهذه الخاصية توضح دور نظم المعلومات الجغرافية من حيث أمكانية قياس الظاهرة الجغرافية بوحدات مختلفة وسهولـــة التحويل من وحدة إلى وحدة كذلك استخدام أجزاء كل وحدة قياس مما يوجد قياسات مختلفة حسب أطوال ومساحات تلك الظاهرة الجغرافية حسب متطلباتها وخصائصها ٠

وحدات الخريطة :- (هي وحدات أرضية مثل القدم ،الميل ، المتر ، الكيلومتر والتي مخزنـــة فيها إحداثيات البيانات المكانية) ٠ (ArcGIS V. 9.0 Desktop , Help Files , GIS dictionary)

ويتطلب قياس بعض المتغيرات المورفومترية وحدات قياس تختلف باختلاف متطلبات الدراسة متمثلة في قياس مساحـــة حوض وادي لبن بالكيلومتر المربع والمجرى الرئيسي لوادي لبن يتطلب قياس طوله بالكيلومتر وشبكة التصريف المائية المتمثلة في الروافد تتطلب قياس أطوالـــها بالمتر وأجزائه وهذا ما توفره برامج نظـــم المعلومات الجغرافية من مرونة في استخدام وحدة قيـــاس معينة وأجزائها بصورة سهلة وآلية دون الرجوع إلى العمليات الحسابية الطويلة المستخدمة في الطرق التقليدية ٠

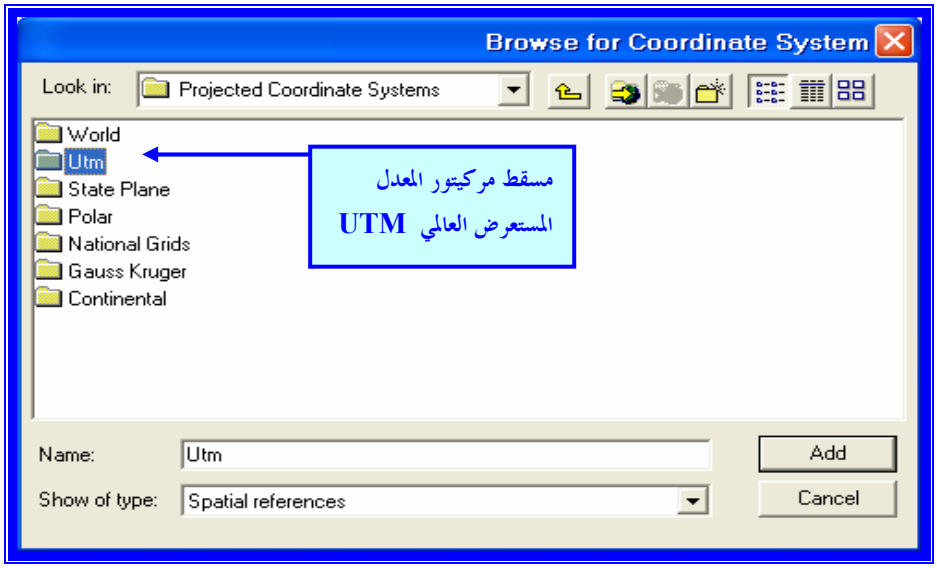
(٣) توحيد المرجع المكاني (Spatial Reference) :-

لكي يتم الربط بين مكونات قاعدة البيانات لحوض وادي لبن المتمثلة في المرئيـــة الفضائية كبيانات مساحية و بين محتويات طبقاتها كالبيانات الخطية بأنواعها الثلاثـــة الرئيسيـــة (النقطية ، الخطية ، المساحية) فلا بد من توحيـــد المرجع المكانـــي الذي يشمل المسقط والإحداثـــيات بين طبقـــات (Feature Dataset) والذي يعزز ترابط البيانات الأمر الذي يسهل عمليـــة التحرير والمعالجة والتحليل ٠

وتتضح أهمية برامج نظم المعلومات الجغرافيـــة في هذا الجانب من ناحية توفير مساقط عديـــدة تمكن المستخدم مـــن اختيار ما يناسب هدف ومتطلبات الدراسة ٠

ولا تقتصر برامج نظم المعلومات الجغـــرافية في أهميتها وتطبيقاتها في إمكانية تحديد مسقط الخريطة أو المرئية بل تتعدى ذلك إلى إيجـــاد تفاصيل دقيقة عن تلك المساقط تتـــعلق بملفات المسقط من حيث (سنة إدخال البيانات ، سنة التحديث ، التعديل لنفس المسقط) إضافة إلى تنوع المساقط والتي تمكن المستخدم من اختيار أحدثها ظهوراً وتعديلاً ومعرفة الخصائص والمميزات المعدلة التي أضيفت له عالمياً كما هو موضح في الشكل (٢٢) ٠

شكل (٢٢) المساقط التي يتيحها برنامج (Arc Info v.9.0)



وبما أن قاعدة بيانات حوض وادي لبن تم تحديد (مسقط مركيتور المعدل المستعرض العالمي UTM) لها لتطابق خصائصه الأنفة الذكر مع متطلبات الدراسة والمتمثلة في قياس المسافات والمساحات الخاصة بشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن فإن برامج نظم المعلومات الجغرافية تتيح تفاصيل أكثر دقـــة عن (مسقط مركيتور المعدل المستعرض العالمي UTM) مما تعطي اختيار أحدثها كما هو موضح في الشكل (٢٣) .

شكل (٢٣) ملفات مسقط (UTM) المعدلة حسب سنوات تحديث البيانات

ثانياً : ملفات (Feature Class) :-

هي ملفات مخزنة في قاعدة البيانات على شكل طبقات تحتوي على أنواع البيانات الرئيسية (النقطية ، الخطية المساحية) ترتبط بملفات (Feature Dataset) بمرجع مكاني موحد يشمل الإحداثيات والمسقط ٠

وتنتظم ملفات (Feature Dataset) و (Feature Class) انتظاماً هرمياً متفرعاً من قاعدة البيانات ومرتبطة مع بعضها البعض بمرجع مكاني موحد (Spatial Reference) ٠

أما طبقة (Feature Class) فيمكن إقامتها داخل قاعدة البيانات الجغرافية أو داخل طبقة ملف الهيئة أو التغطية (Feature datasets) ، هذه الطريقة تسمح للظاهرات المتجانسة أن تكون مجموعة في وحدة واحدة لغرض تخزين البيانات مثل (الطرق السريعة ، الطرق الرئيسية ، الطرق الثانوية) ويمكن أن تجمع داخل طبقة خطية أسمها الطرق ٠

كذلك تعتبر ملفات (Feature Class) :- (عبارة عن جداول عادةً يخزن فيها البناء الهندسي للظاهرات في حقل الأشكال ٠كل الظاهرات في طبقة (Feature Class) يجب أن يكون لها نفس البناء الهندسي مثل (النقطة ، الخط ، المساحة) ويجب أن تحمل نفس النوع من المواضيع الجغرافية مثل (الآبار ، الطرق) ، وعموماً طبقة (Feature Class) تشبه طبقة (shapefile) في برنامج (Arc View) ٠ (Building Geodatabases I , 2003 , p2-7)

وتبرز أهمية نظم المعلومات الجغرافية من خلال تنظيم البيانات وتصنيفها بشكل طبقات ،كل طبقة تحمل خصائص معينة لنوع البيانات من ناحية البناء الهندسي وهذه الصفة من التنظيم تسهل عملية الوصول إلى المعلومة بسهولة في قاعدة البيانات ومن ثم سهولة الاستعلام والاستفسار وإجراء التطبيقات الجغرافية المختلفة التي تشمل التحليلات الجغرافية والإحصائية المختلفة بما فيها التحليلات المورفومترية لحوض وادي لبن ٠

وتحتوي ملفات (Feature Classes) على عدد من المواصفات :-

(١) عبارة عن جداول البيانات مخزنة عليها بصورة منظمة في شكل أعمدة للسمات أي خصائص الظاهرة الجغرافية مثل (الرمز التعريفي ، الشكل ، الطول ، المساحة ٠٠ إلخ) وصفوف للقيم

النوعية والكمية لتلك السمات أو الخصائص مثل (١ ، خط ، ١٢٣٤م ، ٢٩٥٧ كلم^{٢} على التوالي) ٠

(٢) يمكن الوصول إلى بيانات تلك الجداول بكل سهولة بالرمز التعريفي (ID) لسمة الجغرافية ٠

(٣) يتم تخزين سمة جغرافية واحدة فقط على (Feature Classes) سواء كانت (النقطية ، الخطية ، المساحية) بمعنى أن كل طبقة من (Feature Class) تحتوي على نوع واحد من البيانات كأن تكون بيانات نقطية فتأخذ طبقة (Feature Class) سمة أو صفة تلك البيانات وتكون طبقة (Feature Class) نقطية ٠

(٤) تخزن البيانات داخل طبقات (Feature Class) في قاعدة البيانات على شكل طبقة (Layer) ٠

(٥) تسمى طبقة (Feature Class) حسب البيانات المخزنة عليها طبقة نقطية أو خطية أو مساحية ٠

(٦) ترمز طبقة (Feature Class) في (Data frame أو Tree catalog) برمز يدل على نوع البيانات المخزنة عليها (طبقة Feature Class Point نقطية ، طبقة Feature Class Line خطية ، طبقة Feature Class Polygon مساحية) ٠

(٧) ترتبط طبقات (Feature Class) مع ملفات (Feature datasets) في قاعدة البيانات بمرجع مكاني موحد يشمل الإحداثيات والمسقط ٠

(٨) يمكن عمل تصنيف فرعي (Subtypes) لبيانات الظاهرة الجغرافية المخزنة على طبقة (Feature Class) مثل (رتبة أولى ، رتبة ثانية ، رتبة ثالثة) لطبقة خطية تمثل شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن ٠

(٩) يتم تحديد الرابط الهندسي ضمن طبقات (Feature Class) والذي يعطيها مرونة في الوصول إلى المعلومة المخزنة عليها ويسهل عملية إجراء التحليلات المختلفة ٠

(١٠) طرق تخزين البيانات في طبقة (Feature Class) المنظمة والمفهرسة تسهل عملية البناء الطوبولوجي (Topology) مما يسهل بدورهُ إجراء التحليلات الجغرافية والإحصائية المختلفة ٠

(١١) يمكن تصدير طبقات (Feature Class) إلى برامج أخرى مثل برنامج التصميم الهندسي بالحاسب الآلي (Out CAD) ٠

(١٢) يمكن تحويل ملفات (Feature Class) من ملفات (Geodatabase) إلى ملفات (Shapefile) أو ملفات (Coverage) ٠

عناصر تنظيم وضبط ملفات (Feature Classes) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

عند القيام بإنشاء ملفات (Feature Class) فإن هناك ضوابط عديدة يجب مراعاتها لكي يتم تكامل بنائها بصورة دقيقة وصحيحة يترتب عليها صحة ودقة تخزين البيانات ومعالجتها وتحليلها ٠

(١) تحديد البناء الهندسي لطبقات (Feature Classes) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

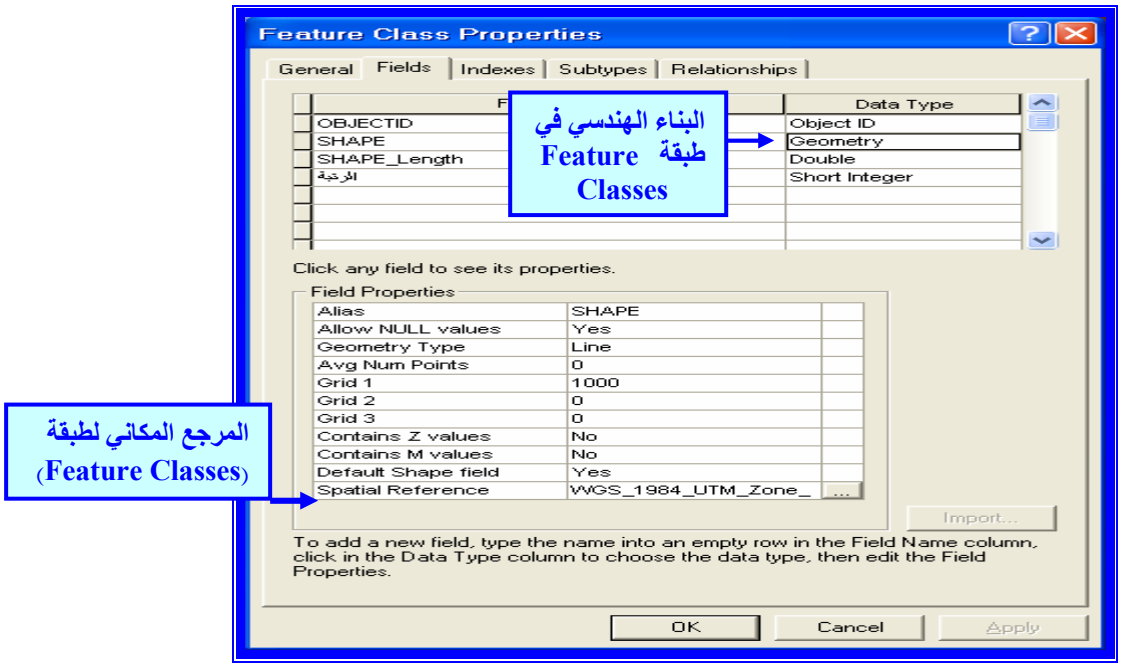
كما سبق وذكرنا أن تحديد البناء الهندسي لطبقات (Feature Classes) له أهمية كبيرة في تحديد صفة ونوعية تلك الطبقة وذلك حسب نوع البيانات المخزنة عليها فتكون هناك طبقات خطية أي تحتوي على بيانات خطية مثل طبقة الرتب لحوض وادي لبن التي تضم شبكة التصريف المائية للحوض ويعتبر البناء الهندسي من أهم عناصر التنظيم المرتبطة في إنشاء طبقات (Feature Classes) في قاعدة البيانات والذي يساعد على تنظيم وتصنيف البيانات وربطها بجداول مفهرسة معتمدة على الرمز التعريفي (ID) الذي يسهل عملية الوصول إلى أي معلومة في قاعدة البيانات ٠

(٢) تأكيد المرجع المكاني (The Spatial Reference) :-

بعد تحديد نوع البناء الهندسي لطبقة (Feature Classes) يجب التأكد من المرجع المكاني (Spatial Reference) لتلك الطبقة والتأكد من أنه يحمل نفس المرجع المكاني لطبقات

(Feature Dataset) التابعة لها في قاعـــدة البيانات من خلال الخيار المتاح في نفس نافذة البناء الهندسي كما هو موضح من الشكل (٢٤) وتتضح أهميـــة توحيد المرجـــع المكاني لكل محتويات قاعدة البيانات في عدة عمليات تخص التحليلات الجغرافيـــة المتقدمة مثل (البناء الطوبولوجـــي ، الشبكة الهندسيـــة والتحليلات الجغرافية الأخرى المتقدمة مثل التحليل المورفومتري)٠

شكل (٢٤) يوضح المرجع المكاني لطبقة (Feature Classes) في قاعدة البيانات



(٣) عمل تصنيف (Subtype) لبيانات طبقة (Feature Classes) :-

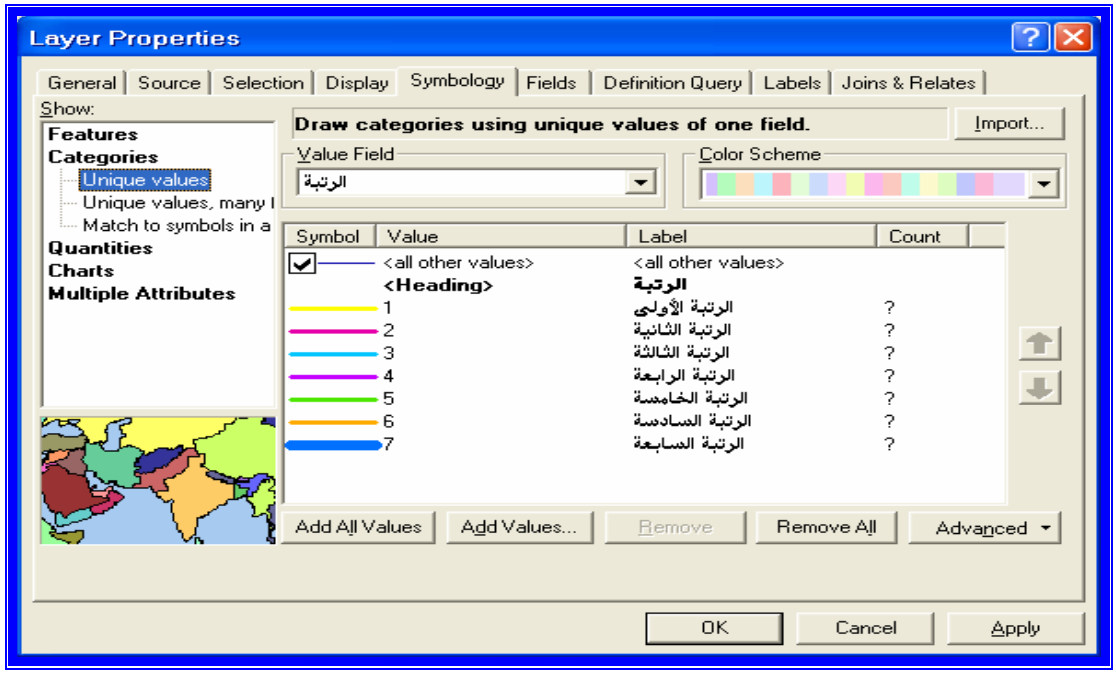
بما أن هدف الدراسة يكمن في دراسة الخصائص المورفومتريـــة لحوض وادي لبن التي ترتكز أساساً على رسم شبكة التصريف المائية للحوض ، فإن شبكة التصريف هذه تحتاج إلى تصنيف المجاري المائية إلى رتب عليا ودنيا ٠

ومن خلال إجـــراء عمليـــة (Subtype) لمجاري شبكة التصريـــف حسب رتبها معطيـــة بذلك ترميزاً فرعيـــاً داخل الطبقة الخطية التي تمثل شبكة التصريف المائيـــة لحوض وادي لبن ، فإنـــه يمكن إجراء الترميز النوعي للرتب باستخدام الألوان المفهرســـة في جداول يمكن الوصول إليها من خلال

الرمـــز التعريفي (ID) ولكل رافـــد في شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن رمز تعريفي خاص به حيث تساعدنا برامج نظم المعلومات الجغرافيـــة من خلال هـــذا الرمز معرفـــة وعرض خصائص الظاهـــرة الجغرافية وما يرتبط بها من بيانات مكانية ووصفية وكذلك معالجتها وتحديثها ٠

وتساعد عملية التصنيف للظاهرة الجغـــرافية في الطبقـــة الواحـــدة (Subtype) إلى فهرسة كل سمة من سمـــات الظاهرة مما يوجد استقلالية لكل سمة تساعد في سهولـــة تحديدها في قاعدة البيانات ومن ثم سهولة إجراء التحليلات المختلفة عليها كما هو موضح من الشكل (٢٥) ٠

شكل (٢٥) نافذة (Subtype) التي يتم من خلالها تصنيف وترميز سمات الظاهرة الجغرافية لقاعدة بيانات حوض وادي لبن



ويتضح دور نظم المعلومات الجغرافية في إجراء التحليلات على شبكة التصريف المائيـــة الخطيـــة في قاعدة بيانات وادي لبن وذلك من خلال البيانات المتوفرة سواء كانت مكانية أو إحصائية والمتمثلة في

(١) **عمل الإقتطاع (Clip) :** الذي يمكننا من اقـــتطاع سمة خطية معينـــة من سمـــات ومعالم حوض وادي لبـــن كالرتبة الأولى وذلك لاستخراج التحليلات الإحصائية المورفومترية لها المتعلقة

بمجموع روافد الرتبة الأولى ومجموع مسافاتها أو أطوالها إلى غير ذلك من الخصائص المورفومترية وكذلك اقتطاع سمة مساحية مثل اقتطاع مرئية منطقة الدراسة من مرئية منطقة الرياض واقتطاع الحوض العلوي والحوض الأوسط والسفلي من مرئية منطقة الدراسة ٠

(٢) عمل التغطية أو الإسقاط (Overlay) : حيث يسهل عمل تغطية لطبقتين مثل طبقة مساحة حوض وادي لبن المحررة من المرئية الفضائية وطبقة مساحة الحوض المحررة من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) من أجل إجراء المقارنة وترجيح الأفضل منها ٠

(٣) عمل ربط لبيانات (Snapping) : حيث تساعدنا تلك العملية على ربط الظاهرات الجغرافية فيما بينها خاصة الخطية بمواقع مضبوطة أو دقيقة في علاقة الظاهرات ببعضها البعض ٠ (Help , Arc GIS Desktop GIS dictionary) ، (زرقطة ، ٢٠٠٧م ، ص ٢٥٢)

وتساعد عملية الربط (Snapping) على تقليل نسبة الخطأ في إنشاء وتحرير شبكة التصريف المائية في قاعدة البيانات لحوض وادي لبن مما يظهر نتائج التحليل بصورة أكثر دقة كذلك يظهر معالم الخريطة أثناء عملية (Layout) بصورة مرتبطة وغير مفككة ٠

وبما أن شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن تتكون من روافد مختلفة الرتب والأطوال ولكي تظهر تلك الروافد بشكل شبكة متصلة مع بعضها البعض كان لا بد أثناء عملية التحرير (Editing) من إجراء عملية ربط (Snapping) بين الرتب وروافده وبين المجرى الرئيسي لحوض وادي لبن حيث يُتيح برنامج (ArcGIS –Arc Info) هذه الخاصية مقدم بذلك خيارات متعددة لنوع الربط أو مكان الربط بصورة محددة ودقيقة ٠

(٤) عمل تحويل (Conversion) : لبيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن وذلك كمتطلب لإجراء بعض التحليلات المورفومترية في المستوى الثالث المتمثل في (Arc Toolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology) كما هو الحال فيما يتعلق بتحويل البيانات الخطية النقطية التي تمثل نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) إلى بيانات مساحية بهيئة (Grid) ٠

(٥) عمل تصدير (Export) : لطبقات قاعدة البيانات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن من أجل تغيـــير امتداد تلك الطبقات من (Geodatabase) إلى ملفات (Shapefile) من أجل إجراء التحليلات المورفومترية عليها في المستوى (Arc Toolbox) ثم تصدير المخرجـــات والمتمثلة في الخرائط إلى ملفات (JPG Image) وذلك لطباعتها ٠

(٦) عمل تقريراً لحصر وتحديد أخطاء قاعدة البيانات (Error Report) : تقرير قبل البناء الطوبولوجي لبيان مجموع الأخطـــاء ومكانها في قاعـــدة البيانات ومن ثم تحديـــد قانون للبناء الطوبولوجي المناسب لمعالجة ذلك الخطأ مما يسهل على المستخـــدم الوصول إليها وحصرهـــا وتصحيحها حيث يتم إصلاح أخطاء البناء الطوبولوجـــي في المستوى (Arc Map) بعد معرفة طرق المعالجة الناتجة من تحويل البيانات المساحية المتمثلة في المرئية الفضائية إلى بيانات خطية متمثلة في شبكة التصريف المائية٠ ثم التقرير النهائي بعد أتمام عملية البناء الطوبولوجي وذلك لمعرفة النتيجـــة النهائيـــة التي تمت بها عمليـــة الإصلاح الخاصة بالبناء الطوبولوجي ٠

(٧) عمل بناء طوبولوجي (Topology) : لبيانات قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن وذلك من أجل تحديد حدود الظاهرة الجغرافية سواء كانت (نقطية ، خطية ، مساحية) بما يجاورها من ظاهـــرات أخرى ، وذلك لضمان تميزها عن بقية الظاهرات والتخلص من تكرار وصف وتحديد الظاهرة في قاعدة البيانات وكذلك تحديد مكان الخطأ الناتج عن عملية التحرير٠

(٨) عمل معالجة للبيانات (Data Editing) : حيث يتم من خلال تلك العملية مراجعـــة بيانات قاعدة بيانات حـــوض لبن والتأكد من صحتها وإجـــراء التعديـــل عليها وتصحيح الأخطاء الموجودة فيها مثل تصحيح أخطاء البيانات المتعلقة في نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)٠

(٩) عمل بناء استفسار (Building Query) : ويتـــم ذلك من أجـــل تطبيـــق المعادلات المورفومتريـــة واستخـــراج القيم المحسوبة لها ويساعد جدولـــة بيانات قاعـــدة بيانات حوض وادي

لبن بشكل مفهرس ومرمز برقم تعريفي من أجـــراء تلك الاستـــفسارات وحساب نتائج المعادلات بصورة آلية عن طريق خيارات (Selection – Select By Attributes) التي يتيحها البرنامج

(١٠) **عمل ربط (Join) :** بين جـــداول طبقات قاعـــدة بيانات حوض وادي لبن والتي تكون بياناتها أحدى أطراف المعادلة المورفومتريـــة المراد تطبيقها وذلك من أجل ربطها في جـــدول موحـــد ليسهل استدعائها أثناء بناء الاستفسار ٠

(١١) **عمل جدولة للبيانات (Data Table) :** وهي عمليـــة ربط البيانـــات الوصفيـــة مع البيانات المكانية متمثل ذلك في ربط البيانـــات الوصفية التي تمثل المشكلات البيئيـــة التي يعاني منها وادي لبن بمواقعها المكانيـــة وتحديدها على طبقة نقطية تبين تلك المواقع ومن ثم إسقاطها على مرئية الدراسة ٠

(١٢) **عمل ترميز (Symbolizations) :** ونقصد به ترميز البيانات وتصنيفها بدلائل نوعية أو كمية لتجهيزها وتمثيلها خرائطياً أي إخراج النتائج التي تم التوصل إليها على شكل خرائـــط تمثل مخرجـــات الدراسة (Output) أو ما يعرف في نظم المعلومات الجغرافية (Layout) ٠

(١٣) **عمل طيران افتراضي (Virtual Flight)** لتمثيل منطـــقة الدراسة بالبعـــد الثالث اعتماداً على مرئية منطقة الدراسة وبيانات نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) لتوضيح الرؤية لتضاريس الحوض وكذلك باعتبار الطيران الإفتراضي كأحـــد متطلبات إضافة طبقة المياه للحوض ٠

(١٤) **عمل إضافة وتحليل طبقة المياه (Water Layer)** وذلك لمعرفـــة المنســـوب الذي تصل فيه المياه إلى مستوى السيول أو الجريان السطحي وتحديد الأراضي التي تغمرها تلك المياه ٠
ونظراً لاختلاف مصادر البيانات اللازمة في بناء قاعدة البيانات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن فقد تم استخدام طريقتين لرسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن هما :-

(أ) الطريقة الأولى :- تعتمد في رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن على المرئية الفضائية (Ikonos) بدقة مكانيـــة (Spatial Resolution) (١م) ومقيـــاس رسم (١: ١,٠٠٠) باستخـــدام أسلوب الترقيم على الشاشـــــة (Screen Digitizing) وذلك لما تقدمه المرئية الفضائية من دقة وضوح عالية تساعد في رسم المجاري الدنيا لشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن والتي لم تظهرها الخرائط الكنتورية لحوض وادي لبن المتوفرة بمقياس رسم (١: ٥٠,٠٠٠)٠

(ب) الطريقة الثانية :- تعتمد في رسم شبكة التصريف المائيـــة على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠) متر باستخدام الطريقة الآلية التلقائيـــة وذلك من خلال أدوات التحليل التي يتيحها برنامج (ArcGIS) من خـــلال المستـــوى الثالـــث المتمثـــل في (Toolbox - Spatial Analyst Tools- Hydrology) ٠

(٤) اشتقاق البيانات الخطية من المساحية المستخدمة في التحليل المورفومتري :-

تتطلب عملية اشتقاق أو استخراج البيانات الخطية من البيانات المساحية قواعد معينـــة تعتبر كعناصر ضبط لتلك العملية وذلك من أجل أن تصبح البيانات الخطية مرتبطة مع البيانات المساحية في قاعـــدة البيانات من خلال تلك الضوابط ، وتتمثل تلك الضوابط في العناصر التالية :-

(١) توحيد المرجع المكاني للمرئية مع قاعدة بيانات حوض وادي لبن (Spatial Reference) :-

يُفيد توحيد المرجع المكاني (Spatial Reference) بين البيانات الخطية والبيانات المساحيـــة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن في ضبط ودقة المسافات والمساحـــات أثناء اشتقاق البيانات الخطية من البيانات المساحية ٠

وعند إنشاء قاعدة بيانات حوض وادي لبن تم ربط مرئية الحوض بالقاعـــدة وذلك من خلال المرجع المكاني الموحد وهذا الربط هو ربط بين البيانات الخطية والمساحية لكي يسهل تحريرهـــا إلى مسافات ومساحات دقيقة ضمن مسقط محدد يتمثل في مسقط (مركيتور المعدل المستعرض العالمي UTM) الذي تم تحديده مسبقاً لقاعدة البيانات ٠

وقد برزت أهمية ودور نظـــم المعلومات الجغرافيـــة في إتاحـــة مساقـــط متعددة يتم تحديدها حسب خصائصها التي توافق مع هدف الدراسة من حيث تحقيق المساحة والمسافة والاتجاه والزاوية الصحيحة وعند توحيد مسقط المرئيـــة مع قاعـــدة البيانات يجب أن نقوم باستعراض خصائص المرئية الفضائية لتأكد من المرجع المكاني للمرئية ومدى مطابقته للقـــاعدة البيانات وذلك كأول عنصر ضبط لعملية الاشتقاق ٠

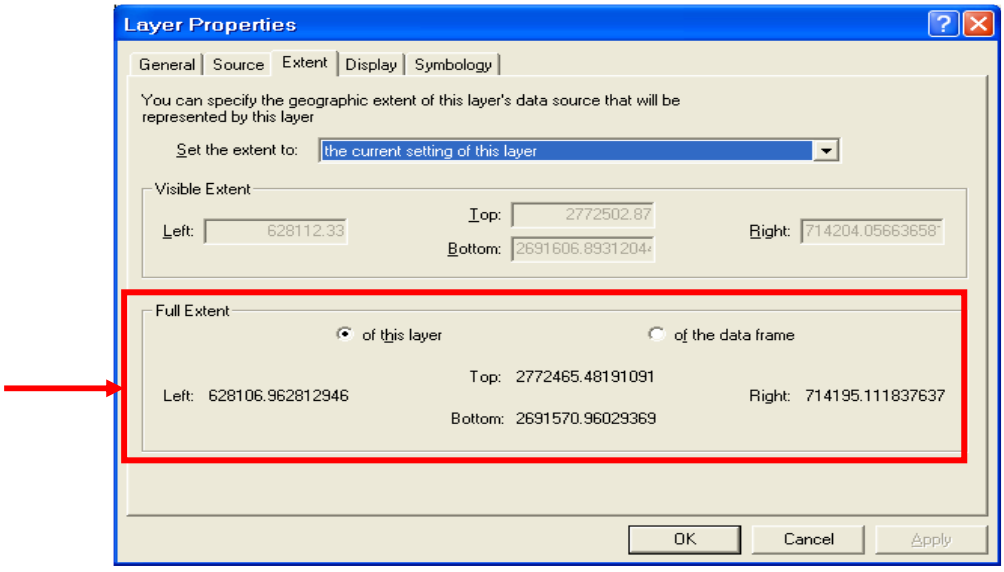
(٢) تحديد مدى المرئية (Extent) :-

يقصد بتحديد مدى المرئية معرفة القيم الدنيا والعليا لإحداثيات المرئيـــة (X.Y Domain) وتتم عملية تحديد مدى وحدود المرئية الفضائية أثناء عملية إنشـــاء طبقـــات قاعـــدة البيانات حيث يعتبر عنصر (ضبط مدى المرئية Extent) عنصراً ضروري لتنظيـــم البيانات الخطية أثناء اشتقاقهـــا من البيانات المساحيـــة في الطبقـــات في قاعـــدة البيانات ويكمن الغرض من تحديد القيم الدنيا والعليا لإحداثيات المرئية لضبط دقـــة المرئيـــة (Precision) والتي من خلالها يمكن ضبط عملية التحرير (Editing) أثناء عملية الاشتقاق ٠

وللبيانات المساحية (Raster Data) سواء كانت (خريطـــة ممسوحـــة ضوئياً ، صورة جوية ، مرئية فضائية) أربع قيم رئيسية تمثل تلك القيم حدوهـــا أو مداهـــا (Extent) ويتمثل مدى منطقـــة الدراسة لحـــوض وادي لبـــن من مرئيـــة غرب الرياض للقمر الصناعـــي (Ikonos) بالحدود التالية والموضحة في الشكل (٢٦) :-

* تمثل قيمة (Left) قيمة (Min – X) وهي (628112.33) غرباً ٠
* تمثل قيمة (Right) قيمة (Max – X) وهي (714204.05) شرقاً ٠
* تمثل قيمة (Bottom) قيمة (Min –Y) وهي (2691608.89) جنوباً ٠
* تمثل قيمة (Top) قيمة (Max –Y) وهي (2772502.87) شمالاً ٠

شكل (٢٦) نافذة توضح قيم مدى المرئية (Extent)
المتمثلة (X.Y Domain) لحوض وادي لبن



ونستدل من قيم (X.Y Domain) المتعلقة بأرقام (X) وهي (٦ أرقام) وأرقام (Y) وهي (٧ أرقام) على نوع المسقط للمرئية الفضائية هو (UTM) أي مسقط مركيتور العالمي المستعرض المعدل والمعتمد في برامج نظم المعلومات الجغرافية .

(٣) تحديد قانون اشتقاق البيانات الخطية إلى مساحية أثناء عملية التحرير : –

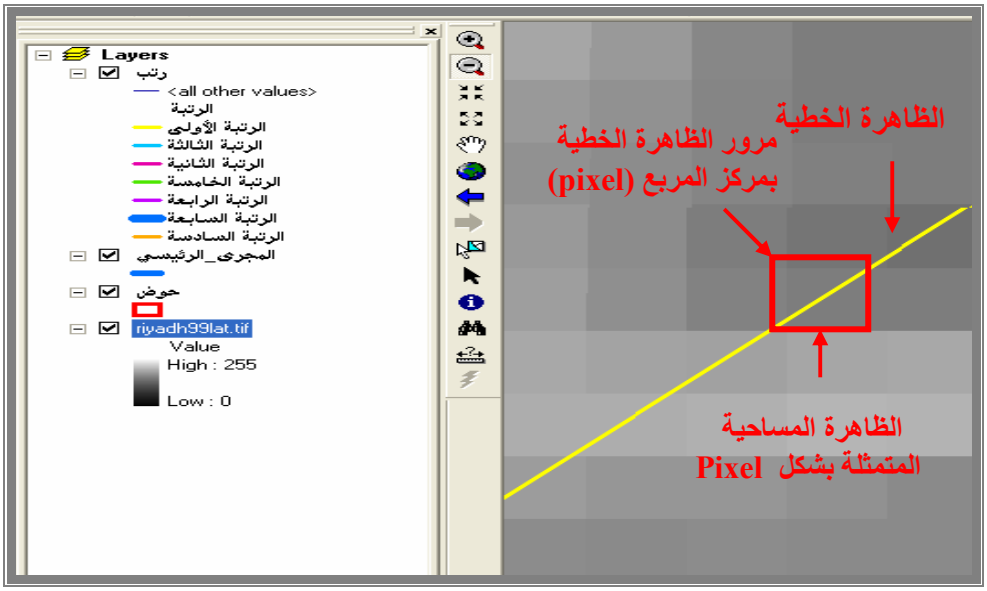
عند القيام بعملية الاشتقاق والمتمثلة في تحرير البيانات الخطية (Vector Data) من البيانات المساحية (Raster Data) يجب مراعاة قانونين هما :–

أولاً :- أكبر نسبة مشاركة من المربع (Largest Share) وهي تعني أثناء عملية التحرير للظاهرات المساحية يجب أن تكون الظاهرة الخطية غطت الظاهرة المساحية بنسبة تزيد عن (٥٠%) من المربع المتمثل في (Pixel) وبهذه النسبة تكون عملية التحرير قد مثلت الظاهرة المساحية بظاهرة خطية . كما هو موضح من الشكل (٢٧)

وحين تكون النسبة أقل من (٥٠%) فإن ذلك يعني نقصاناً في مسافات ومساحات الظاهرة الممثلة .

ثانياً : النقطة المركزية (Central Point) ويقصد بها أن عملية التحرير تمر بمركز المربع بغض النظر عن بقية مساحة (Pixel)٠ (عودة ، ١٤٢٦هـ ، ص١٢١)

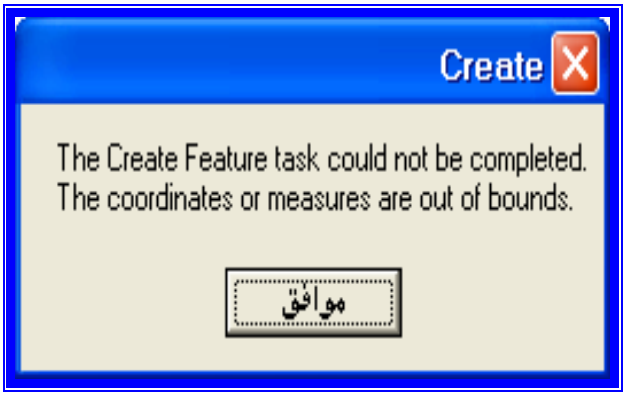
شكل (٢٧) نافذة توضح خلية (Pixel) لمرئية حوض وادي لبن وتمثيلها بظاهرة خطية وفق نقطة مركزية



(٤) تحديد حدة الدقة (Precision) :-

ترتبط مقدار تحديد الدقة في برامج نظم المعلومات الجغرافية بدرجة الوضوح المكاني لمرئية منطقة الدراسة حيث يتم تحديدها تلقائياً في البرنامج اعتماداً على ذلك الوضوح ، وبما أن درجة الوضوح للقمر الصناعي (Ikonos) قيمته (١متر) فأن مقدار الدقة سوف تكون (١٠٠سم) أي (١متر) وتظهر أهمية تحديد حدة الدقة في عملية تحرير البيانات الخاصة بالمرئية الفضائية أي في تحويل البيانات من (Raster Data) إلى (Vector Data) وكذلك لضبط قياس المسافات والمساحات لمعالم الطبقات المختلفة في(Feature Class) ولتجنب ظهور نافذة (Create) أثناء عملية التحرير (Editor) كما هو في الملاحظة التي يوضحها الشكل (٢٨) ٠

شكل (٢٨) نافذة توضح عدم ضبط الدقة في بيانات القاعدة



وتقاس الدقة حسب القانون التالي :-

(وحدة الخريطة أو مقام مقياس الرسم الدقيق) ÷ (وحدة التخزين أو بسط مقياس الرسم)

$$P = \frac{MU}{SU} = \frac{100CM}{1CM} = 100CM$$

P / تمثل حدة الدقة ٠

MU / تمثل وحدة الخريطة أو مقام مقياس الرسم الدقيق (Map Unite) ٠

SM / تمثل وحدة التخزين أو بسط مقياس الرسم (Storage Unite)٠

(Arc GIS V. 9.0 Desktop , Help Files)

وتمثل حدة الدقة قيمة الجزء الواحد من المقياس الدقيق وبما أن المقياس الدقيق السابق الذكر هو (١٠٠سم) أي (١٠٠جزء) فأن قيمة الجزء الواحد من تلك الأجزاء تساوي (١سم) ٠

ويقال عن مقياس الرسم حدة دقته عالية أي الرقم الذي يمثله صغير لذلك فأن التغطية أي المساحة التي يغطيها ذلك المقياس تكون صغيرة مما يدل على أن مقدار التغطية تتناسب مع حدة الدقة تناسباً عكسياً أي كلما كانت حدة (Precision) الدقة عالية كانت مساحة التغطية صغيرة مما يدل أن مقياس الرسم كبير ٠

وهناك عدة طرق لتحديد الدقة (Precision) في نظم المعلومات الجغرافية وهي على النحو التالي :-

*** الطريقة الأولى تحديد حدة الدقة Precision :-**

وتعتمد هذه الطريقة على تحديد حدة الدقة للمرئية الفضائية والذي يمثل الأفضل (١٠٠سم) أو (١٠٠٠ملم) وهي قيمة المقياس الدقيق لوحدة الطبيعة (١متر) والتي تتطابق مع درجة الوضوح المكاني للمرئية حوض وادي لبن المأخوذة من القمر الصناعي الأمريكي (IKONOS) وعند تحديد حدة الدقة يتم تلقائياً تحديد قيمة (Min + Max, X) و (Min + Max ,Y) وعلى هذا الأساس أصبحت قيمة (Max – X) لمرئية وادي لبن (714204.05) وقيمة (Max – Y) (2772502.87) وهو يطابق إحداثيات حدود ومدى المرئية ٠

*** الطريقة الثانية تحديد قيمة Min + Max – X.Y :-**

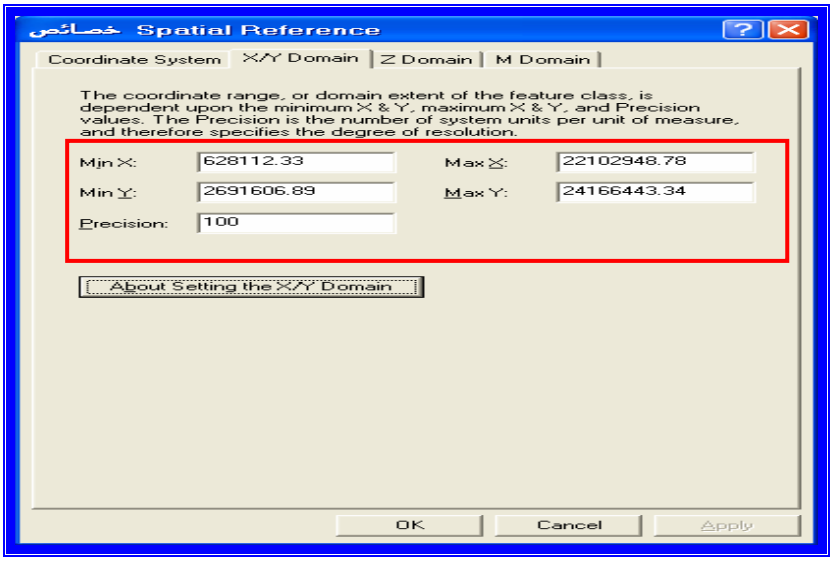
وتعتمد هذه الطريقة على تحديد القيم الدنيا والعليا لإحداثيات (X.Y) وسوف يقوم البرنامج بتحديد حدة الدقة الملائمة لتلك الإحداثيات :-

١- قيمة (Min – X) تمثل (628112.33) ٠
٢- قيمة (Min –Y) تمثل (2691608.89) ٠
٣- قيمة (Max – X) تمثل (714204.05) ٠
٤- قيمة (Max –Y) تمثل (2772502.87) ٠

*** الطريقة الثالثة تحديد قيمة X.Y – Min + حدة الدقة Precision :-**

وتعتمد هذه الطريقة على تحديد قيم الدنيا لإحداثي (X.Y) فقط إضافة إلى (حدة الدقة Precision) وسوف يقوم البرنامج بتحديد القيم العليا لإحداثي (X.Y) تلقائياً والشكل (٢٩) يوضح خانات القيم الدنيا والعليا لإحداثيات (X.Y) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية ٠

شكل (٢٩) نافذة تحديد مدى المرئية (X.Y Domain) ودقتها (Precision)



وبعد تنظيم وإدخال البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن نستطيع تحديد القواعد الأساسية لعملية الاشتقاق وفقاً لنوع البيانات وطرق إدخالها والمتمثلة في القواعد التالية :-

(١) **القاعدة الأولى** : اعتمدت على نوع البيانات المدخلة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن والتي تكون طريقة التمثيل فيها نوعين هما :-

(أ) رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن بالطريقة اليدوية الآلية المسماة بأسلوب الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) .

(ب) رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن بالطريقة الآلية التلقائية باستخدام المستوى الثالث لبرنامج (ArcInfo) المتمثل في (Spatial Analyst Tools – Hydrology – Toolbox)

(٢) **القاعدة الثانية** : اعتمدت في طريقة تمثيلها على هدف الدراسة وهما :-

بما أن موضوع الدراسة يتطلب رسم شبكة التصريف المائية فقد تم تمثيل بيانات قاعدة حوض وادي لبن على النحو التالي :-

(أ) نموذج التمثيل الخطي (Vector Model) و هو اشتقاق البيانات الخطية المتمثلة في شبكة التصريف المائية بما تحتويها من بيانات (نقطية ، خطية ، مساحية) من البيانات المساحية والمتمثلة بالمرئية الفضائية .

(ب) نموذج التمثيل الشبكي (Triangulated Irregular Network Data Model –TIN)

وهو تحويل نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) من بيانات خطية نقطية (Vector Data) إلى بيانات مساحية تسامتية (Grid) وذلك من أجل إجراء عمليات التحليل المورفومتري التي سواء كان باستخدام المستوى الثالث لبرنامج (ArcInfo) المتمثل في (Toolbox - Spatial Analyst Tools – Hydrology) حيث يقوم برامج نظم المعلومات الجغرافية بتحويل نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) إلى معلومات تربيعية (تسامتية Grid) منتظمة من نقاط الارتفاع (Matrix) ثم يقوم البرنامج بتحويل معلومات (Matrix) إلى خرائط التحليل المورفومتري مثل (Slope ، Watershed ، Tin ، Sink) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) عبارة عن بيانات ارتفاع التضاريس (X.Y.Z) لنقطة معينة على سطح الأرض تكون على شكل فواصل تربيعية ثابتة تدل على نظام إحداثي جغرافي أو نظام مركيتور المعدل المستعرض العالمي (UTM) وكلما كانت النقاط التربيعية أقرب إلى بعضها البعض كلما كان ملف الارتفاعات الرقمية أكثر تفصيلاً حيث يعتمد عدد تلك النقاط على طبيعة تضاريس منطقة الدراسة فكلما كانت المنطقة ذات ميل قليل مثل منطقة المصب لحوض وادي لبن باعتبارها منطقة سهلية فهي تحتاج إلى نقاط أكثر وذلك لتحديد اتجاه جريان وادي لبن بشكل أدق .

كذلك يجب أن تكون المسافات بين نقاط الارتفاعات صغيرة أي الفراغات التربيعية صغيرة لكي يتم تمثيل الظاهرات التضاريسية شديدة الارتفاع والانخفاض مثل (القمم ، الأودية) بشكل دقيق وصحيح .

وتكون بيانات الإرتفاعات الرقمية بعد تحويلها إلى بيانات مساحية تسامتية (Grid) كطبقة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ذات بناء هندسي مساحي (Raster Data) حتى يسهل التعامل معها في إجراء التحليلات المورفومترية بصورة مستقلة وأكثر دقة .

(٥)- البناء الطوبولوجي لقاعدة بيانات حوض وادي لبن (Topology) :-

تعتبر عملية البناء الطوبولوجي مرحلة هامة لاستكمال بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن والتي يمكن إجرائها أما قبل إنشاء القاعدة أو بعد استكمال بناء القاعدة وذلك لربط سمات الظواهر الجغرافية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن مع بعضها البعض عن طريق تحديد الأخطاء الناتجة في بناء القاعدة ومن ثم تصحيحها وفق قوانين البناء الطوبولوجي المحددة وذلك ليتم إعادة تحديد حدودها مع بعضها البعض ٠

ويعرف البناء الطوبولوجي بأنه أسلوب رياضي (A Mathematical Procedure) لتوضيح العلاقات المكانية (Spatial Relationships) ، وبالنسبة للخرائط فأن البناء الطوبولوجي يحدد الاتصال بين الظاهرات أو مكونات الخريطة (Features) ٠ (صالح ، ٢٠٠٠م ، ص١٠٤)

من هنا نستنتج بأن البناء الطوبولوجي هو تحديد حدود الظاهرة الجغرافية سواء كانت (نقطية ، خطية ، مساحية) وذلك بما يجاورها من ظاهرات أخرى ، وذلك لضمان تميزها عن بقية الظاهرات والتخلص من تكرار وصف وتحديد الظاهرة في قاعدة البيانات ٠ (الدليمي ، ٢٠٠٦م ، ص١١٦)

ويتم إنشاء البناء الطوبولوجي بعد الانتهاء من تحرير كل الظاهرات الجغرافية الموجودة على المرئية الفضائية ضمن عملية اشتقاق البيانات الخطية المتجهه (Vector Data) ضمن طبقات (Feature dataset) حيث يتم إنشاء البناء الطوبولوجي على ملفات (Feature dataset) وليس على (Feature Class) من خلال المستوى (Arc Catalog) ٠

ويتضح الغرض من إنشاء البناء الطوبولوجي من الميزات التي نستخلصها منه وهي على النحو التالي :-

(١) زيادة كفاءة عملية التخزين والتعامل بطريقة أسرع وبحجم أكبر مع البيانات ذات البناء الطوبولوجي ٠

(٢) يساعد البناء الطوبولوجي على إجراء العديد من التحليلات المكانية المختلفة ٠

(٣) يساعد على عمل الغطاءات (Overlaying) فوق بعضها البعض لإنشاء خريطة جديدة .

(٤) يعطي البناء الطوبولوجي الدقة لسمات المعالم الجغرافية المتعلقة في (Subtype , Domain , Relation rules , Attributes) .

(٥) يضمن البناء الطوبولوجي عدم تداخل مساحتين مغلقتين ومتجاورتين ومشتركتين بخط واحد .

(٦) يساعد البناء الطوبولوجي على سهولة التعرف على المعالم الجغرافية المختلفة والمحددة طوبولوجياً .

(www.cadmagazine.net) , (www.gisclub.net)

ويمكن إنشاء البناء الطوبولوجي في برامج نظم المعلومات الجغرافية ومنها (Arc Info) لثلاثة أنواع من البيانات وهي كالتالي :-

(أ) البناء الطوبولوجي النقطي أو العقد Node Topology :- تعتبر العقدة (Node) معلماً أو ظاهرة جغرافية وهي تمثل بداية ونهاية أي ضلع أو تمثل تقاطع الأضلاع وهي تستخدم في تحديد بداية ونهاية واتجاه الأضلاع في البناء الطوبولوجي كما تستخدم في حساب الأضلاع الذي يتكون من سلسلة من النقاط تبدأ بعقدة وتنتهي بعقدة ، كما أن لكل عقدة رقم تعريفي خاص بها وتفيد تحديد عقد الأضلاع في قاعدة بيانات وادي لبن في تحديد روافد المجرى الرئيسي من حيث الاتجاه ومعرفة أطوال تلك الروافد وكذلك حدودها مع الروافد الأخرى لكي يتم تحديد العلاقات فيما بينها .

(ب) البناء الطوبولوجي الخطي أو ضلع العقدة Arc – Node Topology :- ويتم البناء الطوبولوجي الخطي بين الظاهرات الخطية لتحديد أطوال الأضلاع واتجاهاتها وترابطها وذلك لما لها من أهمية في عملية التحليل المكاني حيث يحدد الضلع بنقطة أو عقدة بداية (From – node) ونقطة أو عقدة نهاية (To – node) ويمكن توصيل خط بخط آخر عن طريق هاتين العقدتين فقط وذلك لكي يتمكن برنامج نظم المعلومات الجغرافية من التعرف على كل خط على حدة عن طريق هذه العقد حيث يقوم البرنامج بوضع رقم تعريفي خاص لكل خط يتصل بالآخر عن طريق تلك العقدتين (عقدة البداية وعقدة النهاية) ويتم الاستفادة من البناء الطوبولوجي الخطي في قاعدة بيانات وادي لبن في تحديد حدود كل الظاهرات الخطية المتمثلة في المجرى الرئيسي والروافد وذلك لمعرفة أطوالها واتجاهاتها ومن ثم تحديد اتجاه شبكة التصريف المائي لحوض وادي لبن وما يترتب عليها في معرفة الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف .

(ج) البناء الطوبولوجي المساحي أو المضلع Polygon Topology :- ويتم البناء الطوبولوجي المساحي بين الظاهرات المساحية والذي يتكون من مجموعة من الأضلاع أو الخطوط مكونة حدود الظاهرة الجغرافية المساحية ٠

ويفضل تحديد حدود المضلعات في البناء الطوبولوجي باتجاه عقارب الساعة ويتم الاستفادة من البناء الطوبولوجي المساحي في قاعدة بيانات وادي لبن في تحديد حدود أحواض التصريف لكل رافد من روافد شبكة التصريف ٠

وفي البناء الطوبولوجي المساحي تظهر هنا أضلاع مشتركة مما يدل على تجاور (Adjacency) الظاهرات المساحية فيما بينها ٠ (الزيدي ، ٢٠٠٧م ، ص ص ٩٦، ٩٧، ٩٩)

(ESRI Building Geodatabases I, Lectures + Exeecises p7-1)

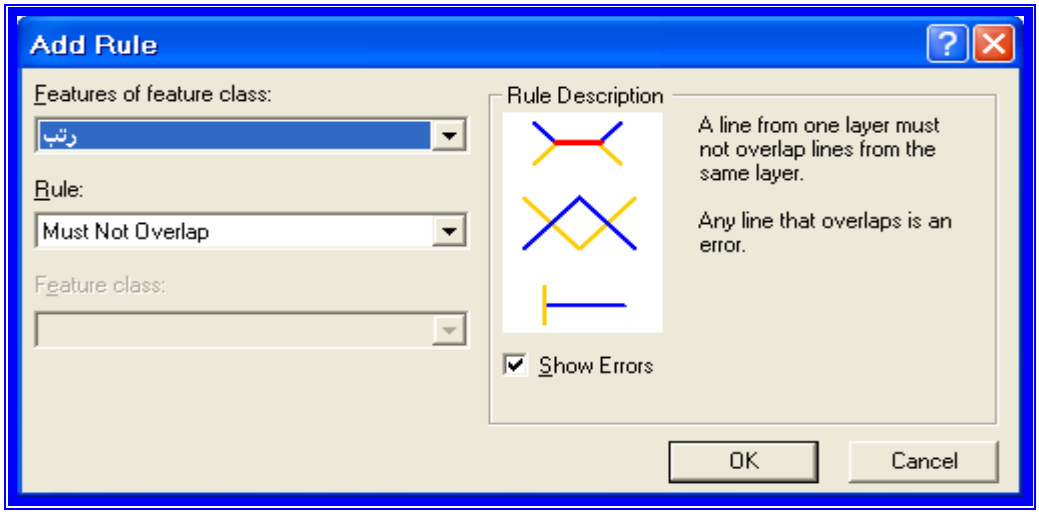
وعند إنشاء البناء الطوبولوجي في قاعدة البيانات فأن البيانات الطوبولوجية يتم تخزينها في ثلاثة جداول رئيسية وذلك حسب نوع البناء الطوبولوجي وهي كالتالي :-

* إذا كان البناء الطوبولوجي نقطي تكون الجداول (Point Attributes Tables) (PAT)
* إذا كان البناء الطوبولوجي خطي تكون الجداول (Arcs Attributes Tables) (PAT)
* إذا كان البناء الطوبولوجي مساحي تكون الجداول (Area Attributes Tables) (AAT)

(صالح ، ٢٠٠٠م ، ص ١٠٧)

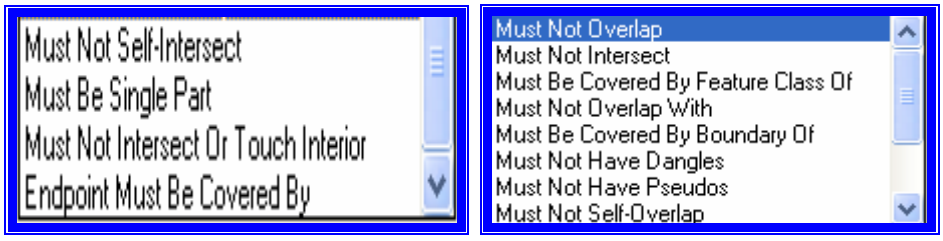
ويتيح لنا برنامج نظم المعلومات الجغرافية عدة قوانين (Rules) يبلغ عددها (٢٥ قانوناً) محكمة للبناء الطوبولوجي يتناسب كلاً منها حسب نوع البيانات إذا كانت (نقطية ، خطية ، مساحية) وعند إجراء عملية البناء الطوبولوجي والتي تتطلب تحديد الطبقة المراد عمل بناء طوبولوجي عليها فأن برنامج نظم المعلومات الجغرافية يتيح القوانين المناسب لتلك الطبقة حسب نوعية البيانات التي تحتويها ٠والشكل (٣٠) يوضح نافذة قوانين البناء الطوبولوجي في نظم المعلومات الجغرافية ٠

شكل (٣٠) نافذة التي يتم من خلالها تحديد قوانين البناء الطوبولوجي في قاعدة البيانات



وعند إجراء عملية البناء الطوبولوجي لشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن لطبقة الرتب وذلك لتصحيح الأخطاء الناتجة من تحويل البيانات المساحية المتمثلة في المرئيـــة الفضائية إلى بيانات خطية متمثلة في شبكة التصريف المائية ، وعند استعراض القوانين التي تحتويها نافذة (Add Rule) لكي يتم إضافة القانون المناسب حسب نوع البيانات التي تحتويها طبقة الرتب ، نلاحظ أن من بين (٢٥ قانوناً) الخاصـــة بالبناء الطوبولوجي هناك (١٢ قانوناً) خاصة بالظاهرات الخطيـــة وهي تتناسب حسب نوع تلك البيانات الخطية بصورة أكثر دقة وتخصصاً والشكل (٣١) يوضح مسميات تلك القوانين المتعلقة بالبيانات الخطية .

شكل (٣١) قوانين البناء الطوبولوجي الخاصة بالبيانات الخطية



حيث يتم تحديد واختيار تلك القوانين الخطيـــة حسب نوع الخطأ الذي نتج عن عملية التحرير فمثلاً عند تحرير شبكة التصريف المائية من المرئية الفضائية بهيئة خطوط نتج عن التحرير الأخطاء التالية :-

(أ) عدم تطابق نهاية الرافد في الرتبة مع روافد الرتبة الأعلى منها ٠

(ب) وجود رتب معلقة غير متصلة ٠

(ج) تطابق رافد أو تداخله مع نفسه أو مع رافد آخر ٠

ولكل من تلك الأخطاء قانون معين يوضح موضع الخطأ ويصفه ويضع حل له ٠

ومن ضمن القوانين المتاحة في نظم المعلومات الجغرافية القانون التالي وهو قانون خاص بالمجاري المائية لشبكة التصريف ٠

* **نص القانون :** (Must Not Have Pseudo) ٠

* **معنى القانون :** يجب ألا يكون هناك عقد عشوائية غير صحيحة ٠

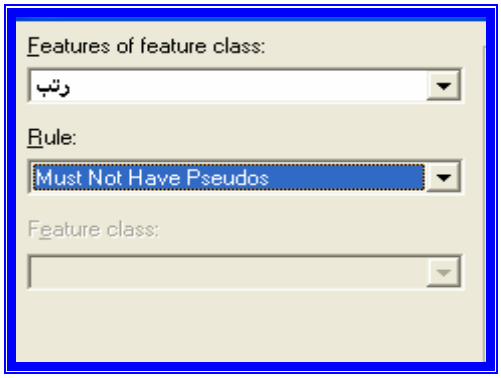
* **شرح القانون :** نهاية الخط يجب أن تغطى بنهاية خطين آخرين أو أكثر ٠

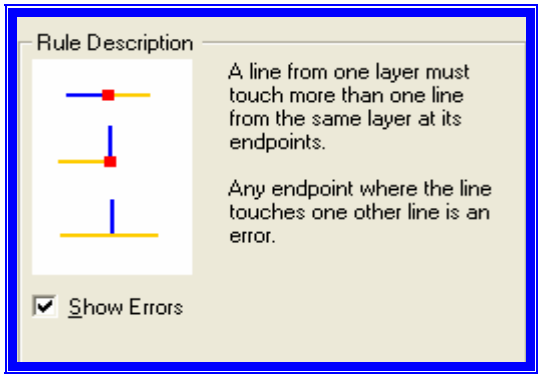
* **المعالجة :** (أ) (Merge to Largest) دمج مع الأكبر (أي دمج الرتبة مع رتبة أكبر منها)

(ب) (Merge to Specified) دمج من الأولوية (أي دمج الرتبة مع أول رتبة تأتي بعدها)

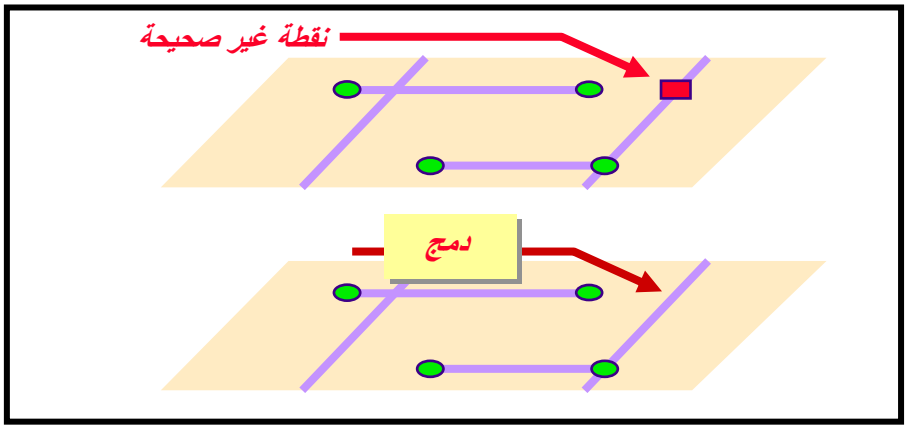
والشكل (٣٢) يوضح نافذة قانون (Must Not Have Pseudo) في نظم المعلومات الجغرافية وشرح لمعناه والشكل (٣٣) يوضح الرسم التخطيطـــي لطرق معالجة قانون (Must Not Have Pseudo) ٠

شكل (٣٢) نافذة القانون ووصفه في برنامج نظم المعلومات الجغرافية



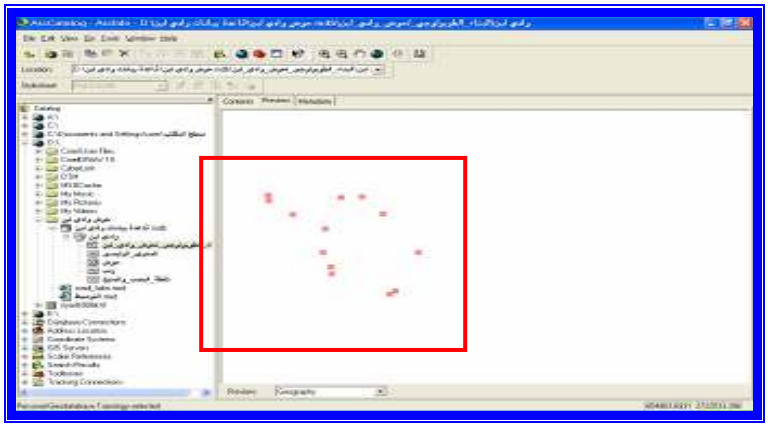


شكل (٣٣) رسم تخطيطي لتوضيح الخطأ المتمثل في وجود النقاط العشوائية الغير صحيحة



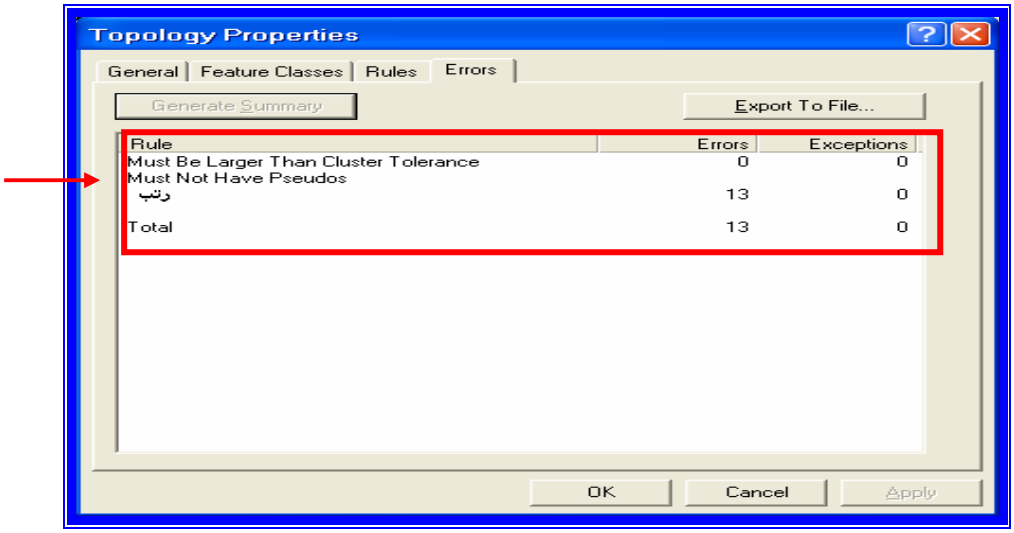
ويتيح لنا المستوى (Arc Catalog) عرض الأخطاء الناتجة من عملية البناء الطوبولوجي وذلك لكي يتم تحديد مكانها ومعرفـــة عددها والشكل (٣٤) يوضح تلك العقد التي تدل على أن هناك ظاهرة جغرافية خطية غير متصلة مع الظاهرة التي تجاورها .

شكل (٣٤) النقاط أو العقد العشوائية الغير الصحيحة التي وردت في طبقة الرتب لشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن



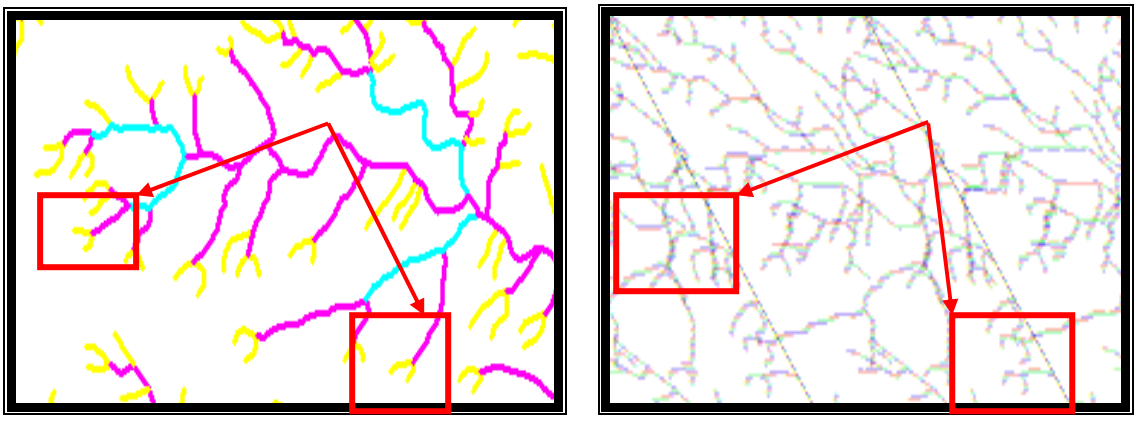
وتتضح أهمية نظم المعلومات الجغرافية في إمكانية استخلاص تقرير عن مجموع الأخطاء ومكانها ونوع القانون للبناء الطوبولوجي وذلك من خلال (Topology Properties) مما يسهل على المستخدم الوصول إليها وحصرهـــا وتصحيحها كما هـــو موضح من الشكل (٣٥) حيث يتم إصلاح أخطاء البناء الطوبولوجي في المستوى (Arc Map) بعد معرفة طرق المعالجة .

شكل (٣٥) نافذة تقرير أخطاء البناء الطوبولوجي لقاعدة بيانات حوض وادي لبن



وبعد مطابقة البناء الطوبولوجي المتمثل في العقد التي تحدد مكان الخطأ مع طبقة شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن فسوف يتم تحديد موضع الظاهرة الجغرافيـــة الغير متصلة مع الظاهرة التي تجاورها وتحتاج إلى (Merge to Largest) دمج مع الأكبر (أي دمج الرتبة مع رتبة أكبر منها) والشكل (٣٦) يوضح ذلك ٠

شكل (٣٦) النقاط العشوائية التي توضح مكان الخطأ قبل التعديل والروافد بعد عمل Snapping وتوصيلها مع بعضها البعض

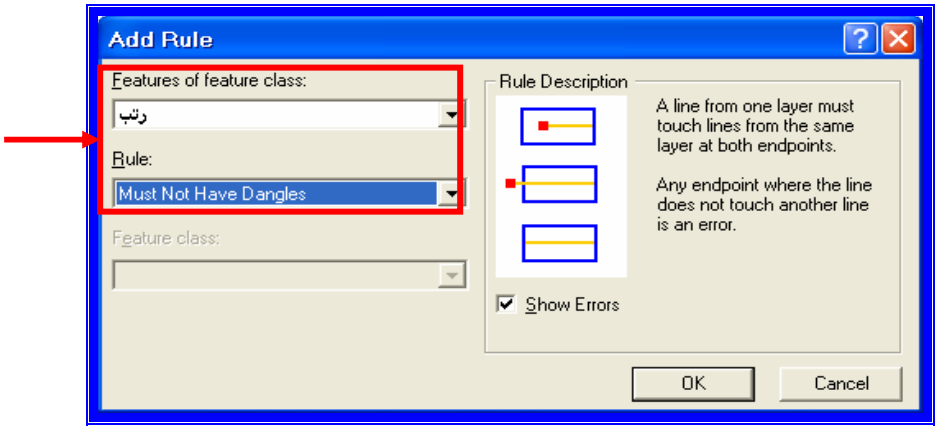


قبل تعديل الخطأ

بعد تعديل الخطأ

وفيما يتعلق بالقانـــون الثانـــي المناسب لطبقة الرتـــب المتمثلة في شبكة التصريف المائيـــة (Must Not Have Dangles) والذي يعنـــي (يجب أن لا يكون هناك خطوط معلقة) والشكل (٣٧) يوضح مفهوم هذا القانون وهو من أنسب القوانين التي تعالج الرتب المعلقة التي قد تنتج لعدم اتصالها بالمجرى الذي يليها بسبب خطأ في عملية التحرير

شكل (٣٧) نافذة قانون (Must Not Have Dangles)

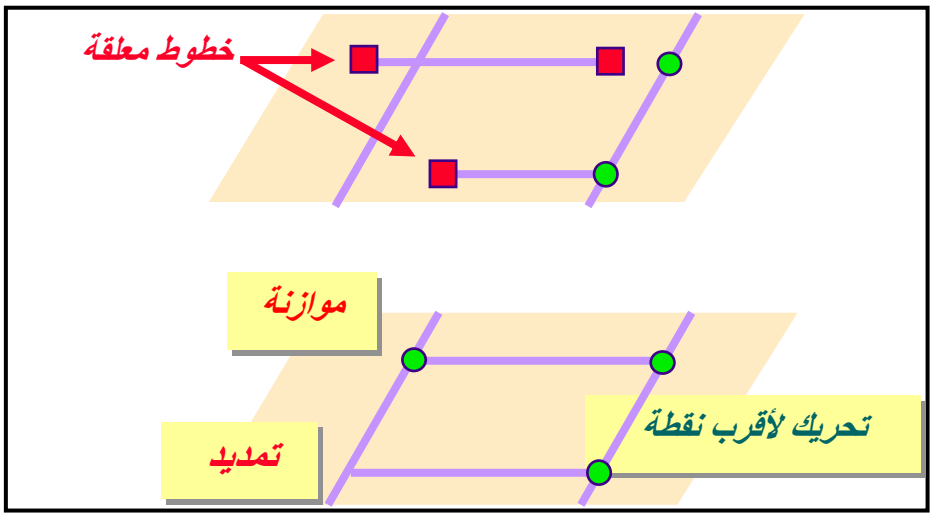


* **نص القانون : (Must Not Have Dangles)**
* **معنى القانون :** يجب أن لا يكون هناك خطوط معلقة .
* **شرح القانون :** نهاية الخط يجب أن تغطي على الأقل بنهاية خط آخر .
* **المعالجة :** (أ) تحريك يدويٌّ لأقرب نقطة عن طريق (Snapping).

(ب) أو مد الخط لنقطة اتصال (Extend).

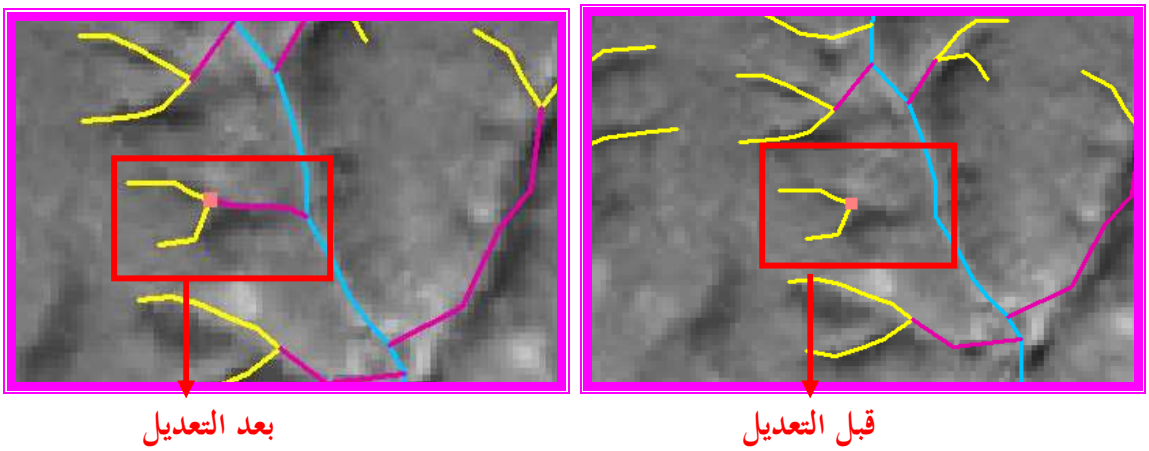
(ج) أو عمل موازنة بين الخطوط (Trim) والشكل (٣٨) يوضح الرسم التخطيطي لطرق المعالجة .

شكل (٣٨) رسم تخطيطي لتوضيح الخطأ المتمثل في وجود الخطوط غير المتصلة



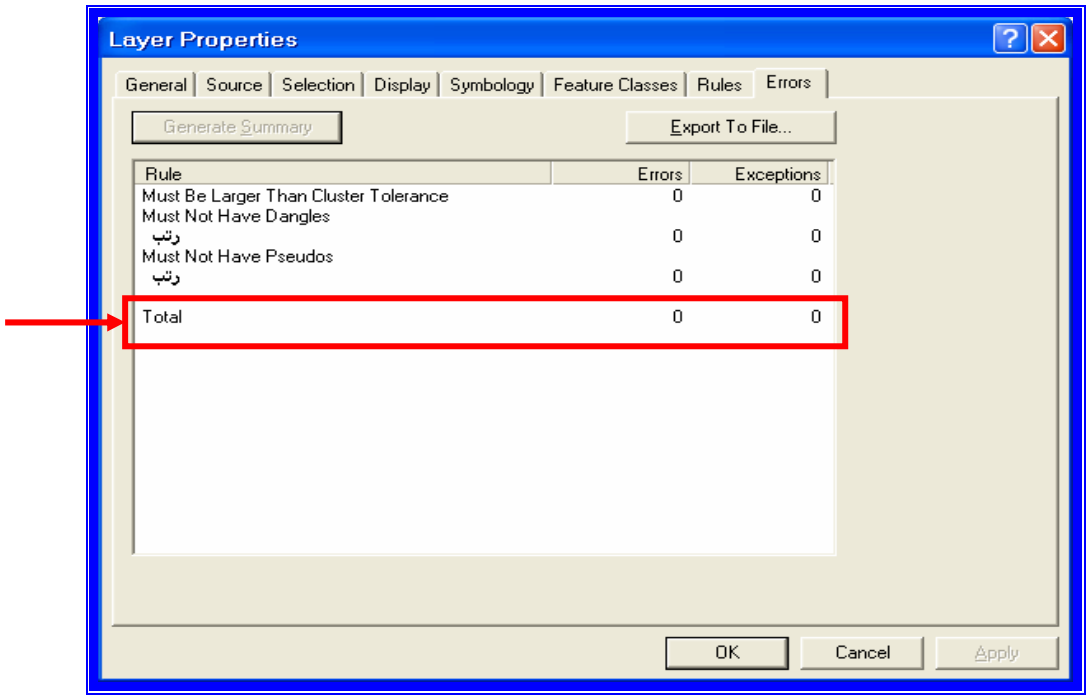
وتوضح العقد في بناء الطوبولوجـــي موضع تصحيح الخطأ المتعلق في الظاهرة الخطيـــة حيث يظهر الشكل (٣٩) موضع الخطأ والذي يتمثل في روافد الرتبة الأولى الغير متصلة مع روافد الرتبة الثانية وكيف تم إصلاحها ٠

شكل (٣٩) الخطوط المعلقة الغير متصلة و الخطوط المتصلة



وبعد الانتهاء من عملية البناء الطوبولوجي وتصحيح الأخطاء لابد من التأكد من ضبط عملية البناء وذلك من خلال استخلاص تقريـــر الأخطـــاء الخاص بكل القوانين التي تم تطبيقها وذلك لمعرفـــة النتيجة النهائية التي تم بها عمليـــة التصحيح ٠ والشكل (٤٠) يوضح المجموع (Total) المتعلق بالأخطاء (Errors) الذي أصبح مقداره (صفر) ٠

شكل (٤٠) نافذة التقرير النهائي لتصحيح الأخطاء ضمن عملية البناء الطوبولوجي
لقاعدة بيانات حوض وادي لبن



الفصل الرابع

الخصائص المورفومترية المستخدمة في الدراسة وتوضيح العلاقات المكانية بينها

المقدمة :-

تمثل دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية أهمية تتعلق بدلائل بيئية عديدة حيث ترتبط تلك الخصائص ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية أهمها المصادر المائية لتلك الأحواض .

وتساعد دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية في إلقـــاء الضوء على هيدرولوجية الأحواض المائية من حيث معرفة الموارد المائية ، وذلك لما لتلك الأحواض من أهمية ترتبـــط بالأنشطة البشرية ومن ثم تحديـــد الأضرار البيئية التي يُخلفها هذا النشاط البشري التي تظهر في حوض وادي لبن على شكل مكبات مخلفات البناء والحفر الناتجـــة عن نقل التربـــات أو الأضرار البيئية الطبيعية المتمثلة في السيول والفيضانات .

وبما أن منطقة الدراسة تقع ضمن المناطق الجافـــة الصحراويـــة التي تندر فيها المياه إضافة إلى تعرض منطقة الدراسة المتمثلة في حوض وادي لبن الذي يعتبر أحدى أهم الروافـــد الغربية لوادي حنيفة إلى إخلال بيئي بسبب سوء استخدام السكان لتلك المناطق مما استوجب وضع خطط تنمويـــة لإعـــادة التأهيل من قبل الجهات المعنية .

ويأتي الاهتمام من قبل الجهات المعنية بتلك الأوديـــة بما فيها وادي لبن مـــن حيث اعتبارهـــا مناطق مفتوحة لمدينة الرياض حيث توفر للعاصمة مناطق ترويحية وجمالية حيث اعتبرت منطقـــة أعالي وادي لبن منطقة محمية طبيعيـــة من قبل الهيئـــة العليا لتطوير مدينة الرياض ، إضافة إلى التربة الخصبة التي ساعدت على الزراعة خاصة في بطن وادي لبن.(الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤١٣هـ)

وتساعد دراسة الخصائص المورفومترية وما ينتج عنها من قيم محسوبة خاصة المتعلقة بشبكة التصريف لحوض وادي لبن من تطبيق المعادلات المورفومترية المتعلقة بالسيول وذلك لوضع خطط مستقبليـــة لترشيد تلك المصادر وتفادي مخاطر السيول الأمر الذي يساعـــد الجهات المعنيـــة في إعادة تأهيـــل وادي لبن على أسس علمية دقيقة .

وتعرف الخصائص المورفومترية (Morphometry) بأنها الخصائص الحوضية القياسية أو الهندسية التي تنتج عن قياسات معينة للأحـــواض المائية بما في ذلك الخصائص الشكلية ٠ (سلامة ، ١٩٨٠م ، ص٩٧) وتهتم دراسة الخصـــائص المورفومتريـــة بتمييز رتب النهر أو درجة الروافد ٠(أبو العينين ، ١٩٦٨م ، ص٤٣٦) أي أن الخصائص المورفومترية ترتبط بشبكة التصريف المائية للأحواض ، وتعتمد دقة نتائج التحليل المورفومتري على دقة رسم شبكة المجاري المائية ، وتوفر لنـــا تقنية نظم المعلومات الجغرافية برامج متطورة لإجـــراء التحليلات المورفومتريـــة التي تم اعتمادها في هذه الدراسة متمثلة في المستوى الثالث (Toolbox - Spatial Analyst - Hydrology) معـــتمدة على بيانات دقيقة ذات درجـــة وضوح مكاني عاليـــة متمثلـــة في (المرئية الفضائية ، نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM - Digital Elevation Model) والتي تساعدنا في رسم شبكة التصريف المائية بصورة دقيقة وواضحة مما ينعكس على نتائج التحليل المورفومتري موفـــرة بذلك الجهـــد والوقت ٠

وفيما يخص الطرق التي تعتمد على الخريطة الكنتوريـــة حيث تختلف المعلومات والبيانات التي توفرها الخرائط الكنتورية تبعاً لاختلاف مقياس الرسم والتي تتصف أغلبها بالتعميم خاصة للروافد الدنيا عند منابع المجرى المائي التي لا تظهرها الخرائـــط الكنتورية وهذا بـــدوره ينعكس على عدد الروافد في الرتب الدنيا ٠

وقبل البدء في تحديد واستخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن يجـــب التعرف على مفهوم الحوض المائي ومفهوم عناصره كالتالي : –

الحوض المائي (River Basin) :– هو عبـــارة عن جميع الأراضي التي تجري عليها مجاري نفس الشبكة المائية والمجاور لغيره من الأحواض المائية بخط تقسيم المياه ٠

ويتكون الحوض المائي من العناصر التالية :–

(١) **خط تقسيم المياه** (Water divide) :– عبارة عن منحنـــى يتكون من نقاط الارتفاع القصوى المحيطة بنفس مجاري الشبكة المائية ٠

(٢) **المنبع** (fountainhead) :– هو نقطة بدايـــة ظهور الجريان السطحي في الحوض المائي ، ويكون بأعالي الحوض مجاوراً لخـــط تقسيم المياه ويناسب أبعـــد نقطـــة من المصب على المجرى الرئيسي ٠

(٣) **المصب** (Estuary) :- هي أدنى نقطة ارتفاع للحوض على خط تقسيم المياه التي يصب فيها مياه جميع مجاري الشبكة المائية لنفس الحوض المائي ٠

(٤) **الإرتفاع الأقصى** (Maximum Elevation) :- هو أعلى منسوب على خـــط تقسيم المياه ٠

(٥) **الإرتفاع الأدنى** (Minimum Elevation) :- هو أدنى منسوب على خط تقسيم المياه وهو يمثـــل عادةً مصب الحوض المائي٠

(٦) **الرافد** (Tributary) :- هو مجرى صغير تصب مياهه في مجرى الوادي الرئيسي ٠

(٧) **المجرى الرئيسي** (Main Stream) :- هو القنـــاة المجمعة لمياه جميع الروافـــد المشكلـــة للشبكة المائية ٠ (بوروبة ، ١٤٢٥هـ ، ص ١٦)

(٨) **الحوض المائي** (Basin) :- هو عبارة عن المساحـــة من سطح الأرض التي تجـــري عليها شبكة من المجاري المائية التي تصب في مجرى واحد أو قناة رئيسة واحدة تكون عادة محاطة بقمم جبلية تمثل أقصى الإرتفاعات الفاصلة بين الأحواض المجاورة ٠(بوروبة ، ١٤٢٢هـ ، ص ٣)

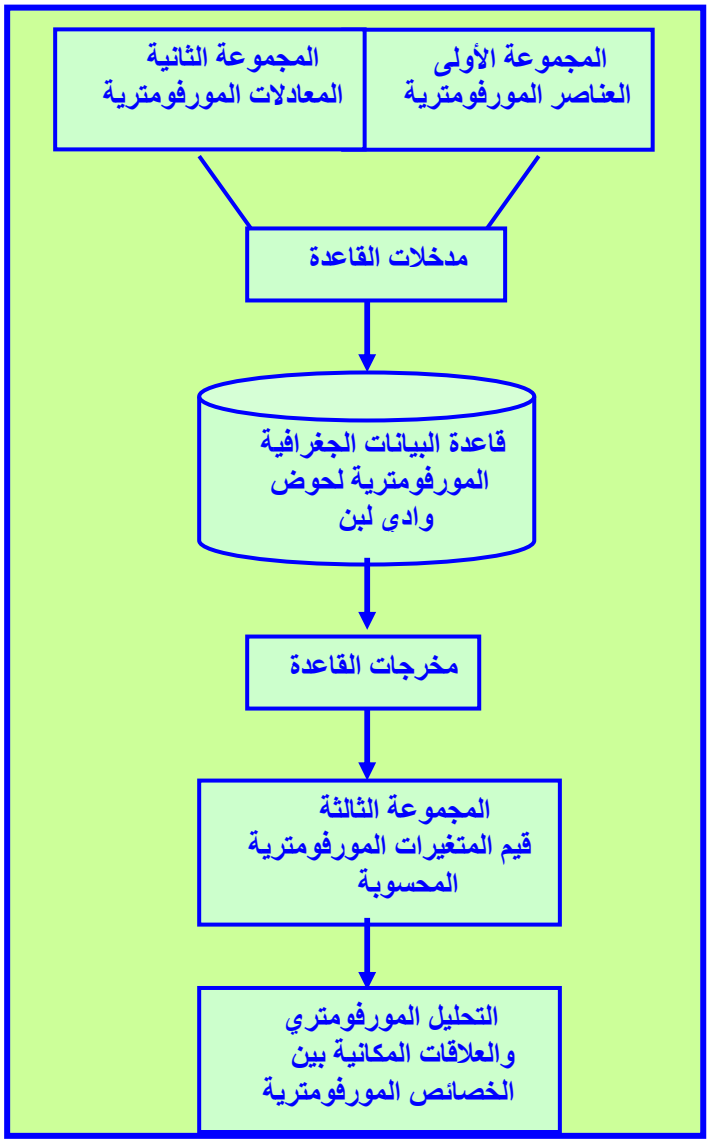
(٩) **شبكة التصريف المائية** (Drainage Networks) :- هي مجموعة المجاري والروافـــد التي تصب في مجرى واحد هو المجرى الرئيســـي ٠ (سلامة ، ٢٠٠٤م ، ص١٨٥)

ومن خلال الخصائص المورفومترية المحددة في هذه الدراسة ونظراً لتنوع مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن وتنوع طرق استخراج العناصر المورفومترية وطرق تطبيـــق المعادلات المورفومترية التي أتاحتها نظم المعلومات الجغرافية فإن دراسة الخصائص المورفومترية من خلال النظم تم تصنيفها إلى ثلاثة مجموعات كما يوضحه الشكل (٤١) وذلك حسب طريقة استخراجها :-

<u>المجموعة الأولى</u> :- العناصر المورفومترية : وهي المتغيرات المورفومترية التي تم الحصول عليها من جداول الطبقات الخاصة بشبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن بعد تحريرها من المرئيـــة الفضائية باستخدام أسلوب الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) ذات الوحـــدات المترية وذلك بناءاً على مسقط (مسقط مركيتـــور المعدل المستعرض العالـــمي Conformal Universal Transverse Mercator Projection UTM) المعتمد لقاعـــدة بيانات حوض وادي لبن وتشمل :-

(محيط الحوض ، مساحة الحوض ، عرض الحوض ، طول الحوض ، أطوال المجاري لكل رتبة ، عدد المجاري لكل رتبة مجموع أطـــوال المجاري ، رتب المجاري ، الارتفاع الأقصـــى للحـــوض ، نقطة المصب ، نقطة المنبـــع ، مركز ثقل الحوض ، المسافة الأفقية) .

الشكل (٤١) الخصائص المورفومترية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



المصدر : عمل الباحثة

المجموعة الثانية :- المعادلات المورفومترية : تشمل صيغ المعادلات المورفومترية المتعارف عليها عالمياً حيث تم حصر الخصائص المورفومترية بما فيها المعادلات (٦٢) خاصية مورفومترية ، وقد تم استخراج (١٢) متغير أو عنصراً مورفومتري من جداول قاعدة بيانات حوض وادي لبن وتم تطبيق (٢٤) معادلة مورفومترية أساسية وهي المعادلات الرياضية المورفومترية التي تم تطبيقها اعتماداً على العناصر المورفومترية وذلك للحصول على قيم المتغيرات المحسوبة من تلك المعادلات وتشمل تلك الصيغ الرياضية ما يلي : (طول الحوض ، متوسط عرض الحوض معامل الشكل ، معامل الاستدارة معامل الاستطالة ، نسبة التفلطح ، معامل التماسك ، نسبة التشعب ، متوسط نسبة التشعب ، متوسط أطوال المجاري لكل رتبة ، نسبة أطوال المجاري ، تكرارية المجاري ، كثافة التصريف ، معامل التعرج ثابت بقاء المجرى ، درجة الانحدار ، نسبة الانحدار ، مساحة الانحدار التضرس الكلي ، نسبة التضرس معامل التضرس ، التضاريس النسبية ، قيمة الوعورة ، الرقم الجيومتري) إضافة إلى (١٥) معادلة لتقدير حجم تدفق السيول اعتماداً على العناصر المورفومترية التي تم الحصول عليها ٠

وتقدر نسبة ما تم دراسته من الخصائص المورفومترية في هذه الدراسة (٨٢ %) من مجموع الخصائص المورفومترية العالمية ، وترى الباحثة أن الوصول لمثل هذه النسبة كافياً للتعرف على مدى إمكانية برامج نظم المعلومات الجغرافية في تطبيق مثل هذه الخصائص وهذا المؤشر من مقدار النسبة يدل على قدرة برامج نظم المعلومات الجغرافية على استخراج وتطبيق بقية الخصائص سواء كانت متغيرات أو معادلات ، علماً بأن الهدف الرئيسي الذي تسعى الباحثة لتحقيقه هو معرفة دور نظم المعلومات الجغرافية في التعامل مع هذه الخصائص المورفومترية ومعرفة الآلية التطبيقية لتنفيذها في البرنامج المحدد لهذه الدراسة المتمثل في (ArcGIS – ArcInfo V. 9) ٠

وقد اعتمدت الباحثة في تطبيق المعادلات المورفومترية على بيانات العناصر المورفومترية المخزنة في أعمدة وصفوف جداول قواعد البيانات وذلك من خلال بناء تلك المعادلات حسب ما تقتضيه أطراف المعادلة عن طريق (بناء الاستفسار Building Query) في جداول الطبقات التي تحتوي على العناصر والمتغيرات المورفومترية الداخلة في بناء قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن ، مما أتاح للباحثة معرفة الآلية التي تم بها تنفيذ تلك المعادلات ومعرفة كيفية استدعائها من قاعدة البيانات وربطها بالحيز الجغرافي المكاني و هذا أهم ما يميز نظم المعلومات الجغرافية عن غيرها من بقية النظم ٠

وتشكل العناصر المورفومترية مع صيغ المعادلات المورفومترية مدخلات قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن والتي من خلالها يمكن الحصول على قيم العناصر المورفومترية المحسوبة من تطبيق تلك المعادلات وذلك من أجل إجراء التفسيرات المورفومترية لتلك النتائج ومن ثم إيجاد العلاقات المكانية بينها ٠

المجموعة الثالثة : – التحليل المورفومتري للقيم المورفومترية المحسوبة وإيجاد العلاقات المكانية بينها ويقصد به إعطاء التفسيرات المورفومترية لمدلولات القيم المحسوبة أو لنتائج تطبيق المعادلات المورفومترية باعتبار أن لكل نتيجة محسوبة قيم عليا ودنيا كمية كانت أو نوعية متفق عليها مورفومترياً يتم من خلالها إعطاء المدلول الكمي أو النوعي للقيمة المورفومترية مثل قيم معامل الاستدارة والاستطالة محددة (١صحيح) كحد أعلى والقيم القريبة من (١صحيح) تدل على ذلك المعامل والعكس صحيح ٠

وقد يلجأ الباحث إلى استخدام البرامج الإحصائية مثل (Excel ، SPSS) إذا كان استخراج العناصر المورفومترية وتطبيق المعادلات المورفومترية تم بطريقة يدوية وذلك لإيجاد العلاقات الإرتباطية بين الخصائص المورفومترية خاصة عندما تكون هناك دراسات مورفومترية لأكثر من حوض يراد منها المقارنة بين تلك الأحواض ، بينما في دراستنا هذه فان دراسة الخصائص المورفومترية متعلقة بمنطقة الدراسة التي تمثل حوض واحد هو حوض وادي لبن حيث يتم من خلال القيم المحسوبة للخصائص المورفومترية التوصل إلى العلاقات المكانية بين تلك الخصائص وهذا ما ترتكز عليه نظم المعلومات الجغرافية وتميزها عن غيرها من بقية النظم في توضيح العلاقات المكانية بين الظاهرات الجغرافية ٠

فقد اعتمدت الباحثة بشكل كلي على تقنية نظم المعلومات الجغرافية في حساب الخصائص المورفومترية بصورة آلية استناداً على مصادر بيانات متقدمة ودقيقة متمثلة في (المرئية الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) ذو الوضوح المكاني (١متر) ، نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ٠

أولاً : تحديد المتغيرات المورفومترية المستخدمة في دراسة حوض وادي لبن :-

تنتظم العناصر والمعادلات المورفومترية تبعاً للخصائص المورفومترية المتعارف عليها والمحددة في هذه الدراسة بثلاثة أنواع من الخصائص لكل منها مجموعة من المتغيرات وهي على النحو التالي :-

(أ) الخصائص الشكلية للحوض المائي :-

وتعرف بخصائص هندسة الحوض (Basin Geometry) والتي تشمل المسافات والمساحات المتعلقة بالحوض ومجراه وروافده ، وتعتبر هذه القياسات متغيرات أساسية لاستخلاص المعادلات الرياضية المورفومترية الأخرى وتشمل :-

(١) محيط الحوض المائي (Basin Perimeter)[١] :- ويرمز له (P) ويحسب (Km) (كلم) ويعتبر أول المتغيرات الأساسية المورفومترية لحوض وادي لبن التي يجب تحديده ورسمه لارتباطه بالعديد من الخصائص المورفومترية الأخرى مثل (مساحة الحوض شكل الحوض ، عرض الحوض ، طول الحوض ، استدارة الحوض ، استطالة الحوض) ٠

ويسمى محيط الحوض بخط تقسيم المياه (Water divide) والذي يقصد به المنطقة الجبلية المرتفعة التي تنصرف على جوانبها المياه في اتجاهين مختلفين أو أكثر ٠(محسوب ، ٢٠٠٦م ، ص١٩٧) ويرسم محيط الحوض وادي لبن بطريقتين آليتين اعتماداً على مصدر البيانات وهما :-

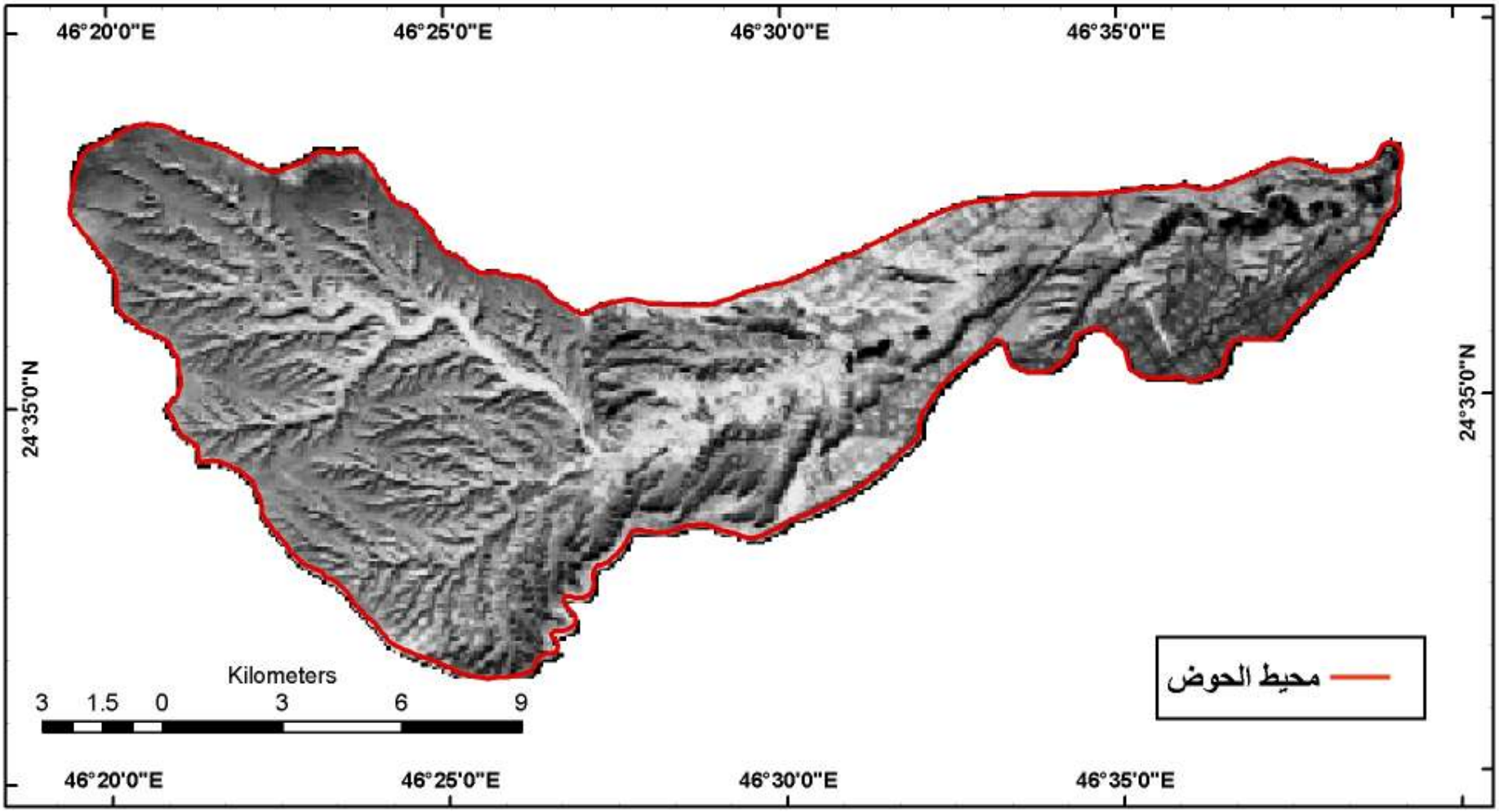
---

(١) Doornkamp, J.C., King , C. A. M, (1971) : Numerical Analysis in Geomor-phology- Iantroduction ; London , P.1-112

(أ) الطريقة اليدوية الآلية باستخدام أسلوب الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) وهو رسم شبكة التصريف المائية اعتماداً على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة للقمر الصناعي (Ikonos) ذات الوضوح المكاني (١متر) ومقياس رسم (١: ١٠٠٠) حيث يتم تخزين محيط الحوض كطبقة خطية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ومرفقة بجدول يوضح البناء الهندسي لتلك الطبقة ومقدار محيط الحوض كمسافة أو كظاهرة خطية ، حيث تم رسم محيط الحوض اعتماداً على التفسير أو التصنيف البصري (Visual Interpretation) للباحثة والذي يعتمد على التفسير بالنظر والتعرف على الظاهرات التي تحويها الصورة أو المرئية وما تمثله بصورة حقيقية على سطح الأرض ، والشكل (٤٢) يوضح محيط حوض وادي لبن الذي تم رسمه من مرئية الدراسة للقمر الصناعي (Ikonos) والذي بلغ مقداره (٨٨,٢ كلم) ٠

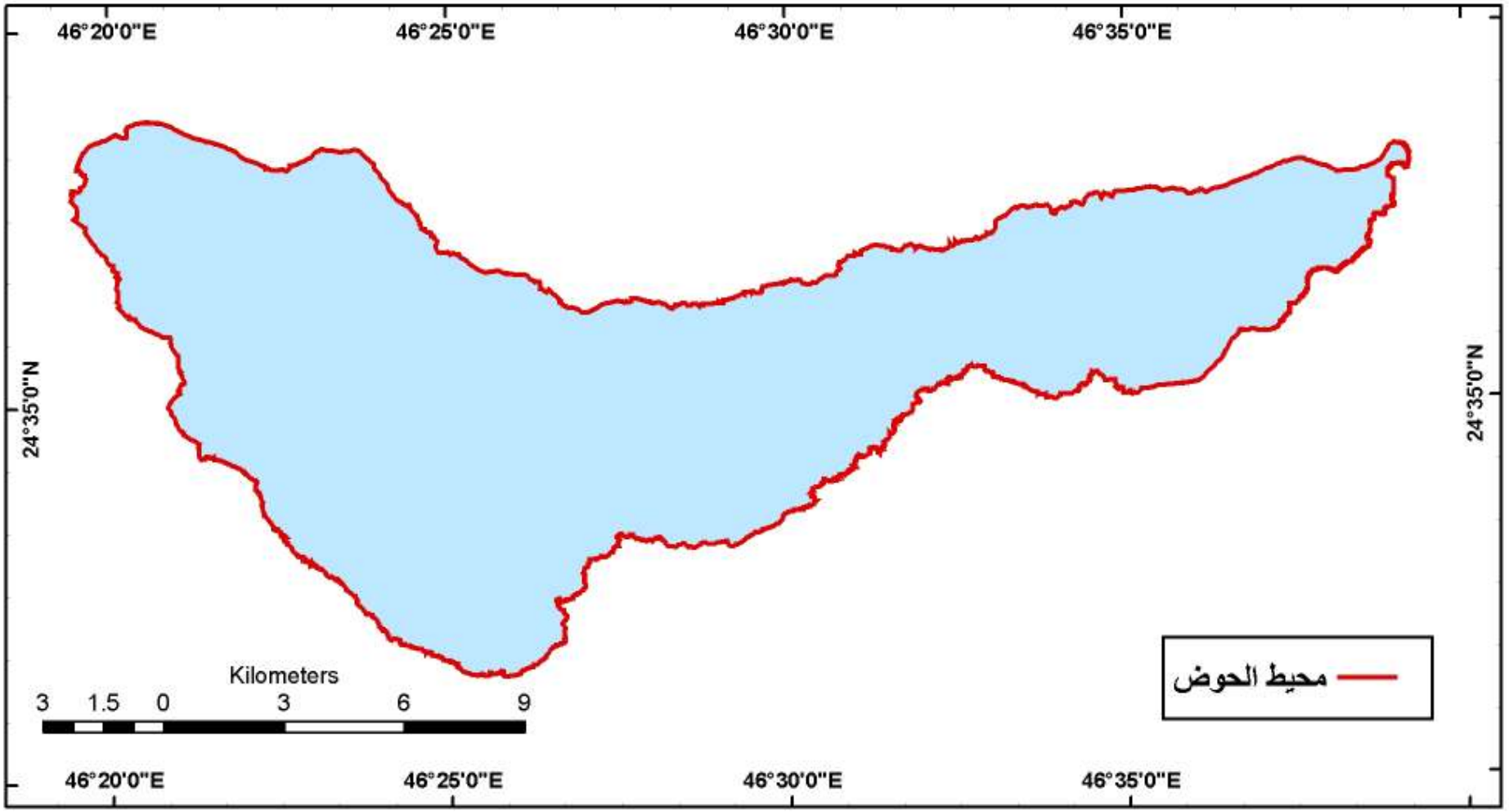
(ب) الطريقة الآلية التلقائية باستخدام أدوات التحليل (Spatial Analyst Tools) التي يتيحها برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcInfo) في المستوى الثالث (Toolbox) اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لحوض وادي لبن بدقة (٢٠ متر) المنتجة عام ٢٠٠٦م ، والشكل (٤٣) يوضح محيط حوض وادي لبن الذي تم رسمه من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) والذي بلغ مقداره (١٠٣,١٧ كلم) ٠

شكل (٤٢) خريطة خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأمريكي (Ikonos)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم خط تقسيم المياه من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م .

شكل (٤٣) خريطة خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم خط تقسيم المياه من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

ومن خلال قيم محيط حوض وادي لبن المستخرجة بالطريقتين السابقتي الذكر هناك فارق بين المحيطين بلغ (١٤,٩٧كلم) نسبة الفارق تقـــدر (١٤,٥%) وتتضح الفروق الجوهرية بين الظاهرات الخطية المتمثلة في خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن بين الطريقة الأولى التي اعتمدت في رسم المحيط على المرئيـــة الفضائية والخريطـــة الكنتوريـــة الموضح عليها قيم نقاط المناسيب المتباعدة فيظهر خط المحيط أقل تعرجاً بينما محيط حوض وادي لبن بالطريقة الثانية المعتمدة على نموذج الإرتفاعات الرقمية تم رسمه من قيم (Pixel) المتجاورة مع بعضها البعض فيظهر الخط أكثر تعرجاً وأدق نتيجة وأعلى قيمة ٠

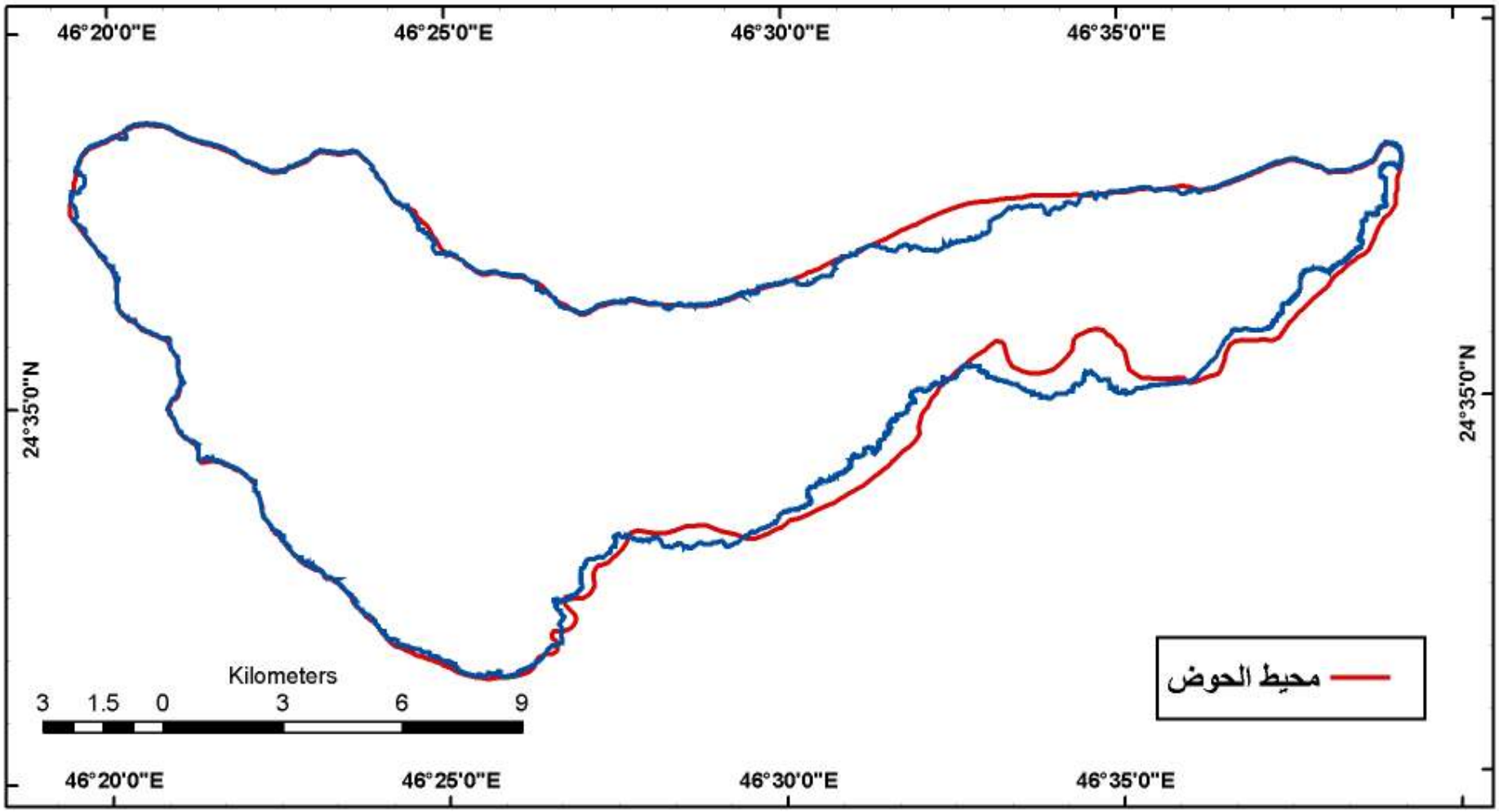
ولإيضاح تلك الفروق في المحيـــط بين الطريقتين تم عمل تطابـــق (Overlay) لطبقة الحوض التي تم رسمها بالطريقـــة اليدويـــة الآليـــة (Screen Digitizing) وبين طبقة الحوض التي تم رسمها بالطريقة الآليـــة التلقائيـــة حيث وجد أن الحوض المرسوم بالطريقة الثانية كثير التعرجات وهذا ما أعطى قيمـــة أعلى للمحيـــط حيث أن المسافة المتعرجة أكبر طولاً من المسافة المستقيمة كما هو في الشكل (٤٤) ٠

ومقارنـــة نتائج القيم المحسوبة لمحيط الحوض الذي يمثل خط تقسيم لحوض وادي لبن بالطريقـــة الآليـــة مع بعضها البعض لمختلف مصادر البيانات المعتمدة في قاعدة البيانات المورفومترية لحوض وادي لبن والمتمثلة في المرئية الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) نلاحظ فروق القيم كما هو موضح من الجدول رقم (١) ٠

جدول (١) محيط حوض وادي لبن بالطرق الآلية لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

محيط الحوض (م)	محيط الحوض (كلم)	مصدر البيانات	أسلوب الرسم
٨٨٢٣٧,٥١٧٩٦٠	٨٨,٢٣٧	مرئية Ikonos بدرجة وضوح ١متر	يدوية آلية
١٠٣١٧١,٠٠٠	١٠٣,١٧١	نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة٢٠متر	آلية تلقائية
مقدار فارق المحيطين	١٤,٩٣٤ كلم	نسبة فارق المحيطين	١٤,٤٧%

شكل (٤٤) خريطة مطابقة خط تقسيم المياه اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم خط تقسيم المياه من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، ١٩٩٩م ، ونموذج الإرتفاعات الرقمية بدقة (٢٠متر) ، ٢٠٠٦م ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة .

ويرجع فرق القيم في محيط الحوض بين نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) وبين المرئيـــة الفضائية وذلك لاعتماد قيمة محيط الحوض في المرئيـــة على التفسير البصري الذي يتخلله الخطأ البشري لذلك تعتبر الطريقة الآلية التلقائية المعتمدة على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) هي الأفضل في رسم محيط الحوض ٠

واعتماداً على تلك الفروق والنتائج نستطيع إيضاح مميزات كل طريقة :-

(أ) الطريقة اليدوية الآلية : المسماة بأسلوب الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) -:

(١) سهولة الحصول على مصدر البيانات المعتمدة في هذه الطريقة والمتمثلة في المرئيات الفضائية٠

(٢) المتغيرات المورفومترية التي تم الحصول عليها بهذه الطريقة ذات بناء هندسي خطي (Vector Data) سهلة التعامل معها في قاعدة البيانات من حيث سعتها التخزينية الصغيرة ٠

(٣) يتم ربط النتائج التي تم الحصول عليها بجدول تمثل خصائص الظاهرة الجغرافية بصورة تلقائية تشمل (الرمز التعريفي ، البناء الهندسي ، قيمة الظاهرة التي تم تحريرها) والتي يمكن الوصول إليها بسهولة من خلال (ID) ٠

(٤) رغم سهولة إجراء بعض التحليلات على تلك البيانـــات مثل عمل التصنيف (Subtype) تبقى تلك التحليلات محدودة ٠

(٥) النتائج أقل دقة مقارنـــة مع الطريقة الآلية التلقائيـــة المعتمدة على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ويعـــود السبب إلى اعتماد الطريقـــة اليدويـــة الآليـــة على التفسيـــر البصري (Visual Interpretation) لبيانات المرئية في تحديد محيط الحوض والذي يتطلب الخبرة في قراءة المرئيات وكفاءة الباحث والتي تعتمد على الخلفية العلميـــة والعمليـــة في مجال تفسير محتويات المرئيات الفضائية ومجال الجيومورفولوجيا لإدراك الخصائص المختلفة لأشكال سطح الأرض بما فيها شبكة المجاري المائية إضافة إلى كون التفسير البصري تحليلاً شخصي يختلف من محلل إلى أخر وبذلك يشوبه الخطأ البشري ٠

(٦) تتطلب عملية تحرير مختلفة الظاهرات من المرئية بهذه الطريقة سواء كانت (نقطية ، خطية ، مساحية) وقتاً وجهداً من الباحث مقارنـــة مع الطريقة الآلية التلقائية بالإضافة إلى ضرورة تطبيق الدقة العالية٠

(٧) تتطلب هـــذه الطريقة إجراء بعض المتطلبات قبل عملية التحرير مثل (Snapping) و بعد أتمام عملية التحرير مثل (Topology) ٠

(ب) الطريقة الآلية التلقائية :- باستخدام أدوات التحليل (Spatial Analyst Tools) :- (Hydrology

(١) تتطلب هذه الطريقة نموذج إرتفاعات رقمية (DEM) عالية الدقة قد يصعب توفرها بحيث تتناسب مع درجة الوضوح المكاني للمرئية المرادفة لها في قاعدة البيانات ٠

(٢) المتغيـــرات المورفومتريـــة التي تم الحصول عليها بـــهذه الطريقـــة ذات بناء هندسي مساحي (Raster Data) صعب التعامل معها في قاعدة البيانات من حيث سعتها التخزينية الكبيرة٠

(٣) في هذه الطريقة لا يتم ربط النتائج بجدول بصورة تلقائيـــة ومباشرة بل تكون قيمها مرتبطـــة بالمقياس الرمادي الذي يوضح أدنى وأعلى قيمة للظاهرة والمحصورة بين (صفر- ٢٥٥) والذي تظهر في مفتاح البرنامج (Data Frame) بهذه الصورة

٠

(٤) يتطلب إظهار الجـــداول المرفقـــة للطبقـــة تحويل قيم الظاهرة من أعداد عشريـــة كسريـــة (Floating) إلى أعداد صحيحة (Integer) ٠

(٥) النتائج ذات دقة عالية خاصة عندما تكون دقة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) عالية٠

(٦) يساعد نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) على إجراء وتطبيـــق العديد من التحليلات المتقدمة بأقل وقت وجهد وذلك لأن تنفيذها وتطبيقها يتم بصورة تلقائيـــة اعتماداً على أوامر وأدوات التحليل التي يتيحها البرنامج ٠

(٧) تتطلب هذه الطريقـــة إجراء بعض المتطلبات قبل عمليـــة التحليل وذلك بتحويـــل نموذج الإرتفاعات الرقميـــة إلى بيانات شبكية مساحية بهيئة (Grid) ٠

(٨) تتطلب التحليلات التي تم إجرائها بـــهذه الطريقة مميزات حاسوبية متقدمة تتعلق بخصائـــص الحاسب الآلي والتشغيل وتشمل (السرعة العالية للمعالج تحليل البيانات ، سعة ذاكرة كبيرة لتخزين البيانات المساحية ، كرت شاشة عالي الوضوح لعرض خرائط نتائج التحليل بوضوح كبير) ٠

(٩) تحتاج نموذج الإرتفاعات الرقمية قبل تحليلها إلى عمليات معالجة وتصحيح متمثلة في :-

(أ) الكشف عن مدى صحة بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

(٢) مساحة الحوض (Basin Area) [١] :- ويرمز لها (A) وتحسب (Km^2) (كلم^٢)

وتمثل أهمية مساحة الحوض كمتغير مورفومتري في تأثيرها على حجم التصريف المائي داخل الحوض كعلاقة طردية٠ (محسوب ، ٢٠٠٣م ، ص٢٠٥)

وتعرّف مساحة حوض التصريف بأنها كامل المساحة التي يحـــدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر ٠ وتحسب مساحة الحوض بعد تعيين حدود حوض التصريف ٠ (الصالح ، ١٩٩٢م ، ص٧٥)

ومن خلال نظم المعلومـــات الجغرافية تم قياس مساحة الحوض بالطريقتين السابقتـــي الذكر وتم الحصول على القيمة المحسوبة للمساحـــة حسب مصدر البيانات المعتمدة في بناء قاعدة البيانات المورفومترية لحوض وادي لبن :-

(أ) قيمة مساحة الحوض من مرئية منطقة الدراسة للقمر الصناعي (Ikonos)

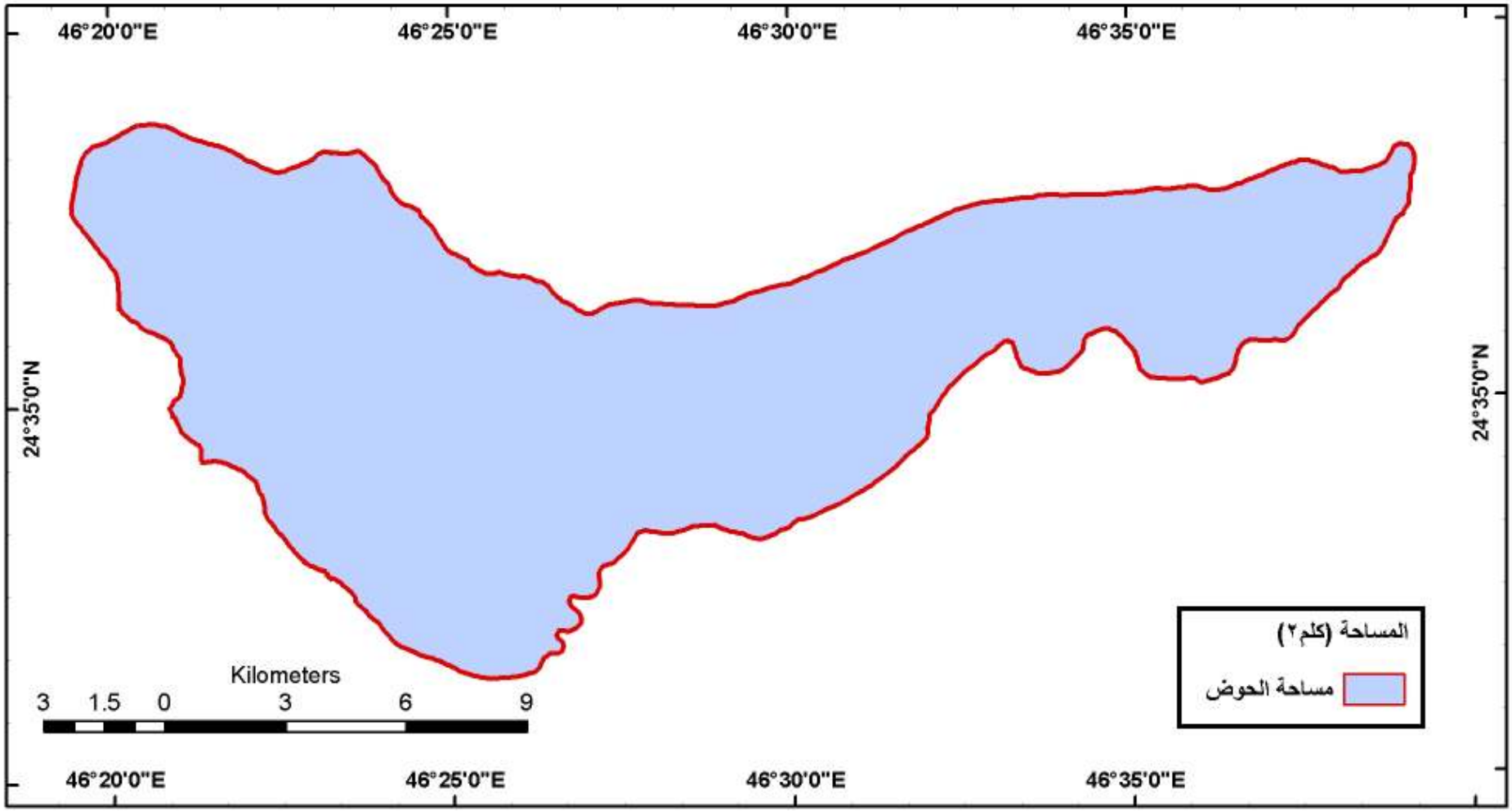
والمدرجة في جدول خصائص طبقة مساحة الحوض ذات البيانات الخطيـــة المساحية التي تمثل طبقة (Geodatabase) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ويوضح الشكل (٤٥) مساحة حوض وادي لبن الذي تم تحريره من المرئية الفضائية ٠

(ب) قيمة مساحة الحوض من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بعـــد تحويلها إلى بيانات مساحية بهيئة (Grid) والمدرجة في طبقة مساحـــة الحوض ذات البيانات المساحية وذلـــك من خـــلال (Toolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Basin) بعد تحويل قيم جداولهـــا من أعداد عشرية كسريـــة (Floating) إلى أعداد صحيحة (Integer) والذي تم من خلال المستوى (Toolbox – Spatial Analyst Raster Calculator) ثم بناء الصيغة التالية (int (Layers ويوضح الشكل (٤٦) مساحة حوض وادي لبن الذي تم تحريره من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)٠

---

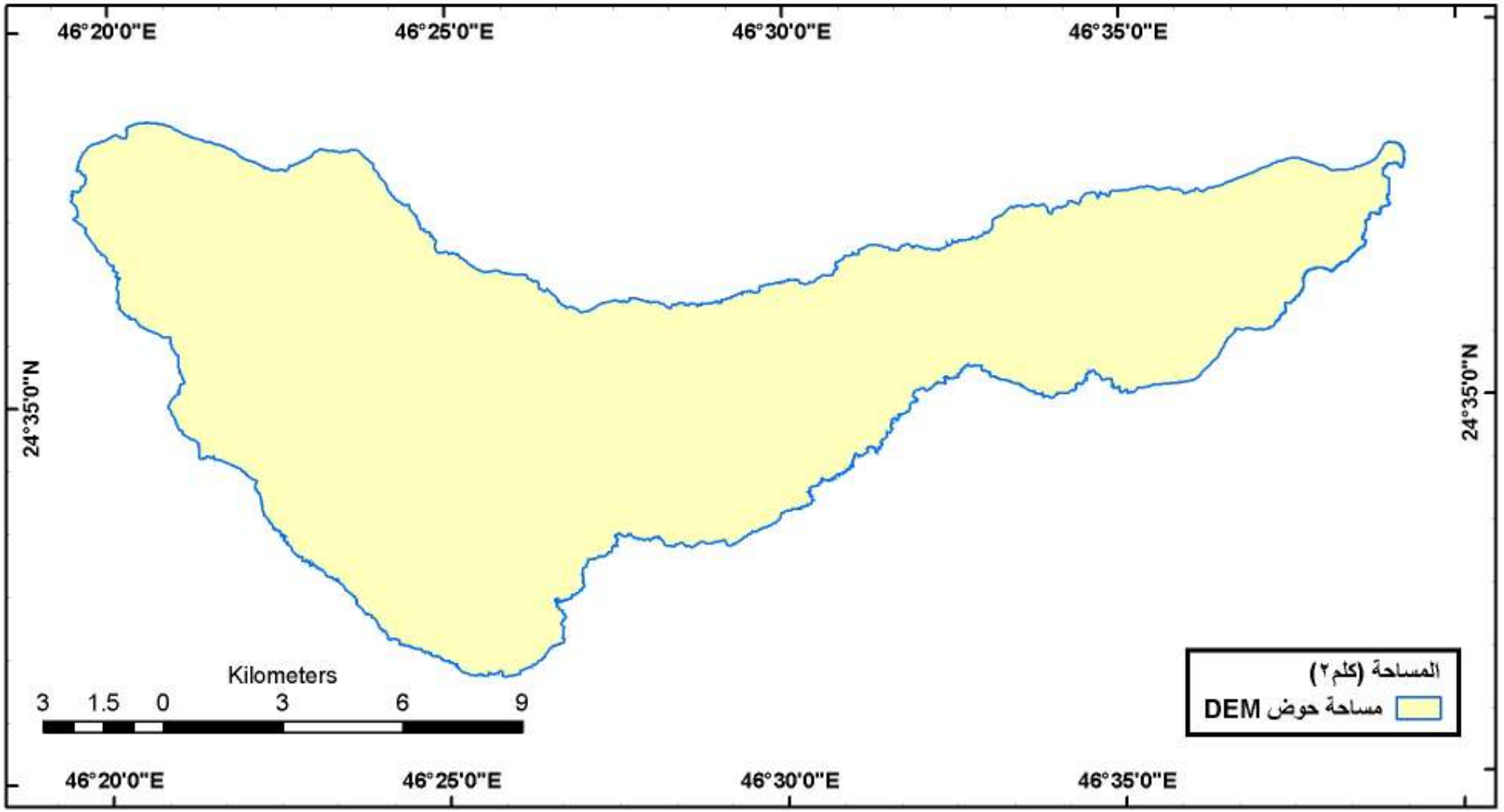
(١) Doornkamp, J.C., King , C. A. M, (1971) ; Numerical Analysis in Geomor-phology- Iantroduction , London , P.1-112

شكل (٤٥) خريطة مساحة حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم مساحة الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م ،

شكل (٤٦) خريطة مساحة حوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم مساحة الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

وتقاس قيمة مساحة الحوض في قاعدة البيانـــات الجغرافيـــة لحوض وادي لبن (بالمتر^{٢}) حسب المسقط الذي تم اعتماده لقاعدة البيانات وبما أن مساحة الحوض تقاس أساساً (بالكلم^{٢}) فأن برامج نظم المعلومات الجغرافية تتيح التحـــويل التلقائي إلى العديد من وحدات القياس المختلفة بكل يسر وسهولة دون اللجوء للعمليات الرياضية اليدوية ٠

جدول (٢) مساحة حوض وادي لبن بالطرق الآلية لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مساحة الحوض (م^{٢})	مساحة الحوض (كلم^{٢})	مصدر البيانات	أسلوب الرسم
٢٠١٠٨٥١٦٣,٤٩	٢٠١,١٠٨	مرئية Ikonos بوضوح مكاني ١متر	يدوية آلية
١٩٦٤٩٠٤٢٥,٦٥	١٩٦,٤٩٠	نموذج الارتفاعات الرقمية DEM بدقة٢٠متر	آلية تلقائية
مقدار فارق المساحتين	٤,٦١٨ كلم^{٢}	نسبة فارق المساحتين	%٢,٢٩

ويتضح من الجدول (٢) والذي تم استخراج قيمـــه اعتماداً على قيم جدول طبقة مساحة الحوض في قاعدة بيانات حوض وادي لبن بأن مساحة حوض وادي لبن المستخرجة من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) أقل من مساحة الحوض المستخرجة من المرئية الفضائية ويدل ذلك على كثرة تعرج محيط الحوض في القيمة الثانيـــة المعتمدة على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ، فهناك علاقة مكانية عكسية بين تعرج محيط الحوض ومساحته فكلما زاد تعرج المحيط قلت مساحته التي يحيط بها والعكس صحيح ٠(سلامة ، ٢٠٠٤م ، ص١٨٠)

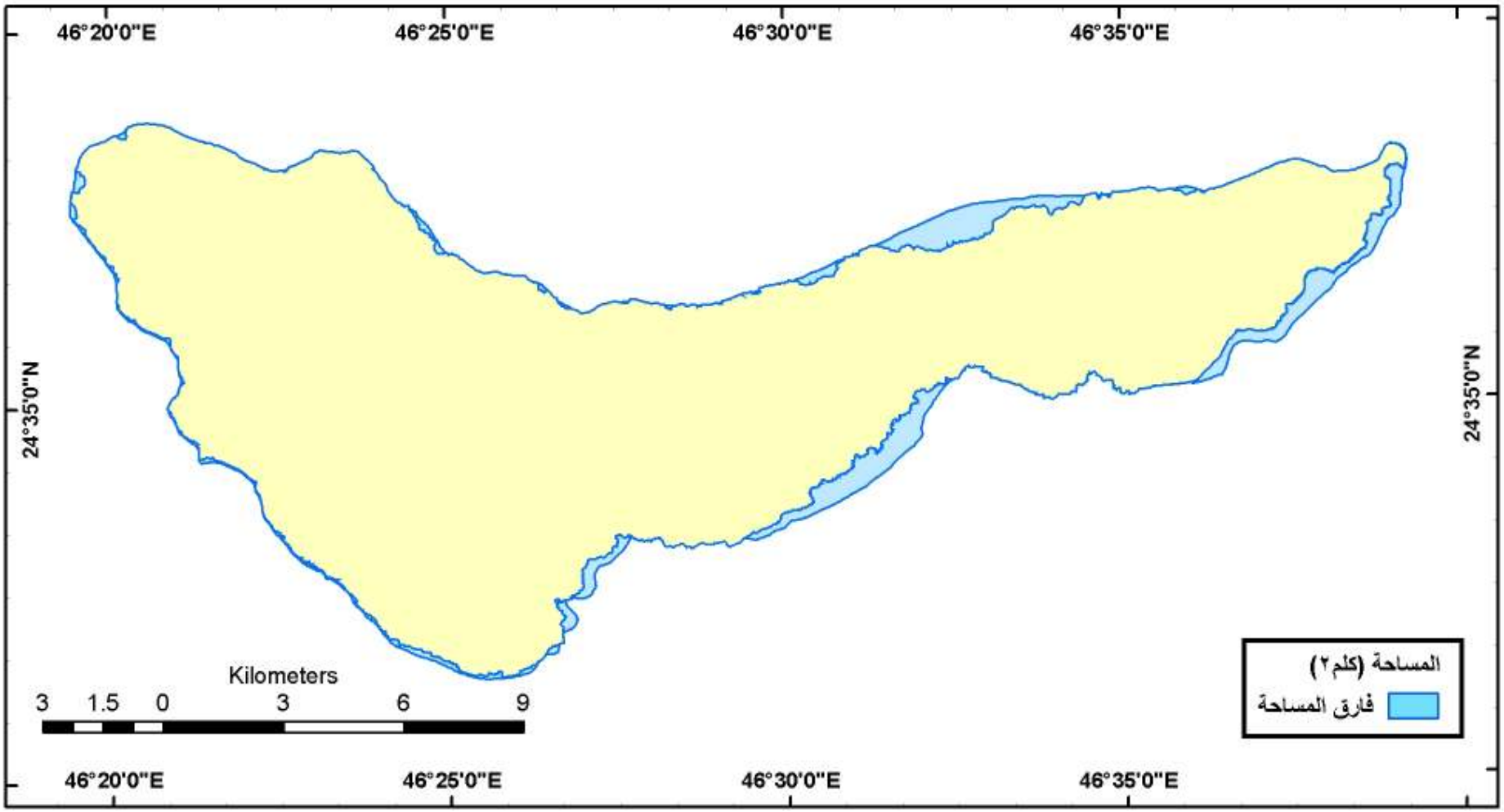
وتدل نسبة فارق المساحتين على أن الفارق بين المساحتين ضئيل جداً وتعتبر الطريقة الآلية التلقائية المعتمدة على بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) أكثر دقة وأفضل طريقة خاصة عندما تكون بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية تمتاز بالدقة العالية ٠

ومن أجل إيضاح مقدار فارق المساحتين تم عمل تطابق (Overlay) لطبقة مساحة الحوض التي تم رسمها بالطريقة اليدوية الآلية (Screen Digitizing) والمعتمدة على قيم المرئية الفضائية وبين طبقة مساحة الحوض التي تم رسمها بالطريقة الآلية التلقائية والمعتمدة على نموذج الإرتفاعات الرقمية

(DEM) كما هـــو موضح في الشكل (٤٧) حيث يظهـــر مقـــدار فارق المساحتيـــن بلون (الأزرق الفاتح) وبما أن تحديد مساحة حوض وادي لبن بالطريقـــة اليدوية الآلية اعتمدت على المرئية الفضائية وكذلك التفسير البصري (Visual Interpretation) للباحثة الذي يتطلب الخبرة والكفاءة ورغم ذلك كان فارق المساحتين ضئيل جداً وذلك بسبب درجة الوضوح المكاني للمرئيـــة الفضائيـــة والتي ساعدت الباحثة في رسم وتحرير مساحة حوض وادي لبن حيث كانت حدود شبكة التصريف المائية للحوض واضحـــة مما أعطى نتائج مقاربة لنتائج نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) .

ومن هنا يتضح أهمية دقـــة ومصادر البيانات في بناء قواعد البيانات الجغرافيـــة في نظم المعلومات الجغرافية وكذلك أهميتها في أعطاء النتائج الدقيقـــة المرجوة من الدراسة ، التي تساعد الباحث في التحكم في مدخلات متغيرات قاعدة البيانات الجغرافية .

شكل (٤٧) مطابقة مساحة حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم خط تقسيم المياه من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، ١٩٩٩م ، ونموذج الإرتفاعات الرقمية بدقة (٢٠متر) ، ٢٠٠٦م ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة .

(٣) طول الحوض المائي (Basin Length)[١] :- ويرمز له (L) ويحسب (Km) (كلم) ويمثل أحد المتغيرات المورفومترية الهامة التي ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى الخاصة بحوض التصريف ٠ ويعرف طول الحوض المائي كما يلي :-

* وهو الخط الذي يُنصف مساحة التصريف إلى قسمين متماثلين ٠ (Potter , 1961)

* هو الخط الذي يمثل محور الحوض المائي ٠ (Ongley , 1968)

ويتم قياسه بعده طرق متعارف عليها :-

(أ) طريقة (Schumm) هو خط يمتد بين نقطة مصب النهر حتى أعلى نقطة في منطقة تقسيم المياه باتجاه المنبع ٠

(ب) طريقة (Maxwell) بأنه يمكن تحديد طول الحوض من خلال قياس طول خط موازٍ للقناة النهرية الرئيسية من المصب إلى المنبع ٠ (محسوب و الشريعي ، ١٩٩٩م ، ص٢٦٠) (Maxwell, J.C. ,1960) ولقد تم استخراج طول الحوض بطريقتين هما :-

* رسم طول الحوض من الطبقة الخطية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن حسب القياسات المورفومترية :-

لقد تم اعتماد طريقة (Maxwell) لرسم طول حوض وادي لبن لسهولة رسم طول الحوض موازياً مع المجرى الرئيسي للحوض حيث بلغ طول الحوض (٤٢٥٣,٧٢متر) وقد سهلت نظم المعلومات الجغرافية من خلال إجراء عمل (Snapping) على أن يكون طول الحوض موازياً للقناة الرئيسية اعتماداً على المرئية في تحديد طول الحوض بعدما تم تعيين نقطة المصب التي تمثل أدنى ارتفاع في الحوض (٦٠٠م) ونقطة المنبع لحوض وادي لبن التي تمثل (٩٦٠ م) من اللوحتين الطوبوغرافيتين اللتين تغطيان الحوض هما لوحة الرياض جنوب غرب رقم (4624-13) ولوحة وادي لبن رقم (4624-42) بعد تحديدها من مناسيب خطوط الكنتور ٠

---

(١) K.J.Gregory and D.E. Walling , , (1973): Drainage basin: form and process , a geomorphological approach ,Edward Arnolo Ltd., London. P.50-63

ويوضح الشكل (٤٨) طول حوض وادي لبـــن الذي تم رسمـــه من مرئية الحوض للقمر الصناعي (Ikonos) الذي بلغ (٤٢٥٣,٧٢م) وفيمـــا يتعلق بطول الحوض الذي تم رسمـــه من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) والذي بلغ طوله (٤٢٠٩٣,٩٢م) حيث تم تحديد نقطة المصب التي تمثل أدنى نقطة على خط تقسيم المياه بقيمـــة (٦٠٠م) ونقطة المنبع على منسوب وقـــدره (٩١٦م) وذلك من جدول طبقة نموذج الإرتفاعات الرقمية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠ ويوضح الشكل (٤٩) طـــول حوض وادي لبن الذي تم رسمـــه من نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) ٠

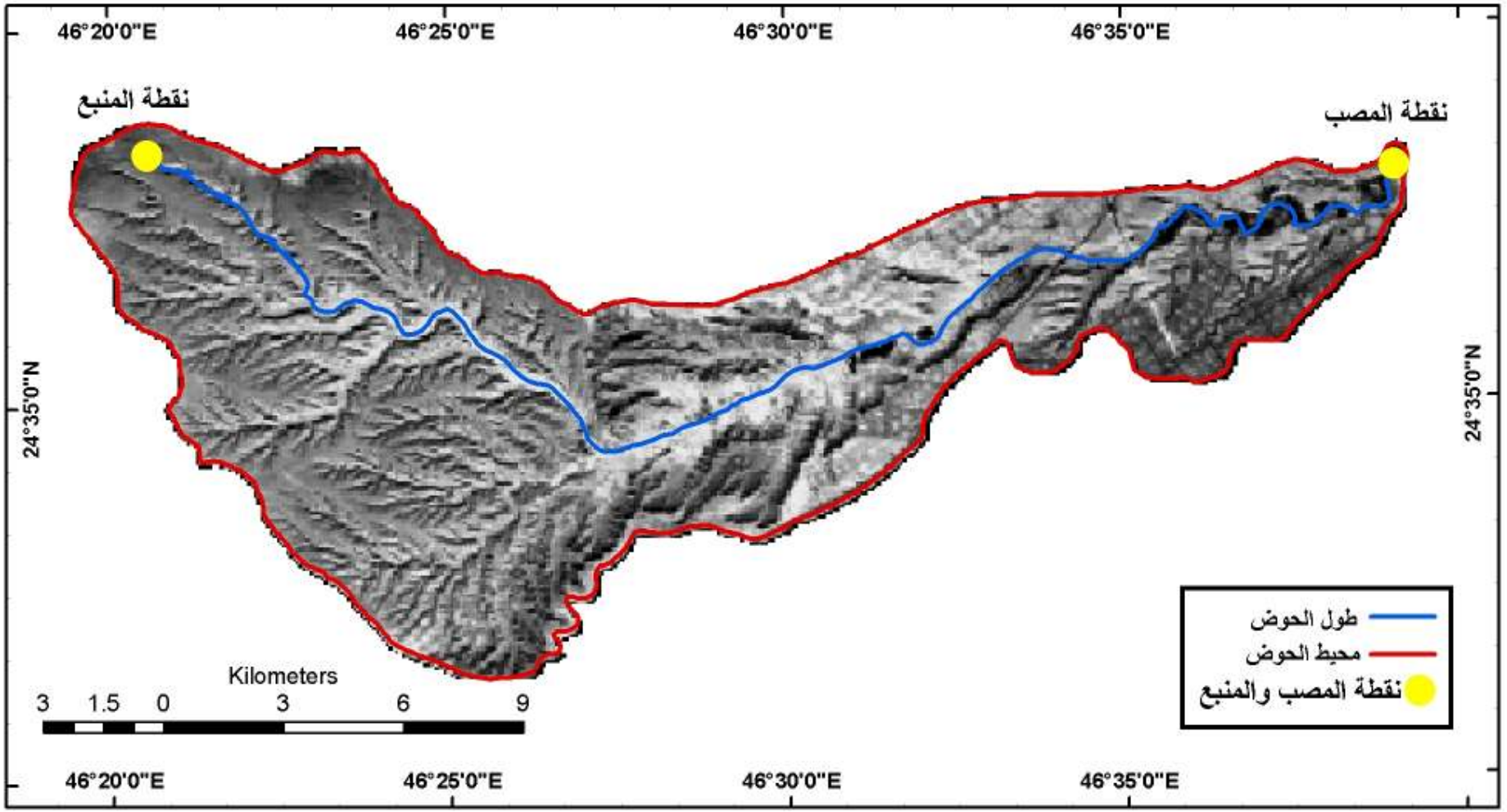
جدول (٣) طول حوض وادي لبن بالطرق الآلية لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

طول الحوض (م)	طول الحوض (كلم)	مصدر البيانات	أسلوب الرسم
٤٢٠٥٣,٧٢	٤٢,٠٥٣	مرئية Ikonos بدرجة وضوح ١متر	يدوية آلية
٤٢٠٩٣,٩٢	٤٢,٠٩٣	نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	آلية تلقائية
فارق الطول	٠,٠٤	نسبة فارق الطول	٠,٠٩ %

ويتضح من الجدول (٣) تقارب قيمة طول حوض المرئيـــة مع طول حوض نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) حيث يتضح ذلك من فارق الطول ذات القيمـــة المنخفضـــة وهي (٠,٠٤) بنسبة (٠,٠٩ %) وهذا يدل على دقة بيانات المصدرين من بيانـــات قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن ٠

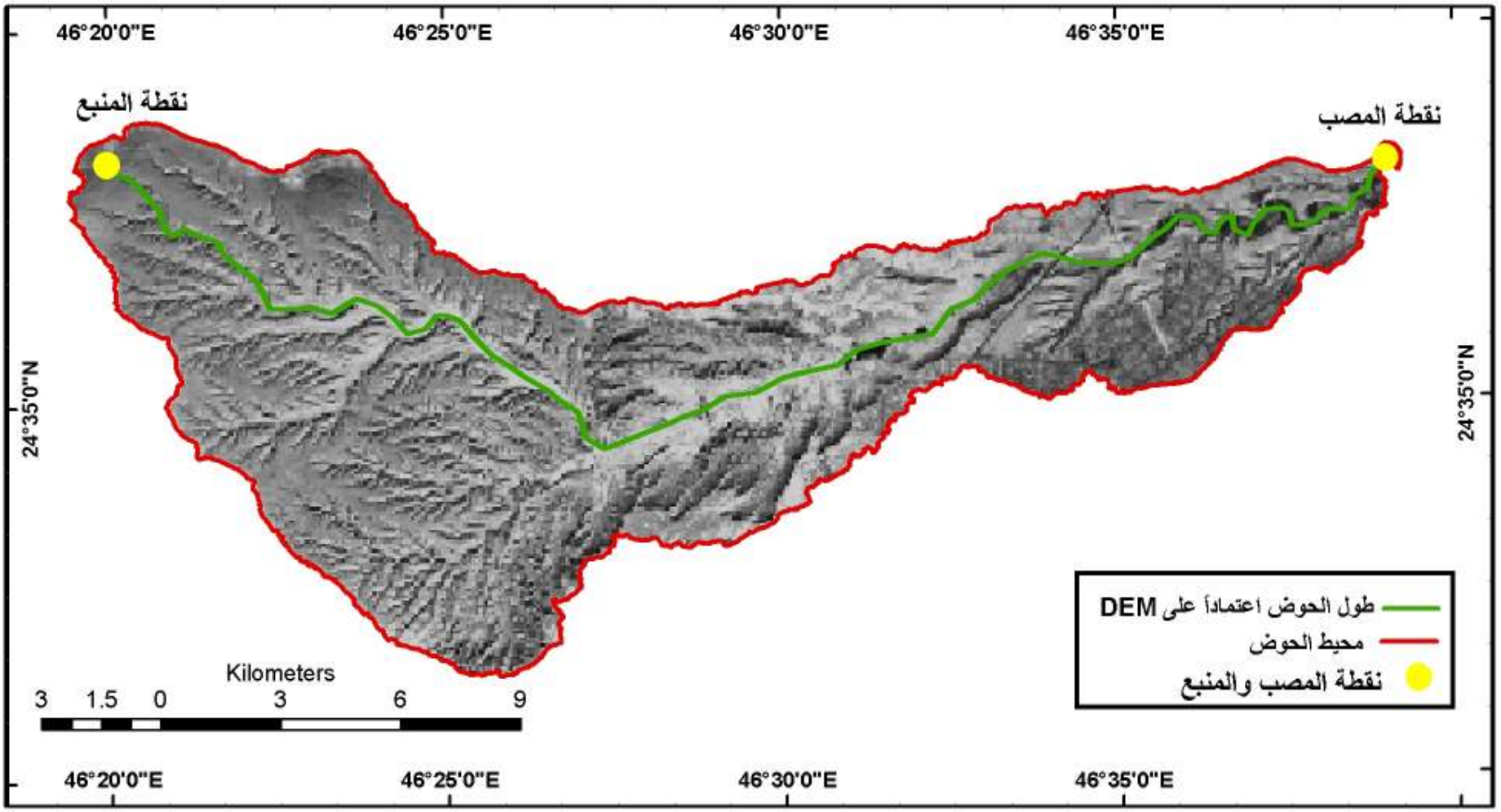
ومن أجل إيضاح مقدار فارق الطوليـــن تم عمل تطابـــق (Overlay) بين طبقة طول الحوض بيانات المرئية وطول الحوض لبيانات نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) كما هو موضح من الشكل (٥٠) ٠

شكل (٤٨) خريطة طول حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos)



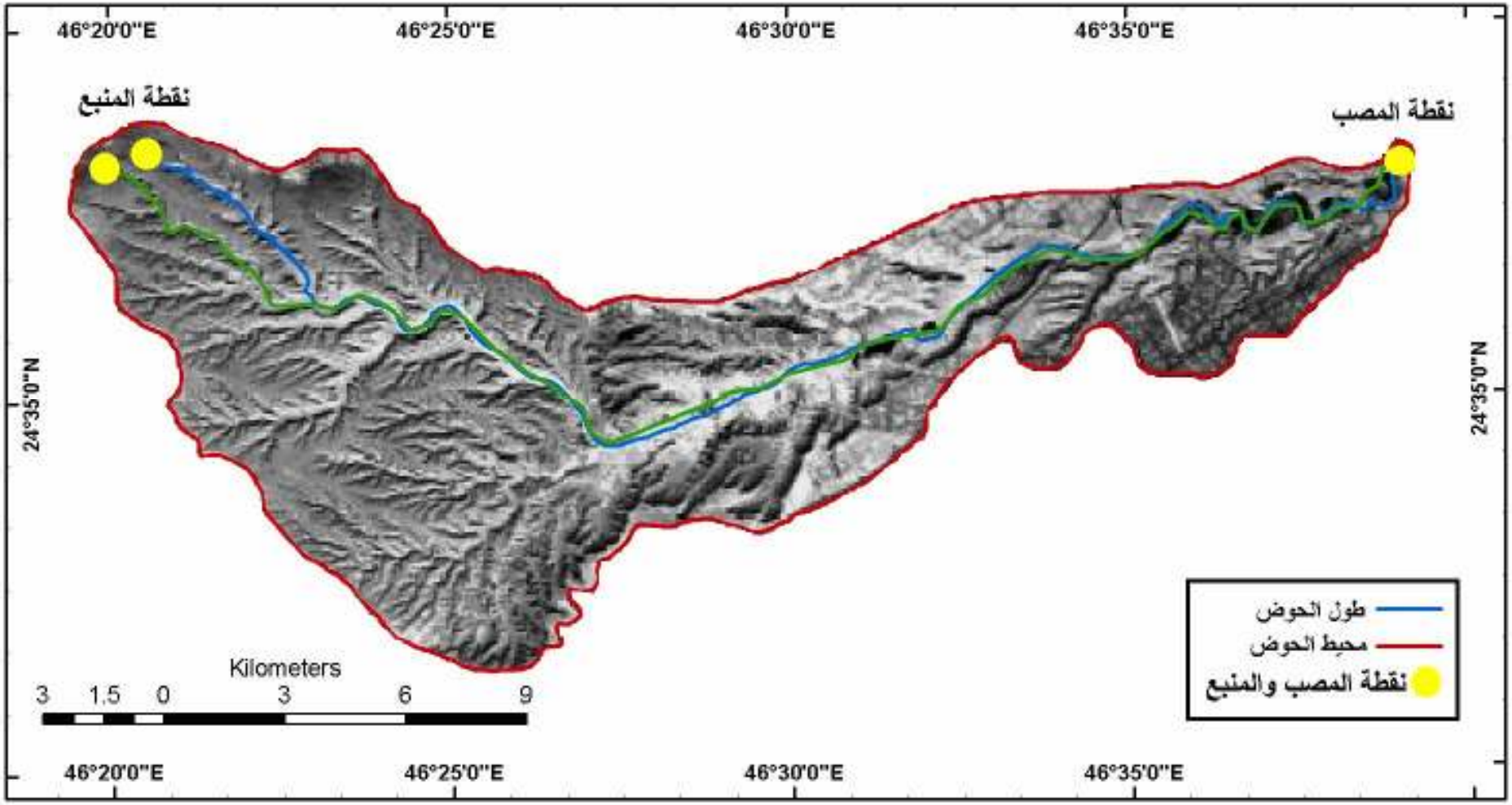
الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم طول الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م ،

شكل (٤٩) خريطة طول حوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم طول الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

شكل (٤٧) مطابقة طول حوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم طول الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، ١٩٩٩م ، ونموذج الإرتفاعات الرقمية بدقة (٢٠متر) ، ٢٠٠٦م ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة .

* استخراج طول الحوض بتطبيق المعادلات المورفومترية و بناء الإستفسار (Building Query) لصيغة المعادلة :-

يتم استخراج طول الحوض من العلاقـــة بين المساحـــة وعرض الحوض ويتم اشتقاقها من المعادلة التالية :-

$$L = \frac{A\ (km^2)}{Bw\ (km)} \quad (١)$$

بحيث يمثل :-

L : أقصى طول للحوض المائي ٠

A : مساحة الحوض المائي (كلم^{٢}) ٠

Bw : عرض الحوض المائي (كلم) ٠

حيث يتم تطبيق المعادلة من خلال بناء الاستفسار (Building Query) الذي يخص معادلـــة (طول الحوض) ضمن الخيارات التي يتيحها برنامج نظم المعلومات الجغرافية والمتمثلة في خيارات (Selection – Select By Attributes) حسب الصيغة التالية :-

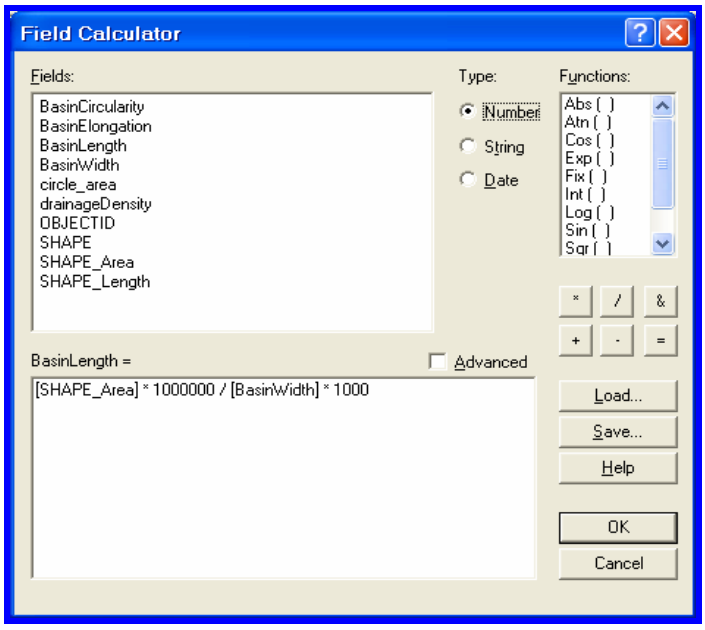
Basin Length = [Basin_Area_km^2] / [Basin-Width- km]

كما هو موضح من الشكل (٥١) والتي تبين نافذة بناء الاستفسار (Building Query) في قـــاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

---

(١) K.J.Gregory and D.E. Walling , , (1973): Drainage basin: form and process , Ageomorphological approach ,Edward Arnolo Ltd., London.P.50-63

الشكل (٥١) نافذة بناء الاستفسار (Building Query) لطول الحوض



ولقد تم الاعتماد على قيمة طول الحوض المستخرجة من طريقة (Maxwell) وذلك لأن تطبيق المعادلة المورفومترية المتعلقـــة بطول الحوض والتي تمثل الطريقة الثانية تتلاءم إذا كان خط تقسيم المياه متجانس في جميع اتجاهاته وهذا يخالف وضع خـــط تقسيم مياه حوض وادي لبن المتعـــرج على الطبيعة لذلك تعتبر الطريقة القياسية المتمثلة بطريقة (Maxwell) أكثر دقة من استخراج طول الحوض من خلال تطبيق المعادلة المورفومترية المتعلقة بطول الحوض ٠

ومن خلال المقارنة بين القيم المحسوبة لطول حوض وادي لبن حسب الطرق القياسية المورفومترية وبين القيم المحسوبة بالمعادلات المورفومتريـــة يتبين الفروق القليلـــة بين المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بالطرق القياسية والتي تعتبـــر هي الأدق لقلة نسبة الفارق بين القيمتين وذلك من خلال جدول (٤) ٠

جدول (٤) فروق القيم المحسوبة بين القياسات المورفومترية والمعادلات المورفومترية لطول حوض وادي لبن

الطرق القياسية	طول الحوض (م)	طول الحوض (كلم)	المعادلات المورفومترية	طول الحوض (م)	طول الحوض (كلم)
مرئية Ikonos درجة وضوح ١متر	٤٢٠٥٣,٧٢	٤٢,٠٥٣	مرئية Ikonos درجة وضوح ١متر	١٨٤٠٠	١٨,٤٠
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	٤٢٠٩٣,٩٢	٤٢,٠٩٣	نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠ متر	١٧٩٨٠	١٧,٩٨
فارق الطول	٤٠ م		فارق الطول	٤٢ م	
نسبة فارق الطول	٠,٠٩ %		نسبة فارق الطول	٢,٢٨ %	

(٤) عرض الحوض (Basin Width) :- ويرمز لـه (B_w) ويتم اشتقاقه من المعادلة المورفومترية التالية :-

$$B_w = \frac{A\ (km^2)}{L\ (km)} \qquad (٢)$$

بحيث يمثل :-

B_w : عرض الحوض المائي ٠

A : مساحة الحوض المائي (كلم^٢) ٠

L : أقصى طول للحوض المائي (كلم) ٠

ويفيدنا هذا المتغير المورفومتري في تحديد شكل الحوض والذي يؤثر بدوره على حجم التصريف النهري ومن ثم تحديد حجم أخطار السيول والفيضانات ويضم هذا المتغير (أقصى عرض للحوض ، أدنى عرض للحوض ، متوسط عرض الحوض ، معامل شكل الحوض) ٠

---

(٢) K.J.Gregory and D.E. Walling , , (1973): Drainage basin: form and process ; A geomorphological approach ,Edward Arnolo Ltd., London. P.50-63

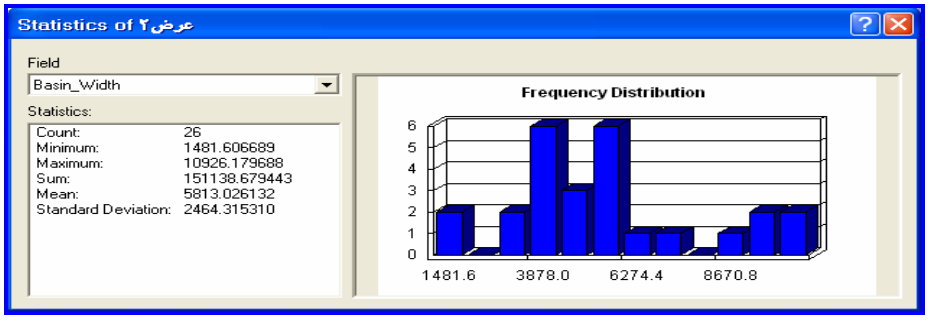
وتتيح لنا نظم المعلومات الجغرافية عدة طرق لقياس تلك المتغيرات منها :-

* رسم شبكة خطوط متوازية للحوض حسب القياسات المورفومترية :-

وذلك عن طريق رسم شبكة خطوط متوازية عمودية لعرض الحوض بصورة مباشرة من خلال الأداة (Measure) ثم تحديد أقصى عرض للحوض من بين تلك الخطوط الذي يمثل أطول الخطوط وذلك من خلال قراءة نتيجة (Segment) والتي يتم تسجيلها بالمتر وذلك حسب المسقط المعتمد لقاعدة بيانات حوض وادي لبن والمتمثل في مسقط (مركيتور المستعرض العالمي UTM) ومن ثم تحويله إلى كلم ٠

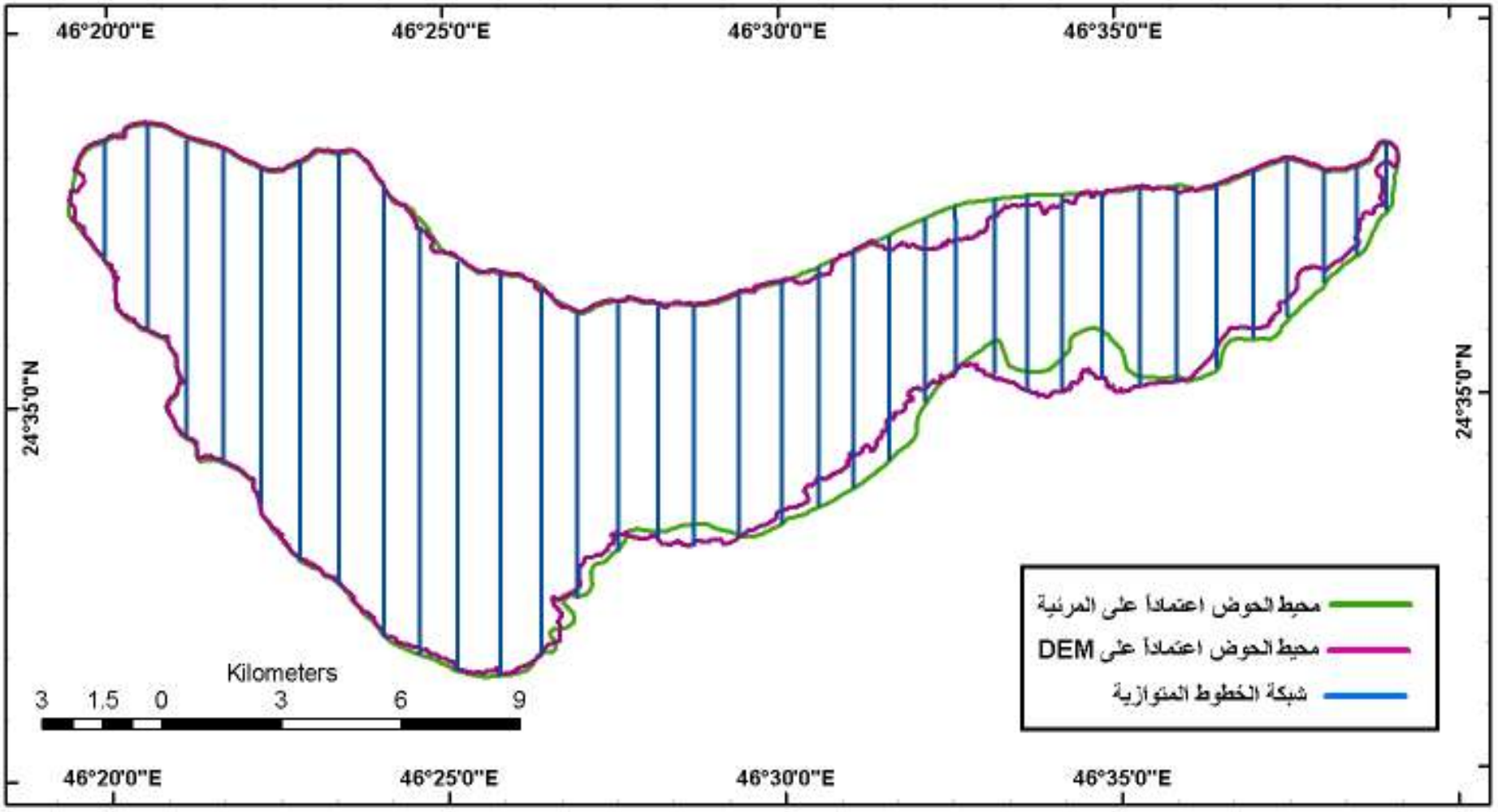
وبعد رسم تلك الشبكة من الخطوط المتوازية لعرض الحوض نستخرج (أقصى عرض للحوض ، أدنى عرض للحوض متوسط عرض الحوض) من خلال جدول الطبقة الخطية التي تم بها تحرير شبكة الخطوط والشكل (٥٢) يوضح تلك القيم التي تم استخراجها من جدول طبقة عرض حوض وادي لبن ٠

الشكل (٥٢) نافذ جدول خصائص طبقة عرض حوض وادي لبن في قاعدة البيانات



ويوضح الشكل (٥٣) شبكة الخطوط المتوازية التي تم رسمها موصولة بخط تقسيم المياه بالنسبة للمرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

شكل خريطة شبكة الخطوط المتوازية لعرض حوض وادي لبن حسب القياسات المورفومترية



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم شبكة الخطوط من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، ١٩٩٩م ، ونموذج الإرتفاعات الرقمية بدقة (٢٠متر) ، ٢٠٠٦م ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة .

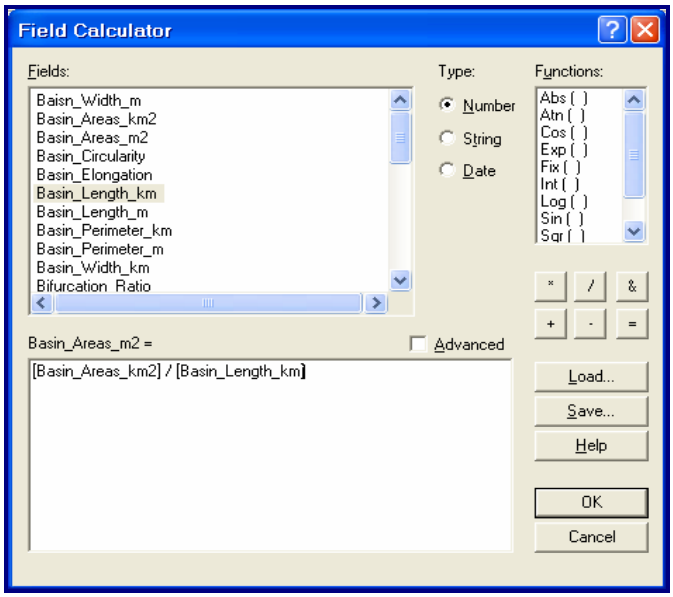
* استخراج عرض الحوض بتطبيق المعادلات المورفومترية و بناء الإستفسار (Building Query) لصيغة المعادلة :-

ويتم حساب معادلة عرض الحوض من خلال العلاقـــة بين مساحة الحوض المائي المحسوبة (كلم^{٢}) وبين أقصى طول للحوض والمحسوب (كلم) في برنامج نظم المعلومـــات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$Basin_Width = [Basin_Area_km^2] / [Basin\text{-} Length - km]$$

ويوضح الشكل (٥٤) نافذة بناء الاستفسار (Building Query) التي من خلالها تم تطبيق معادلة طول الحوض المائي .

الشكل (٥٤) نافذة بناء الاستفسار (Building Query) لمعادلة عرض الحوض



ولقد تم الأخذ بقيمة عرض الحوض المائي المعتمدة على القياسات المورفومترية التي تم استخراجها من شبكة الخطوط المتوازيـــة الموصلـــة بين عدة من النقاط على خط تقسيم المياه ، ومن خلال جدول خصائص طبقة عرض الحوض تمت معرفـــة قيم (أقصى عرض للحوض ، أدنـــى عرض للحوض ، متـــوسط عرض الحوض) وتعتبـــر هي الأدق وذلك لأن تطبيق المعادلة الرياضيـــة المورفومترية يتماشى مع المساحات الهندسية المنتظمة وبما أن مساحة حوض وادي لبن ذات حدود

متعرجة متمثلة بخط تقسيم المياه المتعـــرج الأمر الذي أدى إلى عـــدم تجانس شكل الحوض وجعل توافـــق شبكة الخطوط المتوازيـــة هي الأنسب ويمثل جدول (٥) القيم المحسوبـــة لأقصى عرض للحوض و أدنى عرض للحوض و متوسط عرض الحوض والمعتمدة على القياسات المورفومترية ٠

جدول (٥) أقصى وأدنى ومتوسط العرض لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات حسب الطريقة القياسية

مصدر البيانات	أقصى عرض للحوض (م)	أقصى عرض للحوض (كلم)	أدنى عرض الحوض (كلم)	متوسط عرض الحوض (كلم)
مرئية القمر IKONOS درجة وضوح ١متر	١٠٥٩٧,٩٠	١٠,٥٩٧	١,٩٨٤	٦,١٥٠
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠ متر	١٠٥٨١,٥٣	١٠,٥٨١	١,٢٧٨	٦,١٠٣

جدول (٦) فروق القيم المحسوبة بين القياسات المورفومترية والمعادلات المورفومترية لعرض حوض وادي لبن

عرض الحوض اعتماداً على القياسات المورفومترية			عرض الحوض اعتماداً على المعادلات المورفومترية		
مصدر البيانات	عرض الحوض (م)	عرض الحوض (كلم)	مصدر البيانات	عرض الحوض (م)	عرض الحوض (كلم)
مرئية Ikonos بوضوح مكاني ١متر	١٠٥٩٧,٩٠	١٠,٥٩٧	مرئية Ikonos بوضوح ١متر	٤٧٨٠	٤,٧٨
نموذج الارتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	١٠٥٨١,٥٣	١٠,٥٨١	نموذج الارتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	٤٦٦٠	٤,٦٦
فارق العرض	١٦ م		فارق العرض	١,٠٢ كلم	
نسبة فارق العرض	٠,١٥ %		نسبة فارق العرض	٢١,٤٥ %	

ومن خلال المقارنة بين القيم المحسوبة لعرض حوض وادي لبن حسب الطرق القياسية المورفومترية وبين القيم المحسوبة بالمعادلات المورفومتريـــة يتبين أن نسبة فارق العرض في قيم طريقة القياسات

المورفومترية ضئيلـــة جداً (٠,١٥ %) مقارنة مع نسبـــة فارق العرض في قيم طريقة المعادلات المورفومترية (٢١,٤٥ %) مما يرجح طريقـــة القياسات المورفومترية من حيث الدقة فيما يتعلق باستخراج طول الحوض ٠

(٥) معامل شكل الحوض :- (Form Factor) ويرمز له (F) ويتم حسابـــه بقسمة مساحة الحوض المائي (كلم^{٢}) على مربع أقصى طول للحوض المائي (كلم) ٠

وهو مؤشر يعـــطي فكرة عن مدى تناســـق الشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة ، اعتماداً على قيمته فكلما قل معامل الشكل دل على عدم تناسقه وانتظامه والعكس صحيح (المشاط ، ١٩٩٥م ص٢٤٦) أما ارتفاع قيمته تدل على الشكل الدائري الذي له الدور في سرعة تحويل مياه الأمطار إلى ميـــاه سيول ويتم حساب معادلة معامل شكل الحوض حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$F = \frac{A(km)^2}{L^2(km)} \qquad (٣)$$

بحيث يمثل :-

F : معامل شكل الحوض ٠

A : مساحة الحوض المائي (كلم^{٢}) ٠

L^2 : مربع أقصى طول للحوض المائي (كلم) ٠

ويتم حساب معادلة (معامل الشكل) من خلال العلاقة بين مساحة الحوض المائي المحسوبة (كلم^{٢}) وبين مربع أقصى طول للحوض والمـــحسوب (كلم) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

Form Factor = [Basin_Area_km^2] /[Basin- Length - km]^2

---

(٣) Horton, R.E. (1932) : Drainage basin characteristics, Trasns. Amer. Geophys. *Union* 13 , 350-361

جدول (٧) معامل الشكل لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	مساحة الحوض (كلم^{٢})	طول الحوض (كلم)	مربع طول الحوض (كلم)	قيمة معامل الشكل
مرئية Ikonos بوضوح مكاني ١متر	٢٠١,١٠٨	٤٢,٠٥٣	١٧٦٨,٤٥	٠,١١
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	١٩٦,٤٩٠	٤٢,٠٩٣	١٧٧١,٨٢	٠,١١

ومن تحليل جدول (٧) يتضح أن معامل الشكل لحوض وادي لبن يدل على انخفاض قيمتـــه وهذا يدل على عدم تناسق وانتظام الشكل العام لإجزاءه حيث يدل مؤشر انخفاض معامل الشكل على استطالـــة الحوض وهذا ما نلاحظه من الشكل العام لحوض وادي لبن الذي يقارب شكلـــه من المستطيل بسبب امتداده الطولي والذي بدوره لا يساعد على وصول مياه الجريان السطحي ومياه السيول بسرعـــة إلى مصب الحوض وبالتالي يعطي ذلك فرصة لزيادة كمية التبخر والتسرب لهذه المياه في الحوض ٠

(٦) استدارة الحوض المائي (Basin Circularity) :- ويرمـــز له (R_c) ويتـــم حسابه من قسمة مساحة الحوض على مساحة دائـــرة لها نفس المحيط الحوضي فإذا اقترب معامل الاستدارة من (١) اقترب شكل الحوض من الدائرة والعكس صحيح ٠ (محسوب ، ١٩٨٣م ، ص٢٠٨)

$$R_C = \frac{4\,\pi\,A}{p^2} \quad (٤)$$ بحيث يمثل:-

R_C : معامل استدارة الحوض المائي ٠

A : مساحة الحوض المائي (كلم^2) ٠

p : محيط الحوض المائي ٠

π : النسبة التقريبية الثابتة (ط) = $\frac{22}{7}$ = 3.1416 ٠

ويتم حساب معامل الاستـــدارة في نظم المعلومـــات الجغرافيـــة حسب الخطـــوات التالية :-
عن طريق بناء استفسار (Building Query) يخص معادلـــة (معامل الاستدارة) المتمثلة في الصياغة التالية :-

(أ) **إيجاد قيمة بسط معامل الإستدارة** : الذي يمثل (٤ × π النسبة الثابتة ط ٣,١٤ ×
المساحة) حسب الصيغة التالية :-

```
4 * 3.14  * ( [ Basin_Area_km2] )
```

(ب) **إيجاد قيمة مقام معامل الإستدارة** : الذي يمثل (مربع محيط الحوض)
حسب الصيغة التالية :-

```
[Basin- Perimeter - km] ^2
```

(ج) **إيجاد كامل صيغة معامل الإستدارة** حسب الصيغة الرياضية المورفومترية التالية :-

```
Basin Circularity= 4 * 3.14  * ( [ Basin_Area_km2] ) \ [Basin- Perimeter - km] ^2
```

ويوضح جدول (٨) قيمة الاستدارة لكلاً من بيانات المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)

---

(٤) Miller, V.C. (1953) : A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics
Office of Naval Research Project NR389-042: Technical Report 3, Columbia University

جدول (٨) قيمة معامل الاستدارة لحوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	قيمة بسط معامل الاستدارة (٤ × π النسبة الثابتة ط ٣,١٤× المساحة)	قيمة مقام معامل الاستدارة (مربع محيط الحوض)	قيمة معامل الاستدارة لكامل أطراف المعادلة
مرئية Ikonos بوضوح مكاني ١متر	٢٥٢٥,٨١	٧٧٧٩,٢٤	٠,٣٢
نموذج الارتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	٢٤٦٦,٧٨	١٠٦٤٤,٠٤	٠,٢٣
فارق معامل الاستدارة	----------	----------	٠,٠٩
نسبة فارق معامل الاستدارة	----------	----------	% ٢٨,١٢

ومن خلال النتيجة التي تم التوصل إليها الموضحة في جدول (٨) لمعامل الاستـــدارة المعتمـــد على مساحة ومربع محيط المرئية ومعامـــل الاستدارة المعتمد على مساحة ومربع محيط نموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي لبن يتضح بأن المعامل بعيد عن (١) صحيح مما يدل على أن حوض وادي لبن ليس مستديراً ٠

ويعني ابتعاد الحـــوض عن الشكل الدائري أنـــه غير منتظم الأجزاء مع تعرج في خط تقسيم المياه (Water Divide) ويتطابق مع ما تم التوصل إليه من القيمة المحسوبة لمعامل الشكل من حيث الدلالة الجيومورفولوجيـــة والمورفومتريـــة والتي تـــدل على أن استطالة حوض وادي لبن تمتد من الغرب إلى الشرق ٠

(٧) استطالة الحوض المائي (Basin Elongation) :- ويرمز له (E) ويتم حسابه من قسمة قطر دائرة مساوية لمساحة الحوض بالكلم^{٢} على أقصى طول للحوض وكلما ابتعد معامل الاستطالة من (١) صحيح اقترب شكل الحوض من المستطيل والعكس صحيح ٠

$$E = \frac{2\left[\frac{A}{\pi}\right]^{0.5}}{L}$$ (٥) بحيث يمثل :-

E : معامل الاستطالة ٠

A : مساحة الحوض المائي (كلم^{٢}) ٠

L : أقصى طول للحوض المائي (كلم) ٠

π : النسبة التقريبية الثابتة (ط) = $\frac{22}{7}$ = 3.1416 ٠

ويتم حساب (معامل الاستطالة) في نظم المعلومات الجغرافية حسب الخطوات التالية :-

عن طريق بناء استفسار (Building Query) يخص معادلة (معامل الاستطالة) المتمثلة في الصياغة التالية :-

(أ) **إيجاد قيمة بسط معامل الإستطالة** : الذي يمثل ٢ × (المساحة ÷ π النسبة الثابتة ط ٣,١٤)^{٠,٥} حسب الصيغة التالية :-

```
= 2 *  Sqr ( [Basin_Area_km2 ] / 3.14  )
```

(ب) **إيجاد كامل صيغة معامل الإستطالة** : حسب الصيغة الرياضية المورفومترية التالية:-

```
Basin Elongation  = 2 *  Sqr ( [Basin_Area_km2] / 3.14  ) / ([Basin- Length - km] )
```

---

(٥) Schumm, S.A. (1956) : The evaluation of drainge systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, Bull. Geol. Soc. Amer..vol 67, 597-646.

جدول (٩) قيمة معامل الاستطالة لحوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	قيمة بسط معامل الاستطالة ٢ × (المساحة ÷ π النسبة الثابتة ط ٣,١٤)^{٠,٥}	قيمة مقام معامل الاستطالة (أقصى طول للحوض)	قيمة معامل الاستطالة لكامل أطراف المعادلة
مرئية Ikonos بوضوح مكاني ١ متر	١٦,٠	٤٢,٠٥٣	٠,٣٨
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	١٥,٨	٤٢,٠٩٣	٠,٣٧
فارق معامل الاستطالة	----------	------	٠,٠١
نسبة فارق معامل الاستطالة	----------	------	%٢,٦٣

وتدل قيمة معامل الاستطالة التي تم التوصل إليها والموضحة في جدول (٩) والتي تمثل (٠,٣٨) (٠,٣٧) حسب مصدر البيانـــات المعتمدة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن المتمثلة في المرئية ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) على التوالي أنها أقل من (٠,٥٠) مما يـــدل على استطالة حـــوض وادي لبن وهو يتوافق مع القيم المحسوبة لكلٍ من معاملي الشكل و الاستدارة ٠

(٨) نسبة التفلطح :- (Lemniscate Ration) ويرمز لها (K) ويتم حسابها من قسمة مربع أقصى طول للحوض المائي (كلم) على مساحة الحوض المائي (كلم^{٢}) مضروبة في (٤) وذلك وفقاً للصيغة المعادلة التالية :-

$$K = \frac{L^2}{4A} \quad (٦)$$ بحيث يمثل:-

---

(٦) Chorley, R.J., Malm, D.E.G. and Pogorzelski, H.A. (1957) : A basin shape, for estimating Amer . Journ. Sci. 255, 138-141.

K : نسبة التفلطح ٠

L : أقصى طول للحوض المائي (كلم) ٠

A : مساحة الحوض المائي (كلم^2) ٠

ويتم حساب (نسبة التفلطح) في نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بناء استفسار (Building Query) يخص معادلة (نسبة التفلطح) المتمثلة في الصياغة التالية :-

Lemniscate =([Basin- Length - km])^2 / 4 * ([Basin_Area_km^2])

جدول (١٠) قيمة نسبة التفلطح لحوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	قيمة نسبة التفلطح
مرئية Ikonos بوضوح مكاني ١متر	٢,١٩
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	٢,٢٥
فارق نسبة التفلطح	٠,٠٦
نسبة فارق نسبة التفلطح	% ٢,٦٦

من خلال الجدول (١٠) يتضح نسبة التفلطح لحوض وادي لبن قيمة مقدارها (٢,١٩) ، (٢,٢٥) لقيم بيانات المرئية ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) على التوالي وهي نسبة أكبر من نسبة التفلطح العامة للأحواض القريبة من الشكل الدائري المحددة بأقل من (١,١٢) مما يدل على أن حوض وادي لبن قريب من الاستطالة وبذلك تتوافق نسبة التفلطح مع معامل الشكل والاستدارة والاستطالة التي تم الحصول عليها بواسطة المعادلات رقم (٦ ، ٧ ، ٨) ٠

(٩) معامل التماسك للحوض المائي :- (Compactness Factor) ويرمز له (C)

ويتم استخراجـــه من قسمة محيط الحوض المائي (كلم) على جذر محيط دائرة لـــها نفس مساحة الحوض المائي مضروبـــة في النسبة الثابتـــة ثم مضروبة في ٢ حسب الصياغة الرياضية الحالية :-

$$C = \frac{P}{2\sqrt{M\,\pi}} \qquad (٧)$$

بحيث يمثل:-

C : معامل التماسك للحوض المائي ٠

P : محيط الحوض المائي (كلم) ٠

M : محيط دائرة لها نفس مساحة الحوض المائي (كلم) ٠

π : النسبة التقريبية الثابتة (ط) = $\frac{22}{7}$ = 3.1416 ٠

ويتم حساب (معامل التماسك للحوض المائي) في نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بناء استفسار (Building Query) يخص معادلة (معامل التماسك) المتمثلة في الصياغة التالية :-

(أ) إيجاد قيمة نق٢ مساحة الحوض : والذي يرمز له (R) وهو يمثل جذر (المساحة ÷ π)

حسب الصيغة التالية :-

```
R = Sqr ( [Basin Area km2] ) / 3.14 )
```

(ب) إيجاد قيمة محيط الدائرة : والذي يرمز له (M) وهو يمثل (٢ نق π)

```
M =2 * [ R] * 3.14
```

(ج) إيجاد كامل صيغة معامل التماسك حسب الصيغة التالية :-

```
Compactness Factor = [ Basin _ Perimeter_km ] / 2 * Sqr[ M ] * 3.14
```

---

(٧) K.J.Gregory and D.E. Walling , , (1973): Drainage basin: form and process , a geomorphological approach ,Edward Arnolo Ltd., London. p.50-63

جدول (١١) قيمة معامل التماسك لحوض وادي لبن
لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	مساحة الحوض (كلم^{٢})	نق مساحة الحوض (R) (المساحة ÷ π)	محيط الدائرة (M) (٢ نق π)	قيمة معامل التماسك
مرئية Ikonos بوضوح مكاني ١ متر	٢٠١,١٠٨	٨,٠	٥٠,٣	٣,٥١
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	١٩٦,٤٩٠	٧,٩	٤٩,٧	٤,١٣
الفارق	٤,٦١٨	٠,١	٠,٦	٠,٦٢
نسبة الفارق	%٢,٢٩	%١,٢٥	%١,١٩	% ١٥,٠٢

من الجدول (١١) فأن قيمة معامل التماسك لحوض وادي لبن بالنسبة لكلا المصدرين المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية) تظهر متقاربة جداً كما هو الحال بالنسبة للمعاملات السابقة التي تم الحصول بواسطة المعادلات رقم (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦) مما يشير إلى أن كلا المصدرين (المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM) فيما يتعلق بالمعادلات رقم (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧) والتي دلت نتائجهما على استطالة الحوض وامتداده ، متقاربان من حيث الدقة في النتائج ٠

ويوضح جدول (١٢) مجمل القيم المحسوبة للخصائص الشكلية لشبكة حوض وادي لبن وذلك حسب مصدر البيانات التي تم اعتمادها في بناء قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن ٠

جدول (١٢) القيم المحسوبة لقياسات الخصائص الشكلية لشبكة حوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	محيط الحوض (كلم)	مساحة الحوض (كلم^{٢})	طول الحوض (كلم)	عرض الحوض (كلم)	معامل الاستدارة	معامل الاستطالة	نسبة التفلطح	معامل التماسك
المرئية	٨٨,٢٣٧	٢٠١,١٠٨	٤٢,٠٥٣	١٠,٥٩٧	٠,٣٢	٠,٣٨	٢,١٩	٣,٥١
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٠٣,١٧١	١٩٦,٤٩٠	٤٢,٠٩٣	١٠,٥٨١	٠,٢٣	٠,٣٧	٢,٢٥	٤,١٣
الفارق	١٤,٩٣٤	٤,٦١٨	٠,٠٤	٠,٠١٦	٠,٠٩	٠,٠١	٠,٠٦	٠,٦٢
فارق النسبة	% ١٤,٤٧	% ٢,٢٩	% ٠,٠٩	% ٠,١٥	% ٢٨,١٢	%٢,٦٣	% ٢,٦٦	% ١٥,٠٢

من جدول (١٢) الذي يمثل قيم متغيرات الخصائص الشكلية لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن يتضح ما يلي :-

(١) ارتفاع قيمة محيط الحوض المعتمدة على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) مقارنة مع قيمة الحوض المعتمدة على مرئيـــة (Ikonos) وذلك لكثرة تعرج خط تقسيم المياه المرسوم من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) والذي يعتمد على قيم (Pixel) المتجاورة مع بعضها البعض فيظهر الخط أكثر تعرجاً وأدق نتيجة وأعلى قيمة ٠

ومن هنا تتضح الفروق الجوهريـــة بين الظاهرات الخطية المتمثلة في خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن وذلك لاختلاف مصادر البيانات التي تم الاعتماد عليها في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن

(٢) توافـــق قيم مساحة الحوض مع محيطه الناتجة بالطرق الآلية الحديثـــة مع ما ورد من الحقائق وعلاقات مكانية مورفومتريـــة متعارف عليها ، فكلما زاد تعرج حـــوض وادي لبن بالطريقة الآلية التلقائية المعتمدة على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) كلما قلت مساحتـــه كما هو موضح في الجدول (١٠) ٠

(٣) توافق القيم المحسوبـــة لكل من (معامل الشكل ، معامل الاستدارة ، معامل الاستطالة) في بعدها عن القيمة المتمثلة في (١) صحيح مما يدل على استطالة حوض وادي لبن ٠

(ب) الخصائص المورفومترية للشبكة المائية :-

وهي الخصائص المورفومترية المتعلقة بنظام شبكة التصريف والتي نقصد بها خصائص مجموع روافد الأودية التي تكّون بتجميعها حوض تصريف وادي لبن ٠

وتتوزع المجاري المائية في حوض وادي لبـــن بشكل رتب كمثيلاتـــها من أحواض التصريف حيث تبدأ بروافد صغيرة وكثيرة تمثل الرتبـــة الأولى والتي تلتقي مع بعضها لتكون الرتبة الثانية وهكـــذا

حتى نصل إلى آخر رتبـــة في الحوض والتي تمثل الرتبة السابعـــة حسب مصدر البيانـــات المتمثل في مرئيـــة الحوض ، وأما في مصدر البيانـــات المتمثل في نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) فقد وصل عدد الرتب إلى الرتبة السادسة ٠

وتعتبر مرحلة رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن أهم مرحلـــة في بنـــاء قاعدة البيانات وذلك لصعوبـــة ودقة تلك المرحلـــة التي تحتاج إلى جهد ووقت ودقـــة في عملية تصنيف الروافد إلى رتب متتالية تبدأ من الرتبة الأولى عنـــد منابع وادي لبن المتمثل في جبال طويـــق عند منسوب (٩٦٠م) حسب بيانات المرئية و (٩١٦م) حسب بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية حتى الرتب الأخيرة والتي كانت السابعة عند مصب وادي لبن المنطقة المتمثلة في التقاء وادي لبن بوادي حنيفة عند منسوب (٦٠٠م) ٠

ونظراً لتنـــوع مصادر بيانـــات قاعـــدة حوض وادي لبن والمتمثلـــة في (مرئيـــة القمر الصناعي Ikonos ونموذج الارتفاعات الرقمية DEM) فقد تنوعت معها طرق رسم شبكـــة التصريـــف المائية للحوض وذلك للوصول إلى أفضل الطرق الآلية التي تغطي كافة الخصائص المورفومترية من أجل تحديد سلبيات وإيجابيات كل طريقة لغرض تحديد نسبة النجاح لكل طريقة ٠

وتتلخص طرق رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن في الأنواع التالية :-

(١) **رسم شبكة التصريف بالطريقة اليدوية الآلية :** المسماة بأسلوب الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) والمعتمدة على المرئية الفضائية لمنطقـــة الدراسة للقمر الصناعي الأمريكـــي (Ikonos) بدرجـــة وضـــوح مكانـــي بلغـــت (١متر) ومقيـــاس رســـم (١: ٦٠٠٠) مما ساعد في رسم وتحريـــر المجاري أو الروافد الصغيرة التي تقع ضمن الرتبة الأولى والثانية ٠

(٢) **رسم شبكة التصريف بالطريقة الآلية التلقائية :** باستخدام المستوى الثالث لبرنامج (ArcInfo) المتمثل في (Toolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology) اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية لحوض وادي لبن بدقة (٢٠م) كبيانات مساحية محولة بهيئة (Grid) ٠

تندرج المتغيرات المورفومترية لخصائص الشبكة المائية في العناصر التالية :

(١) رتبة المجاري (Stream Order) :- ويرمز لهـــا (U)[١] ويقصد بها تقسيم وتصنيف المجاري المائية في حوض التصريف إلى رتب وفقـــاً لتدرجها الهرمي داخل الحوض ٠ (الصالح ، ١٩٩٩م ، ص٣٠٠)

وقد تم اعتماد طريقة (سترايلر Strahler) في تصنيف حوض وادي لبن إلى سببين رئيسين هما : -

(أ) تعتبر أشهر الطرق وأكثرها استخداماً للأغراض العامـــة وفي هذه الطريقة تصنف الروافد التي ليس لها فروع بمجاري الرتبة الأولى و عند التقاء مجريين من الرتبة الأولى يتكون بذلك مجرى من الرتبة الثانية وهكذا على التوالي٠ (الصالح ، ١٩٩٢م ، ص٧٦) ، (الحواس ، ٢٠٠٧م ، ص ١١)

(ب) تعتـــبر طريقة (سترايلر Strahler) لتصنيف المجاري من أهـــم الطرق المعتمـــدة في نظم المعلومات الجغرافية وذلك لسهولتها ومرونتها أثناء عملية التصنيف عند رسم شبكة التصريف المائية ٠

ويعتمد رسم شبكة التصريف المائيـــة في برامج نظم المعلومـــات الجغرافية على دقـــة البيانات المعتمدة في رسم تلك الشبكة وكذلك في درجة الوضوح المكاني لتلك البيانات التي تعتبر بمثابـــة مقياس الرسم حيث كلما كان مقياس الرسم كبيراً فإنـــه يعطي تفاصيل أكثر للظاهرة الجغرافية وهذا ما ينطبق على درجة الوضوح المكانـــي والذي تعطي تفاصل أكثر دقة للظاهرة الجغرافيـــة فيما إذا كانت تلك الدقـــة عاليـــة وهذا ما جعل الباحثـــة تعتمد على مرئية القمر الصناعـــي (Ikonos) ذات الوضوح المكاني (١ متر) وفيما يتعلق في نموذج الإرتفاعات الرقمية(DEM) والتي سجلت (٦ رتب) فإنها قد تعطي روافد أكثر يمكن أن تدخـــل في الترتيب الهرمي لرتب الحوض فيما إذا كانت دقة نموذج الإرتفـــاعات الرقمية أعلى من (٢٠م) حيث تساعد الدقة العالية على إظهار روافد الرتبة الأولى التي تعتبر من أكثر الرتب تأثراً بالوضوح المكاني وأكثرها

---

(١) Doornkamp, J.C., King , C. A. M, (1971) : Numerical Analysis in Geomor-phology- Iantroduction ; London , P.1-112

تأثيراً في تكوين الرتب التي تليـــها وذلك باعتبـــار أن ترتيب الرتب منظومـــة تسلسلية تراكمية تعتمد في المقام الأول على الرتبة الأولى ويمكن رؤيـــة عدد الرتب لشبكـــة التصريف المائية لحوض وادي لبن المعتمدة على بيانات المرئية وكذلك بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية من خلال جدول (١٣) ٠

جدول (١٣) عدد الرتب في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	عدد الرتب	الطريقة الرسم
مرئية فضائية للقمر الصناعي الأمريكي Ikonos بدرجة وضوح مكاني ١متر	٧	الطريقة اليدوية الآلية الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing)
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة (٢٠) متر	٦	الطريقة الآلية التلقائية بواسطة Spatial Analyst Tools Hydrology

وتتيح لنا نظم المعلومات الجغـــرافية إمكانيات كبيرة في تصنيف الرتب وترميزها مـــما يسهل لنا عملية حساب رتبها وحساب أعداد الروافد في كل رتبة بكل يسر وسهولة ، حيث تخزن كل رتبة في قاعدة البيانات برمـــز تعريفي محدد وتتعدى دقة نظم المعلومات الجغرافيـــة في تخزين كل رافد برمز تعريفي وموقع إحداثي يمكننا من تحديد موقع كل رافد مهما بلغ طولها كذلك تساعدنا نظم المعلومـــات الجغرافية في تصحيح وتعديل وتحـــديث بيانات تلك المجاري وإعادة ترميزها ٠
من هنا يتضح أهمية و دور نظم المعلومات الجغرافية في اعتمادها على مصادر بيانات ذات وضوح مكاني عالي أنعكس بدوره على عـــدد المجاري وأطوالها والتي تعتبر الركيـــزة الأساسية في حساب أغلب الخصائص المورفومترية حيث تساعد المرئيـــة الفضائيـــة ذات الوضوح المكانـــي (١م) ومقياس رسم (١: ١,٠٠٠) والمتمثلة في مرئية القمـــر الصناعي (Ikonos) وكذلك نموذج

الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) تلك البيانات الحديثة التي تعتبر أساس بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن والتي أتاحت دقتها العالية سهولة إجراء التحليلات المورفومترية و في أولها رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن سواء كانت بصورة يدوية آلية متمثلة في الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) أو بصورة آلية تلقائية عن طريق المستوى الثالث المتمثل في (Toolbox - Spatial Analyst Tools – Hydrology) ٠

مقارنة الطرق الآلية ببعضها البعض وبيان سلبيات وإيجابيات كلاً منهما :-

أولاً :- الطريقة اليدوية الآلية : المسماة بأسلوب الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) والمعتمدة على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة للقمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني بلغت (١متر)٠

(١) يحتاج أسلوب الترقيم على الشاشة خبرة كبيرة لدى الباحث في قراءة المرئية الفضائية لكي يستطيع تمييز الظاهرات الخطية المتشابهة عن بعضها البعض فقد يلتبس عليه الأمر في حساب ظاهرة خطية معينة كالطرق خاصة غير المعبدة (الترابية) كمجرى أو رافد ضمن شبكة التصريف٠

(٢) رسم شبكة التصريف المائية تحتاج إلى مرئيات عالية الوضوح وهي بطبيعة الحال مكلفة وقد لا تتوفر لدى جميع الباحثين إضافة إلى درجة الوضوح المكاني العالي التي قد لا يستوعبها ذاكرة الحاسب الآلي الشخصي للباحث كما حصل للباحثة فيما يتعلق في مرئية القمر الصناعي (Quick Bird) الذي بلغت درجة الوضوح المكاني له (٦٠سم)٠

(٣) قد ينتج عنها أخطاء فيما يتعلق في رسم بعض الروافد بصورة معلقة وغير متصلة بالشبكة مالم يكن لدى الباحث خبرة في إجراء عملية (Snapping) قبل البدء في عملية تحرير الرتب وأن تلك الأخطاء يمكن تصحيحها بعكس الأخطاء الواردة في الخرائط الورقية ٠

(٤) مهما بلغت دقة رسم وتحرير شبكة المجاري المائيـــة فأنها تحتاج إلى عمليات معالجة وتصحيح متمثلة في البنـــاء الطوبولـــوجي لشبكـــة التصريف المائيـــة والذي يظهر مقدار الخطأ اعتماداً على القوانين اللازمـــة لعملية المعالجة والتصحيح ٠

(٥) عملية تصنيف المجاري المائية في شبكة التصريف تحتاج إلى دقة بالغة في معرفة الطريقة التي تم الاعتماد عليها في عملية التصنيف والمتمثلـــة في طريقة (ستراير Strahler) حيث تحتاج عملية التصنيف إلى تحديد الطبقة الخاصة بالعمل من خلال (Target) والانتقال من طبقة إلى طبقة أخرى أثناء عملية التحرير ٠

(٦) بما أن عملية رسم شبكة التصريف تمت بطريقة الترقيم اليدوية فأن مـــجاري وروافد الشبكة لا تحتاج إلى عمليـــة المعالجة المتمثلة في (Smoothing) التنعيم وذلك للتحكم بعدد العقد (Vertex) التي يتكون منها كل رافـــد مما أظهرت كل الروافد بصورة منحنية ومتعرجة كما هي في الطبيعة ٠

(٧) اعتماد طريقـــة الترقيم على الشاشة على المرئية كمصدر بيانـــات لرسم الشبكة حيث تعتبر المرئية صورة طبق الأصل للظاهرات الجغرافية الموجودة على الطبيعة خاصة عندما تكون عالية الوضوح مما يقلل كثيراً من أخطاء رسم الشبكة فيما إذا توفرت الخبرة والكفاءة لدى الباحث٠

(٨) أكثر الطرق الآليـــة احتياجاً للدقة والوقت والجهد والخبرة مقارنة مع الطريقة الآلية التلقائية المعتمدة على نموذج الارتفاعات الرقميـــة (DEM) ،كذلك تعتبر أكثر مرونـــة وسهولة في التحكم بكل المتطلبات التي ترافقها ٠

(٩) وعموماً تعتبر طريقـــة التـــرقيم على الشاشـــة (Screen Digitizing) من أكثر الطرق الآليـــة التي تعطي الباحث خبرة ومعرفة مورفومترية بصورة مباشرة وذلك لأنه يقف على كل مدخلات ومتطلبات رسم شبكة التصريف المائية فيما يتعلق في (قراءة المرئية من حيث درجة

الوضوح ومعرفة المعالم التي تحتويها ، تصنيف الرتب ، المعالجة والتصحيح التحديث) مما يعطي الباحث خبرة في عملية رسم شبكة التصريف والتعرف على كل متطلباتهـــا أكثر من الاعتماد على عملية القراءة فقط ٠

ثانياً :- الطريقة الآلية التلقائية باستخدام المستوى الثالث لبرنامج (ArcInfo) المتمثل في (Toolbox -Spatial Analyst Tools – Hydrology) ٠

(١) تحتاج هذه الطريقة إلى نموذج إرتفاعات (DEM) عالية الدقـــة قد يصعب توفرها بحيث تتناسب مع درجة الوضوح المكاني للمرئية وذلك لكي تتوافق التحليلات المورفومتريـــة التي تنتج عنها مع درجة الوضوح المكانـــي للمرئية وتجنب حدوث بعض المشاكل أثناء عمليـــة التحليل مثل(ظهور خطوط الكنتور بزوايا حادة منكسرة ، تقاطع خطوط الكنتور مع المجاري المائية ، عدم إظهار بعض المجاري خاصة في الرتب الأولى والثانية) ٠

(٢) تحتاج نموذج الإرتفاعات الرقمية قبل تحليلها إلى عمليات معالجة وتصحيح متمثلة في مراحل على النحو التالي :-

المرحلة الأولى : الكشف عن مدى صحة بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) مـــن حيث :

(أ) مصدر البيانات

(ب) دقة البيانات

(ج) معرفـــة عدد نقاط التحكم الأرضية (GCP – Ground Control Point) التي استخدمت في عملية التصحيح ٠

المرحلة الثانية : تحديد نوع التصحيح المناسب لبيانـــات نموذج الارتفاعات الرقميـــة (DEM) والذي يشمل :

(أ) التصحيح الهندسي (Georeferencing) مرتبـــط بعدد نقاط التحكم الأرضية

(GCP) وهذا النوع من التصحيح يعتمد على مصدر (DEM) هل هي :-

(١) صور جوية ٠
(٢) مرئية فضائية ٠
(٣) خطوط كنتور رقمية ٠
(٤) GPS ٠

(ب) التصحيح الراديو متري (Radiometer) وهـــذا التصحيح مرتبـــط بالقيم الخاصة بالبكسل (Pixel) الناتجة عنها الأخطاء وبما أن نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) قد تم إنشاءها من (صور جوية) فإن من المناسب لها اختيار التصحيح الهندسي ٠

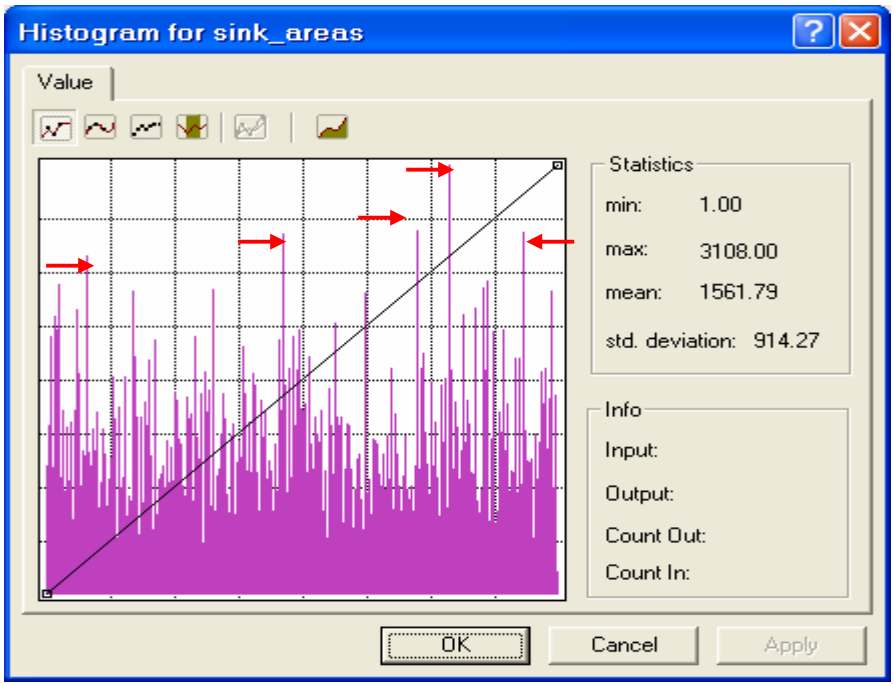
المرحلة الثالثة : إجراء نوع عملية التصحيح المناسبة لبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)

بعد أن تم الكشف عن الأخطاء وتحديد نـــوع التصحيح المناسب لها أصبح من السهل تحديد نوع ذلك التصحيح وكيفية تنفيـــذه والذي سوف يتم عن طريق إجراء فلتره (Filtering) لنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) والذي يوضح لنا مدى تناغم وتوافـــق نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) مع بعضها البعض ٠

من خلال عمل المنحنى الهستـــوغرامي (Histogram) الذي هو عبارة عن رسم بياني يبين لنا توزيع القيم على المحورين (س،ص) والذي من خلاله يمكن تحديد نموذج الارتفاعات الرقمية الشاذة عن المتوسط العام لمجموع القيم ٠

والمشار إليها بالأسهم في الشكل (٥٥) حيث تظهر تلك القيم الشاذة بصورة واضحة ٠

الشكل (٥٥) يوضح الرسم البياني (Histogram) لنموذج الإرتفاعات الرقمية DEM



ويمكن الكشف عن مقدار الخطأ وذلك من خلال عمل التحليل المورفومتري المتمثل في (Sink) والتي يتم من خلاله تحديد نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) الشاذة من خلال خريطة الأراضي الغائرة (Sink- Area) والتي نقصد بها الخريطة التي توضح مقدار الخطأ في نموذج الإرتفاعات الرقمية معتمدة على قيمة البكسل (Pixel) أو الخلية وهذا الخطأ ناتج عن قراءة خاطئة في عملية رصد أحدى قيم نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) أو بسبب الهبوط الحاد لبعض نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) والتي قد تكون مناطق منخفضة في الحوض متمثلة في مناطق تصريف وتجمع المياه حيث أن الأرضي الغائرة تعني أو تساوي مناطق التصريف المائية (Sink - areas = Watershed) (ArcGis – ArcInfo v.9 , Desktop Help) والتي بطبيعتها تكون مناطق منخفضة لكي يتم تصريف المياه إليها .

وعلى هذا يمكن الاعتماد على تلك الخاصية في تحديد مناطق تجمع المياه في الحوض والتي من المحتمل أن تكون الحفر المصنفة ضمن الأضرار البيئية لحوض وادي لبن حيث تظهر تلك المساحات بلون غامق حسب درجة لون التصنيف المتبعة .

ويوضح الشكل (٥٦) والذي يمثل مساحـــة المناطق الغائـــرة وهي عبارة عن بقع متناثرة تظهر بلون غامق حيث يمثل اللون الغامق أقل قيمة للبكسل (Pixel) والتي تدل على مناطق التصريف المائية حسب ما تم ذكره في المصدر السابـــق ٠

ويمكن تصنيف المساحات الغائرة (Sink - Area) حسب تكوينها إلى نوعين هما :-

* **مساحات غائرة طبيعية :-** وهي الناتجة عن الخسف الأرضي بسبب تأثير المياه المتسربة للطبقات الحجر الجيري السفلية والمتأثرة عن طريق الإذابة بواسطة المياه المتسربة ٠
* **مساحات غائرة اصطناعية :-** وهي الناتجـــة بسبب الحفـــر الجائـــر ونقل التربة من قبل الإنسان لأغراض مختلفة عادةً ما تكون قريبة من الأحياء السكنية والمنشآت العمرانية الممتدة في بطن الوادي خاصة المناطق القريبة من المصب ٠

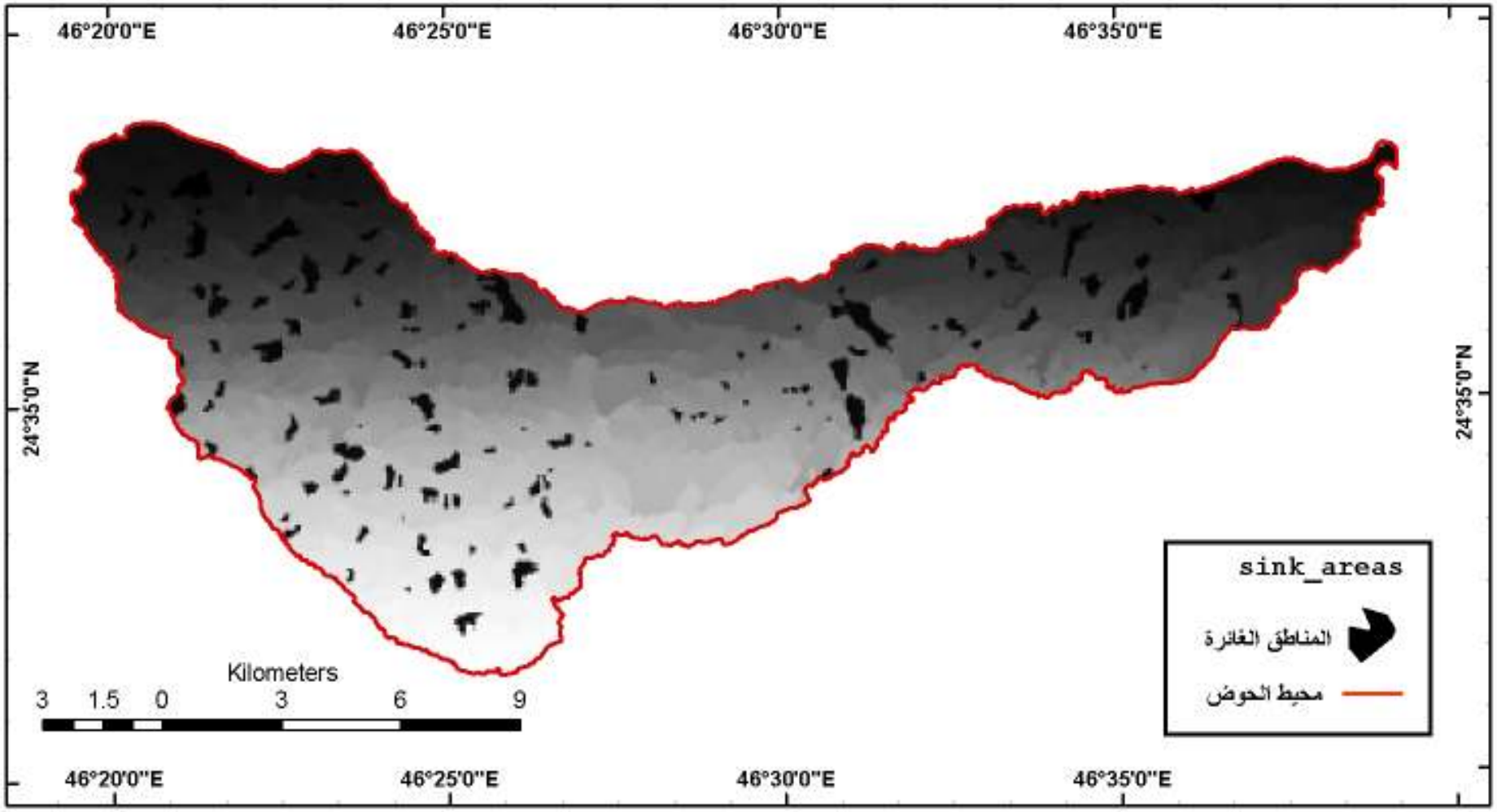
(٣) تتطلب عملية التحليل المنفذة من خلال أدوات (Toolbox) بتحويل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) من بيانات خطية نقطية إلى بيانات مساحيـــة متمثلة في (Grid) إضافة إلى اقتطاع القيم بما يتطابق مع منطقة الدراسة والذي يتم على برنامج (ERDAS) والذي يحتاج إلمام به من قبل الباحث ٠

(٤) بما أن عملية رسم شبكة التصريف تمت بطريقة آلية تلقائيـــة فأن عدد العقد (Vertex) لمجاري وروافد الشبكة المائية تكون محدودة فتظهر بعـــض الروافد بزوايـــا حادة الأمر الذي يحتاج إلى إجراء المعالجـــة المتمثلة في التنعيـــم (Smoothing) لجعل الروافد أكثر انحناءاً وتعرجاً بما يطابق شكلها على الطبيعة ٠

(٥) طريقة الترقيم على الشاشـــة لرسم شبكة التصريف قد ينتج عنها بعض الروافد الغير متصلة بشبكة التصريف ولكن في الطريقـــة التلقائيـــة الآليـــة تكون أكثر أحكامـــاً الأمر الذي لا يستدعي إجراء بناء طوبولوجي (Topology) لها كما في الطريقة الأولى ٠

(٦) عملية تصنيف المجاري إلى رتب مختلفة تتم تلقائياً من قبل البرنامج مقدم بذلك طريقتين لعملية التصنيف وهمـــا (Shreve , Strahler) مما يوفر على الباحث عناء عمل التصنيف بين الطبقات ٠

شكل (٥٦) خريطة الأراضي الغائرة (Sink – areas)



الربط والمعالجة والاقتطاع والتحليل من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

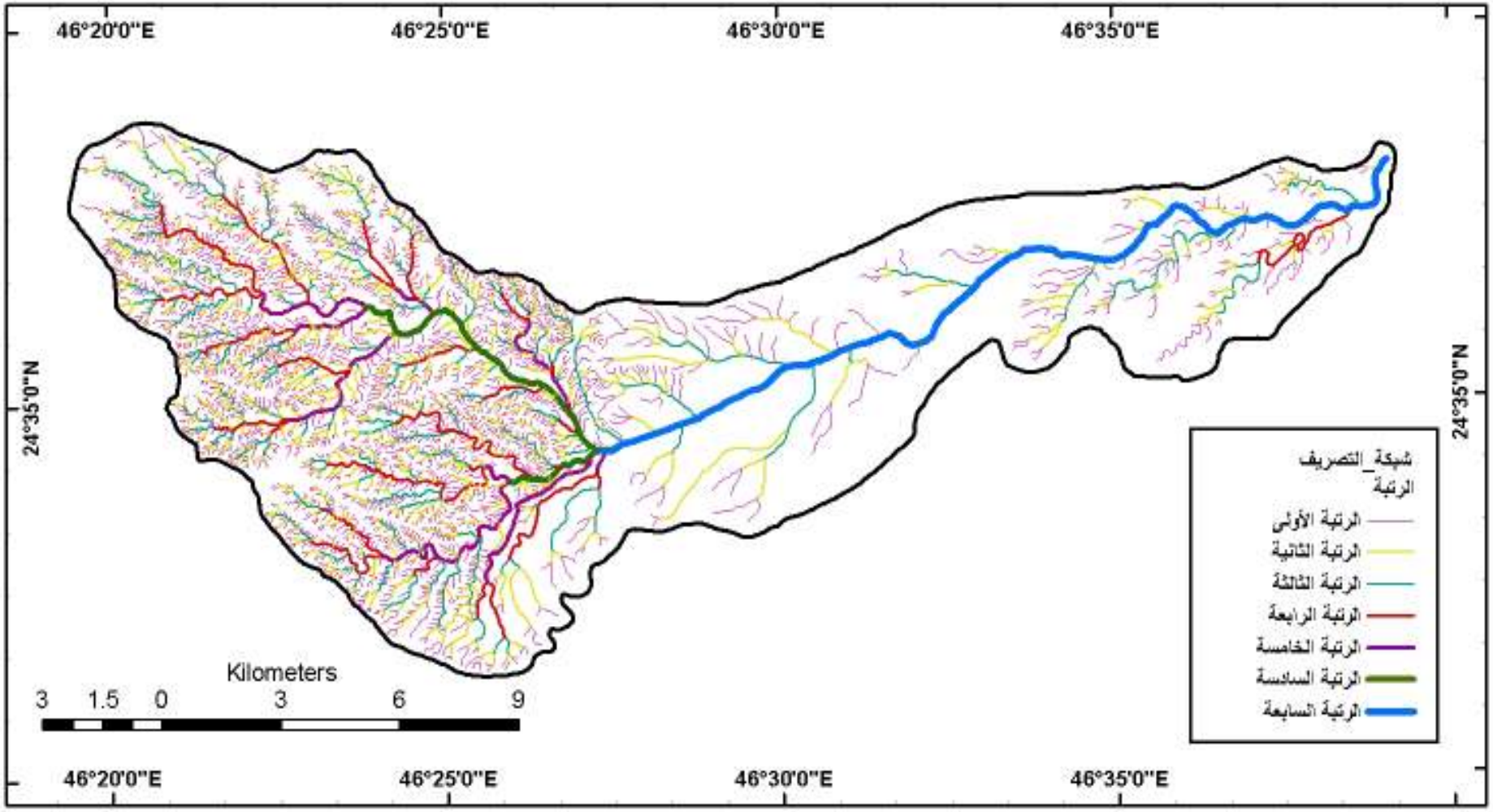
(٧) إظهار شبكة المجاري (٦) رتب بالطريقة الآليـــة التلقائيـــة وذلك متوقـــف على دقة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) الذي بلغ (٢٠) متر بحيث أن الروافد التي تقع دون هـــذه الدقة لا يتم رصـــدها لذلك تعتمد نجاح تلك الطريقـــة على درجة دقـــة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

(٨) تتيح الطرق الآلية سهولة قياس متغيرات شبكة التصريف المائية فيمـــا يخص أعداد المجاري في كل رتبة ، أطوال روافدها واستخراج متوسطاتها ومجاميعها أعلى وأدنى قيمة وكذلك انحرافها المعياري وذلك من خلال الجداول المرفقـــة والمربوطـــة بالظاهرة الجغرافيـــة المتمثلة في شبكة التصريف المائية ٠

(٩) عندما تعتمد الطرق الآلية بكافة أنواعها على مصادر بيانات صحيحة ودقيقة فإنها تعطي نتائج بالغة الدقـــة في أقل وقتٍ وجهدٍ من حيث التحليلات والإخراج النهائي حيث يمكن تحـــديث البيانات وإضافة وحذف وتغيير كل ما يتعلق بأساسيات الخريطة ٠

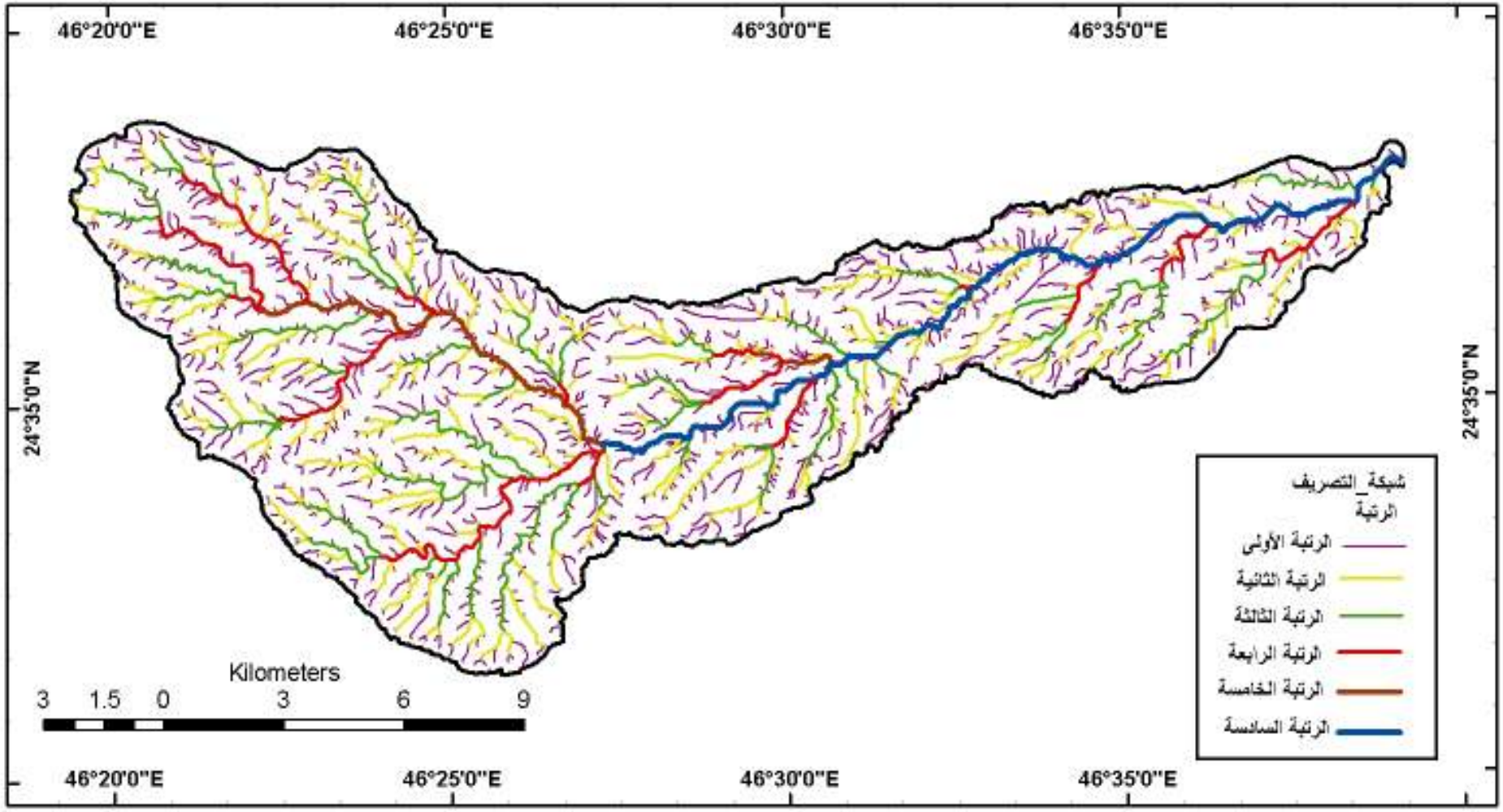
كما توفر لنا نظم المعلومات الجغـــرافية سهولـــة إنشاء طبقة من نوع (Geodatabase) لكل رتبة من رتب شبكة التصريف المائية وهذا يسهل عملية حساب خصائص تلك الطبقة والمتمثلة في معرفة عدد مجاري الرتب وأطوال ومجموع تلك المجاري ، وكذلك تتيح نظم المعلومات الجغرافيـــة عمل تصنيف كمي ونوعي لرتب وروافد شبكـــة التصريف مما يعطي إخراجاً نهائياً متميزاً لخريطة شبكة التصريف المائية والتحكم بكافـــة عناصر الخريطـــة وأساسياتها من حيث التحديث والحذف والإضافة والمعالجة ،ويوضح الشكل (٥٧) شبكة التصريف المائيـــة لحوض وادي لبن التي تم رسمها من مرئية القمر الصناعي (Ikonos) ذو الوضوح المكاني (١متر) بطريقة الترقيم على الشاشة (Screen Digitizing) بينما يوضح الشكل (٥٨) شبكة التصريف المائيـــة التي تم رسمها من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ٠

شكل (٥٧) خريطة الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية لحوض وادي لبن بطريقة سترايلر اعتماداً على مرئية (Ikonos)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم شبكة التصريف المائية من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م ،

شكل (٥٨) خريطة الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية لحوض وادي لبن بطريقة سترايلر اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم شبكة التصريف المائية من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

(٢) عدد المجاري حسب الرتب (Stream numbers) :- ويرمز لها (N_u)[١] وهـــي مجموع الروافد التي تتكون منها رتبة معينة على سبيل المثال عدد المجاري في الرتبة الأولى هي جميع الروافد التي لا تتصل بها روافد أخرى ٠

ولقد ساعدت درجة الوضوح المكاني لمرئية حوض وادي لبن على رسم كل الروافد خاصة الروافد الصغيرة التابعة للرتبة الأولى ٠

وبما أن نظم المعلومات الجغرافية تنظم بيانات القاعـــدة في جداول مفهرسة ومصنفة فيما يتعلق في الرتب وعدد المجاري وأطوالها في كل رتبة فإن ذلك يسهل عملية الاستعلام عن أعدادها وأطوالها في كل رتبة ٠

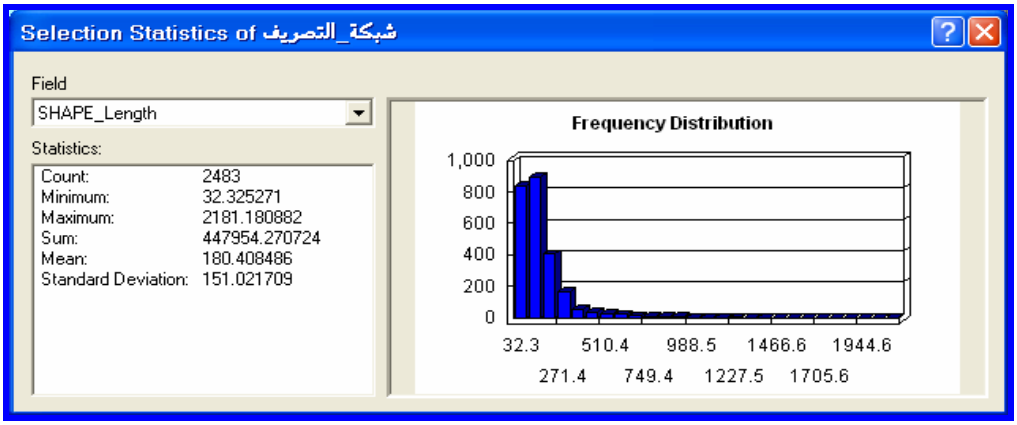
حيث توفر عملية أوامر (Selection) في برنامج ( ) سهولة الوصول لكل الروافد ومعرفة أعدادها وأطوالها بصورة سهلة ودقيقـــة وسريعة دون الحاجة للآلـــة الحاسبة التي تستغرق وقتاً طويلاً في حساب روافد كل رتبة خاصة عندما تكون أعدادها كبيرة جداً ٠

وتتعدى مميزات برامج نظم المعلومات الجغرافية في حساب أعداد الروافد في رتبة معينة أو مجموعها في شبكة التصريف إلى بعض القيم الإحصائية بنفس النافـــذة موفرة بذلك الكثير من الجهد وتتعلق تلك القيم مثلاً (عدد الروافد في رتبة معينـــة ، أقصر رافد في تلك الرتبة ، أطول رافـــد في تلك الرتبة ، مجموع أطوال روافد تلك الرتبة ، المتوسط الحســابـــي لأطوال الرتبـــة ، الانحراف المعياري لمجموع أطوال روافد الرتبة) ممـــا يسهل عملية إجراء بقية المعادلات المورفومترية كما هو موضح من الشكل (٥٩) ٠

---

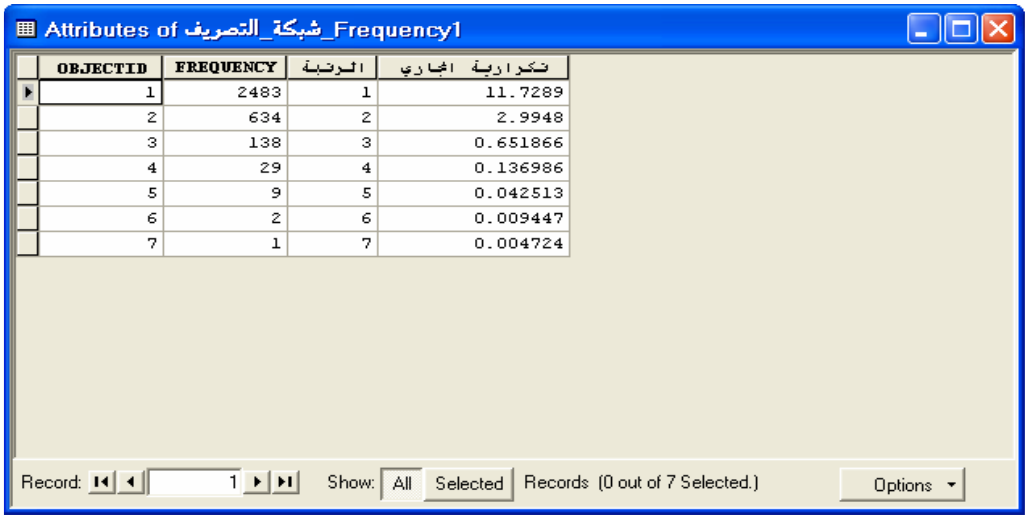
(١) Doornkamp, J.C., King , C. A. M, (1971) :Numerical Analysis in Geomor-phology- Iantroduction ; London , P.1-112

الشكل (٥٩) القيم الإحصائية لروافد الرتبة الأولى لشبكة تصريف حوض وادي لبن



ويتيح برنامج نظم المعلومات الجغرافية جدولة قيم المتعلقة في (عدد الرتب ، عدد المجاري لكل رتبة أطوال المجاري) في جـــدول مستقـــل ومصنف وذلك عن طريـــق عمل (التـــوزيع التكـــراري Frequency) لتلك القيم واستدعاء قيمها من جداول طبقاتها وضمها في جدول واحد ليسهل التعامل من حيث تطبيق معامل تكراريـــة المجاري معهـــا من خلال (Toolbox - Analysis - Statistics - Frequency) كما هو موضح من الشكل (٦٠) .

الشكل (٦٠) نافذة جدول عدد الرتب والروافد وتكرارية المجاري في قاعدة بيانات حوض وادي لبن اعتماداً على بيانات المرئية



جدول (١٤) عدد المجاري لكل رتبة لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	عدد المجاري الرتبة الأولى	عدد المجاري الرتبة الثانية	عدد المجاري الرتبة الثالثة	عدد المجاري الرتبة الرابعة	عدد المجاري الرتبة الخامسة	عدد المجاري الرتبة السادسة	عدد المجاري الرتبة السابعة
المرئية	٢٤٨٣	٦٣٤	١٣٨	٢٩	٩	٢	١
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١١٩٠	٢٦٩	٦٤	١٥	٣	١	-----
الفارق	١٢٩٣	٣٦٥	٧٤	١٤	٦	١	-----
نسبة الفارق	% ٥٢,٠٧	% ٥٧,٥٧	% ٥٣,٦٢	% ٤٨,٢٧	% ٦٦,٦٦	% ٥٠	-----

و تعـــمل المجاري المائية بمختلف رتبها على زيادة المساحة الحوضية عن طريق النحت والذي تزداد فعاليته مع تزايد أعدادها خاصة مجاري الرتب الدنيا (١، ٢) وهذا ما نلاحظه في عدد مجاري الرتبة الأولى والثانية لشبكة التصريف لحوض وادي لبن ٠

(٣) نسبة التشعب للمجاري المائية (Bifurcation Ratio) :- ويـــرمز لـــها (R_b)

وتعرف نسبة التشعب بأنها النسبة بين عدد المجاري التابعة لرتبة معينة وعدد المجاري التابعة لرتبة أعلى منها مباشرة ٠ (الصالح ، ١٩٩٢م ، ص٧٨)

وكلما زادت قيمة نسبة التشعب كلما زاد معها خطر السيول عقب سقوط الأمطار بكثافة في منطقة التجميع العليا ٠ (الدوعان ، ١٩٩٩م ، ص٢٨)

ويتم حساب نسبة التشعب من المعادلة الرياضية التالية :-

$$R_b = \frac{N_u}{N_u + 1} \quad (٨)$$

بحيث يمثل:-

R_b : نسبة التشعب

N_u : عدد مجاري رتبة ما

$N_u + 1$: عدد مجاري الرتبة التي تليها

ويتم تطبيق معادلة نسبة التشعب في نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بناء استفسار (Building Query) يخص معادلـــة (نسبة التشعب Bifurcation Ration) من خلال التعـــويض بقيم أطراف المعادلة ، ويتم تطبيق صيغة معادلة (نسبة التشعب) لكافة رتب حوض وادي لبن فيما عدا الرتبة السابعة التي ليس لديها رتبة أعلى منها والمتمثلة في الرتبة الثامنة وذلك لأن عدد رتب حوض وادي لبن (٧ رتب) وجدول (١٥) يوضح قيم نسبة التشعب المحسوبة ٠

---

(٨) Horton, R.E. (1932) : Drainage basin characteristics ; Trasns. Amer. Geophys. *Union* 13 , 350-361

جدول (١٥) قيم نسبة التشعب لرتب حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	نسبة التشعب الرتبة الأولى	نسبة التشعب الرتبة الثانية	نسبة التشعب الرتبة الثالثة	نسبة التشعب الرتبة الرابعة	نسبة التشعب الرتبة الخامسة	نسبة التشعب الرتبة السادسة	نسبة التشعب لكامل الحوض
المرئية	٣,٩	٤,٥	٤,٧	٣,٢	٤,٥	٢	٣,٩٦
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٤,٤	٤,٢	٤,٢	٥	٣	-----	٤,٣٥
الفارق	٠,٥	٠,٣	٠,٥	١,٨	١,٥	-----	٠,٣٩
نسبة الفارق	% ١١,٣٦	% ٦,٦٦	%١٠,٦٣	% ٣٦	% ٣٣,٣٣	-----	% ٨,٩٦

بالنظر إلى نسب التشعب من الجدول (١٥) لبيانات قاعدة بيانـــات حوض وادي لبن سواء كانت (المرئية أو نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM) نجدها مرتفعة ويرجـــع سبب هذا :-

* حوض وادي لبن متكون من نوع صخري واحد يمثـــل (الصخور الرسوبية الجيرية) ضعيفة المقاومة ٠
* طبيعة خصائص السيول المتميزة بسرعتها وشدة غزارتها عند تساقط الأمطار خاصة في الحوض العلوي من حوض وادي لبن ٠

وقد أوضح كلاً من (هورتون Horton) و (سترايلر Strahler) أن نسبة التشعب في معظم الأحواض النهرية العادية تتراوح ما بين (٣ – ٥) وهذا ما نلاحظه من قيم نسبة التشعب لبيانات حوض وادي لبن ، وبالنظر إلى نسبـــة تشعب كامل الحوض التي تعتبر مرتفعة لكلا المصدريـــن التي بلغت (٣,٩٦) لبيانات المرئية الفضائية و (٤,٣٥) لبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM وعليه يكـــون عدد المجاري التي لا تدخل في الترتيب الهرمي لحوض وادي لبن بعد أن قسمت عدد المجاري لكل رتبـــة على (٣) التي تمثل الحد الأدنى لنسبـــة التشعب التي وضعها كلاً من (هورتون Horton) و (سترايلر Strahler) ينتج لدينا عدد المجـــاري غير المقترنة والتي لا تدخـــل في الترتيب الـــهرمي لحوض وادي لبن كما هو موضح من جدول (١٦) ٠

وعليه يكون نسبـــة عـــدد المجاري من مختلف الرتب والتي لا تدخل في التـــرتيب الهرمي النهائي لشبكـــة تصريف حوض وادي لبن من المجموع الكلي يعادل نسبة قـــدرها (٢١٩٢ ÷ ٣٢٩٦ ×١٠٠ = ٦٦,٥٠ %) بالنسبة لمجاري شبكة التصريف الخاصة بالمرئيـــة وأما نسبة عدد المجاري التي لا تدخل في الترتيب الهرمي النهائي لشبكة التصريف المعتمدة على نموذج الارتفاعات الرقمية فتقدر (٥١٢ ÷ ١٥٤٢ ×١٠٠ = ٣٣,٢٠ %) ٠

واعتماداً على عدد المجاري التي لا تدخل في الترتيب الهرمي لشبكـــة التصريف حوض وادي لبن بنسبة التشعب لأدنى قيمـــة حسب ما أوضحها (هورتون Horton) و (سترايلر Strahler) والمقدرة (٣) يمكن تحديـــد المجاري المائية المؤهلة لتطوير مختلف الرتب في المستقبل بواسطة عمليات الحفر الرأسي والامتداد الأفقي لمجاري شبكة تصريف حوض وادي لبن كما هو موضح من الجدول (١٧) ٠

جدول (١٦) عدد المجاري التي لا تدخل في الترتيب الهرمي لشبكة تصريف حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

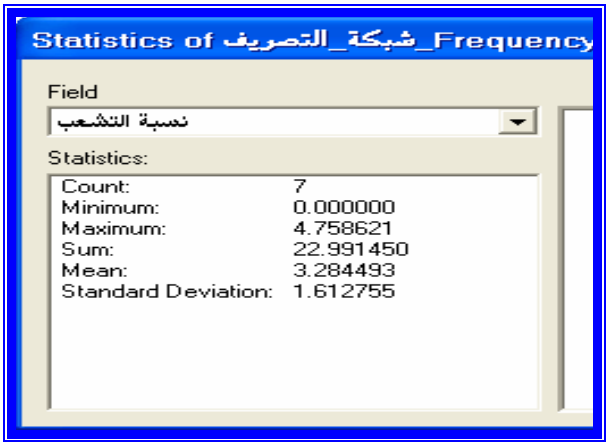
مصدر البيانات	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	الرتبة الخامسة	الرتبة السادسة	المجموع
المرئية	١٦٥٥	٤٢٣	٥	٩٢	١٩	٣	٢١٩٢
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٣٩٦	٨٩	٢١	٥	-----	-----	٥١٢
فارق عدد المجاري	١٢٥٩	٣٣٤	١٦	٨٩	-----	-----	١٦٨٤
نسبة الفارق	% ٧٦,٠٧	% ٧٨,٩٥	% ٧٦,١٩	% ٩٤,٥٦	-----	-----	% ٥٢,٧٠

جدول (١٧) عدد المجاري الممكن ظهورها مستقبلاً بنسبة تشعب (٣) لشبكة تصريف حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	الرتبة الخامسة	الرتبة السادسة	المجموع
المرئية	٥٥٢	١٤١	٣٠,٦	٦,٣	٢	-----	٧٣٠,٩
نموذج الإرتفاعات الرقمية	١٣٢	٢٩,٦	٧	١,٦	-----	-----	١٧٠,٢
الفارق	٤٢٠	١١١,٤	٢٣,٦	٤,٧	-----	-----	٥٦١,٧
نسبة الفارق	% ٧٦,٠٨	% ٧٩	% ٧٧,١٢	% ٧٤,٦٠	-----	-----	% ٧٦,٧٤

(٤) متوسط نسبة التشعب :- (Bifurcation Ratio Mean) ويمكـــن الحصول على متوسط نسبة التشعب في نظم المعلومات الجغرافية تلقائياً من الخصائص الإحصائية لجـــدول نسبة التشعب (Statistics) ولا يقتصر هذا الجدول في قاعدة بيانـــات حوض وادي لبن على إظهار متوسط نسبة التشعب بل يتعدى إلى بيان (عدد الرتب ، أدنى قيمة لنسبة التشعب ، أعلى قيمة لنسبة التشعب ، مجموع نسبة متوسط نسبة التشعب ، الانحراف المعيار لنسبة التشعب) والشكل (٦١) يوضح قيم تلك المعـــادلات الإحصائية من جدول شبكة التصريف في قاعدة بيانات حوض وادي لبن كما يوضح جدول (١٨) متوسط نسبة التشعـــب لحوض وادي لبن لقيم المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

الشكل (٦١) نافذة القيم الإحصائية لنسبة التشعب
لبيانات المرئية في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



جدول (١٨) متوسط نسبة التشعب لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات
في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	متوسط نسبة التشعب
المرئية	٣,٢
نموذج الإرتفاعات DEM	٣,٤
فارق نسبة التشعب	٠,٢
نسبة الفارق	% ٥,٨٨

(٥) مجموع أطوال المجاري حسب الرتب (Stream Order Length)[١] :- ويرمز لـــها (ΣL_u) ويقصد به مجموع أطوال الروافد التي تغذي كل رتبة على حدا ٠

ومن المعروف أن مجاري الرتبة الأولى هـــي أقصر المجاري طولاً وأكثرها عدداً وكلما تقدمت رتبة المجاري كلما ازدادت روافدها طولاً وقلت عددها وهذا ما نستدل عليه من الجدولين رقم (١٩) (٢٠) الذي يوضح عدد ومجموع أطوال المجاري في حوض وادي لبن حسب رتبها لمختلف البيانات المعتمدة في الدراسة والمتمثلـــة في المرئية الفضائيـــة ونموذج الارتفاعات الرقمية على التوالي ٠

وتوفر لنا نظم المعلومات الجغرافية خاصية الربط بين البيانات المكانية المتمثلة في مرئية حوض وادي لبن وبين البيانات الوصفية المتمثلة في أعداد وأطوال شبكة التصريـــف للحوض عن طريق جداول مصنفة ومفهرسة نستطيع من خلالها معرفـــة عدد الروافد في كل رتبة إضافة إلى مجموعها وأقصرها وأطولها طولاً دون اللجوء إلى العمليـــات الرياضية الطويلة حيث تعتبر تلك المتغيرات المورفومترية بيانات مجدولة في قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن ٠

كذلك تسهل لنا نظم المعلومات الجغرافية عمل (توزيع تكراري Frequency) (لعدد الرتب ، عدد المجاري في كل رتبة ، وأطوال المجاري في كل رتبة) في جدول مستقل وذلك من أجل تسهيل عملية استدعاء تلك المتغيرات ومن ثم بناء بقية المعادلات المورفومتريـــة المتعلقة (بنسبة التشعب ، تكرارية المجاري) ٠

---

(١) Horton, R.E. (1932) : Drainage basin characteristics ;Trasns. Amer. Geophys. *Union* 13 , 350-361

جدول (١٩) عدد ومجموع أطوال المجاري حسب الرتب لشبكة التصريف المائية اعتماداً على المرئية (Ikonos)

الرتب	عدد الروافد في كل رتبة	مجموع الأطوال (كلم)	أقصر الروافد في الرتبة (كلم)	أطول الروافد في الرتبة (كلم)
١	٢٤٨٣	٤٤٧,٩٥٤	٠,٠٣	٢,١٨
٢	٦٣٤	٢٠٠,٢٩٠	٠,٠٢	٤,٢٤
٣	١٣٨	١٢٥,٥٦٢	٠,٠٦	٤,٨٣
٤	٢٩	٥٧,٧٣٥	٠,١٥	٥,٥١
٥	٩	٢٥,٧٩٣	٠,٦٢	٥,٧٨
٦	٢	١٠,٦٦٨	٢,٥٧	٨,٠٩
٧	١	٢٤,٢٤٤	٢٤,٢٤٤	٢٤,٢٤٤
المجموع	٣٢٩٦	٨٩٢,٢٤	٢٧,٦٩	٥٤,٨٧

جدول (٢٠) عدد ومجموع أطوال المجاري حسب الرتب لشبكة التصريف المائية اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)

الرتب	عدد الروافد في كل رتبة	مجموع الأطوال (كلم)	أقصر الروافد في الرتبة (كلم)	أطول الروافد في الرتبة (كلم)
١	١١٩٠	٣٤٢,٠١	٠,٠١	٢,١
٢	٢٦٩	١٥٦,٤٠	٠,٠٢	٣,٢
٣	٦٤	٩٨,١٧	٠,٠٥	٥,١
٤	١٥	٣٩,٩٣	٠,٢	٨,٢
٥	٢	١٣,٣٩	١,٦	١١,٧
٦	١	٢٥,٢٨	٢٥,٢٨	٢٥,٢٨
المجموع	١٥٤١	٦٧٥,١٨	٢٧,١٦	٥٥,٥٨

ومن خلال الجـــدول (١٩) ، (٢٠) نستطيع الخروج بالقيم المحسوبـــة لفارق أطوال المجاري بين بيانات المرئية وبيانات نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) ومن ثم استخراج نسبـــة الفارق بين كلا المصدرين من البيانات في قاعـــدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن كما هو موضح من الجدول (٢١) ٠

(٦) متوسط أطوال المجاري :- (Stream Order Length Mean) ويرمز له (L_u) ويتم استخراجه من قسمة مجموع أطوال المجاري في رتبة ما على عدد المجاري لتلك الرتبة حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$L'_u = \frac{\sum_{i=1}^{N} L_u}{N_u} \quad (٩)$$

بحيث يمثل:-

L'_u : متوسط أطوال المجاري ٠

L_u : أطوال المجاري لنفس الرتبة ٠

N_u : عدد المجاري لرتبة معينة ٠

ويتم تطبيـــق معادلـــة (متوسط أطوال المجاري لكل رتبة) في نظم المعلومـــات الجغرافيـــة عن طريق بناء استفسار (Building Query) يخص معادلة (متوسط أطوال المجاري لكل رتبة) المتمثلة في الصياغة التالية :-

Stream Length Mean = [Stream_Order_Length_km] / [Stream_Numbers]

---

(٩) Chow, V.T. (ed.) (1957) : Handbook of Applied Hydrology; a compendium of water -resources technology, McGraw-Hill Book Compagny, New

جدول (٢١) الفارق ونسبة الفارق لأطوال المجاري لكل رتبة من شبكة التصريف المائية لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

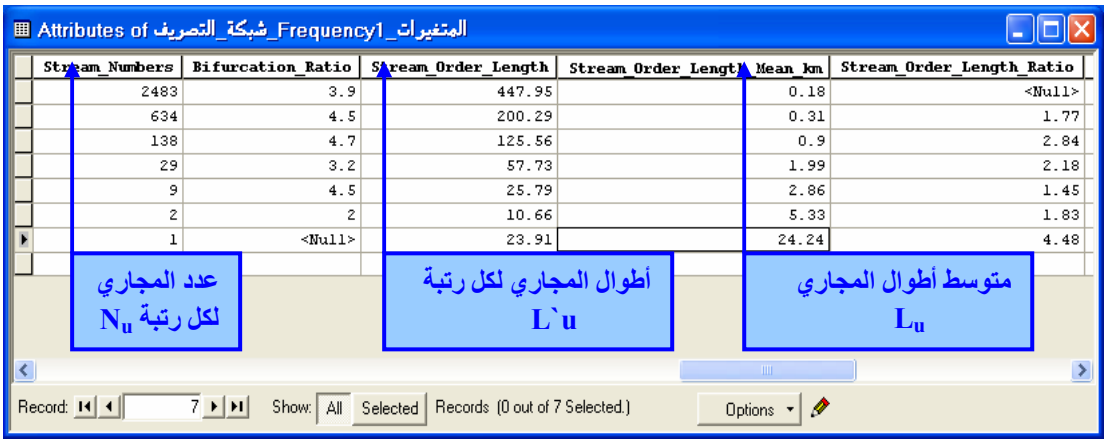
للمصدرين	طول المجاري الرتبة (١)كلم	طول المجاري الرتبة (٢)كلم	طول المجاري الرتبة (٣)كلم	طول المجاري الرتبة (٤)كلم	طول المجاري الرتبة (٥)كلم	طول المجاري الرتبة (٦)كلم	طول المجاري الرتبة (٧)كلم
الفارق	١٠٥,٩٤	٤٣,٨٩	٢٧,٣٩	١٧,٨	١٢,٤	١٤,٦٢	-----
نسبة الفارق	% ٢٣,٦٤	% ٢١,٩١	% ٢١,٨١	% ٣٠,٨٣	% ٤٨,٠٨	% ٥٧,٨٣	-----

جدول (٢٢) متوسط أطوال المجاري لكل رتبة في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	م . مجاري الرتبة (١)كلم	م . مجاري الرتبة (٢)كلم	م . مجاري الرتبة (٣)كلم	م . مجاري الرتبة (٤)كلم	م . مجاري الرتبة (٥)كلم	م . مجاري الرتبة (٦) كلم	م . مجاري الرتبة (٧)كلم
المرئية	٠,١٨	٠,٣١	٠,٩٠	١,٩٩	٢,٨٦	٥,٣٣	٢٤,٢٤
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٠,٢٨	٠,٥٨	١,٥٣	٢,٦٦	٦,٦٩	٢٥,٢٨	-----
الفارق	٠,١	٠,٢٧	٠,٦٣	٠,٦٧	٣,٨٣	١٩,٩٥	-----
نسبة الفارق	% ٣٥,٧١	% ٤٦,٥٥	% ٤١,١٧	% ٢٥,١٨	% ٥٧,٢٤	% ٧٨,٩١	-----

ويوضح الشكل (٦٢) نافذة قيم عدد المجاري وأطوالها ومتوسط أطوالها في قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن ٠

الشكل (٦٢) نافذة جدول أطوال المجاري ومتوسطاتها وعددها لكل رتبة في
قاعدة بيانات حوض وادي لبن حسب بيانات المرئية (Ikonos)



بينما يوضح جدول (٢٢) متوسط أطوال المجاري لكل رتبة لمختلف البيانات لحوض وادي لبن والتي تشمل المرئية ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ٠

(٧) **نسبة أطوال المجاري** (Length Ratio) :- وتحسب هذه النسبة عن طريق قسمة متوسط أطوال المجاري في رتبة معينة على متوسط أطوال المجاري الرتبة التي قبلها حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$L_R = \frac{L'_u(Km)}{L'_u - 1(Km)} \qquad (١٠)$$

بحيث يمثل:-

---

(١٠) Horton, R.E. (1932) : Drainage basin characteristics, Trasns. Amer. Geophys. *Union* 13 , 350-361

جدول (٢٣) نسبة أطوال المجاري لكل رتبة من شبكة التصريف المائية لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	الرتبة (١)	الرتبة (٢)	الرتبة (٣)	الرتبة (٤)	الرتبة (٥)	الرتبة (٦)	الرتبة (٧)
المرئية	----	١,٧٢	٢,٩٠	٢,٢١	١,٤٣	١,٨٦	٤,٥٤
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	----	٢,٠٧	٢,٦٣	١,٧٣	٢,٥١	٣,٧٧	-----
الفارق	----	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,٤٨	١,٠٨	١,٩١	-----
النسبة	----	% ١٦,٩٠	% ٩,٣١	% ٢١,٧١	% ٤٣,٠٢	% ٥٠,٦٦	-----

L_R : نسبة أطوال المجاري ٠

$L'_u(Km)$: متوسط أطوال المجاري في رتبة معينة ٠

$L'_u - 1(Km)$: متوسط أطوال المجاري للرتبة التي قبلها ٠

ويتم تطبيق معادلة (نسبة أطوال المجاري) في نظم المعلومـــات الجغرافية عن طريق بناء استفسار (Building Query) التي تخص معادلـــة (نسبة أطوال المجاري) وذلك بالتمثل بقيم أطراف المعادلة باعتبار أن قيم متوسط أطوال المجاري مخزنة في صفوف ويوضح الجدول (٢٣) نسبة أطول المجاري لكل من قيم المرئيـــة (Ikonos) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) في قاعـــدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن ٠

(٨) تكرارية المجاري للحوض المائي :- (Stream Frequency) ويتم قياسهـــا من مجموع عدد المجاري المائية للحوض المائي مقسومة على المساحة الحوضيـــة كلم^2 وذلك حسب المعادلة المورفومترية التالية :-

$$F_S = \frac{\sum N_u}{A_u\ (km^2)} \quad (١١)$$

بحيث يمثل:-

F_S : تكرارية المجاري للحوض المائي ٠

$\sum N_u$: مجموع عدد المجاري للحوض المائي ٠

$A_u\ (km^2)$: مساحة الحوض المائي (كلم^2) ٠

ويتم تطبيق معادلة (تكرارية المجاري) في نظم المعلومـــات الجغرافيـــة عن طريق بنـــاء استفسار (Building Query) حسب الصيغة الرياضية التالية :-

STREAM FREQUENCY = [Stream_Numbers] / [Basin_Area_km^2]

---

(١١) Horton, R.E. (1932) : Drainage basin characteristics ; Trasns. Amer. Geophys. *Union* 13 , 350-361

ويوضح جدول رقم (٢٤) القيم المحسوبة لمعادلة تكرارية المجاري لحوض وادي لبن وذلك لبيانات المرئية وبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

جدول (٢٤) تكرارية المجاري لحوض وادي لبن
لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	تكرارية المجاري للحوض المائي
المرئية	١٦,٣٩
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٧,٨٥
فارق تكرارية المجاري	٨,٥٣
نسبة فارق التكرارية	% ٥٢,٠٧

وتدل القيمة المحسوبة لتكرارية المجاري (١٦,٣٨) للمرئية و (٧,٨٥) عدد المجاري في (كلم٢) ٠

(٩) كثافة التصريف :- (Drainage Density) ويرمز لـــه (D_d) وتحسب من خلال قســمـــة مجموع أطوال المجاري بالكلم على المساحة الكلية للحوض بالكلم^{٢} وذلك حسب المعادلة المورفومترية التالية :-

$$Dd = \frac{\sum L_u\ (km\ )}{A_u\ (km^2)} \qquad (١٢)$$

بحيث يمثل:-

Dd : كثافة التصريف ٠

$\sum L_u\ (km\ )$: مجموع أطوال المجاري في الحوض المائي (كلم) ٠

$A_u\ (km^2)$: مساحة الحوض الكلية (كلم^{٢}) ٠

---

(١٢) Horton, R.E. (1932) : Drainage basin characteristics ; Trasns. Amer. Geophys. *Union* 13 , 350-361

ويتم تطبيق معادلة (كثافة التصريف) في نظم المعلومات الجغرافيـــة عن طريق بناء استفسار (Building Query) حسب الصيغة الرياضية التالية :-

Drainage Density = [Stream_ Order_Length_km] / [Basin_Area_km^2]

ويوضح جدول (٢٥) القيم المحسوبة لكثافة التصريف لحوض وادي لبـــن وذلك اعتماداً على بيانات المرئية وبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

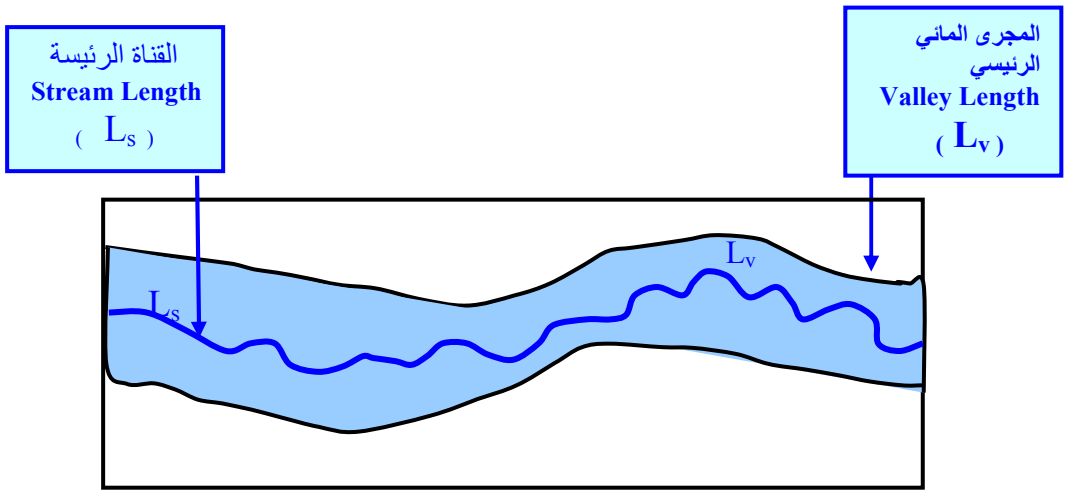
جدول (٢٥) كثافة تصريف حوض وادي لبن
لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	كثافة التصريف
المرئية	٤,٤٣
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٣,٤٣
فارق كثافة التصريف	١
نسبة الفارق	% ٢٢,٥٧

ومن خلال جدول (٢٥) فإن مقدار كثافة التصريف لقيم المرئية التي بلغت (٤,٤٣) معنى ذلك أن لكل (٤,٤٣) كلم من أطوال مجاري شبكة تصريف حوض وادي لبن تحتل مساحة قدرها (١كلم^2) من مساحة الحوض الإجمـــالي فيما يتعلق ببيانات المرئيـــة وأما بالنسبة نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) فإن مقدار كثافة التصريف بلغت (٣,٤٣) وهذا يعني أن لكل (٣,٤٣) كلم من أطوال مجاري شبكة تصريف حوض وادي لبن تحتل مساحة قدرها (١كلم^2) ٠

(١٠) معامل التعرج النهري :- (Sinuosity index) ويرمـــز له (S) ويتم حسابه من قسمة طول الحوض المائي (كلم) على طول المجرى المائي الرئيسي (كلم) ويوضح الشكل (٦٣) المجرى المائي الرئيسي والقناة الرئيسة في الحوض المائي ٠

الشكل (٦٣) رسم تخطيطي يوضح المجرى المائي الرئيسي والقناة الرئيسة



المصدر : بتصرف من الباحثة اعتماداً على Gregory, K. J . and Walling , D.E.(1973) : Drainage A geomrphological Basin Farm and Process Approach , Edward Amold , London .

ويتم اشتقاقه وفقاً للمعادلة الرياضية التالية :-

بحيث يمثل :- $$S = \frac{L_S}{L_V} \qquad (١٣)$$

S : معامل التعرج النهري ٠

L_S : طول القناة الرئيسة (كلم) ٠

L_V : طول المجرى المائي الرئيسي وهو يمثل طول الحوض (كلم) ٠

---

(١٣) Schumm, S.A. (1963): Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains ; Gol. Soc. Amer. Bull. 74, 1089-100

ويتم تطبيق معادلة (معامل التعرج النهري) في نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بناء استفسار (Building Query) حسب الصيغة الرياضية التالية :-

Sinuosity index = [Valley_ Length_km] / [Basin_Length_km]

ويوضح جدول (٢٦) القيمة المحسوبة لمعامل التعرج النهري لحوض وادي لبن والتي كانت متساوية لكل من مصادر البيانات المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM ٠

جدول (٢٦) معامل التعرج النهري لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	L_V(Km)	L_S(Km)	S معامل التعرج النهري
المرئية	٤٢,٠٥	٣٩,١٨١	٠,٩٣
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٤٢,٠٩	٣٩,١٧٣	٠,٩٣
الفارق	٠,٠٤	٠,٠٨	صفر

يدل معامـــل التعرج على أن وادي لبن قليل التعرج أي شكل القناة متجانســـة مع طول المجرى وذلك لاقتراب قيمة المعامل من (١) ويرجع ذلك إلى تجانس التركيب الصخري على طول مجراه٠

(١١) ثابت بقاء المجرى المائي :- (Constant of Channel Maintenance)

ويرمز له (C) ويتم حسابه من قسمة مساحة الحوض المائي (كلم^2) على مجموع أطوال المجاري لجميع رتب الحوض وذلك وفقاً للمعادلة الرياضية التالية :-

بحيث يمثل :- $$C = \frac{1}{Dd} = \frac{A_u\ (km^2)}{\sum_{i=1}^{k}\sum_{i=1}^{N} L_u} \quad (١٤)$$

---

(١٤) Schumm, S.A. (1956) : The evaluation of drainge systems and slopes in badlands At Perth Amboy, New Jersey ; Bull. Geol. Soc. Amer..vol 67, 597-646.

C : ثابت بقاء المجرى المائي ٠

Dd : كثافة التصريف لمجاري الحوض المائي ٠

A_u : مساحة الحوض المائي (كلم^2) ٠

$\sum_{i=1}^{k}\sum_{i=1}^{N} L_u$: مجموع أطوال عدد المجاري لجميع الرتب ٠

ويتم تطبيق معادلة (ثابت بقاء المجرى المائي) في نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بناء استفسار (Building Query) حسب الصيغة الرياضية التالية :- (1)

Constant of Channel Maintenance = 1 / [Drainage_ Density]

أو حسب الصيغة الثانية :- (2)

Constant of Channel Maintenance = [Basin_Area_km^2] / [Stream_ Order_Length_km]

جدول (٢٧) ثابت بقاء المجرى المائي لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	Dd	A_u (km)^2	ΣL_u (km)	C ثابت بقاء المجرى المائي
المرئية	٤,٤٣	٢٠١,١	٨٩١,٩٢	٠,٢٢
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٣,٤٣	١٩٦,٤	٦٧٥,١٨	٠,٢٩
الفارق	١	٤,٧	٢١٦,٧٤	٠,٠٧
نسبة الفارق	% ٢٢,٥٧	% ٢,٣	% ٢٤,٣٠	% ٢٤,١٤

ويدل معامل ثابت بقاء المجرى أنه لم يتبقى من مساحة الحوض سوى نسبة قليلة للامتداد الشبكة المائية في المستقبل بمعدل (٠,٢٢ كلم٢) للمرئية و (٠,٢٩ كلم٢) لكل مجرى بطول (١كلم) ٠

(ج) الخصائص التضاريسية للحوض المائي :-

تتلخـــص أهمية دراسة الخصائص التضاريسية في أنها تلقـــي الضوء على نشاط عامل التعرية وقوته وتفسير الخصائص الحوضية الأخرى خاصة المساحية وخصائص الشبكة المائية ٠ (المشاط ، ١٩٩٥م ص٢٨٨)

وتعتبر المقاييس التضاريسية ضرورية لمعرفة مدى تضرس سطح حوض وادي لبن وما لها من علاقة في معرفة كمية الجريان وقمته ٠

وتشمل الخصائص التضاريسية المتغيرات التالية :-

(١) الإرتفاع الأقصى :- (Maximum Elevation) ويرمـــز لـــه (Z Max) أو (H Max) ويمثل أعلى قيمة منسوب على خط تقسيم المياه ، وقد تم تحديد أقصى ارتفاع على خط تقسيم المياه للحوض وادي لبن فيما يتعلق بالمرئية الفضائية من الخريطـــة الطوبوغرافيـــة المساعدة بمقياس رسم (١: ٥٠,٠٠٠) وهي (١٠٢٤م) ٠

وقد تم بالإستعانه بالخريطتين الطبوغرافيتـــين اللتين تمثلان لوحـــة الرياض جنوب غرب رقم (13 - 4624) ولوحـــة وادي لبن (42 - 4624) بمقياس رسم (١: ٥٠,٠٠٠) وذلك بسبب أن المرئية لا توفر قيمة ارتفاع النقاط (Z) الموجودة عليها بل تقتصر على الإحداثيات النقط المتمثلة في (X.Y) ٠

وأما بيانات نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) فقد سجلت أعلى نقطة لخط تقسيم المياه إرتفاع مقداره (٩٣٢م) وذلك من خلال جدول طبقة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ذات البيانات المساحية بهيئة (Grid) لحوض وادي لبن ويوضح جدول (٢٨) قيمة منسوب أقصى ارتفاع لخط تقسيم المياه لحوض وادي لبن مع توضيح موقـــعها بالنسبة للموقع الفلكي (X,Y) ٠

جدول (٢٨) قيمة الإرتفاع الأقصى لحوض وادي لبن وإحداثياتها لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	أقصى ارتفاع (م)	قيمة (X,Y) بالوحدات المترية حسب مسقط UTM	قيمة (X,Y) لأقصى ارتفاع بالدرجات
المرئية والخريطة الكنتورية	١٠٢٤	X / ٦٣٥٦٨٧,٣٨ Y / ٢٧٢٦٤٥٢,٣٢	E ٤٦° ٢٠′ ٢٥″ N ٢٤° ٣٨′ ٤″
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٩٣٢	X / ٦٣٤٧٤٧,٩٢ Y / ٢٧٢٦٠١١,٠٦	E ٤٦° ١٩′ ٥٢″ N ٢٤° ٣٨′ ٣″
فارق الارتفاع	٩٢	نسبة فارق الارتفاع	٨,٩ %

من الجدول (٢٨) الذي يوضح قيمة نقطة الإرتفاع الأقصى لخط تقسيم المياه لحوض وادي لبن أن هناك فارق مقداره (٩٢م) ويرجع ذلك بأن نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لم تغطي المنطقة التي تقع عليها نقطة أقصى إرتفاع لخط تقسيم المياه ، ويوضح الشكل (٦٤) الإرتفاع الأدنى والأقصى لخط تقسيم المياه محسوبة من الطبقة المساحية بهيئة (Grid) لنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) .

الشكل (٦٤) نافذة الإرتفاع الأقصى والأدنى لنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

(٢) الإرتفاع الأدنى :- (Minimum Elevation) ويرمز له (Z Min) أو (h min) وهو أدنى منسوب على خط تقسيم المياه وهي تمثل كذلك نقطة المصب (Estuary) والتي تم تحديدها للمرئية الفضائية من الخريطة الكنتورية المساعدة بمقياس رسم (١: ٥٠,٠٠٠) بقيمة (٦٠٠م) وفيما يتعلق بنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) تم تحديدها من جدول طبقة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ذات البيانات المساحية بهيئة (Grid) لحوض وادي لبن بقيمة (٦٠٠م)، ويوضح جدول (٢٩) قيمة الإرتفاع الأدنى وإحداثياتها ٠

جدول (٢٩) قيمة الإرتفاع الأدنى لحوض وادي لبن وإحداثياتها لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	أدنى ارتفاع نقطة المصب (Z)	قيمة (X,Y) بالوحدات المترية حسب مسقط (UTM)	قيمة (X,Y) للمصب بالدرجات
المرئية	٦٠٠م	X / ٦٦٧٣٤٤,٣٤ Y /٢٧٢٥٥١٢,٨٦	E ٤٦ ° ٣٩ ' ١٠ N ٢٤ ° ٣٨ ' ٧
نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)	٦٠٠م	X / ٦٦٧٣٤٤,٣٤ Y /٢٧٢٥٥١٢,٨٦	E ٤٦ ° ٣٩ ' ١٠ N ٢٤ ° ٣٨ ' ٧

(٣) نقطة المنبع (Fountainhead) ونقطة المصب (Estuary) :- تمثل نقطة المصب أدنى نقطة إرتفاع على خط تقسيم المياه والتي تم تحديدها من المرئية وكذلك من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بمقدار (٦٠٠م) وفيما يتعلق بنقطة المنبع والتي يجب أن لا تتقاطع مع خط تقسيم المياه وتكون قيمتها أقل من نقطة أقصى ارتفاع على خط تقسيم المياه لحوض وادي لبن حيث تم تحديدها (٩٦٠م) على المرئية باعتماد على الخريطة الكنتورية المساعدة بمقياس رسم (١ : ٥٠,٠٠٠) و (٩١٦م) من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

ويوضح جدول (٣٠) مقدار إرتفاع نقطة المنبع ونقطة المصب لحوض وادي لبن وفارق الإرتفاع فيما يتعلق بنقطة المنبع والموضحة بمقدار (٤٤م) بنسبة تعتبر قليلة بلغت (٤,٥٨ %) ٠

جدول (٣٠) قيمة نقطة المنبع والمصب لحوض وادي لبن
لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	نقطة المنبع	نقطة المصب
المرئية	٩٦٠م	٦٠٠م
نموذج الإرتفاعات	٩١٦م	٦٠٠م
فارق الإرتفاع	٤٤م	صفر
نسبة فارق الارتفاع	٤,٥٨ %	صفر

(٣) المسافة الأفقية :- (Horizontal Equivalent) ويـــرمز لـــها (Air) وتقاس (بالمتر) وهي المسافـــة المستقيمة التي تفصل بين نقطتين تمثلـــان (أقصى إرتفاع وأدنى ارتفاع على خط تقسيم المياه) في الحوض ٠ (محسوب ، ١٩٩٩م ، ص٤١)

أو هي تلك المسافـــة المستقيمة الواصلة بين نقطة المنبع (Fountainhead) و نقطة المصب (Estuary) في الحوض المائي ٠

ويمكن حسابها في نظم المعلومات الجغرافية بالطرق التالية :-

(١) بصورة مباشرة من خلال الأداة (Measure) ثم تحديد طول الخط الذي يربط بين أقصى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه والتي تمثل المسافة الأفقيـــة بين نقطـــة المنبع ونقطـــة المصب ثم قراءة نتيجة (Segment) التي يتم تسجيلها بالمتر وذلك حسب المسقط المعتمد لقاعدة بيانات حوض وادي لبن والمتمثل في مسقط (مسقط مركيتور المعدل المستعرض

العالمي UTM) ويتم الاستفادة من معرفة المسافة الأفقية في حساب درجة الانحدار لحوض وادي لبن ٠

(٢) رسم خط مستقيم يصل بين أقصى نقطـــة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه أو رسم خط بين نقطة المنبع ونقطة المصب من خلال الطبقة الخطية التي تمثل طول الحوض المائي ثم استخراج مقدار المسافة الأفقية من جدول خصائص تلك الطبقة ٠

وتوفر لنا برامج نظم المعلومـــات الجغرافية سرعة وسهولـــة ودقـــة حساب تلك المسافة التي يتم الاعتماد عليها في حساب (نسبة التضرس للحوض المائي) ويـــوضح جدول (٣١) قيم المسافـــة الأفقية بين أعلى وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه والمسافة الأفقية بين نقطة المنبع والمصب ٠

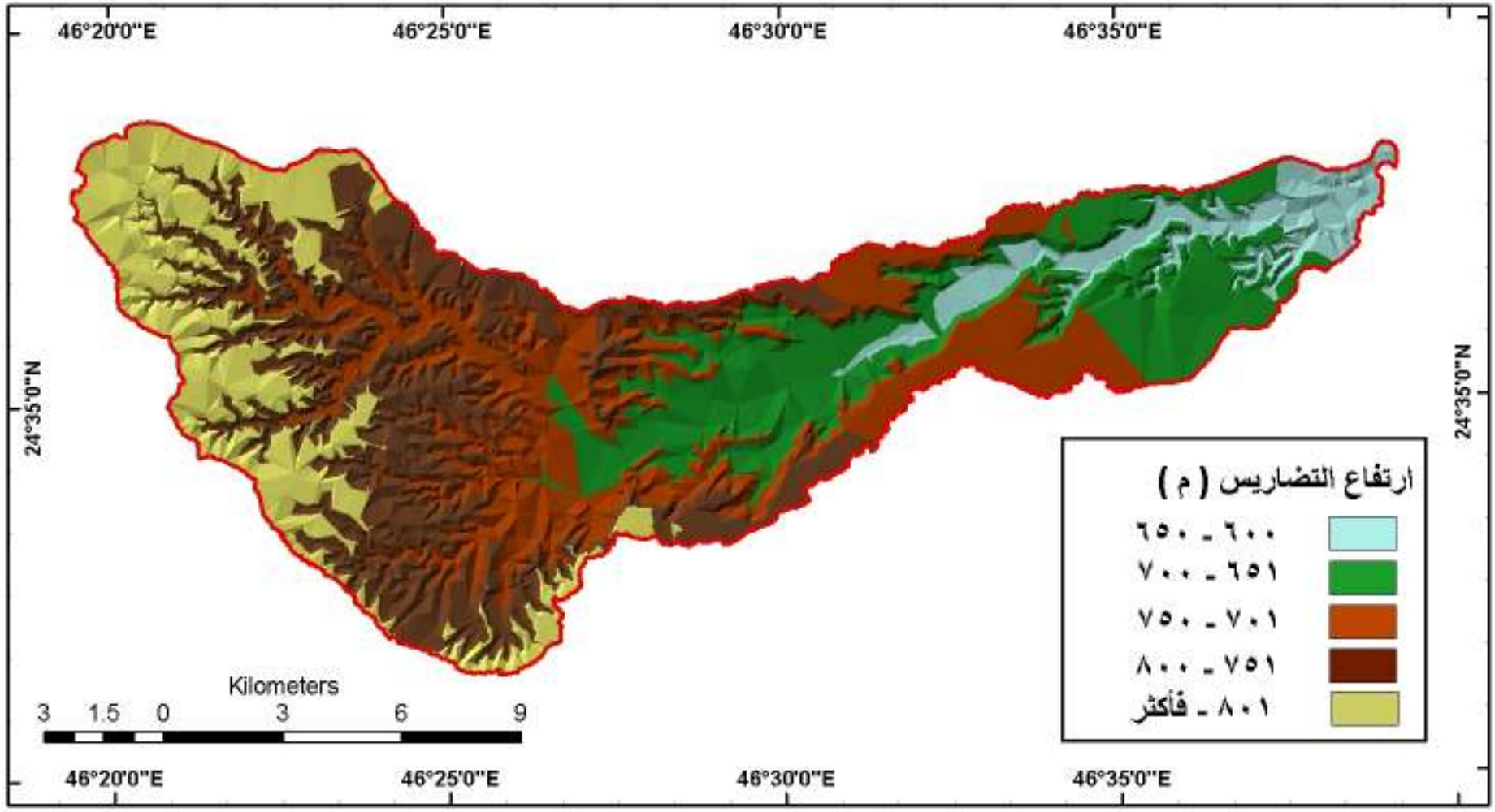
جدول (٣١) المسافة الأفقية بين أدنى وأقصى نقطة وبين المنبع والمصب لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	المسافة الأفقية بين أقصى وأدنى نقطة (م)	المسافة الأفقية بين أقصى وأدنى نقطة (كلم)	المسافة الأفقية بين نقطة المنبع والمصب (م)	المسافة الأفقية بين نقطة المنبع والمصب (كلم)
المرئية	٣٢٤٣٧,٣٧	٣٢,٤٣٧	٣٣٠٣٥,٨٥	٣٣,٠٣٥
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٣٢٤٠٤,٤٠	٣٢,٤٠٤	٣٢٨٤٦,٦٩	٣٢,٨٤٦
فارق الارتفاع	٣٢,٩٧	٠,٠٣٣	١٨٩,١٦	٠,١٨٩
نسبة فارق الارتفاع	-----	%٠,١٠	-----	% ٠,٥٧

كذلك تتيح لنا برامج نظم المعلومات الجغرافية عمل خريطـــة الإرتفاعات التضاريسية اعتماداً على نقاط المناسيب باستخدام أدوات التحليـــل (Spatial Analyst Tools) التي يتيحها برنامج (ArcInfo) في المستوى الثالث المتمثـــل في (Toolbox) اعتماداً على نمـــوذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لحوض وادي لبن٠

والشكل (٦٥) يوضح تلك الارتفاعات المصنفة والتي يمكن تحديـــد عدد الفئات وترميزها بألوان مختلفة وتحديد قيمة مدى الفئة بكل مرونة بما يتناسب مع متطلبات وأهداف إنشاء الخريطة ٠

شكل (٦٥) خريطة الإرتفاعات التضاريسية لحوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع والتحليل من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

(٤) – درجة الإنحدار الحوض المائي :– (Degree of Slope) **ويمكن حسابـــها من الصيغة الرياضيـــة التالية :–**

$$\text{Degree of slope} = \frac{Air(m)}{H\max - h\min(m)} \times 0.6 \quad (١٥)$$

بحيـــث يمثـــل :–

$H_{max}(m)$ **: الإرتفاع الأقصى للحوض المائي (متر)٠**

$h_{min}(m)$ **: الإرتفاع الأدنى للحوض المائي (متر)٠**

$Air(m)$ **: المسافة الأفقية بينهما (متر) ٠**

والانحدار يعني انحراف أو ميل الأرض عن المستـــوى الأفقـــي ويكون الانحدار كبيـــراً كلما زاد الانحراف عن ذلك المستوى٠ (الدليمي ، ٢٠٠١م ، ص١٠٣)

وتعد الانحدارات ذات أهميـــة كبيرة في الدراسات الجغرافية عامـــة والدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية بصورة خاصة لأنها تسهم في تحليل مظاهر سطح الأرض وعلاقتها بالنشاط البشري بأشكالـــه المختلفة كالعمران والطرق والزراعـــة إذ يعتمد استغلال السفوح على طبيعة انحدارها وتكويناتها السطحية ٠

ويعتبر الانـــحدار من المتغيرات المورفومتريـــة التي تحتاج جهداً ووقتاً في قياسها بالطرق التقليديـــة وذلك لأنها تؤخذ القياسات الميدانية للانحدار بين المواقع التي تختلف مناسيبها وتكون واضحة الرؤيا حسب وعورة السطح وتضرسه ، ويجب أن تكـــون المسافات أقـــصر وعدد القراءات أكثر كلما زادت وعورة السطح ٠

مما زاد أهمية دراســـة المنحدرات مدى التطور الحديث في وسائل التكنولوجيـــا المتقدمة من خلال

---

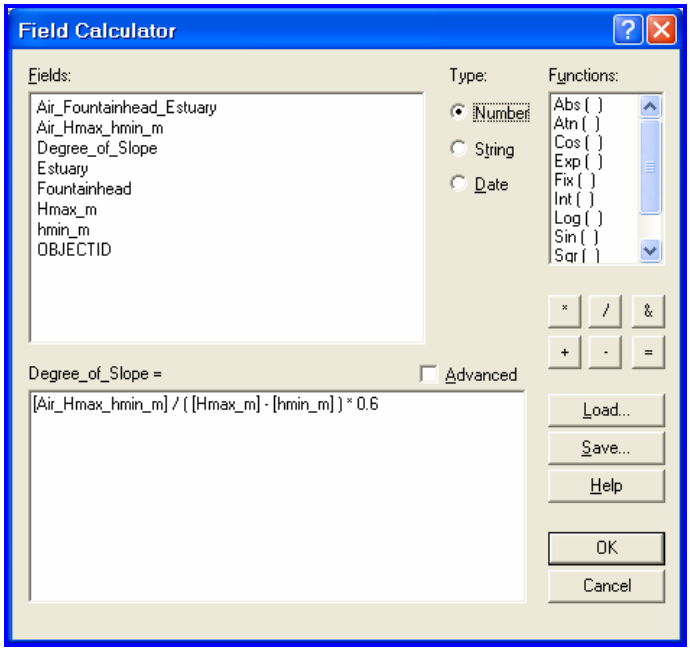
(١٥) الدليمي ، خلف حسين ، الجيومورفولوجيا التطبيقية – علم شكل الأرض التطبيقي ، الأهلية للنشر والتوزيع ، عمّان ، الأردن ، ٢٠٠١م ، ص١١٢٠

استخـــدام أنظمة المعلومات الجغرافيـــة والاستشعـــار عن بعد ودخـــول الحاسب الآلي ومصدر البيانـــات الحديثـــة المتمثلة في نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) وذلك في حساب وإجراء عمليات المعالجة والتحليل والمخرجات سواء كانت خاصة بالانحـــدار أو بتحليلات أخرى معتمدة على ذلك النوع من البيانات ولقد تم استخراج درجة انحدار حوض وادي لبن اعتماداً على نوع البيانات المتوفرة في قاعدة البيانات الجغرافية للحوض وهي :-

* الاعتماد على بيانات المرئيـــة الفضائيـــة للقمر الصناعي الأمريكـــي (Ikonos) بدرجـــة وضوح مكاني ١متر في تطبيق المعادلـــة المورفومتريـــة لدرجـــة الانحدار رقـــم (١٥) السابقة الذكر عن طريق بناء استفسار (Building Query) حسب الصيغة الرياضية التالية :-

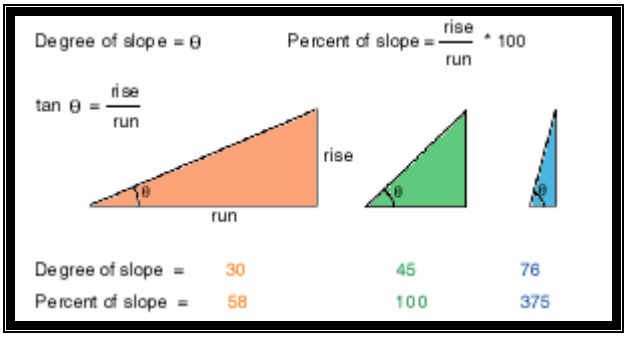
Degree of Slope = [Air_Hmax_hmin_m] / ([H_max] - [h_min]) * 0.6

الشكل (٦٦) نافذة بناء الاستفسار (Building Query)
لدرجة انحدار حوض وادي لبن



(ب) الاعتماد على بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) عن طريق إجراء تحليل الانحدار (Slope) على الطبقة المساحيـــة التي تضم نموذج الإرتفاعات الرقمية بهيئـــة (Grid) من خلال – Toolbox – Spatial Analyst Tools – Surface – Slope اعتماداً على صيغة معادلة الانحدار في برنامج نظم المعلومات الجغرافية التي يوضحها الشكل (٦٧) ٠

الشكل (٦٧) نافذة معادلة الانحدار في برنامج نظم المعلومات الجغرافية



المصدر : ArcGIS – ArcInfo v.9 , Desktop , Help File

ويعتمد استخراج درجة انحدار حوض وادي لبن بصورة أدق على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) التي لا توفرها المرئية الفضائية ويبرز دور نظم المعلومات الجغرافية في إجراء تلك التحليلات المتقدمة معتمدة على مصدر بيانات حديثة وعالية الدقة مما يسهل إجراء الكثير من تلك التحليلات المتعلقة بالخصائص المورفومترية ولقد لجأت الباحثة في استخراج درجة الانحدار من نموذج الإرتفاعات الرقمية وذلك لما تمتاز به من مميزات أهمها :-

(أ) تطبيق معادلة الانحدار اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) يكون مباشرة معتمدة على معادلة الانحدار المخزنة في البرنامج (ArcInfo v.9) والموضحة في الشكل (٦٧) دون اللجوء إلى بناء استفسار (Building Query) ضمن معادلة الانحدار في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

(ب) الاعتماد على نموذج الإرتفاعات (DEM) الرقميـــة في تطبيق الانحدار يعطينا مخرجات

تتعلق في درجة الانحدار ونسبة الانحدار ضمن جدول مفهرس يسهل لنا حساب (أعلى وأدنى درجة انحدار ، متوسط درجة الانحـــدار ، الانحراف المعياري لدرجة الانحدار) كذلك يسهل لنا قيم الجدول عمل الرسومات الكارتوجرافية اعتماداً على القيم الإحصائية التي يتيحها ٠

(ج) لا يقتصر إجراء تحليل الانحـــدار على الطبقة المساحية بهيئـــة (Grid) من استخراج درجة ونسبة الانحدار بل يرافقها خريطة الانحدار والتي توضح فئات الانحدار المختلفة والتي نستطيع التحكم بعدد فئاتها وترميزها ٠

ويبين جدول (٣٢) القيم المحسوبـــة لدرجة الانحدار حسب مصدر البيانات الداخلـــة في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

جدول (٣٢) درجة انحدار حوض وادي لبن
لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

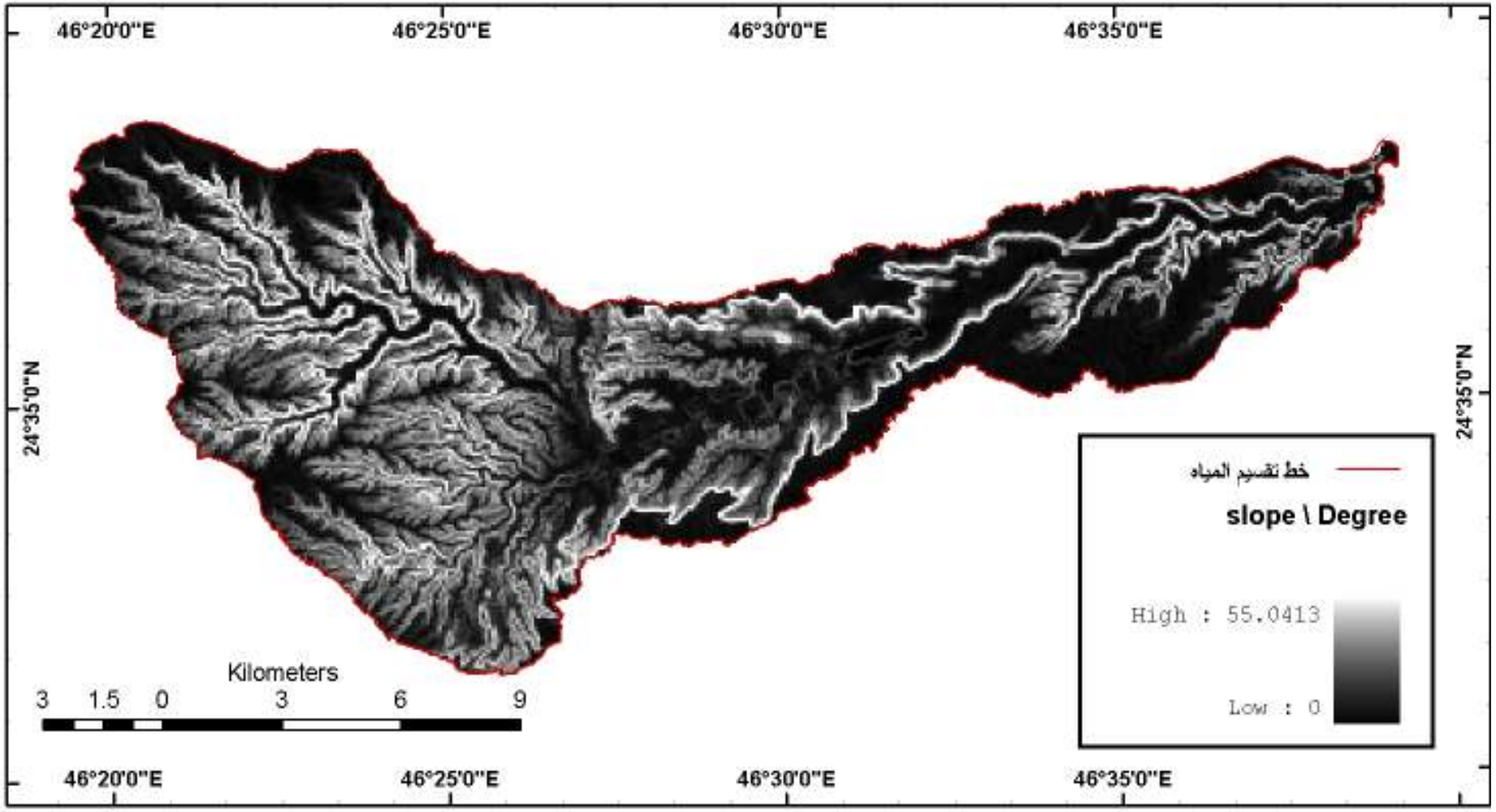
مصدر البيانات	درجة الانحدار
المرئية	٤٦ْ
نموذج الارتفاعات الرقمية	٥٥ْ
فارق الانحدار	٩ْ
نسبة فارق الانحدار	% ١٦,٣٦

ومن ملاحظة جدول (٣٢) الذي يضم القيمة المحسوبة لدرجة الانحدار يتضح الفارق في درجة الانحدار بمقدار (٩ْ) ويرجع ذلك إلى اختلاف في تحديد المسافة الأفقية التي حددتها الباحثة من المرئية بعد تحرير تلك المسافة بين أعلى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه للمرئيـــة وبين المسافة الأفقية التي حددها البرنامج تلقائيـــاً بين أعلى نقطة وأدنى نقطة فيما يتعلق بنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

وأهم ما يميز أغلب التحليلات التي يتم إجراءها على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (Grid) ضمن أدوات التحليل (Spatial Analyst Tools) خريطة توضح ذلك التحليل ، كما هو بالنسبة لتحليل الانحـــدار (Slope) حيث يمثـــل الشكل (٦٧) خريطة الانحدار لحوض وادي لبـــن بعدما تم استخراجها من نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) وهي مصنفة حسب المقياس الرمادي لقيم البكسل(Pixel) ومعتمدة على الأعداد الكسرية (Floating) وذلك كمخرج أولي لعملية التحليل المتعلق بالمتغير المورفومتري الذي يمثـــل الانحدار ٠

ويشير المقياس الرمادي لخريطـــة في شكل (٦٨) درجة الانحـــدار التي تم استخراجها اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) إلى أعلى قيمة انحدار والتي تمثل (٥٥ ْ) وأدنى قيمـــة والتي تمثل (صفر) وللوصول إلى دقـــة وتوضيح أكبر تم تحويل قيم درجة الانحدار في جدول الطبقة من أعداد عشرية كسرية (Floating) إلى أعداد صحيحة (Integer) وذلك لكي يسهل تصنيفها إلى فئات ٠

شكل (٦٨) خريطة الإنحدار (Slope) لحوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



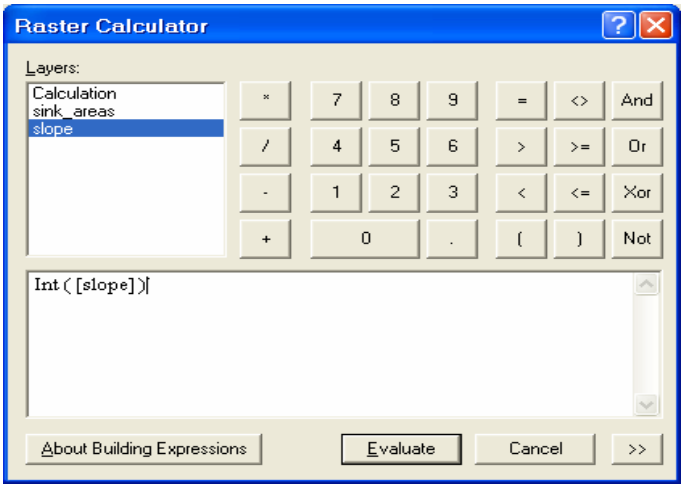
الربط والمعالجة والاقتطاع والتحليل من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

وبما أن خريطة الانحدار المعتمدة على المقياس الرمادي تكون قيمها أعداد عشرية كسرية لذلك فإن طبقة الانحدار هذه لا تكون مرفق معها جدول يبين درجات الانحدار لحوض وادي لبن لذلك تم تحويل المخرج الأولي إلى قيـــم ذات أعداد صحيحـــة (Integer) من خلال (Spatial Analyst – Raster Calculator) وبناء صيغـــة المعادلـــة التاليـــة : –

int ([slope])

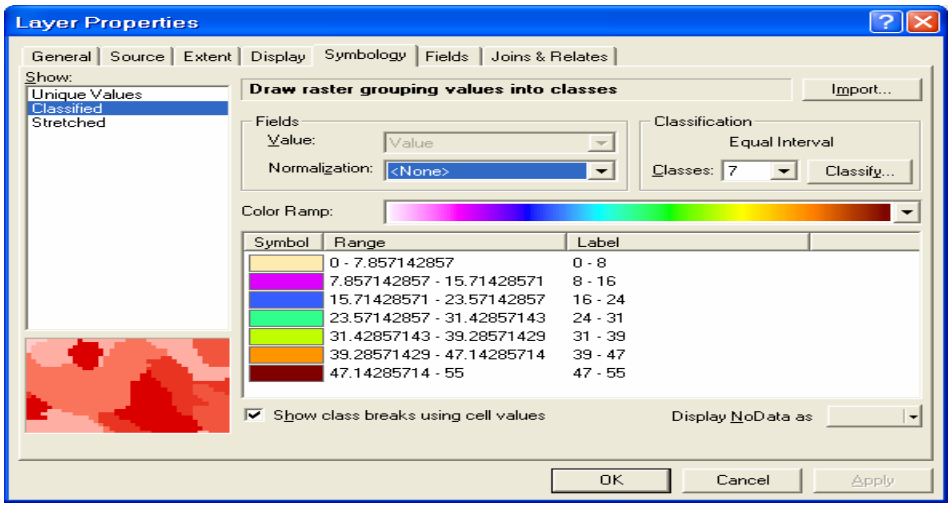
لأظاهر قيم درجات الانحدار في جدول كما هو موضح من الشكل (٦٩) ٠

الشكل (٦٩) نافذة تحويل طبقة الانحدار من أعداد كسرية إلى أعداد صحيحة



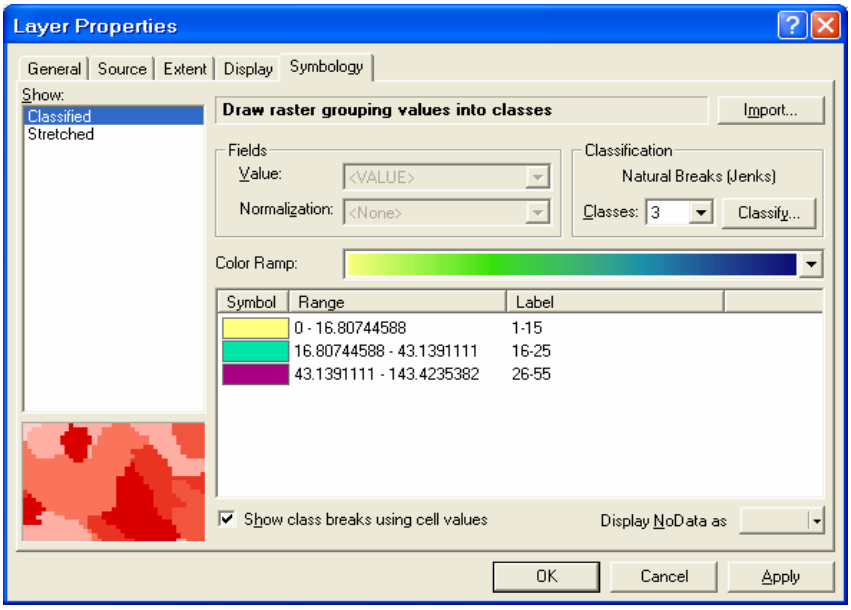
وبناءاً على نتيجـــة التحليل المتعلقة بالقيمة المحسوبة لدرجة الانحدار فإن البرنامج يقوم تلقائياً بتصنيف فئات الانحدار اعتماداً على أعلى وأدنى درجة انحدار معطية لكل فئة رمز لوني نوعي اعتماداً القيمة الكمية لدرجة الانحدار ويوضح الشكل (٧٠) تلك الفئات الخاصة بدرجـــة الانحدار مع بيان التصنيف الرمزي الخاص باللون من قبل البرنامج ٠

الشكل (٧٠) نافذة تصنيف طبقة الانحدار في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



وبما أن حوض وادي لبن ذو مساحة صغيـــرة قد لا توضح به كثرة وتعدد الفئات اللونيـــة للانحـــدار لذلك قامت الباحثة بإعادة تصنيف وترميز فئات درجات الانحدار إلى ثلاثة فئات من حيث اختيار (عدد الفئات ، حد الفئة ، اللون) والتي تتيحها إمكانيات نظم المعلومات الجغرافيـــة بكل سهولة من خلال (Symbology) كما هو موضح في الشكل (٧١) ٠

الشكل (٧١) نافذة إعادة تصنيف طبقة الانحدار في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



وتوفر لنا نظم المعلومات الجغرافيـــة من خلال خصائص الجدول الإحصائيـــة (Attribute Table – Statistics) لطبقة الانحدار التي تم استخراجها من خلال (Spatial Analyst Tools) المتعلقة بنموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) معرفة متوسط درجة الانحدار لحوض وادي لبن مالم توفرها القيم الخاصة بالمرئية كما هو موضح من الجدول (٣٣) ٠

جدول (٣٣) درجة ومتوسط انحدار حوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الارتفاعات الرقمية DEM

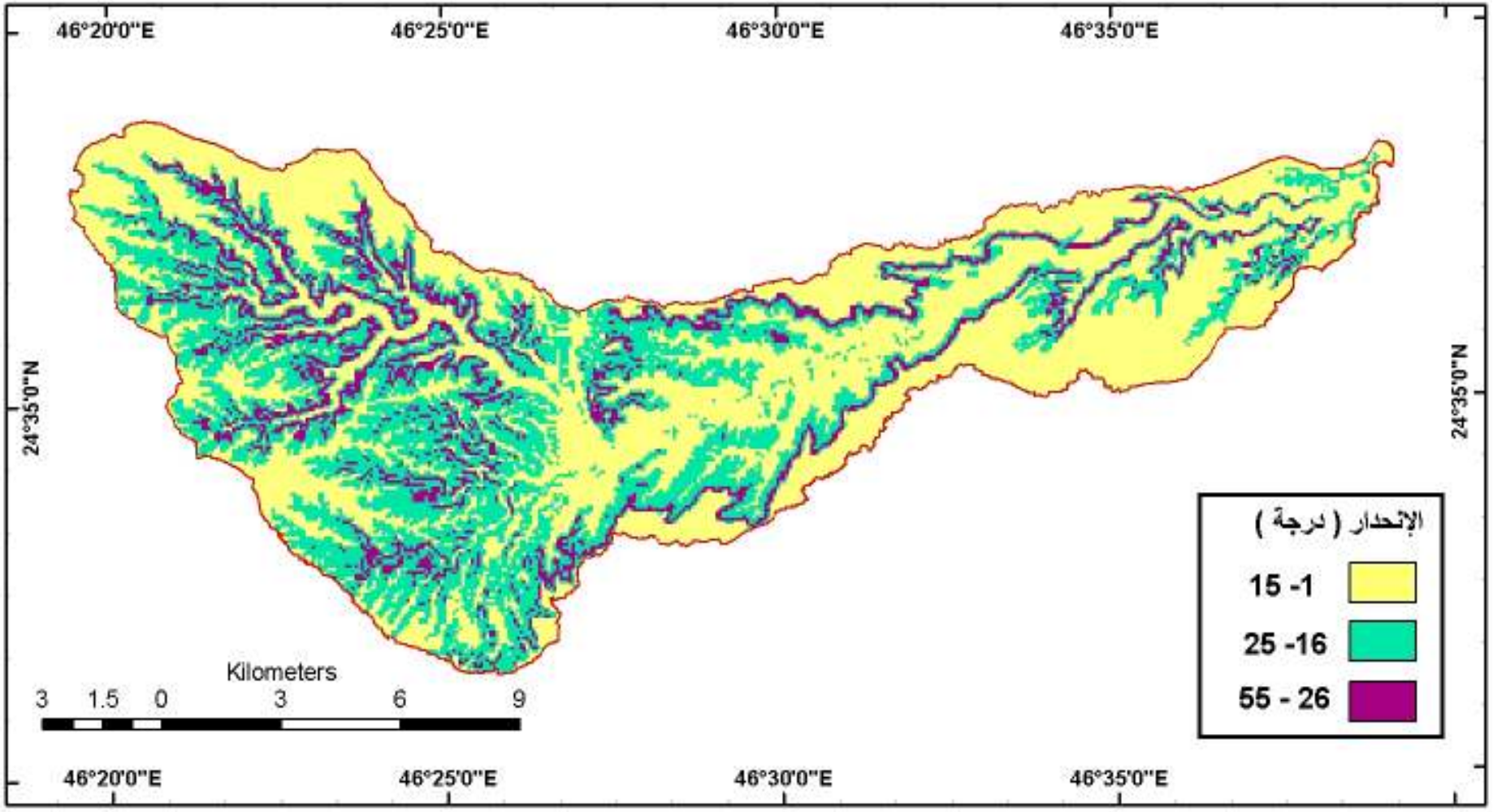
مصدر البيانات	درجة الانحدار الحوض	متوسط درجة انحدار الحوض
المرئية	٤٦°	-----
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٥٥°	٢٧,٥°
فارق درجة الانحدار	٩°	------
نسبة فارق درجة الانحدار	١٦,٣٦ %	------

وبعد بإعادة تصنيف وترميز فئات درجات الانحـــدار إلى ثلاثة فئات تم إنشاء خريطة الانحدار الجديدة والتي توضح تلك الفئات وذلك كم هو موضح من الشكل (٧٢) ٠

وتصنف درجة الانحدار إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي :-

(١) الإنحدار البسيط أو الخفيف :- ويشمل المناطق ذات الانحـــدار البطيء والتي تتباعد فيها خطوط الكنتور عن بعضها البعض وذلك لسعة المسافة الأفقيـــة بين خط كنتور وآخر هذا فيما يتعلق بمصدر البيانات التقليدية وأما فيما يخص نموذج الارتفاعات الرقمية التي تمثل مصدر البيانات الحديثة التي تم الاعتماد عليها في استخـــراج انحدار حوض وادي لبن فيكون الانحدار البسيط نتيجـــة الفارق القليل بين قيم البكسل (Pixel) التي تمثل مناسيب الارتفاع والتي تم الاعتماد عليها في استخراج درجـــة الانحدار ، وتتراوح قيم درجـــات الانحدار البسيط مابين (١° – ١٥°) وتعد تلك المنحدرات من أصلح السفوح للأنشطة البشرية المختلفة ٠

شكل (٧٢) خريطة درجة الإنحدار (Slope) لحوض وادي لبن المصنفة اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM)



الربط والمعالجة والاقتطاع والتحليل من عمل الباحثة بالإعتماد على نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ٢٠٠٦م .

(٢) الإنحدار المعتدل أو المتوسط :- يكـــون هذا النوع من الانحدار أكثر ميلاً من النوع السابق حيث تتقارب خطوط الكنتور من بعضها البعض بصورة متساويـــة ومعتدلة وذلك بسبب أن المسافات الأفقية بين خطوط الكنتور تكون كذلك ، وأما قيم البكسل (Pixel) في هـــذا النوع من الانحدارات يكون الفارق بينها بصورة متساوية تميل إلى المعتدلة ، وتتراوح قيم درجات الانحدار المعتدل أو المتوسط مابين (١٥ ْ – ٢٥ ْ) وتعد تلك المناطق أقـــل أهمية للأنشطة البشرية وذلك للتضرس الذي يعيق تلك الأنشطة ٠

(٣) الإنحدار الشديد :- يشمل المنحدرات الشديدة الميل التي تقترب فيها خطوط الكنتور من بعضها البعض بصورة كبيرة جداً بسبب صغر المسافة الأفقية التي تفصل بينها ، وتتـــراوح قيـــم درجات الانحدار الشديـــد مابين (٢٥ ْ – ٤٥ ْ) وأكثر ، ويواجه استغلال تلك السفوح مشاكل عديدة وذلك بسبب شدة انحدار الحوض وعدم استقـــرار بعض سفوحـــه ٠(الدليمي ، ٢٠٠٥م ، ص ص ١٦٤،١٦٣)

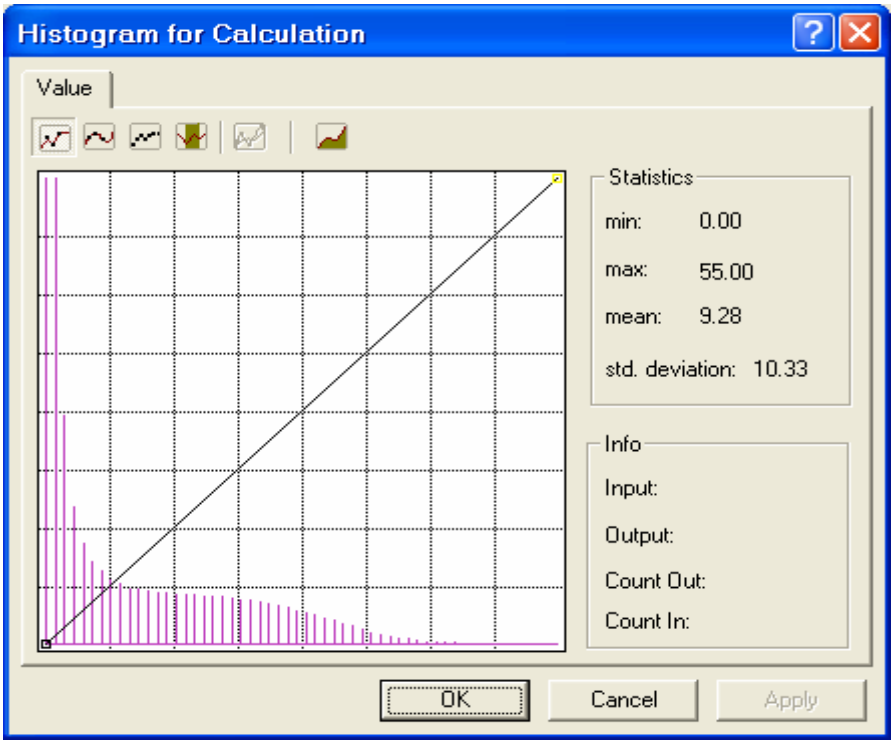
والجدول (٣٤) يوضح فئـــات درجة الانحدار لحوض وادي لبن ومقـــارنتها مع الأنواع الرئيسية للانحدار ٠

جدول (٣٤) تصنيف درجة الانحدار في حوض وادي لبن حسب التقسيم الرئيسي لنوع الانحدار اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM

نوع الانحدار	درجة انحدار لحوض وادي لبن	مدلول درجة الانحدار لحوض لبن
أرض مستوية أو انحدار بسيط	١ – ١٥ْ	
الانحدار المعتدل أو المتوسط	١٦ْ – ٢٥ْ	
انحدار شديد	٢٦ ْ – ٥٥ْ	

ولقد تم عمل المنحنى الهستوجرامي (Histogram) لدرجة الانحدار وذلك لتوضح الشكل العام للانحدار واتجاهه كما هو موضح من الشكل (٧٣) حيث تشير الخطوط البيانيـــة أن انحدار حوض وادي لبن من الغرب والتي تمثل أقصى إرتفاع للحوض متجهاً إلى الشرق والذي يمثل نقطة المصب وهي أدنى إرتفاع في الحوض .

الشكل (٧٣) الرسم البياني لشكل واتجاه انحدار حوض وادي لبن اعتماداً على نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



(٥) نسبة الإنحدار أو **(معدل الإنحدار) :-** (Percent of Slope) وتقاس نسبة الانحدار من خلال صياغة القانون التالي :-

(١٦) $\text{Percent of Slope} = \frac{rise}{rnu} \times 100$ أو حسب الصيغة التالية :-

بحيث يمثل :-

$$\text{Percent of Slope} = \tan \Theta \times 100$$

rise : المقابل وهو فارق : الإرتفاع بين أقصى وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه (متر) ٠

run : المجاور وهو لمسافة الأفقية بينهما (متر) ٠

$\tan \Theta$: ظل زاوية الانحدار

(٦) زاوية الإنحدار :- Angel Slope

وتحسب من قيمة $\tan \Theta$ المحسوبة من المعادلة (١٦) على النحو التالي :-

وتستخرج من (الدرجة ← SHIFT ← (tan

وقد تم حساب نسبة وزاوية الانحدار من خلال قيم الإرتفاعات الرقمية وذلك ضمن الخيارات التي يقدمها البرنامج خلال إنشاء الانحدار (Slope) حيث يتم اختيار الانحدار بالنسبة المئوية التي تمثل (Percent) ويوضح جدول (٣٥) درجة ونسبة الانحدار لحوض وادي لبن ٠

---

(١٦) ٠ ArcGIS v.9.0 , Desktop , Help Files

جدول (٣٥) جدول تصنيف درجة ونسبة الانحدار في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	درجة انحدار لحوض وادي لبن	نسبة درجة انحدار حوض وادي لبن
المرئية	٤٦°	% ١,٣٠
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٥٥°	%.١,٠٢
الفارق	٩°	%٠,٢٨
نسبة الفارق	%١٦,٣٦	% ٢١,٥٣

جدول (٣٦) جدول تصنيف درجة وزاوية الانحدار لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	درجة الانحدار	زاوية الانحدار
المرئية	٤٦°	٨٨,٧٥
نموذج الارتفاعات الرقمية	٥٥°	٨٨,٩٥
فارق الانحدار	٩°	٠,٢٠
نسبة فارق الانحدار	%١٦,٣٦	%٢,٣٤

(٧) – مساحة الإنحدار : – (Slope Areas) ونقصد به حساب مساحة فئات درجة الانحدار من مجموع المساحة الكلية للحوض ٠

وذلك لمعرفة ما تمثله مساحة كل فئة من فئات الانحدار بالنسبة لمساحة الانحدار الكلي لحوض وادي لبن لغرض معرفة مدى صلاحية تلك الأراضي لاستخدامات والأنشطة البشرية ، كذلك تفيد معرفة مقدار تلك المساحات في الخطط التنموية المستقبلية لتطوير الحوض من قبل الجهات المعنية التي تسعى إلى تأهيل الوادي وجعله منطقة محمية وسياحية وغيرها من الأنشطة المختلفة

وعلى رأسها النشاط الزراعي نظراً لتوفر مقومات الزراعة متمثلة في (التربة الخصبة ، المياه) ٠ وتعتمد حساب مساحات درجة الانحدار من المساحة الكلية في نظم المعلومات الجغرافية على عدة مراحل تحتاج من خلالها متطلبات ترتكز في بنائها على نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) التي أنشئت من طبقة الانحدار وتتلخص تلك المراحل : –

المرحلة الأولى :– تحويل (Conversion) طبقة الانحـــدار التي تم استخـــراجها من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بهيئة (Grid) من طبقة مساحيـــة (Raster Layer) إلى طبقة خطية (Vector Layer) عن طريق أداة التحليـــل (Convert – Raster to - 3D Analyst Features) ٠

وعملية تحويل البيانات المساحيـــة إلى بيانـــات خطيـــة ينتج عنها خطـــأ يسمى (خطأ التحويل Conversion Error) ويتراكم هذا الخطأ في حالة وجود أخطاء في بناء نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لذلك يجب أجـــراء معالجـــة وتصحيح تلك الأخطاء عن طريق حذف القيم المتطرفة في طبقة الانحدار ٠

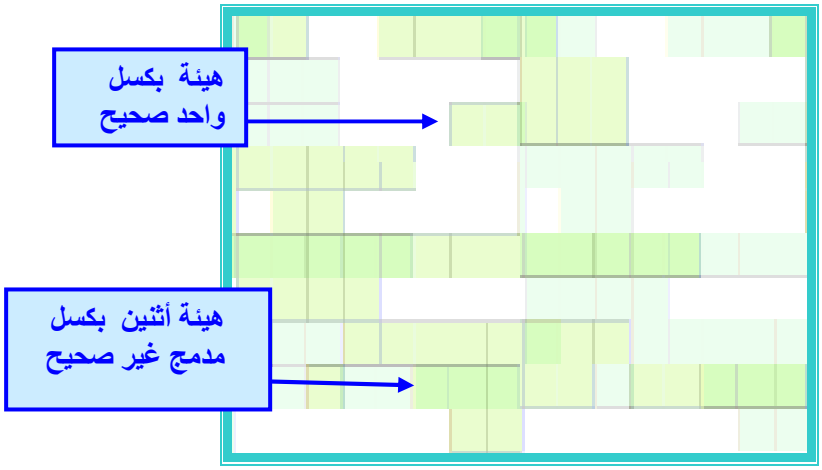
ولمعرفـــة تلك القيم المتطرفة يجب معرفة قيمة البكسل (Pixel) الصحيحة المعتمدة قيمتها على دقة بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية وبما أن الدقـــة تساوي (٢٠م) فإن قيمة البكسل (٢٠م × ٢٠م) باعتبار أن البكسل شكل هندسي مربع لذلك فأن قيمتـــه سوف (٤٠٠م) ثم مقارنتها بقيم جميع البكسلات المكونـــة للطبقة من جدول طبقـــة الانحـــدار وتحديد تلك القيم الشاذة أو المتطرفة ثم حذفها وهناك عدة أسباب لاختلاف قيمة البكسل (Pixel) أهمها:

(١) أخطاء ناتجة عن عملية بناء نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

(٢) أخطاء ناتجة عن طمس بعض المواقع الحساسة في قيم نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) مثل (المناطق العسكرية) ٠

(٣) تساوي قيم الارتفاع لمنطقتين متقاربتين وبالتالي يكـــون حجم البكسل (Pixel) متضاعف نتيجة لدمج خليتين مع بعض مما ينتج عنه الأخطاء فبدلاً من أن يكون قيمة البكسل (Pixel) (٤٠٠) تكـــون (٨٠٠ ، ١٢٠٠) والشكـــل (٧٤) يـــوضح هيئـــة البكسل (Pixel) الصحيحة والمدمجـــة بينما يوضح الشكل (٧٥) جدول قيمة البكسل (Pixel) الصحيحة والمدمجة لطبقـــة نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

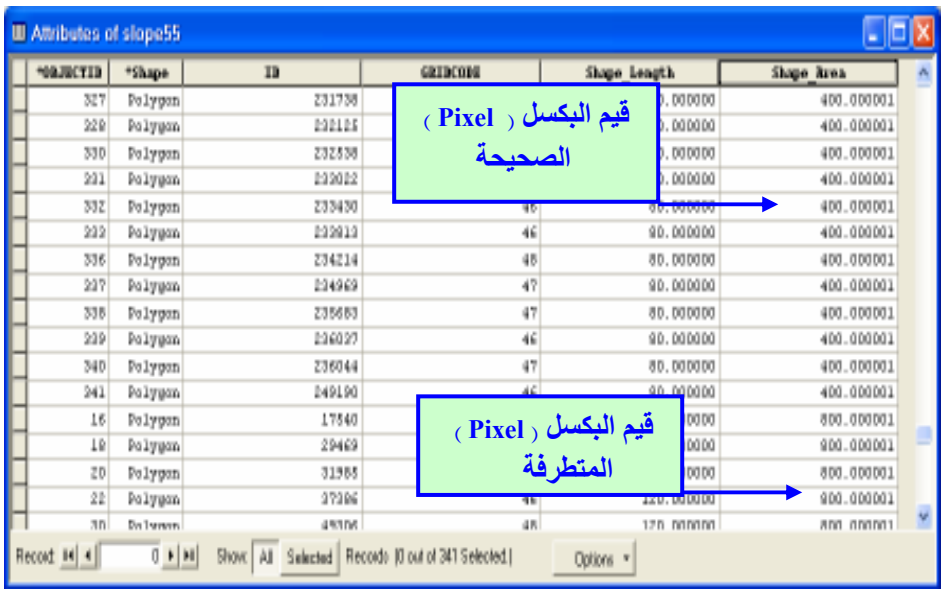
الشكل (٧٤) هيئة البكسل (Pixel) الصحيح والبكسل (Pixel) المدمج



المصدر : طبقة نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بهيئة Grid

قاعدة بيانات الجغرافية لمنطقة الدراسة – حوض وادي لبن

الشكل (٧٥) مجموع قيم البكسل (Pixel) الصحيحة والمتطرفة لطبقة نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM

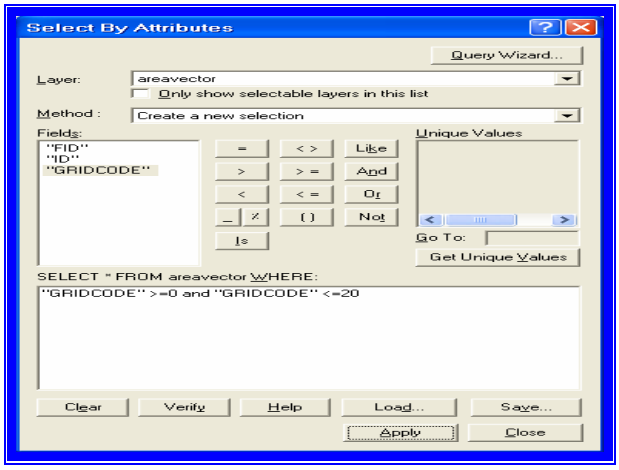


<u>المرحلة الثانية</u> :- إجراء تصنيف لفئات الانحدار الموجودة ضمن طبقة الانحدار بحيث نجعل كل فئة انحدار في طبقة مستقلة لكي يسهل حساب مساحتها من مجموع المساحة الكلية للحوض وبما

أن فئات الإرتفاع تشمل (٣فئات) لذلك كان لا بد من إنشاء (٣طبقات) كل طبقة صياغة بناء مختلفة فمثلاً فئة الانحـــدار (صفر – ٢٠) تتطلب بناء استفسار بتحديـــد القيم التي تكـــون (أكبر أو تساوي صفر) فيما يتعلق ببدايـــة الفئـــة وقيم تكون (أصغر أو تساوي ٢٠) لنهاية الفئة وبذلك يقوم البرنامج باستدعاء وتصنيف البيانات اعتماداً على تلك القيم المحددة في صياغة الاستفسار الموضحة في الشكل (٧٦) ٠

الشكل (٧٦) نافذة بناء الاستفسار (Building Query)

لتصنيف بيانات فئات الانحدار إلى طبقات مستقلة



وبما إن عمليـــة تصنيف بيانات فئـــات الانحـــدار الموجودة ضمن طبقة الانحدار تم عملها عن طريق أداة التحليل (3D Analyst – Convert – Raster to Features) لذلك فـــإن مخرجات ذلك التصنيف تكون طبقـــات من نـــوع (Shapefile) وهذا النوع من الطبقات لا تحتوي جداولهـــا على المسافات والمساحـــات الفعلية المعتمـــدة على المسقط الذي تم اعتماده في قاعدة بيانـــات حوض وادي لبن والشكل (٧٧) يبين طبقات فئـــات الانحدار في قاعدة بيانات حوض وادي لبن بهيئة (Shapefile) ٠

الشكل (٧٧) طبقات فئات الانحدار نوع (Shapefile) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

<u>المرحلة الثالثة</u> :- تصدير طبقات (Shapefile) الخاصة ببيانات فئات الانحدار إلى طبقات (Geodatabase) ليسهل حساب مساحتها ٠

<u>المرحلة الرابعة</u> :- حساب مساحة كل فئة انحدار على حده وذلك من خلال جدول الطبقة وإجراء (Statistics) لقيم الطبقة ٠

ويوضح جدول (٣٧) مساحة فئات الانحدار لحوض وادي لبن ٠

جدول (٣٧) تصنيف حوض وادي لبن إلى مساحات حسب درجة الانحدار
في قاعدة بيانات لحوض وادي لبن

فئات الانحدار	مساحة الانحدار (كم٢) قبل معالجة خطأ التحويل	مساحة الانحدار (كم٢) بعد معالجة خطأ التحويل
صفر – ٢٠°	١٥٧,١٨	١٦٥,٩٢
٢١° – ٤٠°	٤٣,٧٧	٣٠,٢٠
٤٦° – ٥٥°	٠,١٥	٠,٠٣٧
المجموع	٢١١,٧	١٩٦,٤٠
مساحة الحوض المرئية	٢٠١,١	-------
مساحة الحوض (DEM)	-------	١٩٦,٤٠

ومن الجدول (٣٧) نجد مجموع مساحات فئات درجة الانحدار قبل معالجة خطأ التحويل تساوي مساحة الحوض المستخرجة من المرئية الفضائية والتي اعتمد تحديد خط تقسيم المياه على التفسير البصري للباحثة والذي يشوبه نوع من الخطأ وذلك لما تحتاجه المرئية في تفسير ظاهراتها من خبرة في معرفة وقراءة وتفسير تلك الظاهرات من المرئيات الفضائية ٠

وبالنظر إلى مجموع مساحات فئات درجة الانحدار بعد معالجة خطأ التحويل نجدها تساوي مساحة الحوض المستخرجة من نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) وهذا ما يبرهن دقة نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) في تحديد خط تقسيم المياه ومن ثم تحديد مساحة الحوض بصورة أكثر دقة من المرئية ٠

وتتيح نظم المعلومات الجغرافية تحليلات أخرى مرافقة لتحليل الانحدار وذلك من خلال الأدوات المتوفرة في المستوى الثالث لبرنامج نظم المعلومات الجغرافية(Toolbox – Spatial Analyst Tool – Surface) مثل (Aspect) ويقصد به تحديد واجهة واتجاه الانحدار ، حيث يبين (Aspect) اتجاهات الانحدار وأين تقع بالنسبة للاتجاهات الرئيسية والفرعية المعروفة مقدرة

بالدرجات (صفر – ٣٦٠ ْ) ، ويتم الاستفادة من هذا التحليل في معرفـــة اتجاه سريان المياه في مجاريها وذلك من خلال معرفة درجة اتجاه الانحدار ٠

وكذلك (Hillshade) ويوضح ظل الظاهرة الجغرافيـــة بالنسبة لمصدر الضوء المتمثل في أشعة الشمس ٠ حيث يساعد (Hillshade) على تحسين الرؤية لأسطح الظاهرات الجغرافيـــة مثل الأودية وانحداراتها فعلى سبيل المثال تظهر الأودية والمجاري برؤية وهمية على شكل مرتفعات بينما يعمل (Hillshade) على تحسين تلك الرؤيـــة وإظهارها بصورتها الحقيقـــة المنخفضة ، بمعنى أن (Hillshade) يخلق صورة واقعية من المنظر الطبيعي مما يعطيه عرضاً حقيقياً للظاهرة الجغرافية من خلال خريطة (Hillshade) ٠

(٧) التضاريس القصوى للحوض المائي :- (Maximum Basin Relief) ويرمـــز لها (H) وتبرز أهميـــة تضرس الحوض باعتباره عنصر مورفومتري له انعكاس على زيادة فعاليـــة ونشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل سطح الأرض داخل حدود الحوض كما يعد انعكاسا لأثر الصخور وخصائصها البنيوية ٠ (محسوب ، ٢٠٠٣م ، ص١٥٨)

ويتم حسابه من خلال الفرق بين أعلى نقطـــة على خط تقسيم المياه وأدنى نقطة حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$H = H_{max}\,(m) - h_{min}\,(m) \qquad (١٧)$$

بحيث يمثـــل :-

H : التضاريس القصوى للحوض المائي ٠

$H_{max}\,(m)$: الإرتفاع الأقصى للحوض المائي (متر) ٠

$h_{min}\,(m)$: الإرتفاع الأدنى للحوض المائي (متر) ٠

---

(١) Doornkamp, J.C., King , C. A. M, (1971) : Numerical Analysis in Geomor-phology- Iantroduction ; London , P.1-112

ويتم استخراج ناتج معادلة (التضرس الكلي) في نظم المعلومات الجغرافية من عن طريق بناء استفسار (Building Query) حسب المعادلة التالية :-

Maximum Basin = ([H_max] - [h_min)

والجدول (٣٨) يوضح قيم التضرس الكلي أو القصوى لحوض وادي لبن ٠

الجدول (٣٨) التضرس الكلي لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات لحوض وادي لبن

المصدر	التضرس الكلي للحوض (م)
المرئية	٤٢٤
نموذج الارتفاعات	٣٣٢
فارق التضاريس	٩٢
نسبة فارق التضاريس	% ٢١,٦٩

(٨) نسبة التضرس للحوض المائي :- (Relief Ratio) ويرمز لـــه (R_h) وتحسب من خلال قسمة التضرس الكلي على طول الحوض بالكلم وذلك حسب صياغة المعادلة الرياضية التالية تبعاً لقانون**Schumm :-**

$$R_h = \frac{H(m)}{L(km)} \quad (١٨)$$ بحيث يمثل :-

R_h : نسبة التضرس للحوض المائي ٠

$H(m)$: فارق الارتفاع بين أقصى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه (م) ٠

$L(km)$: أقصى طول للحوض المائي (كلم) ٠

---

(١٨) Schumm, S.A. (1963): Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains ; Gol. Soc. Amer. Bull. 74, 1089-100

ويتم تطبيق معادلة (نسبة التضرس) في نظم المعلومـــات الجغرافية عن طريق بنـــاء استفسار (Building Query) حسب الصياغة التالية :-

Relief Ratio = ([H_max] - [h_min]) / [Basin_Length_km]

الجدول (٣٩) نسبة التضرس لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات لحوض وادي لبن

مصدر البيانات	نسبة التضرس للحوض
المرئية	١٠,٠٨
نموذج الارتفاعات	٧,٨٨
فارق نسبة التضرس	٢,٢٠
نسبة فارق نسبة التضرس	% ٢٠,٢٥

(٩) معامل التضرس للحوض المائي :- (Relief index) ويحسب من خلال قسمـــة مساحـــة الحوض المائي (كلم^{٢}) على أقصى طول للحوض (كلم) وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$R_i = \frac{A(km^2)}{L(km)} \qquad (١٩)$$

بحيث تمثل :-

R_i : معامل التضرس للحوض المائي ٠

$A(km^2)$: مساحة الحوض المائي (كلم^{٢}) ٠

$L(km)$: أقصى طول للحوض المائي (كلم) ٠

---

(١٩) Schumm, S.A. (1963): Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains ; Gol. Soc. Amer. Bull. 74, 1089-100

ويتم تطبيق معادلة (معامل التضرس) في نظم المعلومات الجغرافية عن طريـــق بنـــاء استفسار (Building Query) حسب الصياغة التالية :-

Relief index = [Basin_Area_km^2] / [Basin_Length_km]

الجدول (٤٠) معامل التضرس لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن

مصدر البيانات	معامل التضرس للحوض
المرئية	٤,٧٨
نموذج الارتفاعات	٤,٦٦
فارق معامل التضرس	٠,١٢
نسبة فارق معامل التضرس	%٢,٥١

(١٠) التضاريس النسبية للحوض المائي :- (Relative Relief) ويتم حسابها من خلال قسمة التضرس الكلي (م) والذي يمثـــل (فارق الارتفاع بين أقصى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه) على محيط الحوض المائي (كلم) وفقاً لمعادلة الرياضية التالية :-

$$R_{hp} = \frac{H}{P} \quad (٢٠)$$

بحيث يمثل :-

R_{hp} : التضاريس النسبية للحوض المائي ٠

H : التضاريس القصوى للحوض المائي (م) ٠

P : محيط الحوض المائي (كلم) ٠

---

(٢٠) Melton, M.A. (1957) : An analysis of the relations among elements of climate, surface properties and geomorphology ; Office of Naval Research, Geography branch, Project NR 389-042: Technical Report 11, Columbia University.

ويتم تطبيق معادلة (التضاريس النسبية) في نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بنـــاء استفسار (Building Query) حسب الصياغة التالية :-

Relative Relief = ([H_max] - [h_min) / [Basin _ Perimeter_km]

الجدول (٤١) معامل التضاريس النسبية لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات لحوض وادي لبن

مصدر البيانات	معامل التضاريس النسبية للحوض
المرئية	٤,٨٠
نموذج الارتفاعات	٣,٢١
فارق التضاريس النسبية	١,٥٩
نسبة فارق التضاريس	% ٣٣,١٢

(١١) قيمة وعورة التضاريس للحوض المائي :- (Ruggedness Value) ويرمز لـــه (N_R) وتحسب من خلال ضرب التضرس الكلي بالمتر والذي يمثل (فارق الارتفاع بين أقصى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه) بالكثافـــة التصريفية بالكلم^{٢} وفقاً للمعادلـــة الرياضية التالية :-

$$N_R = H\,Dd \qquad (٢١)$$

بحيث يمثل :-

N_R : قيمة وعورة الحوض المائي ٠

H : التضاريس القصوى للحوض المائي (م) ٠

Dd : كثافة المجاري المائية (كلم / كلم^{٢}) ٠

---

(٢١) Strahler, A. N. (1952) : Dynamic basis of geomorphology ;Bull Geol Soc. Amer .vol 63,923-938

ويتم تطبيق معادلـــة (قيمة الوعورة) في نظم المعلومـــات الجغرافيـــة عن طريق بناء استفسار (Building Query) حسب الصياغة التالية :-

Roughness Value = [H_max] - [h_min] / [DRAINAGE DENSITY]

الجدول (٤٢) معامل قيمة الوعورة لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات لحوض وادي لبن

مصدر البيانات	معامل قيمة الوعورة
المرئية	١٨٧٨,٣٢
نموذج الارتفاعات	١١٣٨,٧٦
فارق قيمة الوعورة	٧٣٩,٥٦
نسبة فارق قيمة الوعورة	% ٣٩,٣٧

(١٢) الرقم الجيومتري للحوض المائي :- (Geometry Number) ويرمز له (G_n)

ويتم حسابه من قيمة التضاريس القصوى التي تمثل (فارق الارتفاع بين أقصى نقطة وأدنى نقطة المياه) مضروب بكثافة على خط تقسيم المجاري المائية للحوض مقسومة على ظل زاوية الانحدار للحوض المائي وذلك وفقاً للمعادلة الرياضية التالية :-

$$G_n = \frac{H\,Dd}{Sg} \qquad (٢٢)$$

بحيث يمثل :-

G_n : الرقم الجيومتري للحوض المائي ٠

H : التضاريس القصوى للحوض المائي (م) ٠

Dd : كثافة المجاري المائية (كلم / كلم^{٢}) ٠

Sg : ظل زاوية انحدار الحوض المائي ٠

---

(٢٢) Strahler, A. N. (1958) : Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms ; *Geol. Soc. Amer. Bull. 69,* 279-300

ويتم تطبيق معادلة (الرقم الجيومتري) في نظم المعلومـــات الجغرافية عن طريـــق بناء استفســـار (Building Query) حسب الصياغة التالية :-

Geometry Number =
[H_max] – [h_min] * [DRAINAGE DENSITY] \ [H_max]-[h_min] \ [Air_H-max_h_min_m]

حيث أن Sg ظل زاوية الانحدار = فارق الارتفاع بين أقصى وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه مقسومة على المسافة الأفقية بينهما بالمتر ٠

الجدول (٤٣) الرقم الجيومتري لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات لحوض وادي لبن

مصدر البيانات	الرقم الجيومتري
المرئية	١٤٤٤٨٦,١٥
نموذج الارتفاعات الرقمية	١٤٩٢٧٣,٣٤
فارق الرقم الجيومتري	٤٧٨٧,١٩
نسبة فارق الرقم الجيومتري	% ٣,٢٠

وتتلخص القيم المحسوبة للقياسات التضاريسية لحوض وادي لبن في الجدول (٤٤) وذلك لمختلف مصادر البيانـــات في قاعدة الحوض متمثلـــة في مرئيـــة القمر الصناعي (Ikonos) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

(٢) تحديد العلاقات المكانية بين الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن :-

ترتبط الخصائص المورفومترية بمنظومة ذات تأثيرات وعلاقات متداخلة ومتبادلة فيما بينها ، بحيث يمكن تفسير بعض هذه الخصائص من خلال اتجاهات وقيم الخصائص الأخرى ٠

ويعتبر خط تقسيم المياه (Water Divide) والمساحة الحوضية (Basin Areas) وشبكة

الجدول (٤٤) قياسات الخصائص التضاريسية لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن

مصدر البيانات	الارتفاع الأقصى (م)	الارتفاع الأدنى (م)	نقطة المنبع	نقطة المصب	المسافة الأفقية للحوض (م)	المسافة الأفقية للمجرى (م)	درجة الانحدار	التضاريس القصوى	نسبة التضرس	معامل التضرس	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة	الرقم الجيومتري
المرئية	١٢٠٤	٦٠٠	٩٦٠	٦٠٠	٣٢٤٣٧,٣٧	٣٣٠٣٥,٨٥	٥٥	٤٢٤	١٠,٠٨	٤,٧٨	٤,٨٠	١٨٧٨,٣٢	١٤٤٤٨٦,١٥
نموذج الارتفاعات	٩٣٢	٦٠٠	٩١٦	٦٠٠	٣٢٤٠٤,٤	٣٢٨٤٦,٦٩	٤٦	٣٣٢	٧,٨٨	٤,٦٦	٣,٢١	١١٣٨,٧٦	١٤٩٢٧٣,٣٤

التصريف المائية (Drainage Networks) من أهم مكونات الحوض المائـــي وتتخذ هذه المكونات أوضاعها في النظام الحوضي من خلال منظومـــة مبنية على العلاقـــات المكانية بين العناصر المورفومترية ٠

وتنقسم منطقة الدراسة لحوض التصريف المائي لوادي لبن إلى منطقتين طبيعيتيـــن اعتماداً على مجاري شبكة التصريف المائية وهما :-

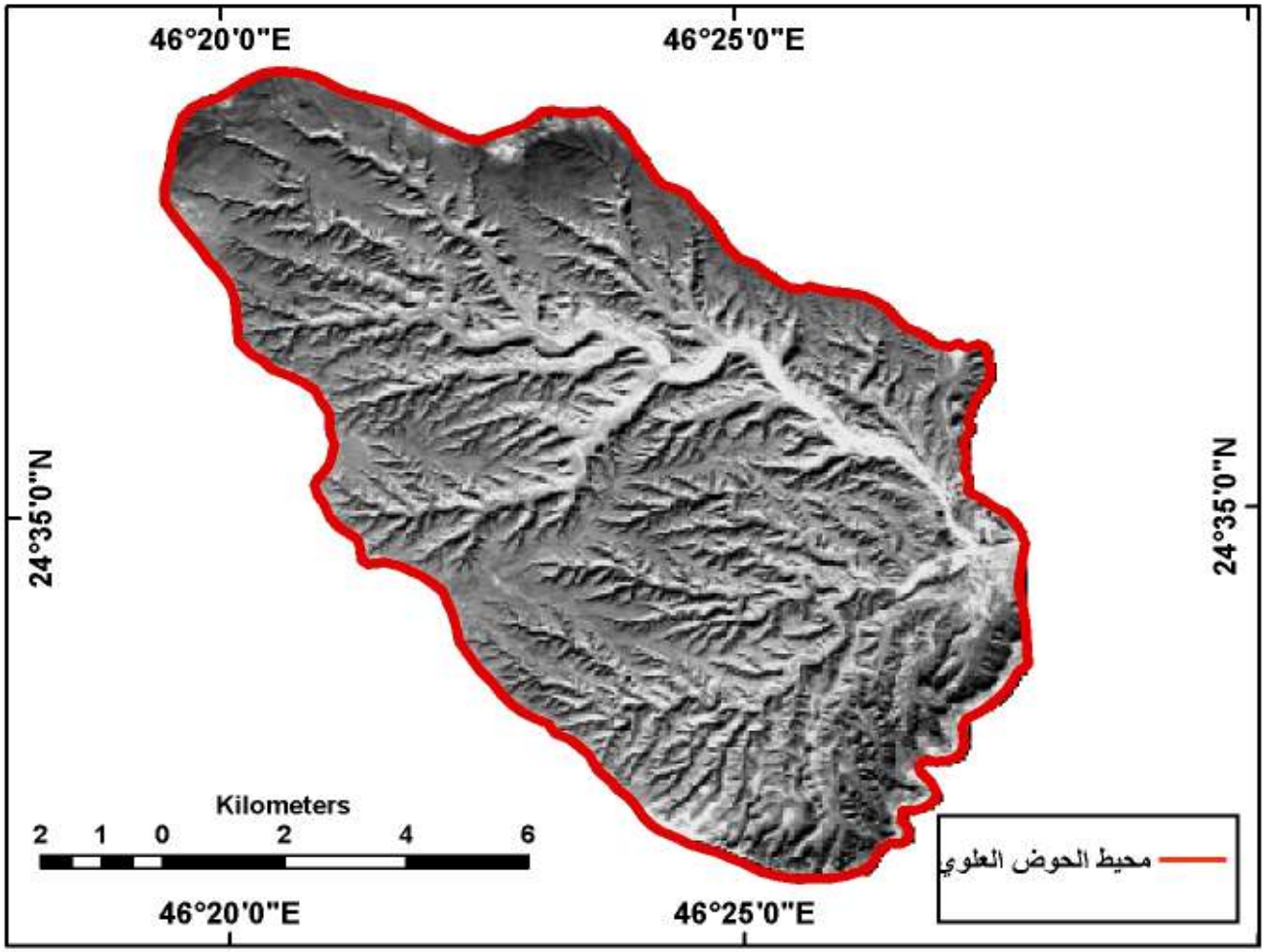
(١) **منطقة الحوض العلوي** : وهي التي تبدأ من أعلى نقطـــة على خط تقسيم المياه على منسوب (١٠٢٤م) لغاية نقطة التقاء رتب شبكة التصريف لحوض وادي لبن ببعضها البعض عند منسوب (٧١٦م) بين دائرتي عرض (٠٠ً ٣٠َ ٢٤ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٢٤ْ) شـــمالاً وخطي طول (٠٠ً ١٧َ ٤٦ْ و ٣٠ً ٢٧َ ٤٦ْ) وتمثل تلك المساحة من حوض وادي لبن الأكثر نشاطاً للتعرية فتكون العمليات الجيومورفولوجية وهي نشاط طبيعي ذات تأثير كبير على تشكيل طبيعة شبكة التصريف في تلك المنطقة حيث يعتبر الماء وجريانه أهم طاقـــة فعالة لتلك العمليات الجيومورفولوجية كما أن التغيرات التي تطرأ على الماء أثناء جريانـــه ، مثل درجة الحرارة وكمية الرواسب المنقولـــة واعتراضه بالعوائق تؤثر في مجمل عملياته الجيومورفولوجية لذلك تكون تلك المنطقة من الحوض أكثر أداءً وفعالية من مجمل مساحة التصريف ٠

و تحتل منطقـــة الحوض العلوي أكبر نسبـــة من المساحـــة الكلية لحوض وادي لبن والتي تقدر (٥٤,٩٦ %) ويوضح الجدول (٤٥) قيم مساحة ومحيط منطقة الحوض العلوي كما يوضح الشكل (٧٨) مرئية منطقة الحوض العلوي المقتطعة ٠

الجدول (٤٥) مساحة ومحيط الحوض العلوي لحوض وادي لبن

منطقة الحوض العلوي	
مساحة الحوض (م^{٢})	١١٠٥٣٤٠٢٧,٢٣
مساحة الحوض (كلم^{٢})	١١٠,٥٣
محيط الحوض (م^{٢})	٤٥٧٢٣,١٢
محيط الحوض (كلم^{٢})	٤٥,٧٢
النسبة من المساحة الكلية للحوض	% ٥٤,٩٦

شكل (٧٨) خريطة مساحة الحوض العلوي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos)



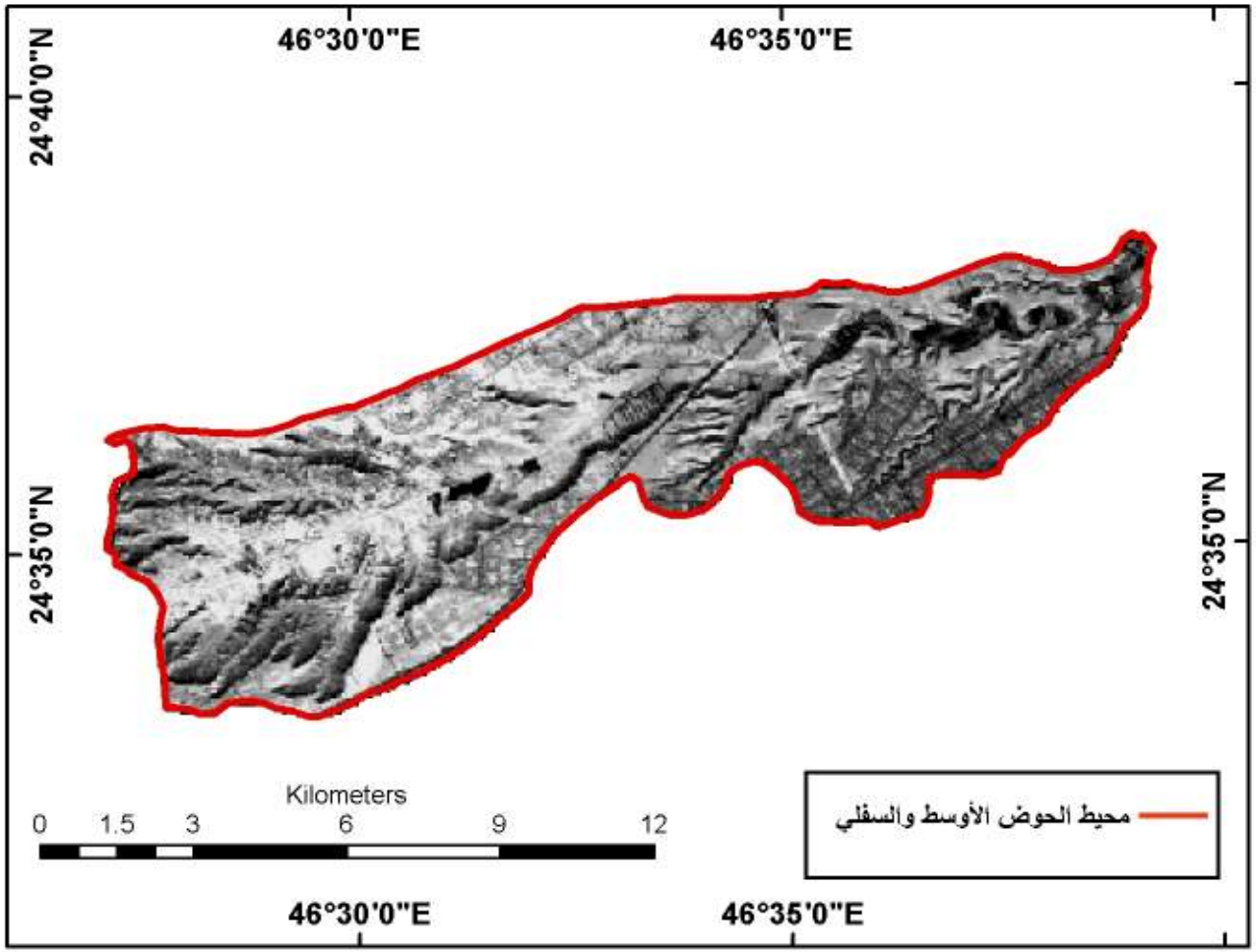
الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم مساحة الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م ،

(٢) منطقة الحوض الأوسط والسفلي :- هي المنطقة التي تبدأ من نهاية الحوض العلوي ولغاية نقطة مصب حوض وادي لبن عند نقطة (٦٠٠م) وتقع منطقة الحوض الأوسط والسفلي بين دائرتي عرض بين دائرتي عرض (٠٠ً ٣٠َ ٢٤ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٢٤ْ) شمالاً وخطي طول (٣٠ً ٢٧َ ٤٦ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٤٦ْ) وتعتبر تلك المساحة من حوض وادي لبن أقل نشاطاً لعوامل التعرية والأكثر عرضة لتأثير مخاطر السيول والفيضانات ولذلك لأنها تمثل المنطقة الأقل انحداراً في الحوض والتي تتجمع فيها مجمل مياه شبكة التصريف لحوض وادي لبن ونظراً لأن تلك المنطقة هي الأكثر صلاحية لامتداد العمراني فهي من أكثر المناطق خطورة وتهديد بخطر السيول ، و تحتل منطقة الحوض الأوسط والسفلي نسبة من المساحة الكلية لحوض وادي لبن والتي تقدر (٤٥,٠٤ %) ويوضح الشكل (٧٩) مرئية الحوض الأوسط والسفلي المقتطعة كما يبين الجدول (٤٦) قيم مساحة ومحيط منطقة الحوض الأوسط والسفلي ٠

الجدول (٤٦) مساحة ومحيط الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن

منطقة الحوض الأوسط والسفلي	
مساحة الحوض (م^{٢})	٩٠٥٧١٢١٨,٣٥
مساحة الحوض (كلم^{٢})	٩٠,٥٧
محيط الحوض (م)	٥٣٤٨٨,١١
محيط الحوض (كلم)	٥٣,٤٨
النسبة من المساحة الكلية للحوض	٤٥,٠٤ %

شكل (٧٨) خريطة مساحة الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم مساحة الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م ،

الجدول (٤٧) مساحة ومحيط الحوض العلوي والأوسط والسفلي لحوض وادي لبن

القيم المحسوبة	الحوض العلوي	الحوض الأوسط والسفلي	فارق القيم
مساحة الحوض (م^{٢})	١١٠٥٣٤٠٢٧,٢٣	٩٠٥٧١٢١٨,٣٥	١٩٩٦٢٨٠٨,٨٥
مساحة الحوض (كلم^{٢})	١١٠,٥٣	٩٠,٥٧	١٩,٩٦
محيط الحوض (م)	٤٥٧٢٣,١٢	٥٣٤٨٨,١١	٧٧٦٤,٩٩
محيط الحوض (كلم)	٤٥,٧٢	٥٣,٤٨	٧,٧٦
النسبة من المساحة الكلية للحوض	% ٥٤,٩٦	% ٤٥,٠٤	% ٩,٩٢

من خلال الجدول (٤٧) والمتعلقة بالعلاقـــة المكانية بين قيم المحيط وقيم المساحة نتوصل لتلك العلاقة المكانية بين تعرج محيط الحوض ومساحتـــه ، فكلما زاد تعرج المحيط قلت مساحته التي يحيط بها والعكس صحيح ٠ (سلامة ، ٢٠٠٤م ، ص١٨٠) وينطبق ذلك على محيط ومساحـــة كامل الحوض بين قيم المرئية ونموذج الارتفاعات الرقمية كما يوضحـــه جدول (٤٨) ٠

الجدول (٤٨) مساحة ومحيط حوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

القيم المحسوبة	المرئية	نموذج الإرتفاعات الرقمية	فارق القيم
مساحة الحوض (م^{٢})	٢٠١٠٨٥١٦٣,٤٩	١٩٦٤٩٠٤٢٥,٦٥	٤٥٩٤٧٣٧,٨
مساحة الحوض (كلم^{٢})	٢٠١,١٠٨	١٩٦,٤٩٠	٤,٧
محيط الحوض (م)	٨٨٢٣٧,٥١٧	١٠٣١٧١,٠٠	١٤٩٣٣,٤٨
محيط الحوض (كلم)	٨٨,٢	١٠٣,١٧	١٤,٩٧

وبما أن منطقة الحوض العلوية تعتبر أكثر نشاطاً لعملية التعرية وذلك لأنها تجري ضمن مساحتها أكبر عدد من روافد الشبكة المائيـــة لحوض وادي لبن مما توضح العلاقة المكانية بين عدد الروافد خاصـــة من الرتب الدنيا المتمثلة بروافـــد الرتبة الأولى والرتبـــة الثانية وبين فعالية العـــمليات الجيومورفولوجيـــة التي تنشط في تلك الجزء من حـــوض وادي لبن ويوضح جدول (٤٩) عدد المجاري التي تقع ضمن كل حوض داخل حوض وادي لبن ٠

الجدول (٤٩) عدد المجاري للحوض العلوي والحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن

القيم	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	الرتبة الخامسة	الرتبة السادسة	الرتبة السابعة
العلوي	٢٢٩٥	٥٧٦	١٢٦	٢٨	٩	٢	١
الأوسط والسفلي	١٨٨	٥٨	١٢	١	صفر	صفر	١
الفارق بين الحوضين	٢١٠٧	٥١٨	١١٤	٢٧	٩	٢	صفر
نسبة فارق الحوضين	% ٩١,٨٠	% ٨٩,٩٣	% ٩٠,٤٧	%٩٦,٤٢	%١٠٠	%١٠٠	%١٠٠

وبمقارنة عدد مجاري الحوض العلوي وعدد مجاري الحوض الأوسط والسفلي مع عدد المجاري لكامل حوض وادي لبن واستخراج نسبة الفارق في عدد المجاري نجد أن الحوض العلوي يحتل (٩٢,١٤ %) من مجموع عدد مجاري شبكة التصريف لكامل حوض وادي لبن بينما لا تتعدى النسبة للحوض الأوسط والسفلي (٧,٨٦ %) كما يوضحها الجدول (٥٠) ٠

الجدول (٥٠) نسبة عدد المجاري للحوض العلوي والحوض الأوسط والسفلي مع عدد المجاري لكامل حوض وادي لبن

القيم	الحوض العلوي	الحوض الأوسط والسفلي
نسبة الفارق	% ٩٢,١٤	% ٧,٨٦

ومن خلال تلك الفروق في نسبة عدد المجاري لكلا الحوضين مع كامل حوض وادي لبن نجد أن الحوض العلوي يضم النصيب الأكبر من عدد مجاري شبكة تصريف حوض وادي لبن مما يؤثر على كثافة التصريف من حيث كمية المياه التي تصرفها تلك المجاري وكذلك كمية الحمولة الرسوبية الأمر الذي جعل الحوض العلوي أكثر نشاطاً لعوامل التعرية وتدل القيم المحسوبة لمعامل (الاستدارة ، الاستطالة ، التفلطح ، التماسك) على استطالة حوض وادي لبن مما يفسر العلاقة المكانية بين القيم المحسوبة لتلك المعاملات وبين شكل حوض وادي لبن حيث أن امتداده يكون بشكل يوازي دوائر العرض ممتد من الغرب عند منابعه الواقعة في جبال طويق على إرتفاع (١٠٢٤م ، ٩٣٢ م) على التوالي لقيم المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لغاية نقطة المصب شرقاً عند منسوب (٦٠٠م) والتي تمثل نقطة التقاء وادي لبن بمجراه الرئيسي المتمثل بوادي حنيفة ، وتبين النتائج التي تم التوصل إلى من خلال هذه الدراسة بأن طول حوض وادي لبن (٤٢,٠٥ كلم) وعرض (١٠,٩٢ كلم) حسب مصدر بيانات المرئية وطول (٤٢,٠٩ كلم) وعرض(١٠,٩٢ كلم) حسب مصدر بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ، وهو ما يؤكد ما توصلت إليه الدراسات السابقة من أن الحوض يتخذ شكل المستطيل بصورة عامة وذلك عندما يكون مقدار الطول أكبر من مقدار العرض ٠

ومن خلال ما تم التوصل إليه من رسم شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن وبعد مقارنتها مع أنماط الشبكات المائيـــة الحوضية المتعـــارف عليها (الشعاعي ، الشجري ، الشعري ، الريشي ، الحلقي ، المتعامد) (سلامة ، ٢٠٠٤م ، ص١٩١) نجد أن شبكة التصريف المائية لحوض وادي لبن ضمن النمط الشجري (Dendritic Pattern) حيث هناك علاقـــة بين نمط شبكة التصريف وبين الصخور التي تنشأ فوقها ٠

فيما يتعلق بالنمط الشجري فإنه ينشأ فوق الصخور الرسوبية أفقية التطبق وهذا ماسبق ذكره في الفصل الأول ضمن منطقة الدراسة ، وتؤثر درجة انحدار سطح حوض وادي لبن على الأنشطة البشرية المختلفـــة ، ففي مجال استخدامات الأرض تحدد درجـــة الانحـــدار مدى ملائمتها لتلك لاستخدامات حيث يعتبر الحوض الأوسط والسفلي من حوض وادي لبن أكثر ملائمة لأنشطة البشرية المختلفة حيث يساعـــد الانحدار المعتدل على سهولة أقامـــة المشاريـــع والتوسع العمراني وكذلك مزاولة الزراعـــة خاصة في بطـــن الوادي وذلك باعتبار منطقـــة الحوض السفلي منطقة ترسب حمولـــة الوادي أو ما يعرف بمنطقـــة (الفرز الرسوبي للحمولة النهرية) والتي تحتوي على العوالق الترابية المتكونة من الغريـــن والطين والتي تمتـــاز بخصوبتها التي تساعد على إقامة النشاط الزراعي والمتمثل في المزارع الكثيرة المنتشرة في تلك المناطق من حوض وادي لبن ٠

ويكون الامتداد العمرانـــي لحوض وادي لبن متمركـــز في الحوض الأوسط والسفلي حيث تقع الأحياء السكنية المتمثلـــة في (حي العريجاء الغربي والأوسط ، ظهرة البديعة ، حي طويق) جنوب حوض وادي لبـــن و (حي هجرة لبن ، حي ظهرة لبن ، ظهرة أوبرة) حيث تكون انحدار الأراضي المستخدمة لأنشطة البشريـــة (صفر – ٢٠ °) وتقدر مساحة تلك الأراضي من مساحة الحوض الكلية قيمة مقدارهـــا (١٦٥,٩٢ كلم ٢) بنسبة قدرها (٨٤,٤٨ %) حيث تعتبر تلك المناطق الأكثر عرضة لمخاطر السيول ، التي قد تسبب أضرار بيئية كبيرة على المناطق العمرانية والمشاريع المختلفة وجميع البنية التحتية ٠

الفصل الخامس

تحديد وحصر الأضرار البيئية في حوض وادي لبن وتقديم تصور ميداني لبعض الحلول المستقبلية

المقدمة :-

يعاني وادي حنيفة وروافده والذي يعتبر وادي لبن كأحد أهم روافده الغربية من اختلال التوازن البيئي وتدهـــور موارده الطبيعية خلال السنوات العشرين الماضية وذلك بسبب استغلال تلك الموارد بصورة مكثفة لاستخدامها في مشاريع النهضة التنموية لمدينة الرياض (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤١٥هـ ، ص٢)

وقد شمل هذا التدهور عدة جوانب لوادي حنيفة وروافده ، لكن الأكثر وضوحاً في حوض وادي لبن انحصرت في:

(١) أضرار بيئية طبيعية :-

السيول

(٢) أضرار بيئية بشرية :-

(أ) مكبات النفايات ومخلفات البناء

(ب) الحفر الغائرة

وتقدم برامج نظم المعلومات الجغرافية وبرامج الاستشعار عن بعد وبياناتها الدقيقة المختلفة ، طرقاً متنوعة لتحديد وحصر تلك المشاكل البيئيـــة بطرق آلية لتقـــديم سبلاً لمعالجتها وذلك من خلال التحليلات المختلفة التي أجريت على مصادر بيانات قاعـــدة بيانات حـــوض وادي لبن متمثلةً في (المرئية الفضائية ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM) .

وتأتي أهمية تحديد تلك المشكـــلات البيئيـــة في حوض وادي لبن لما لها من أخطار وآثار على حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى باعتبـــار أن وادي لبن ينفرد عن بقية الروافد الغربية في وقوعه وسط منطقة سكنية مأهولة واقعة شمال الوادي هي (حي هجرة لبن ، حي ظهرة لبن ، ظهرة أوبرة)

وجنوب الوادي (حي العريجـــاء الغربـــي والأوسط ، ظهـــرة البديعـــة ، حي طويـــق) إضافة إلى اعتبار أعالي حوض وادي لبن محمية طبيعيـــة لبعض الكائنات الحية من قبل الهيئـــة العليا لتطوير مدينة الرياض منذ عام (١٤٠٨هـ) ٠

وقد أصبحت مرئية الاستشعار عن بعد وسيلـــة مهمـــة في البحث الجغـــرافي ومصدراً أساسياً من مصادر البيانات لنظم المعلومـــات الجغرافيـــة ، وذلك لما توفره من معلومات شاملة عن الظاهرة الجغرافية امتازت بالدقـــة والوضوح المكاني والحداثة الأمر الذي يُمكن الجغرافي من القيام بالعديد من الدراسات وأهمها :-

(١) دراسة المناطق النائية ٠

(٢) دراسة تطور الظاهرات الجغرافية ٠

(٣) أنتاج الخرائط الدقيقة ٠

(٤) مراقبة الأخطار البيئية ٠

(٥) دراسة الموارد الطبيعية ٠

(٦) دراسة التغيير في استخدام الأرض ٠ (الصالح ، ١٩٩٢م ، ص٧)

وفيما يتعلق بنموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) فهي تعتبر أحدى أهم متطلبات التحليلات المورفومترية في نظم المعلومات الجغرافية حيث تعطي نتائج يمكن الاعتمـــاد عليها في تحديد وحصر المشكلات البيئية وإنتاج الخرائط الدقيقة لها وصولاً إلى تصور ميداني لبعض الحلول المستقبلية لها ٠

أولاً : تحديد الأضرار البيئية في حوض وادي لبن :-

يعتبر وادي حنيفة وروافده أهم معلم طبيعي لمدينـــة الرياض ، حيث يمثل الوادي وروافده مصرفاً طبيعياً للمياه السطحية للمنطقة والذي يتكون من مجموعة من الروافد الشرقية (الأيسن ، البطحاء) ومجموعة الروافد الغربية المتمثلة في (العيينة ، العمارية ، صفار ، وبير ، مهدية ، لبن ، نمار ، لحا ، الأوسط) ٠

ولقد كان لهـــذا المعلم الطبيعي منذ القدم السبب في أقامـــة المراكز السكنية على ضفاف الوادي متمثلة في الرياض وقراها التي كانت تعتمد في معيشتها على الموارد الطبيعيـــة المتوفرة في الوادي نظراً لقدرته على تعويض وتجديد موارده الطبيعية من تربة ومياه ٠

ولكن في السنوات العشريـــن الأخيرة جرى استغلال موارد الوادي بصورة مكثفـــة مما أدى إلى اختلال التوازن البيئي في الوادي وتدهـــور موارده المختلفـــة ٠ (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤١٧هـ ، ص١)

ويعتبـــر وادي لبن أحدى الروافد الغربية لوادي حنيفـــة التي تعرضت لنفس المشكلات البيئية التي تعرض لها وادي حنيفة ، خاصـــة وأن وادي لبن يعتبر من الأودية التي تقع بين مناطق سكنية مأهولة بالسكان والذي كان له الأثـــر الواضح في التدهور البيئي بسبب الاستخـــدام السيئ لموارده نظراً للامتداد العمراني السريع في تلك الفترة ٠

وتنحصر أهم الأضرار البيئية في وادي لبن في نوعين رئيسيين هما :-

(١) أضرار بيئية طبيعية :-

السيول :- (Flowage) يقصد به التدفق النهري العالي نسبياً والذي يؤدي إلى فيضان المياه عبر ضفتي النهر ويغطي المناطق المجاورة المعروفة بالسهول٠ (مشرف ، وإدريس ، ١٩٩٠م ، ص ٨٥) وتحدث السيول أساساً عندما تتجاوز كميات المياه القادمة إلى النهر من مصادر مختلفة قدرته على استيعابها ٠

ويتم الجريان السطحي داخل الحوض النهري في المناطق الجافة وشبة الجافـــة والمدارية بسبب تفوق كمية الأمطار الغزيرة الساقطة داخل الحوض على طاقة التشرب (Infiltration capacity) حيث تتعرض تلك المناطق عادةً إلى أمطار انقلابية عاصفة تسقط على شكل زخات كثيفة وتتركز خلال فترة زمنية محددة (محسوب ، ١٩٩٦م ، ص١٣٦) ٠

وتتميز منطقة الدراسة المتمثلـــة في حـــوض وادي لبن بضعف ميل الطبقات الصخريـــة المكونة له وإنحدار سطح الحوض بشكل عام باتجاه الشرق تماثلاً مع تكوينـــات الرف العربي الذي يعتبر وادي لبن جزء منه فإن تلك الخصائص الطبيعيـــة الجيولوجيـــة لحوض وادي لبن تلعب دوراً في العوامل التالية :-

* **سرعة تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية ٠**
* **سرعة إرتفاع منسوب المياه الجارية السطحية ٠**
* **سرعة ظهور السيول وإمتدادها على مساحة التصريف للحوض المائي ٠** (بوروبة ، ٢٠٠٧م ، ص ٨٦)

وتعتبر السيول وما يترتب عليها من أخطار مفاجئـــة من أهم المشكلات والأضرار البيئية الطبيعية التي تعاني منها المناطـــق الصحراوية بصورة خاصة وذلك لما لتلك السيـــول من آثار تدميرية على مظاهر الحياة المتمثلة في المنشآت السكنية والعمرانية ومشاريع التنمية ٠

وتؤثر على عملية السيول عدة عوامل تتداخل فيما بينها وتؤثر بعضها على البعض الآخر بدرجات مختلفة وهي في مجملها :-

* **الأمطار وخصائصها المختلفة ٠**
* **الفواقد (التبخر – التسرب)**
* **خصائص أحواض التصريف ٠**
* **العمليات البشرية الحالية ٠** (صالح ، ١٩٩٩م ، ص ١١) ، (بوروبة ، ٢٠٠٥م ، ص٣٢)

ومن تلك العوامل المرتبطة بموضوع الدراسة ومتغيراتها المورفومترية والمتمثلة في خـــصائص أحـــواض التصريف ، حيث تؤثر تلك الخصائص على عملية الجريـــان في الصحاري بشكل كبيـــر وواضـــح ومن أهـــم تلك الخصائص (مساحة الحوض ، طول الحوض ، طول المجـــرى ، القنـــاة الرئيـــسية للمجرى) وذلك لما لتلك المتغيرات المورفومترية من أهمية في الاعتماد عليها في تطبيق نموذج سنايدر (Snyder's Model) لتقدير حجم تدفق السيول ٠

ويعتمد هذا النموذج على المتغيرات المستخلصة من (المرئية الفضائية ، ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM) لحوض وادي لبن بهدف تحديد :-

(١) كمية مياه الجريان السطحي الهامـــة التي تمثل مورداً مائيـــاً يمكن استخدامـــه في شتى المجالات الإقتصادية ٠

(٢) طبيعة الجريان السطحي المصاحب لهـــذه السيـــول وما يمثله من أضرار بيئية تؤثر على مستقبل السكان وممتلكاتهم وأنشطتهم بالمناطق السكنية والعمرانيـــة والزراعيـــة التي تمتد على مصبات الأودية المدروسة ٠

ولقد لجأت الباحثة إلى تطبيق نموذج سنايدر (Snyder's Model) لتقدير حجم وتدفق السيول في حوض وادي لبن لسببين رئيسيين هما :-

(١) قلة البيانـــات الهيدرولوجيـــة الخاصة بأحواض الروافد خاصةً الحوض الأوسط والسفلي اللذان تتعرض تضاريسهما لتأثيرات السيول ٠

(٢) انعدام وجود محطـــات هيدرومتريـــة على مجرى وادي لبن لقياس التغيرات الزمنية والمكانيـــة للتدفق والحمولة الصلبة العالقـــة بمياه الوادي خاصة خلال فترات حدوث السيول التي تنجم عن الأمطار الغزيرة٠

ويسمح هذا النموذج بتقدير تدفق الذروة القصوى والمتوسطة والدنيا لسيول وادي لبن ومن ثم تقدير حجم مياه الجريان السطحي التي تصب في وادي لبن عند التقائه بمجراه الرئيسي الذي يمثـــل وادي حنيفة مروراً بالمناطق العمرانية والأحياء السكنية التي تقع على ضفتي الوادي التي تتعرض من حـــين لآخر لتأثيرات السيول ٠

وتتميز هذه الطريقة المتمثلة في تطبيق نموذج سنايدر (Snyder's Model) بعدة مميزات أهمها :-

(١) كونها بسيطة يمكن تنفيذها باستخدام برامج نظم المعلومـــات الجغرافيـــة وذلك عن طريق بناء استفسار (Building Query) لصيغ معادلات النموذج معتمدة على البيانات المورفومترية المتوفرة في قاعدة بيانـــات حوض وادي لبن والتي يمكن استدعائهـــا ومن ثم الحصول على قيم مختلف المتغيرات المستخدمة بالنموذج ٠

(٢) إمكانية تطبيقها على أي حوض من الأحواض المائيـــة تحت أي ظرف من الظروف المناخية نظراً لعدم ارتباطها بأي من التجهيزات التقنية الخاصة بمحطات القياس للأمطار أو الجريان السطحي٠

(٣) إمكانية تصنيف أحواض الروافد بناءاً على حجم التصريف بها ومن ثم تحديد الأراضي الأكثر عرضة لمخاطر السيول خاصة تلك التي امتدت عليها مناطق التوسع العمراني بمختلف منشآته القاعدية ٠

وتلعب بعض العوامل البشرية دوراً في حدوث السيول بصورٍ متفاوتة ومن أهم تلك العوامل البشرية التي يمكن حصرها بحوض وادي لبن هي :-

(١) الرعي الجائر للغطاء النباتي الذي تسبب في تعرية سطح الحـــوض حيث يشكـــل هذا الغطاء مصدات تقلل من سرعة تدفق السيول وجريان المياه في مجاريها بصورة كبيرة وسريعة ٠

(٢) إقامة الحواجـــز والسدود الرملية من قبل بعض المزارعين في بطن الوادي وذلك لرفع منسوب مياه الوادي حتى تدخل مزارعهم مما يؤدي إلى حجز المياه وارتفـــاع مناسيبـــها فتـــغمر المباني والمزارع التي تقع حول الوادي وتدمرها٠

(٣) إقامة المباني والمنشآت في بطن وادي لبن أو في الأماكن التي تصلها المياه في حالة سقوط الأمطار الغزيرة وجريان الأودية بالسيول كم توضحه الصورة (٤) و الصورة (٩) ٠

صورة رقم (٤) (امتداد العمران وشبكة الطرق في بطن مجرى وادي لبن)

تصوير الباحثة : ١٤٢٦/٣/٣هـ

صورة رقم (٩) (امتداد العمران والمزارع في بطن مجرى وادي لبن)

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٧هـ

(٤) رمي مخلفات المباني والمصانع في مجاري الأودية مما يضيـــق المجرى الرئيسي لها وبالتالي يؤدي إلى عدم استيعابها للأمطار الساقطة والسيول الجارية فيحدث سيول وفيضانـــات تدمر المباني والمنشآت والطرق التي تمر بها والتي حولها كما هو موضح من الصورة (١٠) و (١١) ٠

صورة رقم (١٠) (رمي مخلفات البناء في مجاري الأودية)

المصدر : الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض

صورة رقم (١١) (رمي النفايات في مجاري الأودية)

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٧هـ

(٥) كثافة المباني وتغطية مساحات واسعة من الأراضي خاصة في المدن بالإسفلت والأسمنت مما يزيد من احتمالية حدوث السيول وجريان الأمطار في شوارع المدن ثم تجمعها على هيئة برك ومستنقعات في الأنفاق وتحت الجسور لأن الإسفلت والأسمنت لا تساعد على تسرب مياه الأمطار نحو بطن الأرض ٠

ولقد تعرضت الرياض لسيول مدمرة خلال (١٢ سنة) الماضية أشهرها السيل الذي حدث في السبت ١٤١٦/١١/٤هـ والذي سبب خسائر مادية كبيرة شملت الطرق والمباني والمزارع ٠ وأحدث السيول التي تعرضت لها مدينة الرياض السيل الذي حدث في عام (١٤٢٦هـ) والذي سبب أضرار شملت البنية التحتية من طرق وجسور وأنفاق كما هو موضح من الصورة (١٢) و (١٣) ٠

صورة رقم (١٢، ١٣) الأضرار البيئية للسيول ١٤٢٦هـ على الطرق والجسور والأنفاق في مدينة الرياض

المصدر : الأحيدب ، إبراهيم بن سليمان ، المخاطر الطبيعية في المملكة العربية السعودية ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، ١٤٢٠هـ ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

كما أدت تلك السيـــول إلى أضرار مادية كبيرة في المنشآت والمــزارع وارتفع منســـوب المياه في الشوارع وغمرت الأنفاق بالمياه وتعطلت حركة المرور والصورة رقم (١٤) و (١٥) توضح تلك الخسائر المادية .

صورة رقم (١٤، ١٥) الخسائر المادية التي تعرضت لها مدينة الرياض أثر سيول ١٤٢٦هـ

المصدر : الأحيدب ، إبراهيم بن سليمان ، المخاطر الطبيعية في المملكة العربية السعودية ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، ١٤٢٠هـ ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

(٢) أضرار بيئية بشرية :-

(أ) مكبات النفايات ومخلفات البناء :-

شهدت منطقة الرياض خلال السنوات العشرين الماضية نهضة عمرانية كبيرة بسبب الزيادة السكانية الكبيرة التي أدت إلى النمو وتمدد أحيائها السكنية باتجاه وادي حنيفة وروافده التي تقع بالقرب من التجمعات السكنية أمثال وادي لبن ٠

ولقد كان لهذا التوسع والتطور العمراني السريع باتجاه الأودية أثاره السلبية المتمثلة في مكبات ومخلفات البناء الناتجة عن التطور العمراني وما لتلك المخلفات من آثار بيئية على مجاري الأودية والتربة والغطاء النباتي ٠

وبرغم من أن وادي حنيفة وروافده يعتبر مناطق محمية بيئياً شملت جبال طويق ، ووادي الحيسية ومنابع وادي العمارية ولبن والمهدية ، والمنطقة الغربية لبحيرات حايل وما تتميزت به تلك المناطق من خصائص طبيعية وحياة فطرية إلا أنها بدأت تتأثر بالأنشطة البشرية المتمثلة في الامتداد العمراني بمجاري الأودية وردم شعاب الأودية بمخلفات البناء مما أدى إلى إعاقة عملية الجريان السطحي في تلك الشعاب في فترات الأمطار الغزيرة مسببة السيول (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤١٥هـ ، ص٢٣) ٠

وتتلخص الآثار السلبية لرمي النفايات ومخلفات البناء في النقاط التالية :-

(١) ردم مجاري الأودية مما أدى إلى ضيق المجاري وعدم استيعابها كميات المياه التي تتجمع بسبب الأمطار الفجائية الغزيرة وهذا بدوره أدى إلى حدوث السيول وجرف الأراضي المجاورة لها والمتكونة من المناطق السكنية والمزارع ٠

(٢) أتلاف نسيج التربة الطبيعية للوادي والصالحة للزراعة بمواد غير صالحة للزراعة والتي شملت مكونات النفايات وكذلك مكونات مخلفات البناء من أسمنت وخرسانة وحديد كما هو موضح في الصورة (١٦) ٠

(٣) النفايات ومخلفات البناء تشكل طبقة تمنع تسرب المياه إلى باطن الأرض ذلك لانسداد مسامية التربة مما يزيد من فعالية السيول بسبب زيادة كميات المياه الساقطة وعدم تناقصها بالتسرب ٠

(٤) تغيير مجاري الأودية الطبيعية مما أدى إلى تعرض المناطق العمرانية باستمرار إلى الغمر بمياه السيول

صورة رقم (١٦) مخلفات البناء من أسمنت وخرسانة

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٧هـ

(٤) تسبب تلك المخلفـــات أتـــلاف الغطاء النباتي حيث أن مكونـــات مخلفات البناء من خرسانة وأسمنت وحديد لا تساعد على نمو الغطاء النباتي الطبيعـــي مما يزيد من كمية السيول باعتبار أن الغطاء النباتي كـــان يستهلك جزء من تلك المياه ويعمل كمصدات للجريان السطحي كما هو موضح من الصورة رقم (١٧) ٠

صورة رقم (١٧) مخلفات البناء من الحديد

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٧هـ

(٥) بعض النفايات تكون بيئة ملائمة لنمو الأحياء المضرة بصحة الإنسان (القوارض ، الحشرات)
(٦) المكبات والنفايات يفقد المنطقة شكلها الجمالي ويعطي صور غير لائقة بالمظهر الحضاري كما هو موضح من الصور رقم (١٨) ٠

صورة رقم (١٨) المظهر الحضاري الغير لائق للنفايات ومخلفات البناء

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٨هـ

(بـ) : الحفر الغائرة :-

(١) **مساحات غائرة طبيعية :-** وهي الناتجة عن الخسف الأرضي بسبب تأثير المياه المتسربة للطبقات الحجر الجيري السفلية والمتأثـرة عن طريق الإذابـة بواسطـة المياه المتسربـة ٠(بوروبة ، ١٤٢٥هـ)

حيث تنتشر تلك المساحات من الحفر على طول وادي لبن وقد أصبحت تلك الحفر مكاناً لتجمع مياه الروافد التي تنتهي عندها ، مما شكلت بالنهاية بحيرات صغيـرة منتشرة في بطن وادي لبن كما هو في الصورة (١٩) ، (٢٠) وقد أصبحت تلك المساحات من الحفـر الغائـرة مناطق ترفيهيـة لسكان مدينة الرياض كما هو موضح من الصورة (٢١) ، (٢٢) ٠

صورة رقم (١٩ ، ٢٠) تجمع المياه في الحفر الغائرة

صورة رقم (٢١، ٢٢) الحفر الغائرة كمناطق ترفيهية لسكان الرياض

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٨هـ

(٢) مساحات غائرة اصطناعية :-

وهي الناتجة بسبب الحفر الجائر ونقل التربـــة من قبل الإنسان لأغراض مختلفـــة و عادةً ما تكون قريبـــة من الأحياء السكنية والمنشآت العمرانيـــة الممتدة في بطن الوادي خاصة المناطق القريبة من المصب .

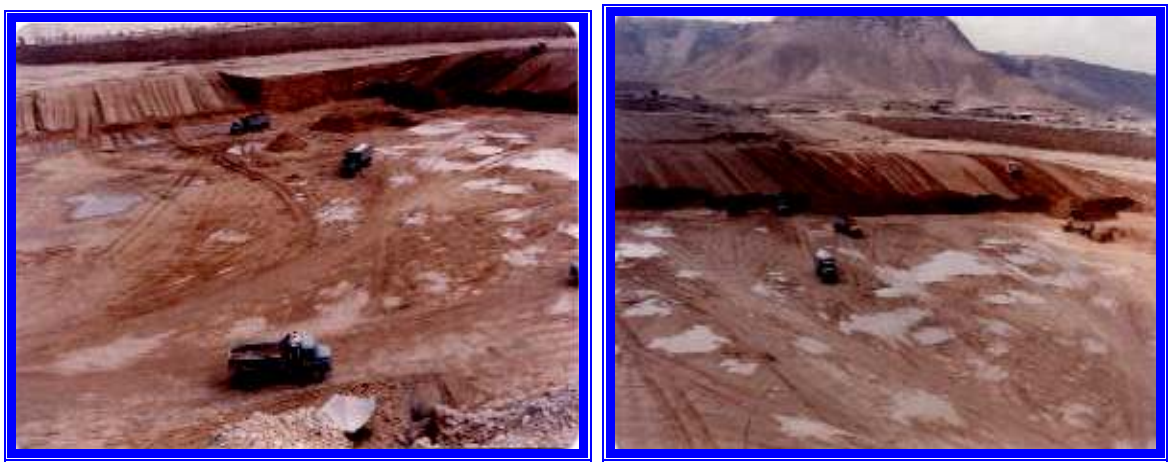
وخلال العشرين سنـــة السابقة التي شهـــدت الرياض خلالها التطور العمرانـــي والامتداد السكني الواسع الذي أحتاج بطبيعـــة الحال إلى مواد بناء تم جلبها من الأودية من خلال إنشاء الكسارات التي تعمل على تقطيع وطحن صخور الوادي ، حيث تعتبر نوع الصخور الجيريـــة التي يتكون منها حوض وادي لبن ذات مكونات تصلح لأحجار البناء وركام رصف الطرق ، كما أن بعض مكونات الصخور الجيريـــة المتمثلة في (الدولوميت) يصلح في صناعة الطوب الحراري الذي تُبطن به أفران صهر الخامـــات لاستخلاص الفلزات الهامة منها ٠ (فُريدة ، ١٩٨٢م ، ص ١٤٧)

وبعد اتساع مساحات المزارع وانتشار المشاتـــل الزراعية سواء المنشأة في بطون الأودية أو خارجها والتي احتاجت إلى تربات خصبة تم جلبها أيضاً من بطن الوادي بعد ترك حفر بسبب نقل التربة منها تلك الأعمال من الحفر أدت إلى تدهـــور بيئـــة حوض وادي لبن حيث امتـــد إلى الحوض الأوسط والسفلي القريبـــة من الامتداد العمرانـــي والأحياء السكنية الواقعة شمال وجنوب وادي لبن ٠

وقد تسببت تلك الحفر بآثار بيئية متمثلة في :-

(١) إخلال بنسيج التربة الطبيعية الصالحة للزراعة والمتكونة من الناتج الرسوبي الذي تحمله المجاري من المنبع لغاية المصب بعد نقل التربة وترك مناطق في الحوض مكشوفة على شكل حفر كما هو في الصورة (٢٣) ، (٢٤) التي توضح نقل سيارات الشحن الكبيرة لتلك التربة ٠

صورة (٢٣ ، ٢٤) عمليات نقل التربة من بطن وادي لبن



المصدر : الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ٠

(٢) تكوين حفر تحتاج إلى ردم قد يصعب توفير المادة الترابية لردمها وقد تردم بمخلفات تؤثر على نسيج التربة ٠

(٣) أصبحت تلك الحفر مجمع لميـــاه الأمطار الراكدة والتي بطبيعتها أصبحت بيئة صالحـــة لتكاثر العديد من الحشرات كما هو موضح من الصورة (٢٥) و (٢٦) ٠

صورة (٢٥ ، ٢٦) الحفر ذات المياه الراكدة في حوض وادي لبن

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٨هـ

(٤) بعض تلك الحفر أصبحت ذات مياه آسنة تنبعث منها روائح كريهة تؤذي السكان القاطنين بقربها كما هو موضح في الصورة (٢٧)

صورة (٢٧) الحفر ذات المياه الراكدة الآسنة

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٧هـ

(٥) تسبب المركبات والآليات المستخدمة في نقل التربة أثناء سيرها في ضغط حبيبات التربة وجعلها أقل نفاذية وهذا يعني من المنظور البيئي زيادة معدلات الجريان السطحي الذي يزيد من احتمالية حدوث السيول٠ (محسوب ،١٩٩٦م ، ص١٣٩)

(٦) تلوث الجو بالغبار نتيجة تكسير وطحن الصخور الرسوبية من مواقع الكسارات حيث بلغت معدل مجموع الجزيئات المعلقة في حوض وادي لبن (٣٤٦٣,١) ميكروغرام / م^{٣} حيث يعتبر هذا المعدل تعدى بصورة كبيرة الحد المعياري الذي وضعته مصلحة الأرصاد وحماية البيئة والمقدر (٣٤٠) ميكروغرام / م^{٣} في حين بلغ معدل تركز الرصاص في وادي لبن (٣,٥٣) ميكروغرام / م^{٣} ٠(الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤١٢هـ ، ص٣)

ويعتبر وادي لبن من أكثر الروافد الغربية لوادي حنيفة أضراراً بهذه الناحية حيث بلغ عدد الكسارات المنتشرة فيه ولقد بلغت كمية الأتربة المنقولة من أنشطة الكسارات ونقل التربات (١٧٧,٣٧) طن / اليوم وهي أكبر كمية من بقية الأودية (مهدية ٦٩,٦٨ ، وبير ٢٧,٨٣) طن / اليوم ٠ (المصدر السابق ، ص٣) ويبين الجدول (٥١) عدد الكسارات في الروافد الغربية لوادي مقارنة مع وادي لبن :-

جدول (٥١) عدد الكسارات في الروافد الغربية لوادي حنيفة

اسم الوادي	عدد الكسارات
لبن	٣٣
مهدية	١٢
وبير	١٦
نمار	٦
صفر	٤
المجموع	٧٧

المصدر : تقرير بعنوان (تقييم الأضرار الواقعة على المصادر الطبيعية لوادي حنيفة – تأثير المصانع والكسارات ، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤١٢هـ)

صورة رقم (٢٨) تلوث جو حوض وادي لبن بالغبار نتيجة الكسارات ونقل التربة

المصدر : الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض

(٧) الآثار الصحية للغبار على صحـــة الإنسان حيث ينطلق مايقارب (٢٧٤) طن / اليوم في الجو وأن ٢٠% من جزيئات الغبار المتطايـــر قابلة للاستـــنشاق ٠ (المصدر السابق ، ص٥)

ثانياً : حصر الأضرار البيئية بنظم المعلومات الجغرافية وكيفية معالجتها:-

تتطلب عملية التنمية ومشاريع التأهيل البيئي لأي ظاهرة جغرافية طبيعية حصر شامل لموارد تلك المنطقة من أجل تقـــويمها وتحـــديد أساليب إدارتهـــا بالطرق المثلى للوصول إلى استثمارها بصورة صحيحة دون الإخلال بتلك الموارد أو هدرها ٠

(١) أضرار بيئية طبيعية :-

السيول :- (Flowage) لقد ساعـــدت برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وبياناتها الرقميـــة الحديثة المتمثلة في مرئية القمر الصناعي (Ikonos) وكذلك نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) لتقدير حجم السيول رياضياً عن طريق برنامج (ArcGIS) بتوفير المتغيرات المورفومتريـــة المستخدمة في تطبيق نموذج سنايـــدر (Snyder's Model) لتقدير حجم تدفـــق السيول والتوصل إلى القيم المحسوبـــة المتعلقـــة بذلك النموذج والمتمثلة في :-

[مساحة التصريف للحوض المائي (km^2) A ، طول المجرى الرئيسي (km) L_b ، المسافة المحصورة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله (km) L_{ca}] .

ويتكون نموذج سنايدر (Snyder's Model) لتقدير حجم تدفق السيول في الأحواض من عدة معادلات رياضية تم تطبيقها في نظم المعلومات الجغرافية عن طريق بناء استفسار (Building Query) اعتماداً على البيانات المورفومترية المتوفرة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن والتي تم استخراجها من مرئية منطقة الدراسة للقمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني ١متر ونموذج الإرتفاعات الرقمية الخاصة بحوض وادي لبن بدقة (٢٠متر) بالإعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثل في (ArcGIS v. 9) وتشمل تلك المعادلات الخاصة بنموذج (Snyder's Model) الصيغ الرياضية التالية :-

(١) **كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي :-** ويرمز له (Q_p) ويقدر (م^3 / ثانية) ويتم استخراج القيمة المحسوبة لكمية التدفق الأقصى للسيول بحوض وادي لبن من خلال صيغة المعادلة التالية :-

$$Qp\ (m^3/s) = \frac{Cp\ A}{tp\ (hr)} \qquad (١)$$

بحيث يمثل :-

Qp : كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة (م^3 / ثانية) .

Cp : معامل يرتبط بقابلية الحوض المائي لتخزين المياه وتتراوح قيمته بين (٢,٠ – ٦,٥) .

A : مساحة الحوض المائي (كلم^2) .

tp (hr) : فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار محسوبة (الساعة) .

---

(١) Raghunath, H.M. (1991): Hydrology: principles, analysis and design ; Wiley Limited, New Eastern Delhi: P. 1-482

ويتم الحصول على القيمة المحسوبة لفترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار tp (hr) من خلال المعادلة التالية :-

$$t_p\,(hr) = Ct\,(L_b\,L_{ca})^{0.3} \qquad (٢)$$

بحيث يمثل:-

t_p: فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار محسوبة (الساعة) ٠

Ct : معامل خاص بطبيعة الحوض وانحداره تتراوح قيمته بين (٠,٢ – ٢,٢) ٠

L_b : طول المجرى الرئيسي (كلم) ٠

L_{ca} : المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله (كلم) ٠

ويتم حساب معادلة (فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار tp (hr)) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

tp =[Ct] * ([Basin Length_km] * [Lca_km]) ^0.3

ويمثل الجدول رقم (٥٢) القيمة المحسوبة (لفترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار tp (hr)) مقدرة بالساعة لحوض وادي لبن ٠

---

(٢) Raghunath, H.M. (1991): Hydrology: principles, analysis and design ; Wiley Limited, New Eastern Delhi:P.1- 482.

جدول (٥٢) فترة استجابة حوض وادي لبن لهطول الأمطار
لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

معامل Ct	tp (hr)
٠,٢	١,٥٧
٠,٤	٣,١٤
٠,٦	٤,٧١
٠,٨	٦,٢٨
١	٧,٨٥
١,٢	٩,٤٢
١,٤	١٠,٩٩
١,٦	١٢,٥٦
١,٨	١٤,١٣
٢	١٥,٧
٢,٢	١٧,٢٧

وتدل القيم المحسوبة في جدول (٥٢) على الفترة الزمنية لهطول الأمطار محسوبة بالساعات والتي يبدأ معها الجريان السطحي لحوض وادي لبن حيث سجلت أدنى فترة زمنية ممكن أن تسقط فيها لأمطار على حوض وادي لبن ويبدأ بعدها الجريان السطحي هي (١,٥٧) بمعنى (ساعة و٣٤ دقيقة) لقيم المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بينما كانت أقصى فترة زمنية ممكن أن تسقط فيها الأمطار هي (١٧,٢٧) لكلا المصدرين بمعنى (١٧ساعة و١٦دقيقة) وبعد استخراج القيمة المحسوبة (لفترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (tp (hr) نستطيع حساب كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة (م^{٣} / ثانية) ٠

وبعد أن تم استخـــراج قيمة (فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار $tp\ (hr)$) يتم بعـــدها استخراج كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي $Qp\ (m^3/s)$ ٠

ولقد تم حساب معادلة (كمية التدفق الأقصى للسيول في حوض وادي لبن $Qp\ (m^3/s)$) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$Qp_m^3_s = [CP] * [Basin_Area_km^2] / [tp_hr]$$

والجدول (٥٣) يوضح كمية التدفق الأقصى لسيول حوض وادي لبن لهطول الأمطار وذلك حسب اختلاف قيمة المعامل الخاص بطبيعة الحوض وانحداره Ct والتي تتراوح قيمته بين (٠,٢ – ٢,٢) على التوالي ٠

جدول (٥٣) كمية التدفق الأقصى للسيول بحوض وادي لبن مقاسة (م^{٣} / ثانية) لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

	معامل Cp										
معامل Ct	بيانات المرئية					بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية					
	٢	٣	٤	٥	٦	٦,٥	٢	٣	٤	٥	٦	٦,٥
٠,٢	٢٥٦,١٧	٣٨٤,٢٦	٥١٢,٣٥	٦٤٠,٤٤	٧٦٨,٥٣	٨٣٢,٥٧	٢٥٠,١٩	٣٧٥,٢٨	٥٠٠,٣٨	٦٢٥,٤٧	٧٥٠,٥٧	٨١٣,١٢
٠,٤	١٢٨,٠٨	١٩٢,١٣	٢٥٦,١٧	٣٢٠,٢٢	٣٨٤,٢٦	٤١٦,٢٨	١٢٥,٠٩	١٨٧,٦٤	٢٥٠,١٩	٣١٢,٧٣	٣٧٥,٢٨	٤٠٦,٥٦
٠,٦	٨٥,٣٩	١٢٨,٠٨	١٩٢,٩٠	٢١٣,٤٨	٢٥٦,١٧	٢٧٧,٥٢	٨٣,٣٩	١٢٥,٠٩	١٦٦,٧٩	٢٠٨,٤٩	٢٥٠,١٩	٢٧١,٠٤
٠,٨	٦٤,٠٤	٩٦,٠٦	١٢٨,٠٨	١٦٠,١١	١٩٢,١٣	٢٠٨,١٤	٦٢,٥٤	٩٣,٨٢	١٢٥,٠٩	١٥٦,٣٦	١٨٧,٦٤	٢٠٣,٢٨
١	٥١,٢٣	٧٦,٨٥	١٠٢,٤٧	١٢٨,٠٨	١٥٣,٧٠	١٦٦,٥١	٥٠,٠٣	٧٥,٠٥	١٠٠,٠٧	١٢٥,٠٩	١٥٠,١١	١٦٣,٦٦
١,٢	٤٢,٦٩	٦٤,٠٤	٨٥,٣٩	١٠٦,٧٤	١٢٨,٠٨	١٣٨,٧٦	٤١,٦٩	٦٢,٥٤	٨٣,٣٩	١٠٤,٢٤	١٢٥,٠٩	١٣٥,٥٢
١,٤	٣٦,٥٩	٥٤,٨٩	٧٣,١٩	٩١,٤٩	١٠٩,٧٩	١١٨,٩٣	٣٥,٧٤	٥٣,٦١	٧١,٤٨	٨٩,٣٥	١٠٧,٢٢	١١٦,١٦
١,٦	٣٢,٠٢	٤٨,٠٣	٦٤,٠٤	٨٠,٠٥	٩٦,٠٦	١٠٤,٠٧	٣١,٢٧	٤٦,٩١	٦٢,٥٤	٧٨,١٨	٩٣,٨٢	١٠١,٦٤
١,٨	٢٨,٤٦	٤٢,٦٩	٥٦,٩٢	٧١,١٦	٨٥,٣٩	٩٢,٥٠	٢٧,٧٩	٤١,٦٩	٥٥,٥٩	٦٩,٤٩	٨٣,٣٩	٩٠,٣٤
٢	٢٥,٦١	٣٨,٤٢	٥١,٢٣	٦٤,٠٤	٧٦,٨٥	٨٣,٢٥	٢٥,٠١	٣٧,٥٢	٥٠,٠٣	٦٢,٥٤	٧٥,٠٥	٨١,٣١
٢,٢	٢٣,٢٨	٣٤,٩٣	٤٦,٥٧	٥٨,٢٢	٦٩,٨٦	٧٥,٦٨	٢٢,٧٤	٣٤,١١	٤٥,٤٨	٥٦,٨٦	٦٨,٢٣	٧٣,٩٢

ومن خلال الجدول (٥٣) التي تمثل كميـــة التدفق الأقصى للسيول في حوض وادي لبن يتبين أن أدنى كمية تدفق للسيول تم حسابـــها لحوض وادي لبن قيمـــة مقدارها (٢٣,٢٨ م^{٣} في الثانية) لبيانات المرئية الفضائية و (٢٢,٧٤ م^{٣} في الثانية) لبيانـــات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) في قاعدة بيانات حوض وادي لبن وأقصى كمية تدفق للسيول كانت (٨٣٢,٥٧ م^{٣} في الثانية) لبيانات المرئية الفضائية و (٨١٣,١٢ م^{٣} في الثانية) لبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) ٠

(٢) حساب الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار :- ويرمز له (t_r) وتحسب (بالساعة) ويتم حساب الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار في وادي لبن من خلال صيغة المعادلة التالية :-

$$t_r(hr) = \frac{t_p(hr)}{5.5} \qquad (٣)$$

بحيث يمثل :-

$t_r(hr)$: الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار محسوبة (الساعة) ٠

$tp\,(hr)$: فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار محسوبة (الساعة) ٠

5.5 : عدد ثابت ٠

وتتناسب حساب معادلـــة (الفترة الزمنية المثاليـــة لهطول الأمطـــار) مع الأحواض التي تتعرض إلى عواصف مطيرة تسبب جريـــان سطحي بعمـــق أو سمك لا يقل عن (٢٥-٢٦ ملم) أي ما يعادل (١ بوصة) ، وبالمقارنة مع كمية الأمطار السنوية المرصودة في محطة سد وادي حنيفة لعام (١٩٨٥م – ٢٠٠٠م) التي بلغت (٧٩,٣ ملم) مما يجعل النموذج ملائماً لظروف الحوض ٠

ويتم حساب معادلة (الفترة الزمنيـــة المثالية لهطول الأمطار $t_r(hr)$) في برنامج نظم المعلومـــات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$t_r(hr) = [tp_hr] / 5.5$$

---

(٣) Réméniéras, G. (1972) : Hydrologie de l'ingénieur ; Eyrolles, 3ème Edition, Paris: P.1- 456.

ويوضح الجدول (٥٤) الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار على حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات محسوبة (بالساعات t_r (hr)) وكذلك محسوبة (بالدقائق t_r (min.)) ٠

جدول (٥٤) الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار لحوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

t_r (min.) دقائـــق	t_r (hr) ساعات
١٧	٠,٢٨
٣٤	٠,٥٧
٥١	٠,٨٥
٦٨	١,١٤
٨٥	١,٤٢
١٠٢	١,٧١
١١٩	١,٩٩
١٣٦	٢,٢٨
١٥٣	٢,٥٦
١٧١	٢,٨٥
١٨٨	٣,١٤

ويتبين من الجدول (٥٤) أن أقصر فترة زمنية مثاليـــة لهطول الأمطار والتي تسبب في حدوث جريان سطحي هي (١٧ دقيقة) وأطول فترة زمنية مثالية لهطول الأمطار على حوض وادي لبن والتي تسبب في الجريان السطحي بلغت (٣ ساعات وثمانية دقائق) ٠

(٣) **فترة الأساس (زمن القاعدة) للسيل :-** ويرمز له (T_b) وتحسب (باليوم)

$$T_b\,(days) = 3 + \frac{t_p\,(hr)}{8} \qquad (٤)$$

حيث تمثل :-

T_b : الفترة الأساسية لحدوث السيل محسوبة (اليوم) ٠

$tp\,(hr)$: فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار محسوبة (الساعة) وهي تحسب بواسطة المعادلة (٢) ٠

8 - 3 : أعداد ثابتة ٠

ويتم حساب معادلة (الفترة الأساسية لحدوث السيل T_b) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

Tb (Days) = (3 + [tp_hr] / 8)

ويمثل الجدول (٥٥) قيمة الفترة الأساس زمن القاعدة للسيل في حوض وادي لبن محسوبة باليوم وكذلك بالساعة ٠

---

(٤) عبد الرحمن عبد الرحمن و جاك ماردیني (٢٠٠٣) ، علم حركة المياه (الهيدرولوجيا) ، منشورات جامعة حلب ، كلية الهندسة المدنية ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعي، ص٤١٣ ٠

جدول (٥٥) فترة الأساس (زمن القاعدة) للسيل لحوض وادي
لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

T_b (days)	T_b (days) & (hr)	T_b (hr) & (min)
٣,١٩	٣,٤	٧٦,٣٤
٣,٣٩	٣,٩	٨١,٢٢
٣,٥٨	٣,١٣	٨٥,٥٥
٣,٧٨	٣,١٨	٩٠,٤٣
٣,٩٨	٣,٢٣	٩٥,٣١
٤,١٧	٤,٤	١٠٠,٥
٤,٣٧	٤,٨	١٠٨,٥٣
٤,٥٧	٤,١٣	١٠٩,٤١
٤,٧٦	٤,١٨	١١٤,١٤
٤,٩٦	٤,٢٣	١١٩,٢
٥,١٥	٥,٣	١٢٣,٣٦

ومن الجدول (٥٥) يتبين أن أقصر فترة أساس لحدوث السيل لحوض وادي لبن هي (ثلاثة أيام وأربع ساعات وثلاثة وأربعون دقيقة) أي مايعادل (٧٦ ساعة وأربعون دقيقة) بينما كانت أطول فترة هي (خمسة أيام وثلاثة ساعات وستة وثلاثون دقيقة) ما يعادل (١٢٣ساعة وستة وثلاثون دقيقة) ٠

(٤) حساب فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل :- ويرمـــز له (T_m) ويتم حسابها (بالساعة) ، وهي الفترة الزمنية التي يستغرقها السيل للوصول إلى أقـــصاه أي بمعنى الفترة التي يحتاجها الجريان السطحي للوصول إلى أعـــلى منسوب له ، ويتم حسابها من المعادلة التالية :-

بحيث تمثل :- $$T_m\ (hr) = \frac{1}{3}\ T_b\ (hr) \qquad (٥)$$

$T_m\ (hr)$: فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل محسوبة (الساعة) .

$T_b\ (hr)$: زمن القاعدة للسيل ويحسب بواسطة المعادلة (٤) .

ويتم حساب معادلة (فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل T_m) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

```
Tm  = [ 1  / 3  ]  * ( [Tp_hr] )
```

الشكل (٨٠) قيمة Tp بالأيام والساعات وقيمة Tm بالساعات في قاعدة بيانات وادي لبن

tp_1	_Tp_hr	Tm_hr
3.19625	76	25
3.3925	81	27
3.58875	85	28
3.785	90	30
3.98125	95	32
4.1775	100	33
4.37375	108	36
4.57	109	36
4.76625	114	38
4.9625	119	40
5.15875	123	41

---

(٥) Raghunath, H.M. (1991) : Hydrology: principles, analysis and design ; Wiley Eastern Limited, New Delhi:P.1- 482.

ويوضح الجدول (٥٦) القيم المحسوبة لفترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل في حوض وادي لبن محسوبة بالساعة .

جدول (٥٦) فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل (الساعة)
لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

T_m (hr)
٢٥
٢٧
٢٨
٣٠
٣٢
٣٣
٣٦
٣٦
٣٨
٤٠
٤١

ومن الجدول (٥٦) يتبين أن أدنى فترة زمنية للإرتفاع التدريجي لتدفق السيل كانت (٢٥ ساعة) بينما كانت أقصى فترة يستغرقها السيل للوصول إلى أقصاه هي (٤١ ساعة) .

(٥) حساب فترة الإنخفاض التدريجي لتدفق السيل :- ويرمز له (T_d) ويتم حسابها (بالساعة) وهي الفترة الزمنية التي يستغرقها السيل لرجوع المياه إلى وضعها الطبيعي بمعنى هي فترة انخفاض منسوب السيل ورجوع الجريان السطحي إلى وضعه الطبيعي ، ويتم حسابها بواسطة المعادلة التالية :-

$$T_d\,(hr) = \frac{2}{3}\,T_b\,(hr) \qquad (٦)$$

بحيث تمثل :-

$T_d\,(hr)$: فترة الإنخفاض التدريجي لتدفق السيل محسوبة (الساعة) .

$T_b\,(hr)$: زمن الأساس للسيل محسوبة (الساعة)ويحسب بواسطة المعادلة (٤) .

ويتم حساب معادلة (فترة الإنخفاض التدريجي لتدفق السيل T_d) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

Td (hr) = ([Tp_hr] * 2) / 3

ويوضح الجدول (٥٧) القيم المحسوبة لفترة الإنخفاض التدريجي لتدفق السيل في حوض وادي لبن محسوبة بالساعة

---

(٦) Raghunath, H.M. (1991) : Hydrology: principles, analysis and design ; Wiley Eastern Limited, New Delhi: P. 1-482.

جدول (٥٧) فترة الإنخفاض التدريجي لتدفق السيل (الساعة)
لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

T_d (hr)
٥١
٥٤
٥٧
٦٠
٦٣
٦٧
٧٢
٧٣
٧٦
٧٩
٨٢

ومن الجدول (٥٧) يتبين أن أدنى فترة زمنية للإنخفاض التدريجي لتدفق السيل كانت (٥١ ساعة) بينما كانت أقصى فترة يستغرقها السيل لرجوع المياه إلى وضعها الطبيعي هي (٨٢ ساعة) .

(٦) **حساب التدفق الأقصى المناسب لفترة الإرتفاع التدريجي للسيل :-** ويرمز لـــه (Q_{Tm}) ويتم تقديره (م^3 في الثانية) ويتم خلاله معرفة كمية تدفـــق السيل للفترة الزمنية التي يستغرقها السيل للوصول إلى أقصاه ويتم حسابها حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$Q_{Tm}\ (m^3/s) = Q_p\ max\ (m^3/s) \left[\frac{T}{T_m\ (hr)} \right]^2 \qquad (٧)$$

بحيث تمثـــل : -

---

(٧) PNUD-OPE (1987): Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Projet Nord; RAB/80/011. guide maghrébin pour l'éxécution des études et des Travaux de retenues collinaires. OPU, Alger : P. 1 -177.

Q_{T_m} (m^3/s) : كمية التدفق الأقصى المناسب لفترة الإرتفاع التدريجي للسيل محسوبة (م^3 / ثانية)

Q_p max (m^3/s) : كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة (م^3 / ثانية) ٠

حيث تعني Max قيمة (Mini ، Maxi ، Mean) ٠

T : الفاصل الزمني المحدد لتقدير الإرتفاع التدريجي للتدفق محسوب (دقائق أو ساعات) ٠

T_m (hr) : فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل محسوبة (الساعة) ٠

ويتم حساب معادلة (كمية التدفق الأقصى المناسب لفترة الإرتفاع التدريجي للسيل) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

(أ) نستخرج قيمة الكسر من خلال الصيغة التالية : $[T / T_m (hr)]^{\wedge 2}$

(ب) نطبق كامل المعادلة للقيم الثلاثة حسب الصيغة التالية :-

١- $Q_{T_m} (m^3/s) = Qp (Mini) * [T / T_m (hr)]^{\wedge 2}$

٢- $Q_{T_m} (m^3/s) = Qp (Maxi) * [T / T_m (hr)]^{\wedge 2}$

٣- $Q_{T_m} (m^3/s) = Qp (Mean) * [T / T_m (hr)]^{\wedge 2}$

ويوضح الجدول (٥٨) قيمة $\left[\frac{T}{T_m (hr)}\right]^2$ والتي تمثل الطرف الثاني لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للارتفاع التدريجي للسيل بينما يوضح جدول (٥٩ ، ٦٠ ، ٦١) القيمة المحسوبة لكمية التدفق الأقصى المناسب لفترة الإرتفاع التدريجي للسيل محسوبة (م^3 / ثانية)

جدول (٥٨) القيمة المحسوبة للطرف الثاني لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي للسيل لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

الساعات T	$\left[\frac{T}{T_m\ (hr)}\right]^2$	الساعات T	$\left[\frac{T}{T_m\ (hr)}\right]^2$
١	٠,٠٠١٦	١٤	٠,٣١٣٦
٢	٠,٠٠٦٤	١٥	٠,٣٦
٣	٠,٠١٤٤	١٦	٠,٤٠٩٦
٤	٠,٠٢٥٦	١٧	٠,٤٦٢٤
٥	٠,٠٤	١٨	٠,٥١٤٨
٦	٠,٠٥٧٦	١٩	٠,٥٧٧٦
٧	٠,٠٧٨٤	٢٠	٠,٦٤
٨	٠,١٠٢٤	٢١	٠,٧٠٥٦
٩	٠,١٢٩٦	٢٢	٠,٧٧٤٤
١٠	٠,١٦	٢٣	٠,٨٤٦٤
١١	٠,١٩٦٣	٢٤	٠,٩٢١٦
١٢	٠,٢٣٠٤	٢٥	١
١٣	٠,٢٧٠٤		

جدول (٥٩) قيم التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي للسيل (Qp (Mini لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mini)	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mini)	مصدر البيانات	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mini)	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mini)
المرئية	١	٠,٠٤	١٤	٧,٣٠	نموذج الإرتفاعات الرقمية	١	٠,٠٣	١٤	٧,١٣
	٢	٠,١٥	١٥	٨,٣٨		٢	٠,١٤	١٥	٨,١٨
	٣	٠,٣٤	١٦	٩,٥٤		٣	٠,٣٢	١٦	٩,٣١
	٤	٠,٦٠	١٧	١٠,٧٦		٤	٠,٥٨	١٧	١٠,٥١
	٥	٠,٩٣	١٨	١٢,٠٧		٥	٠,٩٠	١٨	١١,٧٨
	٦	١,٣٤	١٩	١٣,٤٥		٦	١,٣٠	١٩	١٣,١٣
	٧	١,٨٣	٢٠	١٤,٩٠		٧	١,٧٨	٢٠	١٤,٥٥
	٨	٢,٣٨	٢١	١٦,٤٣		٨	٢,٣٢	٢١	١٦,٠٤
	٩	٣,٠٢	٢٢	١٨,٠٣		٩	٢,٩٤	٢٢	١٧,٦٠
	١٠	٣,٧٢	٢٣	١٩,٧٠		١٠	٣,٦٣	٢٣	١٩,٢٤
	١١	٤,٥١	٢٤	٢١,٤٥		١١	٤,٤٠	٢٤	٢٠,٩٥
	١٢	٥,٣٦	٢٥	٢٣,٢٨		١٢	٥,٢٣	٢٥	٢٢,٧٤
	١٣	٦,٢٩				١٣	٦,١٤		

جدول (٦٠) قيم التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي للسيل (Qp (Maxi لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Maxi)	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Maxi)	مصدر البيانات	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Maxi)	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Maxi)
الأثرية	١	١,٣٣	١٤	٢٦١,٠٩	نموذج الإرتفاعات الرقمية	١	١,٣٠	١٤	٢٥٤,٩٩
	٢	٥,٣٣	١٥	٢٩٩,٧٣		٢	٥,٢٠	١٥	٢٩٢,٧٣
	٣	١١,٩٩	١٦	٣٤١,٠٢		٣	١١,٧٧	١٦	٣٣٣,٠٥
	٤	٢١,٣١	١٧	٣٨٤,٩٨		٤	٢٠,٨١	١٧	٣٧٥,٩٨
	٥	٣٣,٣٠	١٨	٤٣١,٦٠		٥	٣٢,٥٢	١٨	٤٢١,٥٢
	٦	٤٧,٩٦	١٩	٤٨٠,٨٩		٦	٤٦,٨٣	١٩	٤٦٩,٦٥
	٧	٦٥,٢٧	٢٠	٥٣٢,٨٤		٧	٦٣,٧٤	٢٠	٥٢٠,٦٥
	٨	٨٥,٢٦	٢١	٥٨٧,٤٦		٨	٨٣,٢٦	٢١	٥٧٣,٧٣
	٩	١٠٧,٩٠	٢٢	٦٤٤,٧٤		٩	١٠٥,٣٨	٢٢	٦٢٩,٦٨
	١٠	١٣٣,٢١	٢٣	٧٠٤,٦٩		١٠	١٣٠,٠٩	٢٣	٦٨٨,٢٢
	١١	١٦١,١٩	٢٤	٧٦٧,٣٠		١١	١٥٧,٤٢	٢٤	٧٤٩,٣٧
	١٢	١٩١,٨٢	٢٥	٨٣٢,٥٧		١٢	١٨٧,٣٤	٢٥	٨١٣,١٢
	١٣	٢٢٥,١٣				١٣	٢١٩,٨٦		

جدول (٦١) قيم التدفق الأقصى المناسب للإرتفاع التدريجي للسيل **Qp (Mean)** لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mean)	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mean)	مصدر البيانات	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mean)	الساعات T	Q_{Tm} (m^3/s) Qp (Mean)
المرئية	١	٠,٢٥	١٤	٤٨,٨١	نموذج الإرتفاعات الرقمية	١	٠,٢٤	١٤	٤٧,٥٦
	٢	١,٠٠	١٥	٥٦,٠٣		٢	٠,٩٧	١٥	٥٤,٦٠
	٣	٢,٢٤	١٦	٦٣,٧٥		٣	٢,١٨	١٦	٦٢,١٣
	٤	٣,٩٨	١٧	٧١,٩٧		٤	٣,٨٨	١٧	٧٠,١٤
	٥	٦,٢٣	١٨	٨٠,٦٨		٥	٦,٠٦	١٨	٧٨,٦٣
	٦	٨,٩٦	١٩	٨٩,٩٠		٦	٨,٧٣	١٩	٨٧,٠٦
	٧	١٢,٢٠	٢٠	٩٩,٦١		٧	١١,٨٩	٢٠	٩٧,٠٨
	٨	١٥,٩٤	٢١	١٠٩,٨٢		٨	١٥,٥٣	٢١	١٠٧,٤٣
	٩	٢٠,١٧	٢٢	١٢٠,٥٣		٩	١٩,٦٥	٢٢	١١٧,٤٦
	١٠	٢٤,٩٠	٢٣	١٣١,٧٣		١٠	٢٤,٢٧	٢٣	١٢٨,٣٩
	١١	٣٠,١٣	٢٤	١٤٣,٤٤		١١	٢٩,٣٦	٢٤	١٣٩,٧٩
	١٢	٣٥,٨٦	٢٥	١٥٥,٦٤		١٢	٣٤,٩٤	٢٥	١٥١,٦٩
	١٣	٤٢,٠٩				١٣	٤١,٠١		

(٧) حساب التدفق الأقصى المناسب لفترة الإنخفاض التدريجي للسيل :- ويرمز لـــه (Q_{Td}) ويتم تقديره (م^3 / ثانية) بواسطة المعادلة التالية :-

$$Q_{T_d}\ (m^3/s) = Q_p\ max\ (m^3/s) \left[\frac{T_d\ (hr) - T}{T_d\ (hr)} \right]^3 \qquad (٨)$$

بحيث يمثل :-

$Q_{T_d}\ (m^3/s)$: كمية التدفق الأقصى المناسب لفترة الإنخفاض التدريجي للسيل محسوبة (م^3 / ثانية)

$Q_p\ max\ (m^3/s)$: كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة (م^3 / ثانية) ٠

حيث تعني Max قيمة (Mean ، Maxi ، Mini) ٠

$T_d\ (hr)$: فترة الإنخفاض التدريجي لتدفق السيل محسوبة (ساعة) ٠

T : الفاصل الزمني المحدد لتقدير الإنخفاض التدريجي للتدفق محسوب (دقائق أو ساعات) ٠

ويتم حساب معادلـــة (قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي) في برنامج نظم المعلومـــات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

(أ) نستخرج قيمة الكسر من خلال الصيغة التالية : $[\ T_d\ (hr) - T\ /\ T_d\ (hr)\ ]^{\wedge 3}$

(ب) نطبق كامل المعادلة للقيم الثلاثة حسب الصيغة التالية :-

١- $Q_{T_m}\ (m^3/s) = Qp\ (Mini) * [\ /T_d\ (hr) - T\ /\ T_d\ (hr)\ ]^{\wedge 3}$

٢- $Q_{T_m}\ (m^3/s) = Qp\ (Maxi) * [\ /T_d\ (hr) - T\ /\ T_d\ (hr)\ ]^{\wedge 3}$

٣- $Q_{T_m}\ (m^3/s) = Qp\ (Mean) * [\ /T_d\ (hr) - T\ /\ T_d\ (hr)\ ]^{\wedge 3}$

---

(٧) PNUD-OPE (1987): Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Nord ; Projet RAB/80/011. guide maghrébin pour l'éxécution des études et des travaux de retenues collinaires. OPU, Alger : P. 1 -177.

ويوضح جدول (٦٢) لقيمة المحسوبـــة للطرف الثاني من معادلـــة التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي للسيل بينما يوضح جدول (٦٣، ٦٤، ٦٥) كامل المعادلة ٠

جدول (٦٢) القيمة المحسوبة للطرف الثاني لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي للسيل لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

الساعات T	$\left[\frac{T_d(hr)-T}{T_d(hr)}\right]^3$	الساعات T	$\left[\frac{T_d(hr)-T}{T_d(hr)}\right]^3$	الساعات T	$\left[\frac{T_d(hr)-T}{T_d(hr)}\right]^3$
١	٠,٩٤٢٣٢٢	١٨	٠,٢٧٠٩١٤	٣٥	٠,٠٣٠٨٧٨
٢	٠,٨٨٦٩٠٦	١٩	٠,٢٤٧٠٢٤	٣٦	٠,٠٢٥٤٤٣
٣	٠,٨٣٣٧٠٦	٢٠	٠,٢٢٤٥٨٢	٣٧	٠,٠٢٠٦٨٦
٤	٠,٧٨٢٦٧٨	٢١	٠,٢٠٣٥٤٢	٣٨	٠,٠١٦٥٦٢
٥	٠,٧٣٣٧٧٥	٢٢	٠,١٨٣٨٥٨	٣٩	٠,٠١٣٠٢٧
٦	٠,٦٨٦٩٥٣	٢٣	٠,١٦٥٤٨٧	٤٠	٠,٠١٠٠٣٤
٧	٠,٦٤٢١٦٦	٢٤	٠,١٤٨٣٨٢	٤١	٠,٠٠٧٥٣٩
٨	٠,٥٩٩٣٧	٢٥	٠,١٣٢٤٩٨	٤٢	٠,٠٠٥٤٩٦
٩	٠,٥٥٨٥١٨	٢٦	٠,١١٧٧٩	٤٣	٠,٠٠٣٨٦
١٠	٠,٥١٩٥٦٦	٢٧	٠,١٠٤٢١٣	٤٤	٠,٠٠٢٥٨٦
١١	٠,٤٨٢٤٦٩	٢٨	٠,٠٩١٧٢٢	٤٥	٠,٠٠١٦٢٨
١٢	٠,٤٤٧١٨١	٢٩	٠,٠٨٠٢٧١	٤٦	٠,٠٠٠٩٤٢
١٣	٠,٤١٣٦٥٧	٣٠	٠,٠٦٩٨١٥	٤٧	٠,٠٠٠٤٨٢
١٤	٠,٣٨١٨٥٢	٣١	٠,٠٦٠٣٠٩	٤٨	٠,٠٠٠٢٠٤
١٥	٠,٣٥١٧٢	٣٢	٠,٠٥١٧٠٧	٤٩	٠,٠٠٠٠٦٠٣
١٦	٠,٣٢٣٢١٧	٣٣	٠,٠٤٣٩٦٥	٥٠	٠,٠٠٠٠٠٧٥٤
١٧	٠,٢٩٦٢٩٦	٣٤	٠,٣٧٠٣٧	٥١	صفر

جدول (٦٣) القيمة المحسوبة لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي للسيل Qp (Mini) لمختلف مصادر بيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

البيانات	المـــــرئـــيـــة						نـمـوذج الإرتـفـاعـات الـرقـمـيـة						
ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mini)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mini)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mini)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mini)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mini)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mini)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mini)
١	٢١,٩٤	١٤	٨,٨٩	٢٧	٢,٤٣	٤٠	٠,٢٣	١	٢١,٤٢	١٤	٨,٦٨	٢٧	٢,٣٦	٤٠	٠,٢٢
٢	٢٠,٦٥	١٥	٨,١٩	٢٨	٢,١٤	٤١	٠,١٨	٢	٢٠,١٦	١٥	٧,٩٩	٢٨	٢,٠٨	٤١	٠,١٧
٣	١٩,٤١	١٦	٧,٥٢	٢٩	١,٨٧	٤٢	٠,١٣	٣	١٨,٩٥	١٦	٧,٣٤	٢٩	١,٨٢	٤٢	٠,١٢
٤	١٨,٢٢	١٧	٦,٩٠	٣٠	١,٦٣	٤٣	٠,٠٩	٤	١٧,٧٩	١٧	٦,٧٣	٣٠	١,٥٨	٤٣	٠,٠٨
٥	١٧,٠٨	١٨	٦,٣١	٣١	١,٤٠	٤٤	٠,٠٦	٥	١٦,٦٨	١٨	٦,١٦	٣١	١,٣٧	٤٤	٠,٠٥
٦	١٥,٩٩	١٩	٥,٧٥	٣٢	١,٢٠	٤٥	٠,٠٤	٦	١٥,٦٢	١٩	٥,٦١	٣٢	١,١٧	٤٥	٠,٠٣
٧	١٤,٩٥	٢٠	٥,٢٣	٣٣	١,٠٢	٤٦	٠,٠٢	٧	١٤,٦٠	٢٠	٥,١٠	٣٣	٠,٩٩	٤٦	٠,٠٢
٨	١٣,٩٥	٢١	٤,٧٤	٣٤	٠,٨٦	٤٧	٠,٠١	٨	١٣,٦٢	٢١	٤,٦٢	٣٤	٠,٨٤	٤٧	٠,٠١
٩	١٣,٠٠	٢٢	٤,٢٨	٣٥	٠,٧٢	٤٨	٠,٠٠٥	٩	١٢,٧٠	٢٢	٤,١٨	٣٥	٠,٧٠	٤٨	٠,٠٠٤
١٠	١٢,١٠	٢٣	٣,٨٥	٣٦	٠,٥٩	٤٩	٠,٠٠١	١٠	١١,٨١	٢٣	٣,٧٦	٣٦	٠,٥٧	٤٩	٠,٠٠١
١١	١١,٢٣	٢٤	٣,٤٥	٣٧	٠,٤٨	٥٠	٠,٠٠٠٢	١١	١٠,٩٨	٢٤	٣,٣٧	٣٧	٠,٤٧	٥٠	٠,٠٠٠١
١٢	١٠,٤١	٢٥	٣,٠٨	٣٨	٠,٣٩	٥١	٠,٠٠٠	١٢	١٠,١٦	٢٥	٣,٠١	٣٨	٠,٣٧	٥١	٠,٠٠٠
١٣	٩,٦٣	٢٦	٢,٧٤	٣٩	٠,٣٠			١٣	٩,٤٠	٢٦	٢,٦٧	٣٩	٠,٢٩		

جدول (٦٤) القيمة المحسوبة لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي للسيل (Qp (Maxi لمختلف مصادر بيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

البيانات	المـــــرئـــيـــة						نـــمـــوذج الإرتـــفـــاعـــات الـــرقـــمـــيـــة					
ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Maxi)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Maxi)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Maxi)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Maxi)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Maxi)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Maxi)
١	٧٨٤,٥٥	١٤	٣١٧,٩٢	٢٧	٨٦,٧٦	٤٠	٨,٣٥	١	٧٦٦,٢٢	١٤	٣١٠,٤٩	٢٧	٨٤,٧٣	٤٠	٨,١٥
٢	٧٣٨,٤١	١٥	٢٩٢,٨٢	٢٨	٧٦,٣٦	٤١	٦,٢٨	٢	٧٢١,١٦	١٥	٢٨٥,٩٩	٢٨	٧٤,٥٨	٤١	٦,١٢
٣	٦٩٤,١٢	١٦	٢٦٩,١٠	٢٩	٦٦,٨٣	٤٢	٤,٥٨	٣	٦٧٧,٩٠	١٦	٢٦٢,٨١	٢٩	٦٥,٢٦	٤٢	٤,٤٦
٤	٦٥١,٦٣	١٧	٢٤٦,٦٩	٣٠	٥٨,١٣	٤٣	٣,٢١	٤	٦٣٦,٤١	١٧	٢٤٠,٩٢	٣٠	٥٦,٧٦	٤٣	٣,١٣
٥	٦١٠,٩٢	١٨	٢٢٥,٥٥	٣١	٥٠,٢١	٤٤	٢,١٥	٥	٥٩٦,٦٤	١٨	٢٢٠,٢٨	٣١	٤٩,٠٣	٤٤	٢,١٠
٦	٥٧١,٩٤	١٩	٢٠٥,٦٦	٣٢	٤٣,٠٥	٤٥	١,٣٦	٦	٥٥٨,٥٧	١٩	٢٠٠,٨٦	٣٢	٤٢,٠٤	٤٥	١,٣٢
٧	٥٣٤,٦٥	٢٠	١٨٦,٩٨	٣٣	٣٦,٦٠	٤٦	٠,٧٨	٧	٥٢٢,١٥	٢٠	١٨٢,٦١	٣٣	٣٥,٧٤	٤٦	٠,٧٦
٨	٤٩٩,٠٢	٢١	١٦٩,٤٦	٣٤	٣٠,٨٤	٤٧	٠,٤٠	٨	٤٨٧,٣٥	٢١	١٦٥,٥٠	٣٤	٣٠,١١	٤٧	٠,٣٩
٩	٤٦٥,٠١	٢٢	١٥٣,٠٧	٣٥	٢٥,٧١	٤٨	٠,١٦٩	٩	٤٥٤,١٤	٢٢	١٤٩,٤٩	٣٥	٢٥,١٠	٤٨	٠,١٦٥
١٠	٤٣٢,٥٨	٢٣	١٣٧,٧٨	٣٦	٢١,١٨	٤٩	٠,٠٥٠	١٠	٤٢٢,٤٦	٢٣	١٣٤,٥٦	٣٦	٢٠,٦٨	٤٩	٠,٠٤٩
١١	٤٠١,٦٩	٢٤	١٢٣,٥٤	٣٧	١٧,٢٢	٥٠	٠,٠٠٦٣	١١	٣٩٢,٣٠	٢٤	١٢٠,٦٥	٣٧	١٦,٨٤	٥٠	٠,٠٠٦١
١٢	٣٧٢,٣١	٢٥	١١٠,٣١	٣٨	١٣,٧٩	٥١	٠,٠٠	١٢	٣٦٣,٦١	٢٥	١٠٧,٧٣	٣٨	١٣,٤٦	٥١	٠,٠٠
١٣	٣٤٤,٤٠	٢٦	٩٨,٠٧	٣٩	١٠,٨٥			١٣	٣٣٦,٣٥	٢٦	٩٥,٧٧	٣٩	١٠,٥٩		

جدول (٦٥) القيمة المحسوبة لمعادلة التدفق الأقصى المناسب للإنخفاض التدريجي للسيل Qp (Mean) لمختلف مصادر بيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

البيانات	المـــــرئـــيـــة						نـــمـــوذج الإرتـــفـــاعـــات الـــرقـــمـــيـــة							
ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mean)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mean)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mean)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mean)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mean)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mean)	ساعات T	Q_{Td} (m^3/s) Qp (Mean)
١	١٤٦,٦٦	١٤	٥٩,٤٣	٢٧	١٦,٢٢	٤٠	١,٥٦	١	١٤٢,٩٤	١٤	٥٧,٩٢	٢٧	١٥,٨٠	٤٠	١,٥٢
٢	١٣٨,٠٤	١٥	٥٤,٧٤	٢٨	١٤,٢٨	٤١	١,١٧	٢	١٣٤,٥٣	١٥	٥٣,٣٥	٢٨	١٣,٩١	٤١	١,١٤
٣	١٢٩,٧٦	١٦	٥٠,٣١	٢٩	١٢,٤٩	٤٢	٠,٨٦	٣	١٢٦,٤٦	١٦	٤٩,٠٢	٢٩	١٢,١٧	٤٢	٠,٨٣
٤	١٢١,٨٢	١٧	٤٦,١٢	٣٠	١٠,٨٧	٤٣	٠,٦٠	٤	١١٨,٧٢	١٧	٤٤,٩٤	٣٠	١٠,٥٩	٤٣	٠,٥٨
٥	١١٤,٢٠	١٨	٤٢,١٧	٣١	٩,٣٩	٤٤	٠,٤٠	٥	١١١,٣٠	١٨	٤١,٠٩	٣١	٩,١٤	٤٤	٠,٣٩
٦	١٠٦,٩٢	١٩	٣٨,٤٥	٣٢	٨,٠٥	٤٥	٠,٢٥	٦	١٠٤,٢٠	١٩	٣٧,٤٧	٣٢	٧,٨٤	٤٥	٠,٢٤
٧	٩٩,٩٥	٢٠	٣٤,٩٥	٣٣	٦,٨٤	٤٦	٠,١٥	٧	٩٧,٤١	٢٠	٣٤,٠٦	٣٣	٦,٦٦	٤٦	٠,١٤
٨	٩٣,٢٩	٢١	٣١,٦٨	٣٤	٥,٧٦	٤٧	٠,٠٨	٨	٩٠,٩١	٢١	٣٠,٨٧	٣٤	٥,٦١	٤٧	٠,٠٧
٩	٨٦,٩٣	٢٢	٢٨,٦٢	٣٥	٤,٨١	٤٨	٠,٠٣٢	٩	٨٤,٧٢	٢٢	٢٧,٨٨	٣٥	٤,٦٨	٤٨	٠,٠٣٠
١٠	٨٠,٨٧	٢٣	٢٥,٧٦	٣٦	٣,٩٦	٤٩	٠,٠٠٩	١٠	٧٨,٨١	٢٣	٢٥,١٠	٣٦	٣,٨٥	٤٩	٠,٠٠٩
١١	٧٥,٠٩	٢٤	٢٣,٠٩	٣٧	٣,٢٢	٥٠	٠,٠٠١٢	١١	٧٣,١٨	٢٤	٢٢,٥٠	٣٧	٣,١٣	٥٠	٠,٠٠١١
١٢	٦٩,٦٠	٢٥	٢٠,٦٢	٣٨	٢,٥٨	٥١	٠,٠٠	١٢	٦٧,٨٢	٢٥	٢٠,٠٩	٣٨	٢,٥١	٥١	٠,٠٠
١٣	٦٤,٣٨	٢٦	١٨,٣٣	٣٩	٢,٠٣			١٣	٦٢,٧٤	٢٦	١٧,٨٦	٣٩	١,٩٧		

(٨) حساب قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي :- ويرمز لـــه (q_p) ويتم تقديره (م^3 / ثانية) ويتم حسابه حسب الصيغة الرياضية التالية :-

بحيث يمثل :- $$q_p\ (m^3/s/km^2) = \frac{Q_p\ (m^3/s)}{A\ (km^2)} \qquad (٩)$$

$q_p\ (m^3/s/km^2)$: قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي مقاس (م^3 / ثانية) ٠

$Q_p\ (m^3/s/km^2)$: كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة (م^3 / ثانية) ٠

$A\ (km^2)$: مساحة الحوض المائي (كلم^2) ٠

ويتم حساب معادلـــة (قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي) في برنامج نظم المعلومـــات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$qp(m^3\backslash s \backslash km^2) = [Qp_m3_s] / [Basin_Area_km^2]$$

ويوضح الجدول (٦٦) القيم المحسوبة لقيمة تدفق الذروة النوعي للحوض وادي لبن محسوبة (م^3 في الثانية) ٠

---

(٩) Dubreuil .P. (1974) : Initiation à l'analyse hydrologique ; ORSTOM, Masson, paris, P. 1-216.

جدول (٦٦) كمية تدفق الذروة النوعي بحوض وادي لبن مقاسه
(م^3 / ثانية) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

q_p ($m^3/s/km^2$)					
١,٢٧	٠,٩٥	٠,٩٥	٠,٧٩	٠,٧٦	٠,٦٩
٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٥٩
٠,٤٢	٠,٤٧	٠,٥٠	٠,٥٣	٠,٥٤	٠,٥١
٠,٣١	٠,٣٨	٠,٤٢	٠,٤٥	٠,٤٧	٠,٤٥
٠,٢٥	٠,٣١	٠,٣٦	٠,٣٩	٠,٤٢	٠,٤١
٠,٢١	٠,٢٧	٠,٣١	٠,٣٥	٠,٣٨	٠,٣٧
٠,١٨	٠,٢٣	٠,٢٨	٠,٣١	٠,٣٤	
٠,١٥	٠,٢١	٠,٢٥	٠,٢٨	٤,١٤	
٠,١٤	٠,١٩	٠,٢٣	٣,٨٢	٢,٠٧	
٠,١٢	٠,١٧	٣,١٨	١,٩١	١,٣٨	
٠,١١	٢,٥٤	١,٥٩	١,٢٧	١,٠٣	
١,٩١	١,٢٧	١,٠٦	٠,٩٥	٠,٨٢	

ومن الجدول (٦٦) يتبين أن أدنى كمية تدفق للذروة النوعي قدرت (٠,١١ م^3 / ثانية)
بينما قدرت أقصى كمية تدفق لذروة النوعي (٤,١٤ م^3 / ثانية) ٠

(٩) حساب الفترة الزمنية (W_{50}) و (W_{75}) المناسبة لإرتفاع منسوب السيل (الهيدروغراف) عند مستوى (٥٠ %) و (٧٥ %) على التوالي من تدفق الذروة :- ويرمز له (W_{50}) و (W_{75}) ويتم تقديره (م^3 / ثانية)

ويتم حسابها حسب المعادلة التالية :-

$$W_{50}(hr) = \frac{5.6}{(q_p)^{1.08}} \qquad (١٠)$$

بحيث يمثل:-

$W_{50}(hr)$: الفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى (٥٠ %) محسوبة (بالساعة) ٠

5.6 : عدد ثابت ٠

q_p : قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي مقاس (م^{٣} / ثانية / كلم^{٢}) ٠

ويتم حساب معادلة (قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$W_{50}\ (hr) = 5.6 \setminus (\ qp\ )\ \wedge\ (1.08)$$

ويوضح الجدول (٦٧) القيم المحسوبة للفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى (٥٠ %) لكافة مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

---

(١٠) عبد الرحمن عبد الرحمن و جاك ماروديني (٢٠٠٣ م) ، علم حركة المياه (الهيدرولوجيا) ، منشورات جامعة حلب ، كلية الهندسة المدنية ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعي ، حلب ، سوريا ، ص ٤١٣ ٠

جدول (٦٧) الفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى
(٥٠ %) محسوبة (بالساعة) لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

W_{50}(hr)					
٨,٤٨	٧,٥٦	٧,٢٧	٥,٩٥	٥,٩٥	٤,٣٤
١٠	٩,٣٣	٩,٣٣	٩,٣٣	٩,٣٣	٩,٣٣
١١,٦٦	١٠,٩٨	١١,٢	١١,٩١	١٢,٧٢	١٤,٣٥
١٣,٣٣	١٢,٧٢	١٣,٣٣	١٤,٣٥	١٦	٢٠
١٤,٧٣	١٤,٣٥	١٥,٥٥	١٦,٩٦	٢٠	٢٥
١٦,٤٧	١٦	١٧,٥	٢٠	٢٣,٣٣	٣١
	١٨,٠٦	٢٠	٢٢,٤	٢٨	٣٧
	١,٢٠	٢٢,٤	٢٥	٣١	٤٦
	٢,٥٥	١,٣١	٢٨	٣٥	٥٠,٩٠
	٣,٩٨	٢,٧٨	١,٦٠	٤٠	٥٦
	٥,٤٣	٤,٣٤	٣,٣٩	٢,٠٥	٦٢
	٧	٥,٩٥	٥,٢٨	٤,٣٤	٢,٧٨

الجدول (٦٧) يتبين أن أدنى فترة زمنية مناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى (٥٠ %) هي (١,٢٠ساعة) أي ما يعادل (ساعة و ١٢ دقيقة) بينما قدرت أقصى فترة زمنية مناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند نفس المستوى هي (٦٢ ساعة) أي ما يعادل (يومين و١٣ ساعة و ٥٥ دقيقة) .

$$W_{75}(hr) = \frac{3.21}{(q_p)^{1.08}} \qquad (١١)$$

بحيث يمثل :-

$W_{75}(hr)$: الفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى (٧٥ %) محسوبة (بالساعة) ٠

3.21 : عدد ثابت ٠

q_p : قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي مقاس (م^{٣} / ثانية / كلم^{٢})

ويتم حساب معادلة (الفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى ٧٥ %) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$W_{75}\ (hr) = 3.21 \setminus (\ qp\ )\ \wedge\ (1.08)$$

ويوضح الجدول (٦٨) القيم المحسوبة للفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى (٧٥ %)

---

(١١) عبد الرحمن عبد الرحمن و جاك ماروديني (٢٠٠٣ م) ، **علم حركة المياه (الهيدرولوجيا)** ، منشورات جامعة حلب ، كلية الهندسة المدنية ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعي ، حلب ، سوريا ، ص ٤١٣ ٠

جدول (٦٨) الفترة الزمنية المناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى (٧٥ %)
محسوبة (بالساعة) لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

W_{75}(hr)					
٢,٤٨	٣,٤١	٣,٤١	٤,١٦	٤,٣٣	٤,٨٦
٥,٣٥	٥,٣٥	٥,٣٥	٥,٣٥	٥,٣٥	٥,٧٣
٨,٢٣	٧,٢٩	٦,٨٢	٦,٤٢	٦,٢٩	٦,٦٨
١١,٤٦	٩,١٧	٨,٢٣	٧,٦٤	٧,٢٩	٧,٦٤
١٤,٥٩	١١,٤٦	٩,٧٢	٨,٩١	٨,٢٣	٨,٤٤
١٧,٨٣	١٣,٣٧	١١,٤٦	١٠,٠٣	٩,١٧	٩,٤٤
٢١,٤	١٦,٠٥	١٢,٨٤	١١,٤٦	١٠,٣٥	
٢٦,٧٥	١٧,٨٣	١٤,٥٩	١٢,١٤	٠,٦٩٩	
٢٩,١٨	٢٠,٠٦	١٦,٠٥	٠,٧٥	١,٤٦	
٣٢,١	٢٢,٩٢	٠,٩٢	١,٥٩	٢,٢٧	
٣٥,٦٦	١,١٧	١,٩٤	٢,٤٨	٣,١١	
١,٥٩	٢,٤٨	٣,٠٢	٣,٤١	٤,٠١	

ومن الجدول (٦٨) يتبين أن أدنى فترة زمنية مناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند مستوى (٧٥ %) هي (٠,٦٩ساعة) أي ما يعـــادل (٤١ دقيقة) بينما قدرت أقـــصى فترة زمنيـــة مناسبة لإرتفاع منسوب السيل عند نفس المستوى (٣٥,٦٦ ساعة) أي ما يعادل (يوم و١١ ساعة و ٣١ دقيقة) ٠

(١٠) حساب تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة :- ويرمز لـــه (i) و ويتم تقديره (سم/ ساعة) ويتم حسابه حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$i\,(cm/hr) = \frac{1}{t_r\,(hr)} \qquad (١٢)$$

بحيث يمثل:-

$i\,(cm/hr)$: تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة محسوبة (سم / ساعة) ٠

1 : عدد ثابت ٠

$t_r\,(hr)$: الفترة الزمنية المثالية لهطول الأمطار محسوبة (الساعة) ٠

ويتم حساب معادلة (تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$i(cm\backslash hr) = 1\backslash\ [\ tr(hr)\ ]$$

ويوضح الجدول (٦٩) القيم المحسوبة لتركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة ٠

---

(١٢) Raghunath, H.M. (1991): Hydrology: principles, analysis and design; Wiley Eastern Limited, New Delhi :P.1- 482.

جدول (٦٩) حساب تركيز الأمطار المناسبة لتدفق الذروة (سم / الساعة)
(ملم / ساعة) لمختلف البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

i (cm/hr)	i (mm/hr)
٣,٥٧	٣٥,٧
١,٧٥	١٧,٥
١,١٧	١١,٧
٠,٨٧	٨,٧
٠,٧٠	٧
٠,٥٨	٥,٨
٠,٥٠	٥
٠,٤٣	٤,٣
٠,٣٩	٣,٩
٠,٣٥	٣,٥
٠,٣١	٣,١

ومن الجدول (٦٩) يتبيـــن أن أدنى كمية أمطار الضروريـــة واللازمة تم تقديرها لكي يظهر الجريان السطحي أو السيل في حـــوض وادي لبن هي (٣,١ ملم في الساعة) بينما قدرت أقصى كمية أمطار الضرورية واللازمة لكي يظهر الجريان السطحي في الحوض هي (٣٥,٧ ملم في الساعة) ٠

(١١) حساب حجم تدفق السيل في الحوض المائي :- ويرمز له (AL) و ويتم تقديره (مليون م^3/ ثانية) ويتم حسابه حسب الصيغة الرياضية التالية :-

$$AL\,(Hm^3)\,(10^6 m^3) = Q_p\,(m^3/s)\left\{T_m\,(sec.)10^{-6}\right\} \quad (١٣)$$

بحيث يمثل:-

$AL\,(Hm^3)\,(10^6 m^3)$: حجم تدفق السيل في الحوض المائي محسوب (مليون م٣ / ثانية)

$Q_p\,(m^3/s)$: التدفق الأقصى للسيل محسوب (م^3 / ثانية) ٠

$T_m\,(s)$: فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل محسوبة (الثانية) ٠

ويتم حساب معادلـــة (حجم تدفق السيل في حوض وادي لبن) في برنامـــج نظم المعلومـــات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

(أ) نحول قيمة Tm من ساعات إلى ثواني حسب الصيغة التالية : $T_m\,(s) = Tm(hr) * 60 * 60$

(ب) نستخرج قيمة $\left\{T_m\,(sec.)10^{-6}\right\}$ حسب الصيغة التالية : $T_m\,(s) * 1000000$

(ج) نطبق كامل المعادلة : $AL = Qp * [\ Tm(Sec.)10^{-6}\ ]$

ويوضح الجدول (٧٠) القيم المحسوبة لحجم تدفق السيل لحوض وادي لبن ٠

---

(١٣) PNUD-OPE (1987): Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Nord ; Projet RAB/80/011. guide maghrébin pour l'éxécution des études et des travaux de retenues collinaires. OPU, Alger : P. 1 -177.

جدول (٧٠) حساب حجم تدفق السيل في حوض وادي لبن (مليون م٣ / ثانية) لحوض وادي لبن لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

المـــــرئـــيـــة						نـــمـــوذج الإرتـــفـــاعـــات الـــرقـــمـــيـــة					
AL (Hm^3) (10^6m^3)						AL (Hm^3) (10^6m^3)					
٢٣,٠٥	١٨,٦٣	١٩,٢٩	١٧,٢٩	١٦,٩٠	١٦,٣٧	٢٢,٥١	١٨,٢٠	١٦,٦٧	١٦,٨٨	١٦,٥١	١٥,٩٩
١٢,٤٢	١٢,٨٠	١٣,٨٣	١٤,٠٨	١٥,١١	١٤,٢٧	١٢,١٣	١٢,٥٠	١٣,٥٠	١٣,٧٥	١٤,٧٦	١٣,٩٣
٨,٥٣	١٠,٣٧	١١,٢٧	١٢,٥٩	١٣,١٧	١٢,٤٨	٨,٣٣	١٠,١٣	١١	١٢,٣٠	١٢,٨٦	١٢,١٩
٦,٩١	٨,٤٥	١٠,٠٧	١٠,٩٧	١١,٥٢	١٢,٠٢	٦,٧٥	٨,٢٥	٩,٨٤	١٠,٧٢	١١,٢٥	١١,٧٤
٥,٦٣	٧,٥٥	٨,٧٨	٩,٦٠	١١,١٠	١١,٦٥	٥,٥٠	٧,٧٣	٨,٥٧	٩,٣٨	١٠,٨٤	١١,٣٨
٥,٠٣	٦,٥٨	٧,٦٨	٩,٢٥	١٠,٧٥	١١,١٢	٤,٩١	٦,٤٣	٧,٥٠	٩,٠٣	١٠,٥٠	١٠,٨٦
٤,٣٩	٥,٧٦	٧,٣٩	٨,٩٦	١٠,٢٦		٤,٢٨	٥,٦٢	٧,٢٢	٨,٧٥	١٠,٠٢	
٣,٨٤	٥,٥٤	٧,١٧	٨,٥٥	٧٤,٩٣		٣,٧٥	٥,٤١	٧	٨,٣٥	٧٣,١٨	
٣,٦٩	٥,٣٧	٦,٨٤	٦٩,١٦	٤٠,٣٧		٣,٦١	٥,٢٥	٦,٦٨	٦٧,٥٥	٣٩,٤٣	
٣,٥٨	٥,١٣	٥٧,٦٣	٣٧,٢٧	٢٧,٧٥		٣,٥٠	٥,٠١	٥٦,٢٩	٣٦,٤٠	٢٧,١٠	
٣,٤٢	٤٦,١١	٣١,٠٦	٢٥,٦١	٢٢,٤٧		٣,٣٤	٤٥,٠٣	٣٠,٣٣	٢٥,٠١	٢١,٩٥	
٣٤,٥٨	٢٤,٨٤	٢١,٣٤	٢٠,٧٥	١٨,٣١		٣٣,٧٧	٢٤,٢٦	٢٠,٨٤	٢٠,٢٦	١٨	

من الجدول (٧٠) يتبين أن أدنى حجم لتدفـــق السيل في حوض وادي لبن والذي تم حسابـــه (مليون م٣ / ثانيـــة) كان (٣,٤٢ مليون م٣ / ثانية ، ٣,٣٤ مليون م٣ / ثانية) على التوالي بالنسبة لمصادر البيانات في قاعدة بيانـــات حوض وادي لبن بينما قـــدرت أقصى حجم لتدفق السيل في الحـــوض هي (٧٤,٩٣ مليون م٣ / ثانية ، ٧٣,١٨ مليون م٣ / ثانية) على التوالي لنفس مصادر البيانات ٠

(١٢) حساب سمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل في الحوض المائي

:- ويرمز له (E) ويتم تقديره (ملم) ويتم حسابه حسب الصيغة الرياضية التالية:-

$$E\,(mm) = Q_p max\,(m^3/s)\left[(T_m(sec.) \times 10^{-3})\,(S^{-1}\,(km^2)\right] \quad (١٤)$$

بحيث

يمثل:-

$E\,(mm)$: سمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل (ملم) ٠

$Q_p max\,(m^3/s)$: قيمة كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي مقاسة (م^٣ / ثانية)

Q_p حيث تعني Max قيمة (Mean ، Maxi ، Mini)

$T_m(sec.)$: فترة الإرتفاع التدريجي لتدفق السيل محسوبة (الثانية) ٠

S : مساحة الحوض محسوبة (كلم٢) ٠

ويتم حساب معادلة (سمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل في الحوض المائي) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

---

(١٤) Raghunath, H.M. (1991): Hydrology: principles, analysis and design ; Wiley Eastern Limited, New P. 1- 482.

(أ) نستخدم قيمة Tm المحولة من ساعات إلى ثواني حسب الصيغة التالية :

$$(T_m(sec.) = Tm(hr) * 60 * 60$$

(ب) نطبق كامل المعادلة للقيم الثلاثة حسب الصيغ التالية :

$$E = Qp\ (Mini) * [\ Tm(Sec.)10^{-3} / [\ Basin_Area_km^2] \quad -١$$

$$E = Qp\ (Maxi) * [\ Tm(Sec.)10^{-3} / [\ Basin_Area_km^2] \quad -٢$$

$$E = Qp\ (Mean) * [\ Tm(Sec.)10^{-3} / [\ Basin_Area_km^2] \quad -٣$$

ويوضح الجدول (٧١) القيم المحسوبة لسمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل في حوض وادي لبن والمقدرة (ملم) ٠

جدول (٧١) القيم المحسوبة لسمك أو عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	E (mm)		
	$Q_p max\ (m^3/s)$ Mini	$Q_p max\ (m^3/s)$ Maxi	$Q_p max\ (m^3/s)$ Mean
مرئية Ikonos بوضوح ١متر	١٠,٥٤	٣٧٧,٠٦	٧٠,٤٨
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM بدقة ٢٠متر	١٠,٥٤	٣٧٦,٩٠	٧٠,٣١
الفارق	صفر	٠,١٦	٠,١٧
نسبة الفارق	صفر	% ٠,٠٤	% ٠,٢٤

ومن خلال جدول (٧١) يتبين أن أقل سمك لمياه الجريان السطحي والمناسب لكمية التدفق الأقصى بلغ (١٠,٥٤ ملم) لكافة مصادر بيانـــات قاعـــدة بيانات حوض وادي لبن بينما كانت أكبر سمك لمياه الجريان السطحي المناسب لكمية التدفق الأقصى هو (٣٧٧,٠٦) لبيانات المرئيـــة و (٣٧٦,٤٤) لنموذج الإرتفاعات الرقمية DEM في قاعدة بيانات حوض وادي لبن وكذلك نلاحظ انخفض الفارق ونسبته بين مختلف مصادر البيانات مما يدل على دق المصدرين في حساب تلك المعادلات ٠

(١٣) **حساب قوة السيل في الحوض المائي** :- ويرمز له (A) ويتم حسابه حسب المعادلة التالية:-

$$A = \frac{Q_p\ (m^3/s)}{\sqrt{A\ (km^2)}} \qquad (١٥)$$

بحيث يمثل :-

A : معامل قوة السيل ٠

$Q_p\ (m^3/s)$: كمية التدفق الأقصى للسيل محسوب (م^٣ / الثانية) ٠

$A\ (km^2)$: مساحة الحوض المائي (كلم^٢) ٠

ويتم حساب معامل (قوة السيل في الحوض المائي) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة الرياضية التالية :-

A= Qp \ Sqr [Basin_Area_km^2]

ويوضح الجدول (٧٢) القيم المحسوبة لمعامل قوة السيل في حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات ٠

---

(١٥) Raghunath, H.M. (1991): Hydrology: principles, analysis and design ; Wiley Eastern Limited, New P. 1- 482.

جدول (٧٢) القيمة المحسوبة لمعامل قوة السيل لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

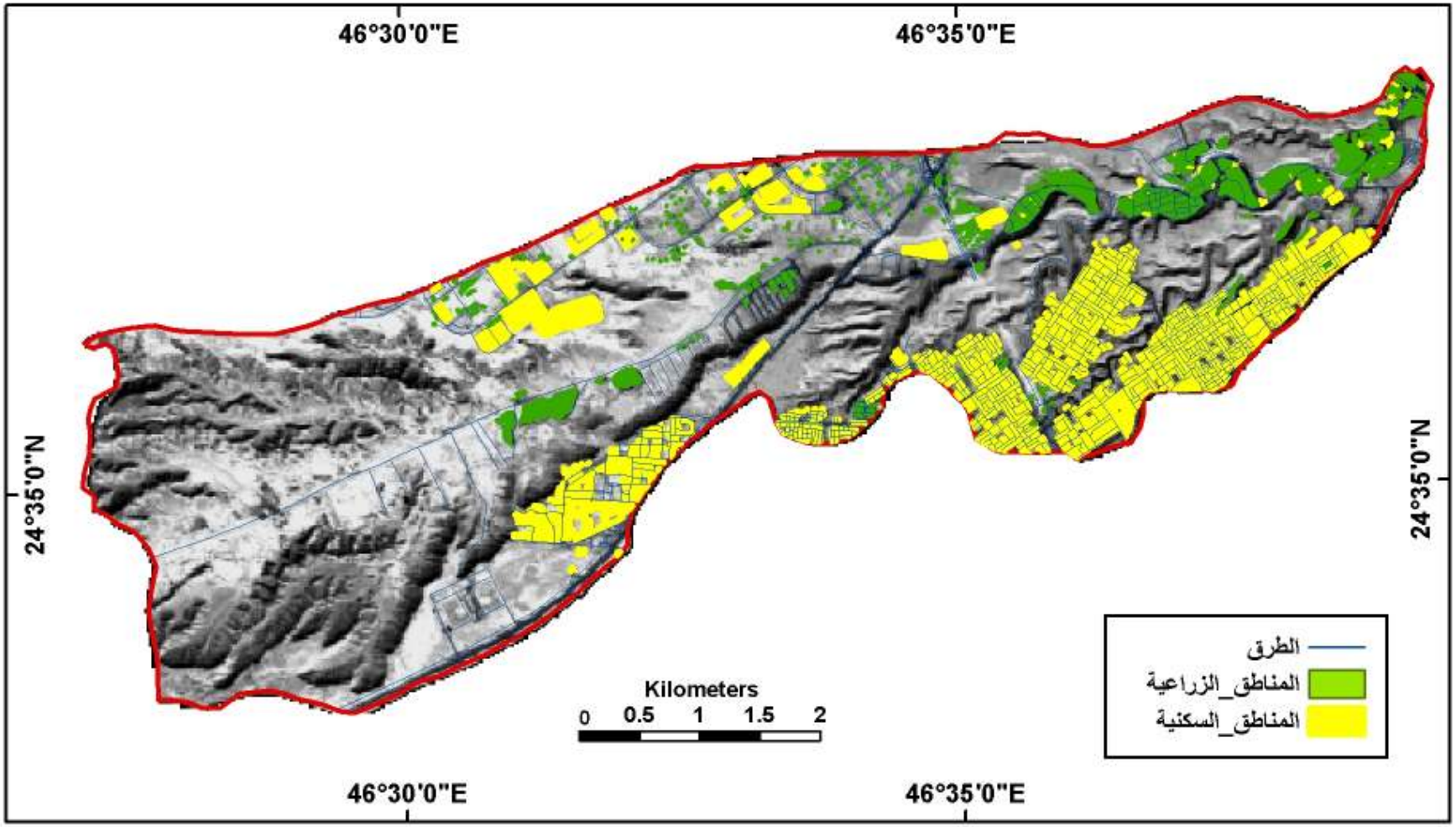
معامل قوة السيل (A)											
المـــــرئـــيـــة						نـــمـــوذج الإرتـــفـــاعـــات الرقـــمـيـــة					
١٨,٠٦	١٣,٥٤	١٣,٥٤	١٥,٠٥	١٣,٥٤	١١,٧٤	١٧,٨٤	١٣,٣٩	١١,٩٠	١١,١٦	١٠,٧١	٩,٦٨
٩,٠٣	٩,٠٣	٩,٠٣	١١,٢٩	١٠,٨٣	٩,٧٨	٨,٩٢	٨,٩٢	٨,٩٢	٨,٩٢	٨,٩٢	٨,٢٩
٦,٠٢	٦,٧٧	٧,٢٢	٩,٠٣	٩,٠٣	٨,٣٨	٥,٩٥	٦,٦٩	٧,١٤	٧,٤٤	٧,٦٥	٧,٢٥
٤,٥١	٥,٤١	٦,٠٢	٧,٥٤	٧,٧٤	٧,٣٣	٤,٤٦	٥,٣٥	٥,٩٥	٦,٣٧	٦,٦٩	٦,٤٤
٣,٦١	٤,٥١	٥,١٦	٦,٤٥	٦,٧٧	٦,٥٢	٣,٥٧	٤,٦٧	٥,١٠	٥,٥٨	٥,٩٥	٥,٨٠
٣,٠١	٣,٨٧	٤,٥١	٥,٦٤	٦,٠٢	٥,٨٧	٢,٩٧	٣,٨٢	٤,٤٦	٤,٩٦	٥,٣٥	٥,٢٧
٢,٥٨	٣,٣٨	٤,٠١	٥,٠١	٥,٤١	٥,٣٣	٢,٥٥	٣,٣٤	٣,٩٦	٤,٤٦	٤,٨٧	
٢,٢٥	٣,٠١	٣,٦١	٤,٥١	٤,٩٢		٢,٢٣	٢,٩٧	٣,٥٧	٤,٠٥	٥٨,٠٣	
٢	٢,٧٠	٣,٢٨	٤,١٠	٥٨,٦٧		١,٩٨	٢,٦٧	٣,٢٤	٥٣,٥٧	٢٩,٠١	
١,٨٠	٢,٤٦	٤٥,١٦	٤٥,١٩	٢٩,٣٥		١,٧٨	١٤,٠١	٤٤,٦٤	٢٦,٧٨	١٩,٣٤	
١,٦٤	٣٦,١٣	٧,٢٢	٢٧,٠٩	١٩,٥٧		١,٦٢	٣٥,٧١	٢٢,٣٢	١٧,٨٥	١٤,٥٠	
٢٧,٠٩	١٨,٠٦	٢٢,٥٨	١٨,٠٦	١٤,٦٧		٢٦,٧٨	١٧,٨٥	١٤,٨٨	١٣,٣٩	١١,٦٨	

ومن الجدول (٧٢) يتبين أن أدنى قيمة لمعامل قوة السيل في حوض وادي لبن والذي كانت (١,٦٤ ، ١,٦٢) على التوالي بالنسبة لمصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن بينما كانت أعلى قيمة لمعامل قـــوة السيل في الحوض (٥٨,٦٧ ، ٥٨,٠٣) على التوالي لنفس مصادر البيانات ٠ وتتمثل المناطق المعرضة لخطر السيول في حوض وادي لبن في الحوض الأوسط والسفلي ولذلك لأنها تمثل المنطقة الأقل إنحداراً في الحـــوض والتي تتجمع فيها مجمل مياه شبكة التصريف لحوض وادي لبن ونظراً لأن تلك المنطقـــة هي الأكثر صلاحية لامتداد العمراني فهي من أكثر المناطق خطـــورة وتهديد بخطر السيول وتـــهديد لحياة السكـــان حيث تنتشر في الحوض الأوسط والسفلي المناطق العمرانيـــة لانبساط الأرض والمزارع لخصوبـــة التربة ويوضح الشكل (٨٠) استخدامات الأرض في منطقـــة الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن والتي تكون عرضة لتهديد السيول في حالة ما إذا حدث جريان سطحي سبب فيضان المجاري المائيـــة وغمر تلك المناطق المتمثلة في المناطق السكنية لكل من عريجاء وظهرة البديعـــة حي طويق جنوب الوادي ظهرة أوبرة وظهرة لبن وهجرة لبن شمال الوادي والمناطق الزراعيـــة المتمثلة في المزارع المنتشرة في بطن الوادي ٠

وعلى ضوء ذلك يمكن وضع بعض المقترحات لتفادي خطر حدوث السيول في منطقة حوض وادي لبن على النحو التالي :-

(١) منع إقامة المباني والمنشآت والمزارع في مجاري الأودية التي تغمرها المياه أثناء حدوث السيول ٠
(٢) منع رمي مخلفات المباني في مجاري الأودية والعمل على مراقبتها وتنظيفها باستمرار ٠
(٣) الأخذ في الاعتبار كميات السيول ومعرفـــة مساراتـــها عند وضع المشاريع كالطرق والأنفاق والجسور وعدم رفع مستوى الطرق كثيراً حتى لا تشكل حاجزاً للسيول ٠
(٤) إنشاء مجاري وقنوات لتصريف مياه الأمطار والسيول خاصة في المناطق العمرانية ٠
(٥) وضع حواجز قليلة الإرتفـــاع على المجاري الأوديـــة التي تشكل السيول فيها خطراً لتخفيف سرعة جريـــان السيول والحد من خطرها على المناطق التي تمر بها ٠
(٦) إنشاء السدود بأنواعها على المجاري والروافد ذات المناطق الخطرة والتي تكون كمية التصريف فيها مرتفعـــة وذلك للوقاية من خطر السيول وكذلك الاستفادة من تلك المياه ٠

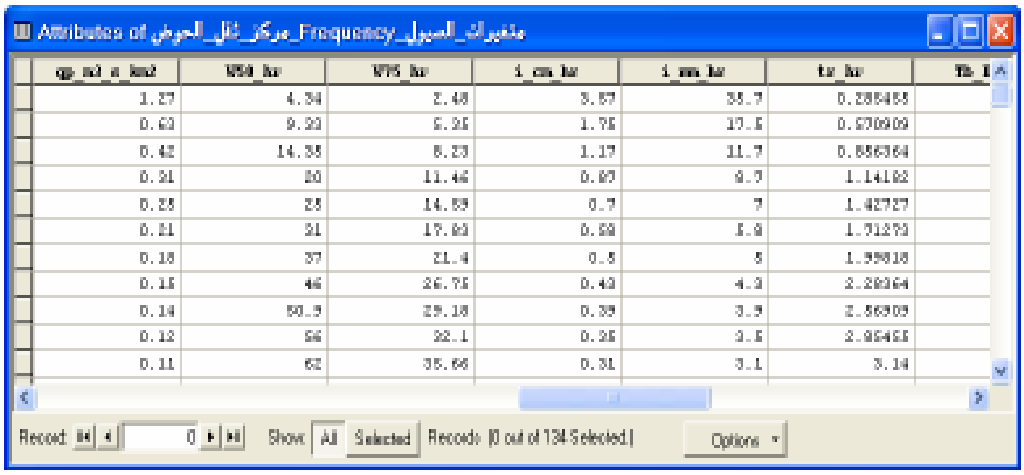
شكل (٨١) خريطة استخدامات الأرض في الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي(Ikonos)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم مساحة الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م ،

ويوضح الشكل (٨٢) القيم المحسوبة لمعادلات تقدير حجم تدفـــق السيول لنموذج سنايدر Snyder's Model في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

شكل (٨٢) نافذة القيم المحسوبة لمعادلات تقدير حجم السيول في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



ومن خلال تلك الجداول المفهرسة الموجودة في قاعدة البيانات نستطيع استخراج القيم الإحصائية للقيم المحسوبة كنتيجة نهائية لنموذج سنايـــدر Snyder's Model والتي تشمل (أعلى قيمة ، أدنى قيمة ، المتوسط) والجدول (٧٣ ، ٧٤) يوضح تلك القيم الإحصائية ٠

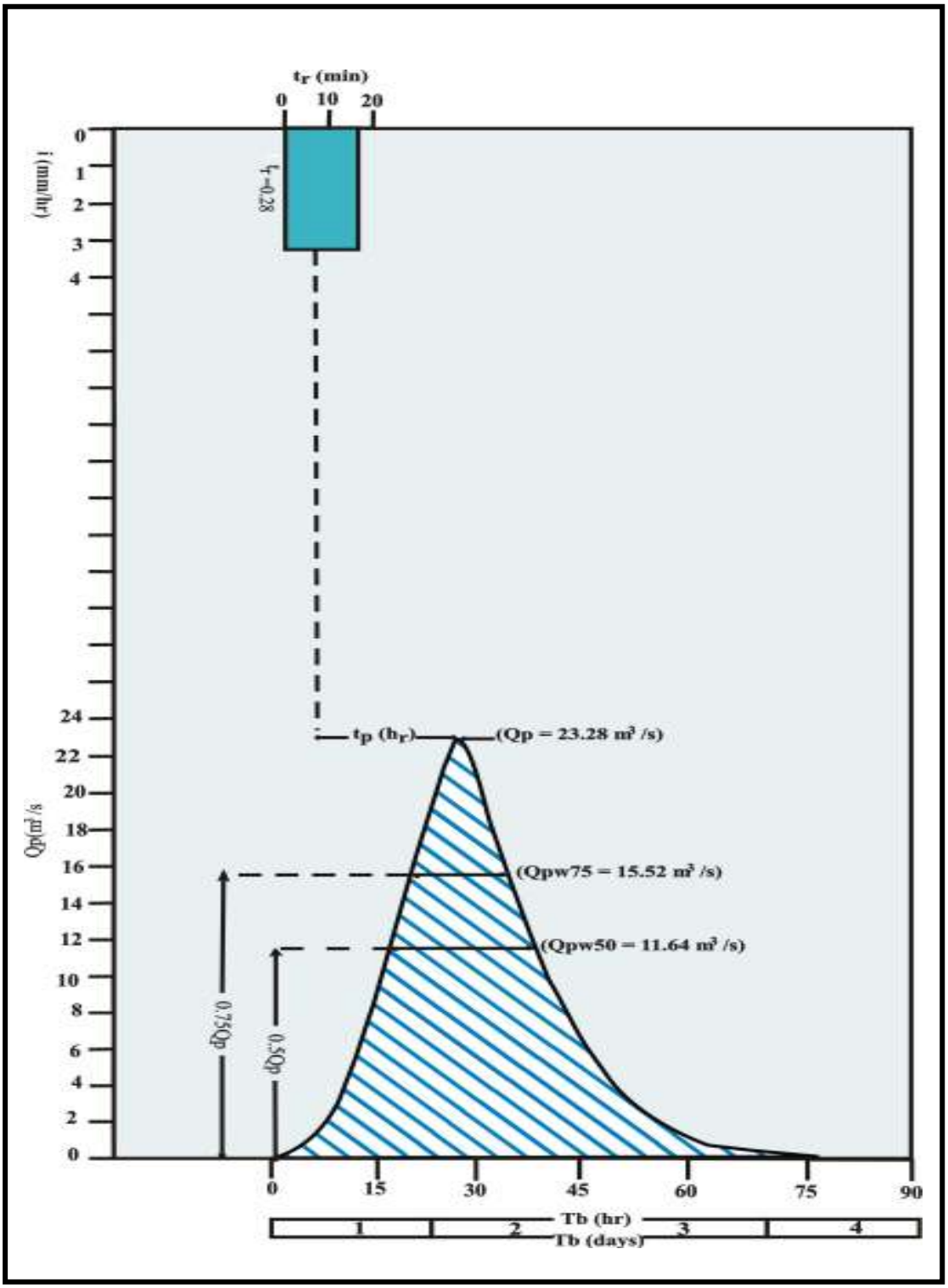
جدول (٧٣) القيم الإحصائية لكافة القيم المحسوبة لنموذج سنايدر Snyder's Model لتقدير حجم تدفق السيول لحوض وادي لبن لبيانات المرئية

Mean	Maxi	Mini	Snyder`s Model	Mean	Maxi	Mini	Snyder`s Model
٥,٨٤	٣٥,٧	٣,١٨	i (mm)	٩,٤٢	١٧,٢٧	١,٥٧	tp (hr)
١٨,٦٦	١٢٣,٤٩	٢,١٢	AL ($10^6 m^3$)	١٥٥,٦٤	٨٣٢,٥٧	٢٣,٢٨	Qp (m^3\s)
٩٢,٧٨	٦١٤,٠٦	١٠,٥٤	E (mm)	١,٧١	٣,١٤	٠,٢٨	tr (hr)
١٠,٩٧	٥٨,٧١	١,٦٤	A	٤,١٧	٥,١٥	٣,١٩	Tb (day)
				١٠٠	١٢٣,٦٠	٧٦,٠٠	Tb (hr)
				٣٣,٣٠	٤١,٢٠	٢٥,٣٠	Tm (hr)
				٦٦,٧٠	٨٢,٤	٥١,٧	Td (hr)
				٠,٧٧	٤,١٤	٠,١٢	qp (m^3\km^2)
				٧,٤٣	٥٥,٢٩	١,٢١	W50 (hr)
				٤,٢٦	٣١,٦٩	٠,٦٩	W75 (hr)

جدول (٧٤) القيم الإحصائية لكافة القيم المحسوبة لنموذج سنايدر Snyder's Model لتقدير حجم تدفق السيول لحوض وادي لبن لبيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM

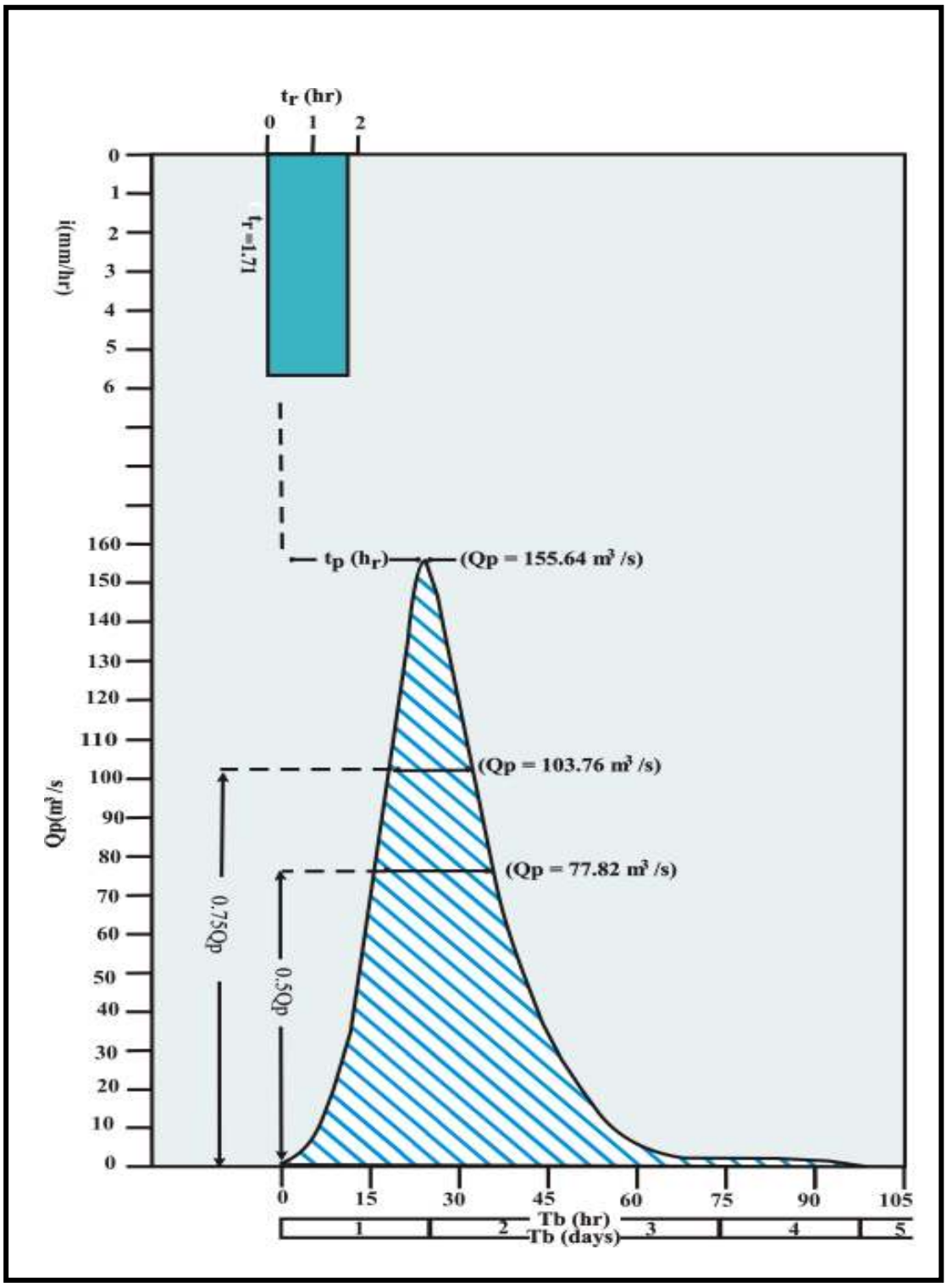
Mean	Maxi	Mini	Snyder`s Model	Mean	Maxi	Mini	Snyder`s Model
٥,٨٤	٣٥,٧	٣,١٨	i (mm)	٩,٤٢	١٧,٢٧	١,٥٧	tp (hr)
١٨,١٨	١٢٠,٦٠	٢,٠٧	AL ($10^6 m^3$)	٥١,٦٩	٨١٣,١٢	٢٢,٧٤	Qp (m^3\s)
٩٢,٥٩	٦١٤,٠٦	١٠,٥٤	E (mm)	١,٧١	٣,١٤	٠,٢٨	tr (hr)
١٠,٨٢	٥٨,٠٢	١,٦٢	A	٤,١٧	٥,١٥	٣,١٩	Tb (day)
				١٠٠	١٢٣,٠٠	٧٦,٠٠	Tb (hr)
				٣٣,٢٧	٤١,٠٠	٢٥,٠٠	Tm (hr)
				٦٦,٧٠	٨٢,٤	٥٠,٧	Td (hr)
				٠,٧٦	٤,١٤	٠,١١	qp (m^3\km^2)
				٧,٤٣	٥٥,٢٩	١,٢١	W50 (hr)
				٤,٢٦	٣١,٦٩	٠,٦٩	W75 (hr)

الشكل (٨٣) هيدروغراف تدفق الذروة الأدنى لسيول حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



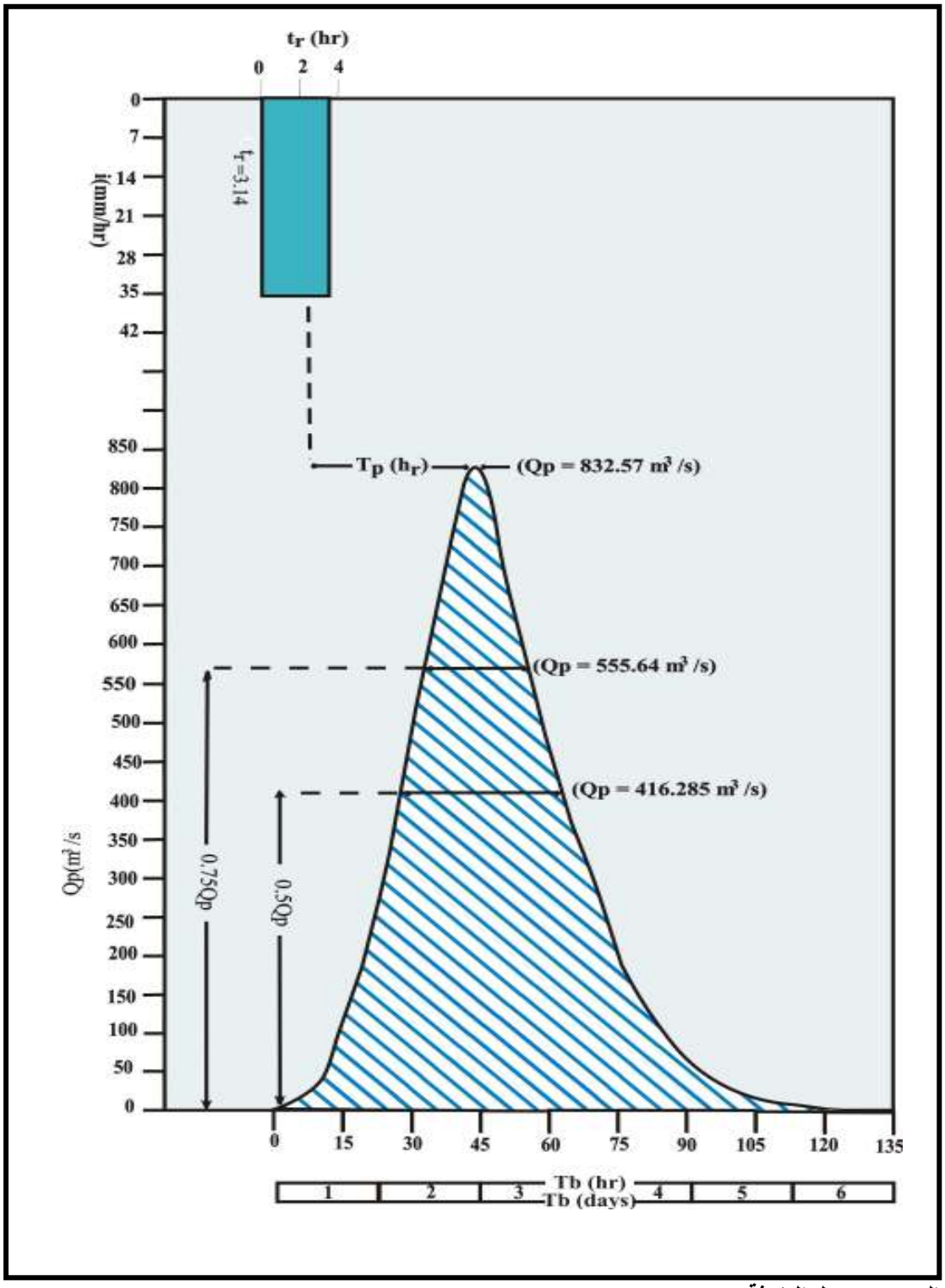
المصدر : عمل الباحثة .

الشكل (٨٤) هيدروغراف متوسط تدفق الذروة لسيول حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



المصدر : عمل الباحثة .

الشكل (٨٥) هيدروغراف تدفق الذروة الأقصى لسيول حوض وادي لبن لمختلف مصادر البيانات في قاعدة بيانات حوض وادي لبن



المصدر : عمل الباحثة .

الخصائص الهيدرولوجية لسيول حوض وادي لبن :-

تتميز سيول حوض وادي لبن وروافده بخصائص هيدرولوجية مهمة يمكن الاستفادة منها لتجنب أخطار هذه السيول وإقامة السدود لتخزين مواردها المائية السطحية ٠ وتتلخص أهم هذه الخصائص الهيدرولوجية في ما يلي :- (جدول ٧٢، ٧٣) ٠

(أ) قيمة تدفق السيول Qp (m^3\s) :-

(١) يصل تدفق الذروة الأقصى لسيول حوض وادي لبن المناسب لمعامل (Ct = ٠,٢) و معامل (Cp = ٦,٥) إلى (٨٣٢,٥٧ م^3 / ثانية) من بيانات المرئية الفضائية كما في جدول (٧٣) بينما يصل إلى (٨١٣,١٢ م^3 / ثانية) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) في جدول (٧٤)

(٢) يبلغ متوسط تدفق الذروة لسيول حوض وادي لبن المناسب لمعامل (Ct = ١,٢) و معامل (Cp = ٤,٢) إلى (١٥٥,٦٤ م^3 / ثانية) من بيانات المرئية الفضائية كما في جدول (٧٣) بينما يصل إلى (١٥١,٦٩ م^3 / ثانية) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM كما في جدول (٧٤)

(٣) يصل تدفق الذروة الأدنى لسيول حوض وادي لبن المناسب لمعامل (Ct = ٢,٢) و معامل (Cp = ٢,٠) إلى (٢٣,٢٨ م^3 / ثانية) من بيانات المرئية الفضائية كما في جدول (٧٣) بينما يصل إلى (٢٢,٧٤ م^3 / ثانية) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM كما في جدول (٧٤)

(ب) قيمة حجم السيل (AL ($10^6 m^3$:-

(١) يصل حجم السيل الأقصى لحوض وادي لبن إلى (١٢٣,٤٨ مليون م^3) من بيانات المرئية الفضائية بينما يصل إلى (١٢٠,٦٠ مليون م^3) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM٠

(٢) يصل متوســـط حجم السيل لحوض وادي لبن إلى (١٨,٦٥ مليون م^{٣}) من بيانـــات المرئية الفضائية بينما يصل إلى (١٨,١٨ مليون م^{٣}) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقميةDEM ٠

(٣) يصل حجم السيل الأدنى لحوض وادي لبن إلى (٢,١٢ مليون م^{٣}) من بيانات المرئية الفضائية بينما يصل إلى (٢,٠٧ مليون م^{٣}) من بيانـــات نموذج الإرتفاعـــات الرقميـــة DEM ٠

(ج) قيمة سمك أو عمق الجريان السطحي E (mm) :-

(١) يبلغ سمك الجريان السطحي الأقصى لسيول حوض وادي لبن إلى (٦١٤,٠٦ ملم) من بيانات المرئية الفضائية وكذلك بنفس القيمة لبيانـــات نموذج الإرتفاعـــات الرقميـــة DEM ٠

(٢) يبلغ متوســـط سمك الجريان السطحي لسيول حوض وادي لبن إلى (٩٢,٧٨ ملم) من بيانات المرئية الفضائية بينما يصل إلى (٩٢,٥٩ ملم) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM٠

(٣) يبلغ سمك الجريـــان السطحي الأدنى لسيول حوض وادي لبن إلى (١٠,٥٤ملم) من بيانات المرئية الفضائية وكذلك بنفس القيمة لبيانـــات نموذج الإرتفاعـــات الرقميـــة DEM ٠

(هـ) معامل قوة السيل A :-

(١) يبلغ قوة السيل الأقصى لحوض وادي لبن إلى (٥٨,٧١) من بيانات المرئية الفضائية بينما يصل إلى (٥٨,٠٢) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM٠

(٢) يبلغ متوسط قوة السيل لحوض وادي لبن إلى (١٠,٩٧) من بيانات المرئية الفضائية بينما يصل إلى (١٠,٨٢) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM٠

(٣) يبلغ قوة السيل الأدنى لحوض وادي لبن إلى (١,٦٤) من بيانات المرئية الفضائية بينما يصل إلى (١,٦٢) من بيانات نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM٠

(٢) أضرار بيئية بشرية :-

(أ) مكبات النفايات ومخلفات البناء :- من خلال استعراض الآثار البيئية المضرة والناتجة عن أماكن تجمع النفايات وما لها من أثار سلبية على منطقة الدراسة متمثلة في الآثار الصحية على سكان حوض وادي لبن والمنظر الغير حضاري الذي أدى إلى تشويه الحوض إضافة إلى أثار تلك النفايات على تربة الحوض لذلك كان لابد من حصرها وتحديد موقعها ليتسنى معالجتها وإيجاد الحلول لها ٠

ومن خلال العمل الميداني فقد قامت الباحثة بتصوير مواقع مكبات النفايات ومخلفات البناء كما هو الصورة رقم (٢٩) و (٣٠) والتي توضح تلك النفايات وشكلها الغير حضاري في المناطق السكنية التي تنتشر بالقرب من حوض وادي لبن والتي تقع أغلبها في منطقة العريجاء السكنية ٠

صورة رقم (٢٩) مكبات النفايات في وادي لبن

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٧هـ

صورة رقم (٣٠) مخلفات البناء في وادي لبن القريبة من الامتداد العمراني

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٧هـ

وقامت الباحثة كذلك بتحديد مواقع تلك النفايات من خلال العمل الميداني وتم رصد مواقع تلك المكبات مستخدمة وسائل وأجهزة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والمتمثلة في جهاز تحديد المواقع (Global Positioning System) (GPS) الذي يعتبر من أهم التقنيات المساحية الحديثة والدقيقة لرصد بيانات الإحداثيات للظاهرات الجغرافية المختلفة .

جهاز (GPS) عبارة عن جهاز رصد إحداثيات وارتفاع نقطة ما ، وهو يعمل على الاتصال بالأقمار الصناعية لتسجيل تلك الإحداثيات والمسافات التي تفصل بينها والزمن اللازم للوصول لتلك المناطق المحددة إحداثياتها حسب سرعة الوسيلة المستخدمة للوصول .(بتصرف من ، الربيش ، ٢٠٠٢م ، ص ص ٥ ، ٦)

وقد قامت الباحثة بمسح وتحديد مواقع مكبات النفايات ومخلفات البناء لمنطقة الدراسة بجهاز (GPS) اليدوي نوع (GARMIN) والذي يضم (12 CHANNEL) بمعنى أنه يمكنه الاتصال (١٢ قمر صناعي) والتي شملت المواقع التالية الموضحة في جدول رقم (٧٥) .

جدول (٧٥) يوضح موقع مكبات النفايات من قراءات جهاز GPS

التسلسل	إحداثيات المنطقة X	إحداثيات المنطقة Y
١	٠ً ٣٦َ ٤٦ْ	٦ً ٣٥َ ٢٤ْ
٢	٣ً ٣٥َ ٤٦ْ	٣ً ٣٦َ ٢٤ْ
٣	٢ً ٣٥َ ٤٦ْ	٧ً ٣٦َ ٢٤ْ
٤	٨ً ٣١َ ٤٦ْ	٨ً ٣٥َ ٢٤ْ
٥	٩ً ٣١َ ٤٦ْ	٩ً ٣٥َ ٢٤ْ
٦	٨ً ٣٤َ ٤٦ْ	٨ً ٣٦َ ٢٤ْ
٧	٣ً ٣٦َ ٤٦ْ	٢ً ٣٧َ ٢٤ْ
٨	١ً ٣٦َ ٤٦ْ	٠ً ٣٧َ ٢٤ْ
٩	٦ً ٣١َ ٤٦ْ	٨ً ٣٥َ ٢٤ْ
١٠	٦ً ٣١َ ٤٦ْ	٢ً ٣٥َ ٢٤ْ

وعلى ضوء ذلك يمكن وضع بعض المقترحات : -

(١) اعتماد شبكة المجاري المائيـــــة لحوض وادي لبن المنتجة بواسطة نظم المعلومات الجغرافية وذلك لتحديد مسارات الأودية الأكثر تأثراً بعملية الجريان وحدوث السيول لمعرفة وتحديد ما إذا كانت هذه الأودية ضمن المجاري التي ردمت بتلك النفايات والعمل على إزالتها ٠

(٢) استخدام مرئيات تقنية الاستشعار عن بعد في مراقبـــة مجاري الأودية من النفايات والعمل على إزالتها باستمرار ٠

(ب) الحفر الناتجة عن نقل التربات والكسارات :- لقد ساعد جهاز تحديد المواقع (GPS) الذي استخدمته الباحثـــة في تحديد مناطق الحفر الطبيعية الناتجـــة عن الخسف الأرضي لتأثير المياه على

طبقات الحجر الجيري السفلي لحوض وادي لبن والحفر الاصطناعية الناتجة عن نقل التربات وأعمال الكسارات وتعييـــن إحداثياتـــها لتسنى إسقاطها وتحديد مواقـــعها في الحوض ويوضح جدول (٧٦) إحداثيات تلك الحفر .

جدول (٧٦) موقع الحفر الغائرة من قراءات جهاز GPS

التسلسل	ID	إحداثيات المنطقة X	إحداثيات المنطقة Y
١	٢	٤٦° ٣٢' ١٣"	٢٤° ٣٥' ٥٦"
٢	٣	٤٦° ٣٢' ٤٨"	٢٤° ٣٥' ٤٤"
٣	٤	٤٦° ٣٢' ٢٠"	٢٤° ٣٥' ٢٣"
٤	٥	٤٦° ٣٢' ٣٥"	٢٤° ٣٥' ٥٠"
٥	٦	٤٦° ٣٢' ١٢"	٢٤° ٣٦' ٤١"
٦	٧	٤٦° ٣٠' ٨"	٢٤° ٣٤' ٣٨"
٧	٨	٤٦° ٣٠' ١٤"	٢٤° ٣٥' ٣٤"
٨	١٠	٤٦° ٢٨' ٤٣"	٢٤° ٣٤' ٥٠"
٩	١١	٤٦° ٢٩' ٣١"	٢٤° ٣٥' ٢٠"
١٠	١٢	٤٦° ٢٨' ٢٣"	٢٤° ٣٤' ٤٥"
١١	١٣	٤٦° ٢٨' ٥٨"	٢٤° ٣٤' ٥٠"
١٢	١٤	٤٦° ٣٠' ٥٤"	٢٤° ٣٤' ٥٥"
١٣	١٥	٤٦° ٣١' ٣٠"	٢٤° ٣٤' ٥٦"
١٤	١٦	٤٦° ٣٠' ٥٠"	٢٤° ٣٤' ٥٦"
١٥	١٨	٤٦° ٣١' ٢٤"	٢٤° ٣٥' ٥٠"
١٦	١٩	٤٦° ٣١' ٥٠"	٢٤° ٣٥' ٣٩"
١٧	٢٠	٤٦° ٣١' ٥٩"	٢٤° ٣٥' ١٧"
١٨	٢١	٤٦° ٣٠' ٣٦"	٢٤° ٣٤' ٤٧"
١٩	٢٢	٤٦° ٣٠' ٢٠"	٢٤° ٣٣' ٥٩"
٢٠	٢٣	٤٦° ٣٢' ٢٦"	٢٤° ٣٥' ٥٨"
٢١	٢٤	٤٦° ٣١' ١٥"	٢٤° ٣٦' ٢٠"
٢٢	٢٥	٤٦° ٣٣' ٢٧"	٢٤° ٣٥' ٥٨"
٢٣	٢٦	٤٦° ٣٠' ٥٩"	٢٤° ٣٦' ٥٦"

ولقد احتوت بعضها على مياه الأمطار ومياه جريان السيول حتى أن بعضها أصبح منطقة ترويحية لسكان منطقة غرب الرياض وتوضح الصور (٣١) ، (٣٢) ، (٣٣) ، (٣٤) تلك الحفر في حوض وادي لبن ٠

صورة رقم (٣١، ٣٢) الحفر الطبيعية والاصطناعية الممتلئة بمياه الأمطار وجريان السيول

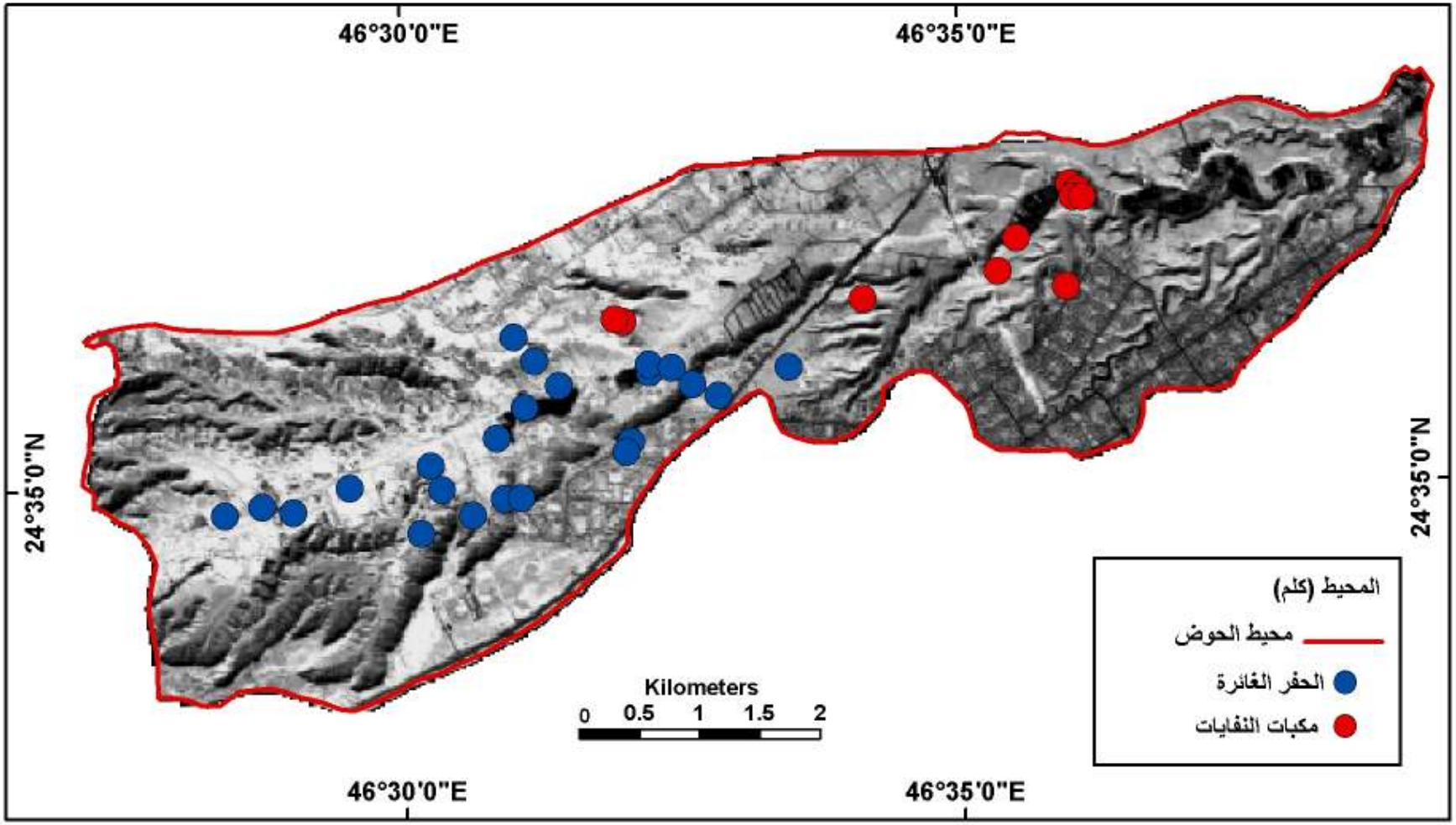
تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٨هـ

صورة رقم (٣٣، ٣٤) الحفر الطبيعية والاصطناعية الممتلئة بمياه الأمطار وجريان السيول

تصوير الباحثة : ١٤٢٨/٣/١٨هـ

ومن أجل توضيح تلك المواقع على مرئيـــة الدراسة تم إسقـــاط قراءات جهاز GPS لمواقع مكبات النفايات والحفر على طبقة نقطيـــة تم من خلالها تحرير جميع تلك المواقع ومن ثم عمل (Overlay) بين الطبقة النقطيـــة لكلاً من مواقع مكبات النفايات والحفر وبين مساحة حوض وادي لبن كما هو موضح من الشكل رقم (٨٦)٠

شكل (٨٦) خريطة الأضرار البيئية في الحوض الأوسط والسفلي لحوض وادي لبن اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Ikonos)



الربط والمعالجة والاقتطاع ورسم مساحة الحوض من عمل الباحثة بالإعتماد على مرئية الرياض الجزء الغربي للقمر الصناعي (Ikonos) بدرجة وضوح مكاني (١متر) ، إدارة المساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، ١٩٩٩م ،

الفصل السادس

(الخاتمة والنتائج والتوصيات)

أولاً : الخلاصة :-

لقد أصبحت نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System) (GIS) واحدة من أهم أدوات البحث العلمي في وقتنا المعاصر ، حيث ارتبطت بكل المواضيع التي تمثل ظاهرة ما (Feature) تشغل حيزاً مكانياً بمختلف أبعادها وصفاتها وأنواعها ٠

حيث تقدم نظم المعلومات الجغرافية نماذج علمية ترتكز على نتائج دقيقة يمكن الاعتماد عليها بدلاً من الطرق التقليدية بحيث أستطاع الإنسان أن يوظفها لإنجاز الكثير من الدراسات الطبيعية والبشرية لمختلف جوانب الحياة ٠

ولقد هدفت هذه الدراسة بصورة عامة العمل على إظهار إمكانية برامج نظم المعلومات في بناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية لحوض وادي لبن ثم الاستعانة بتطبيقات النظم المختلفة لتطبيق واستخراج المعادلات المورفومترية المحددة في هذه الدراسة ، وذلك من أجل التوصل إلى القيم المحسوبة لمختلف الخصائص المورفومترية ٠

ولقد تم توضيح دور نظم المعلومات الجغرافية استناداً لأهداف الدراسة وفق أسس ومنهجية رياضية للتحليل المورفومتري حيث استخدم فيها أدوات التحليل (Spatial Analyst Tools - Hydrology) المتوفرة في المستوى (Toolbox) والخروج بهذه الدراسة بمخرجات تمثلت في خرائط رقمية مورفومترية دقيقة اعتمدت على مصادر بيانات ذات وضوح مكاني عالي شملت مرئية المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة ذات الوضوح المكاني (١م) ومقياس رسم (١ : ٦٠٠٠) نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لحوض وادي لبن بدقة (٢٠) متر٠

ولقد شملت الدراسة على ستة فصول جاءت محتوى مخلصاتها على النحو التالي :-

تم في **الفصل الأول** تقديم موضوع الدراسة وأهميتها بعده تم إيضاح مشكلـــة الدراسة التي شملت النقطتين التاليتين :-

(١) التخلص من نسبة التعميم التي تعاني منها القياسات المورفومتريـــة بالطرق التقليدية باستخدام الخرائط الطبوغرافية عن طريق استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية .

(٢) إمكانية استخدام المرئيات الفضائية وبيانات نموذج الإرتفاعـــات الرقمية (DEM) كمصدر لبيانات لدراسة لأي حوض لما توفـــره من دقـــة تتناسب مع تفاصيل منطقة الدراسة والتي لا تتوفر ها الخـــرائط (١ : ٥٠,٠٠٠ فأكبر) .

بعدها جاء توضيح لأهداف الدراسة التي تم تحقيقها ضمن الإمكانيات الشاملة التي توفرها برامج نظم المعلومات الجغرافية والتي اشتملت على النقاط التالية :-

(١) توظيف نظم المعلومات الجغرافية لبناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية لحوض وادي لبن.

(٢) الاستـــعانة بتقنيـــة نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخـــصائص المورفومترية وتحديد نسبة النجاح لها.

(٣) تطبيق الأسس المنهجية الرياضيـــة للتحليل المورفومتري عن طريق تقنية برامج نظم المعلومات الجغرافية والبرامج المساعدة في حالـــة الوصول إلى نتائج أقل نجاحـــاً بالنسبة لبعض المتغيرات المورفومترية .

(٤) إنشاء وتصميم خرائط رقمية مورفومترية دقيقة باستخـــدام برامج نظم المعلومات الجغرافيـــة لمنطقة الدراسة .

(٥) الاعتماد على نتائج التحليل المورفومتري لوضع مقترحات تساعد عملية التأهيل البيئي لحوض وادي لبن ومن ثم تنمية المشاريع المستقبلية من قبل الجهات المختصة .

كما ألقي هذا الفصل الضوء على أهم الدراسات السابقة والتي فندت ضمن ثلاثة مجموعات شملت :-

(أ) دراسات متعلقة بنظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها العامة .

(ب) دراسات متعلقة بنظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها الجيومورفولوجية المورفومترية .

(ج) دراسات مورفومترية تقليدية .

ولقد عرض الفصل الأول أيضاً تساؤلات الدراسة والتي تم الإجابة عليها من خلال ما تم التوصل إليه من أهداف تم تحقيقها من خلال إمكانيات برامج نظم المعلومات الجغرافية .

(١) هل يمكن بناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية لحوض وادي لبن ؟

(٢) هل يمكن دراسة الخصائص المورفومترية عن طريق تقنية نظم المعلومات الجغرافية وتحديد نسبة النجاح لكل خاصية ؟

(٣) هل يمكن تطبيق الأسس المنهجية الرياضية لتحليل المورفومتري عن طريق تقنية نظم المعلومات الجغرافية والبرامج المساعدة في حالة الوصول إلى نتائج أقل نجاحاً لبعض المتغيرات المورفومترية

(٤) كيف يمكن إنشاء وتصميم خرائط رقمية جيومورفولوجية دقيقة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ؟

(٥) ما هو دور نتائج التحليل المورفومتري في وضع المقترحات التي تساعد عملية التأهيل البيئي لحوض وادي لبن لتنمية المشاريع المستقبلية من قبل الجهات المختصة ؟

ولقد تم تدعيم الفصل الأول بمرئيات وخرائط وبعض الرسوم التخطيطية البيانية إضافة الصور الفوتوغرافية التي تم أخذها من قبل الباحثة حيث اعتمد في هذه الدراسة على مناهج محددة تتلاءم مع طبيعة الدراسة وفصولها وهي على النحو التالي :-

أولاً : المنهج التحليلي :- ومن خلال هذا المنهج يمكن تحليل البيانات المتعلقة في (نموذج الارتفاعات الرقمية DEM والمرئية الفضائية Satellite Image للوصول إلى القيم المحسوبة للخصائص المورفومترية المحددة في هذه الدراسة .

ثانياً : المنهج التجريبي الكمي :- وهو منهج يعتمد عـــلى الطرق التجريبية الكمية ووصف تلك الأشكال الأرضية المتمثلـــة في الحوض المائي وصفاً كمياً من خلال إجراء القياسات الخاصـــة بمتغيرات الخصائص المورفومترية ٠

وتتلخص عناصر **الفصل الثاني** التي تناولت قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن من حيث مصدر بياناتها ، تعريفها ، أسسها ، مكوناتها ، أنواعها ، أدوات بنائها المتمثلة بالبرامج ، عناصرها التي تشمل الخصائص والمتغيرات المورفومتريـــة كعناصر المرحلة التجهيزيـــة التي يجب توفرها لبناء القاعدة بصورة فعلية تطبيقية وبذلك تكون الدراسة في هذا الفصل مرت بالمراحل التالية :-

أولاً : تحديد البيانات اللازمة للدراسة والمتمثلة في :-

١- بيانات أولية وتشمل :-

(أ) مرئية فضائية (Satellite Images) للقمر الصناعي الأمريكـــي (Ikonos) بوضوح مكاني (١متر) ٠

(ب) بيانات الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠متر) ٠

٢- بيانات أساسية وتشمل :-

(أ) بيانات خطية تم حسابها من المرئيـــة الفضائيـــة وهي العناصر المورفومترية الأساسية لقاعدة بيانات حوض وادي لبن (المسافات ، المساحات ، الارتفاعات الاتجاهات) ٠

(ب) بيانات مساحية تم الحصول عليها من تحويـــل نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM من خطية نقطية إلى مساحية (Grid)

وتمثل تلك البيانـــات بأنواعها مدخـــلات قاعـــدة البيانات والتي يمكن الاعتماد عليها في تطبيق المعادلات المورفومترية ٠

ثانياً : تحديد طرق وأدوات بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن :-

(١) الطريقة اليدوية الآلية والتي تعـرف بطريقـة أسلوب الترقيـم على الشاشـة (Screen Digitizing) بالاعتماد على المرئية الفضائيـة وذلك لما تقدمـه من دقـة وضوح عالية تساعد في رسم المجاري الدنيا لشبكة التصريف المائيـة لحوض وادي لبن والتي ما لم تظهرها الخرائط الكنتورية لحوض وادي لبن المتوفرة بمقياس رسم (١ : ٥٠,٠٠٠) ٠

(٢) الطريقة الآلية التلقائية تعتمد في رسم شبكة التصريف المائية على نموذج الإرتفاعـات الرقمية DEM بدقة (٢٠) متر باستخدام الطريقة الآليـة التلقائية وذلك من خلال أدوات التحليل التي يتيحها برنـامج (ArcGIS) من خلال المستـوى الثالث المتمثـل في (Toolbox - Spatial Analyst Tools – Hydrology) ٠

ثالثاً : تحديد المتغيرات المورفومترية النهائية :-

(١) متغيرات يتم حسابـها بصورة مباشرة من جداول طبقـات الظاهرات (النقطية ، الخطية ، المساحية) بعد رسم حدود حوض وادي لبن وشبكة تصريفـه المائية وتشمل وهي العناصر المورفومترية الأساسية :-

* محيط الحوض (Basin Perimeter) أو خط تقسيم المياه (Water divide)
* مساحة الحوض (Basin Areas) ٠
* طول الحوض (Basin Length) ٠
* عرض الحوض (Basin Width) ٠
* أطوال المجاري حسب الرتب (Stream Order Length) ٠
* رتبة المجاري (Stream Order) ٠
* عدد المجاري حسب الرتب (Stream numbers) ٠
* نقطة المنبع (fountainhead) ونقطة المصب (Estuary) ٠
* الإرتفاع الأدنى (Z min) أو (h min) ٠

* الإرتفاع الأقصى (H man) أو (Z man) ٠
* المسافة الأفقية (Horizontal Equivalent) ٠

(٢) متغيرات يتم حسابها بتطبيق المعادلات الرياضية المورفومترية اعتماداً على العناصر المورفومترية الأساسية : -

* معامل شكل الحوض (Form Factor) ٠
* معامل الاستدارة (Basin Circularity) ٠
* معامل الاستطالة (Basin Elongation) ٠
* نسبة التفلطح (Lemniscate Ration) ٠
* معامل التماسك للحوض المائي (Compactness Factor) ٠
* نسبة التشعب للمجاري المائيـــة (Bifurcation Ratio) ٠
* متوسط نسبة التشعب للمجاري المائيـــة (Bifurcation Ratio Mean) ٠
* متوسط أطوال المجاري (Stream Order Length Mean) ٠
* نسبة أطوال المجاري (Length Ratio) ٠
* تكرارية المجاري (Stream Frequency) ٠
* كثافة التصريف (Drainage Density) ٠
* معامل التعرج النهري (Sinuosity Index) ٠
* ثابت بقاء المجرى المائي (Constant of Channel Maintenance) ٠
* درجة انحدار الحوض المائي (Degree of Slope) ٠
* نسبة انحدار الحوض المائي (Percent of Slope) ٠
* مساحة الانحدار (Slope Areas) ٠
* التضاريس القصوى للحوض المائي (Maximum Basin Relief) ٠
* نسبة التضرس للحوض المائي (Relief Ration) ٠
* معامل التضرس (Relief index) ٠
* التضاريس النسبية (Relative Relief) ٠

* قيمة الوعورة (Ruggedness Value) ٠
* الرقم الجيومتري للحوض المائي (Geometry Number) ٠

وتعتبر تلك المتغيرات بنوعيها مخرجات قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية لحوض وادي لبن ٠

وأما **الفصل الثالث** فقد تناول مراحل بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن وتوضيح أهم العناصر الضروري الواجب توفرها لنجاح عملية البناء و تتلخص بالعناصر التالية :-

المرحلة الأولى :- تحديد المرجع المكاني (Spatial Reference) لقاعدة البيانات والذي يضم (نظام إحداثيات Coordinate Systems ومسقط Projection) متمثل في _WGS) 1984_UTM_Zone_38N) مع توضيح أهم خصائصها وطرق اختياره وأنواعه وأهمية تحديده بالنسبة لقاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

المرحلة الثانية :- شرح مفصل لكيفية إنشاء طبقات قاعدة بيانات حوض وادي لبن وذلك من خلال تعريفها وبيان أنواعها الداخلة في بناء القاعدة وتوضيح الغرض من إنشاء كل طبقة ومحتوياتها وشرح لنوع الرابط الهندسي لكل طبقة ٠

المرحلة الثالثة :- بعد إنشاء الطبقات فلابد من إدخال البيانات للقاعدة البيانات حيث تطلب تلك العملية عناصر تنظيم وضبط تساعد في نجاح بناء القاعدة موضحة طرق الإدخال وما هي أنواع تلك البيانات الداخلة في القاعدة وما هي أدوات الإدخال المتمثلة في برامج نظم المعلومات الجغرافية ٠

المرحلة الرابعة :- بعد ذكر البيانات الداخلة في بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن وتوضيح طرقها وأدواتها والتي تمثل بمجملها مدخلات القاعدة أو العناصر الموفومترية الأساسية يجب تحديد البيانات التي يمكن اشتقاقها من تلك المدخلات في ضوء متطلبات الدراسة والتي تعتبر مخرجات القاعدة وذلك عن طريق معرفة قواعد الاشتقاق التي تم شرحها في الفقرة الخامسة من مخطط هذا الفصل ٠

المرحلة الخامسة :- وأخيراً وبعد استكمال بناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن لابد من التأكد من عملية البناء وهل البيانات في تلك القاعدة مبنية وفق أسس صحيحة حيث يتم معرفة ذلك عن طريق إجراء البناء الطوبولوجي لمعرفة وتحديد الأخطاء الناتجة في بناء القاعدة ومن ثم تصحيحها وفق قوانين البناء الطوبولوجي المحددة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية ليتم إعادة تحديد حدودها مع بعضها البعض ٠

وأما **الفصل الرابع** فيضم استخراج وتطبيق الخصائص المورفومترية المحددة في الدراسة وتم التوصل وحساب كافة القيم المحسوبة لتلك الخصائص ، حيث تم استخراج (١٢) متغيراً مورفومترياً من قاعدة بيانات حوض وادي لبن بعد تحرير شبكة التصريف المائية لمختلف مصادر البيانات الحديثة التي تم الاعتماد عليها في هذه الدراسة متمثلة في (مرئية القمر الصناعي الأمريكي Ikonos) بدرجة وضوح مكاني بلغت (١ متر) ونموذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (٢٠م) وتم تطبيق (٢٢ معادلة مورفومترية) اعتماداً على تلك المتغيرات المورفومترية المخزنة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن ٠

وقد بني الفصل الرابع والذي يعتبر المحور الأساسي والعمود الفقري جنباً إلى جنب مع الفصل الثالث لتلك الدراسة على عدة مراحل تتلخص فيما يلي :-

المرحلة الأولى :- استخراج المتغيرات المورفومترية التي تعتبر العناصر الأساسية لبناء قاعدة بيانات حوض وادي لبن المورفومترية من جدول طبقة شبكة المجاري المائية لحوض وادي لبن بعد رسم الشبكة بالطريقتين المختلفتين السابقتين الذكر اللتين اعتمدت على نوعين من مصادر البيانات (المرئية ونموذج الإرتفاعات الرقمية) وقد شملت تلك العناصر (محيط الحوض ، مساحة الحوض عرض الحوض ، طول الحوض ، أطوال المجاري لكل رتبة ، عدد المجاري لكل رتبة ، مجموع أطوال المجاري ، رتب المجاري ، الارتفاع الأقصى للحوض ، نقطة المصب ، نقطة المنبع الفاصل الرأسي ، المسافة الأفقية) ٠

المرحلة الثانية :- تطبيق المعادلات المورفومترية الرياضية اعتماداً على العناصر المورفومترية وذلك للحصول على قيم المتغيرات المحسوبة من تلك المعادلات وتشمل تلك الصيغ الرياضية ما يلي : (معامل الشكل ، معامل الاستدارة معامل الاستطالة ، نسبة التفلطح ، معامل التماسك للحوض المائي ، نسبة التشعب ، متوسط نسبة التشعب ، متوسط أطوال المجاري لكل رتبة ، نسبة أطوال المجاري ، تكرارية المجاري ، كثافة التصريف ، معامل التعرج النهري ، ثابت بقاء المجرى المائي ، درجة انحدار الحوض ، نسبة الانحدار ، مساحة الانحدار ، التضرس القصوى للحوض المائي ، نسبة التضرس للحوض المائي ، معامل التضرس ، التضاريس النسبية ، قيمة الوعورة ، الرقم الجيومتري للحوض ٠

المرحلة الثالثة :- الوصول إلى التحليل المورفومتري للقيم المورفومترية المحسوبة وإيجاد العلاقات المكانية بينها والخروج بنتائج ومخرجات تلك الدراسة والمتمثلة في (قاعدة بيانات ذات عناصر مورفومترية ، القيم المحسوبة للمعادلات المورفومترية خرائط رقمية جيومورفولوجية ، رسوم بيانية) وذلك لاختبار مدى فعالية ومقدرة برامج نظم المعلومات الجغرافية على حساب مثل تلك المعادلات والوصول إلى أدق النتائج والمخرجات بأقل جهد ووقت ٠

وفي **الفصل الخامس** الذي يشمل تحديد وحصر الأضرار البيئية التي يعاني منها حوض وادي لبن حيث تم توظيف نظم المعلومات الجغرافية من أجل تحديد تلك الأضرار وقد شمل ذلك على النحو التالي :-

المرحلة الأولى :- تحديد المشكلات البيئية في حوض وادي لبن وهي :-

١- أضرار بيئية طبيعية :-

السيول ٠

٢- أضرار بيئية بشرية :-

(أ) مكبات النفايات ومخلفات البناء ٠

(ب) الحفر الغائرة ٠

المرحلة الثانية :- حصر الأضرار بنظم المعلومات وكيفية معالجتها : -

حيث تم الاعتمـــاد على نموذج سنايدر (Snyder's Model) لتقديـــر حجم تدفق السيول والذي يشمل تطبيـــق (١٥) معادلـــة هيدرومورفومتريـــة تم الاعتماد في تطبيقها على العناصر المورفومترية الأساسية المخزنة في قاعدة البيانات كذلك تم استخـــدم أحدى أجهـــزة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والمتمثلـــة في جهاز تحديد المواقـــع (Global Positioning System) (GPS) الذي يعتبر من أهم التقنيات المساحيـــة الحديثة والدقيقـــة لرصد بيانات الإحداثيات للظاهرات الجغرافيـــة المختلفة والذي تم بواسطته رصد مواقع مكبات النفايات ومخلفـــات البناء ومواقع الحفر الغائرة ٠

ويتضح مما سبق تلخيصه لفصول البحث مدى أسهام وفعاليـــة برامج نظم المعلومات الجغرافيـــة وكذلك بياناتها الرقمية المتمثلة في (المرئيات الفضائية ونموذج الإرتفاعات الرقميـــة DEM) في دعمها للدراسات ذات الظواهر الطبيعية المتمثلة في الأحواض والأودية الجافة ومقدرتـــها على بناء قواعد بيانات خاصة بخصائص تلك الظاهرات الطبيعية والمتمثلة في قاعدة البيانات الجغرافية ذات المتغيرات المورفومترية ومرونتها ضمن أدوات التحليل التي تتيحها برامج نظم المعلومات الجغرافية على تطبيق أغلب المعـــادلات والصيغ الرياضيـــة من خلال ما تحتويـــه قاعدة البـــيانات الجغرافية المورفومترية والمربوطة بخرائط رقمية والتي تتيح عمليات الاستعلام والتحليل والمعالجـــة والتحديث والعـــرض والإخراج ٠

ثانياً : النتـائـج :-

(١) بناء قاعدة بيانات جغرافيـــة ذات متغيرات مورفومتريـــة لحـــوض وادي لبن وذلك من خلال تغذيتها بالبيانات اللازمـــة لعمليـــة التحليل المورفومتري اعتماداً على مصادر بيانـــات رقمية حديثة متمثلة في المرئيـــة الفضائيـــة (Images Satellite) ونموذج الإرتفاعات الرقميـــة (DEM) ٠

(٢) التوصل إلى نسبة النجاح المرتفعة لتطبيقات برامج نظم المعلومات الجغرافية من خلال النجاح في استخراج (١٢) عنصراً مورفومتريـــاً متعلـــق بشبكـــة التصريف المائية وتطبيق (٣٩) معادلة هيدرومورفومتريـــة بمجموع (٥١) خاصية مورفومتريـــة من أصل (٦٢) خاصية متعارف عليها عالمياً بنسبة تقدر (٨٢ %) ٠

(٣) أتاحت أدوات التحليل في برامج نظم المعلومـــات ذات الإصدارات الجديدة المعتمدة في هذه الدراسة والمتمثلة في خيـــارات بناء الاستفســـارات المختلفة (Selection – Select By Attributes وكـــذلك مـــن خلال المستـــوى الثالـــث (- Arc Toolbox – Spatial Analyst Tools Hydrology) التعامـــل وتطبيـــق المعادلات الرياضيـــة بمختلف صيغها وأسسها المنهجيـــة الرياضيـــة للتحليل المورفومتـــري وذلك من خلال استخراج (١٢ عنصر مورفومتري) متعلقة بشبكـــة التصريف المائيـــة لحوض وادي لبن وتطبيـــق (٢٢ معادلـــة مورفومترية) اعتماداً على العناصر المورفومتريـــة في قاعدة البيانات الجغرافيـــة المورفومترية لحوض وادي لبن وتطبيق النموذج الرياضي لتقدير السيول (Snyder`s Model) المتكون من (١٥ معادلة رياضية) اعتماداً على العنـــاصر المورفومتريـــة في قاعدة بيانات حوض وادي لبن والوصول إلى نتائج دقيقة مفهرسة الأمر الذي أدى إلى عدم اللجوء إلى برامج مساعدة مما وفر الكثير من الوقت والجهد مقارنة بالطرق التقليدية ٠

(٤) إنشاء وتصميم (٢٤) خريطة مورفومتريـــة رقمية اعتماداً على العناصر المورفومترية المخزنة في قاعدة البيانات الجغرافيـــة لحـــوض وادي لبن من خلال الإمكانيات التي يتيحها برنـــامج نظم المعلومات الجغرافية ٠

(٥) تعتمد دقـــة نتائج التحليل المورفومتـــري على درجة الوضوح المكاني لبيانات قاعدة البيانات الجغرافية لحوض وادي لبن وذلك لأنها ترتبط في دقة رسم شبكـــة التصريف المائيـــة للحوض والتي تعتبر مصدر المتغيرات أو العناصر المورفومترية ٠

(٦) أن درجة الوضوح المكانـــي (١ متر) الذي وفره القمر الصناعي الأمريكي (Ikonos) مناسبة لدراسة ورسم شبكـــة التصريف المائيـــة للأحواض من ناحية مقدرة القمر الصناعي على إظهار الروافد الدنيا للشبكة والتي ترتبـــط برتب الشبكـــة ومن ناحية أخرى إمكانية استيعاب الحاسب الآلي الشخصي لتلك البيانات مقارنة مع إذا كانت تلك لبيانات لقمر أكثر دقة (0.60 Quick Bard متر) الذي يحتاج إلى مواصفات فنية عالية لاستيعاب مثل تلك البيانات العالية الوضوح ٠

(٧) الوصول إلى نتائج الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن التي تشمل مايلي :-

جدول (٧٧) القيم المحسوبة لقياسات الخصائص الشكلية لحوض وادي لبن حسب مختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	محيط الحوض (كلم)	مساحة الحوض (كلم^2)	طول الحوض (كلم)	عرض الحوض (كلم)	معامل الشكل	معامل الاستدارة	معامل الاستطالة	نسبة التفلطح	معامل التماسك
المرئية	٨٨،٢٣٧	٢٠١،١٠٨	٤٢،٠٥٣	١٠،٥٩٧	٠،١١	٠،٣٢	٠،٣٨	٢،١٩	٣،٥١
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	١٠٣،١٧١	١٩٦،٤٩٠	٤٢،٠٩٣	١٠،٥٨١	٠،١١	٠،٢٣	٠،٣٧	٢،٢٥	٤،١٣
الفارق	١٤،٩٣٤	٤،٦١٨	٠،٠٤	٠،٠١٦	صفر	٠،٠٩	٠،٠١	٠،٠٦	٠،٦٢
نسبة الفارق	١٤،٤٧ %	٢،٢٩ %	٠،٠٩ %	٠،١٥ %	صفر	٢٨،١٢ %	٢،٦٣ %	٢،٦٦ %	١٥،٠٢ %

جدول (٧٨) القيم المحسوبة لقياسات الخصائص المورفومترية للشبكة المائية لحوض وادي لبن حسب مختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	عدد الرتب	عدد المجاري	نسبة التشعب	متوسط نسبة التشعب	مجموع أطوال الروافد	تكرارية المجاري	كثافة التصريف	معامل التعرج	معامل التماسك
المرئية	٧	٣٢٩٦	٣,٩٦	٣,٢	٨٩٣,٢٤	١٦,٣٨	٤,٤٣	٠,٩٣	٠,٢٢
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٦	١٥٤١	٤,٣٥	٣,٤	٦٧٥,١٨	٧,٨٥	٣,٤٣	٠,٩٣	٠,٢٩
الفارق	١	١٧٥٥	٠،٣٩	٠,٢	٢١٧,٠٦	٨,٥٣	١	صفر	٠،٠٧
نسبة الفارق	١٤،٢٨ %	٥٣,٢٤ %	٨,٩٦ %	٥،٨٨ %	٢٤,٣٢ %	٥٢,٠٧ %	٢٢,٥٧ %	صفر	٢٤,١٤ %

جدول (٧٩) القيم المحسوبة لقياسات الخصائص التضاريسية لحوض وادي لبن حسب مختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات	أقصى إرتفاع (م)	أدنى إرتفاع (م)	نقطة المنبع (م)	نقطة المصب (م)	المسافة الأفقية (م)	درجة الانحدار	التضاريس القصوى (م)	نسبة التضرس
المرئية	١٠٢٤	٦٠٠	٩٦٠	٦٠٠	٣٢٤٣٧,٣٧	٤٦	٤٢٤	١٠,٠٨
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٩٣٢	٦٠٠	٩١٦	٦٠٠	٣٢٤٠٤,٤٠	٥٠	٣٣٢	٧,٨٨
الفارق	٩٢	صفر	٤٤	صفر	٣٢,٩٧	٩	٩٢	٢,٢٠
نسبة الفارق	٨,٩ %	صفر	٤,٥٨ %	صفر	٠,١٠ %	%١٦,٣٦	٢١,٦٩ %	%٢٠,٢٥

مصدر البيانات	معامل التضرس	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة	الرقم الجيومتري
المرئية	٤,٧٨	٤,٨٠	٨٧٨,٣٢	١٤٤٤٨٦,١٥
نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM	٤,٦٦	٣,٢١	١٣٨,٧٦	١٤٩٢٧٣,٣٤
الفارق	٠,١٢	١,٥٩	٧٣٩,٥٦	٤٧٨٧,١٩
نسبة الفارق	٥٢,٥١ %	٣٣,١٢ %	٣٩,٣٧ %	٣,٢٠ %

(٨) الوصول إلى نتائج الخصائص الهيدرولوجية لسيول حوض وادي لبن والتي شملت مختلف بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن الموضحة في جدول (٨٠)

جدول (٨٠) القيم الإحصائية لكافة القيم المحسوبة لنموذج سنايدر **Snyder's Model** لتقدير حجم تدفق السيول لمختلف مصادر بيانات قاعدة بيانات حوض وادي لبن

مصدر البيانات قيم المعادلات	المرئية			نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM		
Snyder`s Model	Mini	Maxi	Mean	Mini	Maxi	Mean
tp (hr)	١,٥٧	١٧,٢٧	٩,٤٢	١,٥٧	١٧,٢٧	٩,٤٢
Qp (m^3\s)	٢٣,٢٨	٨٣٢,٥٧	١٥٥,٦٤	٢٢,٧٤	٨١٣,١٢	٥١,٦٩
tr (hr)	٠,٢٨	٣,١٤	١,٧١	٠,٢٨	٣,١٤	١,٧١
Tb (day)	٣,١٩	٥,١٥	٤,١٧	٣,١٩	٥,١٥	٤,١٧
Tb (hr)	٧٦,٠٠	١٢٣,٦٠	١٠٠	٧٦,٠٠	١٢٣,٠٠	١٠٠
Tm (hr)	٢٥,٣٠	٤١,٢٠	٣٣,٣٠	٢٥,٠٠	٤١,٠٠	٣٣,٢٧
Td (hr)	٥١,٧	٨٢,٤	٦٦,٧٠	٥٠,٧	٨٢,٤	٦٦,٧٠
qp (m^3\km^2)	٠,١٢	٤,١٤	٠,٧٧	٠,١١	٤,١٤	٠,٧٦
W50 (hr)	١,٢١	٥٥,٢٩	٧,٤٣	١,٢١	٥٥,٢٩	٧,٤٣
W75 (hr)	٠,٦٩	٣١,٦٩	٤,٢٦	٠,٦٩	٣١,٦٩	٤,٢٦
i (mm)	٣,١٨	٣٥,٧	٥,٨٤	٣,١٨	٣٥,٧	٥,٨٤
AL ($10^6 m^3$)	٢,١٢	١٢٣,٤٩	١٨,٦٦	٢,٠٧	١٢٠,٦٠	١٨,١٨
E (mm)	١٠,٥٤	٦١٤,٠٦	٩٢,٧٨	١٠,٥٤	٦١٤,٠٦	٩٢,٥٩
A	١,٦٤	٥٨,٧١	١٠,٩٧	١,٦٢	٥٨,٠٢	١٠,٨٢

(٩) تم تحديد أكثر المناطق المهـــددة بخطر السيول في حوض وادي لبن والمتمثلـــة في الحوض الأوسط والسفلي والذي يقـــع بين دائرتـــي عرض (٠٠ً ٣٠َ ٢٤ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٢٤ْ) شمالاً وخطي طول (٣٠ً ٢٧َ ٤٦ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٤٦ْ) وذلك لما لتلـــك المناطـــق من أهميـــة على مستقبل السكـــان وممتلكاتهم وأنشطتهم بالمناطـــق السكنية والعمرانية والزراعية ٠

(١٠) يمتلك حوض وادي لبن مقومات بيئية طبيعيـــة تعتبر عوامل جذب لجعله منطقـــة سياحية مثل المزارع ، الحفر الغائـــرة الطبيعية الممتلئة بالمياه ، وقوعه على منسوب مرتفع (١٠٢٤م) فوق مستوى البحر ولكنها تفتقر للنظافة والخدمات والمرافق العامة ٠

ثالثاً : التوصيات :-

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة فإن الباحثة توصي بما يلي :-

(١) ضرورة توظيف تقنية نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الطبيعية الجيومورفولوجية المتعلقة بالخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف في المملكة العربية السعودية ٠

(٢) تبني الطرق الآلية الحديثة في عملية التحليلات المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف لما لها من نتائج دقيقة وما توفره من جهد ووقت ٠

(٣) العمل على تكثيف استخدام مصادر البيانات الحديثة المتمثلـــة في (المرئيات الفضائية ونموذج الإرتفاعات الرقمية DEM) ذات الوضوح المكانـــي الكبير والدقـــة العاليـــة في الدراسات المورفومترية كأساس في بناء قواعد البيانات الجغرافيـــة ذات المتغيرات المورفومترية والتي تدعم بصورة كبيرة عمليات التحليل في نظم المعلومات الجغرافية ٠

(٤) إجراء دراسة بيئية مستقبلية مكملة لوادي لبن وروافده وذلك بالاعتماد على قاعدة البيانات الجغرافية ذات المتغيرات المورفومترية التي توصلت إليها الباحثة ٠

(٥) تصميم نموذج محاكـــاة لتحليل المورفومتـــري ضمن أدوات التحليل (Spatial Analyst Tools – Hydrology) في نظم المعلومـــات الجغرافيـــة يشمل جميع المعادلات والصيغ الرياضية المتعلقة بالخصائص المورفومترية والهيدرولوجية ٠

(٦) تطبيق نموذج (Snyder`s Model) في تقدير حجم السيول بالأحـــواض المائية التي لا تتوفر فيها محطات هيدرومترية لقياس الجريان السطحي على بقيـــة الأحواض المغذية لوادي حنيفة لتحديد أكثر الروافد في حجم السيول وذلك لإمكانية استخدام هذا النمـــوذج على أي حوض وفي ظل أي ظرف من الظروف المناخية السائدة ٠

(٧) إجراء دراسة تطبيقية مماثلة لبقية الأحواض المغذية لوادي حنيفـــة لاستكمال الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية وبناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية وذلك لاستفادة منها في عملية التأهيل البيئي لوادي حنيفة وروافده من قبل الجهات المختصة ٠

(٨) من خلال شبكة التصريف المائية لروافد حوض وادي لبن لابد من إقامة محطتين هيدرومتريتين :
(أ) **محطة أساسية :** يتم إنشائها عند مصب الحوض والتي تمثل نقطة إلتقاء وادي لبن بمجـــراه الرئيسي وادي حنيفة في موقع (١٠ً ٣٩َ ٤٦ْ) شرقاً و (٠٠ً ٣٨َ ٢٤ْ) شمالاً ٠
(ب) **محطة مساعدة :** يتم إنشائها عند نقطة الترتيب النهائي لشبكـــة التصريف المائية لحوض وادي لبن في موقع (٢٦ً ٢٧َ ٤٦ْ) شرقاً و (٧ً ٣٥َ ٢٤ْ) شمالاً

(٩) الاعتماد على تقنيات وأجهزة نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة في (GPS) في تحديد الأضرار البيئية التي يعاني منها حوض وادي لبن عن طريق تحديد مواقعها ومن ثم إسقاطها وربطها بقاعدة البيانات والخروج بخرائط لمواقع تلك الأضرار البيئيـــة ليتسنى للجهات المختصة وضع الحلول المناسبة لحلها أو الحد من انتشارها ٠

(١٠) سن القوانين والأنظمة الصارمة المتعلقـــة بعدم استخدم وادي لبن كمكـــب لنفايات ومخلفات البناء للمحافظة على المقومات الطبيعية فيه والمبادرة في إزالة ما هو موجود من تلك المخلفات٠

(١١) العمل على تهيئة وادي لبن كمنطقـــة سياحية لسكان مدينـــة الرياض وذلك من خلال إقامة المرافق العامة والخدمات كالطرق والإنارة والاستراحات والمتنزهات وتشجير الوادي ٠

(١٢) إنشاء قنوات لتصريف مياه الأمطار السيول على الروافـــد الأكثر تصريفـــاً لكميات الجريان السطحي من خلال الاستفادة من قاعدة البيانات الجغرافية المورفومترية للأحواض المائية ٠

(١٣) المبادرة في إنشاء محطات بيئية من قبل الهيئة العليا لتطويـــر مدينة الرياض لمراقبة الوضع لبيئي من حيث نظافة كافة الأوديـــة في منطقـــة الرياض بشكل دوري ومستمر والمحافظـــة عليها كمحميات طبيعية ٠

(١٤) ضرورة فتح مسار الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية في قسم الجغرافيا – طالبات من أجل تهيئة الكوادر النسائية في هذا المجال الحيوي والمهـــم والذي من شأنـــه أن يخدم سوق العمل نتيجة للحاجة الملحة لمثل هذا التخصص ٠

قائمة المراجع :-

أولاً : المراجع العربية

(أ) الكتب :-

١- أبو العينيـــن ، حسن سيد أحمد ، (١٩٦٨م) **أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض** ، الطبعة الخامسة ، دار النهضة العربية ، بيروت ، لبنان ٠

٢- أبو سمور ، حسن وحامد الخطيب ، (١٤٢٠هـــ) ، **جغرافية الموارد المائية** ، الطبعة الأولى دار الصفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ٠

٣- أحمد ، أحمد مصطفى ، (١٩٩٥م) ، **الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها** ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، مصر ٠

٤- أوبل ، أندي ، (٢٠٠٤م) ، **كشف أسرار قواعد البيانات databases** ، الطبعة الأولى ، الدار العربية للعلوم ، بيروت ، لبنان ٠

٥- الأحيدب ، إبراهيم بن سليمان ، (١٤١٧هـ) ، **أودية منطقة الرياض** ، الطبعة الأولى ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٦- الأحيدب ، إبراهيم بن سليمان ، (١٤٢٠هـ) **المخاطر الطبيعية في المملكة العربية السعودية** ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٧- براس ، يورك ، (٢٠٠٤م) ، **قواعد البيانات databases** ، الطبعة الأولى ، الشركة المصرية العالمية للنشر ، مصر .

٨- الجراش ، محمد بن عبدالله ، (٢٠٠٥م) ، **رسم الخرائط الجغرافية حاسوبياً** ، الطبعة الأولى دار المدني ، جدة ، المملكة العربية السعودية .

٩- الدويكات ، قاسم محمد ، (٢٠٠٣م) ، **نظم المعلومات الجغرافية النظرية والتطبيق** ، الطبعة الأولى ، مطبعة البهجة ، أربد ، الأردن .

١٠- الدليمي ، خلف حسين ، (٢٠٠٥م) ، **التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية** ، الطبعة الأولى ، دار صفا للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن .

١١- الدليمي ، خلف حسين ، (٢٠٠١م) ، **الجيومورفولوجيا التطبيقية علم شكل الأرض التطبيقي** ، الطبعة الأولى ، دار الأهلية للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن .

١٢- الدليمي ، خلف حسين ، (٢٠٠٦م) ، **نظم المعلومات الجغرافية أسس وتطبيقات GIS** ، الطبعة الأولى ، دار الصفا للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن .

١٣- الربيش ، محمد بن حجيلان ، (٢٠٠٢م) ، **النظام الكوني لتحديد المواقع GPS** ، الطبعة الأولى ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

١٤- راضي ، محمود دياب ، (١٩٩٣م) ، **مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية** ، الطبعة الأولى دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة ، مصر .

١٥- الزيدي ، (٢٠٠٧م) ، **نظم المعلومات الجغرافية GIS** ، الطبعة الأولى ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن .

١٦- زرقطة ، هيثم يوسف ، (٢٠٠٧م) ، **نظم المعلومات الجغرافية GIS والدليل العملي الكامل لنظام ARC VIEW 9** ، الطبعة الأولى ، شعاع ، دمشق ، سوريا .

١٧- زينو ، عبداللطيف أبو اليسر ، (١٤٢٣هـ) ، **مبادئ قواعد البيانات العلائقية وطرق تصميمها** ، الطبعة الأولى ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

١٨- السيد ، خالد ناصر ، (١٤٢٥هـ) ، **أصول تصميم قواعد البيانات ولغة SQL** ، الطبعة الثانية ، مكتبة الرشد ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

١٩- سقا ، عبدالحفيظ محمد سعيد ، ، (١٩٩٨م) ، **الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية** ، الطبعة الثانية ، دار كنوز العلم للطباعة والنشر، جدة ، المملكة العربية السعودية٠

٢٠- سلمى ، ناصر بن محمد ، (١٤٢٠هـ) ، **مدخل إلى علم الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية** ، الطبعة الأولى ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٢١- سلامة ، حسن رمضان ، (٢٠٠٤م) ، **أصول الجيومورفولوجيا** ، الطبعة الأولى ، دار المسيرة ، عمان الأردن ٠

٢٢- الشريف ، عبدالرحمن ، (١٩٩٤م) ، **جغرافية المملكة العربية السعودية** ، دار المريخ الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٢٣- الصالح ، محمد بن عبدالله ، (١٩٩٦م) ، **الطرق الأولية لتحليل الصور الجوية والفضائية** الطبعة الأولى ، مطابع جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٢٤- صالح ، أحمد سالم ، (٢٠٠٠م) ، **مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية** ، الطبعة الأولى دار الكتاب الحديث ، القاهرة ، مصر ٠

٢٥- صالح ، أحمد سالم ، (١٩٩٩م) ، **السيول في الصحاري نظرياً وعملياً** ، الطبعة الأولى ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة ، مصر ٠

٢٦- العبادي ، خضر ، (١٩٨٠م) ، **الكارتوجرافي مساقط الخرائط** ، الطبعة الأولى ، مطبعة SIMA ، فرنسا ٠

٢٧- عودة ، سميح أحمد محمود ، (٢٠٠٥م) ، **أساسيات نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقها في رؤية جغرافية** ، الطبعة الأولى ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، عمان ، الأردن ٠

٢٨- عزيز ، محمد الخزامي ، (٢٠٠٠م) ، **نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين** ، الطبعة الثانية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، مصر ٠

٢٩- عبداللاه ،عبدالفتاح صديق ، (١٤٢٦هـ) ، **أسس الصور الجوية والاستشعار عن بعد** الطبعة الأولى ، مكتبة الرشد ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٣٠- عبد الرحمن عبد الرحمن و جاك ماردیني ، (٢٠٠٣) ، **علم حركة المياه (الهيدرولوجيا)** ، منشورات جامعة حلب ،كلية الهندسة المدنية ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعي ، حلب ، سوريا ٠

٣١- فُريدة ، إسماعيل أحمد ، (١٩٨٢م) ، **الصور الجوية تفسيرها وتطبيقاتها** ، الطبعة الأولى مكتبة الفلاح ، الكويت .

٣٢- القرنـــي ، عبدالله بن محمد ، (٢٠٠٦م) ، **نظم المعلومات الجغرافية المبادئ الأساسية والمفاهيم التشغيلية مواصفات ومقاييس وتصميم وتحليل مكاني** ، الطبعـــة الثانيـــة ، مكتبة الملك فهد الوطنية ، الرياض المملكة العربية السعودية .

٣٣- كبارة ، فوزي سعيد ، (١٩٩٧م) ، **مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها الحضرية والبيئية** ، الطبعة الثانية ، دار الفكر العربي ، بيروت ، لبنان .

٣٤- محسوب ، محمد صبري وآخرون ، (١٩٩٩م) ، **دراسات في جغرافية المملكة العربية السعودية الجوانب الطبيعية** ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، مصر .

٣٥- محسوب ، محمد صبري واحمد البدوي الشريعي ، (١٩٩٩م) ، **الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل** دار الفكر العربي ، القاهرة ، مصر .

٣٦- محسوب ، محمد صبري ، (٢٠٠٣م) ، **جيومورفولوجية الأشكال الأرضية** ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، مصر .

٣٧- محسوب ، محمد صبري وأحمد فوزي ضاحي ، (٢٠٠٦م) ، **الدراسة الميدانية والتجارب المعملية في الجيومورفولوجيا** ، الإسراء للطباعة ، القاهرة ، مصر .

٣٨- محسوب ، محمد صبري ، (٢٠٠٦م) ، **الظاهرات الجيومورفولوجية دراسة تحليلية بالأشكال والرسوم التوضيحية** ، الإسراء للطباعة ، القاهرة ، مصر .

٣٩- محسوب ، محمد صبري ، (١٩٨٣م) ، **الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية دراسة تحليلية بالأشكال والرسوم التوضيحية** ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة ، مصر .

٤٠- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، (١٤٢٦هـ) ، **نظم المعلومات الجغرافية** ، مطابع العلا ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٤١- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهنـــي ، (١٤٢٦هـ) ، **النظـام الكـوني لتحـديد المواقع** ، مطابع العلا ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٤٢- وزارة المياه والكهربـــاء ، (٢٠٠٦م) ، **السدود في المملكة العربية السعودية** ، الطبعة الأولى مطابع إدارة تنفيذ المشروعات بالوزارة ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

(ب) البحوث والدوريات:-

١- بوروبة ، محمد بن فضيل ، (١٤٢٢هـ) ، **تطبيقات في القياسات المورفومترية والهيدرولوجية** ، بحوث تعليمية ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٢- بوروبة ، محمد بن فضيل ، (٢٠٠٢م) ، **الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي يخرف رافدي وادي بيش بالمملكة العربية السعودية : دراسة تطبيقية مقارنة** ، الجمعية الجغرافية السعودية ، العدد (٥٣) ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٣- بوروبة ، محمد بن فضيل ، (١٤٢٥هـ) ، **موضوع خاص في الخرائط** ، تمارين عملية لمقرر موضوع خاص في الخرائط غير منشورة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٤- بوروبة ، محمد بن فضيل ، (٢٠٠٤م) ، **طريقة جديدة لتقويم الحمولة ذات النوعية الصلبة بأحواض التصريف : دراسة حالة أحواض الروافد الغربية لوادي حنيفة المملكة العربية السعودية** ، مجلة العلوم الاجتماعية، المجلد (٣٢) ، العدد (٤) ، الكويت ٠

٥- بوروبة ، محمد بن فضيل ، (٢٠٠٥م) ، **تقدير الصبيب اليومي الأقصى للسيول بحوض وادي الكبير الرمال (التل الشرقي – الجزائر)** ، الجمعية الجغرافية السعودية ، العدد (٧٣) ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٦- بوروبة ، محمد بن فضيل ، (٢٠٠٧م) ، **دراسة هيدرومورفومترية لتقدير حجم سيول حوض وادي عتود بالمملكة العربية السعودية** ، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية ، جامعة الكويت ، العدد (٢١) ، الكويت ٠

٧- بدوي ، إبراهيم محمد علي ، (١٤٢٣هـ) ، **استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية فى دراسة جيومورفولوجية جنوب شرق سيناء**، بحوث جغرافية ، الندوة السابعة ، أقسام الجغرافيا بجامعات المملكة العربية السعودية ، المملكة العربية السعودية ٠

٨- الحواس ، عساف بن علي ، (٢٠٠٧م) ، **توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية لأحواض التصريف الصحراوية** ، الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود ، العدد (٨١) ، (٢٠٠٠م) ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٩- الخريف ، بدر ، (١٤٠٢هـ) ، **وادي لبن معلم سياحي مهدد بالتدمير** ، جريدة الشرق الأوسط – محليات ، العدد (٩٦٧٨) ٠

١٠- الدوعان ، محمود بن إبراهيم ، **الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة** ، الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود ، العدد (٣٨) ، (١٩٩٩م) ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

١١- سلامة ، حسن رمضان ، (١٩٨٠م) ، **التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن** ، دراسات العلوم الإنسانية ، مجلد (٧) ، العدد (١) ، عمان الأردن ٠

١٢- آل سعود ، مشاعل بنت محمد ، (١٤٢٣هـ) ، **تطبيقات تقنية الاستشعار عن بعد والأساليب الجيوديسية المتطورة في دراسة مورفومترية الوديان الجافة** ، بحوث جغرافية ، الندوة السابعة ، أقسام الجغرافيا بجامعات المملكة العربية السعودية ، المملكة العربية السعودية ٠

١٣- آل سعود ، مشاعل بنت محمد ، (٢٠٠٠م) ، **نمذجة التحليل المورفومتري لشعيب نساح** ، الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود ، العدد (٤٥) ، (٢٠٠٠م) ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

١٤- الصالح ، محمد عبدالله ، (١٩٩٢م) ، **مرئية الاستشعار عن بعد جمع بياناتها وتحليلها** ، الطبعة الأولى ، بحوث جغرافية ، العدد (٢٧) ، مركز البحوث – جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

١٥- الصالح ، محمد عبدالله ، (١٩٩٢م) ، **بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف** ، بحوث جغرافية ، العدد (٢٥) ، مركز البحوث – جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

١٦- الصالح ، محمد بن عبدالله ، (١٩٩٩م) ، **استخدام صور الماسح الموضوعي المحسنة والخرائط الطوبوغرافية للتحليل المورفومتري لوادي عنان ووادي مزيرعة بوسط المملكة العربية السعودية** ، مجلة جامعة الملك سعود ، مجلد (١١) الآداب (٢) ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

١٧- العمري ، محمد بن عـــوض ، (١٤٢٣هـــ) ، **البيانات والمعلومات المكانية وتقنيات تحويلها إلى هيئة رقمية** ، بحوث جغرافيـــة ، الندوة السابعـــة ، أقسام الجغرافيا بجامعـــات المملكة العربية السعودية ، المملكة العربية السعودية .

١٨- عبداللاه ،عبدالفتاح صديق ، (١٩٩٨م) ، **تطور الخريطة الزراعية في شمال سيناء في فترة من (١٩٨٢-١٩٩٨) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد** ، بحوث بيئيـــة، المؤتمر الثالث ، دراسات التصحر والبيئة مركز الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

١٩- عثمان ، بدر الدين طـــه ، (١٤٢٦هـــ) ، **موضوع خاص في تصميم الخرائط وإنتاجها** ، تمارين عملية لمقـــرر موضوع خـــاص في تصميم الخرائط وإنتاجها غير منشورة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٢٠- عثمان ، بدر الدين طـــه ، (١٤٢٥هـــ) ، **مهارات فنية متقدمة في الخرائط** ، تمارين عملية لمقرر المعلومات الجغرافيـــة غير منشورة، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٢١- الغيلان ، حنان بنت عبداللطيف ، (١٤٢٥هـــ) ، **الجانـب العملـي التطبيقـي لنظـم المعلومات الجغرافيـة بـرنامـج ARCGIS –V.9** ، تمارينـــن عملية لمقـــرر نظم المعلومات الجغرافية غير منشورة، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٢٢- الغامدي ، سعد أبو راس ، (٢٠٠٤م) ، **استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه باستعمال المعالجـة الآلية لبيانات الأقمار الصناعيـة : دراسة على منطقة جبـال نعمان** ، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية ، المجلد (١٦) ، العدد (٢) ، مكة ، المملكة العربية السعودية .

٢٣- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، (١٤٢٧هـــ) ، **معلومات وأرقـام عن وادي حنيفة** الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٢٤- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، (١٤٢٧هـــ) ، **برنـامج تطوير وادي حنيفة** ، طارق للنشر والإعلام ، الرياض المملكة العربية السعودية .

٢٥- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، (١٤١٣هـــ) ، **برنامج تطوير وادي حنيفة المرحلة الأولى من البرنـامج التنفيذي لسير العمل ١٤١٣هـ** ، طارق للنشر والإعلام ، الرياض المملكة العربية السعودية .

٢٦- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، (١٤١٥هـ) ، **برنامج تطوير وادي حنيفة استراتيجية تطوير وادي حنيفة لعام ١٤١٥هـ** ، طارق للنشر والإعلام ، الرياض المملكة العربية السعودية .

٢٧- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، (١٤١٢هـ) ، **تقييم الأضرار الواقعة على المصادر الطبيعية لوادي حنيفة- تأثير المصانع والكسارات** ، الرياض المملكة العربية السعودية.

٢٨- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، (١٤١٧هـ) ، **تقرير عن أعمال الردم ورمي المخلفات في وادي حنيفة** ، الرياض المملكة العربية السعودية.

٢٩- الوليعي ، عبدالله بن ناصر ، (١٩٩٢م) ، **تعرج الأنهار والأودية دراسة جيومورفولوجية تطبيقية لبعض الأودية الجافة في المملكة العربية السعودية** بحوث جغرافية ، العدد (١٢) ، الجمعية الجغرافية السعودية ، المملكة العربية السعودية .

(ج) الرسائل :-

١- الجعيدي ، فرحان بن حسين بن صالح ، (١٤١٨هـ) ، **دور مرئيات الاستشعار عن بعد في إعداد الخريطة الجيومورفولوجية لحوض وادي الحرملية** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، عمادة الدراسات العليا ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٢-القرادي ، مفرح بن ضايم بن محمد ، (١٤٢٨هـ) ، **دور نظم المعلومات الجغرافية في تحليل حاضر ومستقبل السياحة بمنطقة جازان** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، عمادة الدراسات العليا ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٣-المسن ، مبارك بن محمد بن ناصر ، (١٤٢٥هـ) ، **إنتاج الخرائط الطبوغرافية من ملفات المسح الجوي مباشرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية** . رسالة ماجستير غير منشورة ، عمادة الدراسات العليا ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

٤-المشاط ، هند عبدالرحمن ، (١٩٩٥م) ، **حوض وادي لية بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية** ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية ، جدة ، المملكة العربية السعودية .

٥- مصطفى ، أحمد بن أحمد ، (١٩٨٢م) ، **حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية** ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة الإسكندرية ، الإسكندرية مصر ٠

(د) المعاجم والأطالس :-

١- سعادة ، جودت أحمد وعباس حدادين ، (١٩٨٦م) ، **الأطلس المجسم والملون لأشكال سطح الأرض المصور** ، الطبعة الأولى ، مطابع جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٢- مشرف ، محمد عبدالغني و الطاهر عثمان إدريس ، (١٩٩٠م) ، **مصطلحات الرسوبيات المصور** ، الطبعة الأولى ، مطابع جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

٣- عزيز ، محمد الخزامى ، (١٩٩٢م) ، **معجم مصطلحات نظم المعلومات الجغرافية** ، الطبعة الأولى ، دار الحقيقة للإعلام الدولي ، القاهرة ، مصر ٠

٤- الغنيم ، عبدالله يوسف ، (١٤٠٤هـ) ، **منتخبات من المصطلحات العربية لأشكال سطح الأرض** ، الطبعة الأولى ، شركة المطبعة العصرية ومكتباتها ، الكويت ٠

٥- محسوب ، محمد صبري ، (٢٠٠٣م) ، **القاموس الجغرافي الجوانب الطبيعية والبيئية** ، الطبعة الأولى ، مطبعة الإسراء ، القاهرة ، مصر ٠

٦- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، (١٤١٩هـ) ، **أطلس مدينة الرياض** ، الطبعة الأولى ، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض وجامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ٠

(هـ) الخرائط والمرئيات الفضائية :-

١- خريطة طبوغرافية ، **الرياض جنوب غرب** ، رقم لوحة (13-4624) ، مقياس الرسم (١ : ٥٠,٠٠٠) الإدارة العامة للمساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، الطبعة الأولى ، ١٤٠٢هـ ٠

٢- خريطة طبوغرافية ، **وادي لـــبـــن** ، رقـــم لوحـــة (**42-4624**) ، مقـــياس الرســـم (١ : ٥٠,٠٠٠) الإدارة العامة للمساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، الطبعة الأولى ، ١٤٠٢هـــ ٠

٣- مرئية فضائيـــة ، **الـريـــاض** ، مقياس الرسم (١ : ١٠,٠٠٠) ، الإدارة العامـــة للمساحـــة العسكرية وزارة الدفاع والمفتشية العامة ، القمر الصناعـــي الأمريكي (**Landsat5**) مدمج مع القمر الفرنسي (**Spot**) درجة وضوح مكاني (١٠متر) ، ١٤١٨هـــ ٠

٤- مرئية فضائية ، **غـرب الـريـاض** ، مقياس الرسم (١ : ٦,٠٠٠) ، الإدارة العامة للمساحة العسكرية ، وزارة الدفاع والمفتشية العامـــة ، القمر الصناعي الأمريكي (**Ikonos**) درجة وضوح مكاني (١متر) ، ١٩٩٩م ٠

٥- مرئية فضائية ، **الرياض الجزء الغربي** ، مقياس الرسم (١: ١٠,٠٠٠) ، الإدارة العامة للمساحـــة العسكريـــة ، وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة ، القمر الصناعي (**Spot**) درجة الوضوح مكاني (١٠م) ، ٢٠٠٣م ٠

ثانياً: المراجع الأجنبية :-

(أ) الكتب:-

1- Andy , Mitchell (2005) **:** **GIS Analysis** ; ESRI , USA , P. 2-3 , 2-7 .

2- Chorley, R.J., Malm, D.E.G. and Pogorzelski, H.A. (1957) **:** **A new Standard for estimating basin shape** **;** Amer. Journ. Sci. **255 ,** 138-141.

3- Chow, V.T. (ed.) (1957) **:** **Handbook of Applied Hydrology** **;** a Compendium of water-resources technology, McGraw-Hill Book Compagny, New York.

4-Doornkamp, J.C., King , C. A. M, (1971) **:** **Numerical Analysis in Geomor- phology - Iantroduction** **;** London , P.1-112

5- Dubreuil .P. (1974)**:** **Initiation à l'analyse hydrologique** **;** ORSTOM, Masson, paris, P. 216.

6- ESRI, (2003) **:** **Building Geodatabases I – Lectures** **;** ESRI , USA , P. 2-3 , 2-7 .

7- ESRI, (2003) **:** **Building Geodatabases I – Exercises** **;** ESRI , USA , P. 2-1 , 2-26 .

8- ESRI, (2003) **:** **Introduction to Arc GIS I - Lectures** **;** ESRI , USA , P. 2-14 .

9- ESRI, (2003) **:** **Introduction to Arc GIS I - Exercises** **;** ESRI , USA , P. 1-1, 9-14 .

10- ESRI, (2000) **:** **Using ArcGIS 9 3D Analyst** **;** ESRI , USA , p 1- 75 .

11- ESRI, (2001) **:** **GETTING TO KNOW ARC GIS desktop** **;** ESRI , USA , P. 1- 541 .

12- ESRI, (1996) **:** **Arc View Spatial Analyst** **;** ESRI , USA , P. 1- 148 .

13- Gregory, K.J. and Walling, D.E. (1973)**:** **Drainage Basin Form and Process: A geomorphological Approach** **;** Edward Arnold Ltd., London **,** P. 49 **.**

14- Horton, R.E. (1932) **:** **Drainage basin characteristics** **;** Trasns. Amer. Geophys. Union **13** , 350-361.

15- Horton, R.E. (1945)**:** **erosional developmentof streams and their Drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology;** Bull. Geol. Soc. Amer., vol 56, PP. 275-370.

16- Maxwell, J.C. (1960) **:** **Quantitative geomorphology of the** San Dimas **Experimental Forest, California** **;** Office of Naval Research, Geography Branch, Project NR 389-042: Technical Report 19, Columbia University.

17- Miller, V.C. (1953) **:** **A quantitative geomorphic study of drainage Basin characteristics in the Clinch mountain area: Va and Tenn ;** Office of Naval Research Project NR 389-042: Technical Report **3,** Columbia University.

18- Michael, Zeiler (1999) **:** **Modeling Our World** **;** ESRI , USA , P. 92 .

19- Ongley, E.D. (1968) **:** **Towards a precise definition of drainage Basin axis** **;** Australian Geographical studies **6**, 84-8.

20- Potter, W.D. (1961) **:** **Peak rates of runoff from small watersheds**, U.S. Dept. Commerce, Bureau of Public Roads, Hydraulic Design.

21- PNUD-OPE (1987). **Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Nord**. Projet RAB/80/011. guide maghrébin pour l'éxécution des études et des travaux de retenues collinaires. OPU, Alger: p.1-177.

22- Raghunath, H.M. (1991). **Hydrology: principles, analysis and design.** Wiley Eastern Limited, New Delhi: P.1- 482.

23- Réméniéras, G. (1972)**: Hydrologie de l'ingénieur ;** Eyrolles, 3ème Edition, Paris: P. 1- 456.

24- Schumm, S.A. (1956) **: The evaluation of drainge systems and Slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey;** Bull. Geol. Soc. Amer..vol **67**, 597-646.

25- Schumm, S.A. (1963)**: Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains ;** Gol. Soc. Amer. Bull. **74**, 1089-100.

26- Strahler, A.N. (1952) **: Dynamic basis of geomorphology;** Bull. Geol. Soc. Amer..vol **63**, 923-938.

27- Strahler, A. N. (1958) **: Dimensional analysis applied to fluvially Eroded landforms ;** Geol. Soc. Amer. Bull. **69**, 279-300.

(ب) البحوث:-

1- Khatib&Alami , (2005) **: Introduction to Geographic Information Science ;** Kkatib&Alami King And , Abdulaziz City for Science and Technology , Riyadh **,** Kingdom of Saudi Arabia P.1 -356.

2- Khatib&Alami , (2007) **: Advanced AecGIS – Lectures ;** Kkatib &Alami King And , Abdulaziz City for Science and Technology , Riyadh **,** Kingdom of Saudi Arabia P.1 -210**.**

3- Khatib&Alami , (2007) **: Advanced AecGIS –Exercise ;** Kkatib &Alami King And , Abdulaziz City for Science and Technology , Riyadh **,** Kingdom of Saudi Arabia P.1-1, 10-26**.**

4- Prof . Vincent Tao .(2005) **: Exploitation and Mapping from High Resolution Satellite System ;** King Abdulaziz City for Science and Technology , Riyadh , Kingdom of Saudi Arabia P.5-6**.**

ثالثاً: مواقع الإنترنت :-

١- WWW.gisclub.net
٢- WWW.gisclub.com
٣- WWW.cadmagazine.net
٤- WWW.esri.com

رابعاً: ملفات البرنامج :-

1- ArcGIS – ArcInfo , V.9.0 Desktop , Help File.

2 - ArcGIS– ArcInfo ,V. 9.0 Desktop , Help Files , GIS dictionary.