جامعة بنغازي
إدارة الدراسات العليا
كلية الآداب
قسم الجغرافيا

تقييم سد وادي زازا

دراسة للعوامل الجيومورفولوجية المؤثرة في اختيار مواقع السدود

إعداد الطالب:

منير صالح سعد الرابحي

إشراف

د. محمد علي عبدالرحيم العرفي

قُدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الإجازة العالية "الماجستير" قسم الجغرافيا ـ كلية الآداب- جامعة بنغازي

بتاريخ الموافق 16 فبراير2017 م .

جامعة بنغازي
إدارة الدراسات العليا
كلية الآداب
قسم الجغرافيا

تقييم سد وادي زازا

دراسة للعوامل الجيومورفولوجية المؤثرة في اختيار مواقع السدود

إعداد / منير صالح سعد الرابحي

لجنة الإشراف والمناقشة :

د. محمد علي عبدالرحيم العرفي	مشرفاً رئيساً	التوقيع: .....
د. الصيد صالح الجيلاني	ممتحناً داخلياً	التوقيع: .....
د. سعيد إدريس نوح	ممتحناً خارجياً	التوقيع: .....

قُدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير في الجغرافيا بكلية الآداب / جامعة بنغازي، بتاريخ الموافق 16 فبراير 2017 م .

....

دد. وكيل كلية الآداب

يعتمد / د. مدير إدارة الدراسات العليا والتدريب بالجامعة

University of Benghazi
Graduate Management
College of Literature
Department of Geography

Evaluation of Wadi Zaza dam
A study of the geomorphological factors affecting the choice of dam sites

This thesis was submitted to complete the requirements of obtaining the degree of high degree "Master" Department of Geography - Faculty of Arts - University of Benghazi

By: Mounir Saleh Saad Alrabhi

Dr: Mohammad A. Alorfi Supervisor Sig .....

Dr:Elsaid Saleh Aljilani Internal Examiner Sig.....

Dr: Saeed Idris Noah External Examiner Sig .....

This thesis was submitted to complete the requirements of obtaining the degree of high degree "Master" Department of Geography - Faculty of Arts - University of Benghazi 16/ February 2017

..... **of Arts** .....**.....**

Dependon/ Dr. of Graduate studies and Training Department

DDr.vice Deah of Arts

.....

الإهـــــداء

إلى من علمني أبجديات التفكير الجيومورفولوجي

الأستاذ الدكتور محمد علي العرفي

إلى من ربياني صغيراً وعلماني كبيراً

أبي وأمي الأعزاء

إلى من أشُد بهم أزري

إخوتي

إلى من وقف بجانبي

أصدقائي الأوفياء

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين الذي وفقني لإتمام هذا العمل المتواضع ,والذي آمل أن يسد جانباً من النقص الذي تعانيه منطقة الدراسة ويشكل منطلقاً للباحثين في دراسات لاحقه .

وإني إذ أتقدم بهذه الإضافة البسيطة المتواضعة , لابد لي من التقدم بجزيل الشكر والتقدير وعظيم الامتنان لأستاذي الفاضل ,الأستاذ الدكتور محمد على العرفي لتفضله بالإشراف على هذا العمل والذي كان له الفضل في تعلمي أبجديات الجيومورفولوجية ,كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى أساتذتي في قسم الجغرافيا بجامعة بنغازي وأخص منهم الدكتور الصيد الجيلاني والذي كان له الفضل في استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية من خلال استخدام برنامج Arc gis 9.3والذي لم يبخل علي من معين عطاء والدكتور جبريل أمطول علي والدكتور محمد لامه والدكتور عوض يوسف الحداد والأستاذ صلاح عبد الدائم العرفي والأستاذ عبد العزيز خالد الصغير.

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى الأساتذة بقسم علوم الأرض جامعة بنغازي , الأستاذ الدكتور محمد الشربيني رحمة الله عليه , و الدكتور فتحي سلوم , والدكتور سعد الشاعري , والأستاذ فرج هديه والذي كان له الفضل في كيفية استخدام برنامج جلوبل مابر, وإلى الأستاذ يونس العوامي الباحث في مكتب الأرض الهندسي للاستشارات والأعمال المساحية - المرج والذي رافقني في دراستي الحقلية.

كما أتقدم إلى الأستاذ محمد سعد لديرع مكتب توكره للآثار وأيضاً أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الأخوة في شركة الخليج العربي للنفط الأستاذ جمال الأزرق والأستاذ فايز بوليره والأساتذة موظفي معمل قنفودة منهم الأستاذ عاشور الشيخي الذين كان لهم دور في تحليل العينات وتحديد خصائص التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة .

كما لا ننسى أن نشكر الأساتذة في معهد بحوث النفط طرابلس وأخص منهم المهندسة عائشة الشعافي والمهندس محمد لاله والمهندس سالم العباني كما أتقدم بالشكر إلى الأخوة في إدارة مشروع النهر الصناعي المهندس رمضان الورفلي والأستاذ سعد بو مطاري , وإلى الأستاذ بدر الفاخري مدير الشؤون الفنية بمشروع جنوب الجبل الأخضر , وإلى الأستاذ منصور شقيفه مركز الاستشعار عن بعد بنغازي وإلى الأستاذ أحمد تركمان والمهندس محمود الفيتوري مركز الاستشعار عن بعد طرابلس الذي كان له الفضل في الحصول على مرئية فضائية لمنطقة الدراسة .

كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر والتقدير إلى أسرتي الكريمة وإلى أصدقائي سعيد عبدالحميد , فراس مداوي, أشرف الترهوني ,محمد كويدير ,عبدالله العبدلي صلاح موسى مؤمن على مساعدتهم لي أثناء الدراسة الميدانية , وإلى من مد لي يد العون وساهم في إخراج هذه الدراسة.

الملخص :

لقد تطرقت هذه الدراسة إلى تقييم موقع سد حوض وادي زازا الواقع في الجزء الغربي من الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا بين دائرتي عرض(٥ :10 ′:32 °32و٥ :40:0 ′ :32 °32 شمالاً), و بين خطي طول (٥ :20 ′:20 °20و٥ :40:0 ′ : 32 °32شرقاً) والذي يبدأ من منطقة جردس العبيد لينتهي في السهل الساحلي بين منطقتي برسس والمبني ليقطع مسافة تصل إلى 65.6كم ,مروراً بثلاثة نطاقات تضاريسية مختلفة في الخصائص الطبيعية .

أثرت هذه الخصائص الطبيعية إلى جانب العوامل الجيومورفولوجية على السد, فمن الناحية الجيولوجية تبين أن موقع السد غير مناسب نظراً لوجود تكوين درنة الذي ترتفع فيه معدلات النفاذية والتي وصلت إلى (24.8 ملي دارسي) أضف إلى ذلك كثرة الصدوع والفواصل التي أثرت على حجم مخزون بحيرة السد , في الوقت الذي وُجد فيه تكوين البنية ذو النفاذية المنخفضة يفترش منطقة أعالي الحوض والتي تشهد أعلى معدلات تساقط إلى جانب قلة الغطاء النباتي ,كُلها عوامل ساعدت على حدوث جريان سطحي أصبح يهدد منطقة غوط سلينه, ومن الناحية الجيومورفولوجية نجد أن موقع السد مناسب فنسبة انحدار المجرى بلغت 1: 0.098 م /كم أما درجة الانحدار 0.61 درجة , كما أن المجرى ضيق, فالمسافة بينهما بلغت 221.8 م كلها عوامل حددت نوع السد . وفيما يخص الخصائص المُناخية فتأثيرها بالدرجة الأولى يتركز على طبيعة الأمطار وفترات تساقطها ومعدلاتها ومناطق تركزها , حيث لوحظ أن فترة سقوط الأمطار متركزة في الفترة من سبتمبر إلى مارس ولكن القمة المطرية فيها محصورة ما بين شهر ديسمبر وشهر وينابر فكلاهما يشكلان ما نسبته (70.4%) من مجموع الأمطار الساقطة ويأتي بعد ذلك شهر أكتوبر من حيث المعدل ولكن أمطاره تسقط في أيام قليلة وهو ما يتسبب في حدوث فيضانات سنوية خاصةً إذا أخذ في الاعتبار أنها تسقط بعد جفاف استمر لسبعة أشهر تقريباً فتأثيرها يكون شديد, هذه الأمطار الساقطة تتركز جغرافياً في شمال وشرق الحوض بالأخص منطقة جردس العبيد كما ذُكر سابقاً والتي تقع على المدرج الثاني حيث يبلغ متوسطها السنوي 375.9 مم/ السنة, في حين يقل المتوسط في كل من المليطانية 261.8 مم/السنة والحمدة 225.4 مم /السنة فهي داخل نطاق أمطار 300مم/ السنة واللتان تقعان على المصطبة الأولى , أما ساعات السطوع الشمسي فقد بلغ متوسطها السنوي 10.5 ساعة ,وفيما يخص درجات الحرارة تراوح المتوسط السنوي ما بين 27.28 درجة مئوية ارتفاعاً و 20.21 درجة مئوية انخفاضا (فترة برودة), وبالنسبة للرياح فغلب عليها اتجاه الشمالي والشمالي الغربي.

ولقد انعكست الظروف المُناخية والتباين التضاريسي للحوض على طبيعة الغطاء النباتي الذي اختلف كماً ونوعاً ما بين السهل الساحلي والمدرج الأول والثاني والذي تأثر فيما بعد بالتدخلات البشرية والتي صاحبها اختلالات ومشاكل بيئية , وفيما يتعلق بالعوامل الجيومورفولوجية تبين أن تأثير كل من عامل التعرية النهرية وما ينجم عنه من ظواهر إلى

جانب عمليات تحرك المواد أكثر تأثيراً من عمليات التجوية على سد وادي زازا ,فالتعرية بأنواعها سواءً الجدولية الأخدودية أو الصفائحية نجم عنها انجرافات للتربة قللت من القدرة الاستيعابية للسد وأصبحت تشكل ضغط عليه مع مرور الزمن , كذلك تكونت شبكة تصريف ذات نمط شجري متأثرة بالخصائص التركيبية والليثولوجية للتكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة انعكست على الخصائص الهيدرولوجية , في حين شكلت عمليات تحرك المواد من تساقط وزحف للصخور وعمليات الانسياب الترابي خطراً على السد وملحقاته , أما التجوية سواء الميكانيكية أو الكيميائية فتأثيرها غير مباشر من خلال المساعدة على تفلق الكتل الصخرية وانتشار الظواهر الكارستية كالكهوف التي تعتبر نقاط لضياع المياه وتسربها إلى المخزون الجوفي , ولقد أوضحت الخريطة الجيومورفولوجية لحوض وادي زازا أن شبكة التصريف مكونة من ثمانية رتب, بها ثمانية عشر رافد رئيسي سبعة منها تقع أمام السد وتصب في السهل الساحلي مباشرةً ولا توجد عليها وسائل لضبط جريانها السطحي , وبلغت مساحة حوض وادي زازا 898.7 كم^2 , ونتيجة لتأثر الحوض بالتكوينات والتراكيب الجيولوجية انعكس ذلك على الخصائص المورفومترية فمعدل التفرع بلغ 4,02 وهي قيمة مرتفعة وهذا يدل على تضرس الحوض الذي يؤثر بدوره على الجريان السطحي والخصائص الهيدرولوجية كوقت التركيز الذي بلغ 9.6 ساعة وهي قيمة منخفضة كذلك سرعة الجريان التي بلغت 6.83م^3 / الساعة , إن إنشاء السد على مجرى وادي زازا قلل من الفيضانات التي كانت تهدد منطقتي برسس والمبنى ولكن لايزال هناك مجاري على المدرج الأول تحتاج إلى عمليات ضبط فهي تشكل أخطار على السهل الساحلي المتمثل في مزارع مشروع سهل بنغازي ومجاري تنبع من المدرج الثاني وتهدد مناطق الصليعاية وغوط سلينه على المدرج الأول كذلك لم يستفد مشروع سهل بنغازي (حقل خمسة) من المياه المخزنة في بحيرة السد لعدم اكتمال مكملات المشروع في الوقت الذي تحسنت فيه جودة المياة الجوفية لبعض المزارع القريب من الحافة , ولقد أصبح مجرى الوادي نظراً لغياب الجهات المسؤولة موقع لإلقاء النفايات في الوقت الذي لم يُستغل في الجوانب السياحية مع توافر المقومات لذلك .

وأخيراً بناءً على هذه النتائج تم وضع العديد من التوصيات لتُقيم السد ,وما يشهده الحوض من مشاكل بيئية يمكن أن تكون لها انعكاسات مستقبلية.

Abstract :-

This study addressed to assess the dam basin and Zaza Wadi , located in the western part of the Al jabal Al Akhdar northeast Libya, between the latitudes(^{0}32:′10:0$_{0}$and^{0}32:′40:0$_{0}$north) and between longitudes (^{0}20:′20:0$_{0}$ and^{0}21:′0:0$_{0}$east) which starts from Jardas al 'Abid area, to end up in the coastal plain between the areas of Berses and Al Mabni, to cut the distance of up to 65 km categorically that three bands of different topographic relief in the terrain natural characteristics .These natural characteristics along with geomorphological factors affected the dam, it is geologically It turns out that the dam site is not suitable because of the formation Derna in which the rise, which amounted to (24.8 mile Darcy permeability rates) Add to that the large number of faults and joints that have affected the size of the lake stock Dam ,At a time when the Al bnia formation is low permeability sat on the Upper basin, which has the highest rates of rain falling along with the lack of vegetation are all factors that have helped the occurrence of runoff threatens Ghot Slinh area .We geomorphology, we find that the dam site suitable proportion of the decline of the Hungarian amounted to 1: 0.098 m / km The degree of slope 0.61 degrees, and the downstream aspects tight and close, the distance between them amounted to 221.8 m are all factors determined the type of dam ,

With regard to the climatic characteristics Their impact is primarily . focused on the rainy nature and periods Fallen and rates and areas of concentration, where we find that the fall rains concentrated in the period from September to March, but rain summit where sandwiched between December month and a month and in January they both pose a rate (70.4%) of Total rainfall and then comes the month of October in terms

of average but Omtarh fall in a few days which would cause a special annual flooding if we take into account that they fall after the drought lasted for seven months almost Their impact will be severe, this rainfall is concentrated geographically in the north and east of the basin especially Jardas al 'Abid area as we mentioned earlier, which is located on the second terrace with an annual average of 375.9 mm / year, while at least average in each of the Al miltaniyah 261.8 mm / year and Alhimadah 225.4 mm / year are within the scope of rainfall 300 mm / year and which are located on the first terrace .While the solar brightness hours annual average stood at 10.5 hours, and with regard to temperatures ranging annual average between 27.28 ° C rise and 20.21 degrees Celsius, down (the cooler), and for the winds overcame the north-west and north direction.

We have reflected the climatic conditions and terrain variation of the basin on the nature of the vegetation, which differed in quantity and quality between the coastal plain and the first and second terrace, which influenced later human interventions which owner imbalances and environmental problems .And with respect to the factors geomorphological show that all of the erosion of river workers and the resulting phenomena Alyjanb materials move operations more influential than weathering processes Valley Dam Zaza effect, Valtarah kinds both tabular Rift or laminate resulting in eroded soil reduced the capacity of the bridge and become a compress it with the passage of time, as well as the drainage network-style tree formed influenced by the characteristics of synthetic and Allithologih geological formations prevailing in the region reflected on the hydrological characteristics, while the percentage of the materials move operations from the loss and encroachment of rocks and processes flowing mud danger to the dam and its accessories, while

weathering, whether mechanical or Chemical their impact indirectly by helping to segmentation rock masses and the spread of phenomena karst caves which are points of the loss of water seeping into aquifers, and I've map geomorphological of Wadi Zaza explained that the drainage network is made up of eight times, the eighteen major tributary seven of which are located in front of the dam and pour into the coastal plain directly and there is the means to adjust the runoff which, amounting basin Wadi Zaza area of 898.7 km2, and as a result impacted the basin formations and geological structures reflected on morphometric characteristics rate forking amounted to 4.02 which is a high value and this shows Tdhars pelvis, which in turn affects the runoff and hydrological characteristics as a time to focus, which amounted to 9.6 hour is a low value as well as the flow velocity, which amounted to 6.83 m3 / h .The construction of the dam on the river and Wadi Zaza reduced the flooding that was threatening the areas of precise and the Al Mabni , but there are still streams on the first terrace need to adjust the operations they pose Hazareds to the coastal plain of farms easy Benghazi and streams originate from the second terrace and threaten Alsaliaih areas and Ghot Slinh draft terrace first, as well as not easy Benghazi plain will benefit five of the water stored in a field in the dam lake for non-project supplements is completed at a time when improved groundwater of some of the near farms from the edge quality, and I have the course of the Wadi became the absence of those responsible site for the dumping of waste at the time did not utilized for years in the tourist areas with the availability of the ingredients for it Finally Based on these results, several recommendations that evaluate the dam mode, and witnessed the basin of the environmental problems that could have future implications

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
الإهداء	أ
الشكر والتقدير	ب
الملخص	د
Abstract	و
فهرس المحتويات	ط
فهرس الجداول	س
فهرس الأشكال	ف
فهرس الخرائط	ص
فهرس الصور	ق
فهرس الملاحق	ش
مقدمة عامة **الإطار النظري للدراسة**	2 - 29
المقدمة	2
موقع منطقة الدراسة	5
مراحل تطور بناء السدود وخزن المياه في ليبيا	7
مشكلة الدراسة	14
أهداف الدراسة	14
أهمية الدراسة	14
أسباب اختيار موضوع ومنطقة الدراسة	15
مصادر الدراسة ومناهجها	15

مصطلحات الدراسة	20
الدراسات السابقة	22
تساؤلات الدراسة	29
صعوبات الدراسة	29
الفصل الأول : الخصائص الجيولوجية والجغرافية لمنطقة الدراسة	111 - 30
المقدمة	31
أولاً : الجانب الجيولوجي (جيولوجية المنطقة)	31
ثانياً: جيومورفولوجية المنطقة	57
ثالثاً : المُناخ	82
رابعاً : التربة	102
خامساً : النبات الطبيعي	107
الفصل الثاني : العمليات الجيومورفولوجية و الظواهر الناتجة عنها في حوض وادي زازا	143 –112
مقدمة	113
أولا : التجوية والظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنها	113
أ : التجوية الميكانيكية	113
1– عمليات التجوية الميكانيكية	114
2– ظاهرات التجوية الميكانيكية	119
ب– التجوية الكيميائية	120
1– عمليات التجوية الكيميائية	120
2– ظاهرات التجوية الكيميائية	121

ثانياً: العمليات النهرية والظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنه	129
أ– عمليات التعرية المختلفة	129
ب– ظاهرات التعرية النهرية	131
1– ظاهرات النحت النهري	131
1–1- نمط التصريف	131
1–2- شكل المجرى	132
1–3- المساقط المائية	133
1–4- المنعطفات والالتواءات النهرية	134
1– 5- الخوانق النهرية	135
2– ظاهرات الإرساب النهري	135
2–1- سهول البجادا	136
2– 2- المصاطب	137
ثالثاً: عمليات تحرك المواد والظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنها	138
أ– السقوط الصخري	138
ب– زحف الصخور	140
ج– الحركة الدورانية للصخور	141
د – انسياب المواد الترابية	142
الفصل الثالث:التحليل المورفولوجي لحوض وادي زازا وشبكته التصريفية	144- 173
مقدمة	145
أولاً- المعاملات المورفومترية لحوض الوادي	145
أ- معاملات المساحة والأبعاد	145

1– مساحة الحوض	145
2– أبعاد الحوض	146
2–1– طول الحوض	146
2– 2– عرض الحوض	147
2– 3– المحيط الحوضي	147
ب – معاملات شكل الحوض	148
1– معامل الاستطالة	148
2– معامل الاستدارة	149
3– معامل الشكل	150
4– معامل الانبعاج	150
5– معامل الاندماج أو التماسك	151
6– نسبة الطول إلى العرض الحوضي	151
7– التعرج النسبي للمحيط الحوضي	152
ج– المعاملات التضاريسية للحوض	153
1– معاملات التضرس	153
2– التضاريس النسبية	153
3– التكامل الهبسومتري	154
4– قيمة الوعورة	154
5– نسبة التقطع	155
ثانياً: المعاملات المورفومترية لشبكة التصريف المائي	156
أ– المعاملات المورفومترية لشكل شبكة التصريف	156
1– تحليل الرتب	156
2– أعداد المجاري	160

3– معدل التفرع	161
4– المسافات بين المجاري	162
5– اتجاهات المجاري	163
6– التعرج النهري	166
7– زوايا التقاء المجاري	166
ي- اتجاهات المجاري	163
ب– المعاملات المورفومترية المائية	168
1– أطوال المجاري	168
2– كثافة التصريف	169
3– تكرار المجاري أو الكثافة العددية	170
4– معدل بقاء المجاري	171
5– شدة الصرف	172
6– زمن التركيز	172
7– سرعة الجريان	172
الفصل الرابع : الآثار البيئية المترتبة على إنشاء سد وادي زازا	174- 189
مقدمة	175
أولاً : التأثير على الإنتاج الزراعي	175
ثانياً : التأثير على التربة	183
ثالثاً : التأثير على المياه الجوفية	184
رابعاً : درء الفيضانات	186
خامساً : السياحة	186
سادساً : الآثار الاجتماعية	187

سابعاً : الآثار الجيومورفولوجية (تآكل مجاري الأودية والسواحل)	188
ثامناً : التأثير على صحة الإنسان	188
تاسعاً: التلوث	189
الخاتمة	231 -190
أولاً : النتائج	191
ثانياً : التوصيات	194
ثالثاً : قائمة المصادر والمراجع	196
رابعاً : الملاحق	207

فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	بيانات السدود المنفذة	11
2	السدود المقترحة	12
3	تصنيف النفاذية للتكوينات الجيولوجية	50
4	اتجاهات ونسبة الفواصل في منطقة السد	55
5	خصائص الانحدارات	62
6	خصائص المقاطع العرضية	67
7	المقاطع الطولية وأبعادها	71
8	المتوسط الشهري والمعدل السنوي للأمطار لمحطات المنطقة	84
9	عدد الأيام الممطرة ومتوسط أكبر كمية هطول سقطت خلال يوم واحد في محطة أرصاد المرج خلال الفترة 1989-2002	86
10	الاتجاه العام لكميات الأمطار لمحطة المرج 1975- 2005	89
11	كميات الأمطار والمتوسطات المتحركة الثلاثية لمحطة المرج	91
12	نوع المناخ حسب معادلة ديمارتون	93
13	تطبيق معامل الجفاف ونوع المناخ لديمارتون على محطة المرج	93
14	القيمة الفعلية للتساقط ونوع المناخ والحياة النباتية حسب معامل الجفاف لشرف	93
15	مركبات معامل الجفاف الشهري لشرف في محطة المرج	94
16	معدل ساعات السطوع الشمسي لمحطة المرج لسنة 2013	95
17	متوسط درجة الحرارة العظمي والصغرى والمدى الحراري لمحطة المرج 1989 - 2009	97
18	النسب المئوية لتكرار هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة في محطة المرج للفترة 1989 - 1996	99
19	المتوسط الشهري والسنوي لسرعة الرياح في محطة المرج للفترة من 1989 - 2008	100
20	أعداد المجاري	160
21	حساب معدل التفرع المرجح في حوض وادي زازا	162
22	اتجاهات المجاري المائية في حوض وادي زازا	164
23	نسب زوايا التقاء المجاري في حوض وادي زازا	167
24	أطوال الرتب في حوض وادي زازا	168

25	كثافة التصريف وفق تصنيف سميث واسترالر	170
26	معدلات ملوحة المياه في منطقة المبني	185

فهرس الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1	التتابع الطبقي لمنطقة الدراسة	39
2	كثافة الصدوع في منطقة السد	52
3	الصدوع في منطقة السد	53
4	اتجاهات الفواصل في المنطقة	56
5	قطاع عرضي خلف السد	68
6	قطاع عرضي لموضع السد	69
7	قطاع عرضي أمام السد	69
8	مقاطع طوليه لروافد الوادي	72- 81
9	التوزيع الفصلي للأمطار في محطات المنطقة	83
10	المتوسط الشهري لسقوط الأمطار	84
11	عدد الأيام الممطرة ومتوسط أكبر كمية هطول سقطت خلال يوم واحد في محطة أرصاد المرج خلال الفترة من 1989 – 2002 ف	86
12	الاتجاه العام لكميات الأمطار في محطة المرج 1975- 2005	90
13	كمية الأمطار والمتوسطات السنوية المتحركة الثلاثية لمحطة المرج	92
14	معدل ساعات السطوع الشمسي 2013	95
15	متوسطات درجة الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري لمحطة المرج (1989 - 2009)	98
16	وردة الرياح لمحطة المرج خلال الفترة 1989 - 1996	99
17	منحنى متوسط سرعة الرياح في محطة المرج 1989 - 2008	101
18	طريقة تصنيف الرتب للمجاري المائية	157
19	اتجاهات المجاري المائية وعلاقتها بالفواصل في حوض وادي زازا	165
20	مشروع سهل بنغازي الاستيطاني الزراعي	178

فهرس الخرائط

الرقم	العنوان	الصفحة
1	المناطق المائية	3
2	موقع منطقة الدراسة	6
3	المرحلة الأولى من مراحل تطور الجبل الأخضر	33
4	المرحلة الثانية من مراحل تطور الجبل الأخضر	35
5	المرحلة الثالثة من مراحل تطور الجبل الأخضر	36
6	المرحلة الرابعة من مراحل تطور الجبل الأخضر	37
7	التوزيع الأفقي للتكوينات الجيولوجية	40
8	نموذج الارتفاعات الرقمي DEM	60
9	انحدار السطح بالدرجات	64
10	اتجاهات الانحدار	65
11	المقاطع العرضية	68
12	الرتب النهرية لحوض وادي زازا	159
13	المناطق الزراعية في ليبيا	176
14	مشروع وادي المجينين	180
15	مشروع وادي الهيرة	181
16	شبكة الري بمشروع وادي كعام	182

فهرس الصور

الرقم	العنوان	الصفحة
1	سد روماني	9
2	سد حوض وادي زازا	13
3	عينات التكوينات الجيولوجية	16
4	عينات التكوينات الجيولوجية	17
5	قياس اتجاهات الفواصل	17
6	الإرسابات في سبخة الكوز	46
7	الرواسب النهرية	46
8	التدرج الرأسي لأحجام الرواسب الفيضية	47
9	رواسب المنحدرات	48
10	رواسب الكهوف	48
11	صدع في منطقة الدراسة	51
12	حدوث تحرك للمواد في مناطق الصدوع	54
13	فواصل مملؤة بمخلفات التجوية	55
14	انهيار جزء من الطريق الفرعي عند نقطة عبور الوادي في غوط سلينه	87
15	انهيار جزء من الطريق الفرعي عند نقطة عبور الوادي في منطقة الصليعاية	87
16	حفر وتوسعت مجرى القناة	88
17	سد وادي البياضة المنهار	88
18	التربة الفيضية في مجرى وادي زازا	103
19	التربة الحمراء	104
20	التربة الملحية	105
21	التربة الصخرية	106
22	انجرافات التربة	106
23	الغطاء النباتي في سهل بنغازي	108
24	كثافة الغطاء النباتي في منطقة إم الضباع	108
25	تبعثر الغطاء النباتي بالقرب من السد	110
26	انخفاض الغطاء النباتي في منابع الحوض	110
27	التعدي على الغطاء النباتي لإنتاج الفحم	111
28	مخططات حضرية في مزارع الحمدة	111

29	انكشاف الصخور نتيجة لعمليات انجراف التربة	115
30	أحد المحاجر عند مصب مجرى الزاد	115
31	تحرك الحطام والكتل الصخرية	116
32	التجوية بفعل جذور النباتات	117
33	دور الخلد في حفر الأرض	117
34	تفلق الكتل الصخرية	119
35	تجاويف الكهوف	122
36	كهف في وادي الشحرير أحد روافد الحوض	122
37	دولينات الإذابة النهرية في وادي الشحرير	123
38	اللابيه أو التشرشر الجيري	124
39	ممرات الكهوف	125
40	هوابط في أحد الكهوف	126
41	رواسب الغرين الجيري	127
42	تربة التيراروزا في السهل الساحلي	128
43	بداية تكون الأخاديد	130
44	أخدود ضيق وعميق	130
45	شكل مجرى وادي زازا	133
46	أحد المساقط المائية	134
47	المنعطفات والالتواءات النهرية	135
48	الخوانق النهرية	136
49	سهول الباجادا	137
50	مصطبة بالقرب من السد	138
51	السقوط الصخري	139
52	ترميم مواضع السقوط فوق السد	139
53	زحف الصخور	140
54	الدوران الصخري	141
55	كتلة صخرية متهيئة لعملية الدوران	142
56	انسياب المواد الترابية على الطريق	143
57	خزان سطحي	178
58	نقوش حجرية داخل كهف الطيور	187
59	النفايات في مجرى وادي زازا	189

فهرس الملاحق

الرقم	العنوان	الصفحة
1	مرئية فضائية	207
2	تحليل خصائص المسامية و النفاذية للعينات الجيولوجية	208
3	حساب مساحة التكوينات الجيولوجية	209
4	استمارة استقصاء	210
5	معدل ونسبة ودرجة الانحدار للحوض والروافد الرئيسية وجوانب المقاطع العرضية	211
6	المتوسطات الشهرية والمجموع الفصلي والنسب المئوية لكميات سقوط الأمطار	223
7	المجموع السنوي للأمطار لمحطة المرج للفترة (1975 – 2005)	224
8	معدلات سقوط الأمطار السنوية محطة المرج الفترة(1978-2008)	226
9	المعاملات المورفومترية لحوض الوادي	227
10	المعاملات المورفومترية لشبكة التصريف المائية	230

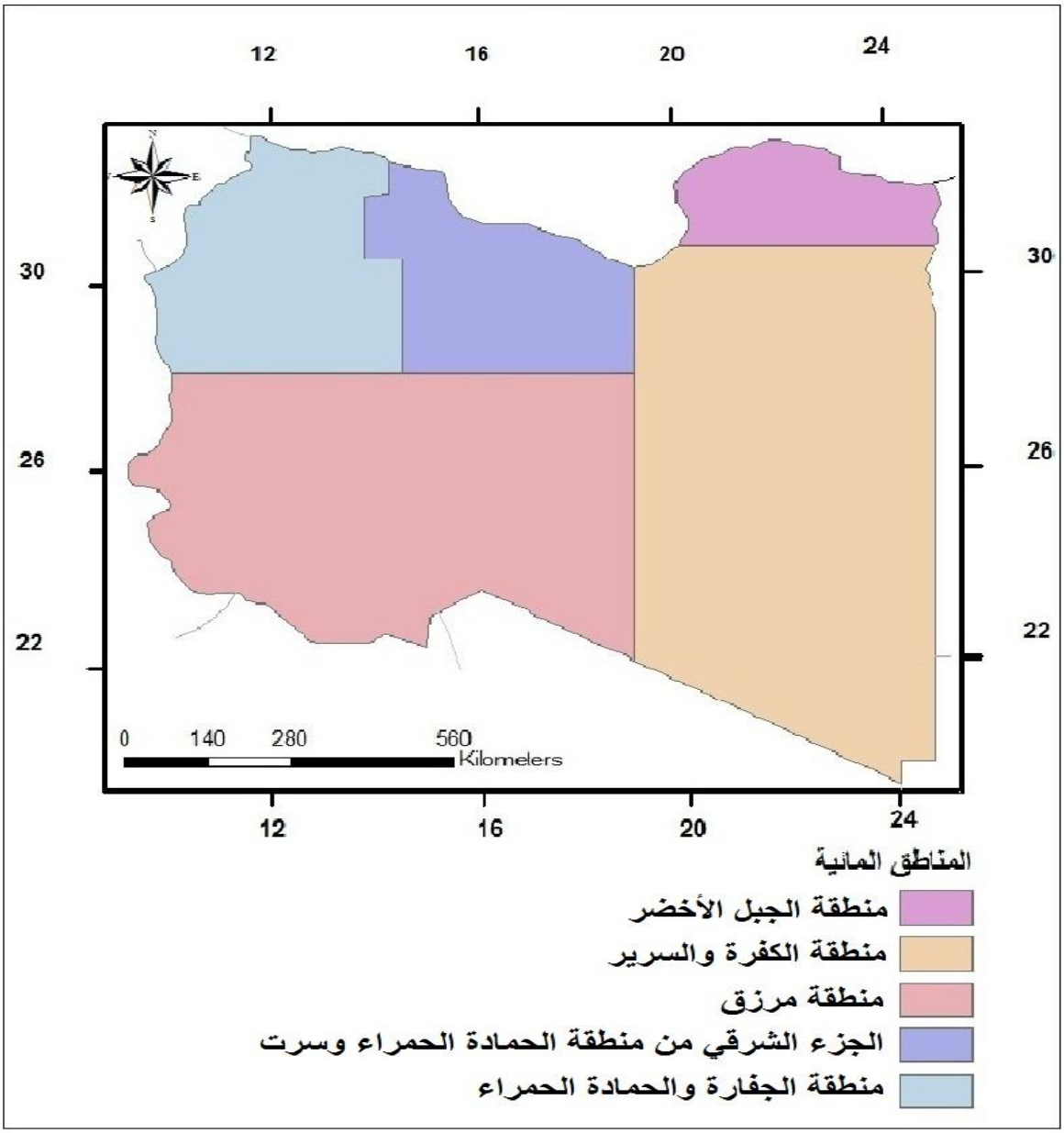
الإطار النظري للدراسة

- المقدمة
- موقع منطقة الدراسة
- مراحل تطور بناء السدود وخزن المياه في ليبيا
- مشكلة الدراسة
- الأهداف
- الأهمية
- أسباب اختيار موضوع ومنطقة الدراسة
- مصادر الدراسة ومناهجها
- تعريفات إجرائية
- الدراسات السابقة
- تساؤلات الدراسة
- صعوبات الدراسة

المقدمة :-

الجيومورفولوجية هي ذلك العلم الذي يدرس أشكال سطح الأرض من حيث الارتفاع والانخفاض والأصل والنشأة والبيئة التي تكونت فيها , ودراسة القوى التي أسهمت في نشأتها سواءً كانت داخلية كالزلازل والبراكين والالتواءات والانكسارات, أم خارجية كالتعرية والتجوية وتحرك المواد , واستخدام المعايير والمقاييس المختلفة بدقة لقياسها بُغية الاستفادة منها في التنقيب والاستكشاف , واستغلال الثروات والموارد الطبيعة ومعالجة ودرء مخاطرها وهي بذلك أخذت بُعد تطبيقي وُظف للأنشطة البشرية بعد أن كانت مُقتصرة على الجانب الوصفي العام . ومن هذه الأبعاد التطبيقية لعلم الجيومورفولوجية البحث عن الموارد الطبيعية كالمعادن والنفط والصخور والمياه الجوفية , والعمليات العسكرية وتخطيط المدن والطرق والجسور والمطارات وتخطيط مشاريع الري والخزن وتحديد مواقع إنشاء السدود للاستفادة منها في استغلال الموارد المائية والتي أصبحت من أهم الثروات الطبيعية التي يعتمد عليها مستقبل وتطور الحضارة الإنسانية , فوجود الحياة وانعدامها رهن بهذا المورد ونلتمس ذلك في ظهور حضارات ارتبطت بوجود المياه واختفت بحلول الجفاف كحضارة بلاد الرافدين والنيل والسند ,فعرف الإنسان أهميته فدأب إلى ضبط الأنهار والأودية للاستفادة منها في تطوير حياته الاقتصادية من خلال استغلالها في عمليات النقل النهري ودرء مخاطرها واستغلالها كذلك في النشاط الزراعي بإقامة السدود. فالتاريخ القديم يذكر السدود التي أقامها الصينيون على نهر اليانجسي وكذلك التي أقامها البابليون على نهر الفرات لتصريف مياهها إلى منخفض الحبانية وأبي دبس وكذلك سد النمرود الذي أقامه الآشوريون لتموين حوض النهروان ,وفي الألفية الأولى قبل الميلاد حفر الملك سنحاريب قناة بطول 70 كم لنقل المياه من المناطق الجبلية إلى مدينة نينوى وأقام عليها سد لتنظيم استغلالها , أما في اليمن يوجد سد مأرب على وادي دنه . وفي فترة الحكم الإسلامي أقام الحجاج سدود لتجفيف الأهوار ,وكذلك سد خربقة في عهد الدولة الأموية الرابط بين مدينتي تدمر ودمشق, وفي التاريخ المعاصر هناك آلاف الأمثلة عن السدود في العالم وهي تختلف حسب المادة المستخدمة في بناءها وشكلها وكذلك الغرض من إنشاءها ومن هذه السدود السد العالي على نهر النيل وسد نهر الفرات في سوريا وسد أتاتورك في تركيا وسد النهضة في أثيوبيا وسد الممرات الثلاثة في الصين وسد إيتايبو الواقع بين البرازيل وباراغواي وسد هوفر في الولايات المتحدة وسد أكوسومبو في غانا وغيرها كثير.
وكان هذا التطور في هندسة بناء السدود والخزانات هو نتيجة طبيعية للطلب المتزايد على المياه للاستعمالات المختلفة سواءً في توليد الطاقة الكهربائية وكذلك تعويض النقص في مياه الشرب والاستخدامات الصناعية والزراعة المروية والتي قابلتها زيادة في معدلات نمو سكان العالم.
وليبيا إحدى الدول التي أولت اهتمام بالثروة المائية نظراً لوقوعها في نطاق الأراضي الجافة وشبه الجافة بسبب مُناخها الذي يتصف بمستويات تساقط ضعيفة ومتباينة والتي يزداد فيها الطلب على المياه. فصدر قانون بإنشاء الهيئة العامة للمياه وأوكل إليها العمل والقيام بالدور الأساسي في إدارة هذا المورد ولتحقيق ذلك تم تقسيم ليبيا إلى خمسة مناطق مائية كما توضحه الخريطة (1) ,وتم وضع العديد من الإجراءات التنفيذية والتدابير لتنظيم استغلال وتنمية موارد المياه للاستفادة من الجريان السطحي الذي تشهده البلاد في الأجزاء الشمالية بدلاً من ضياعها عن طريق التبخر والرشح أو الاتجاه نحو البحر ,خصوصاً إن هذه المنطقة تتمتع بأمطار تتراوح ما بين 100-600مم/السنة مقدرة ب 3.5 مليار م^3 /السنة على مساحة تجميعية مقدرة ب 9000 م^2 وهي كافية لإقامة زراعات اقتصادية .ومن هذه التدابير إقامة العديد من السدود

خريطة (1)
المناطق المائية



المصدر : اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والنباتية , الهيئة العامة للمياه, " الوضع المائي بالجماهيرية العظمى " تقرير غير منشور, ,2006 ص 1

على معظم الأحواض التي تسمح خصائصها الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية بذلك, حيث وصل عدد السدود المنفذة إلى 18 سد و 4 سدود تحت التنفيذ بسعة تخزينية تصل إلى 427.34 م^3/ السنة ,وكما هو معروف فإن إقامة مثل هذه المشاريع يعتمد على طبيعة مظاهر السطح من حيث الارتفاع والانخفاض ودرجات الانحدار وكذلك التكوينات السطحية وتحت السطحية (جيولوجية الموضع) وخصائصها من حيث السمك وميل الطبقات ومساميتها ونفاذيتها. بالإضافة للعمليات والخصائص الجيومورفولوجية السائدة في مواقع إنشائها والتي تعتبر ركيزة لأطراف أي معادلة تصميمية لحساب أقصى جريان ومعرفة طبيعة ومميزات خصائص حوض المطر (الخصائص المورفومترية) والتي تحمل دلالات مهمة لمعرفة سلوك وطبيعة الجريان السطحي خاصة في المناطق الجافة والذي يمثل أحد العناصر الأساسية لوضع معايير تصميم المنظومة الهيدروليكية , ومن خلال هذه المعطيات يمكن التعرف على الإمكانات المتاحة والمشاكل القائمة والمتوقعة في المستقبل ,وتحاول هذه الدراسة تقييم موقع سد حوض وادي زازا من الناحية الجيومورفولوجية وذلك من حيث تأثير العمليات الجيومورفولوجية السائدة في المنطقة والظواهر الناتجة عنها والخصائص المورفومترية في تحديد موقع إنشاءه بالإضافة إلى معرفة الآثار المترتبة عليه , خاصةً بعد مرور ما يقرب من ثلاثة عقود على ذلك , وسد وادي زازا هو سد خرساني تابع لإدارة الهيئة العامة للمياه فرع المنطقة الشرقية حيث كان الغرض من إنشائه هو حجز المياه السطحية. والتحكم فيها واستغلال ما سيحجزه السد في النشاط الزراعي من خلال ري ثلاثين مزرعة من حقل رقم (5) في مشروع سهل بنغازي الزراعي أي ما يعادل ثلاثمائة هكتار , ودرء الفيضانات عن منطقتي برسس والمبني الواقعتين على الشريط الساحلي لسهل بنغازي .

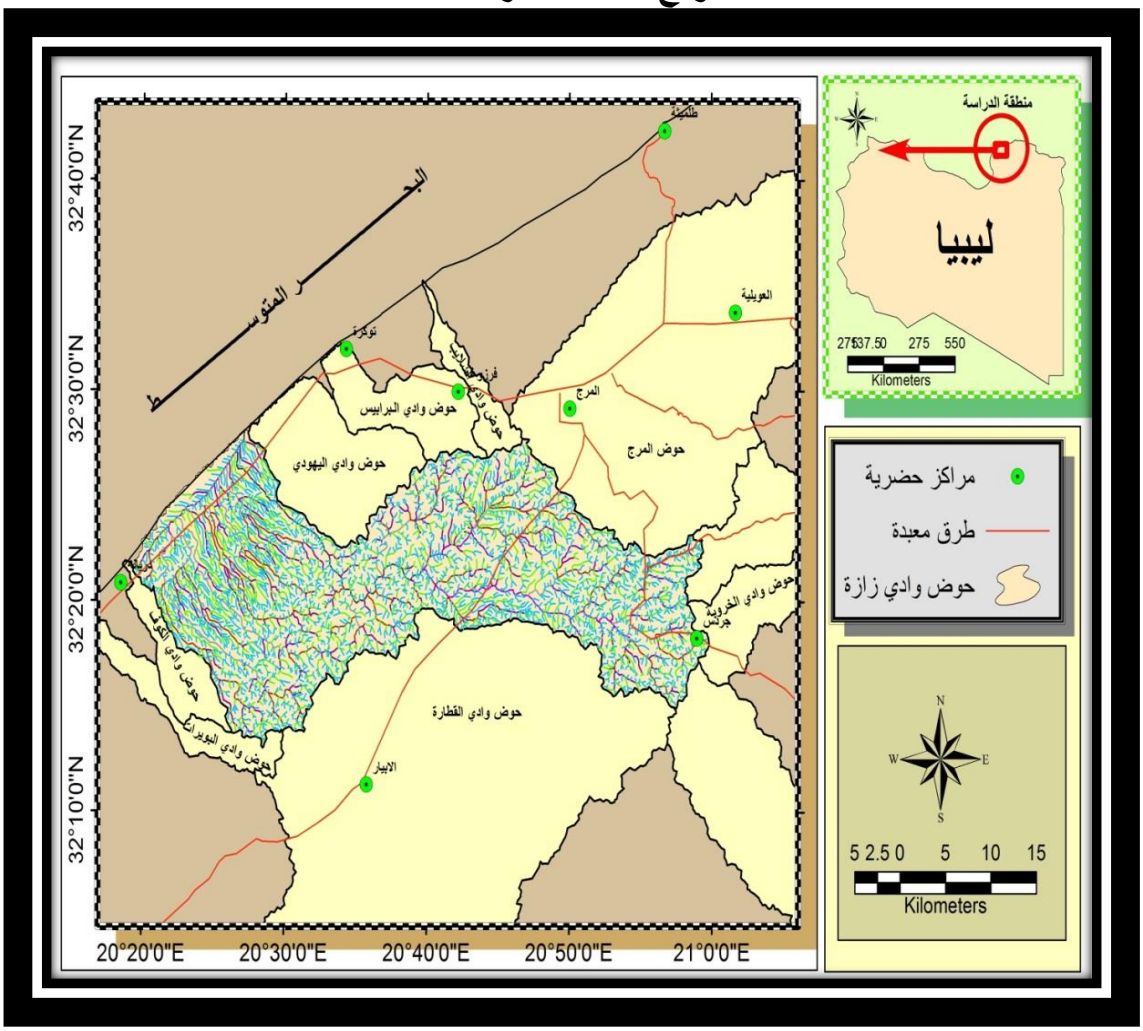
ولتبسيط هذه الدراسة قسمت إلى أربعة فصول سبقتها مقدمة ثم تحديد موقع منطقة الدراسة فنبذة على مراحل تطور بناء السدود وخزن المياه في ليبيا. تلاها لب الدراسة المشكلة ثم أهميتها وأهدافها والأسباب وراء اختيارها, وأيضاً مصادر الدراسة ووسائلها والمناهج المتبعة فيها . كذلك الدراسات السابقة التي لها علاقة بموضوع الدراسة وأخيراً التساؤلات التي تبحث فيها. أما الفصل الأول فلقد خُصص للظروف الطبيعية للمنطقة سواءً الجيولوجية من حيث التكوينات السائدة وتوزيعها الجغرافي ومساحتها وخصائصها التركيبية من صدوع وفواصل والليثولوجية بالتحديد النفاذية والمسامية ومدى تأثيرها على تحديد موضع السد , ثم جاءت الظروف المُناخية الأمطار من حيث الكمية والتوزيع الشهري والسنوي وقيمتها الفعلية والاتجاه العام لها , كذلك الإشعاع الشمسي من حيث عدد ساعات السطوع , والحرارة والرياح من حيث التوزيع والاتجاهات السائدة لهبوبها , كذلك شملت الظروف الطبيعية الوضع التضاريسي للمنطقة وخصائصه من حيث التباين الطوبوغرافي ودرجة الانحدار , كما شملت التربة السائدة في المنطقة وما تتعرض له من انجرافات والغطاء النباتي وطبيعته من حيث التوزيع والكثافة وما يتعرض له من حرائق وقطع . في حين تناول الفصل الثاني العوامل الجيومورفولوجية السائدة في المنطقة والظاهرات الناتجة عنها من تجوية سواءً ميكانيكية أو كيميائية إلى جانب التعرية وتحرك المواد ومدى تأثيرها على السد. وتطرق الفصل الثالث الخصائص المورفومترية للحوض سواءً الخصائص الشكلية من مساحة وطول وعرض والمحيط الحوضي , كذلك معدلات الاستطالة والاستدارة ومعامل الشكل والانبعاج , إلى جانب خصائص شبكة التصريف من تحليل للرتب ومعدل التفرع والكثافة التصريفية وكثافة المجاري العددية واتجاهاتها وصولاً إلى معامل السيلية وزمن التركيز وسرعة الجريان .

وأخيراً الفصل الرابع تضمن ذكر الآثار المترتبة على إنشاء السدود في ليبيا سواءً على الإنتاج الزراعي والتربة والمياه الجوفية ودرء مخاطر الفيضانات والسيول وأبعادها السياحية وآثارها الاجتماعية والجيومورفولوجية وتأثيرها على صحة الإنسان والتلوث

موقع منطقة الدراسة :-

تقع منطقة الدراسة في الجزء الغربي من الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا. بين دائرتي عرض (٥ :10 ′ :32º و ٥ :40 ′ :32 º شمالاً), و بين خطي طول (٥ :20 ′:20 º و ٥:40 ′ : 32 º شرقاً) وتبدأ حدود الحوض من منطقة جردس العبيد والتي تقع على ارتفاع 695 م فوق مستوى سطح البحر وهي تمثل خط تقسيم المياه بين مناطق شبة جافة ذات تصريف داخلي ومناطق شبة رطبة ذات تصريف خارجي, ويقطع الوادي المنطقة ماراً بالمصطبة الثانية ومن ثم المصطبة الأولى والتي تمثل منطقة تصريف داخلي في بعض الأوقات والمعروفة محلياً منطقة النقعه الواقعة شمال المليطانية, وصولاً إلى البحر عبر منطقة السهل الساحلي بين قريتي برسس والمبني . وخلال مروره بهذه المناطق يأخذ الحوض تسميات محلية عديدة منها ساس والعوينات والدخان و بويريف وأخيراً زازا , ويحد حوض الوادي من جهة الشمال الأحواض التالية القود والسلايب والبرابيس واليهودي وجنوباً حوض وادي القطارة وشرقاً سمالوس والخروبة و الجنوب الغربي الكوف, إن الجريان السطحي الذي يشهده حوض وادي زازا إما أن ينتهي إلى منخفض النقعة بعد منطقة المليطانية أو يشق طريقه إلى منطقة السهل الساحلي والتي تمثل الجهة الغربية للحوض وهذا مرتبط بكميات الهطول وحجم الجريان السطحي , وتبلغ مساحة حوض وادي زازا 898.7 كم2 وطول مجراه 65.6 كم , وهو أقرب إلى الشكل المستطيل ولكنه يأخذ انحرافات وتغير في الاتجاه ما بعد منطقة غوط سلينه ,وعلى الرغم من كون منطقة الدراسة شديدة التضرس وكثيفة الغطاء النباتي فإنها سهلة الوصول من كلتا الأجزاء الغربية (الطريق الرابط بين برسس و الحمده) والشمالية (الطريق الرابط بين المليطانية و الحمده) وطريق (المليطانية جردس)وهذه المنطقة مواجهة للرياح الغربية العكسية والتي تكون مصحوبة بأمطار عند مرورها عليها والخريطة (2) توضح موقع منطقة الدراسة .

خريطة (2)
موقع منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc Map 9.3 في الرسم بعد تحويل الخرائط الكنتورية للجيش الأمريكي لوحات جردس الأحرار والحمدة ودريانه مقياس 1:50000 إلى خرائط مناسيب ثم إلى نموذج ارتفاع رقمي ثم اجري لها التحليل المكاني الهيدرولوجي .

مراحل تطور بناء السدود وخزن المياه في ليبيا

لاشك إن الارتفاع لسريع في عدد سكان العالم والتغيرات المنُاخية المتمثلة في ظاهرة الاحتباس الحراري وما يترتب عنها من تناقص في فترات الهطول سيتسبب في عدة مشاكل وسينخفض نصيب الفرد من الماء وتظهر النزاعات على مياه الأنهار العابرة للحدود, فعلية إن إدارة واستغلال موارد المياه من أجل مواجهة الضغط الذي يشكله الطلب المتزايد من قبل السكان على المياه بغية التنمية البشرية والاقتصادية هي إحدى التحديات التي تواجه الدول وخاصة تلك التي تقع في نطاق الأراضي الجافة وشبة الجافة, ومن ثم فإن الاستغلال والتحكم في المياه السطحية هو أمر حيوي نظراً للدور الأساسي الذي تؤديه في نجاح المشاريع الزراعية والتقليل من أخطار فيضاناتها خاصة في البيئات الهشة , ولكن قبل التطرق إلى المراحل التاريخية في عملية استغلال وخزن المياه وبناء السدود في ليبيا هذه نبذه عن السدود وأنواعها .

أولاً: السدود وأنواعها

أ- مفهوم السد :

السد هو إنشاء هندسي يقام على مجرى وادي أو منخفض بهدف حجز المياه, والسدود من أقدم المنشآت التي عرفها الإنسان والتي لجأ إليها للاستفادة من أكبر قدر ممكن من المياه لاستغلالها في الزراعة وكذلك درء خطر فيضاناتها(1)

ب- أنواع السدود :

يتم تشييد السدود على الأنهار والأودية لتؤدي غرضاً معيناً وبأحجام مختلفة ويستخدم في بناؤها مواد متنوعة, ومن ثم فإن السدود يتم تصنيفها حسب الغرض الذي أنشئت من أجله أو حجمها أو حسب المواد المستخدمة في بنائها وهي كما يلي :

1- السدود حسب الغرض الذي أقيمت من أجله :

1-1- سدود التغذية الجوفية وهي تُقام على مجاري الأودية لحجز مياه الأمطار إلى أن يتم ترشيحها إلى الخزان الجوفي .

1-2- سدود التخزين السطحي ودرء الفيضانات وهي تقام لحجز مياه الأمطار إلى أن يتم تفريغها والتخلص من آثارها على سبيل المثال سد وادي القطارة والمجينين والنغار وزازا ودرنه .

1-3- سدود تعويقية تُقام على مجاري الأودية والأنهار شديدة الانحدار للحد من سرعة الجريان ومقاومة التعرية .

1-4- سدود تقام للتحكم ف المنسوب المائي ورفعه في الجهة الأمامية للمحافظة على مستوى معين لغرض الملاحة .

1-5- سدود لتوليد الطاقة الكهربائية من خلال الفرق في منسوب المياه قبل وبعد السد فتعمل على تدوير التوربينات

2– السدود حسب أحجامها :

تنقسم السدود حسب أحجامها إلى صغيرة وكبيرة ولقد حددت اللجنة الدولية للسدود معيار

1-حسن امحمد حسن ,"السدود شمال غرب الجماهيرية عوامل نشأتها المكانية وأثرها على التوازن البيئي دراسة هيدروغرافية " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية الآداب ,جامعة السابع من أبريل , الزاوية ,2010,) ص50

الارتفاع لتصنيف السدود فالسدود الكبيرة هي ما يتعدى ارتفاعها 15م والصغيرة تحت ذلك .
3 – السدود حسب المواد المستخدمة في بناءها وشكلها وهي نوعان :
1-3 : السدود الخرسانية أو البنائية ومنها :-
1-1-3- السدود الخرسانية التثاقلية

وتتكون من خرسانة عادية في وضع مستقيم أو كمحمي الشكل حسب الظروف الطبوغرافية في المنطقة التي تقام عليها هذا وفقاً لشكل ودرجة انحدار المجرى وتعتمد في قوتها على وزن الإسمنت المقاوم للضغط الجانبي للماء والهزات والجاذبية الأرضية , ويفضل إنشاء هذا النوع من السدود فوق صخور صماء صلبة على سبيل المثال سد وادي زازا.

2-1-3- السدود الخرسانية المقوسة أو القبوية

وتتكون من حائط خرساني محدب باتجاه منبع النهر لتوزيع القوة المؤثرة على السد على امتداد قطاعيه وعلى جانبيه ويحتاج إلى مناطق صخرية ضيقة , وتعتبر من أقل السدود تكلفة سواء من حيث المواد أو من حيث التصميم ومن أمثلتها سد الأتازار في اسبانيا .

3-1-3- السدود الخرسانية المدعمة بأكتاف أو حوائط

ويتكون هذا النوع من جزأين الأول حائط من الخرسانة الكونكريتية المسلحة مائلاً إلى الوراء والذي يقع تحت تأثير القوى الناتجة عن ضغط المياه أما الجزء الثاني فهو أكتاف وحيطان رأسية, كسد بارتليت في ولاية أريزونا الأمريكية .

2-3: السدود الإملائية الترابية :-
1-2-3- سدود إملائية ترابية

تُبنى من مواد مفككة مثل الطين والزلط والرمل وقطع الصخور وهي بسيطة الإنشاء والتكاليف وتكون على شكل طبقات من الصخور والتربة بالإضافة لنواة من الطين الصلب ويتم اكسائها بطبقة كونكريتية لغرض المحافظة عليها من التعرية ويُبنى هذا النوع من السدود على الأودية الجافة في المناطق الصحراوية .

2-2-3- سدود إملائية ركامية

وهي سدود ضخمة مكونة من الصخور والأتربة وتعتمد على أوزانها في مقاومة القوى الهائلة الناتجة عن المياه المحجوزة وتتميز بكثافة المادة العازلة التي تمنع ترشيح أو تسرب المياه عبر السد وهي تحتاج إلى صيانة دورية حتى تستمر أطول فترة ممكنة ولا يتناقص عمرها الافتراضي (1) .

ثانياً: مراحل تطور بناء السدود وخزن المياه في ليبيا

أ- بناء السدود خلال فترة الإستيطان الفنيقي

لقد كانت حياة الفنيقيين معتمدة بالدرجة الأولى على التبادل التجاري ولكن مع هذا كان لهم اهتمام بالنشاط الزراعي فأهتموا بزراعة الأودية ,وقد دلت على ذلك الجدران الصغيرة الموجودة على مجاريها كوادي كيعام (كينيس) في لبدة , وكان الغرض منها هو حفظ مياه الأمطار واستغلالها في الأنشطة الزراعية لاشك إنه لم تكن هناك سدود بالمفهوم الحالي ولكن كان هنالك إسلوب في كيفية استغلال المياه اسطحية بالإضافة إلى الصهاريج والخزانات (2) .

1-خلف حسين الدليمي ,التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية تطبيقية (عمان ,دار الصفا للنشر والتوزيع ,الطبعة الأولى,2005), ص300.

2-أحمد محمد انديشة, التاريخ السياسي والاقتصادي للمدن الثلاثة (مصراته ,الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان,1993) ,ص125.

ب – بناء السدود خلال فترة الاستعمار الروماني

لقد اهتم الرومان بطرق حصاد الأمطار لتحقيق تطور اقتصادي وحضاري للبلاد اتبعوا أساليب عديدة في كيفية الاستفادة من المياه السطحية منها إنشاء السدود كما هو موضح في الصورة (1) التي تبين سد روماني على أحد الروافد العليا لحوض وادي زازا بالقرب من منطقة الصليعاية , بالإضافة إلى تشييد الصهاريج والخزانات وهي عبارة عن حفر داخل الأرض مبنية بجدران والغرض منها حفظ المياه لاستعمالها في موسم الجفاف , وكانت تقام داخل الحصون وخارجها وهذه الصهاريج موجودة شرق عين مارة و طلميثه وشيدو جدران للتحكم في مياه الأودية كتلك الموجودة في وادي العامرة شرق سرت ووادي منصور في بني وليد (1).

صورة (1)
سد روماني

المصدر: الدراسة الميدانية 2016

ج – بناء السدود خلال فترة الفتح الإسلامي

لقد اهتم المسلمون منذ بداية استقرارهم في ليبيا بطرق الري الرومانية القديمة ولم يحدثوا أي تغيير في وسائل خزن المياه ولم يكن لهم أي دور في بناء السدود ,وكان ذلك راجع لعدم استقرارهم في ليبيا نتيجة الفتوحات الإسلامية في المغرب العربي والدول الأوربية (2).

1– المرجع السابق , ص125- 126

2-حسن امحمد حسن "السدود شمال غرب الجماهيرية "رسالة ماجستير ,مرجع سابق ,ص45-50

د – بناء السدود خلال فترة الحكم العثماني

إن وسائل وطرق استغلال المياه أثناء الحكم العثماني كانت بسيطة وتقليدية ولم يحدث بها أي تطور يذكر ولقد كانت الزراعة في تلك الفترة معتمدة على المياه الجوفية , فمستوى مياه الآبار كان على مسافة قريبة ولكن المساحات التي كانت تُغطيها صغيرة (1) .

ه – بناء السدود في مرحلة قيام الثورة 1969

فليبيا قبل هذه الفترة كانت وسائل استغلال المياه فيها تقليدية سواءاً كانت أثناء فترة الاستعمار الايطالي الذي أنشأ مشاريع استيطانية اعتمد فيها بالدرجة الأولى على المياه الجوفية ولم يولى اهتمام ببناء السدود , أما خلال مرحلة الاستقلال فلقد كانت هناك عبارة عن حواجز من الحجارة تُقام على مجاري الأودية للتخفيف من قوة دفع المياه وتصل إلى أكثر من حاجز على طول المجرى الواحد , وهو ما يُعرف اليوم بالسدود التعويقية أضف على ذلك عمليات مراقبة الأودية وتسجيل الرصدات للجريان السطحي الذي تشهدها ,وبعد عام 1969 م أولت الدولة اهتمام بإنشاء السدود حيث أسست لهذا الجانب الهيئة العامة للمياه 1977م وأوكل إليها إدارة هذا المورد , وأنشئت العديد من السدود في كافة أنحاء البلاد ووصلت إلى (17 سد) لحجز كمية المياه تصل إلى (385.29 مليون م ^{3}) والتي من المستهدف حسب خطط الهيئة العامة للمياه أن تصل إلى (559,19 مليون م ^{3}) (2) كما هو موضح في الجدولين (2-1) اللذين يبينان مجموعة الأودية المنفذة والأودية المتعاقد على تنفيذها .وسد وادي زازا أحد السدود التي أنشئت على الأودية المقترحة وهو سد خرساني تابع لقسم الهيئة العامة للمياه حيث تم الانتهاء من تنفيذه سنة 1982م من قبل شركة لوشيللو دي سانتو الإيطالية وهو كما موضح في الصورة (2) , وكان الغرض من إنشائه هو التحكم في الفيضانات التي كانت تُشكل خطر على منطقتي برسس والمبني الواقعتان على الشريط الساحلي شمال مدينة بنغازي ,بالإضافة إلى استغلال المياه المحجوزة في ري جزء من الأراضي الزراعية الواقعة ضمن مشروع سهل بنغازي والمقدر مساحتها ب 300 هكتار موزعة على عشرة مزارع مروية ,وحددت مدة العقد ب 24 شهر بتكلفة وصلت إلى 1.8 مليون دينار ليبي ,وتم تقدير المساحة التجميعية للحوض 195كم ^{2} وقبل الشروع في تنفيذ المشروع أخذت رصدات لحركات الفيضانات وكانت على فترتين :

الأولى : كانت من عام 1921 إلى عام 1940 م حيث بلغ أقصى فيضان 10* 4.5م^3 أما أقل فيضان فبلغ 10* 0.17 م^3 بمتوسط 10* 2.80 م ^{3} (خلال 19 سنة)

أما الثانية الممتدة من 1958م إلى 1977 م بلغت أقصى كمية فيضان 10*3.86م ^{3} .

أما أقل كمية فيضان فكانت 10*0.65 م ^{3} بمتوسط 10*1.8 ووصل حجم كمية الأمطار الساقطة إلى 6375600 مم /السنة بمعدل 322مم في السنة أما فيما يخص المواصفات الفنية للسد فهي كالآتي :

- نوع السد: خرساني , ارتفاع السد : 37.3م , طول القمة 134م
- عرض القمة 0.80م العرض الأقصى للقاعدة 31م
- حجم السد 40.695 م^3 – قطر مخرج الماء 1.5 م

ومن ثم فإن السعة التخزينية لبحيرة السد تصل إلى 1.750.000 م^3 .أما السعة المقيدة فوصلت إلى 1.500.000 م^3, أما الخزن الضائع فقدر ب 250.000 م^3, أما القدرة القصوى للتخزين

1– المرجع السابق , ص 50-51

2-تقرير الهيئة العامة للمياه ,مرجع سابق -2006 ص 14

فهي 2.070.000م^3 , أما أعلى ارتفاع لمستوى البركة فوصل إلى 177م , وأطول امتداد على طول مجرى الوادي فبلغ 2.5كم , وقدرت كمية الإرسابات السنوية ب 15.12 طن /السنة , وفاقد الماء خلال الجوانب 90.7م3(1).

جدول (1)
بيانات السدود المنفذة

أسم السد	المنطقة	السعة التخزينية لبحيرة السد (مليون م^3)	متوسط التخزين السنوي (مليون م^3)	سنة التنفيذ
وادي القطارة	بنغازي	**135**	**12**	**1971**
المجينين	**بن غشير**	**58**	**10**	**1972**
وادي مرقص	**رأس الهلال**	**0.150**	**0.150**	**1972**
الزيد	**سرت**	**2.6**	**0.5**	**1973**
جارف	**سرت**	**2.4**	**0.3**	**1974**
بن جواد	**بن جواد**	**0.340**	**0.30**	**1974**
الزهاوية	**سرت**	**2.8**	**0.7**	**1974**
وادي درنة	**درنة**	**1.15**	**1.0**	**1977**
وادي بومنصور	**درنة**	**22.2**	**2**	**1977**
دكار	**زليتن**	**1.7**	**0.5**	**1978**
تبريت	**زليتن**	**1.6**	**0.5**	**1978**
كعام	**كعام - الخمس**	**111**	**13**	**1979**
زازا	**برسس – توكره**	**2.0**	**0.8**	**1982**
الوشكه	**الوشكه - الجفرة**	**1.15**	**0.30**	**1982**
لبدة	**الخمس**	**5.2**	**3.4**	**1982**
زارت	**الرابطة**	**8.6**	**4.5**	**1982**
غان	**غريان**	**30**	**11**	**1982**
المجموع		**385.25**	**64.05**	

المصدر: تقرير الهيئة العامة للمياه .2006, مرجع سابق ,ص 11- 35

1-مفتاح علي و فتشنزو فرقيلو, الهيئة العامة للمياه تقرير غير منشور عن مواصفات سد وادي زازا , ص20

جدول (2)

السدود المقترحة

اسم السد	المنطقة	السعة التخزينية (مليون م3)	متوسط التخزين(مليون م 3)
الباب	جنوب بنغازي	31.2	8.6
الأحمر (النغار)	بنغازي	19.5	5.58
الخليج	البيضاء	5.00	2.5
المعلق	البيضاء	6.00	3.00
طبرق	طبرق	2.35	1.35
الشهوبيين	ترهونة	3.3	3.3
الزغادنة	ترهونة	1.90	0.60
أبوشيبه	غريان	11.5	6.60
الرمان	غريان	7.5	3.6
بني وليد	بني وليد	10.4	7.2
اتمسه	بني وليد	9.3	3.25
منصور	بني وليد	4.25	1.8
ميمون	بني وليد	3.4	0.85
نالوت	نالوت	5.9	1.25
بورصف	الرحيبات	15	2.28
أم القرب	الرحيبات	10	1.55
جناون	جادو	5.2	0.89
ترغت	ترهونة	8.4	2.1
قريم	القصبات	2.4	0.63
غنيمة	القصبات	2.6	0.63
السواخ	غريان	6	2.6
ابوعائشة	غريان	2.8	1.3
المجموع		173.9	55.41

المصدر:1-تقرير الهيئة العامة للمياه 2006 مرجع سابق ص 11-35

2-حسن امحمد حسن ,"السدود شمال غرب الجماهيرية "رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص 52.

صورة(2)

سد حوض وادي زازا

المصدر : الدراسةالميدانية2013.

مشكلة الدراسة :-

يعتبر حوض وادي زازا من أهم الأحواض المائية التي تقطع المصطبة الثانية والمصطبة الأولى في الجزء الغربي من الجبل الأخضر والتي تمر بسهل بنغازي متجهة نحو البحر, كونه أحد الأحواض التي تجري بها المياه عند سقوط الأمطار بكميات وفيرة , ولقد استوجب ذلك إنشاء سد خرساني لحجز مياه الأمطار التي يصل معدلها في هذه المنطقة إلى 322مم في السنة للاستفادة منها واستغلال مايحجزه السد من الجريان السطحي في النشاط الزراعي والرعوي ولتغذية المياه الجوفية في المنطقة , كما أن بناء السد يُسهل التحكم في فيضانات الوادي أثناء سنوات الأمطار الغزيرة والتي تُشكل خطراً على الأنشطة البشرية في منطقة المصطبة الأولى والشريط الساحلي المتمثل في قريتي برسس والمبني وتم اقتراح ثلاثة مواقع لإنشاء السد على مجرى الدخان وبويريف ومجرى زازا الذي شيد عليه .وانطلاقاً من هذه الأهداف ومرور أكثر من ثلاثة عقود على إنشاء السد فإن هذه الدراسة تبحث في تقييم السد من خلال معرفة تأثير وعلاقة العوامل والخصائص الجيومورفولوجية في تحديد موقع السد أضف إلى ذلك التراكيب الجيولوجية الموجودة بالقرب من موقع السد والتي قد تؤثر في حجم المخزون المائي لبحيرة السد , وما ترتب على ذلك من آثار بيئية .

أهداف الدراسة:-

1–تقييم موقع السد من خلال دراسة تأثير الخصائص الطبيعية من تكوينات جيولوجية وخصائصها التركيبية والليثولوجية في تحديد موقع السد , وكذلك المناخ والتضاريس بالإضافة للتربة والغطاء النباتي

2– إبراز أهم العوامل الجيومورفولوجية والظواهر الناتجة عنها في حوض الوادي المؤثرة على اختيار موقع السد.

3– معرفة الخصائص المورفومترية لحوض الوادي وشبكتها التصريفية وصولاً إلى تأثيرها على عملية الجريان السطحي وتحديد موقع السد .

4– تحديد كيفية استغلال وأوجه الاستفادة من المياه التي يحجزها السد واستثمارها.

5– التعرف على أهم الآثار البيئية التي ترتبت على إنشاء السد في حوض وادي زازا .

أهمية الدراسة :-

تعد الأودية من الأراضي ذات الخصائص المميزة من حيث ملاءمتها للزراعة والرعي وغيرها من المشاريع الاقتصادية خاصةً في ليبيا التي أولت عناية بهذه الأودية فقامت بعمليات تخريط للموارد الموجودة بها وذلك لمعرفة مدى صلاحيتها للاستثمار, فأنشأت مجموعة من المشاريع على بعض هذه المجاري المائية بغية التنمية الاقتصادية والاجتماعية وتوطين الرحل والحد من الهجرة من الريف إلى المدينة كمشروع سهل بنغازي الزراعي الذي يحوي تسعة حقول منها حقل (5) الواقع عندي مصب وادي زازا , وتكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تسلط الضوء على موضوع في غاية الأهمية ألا وهو تقييم مشاريع السدود والآثار البيئية المترتبة عليها , وإبراز الأهمية التطبيقية للدراسات الجيومورفولوجية ودورها في توفير المعلومات على أحواض الأودية وخصائصها المورفومترية والظاهرات الجيومورفولوجية السائدة فيها وبالتالي خدمة العديد من المجالات الزراعة والتربة والهيدرولوجيا والهندسة المدنية.

أسباب اختيار موضوع ومنطقة الدراسة :-

1– أهمية موقع حوض وادي زازا على المصطبة الأولى والثانية في الجزء الغربي للجبل الأخضر. ونظراً لموقعه القريب من مراكز استيطان بشرية كمنطقتي المبني و برسس المليطانية وسلينه و الصليعاية .

2– قلة الدراسات الجغرافية والجيومورفولوجية سابقة غطت المنطقة.

3– تعتبر دراسة أحواض التصريف جيومورفولوجياً ذات أهمية لكونها تظهر كوحدة متكاملة ومحددة تتنوع وتتضح فيها الظواهر الجيومورفولوجية المتأثرة بالعوامل الداخلية والخارجية .

4– توافر خرائط طبوغرافية لوحة الحمدة مقياس1:50000 وخرائط جيولوجية لوحة بنغازي مقياس 1:250000 وخرائط تربة لوحة الحمدة مقياس 1:50000

5– ميل الطالب لدراسات الجغرافية الطبيعية عامة والجيومورفولوجية خاصة

6– سهولة الوصول والاتصال بمنطقة الدراسة من كلتا الأجزاء الشرقية من خلال الطريق الرابط بين منطقتي المليطانية و الحمدة , أو من خلال الأجزاء الغربية بالطريق الرابط بين برسس و الحمدة .

مصادر الدراسة ومناهجها :-

بعد تحديد مشكلة الدراسة ووضع التساؤلات المناسبة ومن أجل تكوين خلفية علمية عن الموضوع ,مرت الدراسة كغيرها من الدراسات بمراحل عدة واعتمدت على مناهج معينة متمثلة في الآتي .

أولاً :- مراحل الدراسة

أ :- مرحلة البحث النظري (جمع البيانات والمعلومات)

وهي المرحلة التحضيرية و ركزت على تحديد منطقة الدراسة بالإضافة إلى الاعتماد على كل ما توفر من الكتب و الدراسات والتقارير والرسائل العلمية والمقالات ذات العلاقة سواءً على المستوى المحلى أو الدولي ,وتحضير الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50000 لوحة الحمدة ,والخريطة الجيولوجية لوحة بنغازي مقياس 1:250000 إعداد مركز البحوث الصناعية التي من خلالها تم حصر ومعرفة التكوينات الجيولوجية السائدة في الحوض, وكذلك خرائط التربة لوحة الحمدة مقياس 1:50000.بالإضافة إلى مرئية فضائية لمنطقة الدراسة الملحق (1), كما تضمنت المرحلة جمع البيانات للعناصر المُناخية وهي الأمطار للفترة من (1978-2008) والحرارة والرياح والإشعاع الشمسي وتم الاعتماد في ذلك على بيانات محطات المرج الحمدة والابيار و المليطانية و جردس ومواقع الشبكة الدولية الانترنت ,

ب :- مرحلة العمل الميداني

حيث قام الطالب في هذا الجانب بعملية المسح الجيومورفولوجي الميداني لروافد حوض التصريف الرئيسية ومعاينة الموقع الحالي للسد والمواقع المقترحة من قبل الشركة المنفذة و شملت أيضاً أخذ العينات من التكوينات الجيولوجية السائدة في منطقة الدراسة لمعرفة خصائصها الليثولوجية كما تبينه الصورة (3) و(4) وتم في ذلك أخذ (6) عينات تم إزالة الطبقة السطحية المتأثرة بالعوامل الخارجية واستبعدت التكوينات الجيولوجية الواقعة في الشريط الساحلي لوقوعها خلف السد ,وكذلك أيضاً قام بإجراء قياسات على اتجاهات ميل التراكيب الجيولوجية السائدة كما هو موضح في الصورة (5) ,وحصر الظواهر الجيومورفولوجية على

أرض الواقع بالإضافة إلى التقاط مجموعة من الصور الفوتوغرافية لها التي تمت معاينتها وتوثيقها في الدراسة كظاهرات التعرية وتحرك المواد والتغير في الغطاء النباتي وذلك دعما للتفسير العلمي للظاهرات المدروسة

ج :- مرحلة المعالجة والتحليل

تمثلت في تحليل البيانات المُناخية المتحصل عليها واستخراج السلاسل الزمنية والمتوسطات الحسابية لعناصر الأمطار والحرارة والرياح , وعرضها في شكل خرائط ورسوم بيانيه, بالإضافة إلى تحليل المرئية الفضائية لرسم حوض الوادي وشبكة تصريفه وقياس المساحات والمسافات من خلال برنامجArc Map 9.3 وهو أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية و الاعتماد على المعادلات التقليدية , كما تضمنت تحليل للعينات الجيولوجية ملحق (2) في مركز بحوث النفط (طرابلس) وشركة الخليج العربي للنفط (بنغازي) لاستخراج معدل نفاذيتها

صورة (3)
عينات التكوينات الجيولوجية

المصدر :الزيارة الميدانية لمعمل شركة الخليج العربي للنفط بنغازي ,2014

صورة (4)
عينات التكوينات الجيولوجية

المصدر :الزيارة الميدانية لمعمل شركة الخليج العربي للنفط بنغازي ,2014

صورة (5)
قياس اتجاهات الفواصل

المصدر: الدراسة الميدانية 2014

ثانياً:- مناهج الدراسة

لقد تم الاعتماد على عدد من المناهج في دراسة الموضوع و بأسلوب تحليل البيانات في إطار المنهج الإقليمي القائم على ثلاثية ديفيز البناء الجيولوجي والعامل والعملية, ثم المرحلة التطورية التي يمر بها الشكل ,وتمت الدراسة على ما هو عليه التقسيم الطبيعي للمنطقة سهل ساحلي ومصطبتين ولكل منها خصائصها وظواهرها الجيومورفولوجية, بالإضافة إلى استخدام المنهج الوصفي من خلال وصف المنطقة بشكل عام والظاهرات التي يصعب قياسها وكما استخدم أيضا المنهج التاريخي من خلال سرد التطور التاريخي للمنطقة وإبراز التكوينات الجيولوجية التي ترسبت خلال تلك الفترة , وأخيراً الأسلوب الكمي الذي يعتمد على الطرق الكمية التجريبية وكتعبير رقمي من خلال الجداول والإحصاءات والبيانات المنُاخية وأيضا في وصف الظاهرات والأشكال الأرضية وصفاً كمياً من خلال إجراء القياسات الخاصة بالمتغيرات المورفومترية , ومن ثم بناء قاعدة بيانات لهذه الخصائص والمتغيرات المورفومترية والتي تشمل الآتي

أ–الخصائص التضاريسية للحوض وهي

1– معدل التضرس
2– التضاريس النسبية
3– التكامل الهيسبومتري
4– قيمة الوعورة
5– نسبة التقطع
6– الارتفاع الأعلى
7– الارتفاع الأدنى
8– المسافة الأفقية
9– معدل الانحدار
10– درجة الانحدار
11– نسبة الانحدار

ب– الخصائص المورفومترية للحوض المائي وهي

1– المساحة
2– أبعاد الحوض
2–1– طول الحوض
2–2– عرض الحوض
2– 3–المحيط الحوضي
3– شكل الحوض
3– 1– معدل الاستطالة
3– 2– معدل الاستدارة
3– 3– معامل الشكل
3– 4–معامل الانبعاج
3–5– معامل الاندماج
3– 6–نسبة الطول / العرض الحوضي
3– 7–التعرج النسبي للمحيط الحوضي

ج– الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لشبكة تصريف حوض الوادي

1خصائص شبكة التصريف

1–1– تحليل الرتب
1–2– أعداد المجاري
1– 3– معدل التفرع
1–4– أطوال المجاري
1– 5– كثافة التصريف
1–6– تكرارية المجاري
1– 7– معدل بقاء المجاري
1– 8– المسافات بين المجاري
1–9– التعرج النهري
1–10– اتجاهات المجاري
1– 11– زوايا التقاء المجاري
2– الخصائص الهيدرولوجية
2–1– شدة الصرف
2–2– زمن التركيز
2–3– سرعة الجريان السطحي

ثالثاً:- المعدات المستخدمة في الدراسة

1-شريط قياس الأطوال والمسافات .

2-بوصلة لتحديد الاتجاهات

3- خريطة لتوقيع الظواهر الجيومورفولوجية والمعالم الجغرافية

4- كاميرة تصوير فوتوغرافية

5- دفتر لتسجيل الملاحظات والقياسات في الحقل

6– جهاز حاسوب

7– سيارة للتنقل داخل منطقة الدراسة

مصطلحات الدراسة :-

1 - مياه السدود :
هي المياه التي تُخزن خلال مواسم الأمطار , وتتكون خلف جسم السد نتيجة حجزها بغرض الاستفادة منها في مواسم الجفاف , أو لتوليد الطاقة الكهربائية ,أو لاستغلالها في الأغراض الزراعية .
2- الشبكة المائية :
عبارة عن نظام متشعب من الأودية والمنخفضات الطبيعية والذي يمثل الجريان الماء على سطح الأرض ,سواءً كان ذلك الجريان ماء مطر أو ماءً جوفياً باتجاه رئيسي
3- الجريان السطحي :
هو جزء من المياه المتساقطة الذي يزيد عن كمية امتصاص التربة , بسبب زيادة معدل التساقط على معدل التسرب ,فينساب على سطح الأرض متبعاً عدة مسارات حسب طوبوغرافية المنطقة إلى أن يصل إلى أحد الأنهار أو الأودية المنخفضة فيصب فيه ويصبح جزء منه
4- الميزان المائي :
هو مجموع المدخلات والمخرجات وصافي التغيرات لنظام موارد المياه محددة خلال فترة زمنية ثابتة
5- تنمية الموارد المائية :
هو الاستغلال الحسن والأمثل للطبقات الحاملة للمياه وزيادة تغذيتها بمختلف الطرق أو عدم الإفراط فيها وإنهاكها بالسحب الجائر, والبحث عن الطرق المثلى للاستفادة بمياه الأمطار والسيول ووضع شروط وأنظمة معينة لاستخراج المياه واستغلالها(1) .
6- السدود :
هي منشآت هندسية ذات مواصفات خاصة تُقام على المجاري المائية ,بهدف تخزين المياه والتحكم في تصريفها والحماية من أخطار الفيضانات وكذلك إنتاج الطاقة الكهربائية(2).
7- حصاد المياه :
هي تلك التقنية التي تستخدم في حجز وتخزين مياه الأمطار والسيول في فترات سقوطها, بطرق تختلف باختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هطولها وإعادة استخدامها عند الحاجة إليها سواء للشرب أو للري التكميلي أو لتغذية المياه الجوفية , وتتلخص مكونات نظام حصاد المياه في أجزاء ثلاثة هي:
ا-منطقة حجز المياه . ب- وسيلة التخزين . ج-نظام النقل(3).
8- الوصف الهيدرولوجي :
هو وصف المجاري المائية أي وصف شكل المجرى , ومصادر المياه السطحية والباطنية وتحديد أنواعها (ينابيع , برك , عيون, آبار , قنوات , سدود , خزانات) (4).

1-سالم بن ساعد بن عوض "موارد المياه بحوض وادي تربة دراسة في جغرافية الموارد المائية " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية العلوم الاجتماعية ,جامعة ام القرى ,مكة ,2004,) ص 8-10
2-الزهراء سامي عبدالسلام "اختيار موقع أمثل لبناء سد على مجرى النيل الأزرق في أثيوبيا " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب, جامعة عين شمس ,القاهرة ,2010,) ص 15
3– عبدالملك بن عبدالرحمن آل الشيخ "حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية " (بحث غير منشور) المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة , كلية علوم الأغذية والزراعة ,جامعة الملك سعود ,(الرياض),2006 ,ص2
4- حنان بنت عبداللطيف بن حسن "دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن "(رسالة ماجستير غير منشورة , كلية الآداب ,قسم الجغرافيا, جامعة الملك سعود, الرياض ,2008,)ص36- 37

9-الحوض المائي :
هو المساحة التي تشمل شبكة التصريف المائي والمحدد بخط تقسيم المياه [1].
10– المسوحات الميدانية :
جمع المعلومات من خلال التحدث إلى الناس ومشاهدة الواقع مباشرة .
11– التعويض :
منح مقابل مادي أو عيني أو معنوي مقابل ما خسره الناس جراء إقامة السد.
12– درء الآثار:
تدابير للحد من تأثير السدود ويمكن أن تشمل خلق الحياة الصالحة للسكن والإفراج عن المياه التي تخزن أسفل السد , وتوفير سبل العيش للسكان المتضررين[2] .

1– المرجع السابق , ص 37
2– كاترين شنايدر , سوزان وونغ , أفيفا امهوف ,السدود والانهار والحقوق دليل عمل المجتمعات المتأثرة بالسدود , ترجمة شانون لورنس ,(بيركلي , الولايات المتحدة الأمريكية , شبكة الأنهار الدولية , 2006 ,) ص 2

الدراسات السابقة :-

باستثناء دراسة حسن امحمد التي تناول فيها الآثار البيئية للسدود في شمال غرب ليبيا وعوامل نشأتها المكانية في مناطق هذه المشاريع حيث تطرق إلى توضيح المواصفات الفنية لسد وادي كعام وسد لبدة والمجينين وزارت وداكار وتبريت كما تطرق إلى مراحل تطور بناء السدود في ليبيا بالإضافة إلى معرفة أثارها السياحة والاقتصادية خصوصاً على المشاريع الزراعية ومشاريع زراعة الأسماك كما هو الحال في بحيرة سد وادي المجينين(1),ودراسة الداغستاني و بن عامر التي اعتمدا فيها على الصور الجوية لتحليل جيولوجية حوض وادي زازا البالغ مساحته وفق دراستهما (282.11كم2) والتي توصلا فيها أيضاً أن حوض الوادي مستقر حالياً من خلال نتائج التحليل المورفومتري فنسبة التشعب تراوحت ما بين (3.53-4.81), وأن هناك علاقة متماثلة من حيث الاتجاهات الرئيسية للفوالق والفواصل واتجاه مجرى الوادي والتي أدت دور كبير في نضوح بحيرة السد(2) وكذلك مجموعة دراسات شركة سي لوتي الإيطالية على حوض وادي زازا في فترة السبعينات بتكليف من مجلس التنمية الزراعية في الجبل الأخضر والتي شملت الجوانب الهيدرولوجية والتي اعتمدت فيها على بيانات الأمطار في الفترة من (1955– 1975) لمحطات المرج جردس العبيد فرزوغة توكره والابيار الحمدة المليطانية حيث تبين التذبذب في كميات الأمطار السنوية على الرغم من الزيادة الملحوظة في خط الاتجاه العام لها , وقد سجلت سنة 1975 – 1976 زيادة ملحوظة عن السنوات التي سبقتها بنسبة 38% هذه الزيادة تركز جزء منها في فترة قصيرة امتدت من 16–1975/1/22 وصل معدل سقوط الأمطار إلى 133مم .و إلى جانب الدراسة الهيدرولوجية الدراسة الجيولوجية والتي بينت التكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة وخصائصها التركيبية من صدوع وفواصل وسمك الطبقات والتي في أغلبها عبارة عن حجر جيري , ودراسة التربة من النواحي الطبيعية والكيميائية وتصنيفها وفق القدرة الإنتاجية إلى سبع درجات(3)ونظراً لقلة الدراسات المتعلقة بتأثير العوامل الجيومورفولوجية في تحديد مواقع السدود في ليبيا قام الطالب بالرجوع إلى الدراسات والبحوث التي تناولت الخصائص المورفومترية والظواهر الجيومورفولوجية بصفة عامة سواءً على المستوى المحلي أو العربي وإلى الدراسات التي غطت المنطقة من تخصصات علمية أخرى كدراسة أحمد الجوهري التي قام فيها بإجراء دراسة بيئية تصنيفية للغطاء النباتي في حوض وادي زازا متطرقاً في ذلك إلى أهم المشاكل البيئة والآفات التي يعاني منها الغطاء النباتي كالآفات الحشرية والأمراض الفطرية ومشاكل

1– حسن امحمد حسن, "السدود شمال غرب الجماهيرية " رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق

2– نبيل صبحي الداغستاني, مصطفى حمدي بن عامر, "استخدام الصور الجوية لتحليل حوض وادي زازا الواقع في شمال غرب الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا" , بحث مقدم إلى المؤتمر الأول لعلوم الأرض ,جامعة قاريونس في الفترة من 22الي 24- 11- 1998

3–Council of Agricultural Development Executive Authority of El jabal el Akhdar, Final Design And supervision of implementation of wadi zaza dam ,Benghazi plain project , Geological Report 1 , pp.25-27 .and Hydrological Report pp.75-76

كالآفات الحشرية ومشاكل انجراف التربة وقطع الأشجار وحرائق الغابات والتلوث بالنفايات الصلبة(1) , وكذلك الفيتوري الذي استخلص الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لبعض الأودية الواقعة على المصطبة الأولى للجبل الأخضر والمتمثلة في أودية (الصغيرة , الجبلة , المغسل ,العقر , الباكور , السلايب , البرابيس , اليهودي , زازا , الكوف , الجويبية , أم سناب , الحوته , الهيس) معتمداً في ذلك على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) واستخدام برنامج Arc Gis v 9.3 , وعلى صورة القمر الصناعي TRMM والخاصة بكميات التساقط والتي قام بإجراء تصحيح هندسي لها ومعالجتها بواسطة برنامج ERDAS IMAGIN 9.2, وخلص إلى استخراج الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض قيد الدراسة منها حوض وادي زازا حيث بلغت فيه القيم كالتالي زمن التركيز(8.7 ساعات) وزمن التباطؤ (0.7 دقيقة) أما كثافة التصريف فبلغت (2.8) , وزمن تصريف الحوض (3.6 ساعة) وهوا أعلى معدل في أحواض الدراسة , وسرعة المياه وصلت إلى (7-3 $م^3$ / الساعة) وحجم التصريف بلغ (2616 $م^3$/ الثانية)ومعدل التبخر اليومي(3911 ألف $م^3$) واختتم الدراسة بتقدير صافي الجريان الذي بلغ (1499- ألف $م^3$) ومن ثم فالميزان المائي يشهد عجز وهو ما صنف على أساسه قلة خطورة حوض وادي زازا والتي كانت من الأسباب التي استوجبت إنشاء السد, وأوصى بعدم إنشاء تجمعات سكنية عند مصبات الأحواض الأكثر خطورة كحوض البرابيس والهيس والتي أشار إلى ضرورة إنشاء سدود ترابية وخراسانية عليها(2). أما محمد لامه أشار إلى الوادي كأحد أهم الأحواض المائية التي تصب في سهل بنغازي إلى جانب حوض وادي القطارة مبيناً فيه المواصفات الهندسية للسد الذي تم إنشاءه على مجراه بالإضافة إلى إبراز التكوينات الجيولوجية السائدة فيه وأهم الظواهر الجيومورفولوجية من تعرية وتجوية وتحرك مواد(3) , في حين هدفت دراسة الزهراء عبدالسلام إلى تحديد المكان الأنسب لإنشاء السد على مجرى النيل الأزرق في مرتفعات الحبشة بهدف حجز وتخزين المياه , وما مدى تأثير ذلك على الأمن القومي المصري, وقد تم تحديد عدة عوامل مؤثرة في اختيار مواقع السدود كالعوامل الجيولوجية والجيومورفولوجية والتربة والتوزيع السكاني والعمراني وخصائص المجرى العرض والانحدار , وقد تبين أن هضبة الحبشة منطقة لم تصل إلى مرحلة الاستقرار الجيولوجي وهي مكونة من صخور أركية ومتحولة وهي جزء من الهضبة الإفريقية كما اتضح أن النيل الأزرق ذو انحدار شديد خصوصاً في المنطقة الممتدة منتانا إلى الخرطوم(4).وأبرزت دراسة الداغستاني وحميد أهمية التحليلات المورفومترية في توضيح

1– أحمد مبارك حامد," دراسة بيئية تصنيفية للغطاء النباتي في حوض وادي زازا"(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم النبات , كلية العلوم , جامعة بنغازي ,2008)

2– على محمد الفيتوري , "تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة مورفومترية وهيدرولوجية لبعض وديان الهضبة الأولى بالجبل الأخضر – شمال شرق ليبيا , "مقالة غير منشورة , (قسم الموارد والبيئة , كلية الآداب والعلوم المرج , جامعة بنغازي,2015)

3– محمد عبدالله لامه, سهل بنغازي دراسة في الجغرافيا الطبيعية (بنغازي , منشورات جامعة بنغازي,2003)

4– الزهراء سامي عبدالسلام , مرجع سابق.

العلاقة بين مظاهر الأشكال الأرضية واستخدامات الأرض في وادي بادوش ,للاستفادة منها في تحديد المواقع المحتملة لحصاد مياه الأودية , وتم الاعتماد في ذلك على مرئيات فضائية للقمر لاند سات 7 ,وخلصت إلى إعداد خارطة بينت عليها أفضل المواقع المناسبة لإنشاء السدود الثلاثة على مجرى الوادي , بالإضافة إلى كيفية تغذيتها من مصادر أخرى من الأودية المجاورة للحوض(1).أما فهد الأحمدي ذهب إلى استخلاص المعلومات الهيدرولوجية اللازمة لتصميم السدود من خلال تطبيق نظم المعلومات الجغرافية على حوض وادي الليث , متمثلة في برنامج Arc Gis ودورها في معالجة نماذج الارتفاعات الرقمية , وتحديد حدود الأحواض المائية وشبكات مجاري الأودية ,وحساب المتغيرات الهيدرولوجية مثل وقت التركيز والوقت الفاصل(2). في حين تطرق بوستي سندراء إلى الأخطار الطبيعية الناجمة عن عمليات التعرية التي تؤثر على توازن الوسط الطبيعي , وتسارع وتيرتها على السفوح والمنحدرات , وذلك بتداخل عوامل طبيعية وبشرية أثرت سلباً على الأراضي الزراعية بفقدانها كميات كبيرة من التربة التي ألحقت الضرر بالمنشآت الاقتصادية من غمر السدود وتخريب الطرق البرية والمنازل(3). وأوضح رشيد دحمان في دراسته لتأثير الحمولة الصلبة على الموارد المائية في وادي بوسلام الفقد الكبير في التربة الزراعية , وما تحدثه من أخطار على استقرار الأراضي وانجراف التربة ومن تزايد معدلات الحمولة الصلبة وتوحل السدود التي تسبب خسارة كبيرة خاصة فيما يتعلق بقدرات التخزين , حيث إن السدود في الجزائر فقدت ما يقارب من 28% من سعتها التخزينية (4).ولقد قامت آمنة علاجي ببناء قاعدة معلومات للخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم من خلال تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية DEM . باستخدام مجموعة من البرامج منها ,Arc Map 9.2 و Tau DEM و Global Mapper. وذلك للوصول إلى فهم المدلولات الهيدرولوجية , وبالتالي فهم حركة المياه على سطح الأرض , وقد أوصت الدراسة بالاعتماد على هذه الخصائص في ظل غياب محطات قياس هيدرومترية ,كذلك ضرورة تنظيم التدفق في الأحواض التي ترتفع فيها احتمالات الفيضانات وذلك عن طريق إقامة الحواجز والسدود ومناطق تجمع للمياه أسفل الأحواض(5). ولقد سار رضا عناب على نفس

1- حكمت صبحي الداغستاني , حميد بسمان يونس " العلاقة بين المظاهر الجيومورفولوجية واستخدامات الأرض ونظام التصريف السطحي والاستفادة منها في حصاد المياه لحوض وادي بادوش شمال العراق," المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض ,(جامعة الموصل,المجلد11,العدد2 ,2011)

2– فهد سالم الأحمدي " استخلاص المعلومات الهيدرولوجية اللازمة لتصميم السدود بطريقة آلية مراجعة للتقنيات الحديثة "المدرية العامة للمياه,(إدارة الدراسات والتصاميم المدينة المنورة , السعودية ,2000)

3– بوستي صندراء " التعرية وإستراتيجية التهيئة بحوض وادي كبير الرمال حالة وادي سمندوا وبومرزوق " (رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا , كلية علوم الأرض ,جامعة منتوري ,قسنطينة,2005)

4– رشيد دحمان" حوض وادي بوسلام تأثير الحمولة الصلبة على الموارد المائية "(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا , كلية علوم الأرض ,جامعة منتوري قسنطينة, 2005)

5– آمنة بنت احمد علاجي "تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية العلوم الاجتماعية , جامعة أم القرى , مكة ,2010)

خُطى دحمان في دراسته ,فتطرق إلى خطر التعرية في حوض تيمقاد الواقع شرق الجزائر في الهضاب العليا القسطنينية , للوقوف على عوامل تفاقم هذه الظاهرة المتمثلة في زيادة الحمولة الصلبة وتوحل السدود , وما هو دور الإنسان في هذه المعادلة وتوضيح علاقة كميات المواد المنقولة بالجريان السطحي , وتحديد حجم الترسيبات المقذوفة نحو السد , ومن ثم وضع الحلول للحد أو التقليل من ظاهرة التعرية المائية (1) . ولقد ركز باسم السيد على توضيح الملامح التضاريسية من سهول وأودية وذلك للمنطقة الممتدة ما بين وادي أم مرخ ووادي الرحبة جنوب شرق الصحراء الشرقية , بالإضافة إلى إبراز الخصائص المورفومترية وقياس الانحدارات ودراسة الظاهرات الجيومورفولوجية البنيوية والتجوية والتعرية والإرساب , ومعرفة الأخطار الجيومورفولوجية المتمثلة في الفيضانات والجريان السطحي ودراسة السيول وتوقعاتها (2).وتطرقت ورقة غزوان سلوم إلى دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي قنديل الواقع في جبال المنطقة الشمالية الغربية من سوريا , وهي منطقة ذات جيولوجية معقدة وشديدة التصدع نتيجة لتعرضها لجهد بنائي كبير فرضه عليها موقع المنطقة , ولقد بلغ مجموع أطوال المجاري المائية نحو (675) كم وأعدادها (2066) مجرى , منها (75%) في الرتبة الأولى , ولقد لوحظ تأثر هذه المجاري بالاتجاه العام للصدوع في المنطقة وصُنف الحوض ضمن فئة الأحواض ذات النسيج الطبوغرافي الناعم (3) .وأهتم متولي عبدالصمد بدراسة حوض وادي وتير الواقع في النصف الجنوبي من شبة جزيرة سيناء , وهو من أكبر الأحواض التي تصب في خليج العقبة بمساحة (3593)كم^2 ,فبين من خلال دراسة الجانب الجيولوجي التوزيع الجغرافي للتكوينات والتتابع الطبقي والتطور التاريخي للمنطقة ,كما بين خصائص حوض التصريف من مساحة وشكل وتضاريس وانحدارات ,والخصائص المورفومترية لشبكة الحوض والخصائص الهيدرولوجية , بالإضافة إلى توضيح الأشكال الأرضية بالمنطقة(4). لقد كشف دراسة إسلام سلامة إن دلتا نهر النيل لقد مرت بمراحل تطور مختلفة مروراً بعصر الميوسين وحتى العصر الحجري الحديث والهولوسين,حيث تأثرت خلالها دلتا نهر النيل جيومورفولوجياً نتيجة لطغيان وانحدار البحر , وأن الصحراء الشرقية هي المصدر الأقدم للتكوينات الجيولوجية التي أرسبت في الدلتا, التي تميزت بسيادة الانحدارات الخفيفة , ويعد مجرى فرعي رشيد ودمياط من أهم عوامل التعرية تأثيرا في المظهر التضاريسي لسطح دلتا النيل , كما أنهما تأثرا ببناء السد العالي فتغيرت الخصائص الطبيعية للمجرى من حيث زيادة طول المجرى الرئيسي وتناقص العرض وانكماش مساحة المسطح المائي ,كذلك تأثرت الخصائص المورفولوجية

1- رضا عناب "تقدير خطر التعرية في حوض تيمقاد وأثره على سد كدية مداور مقاربة متعددة المعايير " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم علوم الأرض ,كلية العلوم , جامعة باتنة ,2006)

2– باسم أحمد السيد "جيومورفولوجية المنطقة فيما بين واديي أم مرخ ورحبة جنوب شرق الصحراء الشرقية " (رسالة دكتوراه غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب , جامعة القاهرة ,2009)

3– غزوان سلوم " حوض وادي القنديل دراسة مورفومترية, " مجلة جامعة دمشق ,(العدد الأول , المجلد 28 , 2012)

4– متولي عبدالصمد "حوض وادي وتيرة شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية "(رسالة دكتوراه غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب ,جامعة القاهرة ,2001)

للجزر النهرية هذه التغيرات جيومورفولوجية في قاع المجريين نتج عنها الكثير من الأخطار الجيومورفولوجية سواءً كانت ناتجة عن نحت أو ترسيب , كذلك الهجرة الجانبية لجوانب المجريين والتي تمثل خطر على أساسات المباني والمنشآت المقامة على كلا الجانبيين والتي تعد سابقة لإنشاء السد(1),أما حنان فقد بينت دور نظم المعلومات الجغرافية في عمليات جمع وتصنيف وتخزين وتحليل واسترجاع وعرض البيانات المكانية لحوض وادي لبن. عن طريق الخصائص الجيومورفولوجية الكمية والمرئيات فضائية للقمر land Sat 5 واستخدام برنامج Global Mapper, ArcGic10.2 حيث تم تحديد أكثر المناطق المهددة بخطر السيول والانجرافات , وأوصت بتوظيف هذه التقنية في الدراسات الطبيعية الجيومورفولوجية المتعلقة بالخصائص المورفومترية والهيدرولوجية , وتبني الطرق الآلية الحديثة في عمليات التحليلات المورفومترية لما لها من نتائج دقيقة , وتطبيق نموذج Snyders Modelفي تقدير حجم السيول بالأحواض المائية التي لا تتوفر فيها محطات هيدرومترية(2) . أما دراسة سالم بن ساعد تطرقت لوادي تربة الذي ينبع من مرتفعات السراة وينتهي بالقرب من مدينة الخرمة ويغذي الطبقة الحاملة للمياه التي تعتمد عليها مدينة الطائف ,فالمنطقة الغربية توجد بها أحواض مائية كبيرة المساحة فلقد انحصرت في المنطقة الواقعة في الجزء الغربي من المملكة بالتحديد في حوض وادي تربة وتتمتع بمعدلات أمطار مرتفعة مقارنة بباقي البلاد , ولقد بلغت مساحة حوض وادي تربة حوالي 16896كم2 وأشارت إحصائية الميزانية المائية إلى وجود سحب كبير للمخزون الجوفي والذي تعرض لمشاكل تدني نتيجة لإتباع أسلوب الغمر في ري المزروعات وهو أسلوب يتسبب في ضياع كميات كبيرة من المياه , وأوصت الدراسة بإقامة بعض السدود على روافد وادي تربة , وتوعية المزارعين باستخدام وسائل ري حديثة (3)أما هيفاء محمد فقامت بدراسة حوض وادي عرنة الواقع شرق مكة المكرمة والذي يشهد نمواً عمرانياً سريعاً ,على الرغم من تعرضه لأخطار فيضانيه والتي تسببت في أضرار مادية فادحه , وقد تمكنت من تقدير قمة التصريف وتحديد (11) موقع عرضة لأخطار السيول, وأوصت بإنشاء قنوات لتصريف مياه السيول في مخططات 2 و 4 نظرا لوقوعها في مناطق منخفضة, وكذلك ضرورة الحفاظ على الغطاء النباتي في منطقة المغمس وإيقاف عمليات التوسع العمراني , كما أوصت بضرورة أنشاء محطات مطرية من أجل بناء قاعدة بيانات مطرية تفصيلية , وكذلك ضرورة التعجيل بإنشاء شبكة للصرف الصحي في الأحياء والمخططات السكنية , وتطبيق مفهوم إدارة الأحواض المائية وحصاد المياه للاستفادة من مياه الأمطار في تغذية المخزون الجوفي ولدرء خطر السيول (4) .وقدم محمد فضيل نموذج تطبيقي لطريقة

1– إسلام سلامة محمد "دراسة مقارنة للأخطار الجيومورفولوجية في مجرى فرعي دمياط ورشيد " (رسالة دكتوراه غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب ,جامعة بنها, 2006)

2– -حنان بنت عبداللطيف بن حسن , رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق

3– سالم بن ساعد بن عوض , رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق

4– هيفاء محمد النفيعي "تقدير الجريان السطحي و مخاطرة السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنه شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية العلوم الاجتماعية , جامعة أم القرى ,2010)

سترايلر في دراسة التباينات المكانية للمتغيرات المورفومترية لعناصر الشبكة المائية بحوض وادي الكبير الرمال , وذلك لتحديد الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة المائية بالاعتماد على خرائط طوبوغرافية مقياس 1:200000, واختيرت المنطقة نظراً لوقوعها ضمن نطاقات مُناخية وتضاريسية مختلفة , وقد توصل إلى أن كثافة التصريف تتناسب عكسياً مع مساحة التصريف , وأن تطور الشبكة خضع لنوعين مختلفين من التعرية الأول الزيادة العددية في مجاري الرتبة والثاني الزيادة في أطوال المجاري وبالأخص مجاري الرتبة الرابعة, وأن هناك ارتباط واضح بين مجموع أطوال المجاري ومساحة التصريف أكثر من الارتباط الموجود بين مساحة التصريف وعدد المجاري , وأن زمن التركيز تناسب عكسياً مع كثافة التصريف وطردياً مع متوسط أطوال المجاري (1) وهدفت دراسة يحي محمود إلى استخلاص الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء والاستدلال على مفهومها الجيومورفولوجي من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM ومن خلال الاعتماد على مجموعة من برمجيات نظم المعلومات الجغرافية , Arc Gis10.1 و Arc hydro و Global Mapper 13.2 و Surfer 11. لتوضيح شخصية الشبكة النهرية ومدى تأثير الخصائص الجيولوجية والصخرية على نمط الشبكة النهرية , حيث تبين أن المنطقة تمر بمرحلة جيومورفولوجية متقدمة , وأن العوامل عملت على تسوية جزء كبير من تضاريس الحوض , كما تبين أن الحوض كون شبكة تصريف متقدمة من الرتبة السابعة , فيما بلغ عدد المجاري 2246 مجرى , وعلى الرغم من ميل الحوض إلى الشكل الدائري إلا أنه انخفضت فيه احتمالية حدوث الفيضانات ويعود ذلك لطبيعة التضاريس والانحدار ونفاذية التكوينات السطحية والغطاء النباتي واتساع المجاري خاصة في الرتب العليا(2)وتطرق علي طالب إلى المعوقات التضاريسية لمجرى نهر دجلة بين بغداد وكرمة علي وهي مقسمة إلى (دجلة بين بغداد والكوت , دجلة بين الكوت والعمارة ,دجلة بين العمارة والبصرة عند كرمة علي), كما تناول المعوقات الطبيعية كالترسيبات والمواد العالقة والالتواءات والمضايق وتباين التصريف المائي وأخيراً نمو الأعشاب الضارة ,كما تضمن البحث الآثار المترتبة على العراق من إنشاء مشاريع السدود التركية على نهر دجلة كمشروع الكاب , ومن خلال الدراسة تبين أن للبنية الجيولوجية والتضاريس والتربة والنبات الطبيعي الأثر الأكبر في عمليات الجريان النهري وما تشكله من معوقات واضحة على الملاحة النهرية , ناهيك عن المعوقات الصناعية المتمثلة في السدود التركية والتي جعلت المياه عرضة للتغير ومن ثم سوء توزيع الرواسب والتي انعكست على مساحة الأراضي الزراعية التي أخذت في التقلص وارتفعت بها معدلات الملوحة خصوصاً الأجزاء الوسطى والجنوبية من نهر دجلة , كما ألحق ذلك أضراراً بالغة بالمراكز الحضرية الواقعة على ضفاف النهر (3) .. وقام عباس

1– محمد فضيل بوروية " المدلول الجيومورفولوجي للمتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال," مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ,(قسم الجغرافيا ,جامعة الكويت , العدد 229, ,السنة 1999)

2– يحي محمود سعيد " تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء فلسطين "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب , الجامعة الإسلامية غزة ,2013)

3-علي طالب جعفر "التحديات الطبيعية والبشرية التي تواجه نهر دجلة وأبعاده المستقبلية "مجلة كلية التربية , (جامعة ديالى , العراق 2013)

محمود بدراسة الوضع المائي في أثيوبيا بصفتها دولة المنبع الرئيسي والتي تساهم بحوالي 85% من مياه النيل , متضمناً ذلك إمكانية أثيوبيا القيام بمشاريع سدود عظمي , وما هي الأسباب التي تقف عائق أمام ذلك كالخصائص الجيولوجية منها طبيعة التكوينات الجيولوجية الصلبة كالبازلت والصخور الجيرية وكثرة الصدوع والفوالق نتيجة للنشاط الزلزالي المصاحب للأخدود الإفريقي , كذلك التباين الزمني والمكاني لسقوط الأمطار حيث تهطل معظم الأمطار في فصل واحد خلاف بقية دول المنبع إلى جانب ارتفاع معدلات التبخر 87% , كذلك الطبيعة التضاريسية وشدة الانحدارات وزيادة معدلات التعرية المائية وكميات الإرساب التي أثرت على القدرة التخزينية لهذه السدود خاصة سد جيبي 1 المقام في حوض نهر أومو الذي بلغت كمية الاطماء السنوي فيه إلى 45 مليون طن ,هذا يعني أن بحيرة السد سوف تمتلئ بالرواسب في أقل من 25 سنة إذا لم يتم التخلص منها خاصة إذا أخذ في الاعتبار القدرة الاستيعابية لبحيرة السد ,وفي النهاية ذكر أثر هذه المشاريع على الحصة المائية لمصر والسودان(1) . ولقد هدفت دراسة رقية أحمد إلى التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية ومتابعة التغيرات التي أحدثها إنشاء السد عليها, والتعرف على أهم الظاهرات الجيومرفولوجية وتفسير هذا التغير ,وقد تم الاعتماد في ذلك على مرئيات القمر لاندسات Tm 5-7 للسنوات 1990-2009ومرئيات القمر ايكونوس , فضلا عن الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:20000 والخرائط الجيولوجية والتربة واستعمالات الأرض , وعُززت الدراسة باستخدام برنامج Arc Gis 9.3 لإجراء المطابقة المكانية ورسم الخرائط وتصنيفها والكشف عن التغير , وقد أوصت الدراسة بوضع إستراتيجية للحد من التدهور البيئي في المنطقة , لقد تبين من خلال أن لإنشاء السد أثر في تغيرات الأشكال الأرضية والتي تأثرت بالبنية الجيولوجية ودرجة الانحدار وقلة الغطاء النباتي (2) وقد وضع عمار حسين ومنذر علي نموذج جيومورفولوجي للخصائص المورفومترية والعلاقات المتداخلة بينهما لحوض وادي كوردة في العراق , وهو من الأحواض الموسمية تجري فيها المياه لفترات قصيرة عُقب سقوط الأمطار, وتبين من خلال ارتفاع نسبة التفرع المتأثر بارتفاع أعداد الأودية الموجودة ضمن مراتب الحوض , بالإضافة إلى ارتفاع الكثافة التصريفية وهذا يعني تأثر الحوض بالحت المائي ومن ثم زيادة نقل الرواسب في المجرى(3) . وركز محمد صباحي على تأثير التباين الصخري والطبوغرافي على النفاذية والجريان السطحي ,فأشار للتكوينات التي لا توفر فرشات مائية جوفية نظراً لارتفاع معدلات النفاذية خلالها كما هو الحال في منطقة حوض اللكوس وسيوا الغالب على تكويناتها الحجر الكلسي والطمي والغرين والرمل , كذلك المنطقة الممتدة من طنجة غربا إلى منطقة الملوية السفلى شرقاً التي يغلب عليها التكوينات الصلصالية منعدمة النفاذية فهي لا تتعد 10% مما

1-عباس محمود شراقي "المشروعات المائية في أثيوبيا وآثارها على مستقبل مياه النيل "قسم الموارد الطبيعية,بحث مقدم إلى مؤتمر آفاق التعاون والتكامل بين دول حوض النيل الفرص والتحديات , في الفترة من 25 – 26 مايو 2010 معهد البحوث الإفريقية , جامعة القاهرة ,

2– رقية أحمد العاني " تغير المظهر الأرضي landscap لوادي نهر العظيم – نهر دجلة بعد إنشاء السد باستخدام Rs –Gis " (جامعة تكريت ,كلية الآداب , قسم الجغرافيا التطبيقية ,2011

3- عمار حسين محمد , منذر على طه ,"النموذج الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية وتطبيقاته على حوض كوردة شرق بحيرة حمرين, مجلة ديالى ,(العدد الحادي والأربعون ,2009)

د من وجود خزانات جوفية , عكس هاتين المنطقتين منطقة المجال الأطلسي المتضمنة تكوينات صخرية نافذة معدلاتها بين 15 إلى 30%وتوجد بها فرشات مغذية بالمياه الجوفية فهي منطقة تتميز بكثرة العيون , وأخيراً تحدث عن الوضع الطوبوغرافي المتباين وتأثيره على الجريان السطحي خصوصاً في المجال الريفي الذي يحتاج إلى إقامة العديد من السدود (1)

تساؤلات الدراسة :-

1- ما تأثير التكوينات والتراكيب الجيولوجية على موقع السد الحالي؟

2- ما تأثير الخصائص الجيومورفولوجية للحوض وشبكة تصريفه في تحديد موقع السد الحالي؟

3- ما هي أبرز الظواهر الجيومورفولوجية في حوض وادي زازا؟

4- هل تحقق الهدف من إنشاء سد وادي زازا؟و ماهي الآثار التي ترتبت على إنشائه؟

الصعوبات التي واجهت الدراسة :

1- قلة المراجع والمصادر الكافية التي لها علاقة بموضوع الدراسة الخاصة بتقييم السدود

2- عدم وجود بيانات مُناخية خاصة ببعض العناصر مما استلزم الاعتماد على بيانات مواقع عالمية

3- الظروف السياسية والأمنية التي تمر بها البلاد والتي انعكست عل سير العملية التعليمية

4- الطبيعة التضاريسية الصعبة داخل الحوض .

5– عدم وجود اتفاق على بعض المصطلحات الجغرافية و الجيومورفولوجية, بالإضافة إلى اختلاف التسميات لبعض مجاري وروافد الحوض والأحواض المجاورة بين ما هو على الخريطة وبين ما هو على الواقع .

1– محمد صباحي ," التباين الصخري والطوبوغرافي بالمغرب وتأثيره على النفاذية والجريان السطح مائي" مجلة كلية الآداب , (جامعة تطوان , العدد 17 ,2012)

الفصل الأول : الخصائص الجيولوجية والجغرافية لمنطقة الدراسة

أولاً: الجانب الجيولوجي (جيولوجية المنطقة)

ثانياً: جيومورفولوجية المنطقة

ثالثاً: المناخ

رابعاً: التربة

خامساً: الغطاء النباتي

مقدمة :

إن للعوامل الطبيعية تأثير سواءً بشكل مباشر أو غير مباشر في تحديد مواقع إنشاء السدود وأشكالها وأحجامها ،حيث يتوقف نجاح هذه المشاريع واستمرارها على مدى الإلمام بهذه العوامل ودراستها دراسة كافية وهذه العوامل متمثلة في الجوانب الجيولوجية التكوينات الجيولوجية , تاريخها تتابعها الطبقي ,خصائصها التركيبية, والجوانب المناخية الأمطار وخصائصها و الإشعاع الشمسي و الحرارة والرياح, والغطاء النباتي من حيث التوزيع والكثافة بالإضافة للخصائص الجيومورفولوجية لأحواض التصريف من حيث مساحة الأحواض,درجة تشعبها ، أشكالها ، الخ،،،وفيما يلي تفصيل لهذه الجوانب :-

أولاً : الجانب الجيولوجي (جيولوجية المنطقة)

تعد دراسة الجانب الجيولوجي عُنصر مهم في معرفة الخصائص والظواهر الجيومورفولوجية السائدة في الحوض وتأثيرها في الجريان السطحي ,فمعرفة التكوينات الجيولوجية وتوزيعها الجغرافي ومساحتها وخصائصها الليثولوجية ركيزة مهمة في معادلة تحديد مواضع السدود وفيما يلي توضيح لهذا الجانب :

أ- التاريخ الجيولوجي والتكتوني للمنطقة

لقد شهدت منطقة الجبل الأخضر تطوراً مغايراً لبقية الأراضي الليبية حيث نمت هذه الحدبة في جنوب بحر تيثس على الحافة الشمالية للقشرة غير النشطة للدرع الأفريقي العربي ومن ثم تعرضت هذه الحدبة لأحداث تكتونية وعوامل خارجية (عوامل غمر وانحسار)(1), أعطتها مظهراً جيومورفولوجياً على شكل ثلاث درجات واضحة ومشرفه على الشريط الساحلي. وتتكون هذه المنطقة والركن الشمالي من ليبيا من خمس مناطق جيولوجية تبدأ من الجنوب إلى الشمال وهي تعكس آلية تكوينها وهي كالآتي رصيف أو مصطبة برقة ومن ثم خط صدع برقة وبعد ذلك حوض ترسيب الجبل الأخضر وشمال أعالي بحر تيثس وشاطئ بحر تيثس ولمعرفة آلية تكوين هذه المنطقة لابد من الرجوع إلى المراحل الأولى التي صاحبت نشوء وتطور هذا المظهر التضاريسي (2), ولكن تجدر الإشارة هنا إلى محدودية المعلومات عن الأحداث الجيولوجية التي سبقت العصر الثلاثي وهذا قد يكون راجع إلى ندرة المقاطع الصخرية المتكشفة أو عدم نشر معلومات عنها وفيما يلي استطراد للتاريخ الجيولوجي للمنطقة بدأ من حقبة الحياة الوسطى.

1-خليفة أحمد الشحومي "مورفولوجية الكارست في المنطقة الممتدة من درنة إلى سوسه بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا دراسة لأثر التركيب الصخري والتراكيب الجيولوجية على تشكيل وتوزيع ظاهرات الكارست ", (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب والتربية ,جامعة قاريونس ,2003,)ص58

2-جامعة عمر المختار ,مشروع جنوب الجبل الأخضر "دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر" تقرير غير منشور ,البيضاء,2003,ص41-44

1 :- خلال حقبة الحياة الوسطى :

1-1 -التریاسي(Anisian- Rhaetian 199-245 ma)

لقد بدأ تفكك وتصدع قارة بانجايا في أواخر العصر البرمي وأوائل العصر التریاسي ومن ثم تكون في الشرق خليج يفصل بين قارة آسيا وأفريقيا ساهم في حدوث عدة تقدمات لبحر تيثس , حيث غمرت المياه المنطقة المنخفضة لحوض البحر المتوسط, ووجدت إرسابات وودائع بحرية ضحلة تدل على ذلك في شمال مصر وغرب ليبيا, أما في منطقة الجبل الأخضر فقد دلت أعمال التنقيب في البئر A1-28 المحفور في منطقة خليج البمبة عن وجود 200م من الرسوبيات الجيرية التي تعود إلى العصر التریاسي المتأخر, والاستكشاف الثاني كان في شمال شرق حوض سرت وجنوب برقة ,ولعل هذه الأدلة تثبت أن الجبل الأخضر كان مغطى بمياه البحر في هذه الفترة(1).

2-1-الجوراسي (Tithnonian - Aaleoian 145-176 ma)

تميز العصر الجوراسي بأحداث تكتونية عالمية بدأت بانفتاح المحيط الأطلنطي خلال بداياته , وانفتاح المتوسط في منتصفه وانهيار مرتفعات أو قوس سرت تيبستي في نهايته ,وكان انزلاق مضرب أليسري للقارة الأفريقية والاورو-آسيوية هو العامل المؤثر في هذه الحركة , وانكسرت الحافة الشمالية للقارة الأفريقية وانفتح بحر تيثس وتقدم واستمر حتى جنوب برقة (مصطبة برقة) في نهاية العصر الجوراسي(2) وتميزت رسوبيات منصة برقة بالحجر الجيري والدولوميتي وبعض السحنات الرملية , وفي الشمال حيث خسف برقة كانت الرسوبيات مكونة من الحجر الجيري والصلصال المتعاقبين كما وجد في البئر A1-NC120 , ووجدت طبقات من العصر الجوراسي ذات سمك أكثر من 780م وترسيباتها جيرية كربونية كما أمكن التعرف على صخور جيرية وطين صفائحي يرجع إلى العصر الجوراسي في البئر C1-18 في فرزوغة فكل هذه الدلائل تشير إلى أن الهبوط السريع لمنخسف برقة الإرسابي حدث في هذه الفترة.

3-1 -الكريتاسي المبكر:(Berriasian –Albian 110 146 ma)

لقد تعرض منخسف برقة لهبوط شديد خلال هذه الفترة عكس منصة برقة التي ظلت مستقرة وطغى على شمالها الترسيب بواسطة الحجر الجيري الرملي والصخري أما داخل المنخسفات فنجد أن الإرسابات البحرية العميقة استمرت إلى بداية فترة الكريتاسي المبكر كما دلت على ذلك معلومات بئر فرزوغة A1 NC128(3),وبمرور الوقت وتراكم الإرسابات بدأ عمق المياه يقل وكان هذا بداية للحركة التكتونية التي أدت إلى رفع وتحدب على امتداد محور

1-Ahmed El-Hawat and Esam abdulsamad ,Geology of East Libya , The Geology Of Cyrenaica A Field Seminar ,Sedimentary Basins Of Libya Third symposium2004 p.37

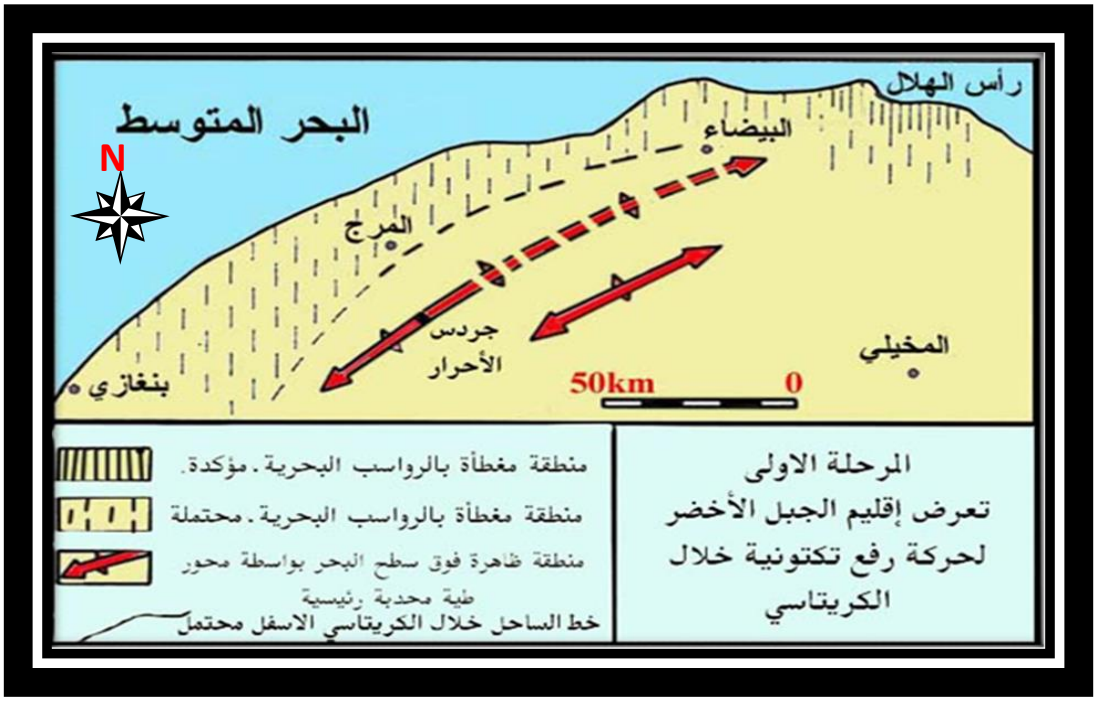
2-جامعة عمر المختار ومشروع جنوب الجبل الأخضر .مرجع سابق ص44

3-خليفة أحمد الشحومي ,مرجع سابق ص60

منخسف برقة, وهي تمثل المرحلة الأولى من مراحل تطور الجبل الأخضر , والخريطة (3) توضح ذلك(1) .

الخريطة (3)

المرحلة الأولى من مراحل تطور الجبل الأخضر



المصدر : فتحي الهرام مجدي تراب "التطور الجيومورفولوجي لبعض أودية الجبل الأخضر" ,مجلة قاريونس العلمية ,(جامعة قاريونس ,السنة الثالثة , العدد الرابع ,1990,ص45)

إن اختلاف سمك صخور الكريتاسي أدت على تكوين المرتفعات التركيبية المغمورة في المناطق البحرية وعدم انتظام في التضاريس حيث وجد أن سمك الكريتاسي المبكر في البئر A1- 36حوالي 3300م وفي البئر A1-18 4017 م وفي البئر A1-NC 128 2300 م ثم نجده يتضاءل ليصل إلى 1132 م في موقع البئر C1-18 بالقرب من فرزوغة وبعد ذلك ينخفض ليصل إلى 715 م في موقع البئر A1- NC 120 شمال بنغازي , وهذا يدل على أنها كانت تمثل امتداد لمنخسف الجبل الأخضر (2) .

1-4- الكريتاسي المتأخر(Cenomaian – Maastrichtian 65-99ma)

نتيجة للتصادم بين اللوح الأوروبي وشمال أفريقيا تأثرت المنطقة بعمليات مد وانحسار بحر

1–محمد عطايا العلواني "التحليل الرياضي (الجيومورفومتري) لبعض الأودية الساحلية بمنطقة الجبل الأخضر"(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا , كلية الآداب , جامعة قاريونس , بنغازي,2005)ص21-23

Ahmed El-Hawat and Esam abdulsamad.op.cit p 40

تيثس وتم تسجيل هذه الأحداث التكتونية في حوض الدخلة بمصر في الشرق والجبل الأخضر وحوض سرت في الغرب ووجدت دلائل على أن الجبل الأخضر كان يمثل بيئة بحرية خلال تلك الفترة وقد نتج عن الأحداث التكتونية سابقة الذكر تكون أسطح تعريه لا توافقية تفصل بين تكويني البنية و المجاهير(1) وقد سجل انعدام التوافق الصخري في حوض سرت أيضاً بين تكوين الرشمات وتكوين طين سرت الصفائحي , وبدلاً من وجود سطح تعرية يعكس آثار هذه الحركة في منطقة البئر A1- NC120 غرب بنغازي تراكمت رواسب بحرية ضحلة تُضاهي تكوين المجاهير (الكمباني) محشورة بين تكويني الهلال (السنتوني) والأثرون (المستريخي)كما ارتبطت مع هذه الحركة عمليات رفع ونحت أصابت رسوبيات بداية أواخر الكريتاسي في شمال شرق برقة ,ونلاحظ أن سمك تكويني الهلال والأثرون أقل مقارنة بنظيريهما في جنوب الجبل تكوين قصر العبيد والبنية والدخان ولهذا قد يُعزى إلى عمق المنطقة والبيئة البحرية التي ترسبا فيها على الشاطئ الشمالي (2).

2 :- خلال حقبة الحياة الحديثة :-

2-1-الباليوسين: (Danian -Thanetian 58 -64 ma)

لقد أثر التصادم القاري بين اللوح الأفريقي والأوروبي في منتصف بحر تيثس على شكل خسف برقه الذي تكون في الفترة الممتدة من الزمن الطباشيري المتأخر حتى نهاية العصر الأيوسيني واستمر في الهبوط بشدة في العصر الطباشيري المبكر وتشكلت أيضاً في هذه الفترة مرتفعات الجبل الأخضر القديمة التي فصلت بين بحر تيثس شمالاً وخسف برقة جنوباً أطلق عليه بار 1980 Barr حركة بناء جبل برقه وبدأ العصر الباليوسيني بتقدم البحر خلال الدنين (Danian) وصاحبه استمرار نمو مرتفع برقه مما شكل أحواض رسوبية في الجنوب حيث شاعت رسوبيات المتبخرات والدولوميت على عكس ذلك كان الترسيب في شمال أعالي الجبل الأخضر ولوحظ ذلك في بئر فرزوغة C1- 18 والبئر البحري في بنغازي A1-NC120 وترجع ندرة وجود منكشفات صخور الباليوسين في الجبل الأخضر إلى النشاط التكتوني وعمليات النحت والتعريه التي صاحبت الأحداث التكتونية البرقاوية .

2-2 - الأيوسين : (Ypresian – Priabonian 23-33 ma)

تميزت بداية العصر الأيوسيني ببزوغ وارتفاع مرتفعات برقه أثناء الحدث البرقاوي وصاحب هذا الارتفاع انخفاض للمنخسفات الواقعة بين المرتفع ومصطبة برقة حيث تراكمت فيها إرسابات العصر الثلاثي التي تميزت بشيوع صخور المتبخرات أما رسوبيات مصطبة برقة فقد كانت في بيئة بحرية ترسيبية ضحلة لها خواص الرسوبيات القريبة من السواحل (3),بالمقابل

1-Ahmed s- el Hawat and Mohamed Al Shelmani ,,Short Notes and Guidebook on The Geology of Al jabal Al Akhdar Cyrenaica NE Libya,, Erath science society of Libya 1993 p 13-14

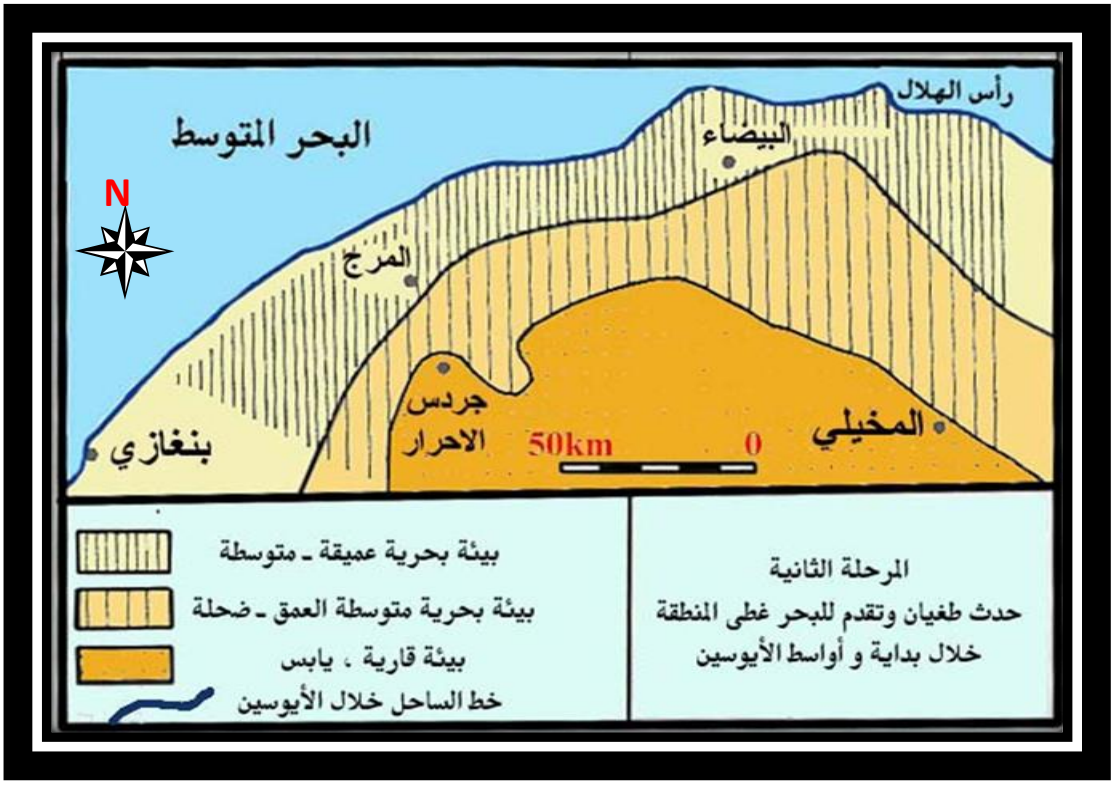
2-خليفة أحمد الشحومي , مرجع سابق ,ص61

3- جامعة عمر المختار ومشروع جنوب الجبل الأخضر ص 46

كانت رسوبيات شمال أعالي الجبل رسوبيات مياه بحار عميقة ومن ثم تكون لدينا بيئتين ترسيبيتين نتج عنهما تكوين درنة ذو بيئة ضحلة وتكوين ابولونيا ذو بيئة بحرية عميقة [1] كما في الخريطة (4) التي توضح المرحلة الثانية من مراحل تكون الجبل الأخضر وتقهقرت مياه البحر بين منتصف وأواخر الأيوسيني وانحصرت في الجنوب خلف مرتفعات الجبل الأخضر ومع نهايته عموماً كان هناك ارتفاع واضح على الرسوبيات في هضبة الجبل وجزء من البحر البرقاوي المتوسط وتم اختفاء كلي لأي أثر لخسوف الألواح المحيطية لبحر تيثس .

خريطة (4)

المرحلة الثانية من مراحل تطور الجبل الأخضر



المصدر: فتحيالهراموميجديترابص45

3-2 – الأوليجوسين : (Rupelian – Chatian 33-23 ma)

تميز هذا العصر بتقهقر وانحسار واضح والذي كان امتداد للحركة الأيوسينية والتي تمثل المرحلة الثالثة من مراحل تكون الجبل الأخضر[2] كما تبينه الخريطة (5) وتكونت رسوبيات حتاتيه وأنشطة بركانية في شمال أفريقيا , وتكونت التشوهات التكتونية واللاتوافقية في نهاية

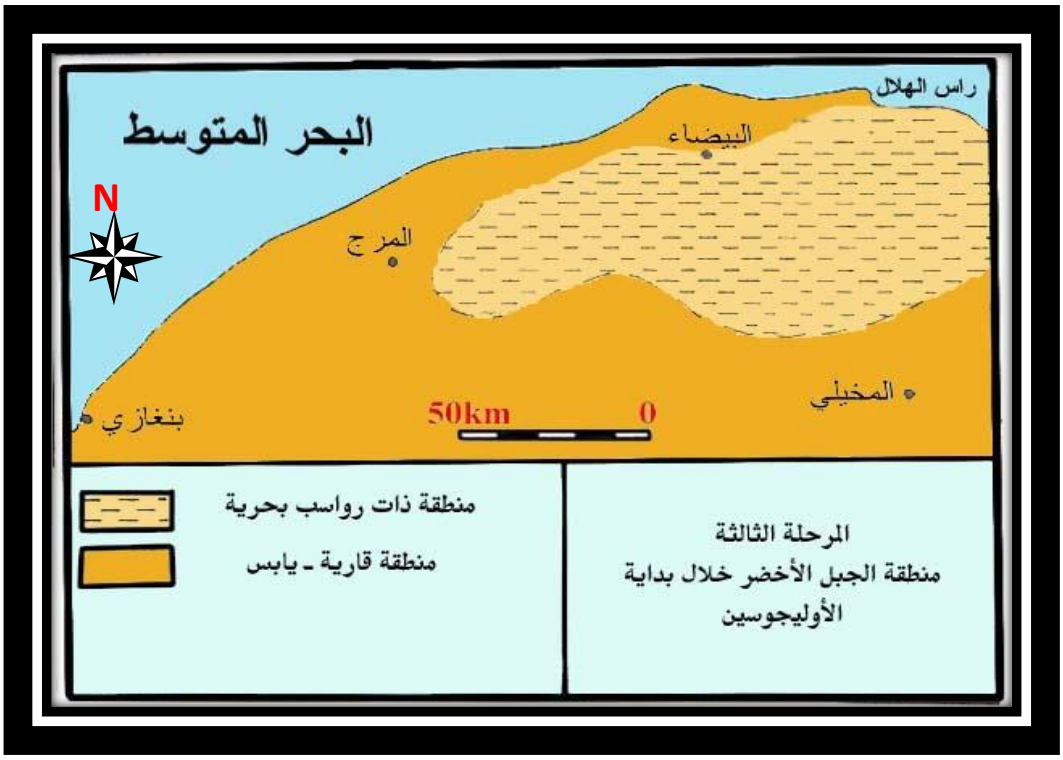
1-Ahmed s- el Hawat and Mohamed Al Shelmani p 16-17

2-محمد عطايا العلواني ,مرجع سابق ص24

العصر الأيوسيني وبداية الأوليجوسيني في منطقة درنة شمال شرق الجبل الأخضر حيث وجد بعض الحدود والآثار من التربة القديمة مع أنسجة محببة من تكوينات تربة قديمة وشهد هذا العصر في بدايته تقدم للبحر في أماكن ضئيلة في الجبل الأخضر حيث تراكمت رسُوبيات عضو شحات المارلي والعضو الجيري الطحلبي لتكوين البيضاء وهما موجودان على المصطبة الثانية وتعكس التشوهات وشدة الاضطرابات بين حدودها انخفاض مستوى بحر تيثس وتغير الجغرافيا القديمة للجبل الأخضر مرة أخرى فيما بين منتصف وأواخر العصر الأوليجوسيني وهو زمن توزيع وانتشار تكوين الأبرق واستمر التتابع الطبقي دون انقطاع أثناء الأوليجوسيني وهو ما دل عليه البئر البحري في منطقة بنغازي , (1)

خريطة (5)

المرحلة الثالثة من مراحل تطور الجبل الأخضر



المصدر: فتحي الهرام و مجدي تراب ص45

4-2 – المايوسين : (Aquitainian – Messinian 6-22 ma)

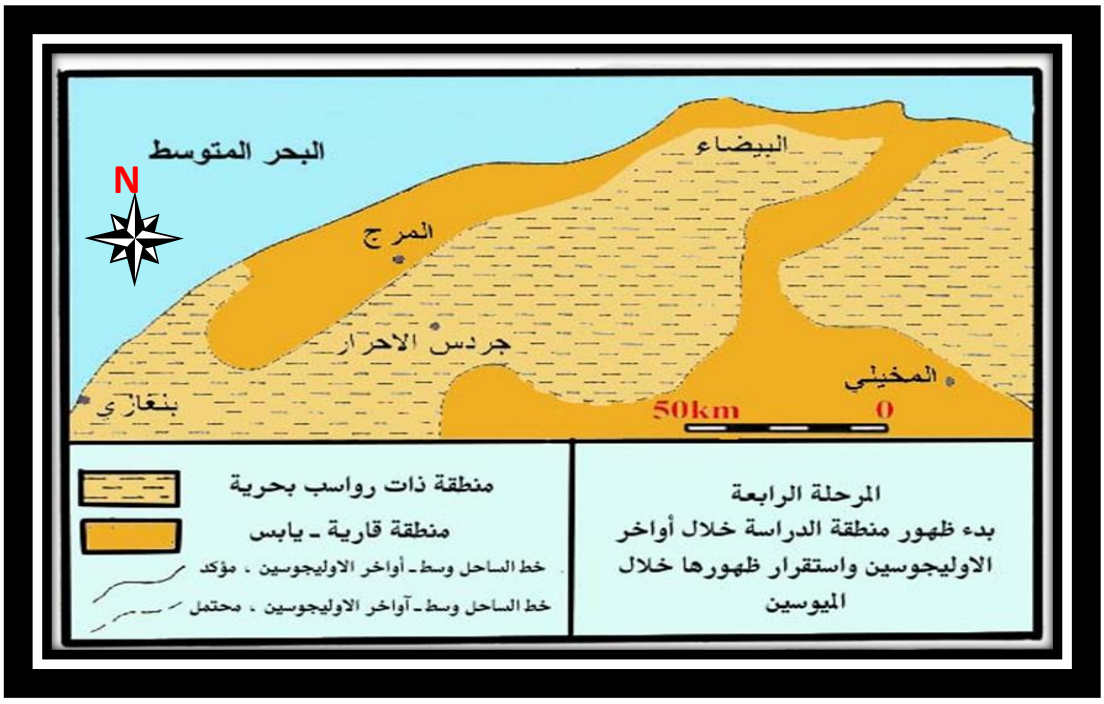
خلال بداية المايوسين شكلت حدبة الجبل الأخضر مجموعة من الجزر المتكونة من صخور الكريتاسي والثلاثي وأدت الأحداث التكتونية خلال أواخر الأوليجوسيني وبداية الميوسيني

1- Ahmed s- el Hawat and Mohamed Al Shelmani pp. 17-18

إلى نشوء أسطح تعرية غير تطابقية بين الأوليجوسيني والميوسين في كل مناطق شمال ليبيا(1) وتميزت رسوبيات هذه المناطق من رسوبيات بحرية إلى رسوبيات نهرية حتاتية قادمة من الدرع الأفريقي , وتجدر الإشارة إلى أن مياه البحر خلال فترة منتصف الميوسين طغت على معظم برقة وحوض سرت مما ساعد على ترسيب بعض السحنات البحرية الضحلة مثل عضو بنغازي في تكوين الرجمة بالإضافة لتكوين الأبرق والفايدية كما في الخريطة التالية (6) التي توضح المرحلة الرابعة من مراحل التطور للجبل الأخضر (2) وكان هذا نتيجة لتراجع البحر وانحساره والذي كان انعكاس لانغلاق البحر المتوسط عند مضيق جبل طارق ومن ثم بدأت الأودية البحث عن مستوى سطح البحر , وقد عُرفت هذه الأحداث بأحداث المسينان أما المنطقة الجنوبية للجبل الأخضر وقد ارتبطت مع الأحداث التكتونية لبداية الباليوسين حيث يمكن ربط هذا الحدث مع عودة اتصال البحر المتوسط مع المحيط الأطلسي وانفتاح البحر الأحمر واتصاله بالمحيط الهندي (3)

خريطة (6)

المرحلة الرابعة من مراحل تطور الجبل الأخضر



المصدر: فتحي الهرام و مجدي تراب ص 45

1- Ahmed El-Hawat and Esam abdulsamad op . cit 53

2-محمد عطايا العلواني, مرجع سابق ص 27

3-خليفة أحمد الشحومي, مرجع سابق, ص68

ب - التتابع الطبقي للتكوينات الجيولوجية

لقد حظيت مرتفعات الجبل الأخضر بأهمية خاصة في الدراسات والمسوحات الجيولوجية وهذا يعود لأسباب عدة منها موقعها الساحلي وسهولة الوصول إليها وتقييم الموارد الطبيعية بها وكان من أوائل من قام بذلك العالم الإيطالي 1911 Gregory فهو أول من وضع أسس الاستكشاف الجيولوجي وتسميات التكوينات الصخرية ثم تبعه 1929 Slevestri و1920 Mareli و 1938 Marchetti و 1935floridia وغيرهم بمجموعة من الأوراق البحثية حول جيولوجية وجيومورفولوجية وأحافير الجبل الأخضر شكلت أساس للعمل الجيولوجي لهذه المنطقة وفي عام 1972 م أنشأ مركز البحوث الصناعية في بداية السبعينات بهدف الدفع بالتنمية الاقتصادية في ليبيا حيث تم إعادة صنع خرائط جيولوجية بمقاييس رسم 1:250000 مع كتيبات تفسيرية اختلفت فيها التسميات والمصطلحات تبعاً لكل مدرسة, ثم جاء كل من الحوات والمجريسي وسالم 1980 – 1985- 1987 لتوحيد التسميات وتوضيح حدود التكوينات الجيولوجية بالجبل الأخضر(1) وتعد جيولوجية المنطقة جزء من جيولوجية الجبل الأخضر الذي يتألف من صخور الحجر الجيري بنسبة 90% أما الباقي فهو عبارة عن مارل ودولوميت ومنطقة الدراسة تقع على المصطبة الأولى والثانية في الجزء الغربي من الجبل الأخضر ضمن نطاق لوحة بنغازي , تضم بين ثناياها صخور تعود إلى فترة العصر الطباشيري العلوي والحقب الثلاثي (2)

وفيما يلي تقسيم يوضح التتابع الطبقي للتكوينات الصخرية استبعدت فيه صخور العصر الجوراسي والطباشيري الأسفل نظراً لعدم تكشفها على السطح (3) وهو ما يوضحه شكل (1) والخريطة (7) اللذان يبينان التتابع الطبقي والتوزيع الأفقي للتكوينات الجيولوجية في المنطقة :

1:- صخور العصر الطباشيري الأعلى :-

بدأ ترسيب صخور العصر الطباشيري الأعلى من الزمن Cenomaian إلى الزمن Maastrichtain وأغلب صخور هذا العصر تفترش أعالي الحوض على المصطبة الثانية والذي تصل معدلات سقوط الأمطار عليه إلى 375.9 مم / السنة , وفيما يلي ترتيب صخور وتكوينات المنطقة على النحو التالي :

1-جامعة عمر المختار ومشروع جنوب الجبل الأخضر ,مرجع سابق ص40-41

2-محمد عطايا العلواني ,مرجع سابق ص 20

3-klen. L. 1974. Geological map of Libya 1:250000 sheet in 34-14 Benghazi and explanatory booklet and ras cent Tripoli p 2-4

شكل (1)

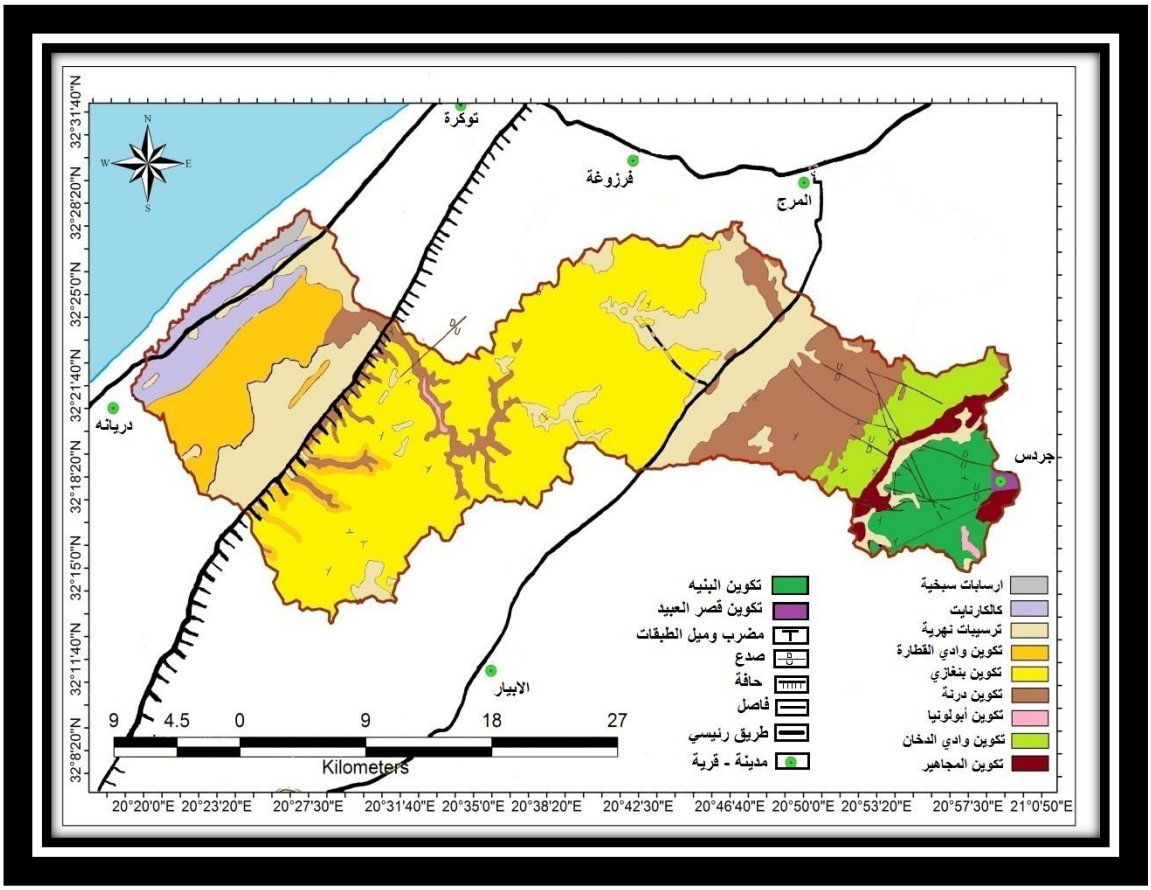
التتابع الطبقي لمنطقة الدراسة

التكوين	السمك م		الفترة		العصر	الزمن
الإرسابات الرباعية Q	0 – 20	Q				الرابع
تكوين الرجمة تكوين بنغازي تكوين وادي القطارة TmrQ –TmrB	0 – 40	TmrQ TmrB	الأوسط		الميوسين	الثالث
تكوين الابرق ToA	0 – 60	ToA	العلوي الأوسط		الأوليجوسين	الثالث
تكوين درنة TeD / تكوين أبولونيا TeA	0 – 270 0 – 250	TeD TeA	بريابوني لوتيتي	الأعلى الأوسط السفلي	الأيوسين	الثالث
تكوين وادي الدخان KuD	50 -150	KuD	ماستريخي العلوي		الطباشيري العلوي	الثاني
تكوين المجاهير Kum	70-300	Kum	كامباني			
تكوين البنية KuB	0 – 50	KuB	كونياسي			
تكوين قصر العبيد KuQ	0- 30	KuQ	سينوماني			

المصدر: نقلت بتصرف عن مركز البحوث الصناعية , طرابلس , خريطة ليبيا الجيولوجية , لوحة بنغازي ش ذ 34-14, مقياس 1:250000 العمود الطبقي

خريطة (7)

التوزيع الأفقي للتكوينات الجيولوجية



المصدر: من اعداد الطالب بالاعتماد على مركز البحوث الصناعية ,طرابلس ,خريطة ليبيا الجيولوجية, لوحة بنغازي ش ذ34-14 مقياس 1:250000 الطبعة الأولى 1974

1-1-تكوين قصر الأحرار (قصر العبيد) " Cenomanian "

هو أقدم وحدة صخرية في المنطقة ولا يظهر إلا جزؤها العلوي ويرجع هذا التكوين إلى العصر السينوماني و يتألف من المارل , ذو لون أخضر مُصفر مع حجر جيري مارلي مفحم , وغالباً ما يحتوي على رواسب الجلانكونت والبريت , ويعتبر 1934 Marchetti أول من أطلق على جزء من هذا التكوين الجيولوجي اسم الحجر الجيري لجردس الأحرار , وأطلق كل من 1968 Kleinsmiede and van den berg على هذه الوحدة الصخرية تكوين جردس وقاموا بتقسيمها إلى أربعة أعضاء ومن ثم تمت إعادة تسمية إلى تكوين قصر العبيد من قبل 1974 Klen والتي تغيرت أخيراً إلى تكوين قصر الأحرار والذي يتواجد أسفل تكوين البنية ويظهر في منطقة الدراسة على شكل نطاق ضيق باتجاه شمال شرق جنوب غرب في منطقة جردس الأحرار وهي تمثل منابع حوض وادي زازا ويغطي مساحة تقدر ب(14.38 كم^2) أي ما يعادل 1.6% من مساحة الحوض * (1)

1-2- تكوين البنية "upper Cenomanian –coniacian"

أول من أطلق هذا الاسم على هذا التكوين Kleinsmiede and van den Berg ويقع أعلى تكوين قصر الأحرار بتوافقية متدرجة ويتكون من سلسلة سميكة من الحجر الجيري ذا لون بني أو كريمي يتدرج إلى أبيض رمادي بالإضافة إلى الحجر الجيري الدولوميتي مع بعض طبقات الحجر الجيري المفحم ويصل سمك هذه الوحدة إلى 50 م وتتميز حدودها العليا بآثار تكتونية تدل على دورات ارسابية في الجبل الأخضر وهو أكثر تكوين يفترش منابع الحوض إلى جانب تكوين وادي الدخان فمساحته تقدر ب(51.35 كم^2) ما يعادل 5,71% من مساحة الحوض وهما من أقل التكوينات في معدلات النفاذية (2)

1-3 - تكوين قصر المجاهير"Campanian"

يعلو تكوين المجاهير تكوين البنية بلا توافق ويرجع إلى العصر الكمباني وبينهما فجوة زمنية , وعرف هذا التكوين عن طريق 1974 Rohlich ولكن كل من 1968 Kleinsmied and van den berg قالا بأن عضو طفلة غوط ساسي أحد أعضاء تكوين جردس , وتكوين المجاهير هو عبارة عن طفلة بلاستيكية ذات لون أخضر إلى رمادي حبيباتها خشنة وطبقاتها دقيقة متداخلة مع طبقات الحجر الجيري المارلي, وتتمثل البيئة الترسيبية لهذا التكوين في مياه بحار شاطئية دقيقة ويوجد هذا التكوين في المنطقة الواقعة بالقرب من جردس وأسفل مجرى وادي الدخان ويغطي مساحة (22.47 كم ^{2}) أي ما يعادل 2.5% من مساحة الحوض (3)

---

*– حسبت من خريطة جيولوجية ليبيا الجيولوجية مقياس 250000:1 كما هو في الملحق (3)

1-Marchetti m.1934 note illustrative per un ab bozzo di carta geology della Cyrenaica boll soc geol it Roma lii 309-325

2- klen. L. 1974. Geological map of Libya p 3

3- جامعة عمر المختار و مشروع جنوب الجبل الأخضر ,مرجع سابق ص52

4-1 - تكوين وادي الدخان "Maastrihtian"

يعلو تكوين وادي الدخان تكوين المجاهير بشكل كامل التوافق ويرجع إلى العصر الماستريختي ويمثل أحدث وحدة صخرية من العصر الطباشيري وصفت من قبل Pietersz 1968 و Kleinsmiede Van den Barg , يقع تشكيل وادي الدخان ناحية غوط ساسي ووادي الدخان أيضاً شمال غرب جردس العبيد(1) واستطاع Rohlich 1974 تحديد ثلاثة أماكن تمثل هذا التكوين هي علوة جردس العبيد وجردس الجراره ومنطقة جنوب غرب سيدي أحمد ويتراوح سمك هذا التكوين بين 50 – 150 م في بعض الأماكن , في حين يصل سمكه في منطقة جردس الأحرار إلى 60 م ويتكون من حجر جيري دولوميتي حبيبي رمادي اللون وتقدر مساحته ب (38.48 كم2) أي ما يعادل 4.28 % من مساحة الحوض .

2 - صخور الحقب الثلاثي :-

تبدأ صخور هذه الحقبة من العصر الباليوسين Palaeocene حتى أواخر العصر الميوسين Miocene من الزمن Danian- Landenian وشكلت معظم صخور المرتفعات والوديان والسهول وبلط الجبل الأخضر وفيما يلي استعراض لهذه التكوينات الصخرية :

2-1-تشكيل أبولونيا(سوسه) "Lower – Middle Eocene"

ترجع تسمية هذا التكوين نسبة إلى مدينة سوسه وقد عُرف عن طريق Gregory 1911 عندما سمى هذا التكوين على أنه وحده صخرية من تكوين الجبل الأخضر وذلك لوصف الصخور الجيرية المنتشرة على نطاق الشاطئ ومن ثم تغيرت إلى تكوين أبولونيا عن طريق بورليتي Buroleti 1960 ,يمتد عمره الجيولوجي من الأيوسيني السفلي إلى الأوسط واستخدم كل من Kleinsmied and van den berg 1968 هذا المصطلح على أساس إنه يمثل العضو السفلي لتكوين الجبل الأخضر واقترح Pietersz 1968 تسميته أبولونيا بعد دراسته لخواصه الفيزيائية والكيميائية والظروف الترسيبية ,ويتألف تكوين أبولونيا من سلسلة سميكة من الحجر الجيري ذات اللون الأبيض المائل للصفرة نادر الأحافير ناعم الحبيبات , به بعض الطبقات الرقيقة والدرنات ذات اللون الأصفر الرمادي ويصل أكبر سمك مكشوف لهذا التكوين إلى 350 م في وادي درنه ويتراوح تحت الارض مابين 250 م كما في طريق توكره طلميثه وحوالي 38 م في منطقة الأثرون مغطياً تكوين الأثرون الكريتاسي بسطح عدم توافق ويصل إلى 300 م جنوباً في المنطقة الواقعة في الساحل الغربي للجبل الأخضر (2) وذلك من سجلات الحفر في بئر A1-36 وجد أن سمكه يصل 800م وهو محدود المساحة

1-Kleinsmeide w.f.d and Van den Berg nj 1968 surface geology of the jabal al Akhdar northern 1968 Kleinsmede Cyrenaica Libya t Barr (ed) geology and Archaeology of northern Cyrenaica Libya petrol explor soc Libya Tripoli 115 -123

2- -جامعة عمر المختار ومشروع جنوب الجبل الأخضر ,مرجع سابق ص 52-57

في منطقة الحوض فهي لا تتعدى (6.38كم2) أي ما يعادل نسبته 0.71% من المساحة الإجمالية , ويتواجد جنوب غرب جردس وعلى شكل شريط يمتد مع مجرى الوادي بالقرب من السد(1).

2-2 - تكوين درنه "Middle –upper Eocene "

يوجد تكوين درنه بتوافقية متدرجة أعلى تكوين أبولونيا ولا يوجد فاصل حدودي بينهما لأنهما ترسبا في حوض وزمن جيولوجي واحد , أما تسمية هذا التكوين فكانت نتيجة لعمل جيولوجي من قبل Rohlich and zert and klen 1974بإشراف مركز بحوث النفط خلصت غلى ضم وحدتين صخريتين (الصخر الجيري لدرنه و سلنطه) اللذين وضعهما كل من 1911 Kleinsmied and van den berg 1968 Barr and Gregory وتم ضمهما وتسميتها بتكوين درنه ويتوزع هذا التكوين في الجزء الغربي من الجبل الأخضر على المصطبة الأولى حيث نجده يمتد من وادي الزاد ومجرى وادي زازا حيث السد ثم منطقة الحمده ويتجه شمالاً شرق الحوض وسط مجرى وادي الدخان ويغطي مساحة تصل إلى (121.98 كم 2) أي ما يعادل نسبته 13.57 % من المساحة الإجمالية وهو عالي المسامية كما سيأتي في نتائج التحليل ويتباين سمك هذا التكوين من منطقة لأخرى في الجبل الأخضر بشكل عام فيبلغ 140م في مدينة درنه و 270م في البيضاء و245م بالقرب من المرج ويتألف من طبقات غنية بالمتحجرات و الأحافير ذات لون كريي يتدرج إلى البني والرمادي وهو ناعم على خشن الحبيبات وبه بعض التراكيب الجيولوجية وقد ترسب هذا التكوين في بيئة شاطئية ضحلة ووجود دلائل لترسب العلوي منه أثناء انحسار البحر (2)

2 - 3 - تكوين الرجمة :"Middle Miocene "

يحتل هذا التكوين منطقة واسعة في الجزء الغربي من لوحة بنغازي,وهو أصغر وحده قبل الرباعية وتم إدخال هذا الاسم عن طريق Desio 1939 باسم حجر الرجمة الجيري وكانت التسمية نسبة إلى منطقة الرجمة الواقعة على بعد 28كم شرق بنغازي , ثم استخدم مصطلح تكوين الرجمة من قبل Barr 1972 van den Berg and Kleinsmied 1968 And Pietersz وتجدر الإشارة هنا إلى إنه كانت هناك عدة تسميات مختلفة الإرسابات الميوسين الأوسط كحجر بنغازي Gregory 1911 وحجر الفويهات Desio1935 (3), وغيرها

1-Pietersz .c.R.1968. proposed Nomenclature for rock units in Northern Cyrenaica . f. T. Barr (E d) in Geology and archaeology of Northern Cyrenaica , Libya .Tripoli PP 125-130

2– خليفة أحمد الشحومي, مرجع سابق ص, 43

3-Desio A.1939. mossione scientific a Della .R Academia d Italia cufra vole 2 study morphological sulls Libya Orientale R Accad d Italia Roma

ووضعت كلها في إطار مجموعة الرجمة ثم قسم كل من Rohlich and Klen هذه المجموعة إلى عضوين هما عضو بنغازي وعضو وادي القطارة وكان أساس التقسيم هو الفرق في الخصائص الصخرية بين الجزأين العلوي والسفلي لهذا التكوين والاختلاف في المحتوى الحيواني , ويمثل هذا التكوين فترة تترسب في بيئة بحرية ضحلة , ويتكون من سلسلة خفيفة من الحجر الجيري الدولوميتي والطين والمارل, ثم بعد ذلك تم رفع هذين العضوين إلى مستوى تكوين وفق التصنيف الجيولوجي (1) وفيما يلي تفصيل لكلا التكوينين على وحده.

2-3-1- تكوين بنغازي

الاسم وضع عن طريق Gregory 1911 لوصف الحجر الجيري لبنغازي وهو عبارة عن سلسلة من الرمال البيضاء الضخمة والمتحجرة والحجر الجيري(2) , واعتبره Desio 1935 أن هذا العضو ترسب في الفترة الانتقالية بين أوائل ومنتصف الميوسين , وينكشف هذا التكوين في المنطقة الواقعة شرق الطريق الساحلي فيما بين دريانه والمبني ضمن نطاق دلتا حوض وادي زازا , كذلك في مجاري الزاد وبعض الروافد جنوب غرب الحوض ,وهو يغطي مساحة تصل إلى (70.57 كم2) أي ما نسبته 7.85 %من المساحة الإجمالية .

2-3-2- تكوين وادي القطارة

أطلق عليه Klen 1974 هذا الاسم وذلك لوصف الجزء العلوي من تكوين الرجمة ويتكون من سلسلة إرسابات مياه ضحلة ذات لون أبيض رمادي, بالإضافة إلى الحجر الجيري الصخري وحجر الصوان وطبقات الكالكارنيت والجبس ولوحظ أن هناك تغير وتباين في الشكل المورفولوجي ويرجع السبب في ذلك للتعرية الشديدة التي تعرض لها , ويُعتبر هذا العضو الأكثر انتشاراً في منطقة الحوض ويتواجد في المنطقة الواقعة بين الحافة الأولى والطريق الرابط فيما بين المرج والابيار شرقاً ويمتد على نفس المصطبة ويتجه شمالاً إلى أن ينتهي جنوب منطقة فرزوغة , ليغطي مساحة تصل إلى (308.49 كم2) أي ما نسبته 34.32% من مساحة الحوض (3)

---

1 – El Hawat, A.S. and Abdulsamad, E.O.(2004)The Geology of Cyrenaica: A Field Seminr Symposium Geology of East Libya (ESSL), p, 55.

2 - Greogory j . w 1911. Contributions to the Geology of Cyrenaica Quart j Geol soc London 67- 572-615

3-klen. L. 1974. Geological map of Libya p 44

3- رواسب الزمن الرابع

إن معظم ترسيبات هذه الحقبة مترسبة على شكل رواسب أرضية كترسيبات نهرية وإرسابات فيضية ورواسب المنحدرات والكهوف ,كما تشمل الرسوبيات الساحلية والمتمثلة في الكثبان الرملية الكالكارنايت والتسريبات السبخية بالإضافة إلى رواسب انزلاقات الكتل وفيما يلي تفصيل للإرسابات الرباعية :-

3–1– الرسوبيات الساحلية

هي نتاج عوامل التعرية الهوائية وعمليات النحت الشاطئية المتأثرة بالأمواج والرياح ,وتتواجد في منطقة الدراسة بمحاذاة الشريط الساحلي في المنطقة المحصورة بين قريتي برسس ودريانه ويمكن تقسيمها إلى :

3–1–1– الكثبان الرملية المتماسكة (الكالكارنايت)

هي عبارة عن حبيبات من الرمل الخشن والناعم متوسطة الأحجام ذات لون أبيض محمر ,ناتجة عن عمليات التعرية والتجوية لصخور الحقبة الثلاثية وتماسكت بواسطة مواد لاحمة كلسية , وتتواجد بالقرب من الشريط الساحلي في أقصى غرب الحوض , وتفترش مساحة بلغت (44.95كم2) من مساحة الحوض أي ما نسبته 5%,

3–1–2– رواسب السبخات

وهي من الوحدات الجيومورفولوجية الحديثة التي تكونت خلال العصر الرباعي وتشغل مساحة بسيطة في منطقة الدراسة واقعة في أقصى غرب الحوض مقدرة (7.9كم2) أي ما نسبته 0.89% من المساحة الإجمالية وهي متمثلة في سبخة الكوز كما هو موضح في الصورة (6) وهي مكونة من ترسيبات لأملاح الهاليت والجبس والانهيدرات ويعود لونها لأكاسيد الصوديوم والبوتاسيوم (1).

3– 2– الرواسب القارية

وهي نتاج عمليات التعرية النهرية والتجوية وتحرك المواد وتتمثل في الأتي :

3– 2–1– الرواسب النهرية

هي عبارة عن خليط من الحصى الذي يفترش قيعان مجاري الأودية كما هو الصورة (7), وتتباين في أحجامها رأسياً على ضفاف المجرى وهذا دليل على حجم قوة النقل النهري في فترات سابقة كما في الصورة (8) بالإضافة للطمي الغريني في مصبات ومناطق الترسيب الذي استغل لإنشاء المشاريع الزراعية كمشروع سهل بنغازي وشمال المليطانية , وهي تغطي مساحة كبيرة وصلت إلى (211.8 كم2) أي ما نسبته 23.52% من المساحة الإجمالية (2) .

1– جامعة عمر المختار ومشروع جنوب الجبل الأخضر ,مرجع سابق ص60

2– محمد عطايا العلواني , مرجع سابق 37-38

صورة (6)

الإرسابات في سبخة الكوز

المصدر: الدراسة الميدانية 2016

صورة (7)

الرواسب النهرية

المصدر: الدراسة الميدانية 2013

صورة (8)

التدرج الرأسي لأحجام الرواسب الفيضية

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

3– 2– 2– رواسب المنحدرات

تتواجد على جوانب مجاري الروافد الرئيسية والفرعية شديدة الانحدار , وتتكون من صخور غير منتظمة الأشكال والأحجام ومن تربة طينية الصورة التالية (9), وتتحرك هذه الرواسب إلى أسفل المنحدرات متأثرة بعوامل كالجاذبية الأرضية ودرجة الانحدار والجريان السطحي ووزن المواد المتحركة .

3– 2– 3 – رواسب الكهوف

وهي رواسب توجد داخل الكهوف تختلف من حيث الأعماق واتساع وطول ممراتها , تكونت هذه الرواسب نتيجة عليات الإذابة والتحلل الكيميائي للصخور الجيرية(1) والصورة التالية(10) تبين رواسب الغرين الجيري وهي ذات لون بني غامق .

1– المرجع السابق, ص 37-39

صورة (9)

رواسب المنحدرات

المصدر: الدراسة الميدانية 2014

صورة (10)

رواسب الكهوف

المصدر: الدراسة الميدانية 2014

ثالثاً- الخصائص الصخرية (الليثولوجية)

لقد تم في هذه استبعاد بعض الخصائص الطبيعية للتكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة واقتصرت على خاصيتي المسامية والنفاذية لعلاقتهما وتأثيرها المباشر في تحديد موقع السد وفيما يلي تفصيل لهذا الجانب :

أ– المسامية :

المقصود بها مدى احتواء التكوينات الجيولوجية على مسام , وتُحدد بجموع حجم ما تجوية من مسام منفذة (شعرية) أو غير منفذة (غير شعرية) إلى الحجم الكلي للعينة, وتختلف نسبة المسامية بين التكوينات الجيولوجية وهذا راجع إلى اختلاف التركيب المعدني والنسيج الصخري, وقد تبين كما هو في الجدول (3) أن نسبة مسامية التكوينات الجيولوجية متقاربة فيما بينها فانخفضت في تكوين وادي الدخان إلى 15.5% , وانحصرت فيما بين 20.1% و20.8% في بقية التكوينات ,ولكن اختلفت وتفاوتت في تأثيرها وفعاليتها على خاصية النفاذية وهو ما يبين مدى نفاذيتها وهذا ما سيلاحظ في الخاصية الثانية.

ب– النفاذية :

إن أهم ما يتعلق بدراسة نفاذية التكوينات الجيولوجية هو تحديد معامل النفاذية والذي يعد ذا قيمة ترتبط بخواصها الأخرى كخاصية المسامية ,فهي تصف مقدرة الطبقات على إمرار الماء خلالها ومن ثم معرفة مدى تأثيرها على حجم مخزون بحيرة السد وهل السد واقع في موضع مناسب أم لا ,فهي تؤثر على الجريان السطحي خصوصاً في الأحواض كبيرة المساحة ذات الغطاء النباتي البسيط والمبعثر , وتتوقف هذه النفاذية على حجم الفراغات والشقوق التي تحتويها التكوينات ومدى اتصالها ببعضها (1), وقد تبين من خلال نتائج التحليل المعملي للتكوينات الجيولوجية كما هو موضح في الجدول (3) والملحق (3) أن تكوين درنة الذي يغطي منطقة السد ذا نفاذية عالية وصلت إلى 24.8 ملي دارسي" *1ملي دارسي أي انه يسمح بسريان قدره 1سم3/ ثانية* "(2) مقارنة بالتكوينات الأخرى التي انخفضت فيها هذه القيمة نظراً لأن مساميتها غير منفذة كما هو الحال في تكويني البنية و أبولونيا , وهو ما يخالف نتائج دراسة شركة سي لوتي الايطالية التي جاءت فيها نتائج التحليل لثلاث عينات جيولوجية (تكوين درنة – تكوين الرجمة – الإرسابات الرباعية) منخفضة وفقاً للتجارب والاختبارات الميدانية التي أجرتها(3) .

1– صفاء مجيد المظفر, جغرافية التربة (الكوفة , منشورات وزارة التعليم والبحث العلمي , 2013) ص46 - 47

2 –https.//ar.wikipedia.org

3–Council of Agricultural Development Executive Authority of El jabal el Akhdar, Final Design And supervision of implementation of wadi zaza dam ,Benghazi plain project , Geological Report 1 , pp. 3

جدول (3)
تصنيف النفاذية لتكوينات حوض وادي زازا

رقم العينة	نوع الصخر	التكوين	كثافة الحبوب (سم3/جرام)	المسامية %	النفاذية (ملي دارسي)
1	limestone	درنة	2.7	20.1	24.8
2	limestone	الإرسابات الرباعية	2.69	21.5	2.96
3	limestone	وادي الدخان	2.69	15.5	1.56
4	limestone	البنية	2.7	21.8	0.082
5	limestone	أبولونيا	2.69	21.5	0.001

المصدر : المؤسسة الوطنية للنفط , معهد النفط الليبي ,طرابلس , 2016, جدول نتائج التحليل الأساسي للعينات الجيولوجية , الملحق (3)

رابعاً - الجيولوجية التركيبية :(الصدوع والفواصل)

لقد تم التركيز على التراكيب الثانوية والمتمثلة في الصدوع والفواصل لما لها من تأثير كبير في تحديد موضع السد أضف إلى ذلك التأثير على الجريان السطحي وعلى القدرة الاستيعابية لبحيرة السد ,ومنطقة الدراسة كغيرها من مناطق الجبل الأخضر تأثرت بالحركات الأرضية نتج عنها تراكيب ثانوية تمثلت في الصدوع والفواصل التي يغلب عليها اتجاه شمال شرق – جنوب غرب وفيما يلي تفصيل لهذا الجانب :-

أ-الصدوع :

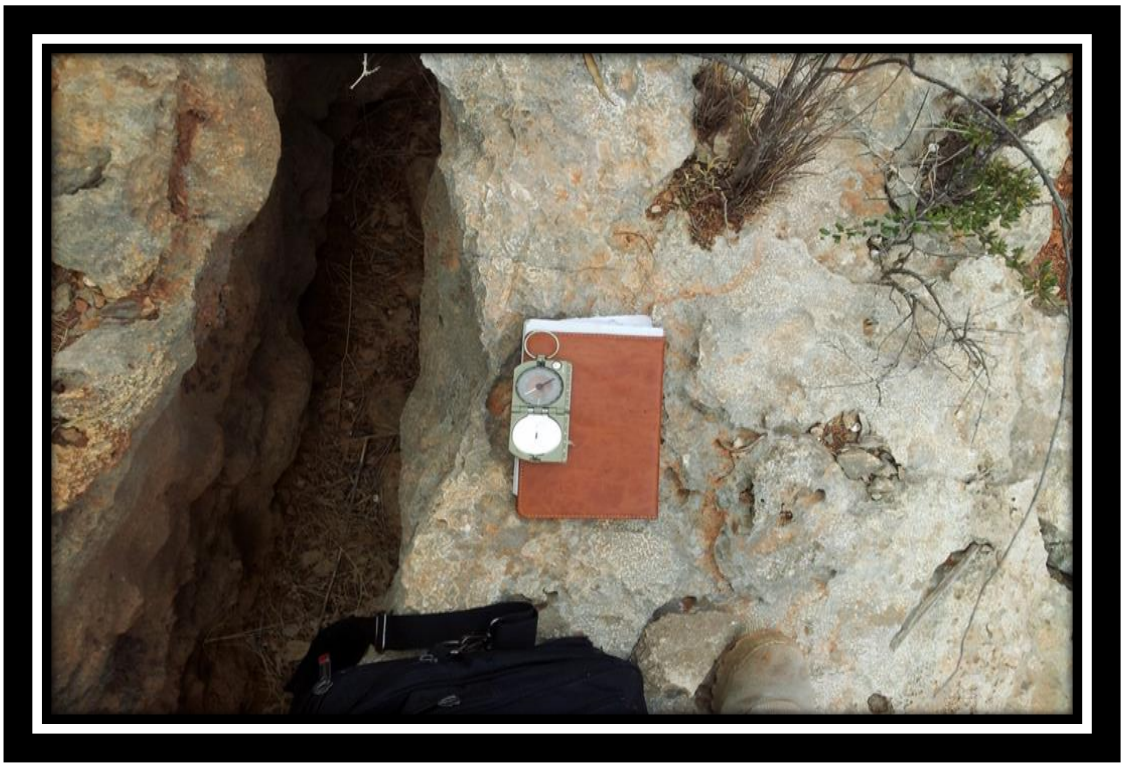
الصدع هو عبارة عن شق أو حزمة من الشقوق تصيب الصخور وتحدث بها إزاحة للكتل الصخرية على جانبي مستوى الانكسار (1) كما في الصورة (11)وتتباين الصدوع في منطقة الدراسة من حيث الطول والكثافة وتتقاطع في الجزء السفلي مع مجرى الوادي وتأخذ

1–خليفة أحمد الشحومي ,مرجع سابق ص72

اتجاه الشمال شمال الشرقي –الجنوب جنوب الغربي ,وهو ما يظهره في الشكلين (2) و (3) وهذه الأجزاء هي التي تشهد تحرك للمواد كما هو موضح في الصورة (12) التي تبين تساقط الكتل الصخرية في معلقة إبراهيم ,ولهذه الصدوع تأثير على اتجاهات مجرى وروافد الوادي الرئيسية حيث تأخذ اتجاه شمال شرق ثم يتغير إلى شمال غرب وفي بعض المواضع لا يتمشى مع تضرس المنطقة .كما أثرت على حجم بحيرة السد من خلال تسربها إلى طبقات المياه الجوفية وهو ما تأكده جودة المياه للمنطقة القريبة من مصب الوادي التي تعتبر جيدة مقارنة بالمناطق البعيدة منه(1).

صورة (11)

صدع في منطقة الدراسة

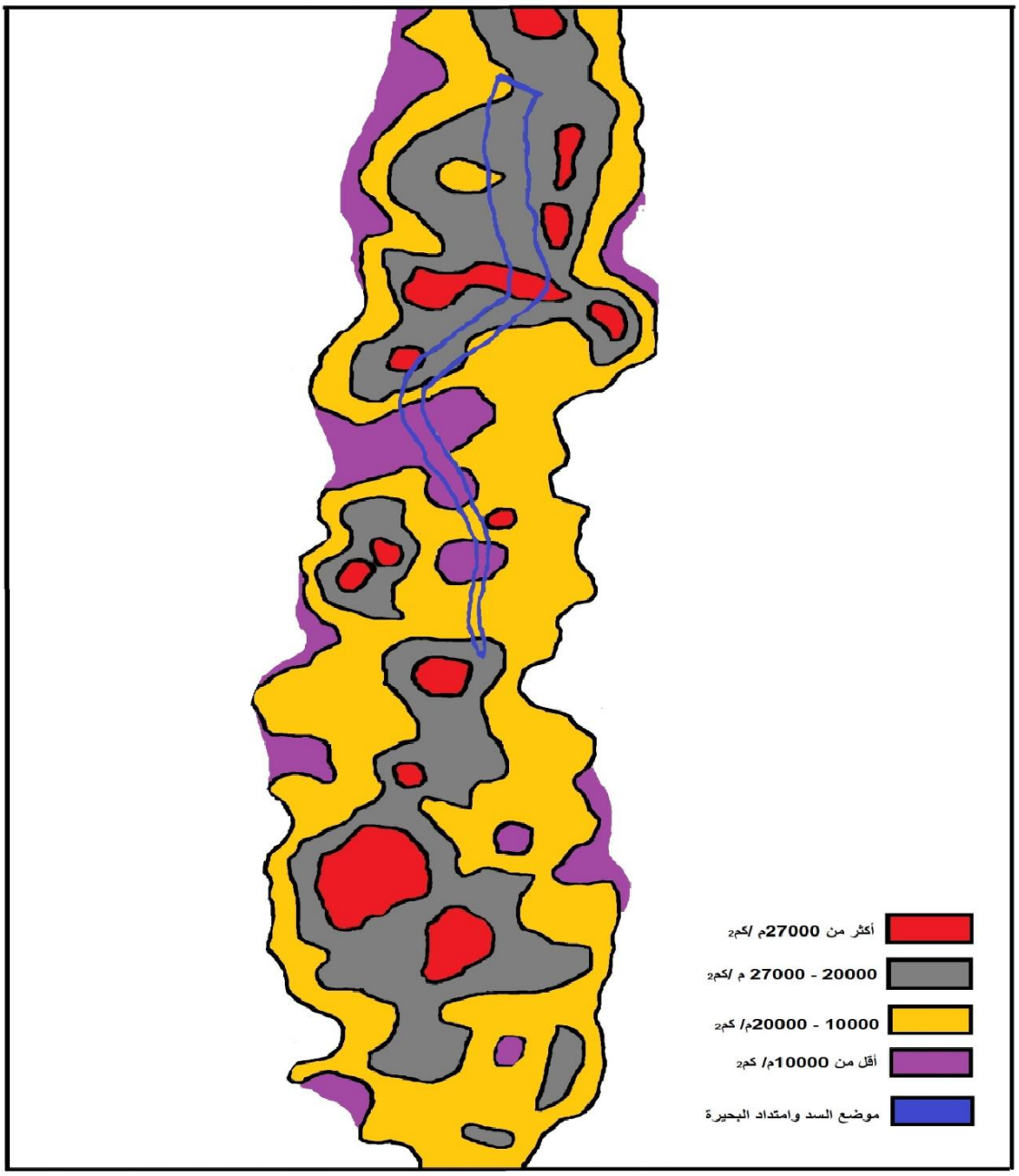


المصدر : الدراسة الميدانية 2012

1– استقصاء أجري على بعض سكان المزارع القريبة من الحافة الواقعة عند مصب وادي زازا 30-5-2016 ملحق (4)

شكل (2)

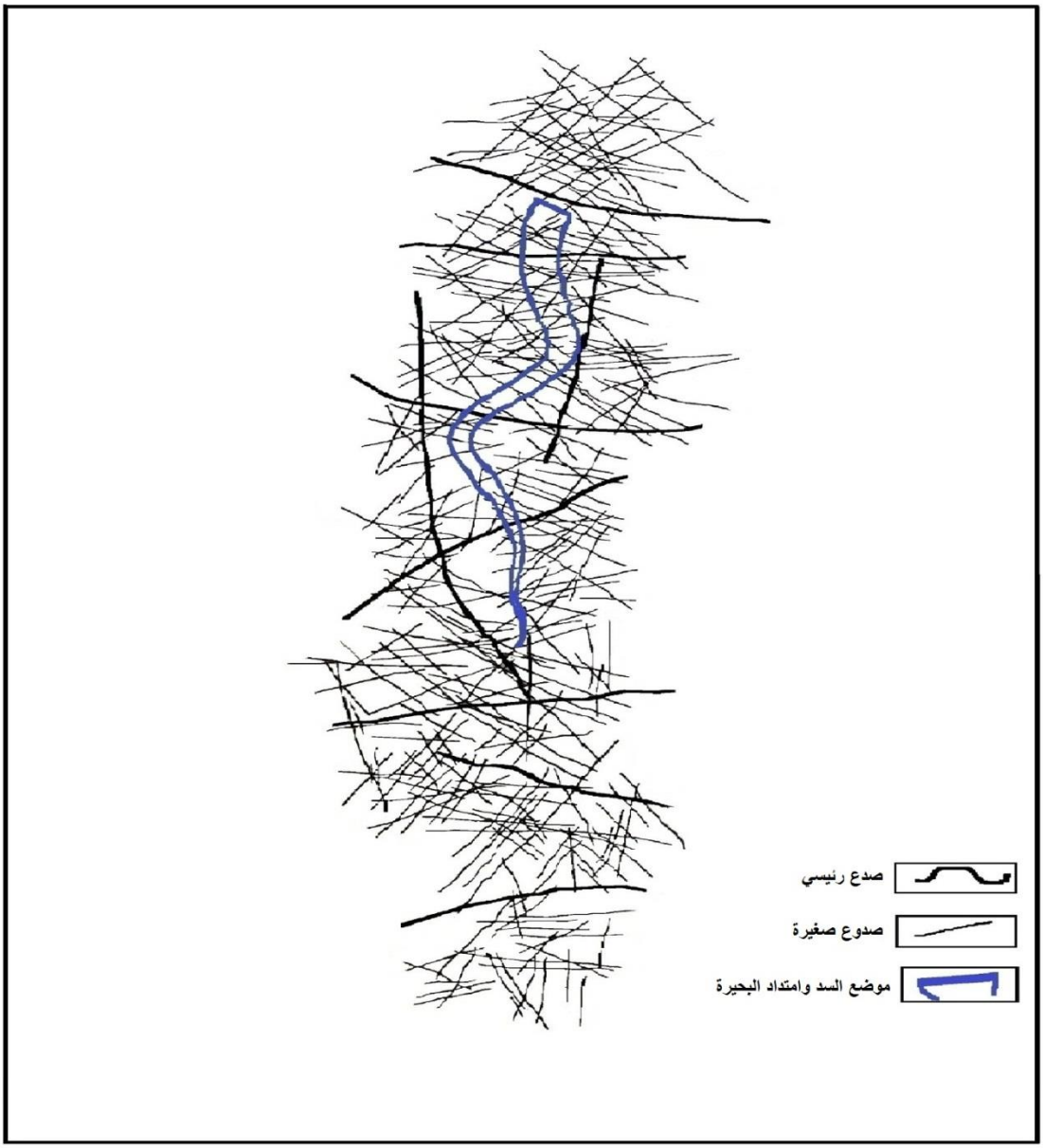
كثافة الصدوع في منطقة السد



1–conncil of Agricultural Development Exectuive Authority for jebel el Akhdar. final Design An supervision of lmplementation of wadi zaza Dam benghazi plain project .Density map

شكل (3)

الصدوع في منطقة السد



1–Council of Agricultural Development Executive Authority for jabal El Akhdar. investigation of the regulation and utilization of wadi zaza waters .wadi zaza Downstream . total field of fractures G4 . c lotti partners – consulting engineers- Roma 1976 .

صورة (12)

حدوث تحرك للمواد في مناطق الصدوع

المصدر : الدراسة الميدانية 2012

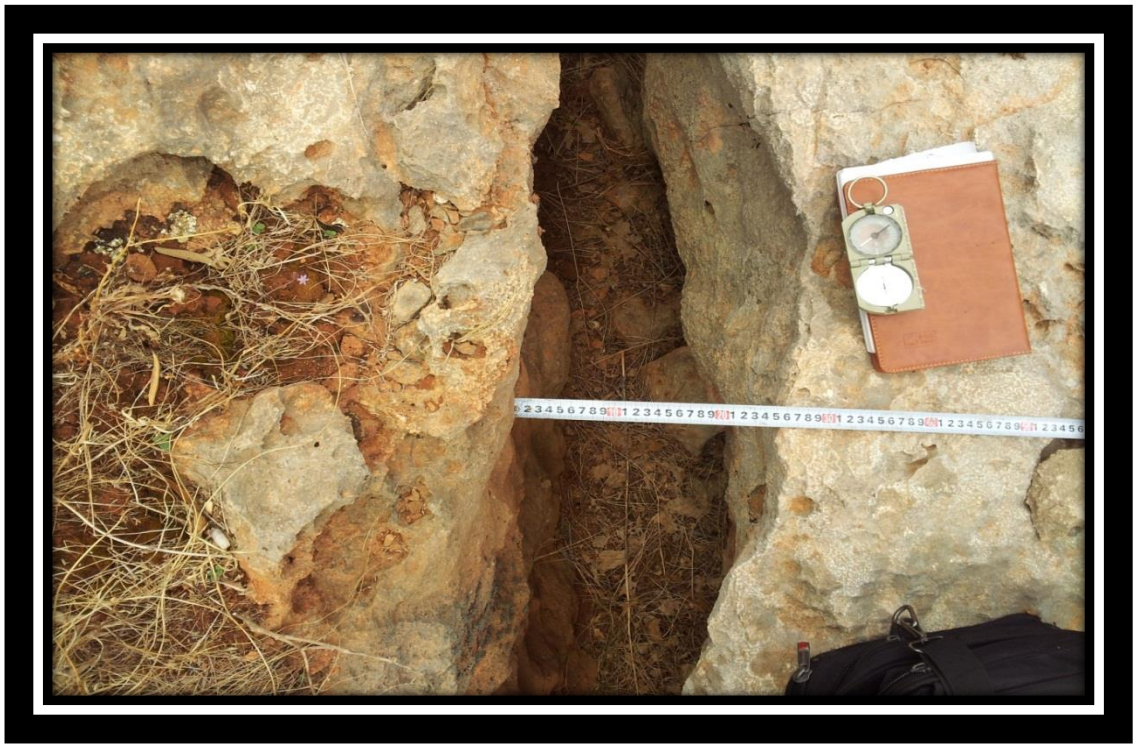
ب-الفواصل :

الفواصل هي مستويات أو أسطح انفصال توجد في جميع أنواع الصخور وقد تكون على شكل شقوق كثيرة ضمن الكتلة الصخرية إلا إنها لا تؤدي إلى تحرك الأجزاء التي تفصل بينها, وتكون متباينة من نوع لآخر في الصخور من حيث الطول والحجم وتتشكل بمستويات مختلفة رأسية وأفقية ومتقاربة ومتباعدة , وتساعد هذه الفواصل على تنشيط عمليات التعرية والتجوية وتعد مراكز ضعف في التكوينات الصخرية ,وقد لوحظ امتلاؤها بالرواسب كالتربة والمفتتات الصخرية الصغيرة(1). كما في الصورة التالية (13) . ومن خلال الجدول (4) والشكل (4) تتضح اتجاهات ونسبة الفواصل في المنطقة القريبة من السد

1– خلف حسين الدليمي , الجيومورفولوجية التطبيقية علم شكل الأرض التطبيقي ,(عمان , الاهلية للنشر والتوزيع , 2001)ص74

صورة (13)

فواصل مملوءة بمخلفات التجوية



المصدر: الدراسة الميدانية 2012

جدول (4)

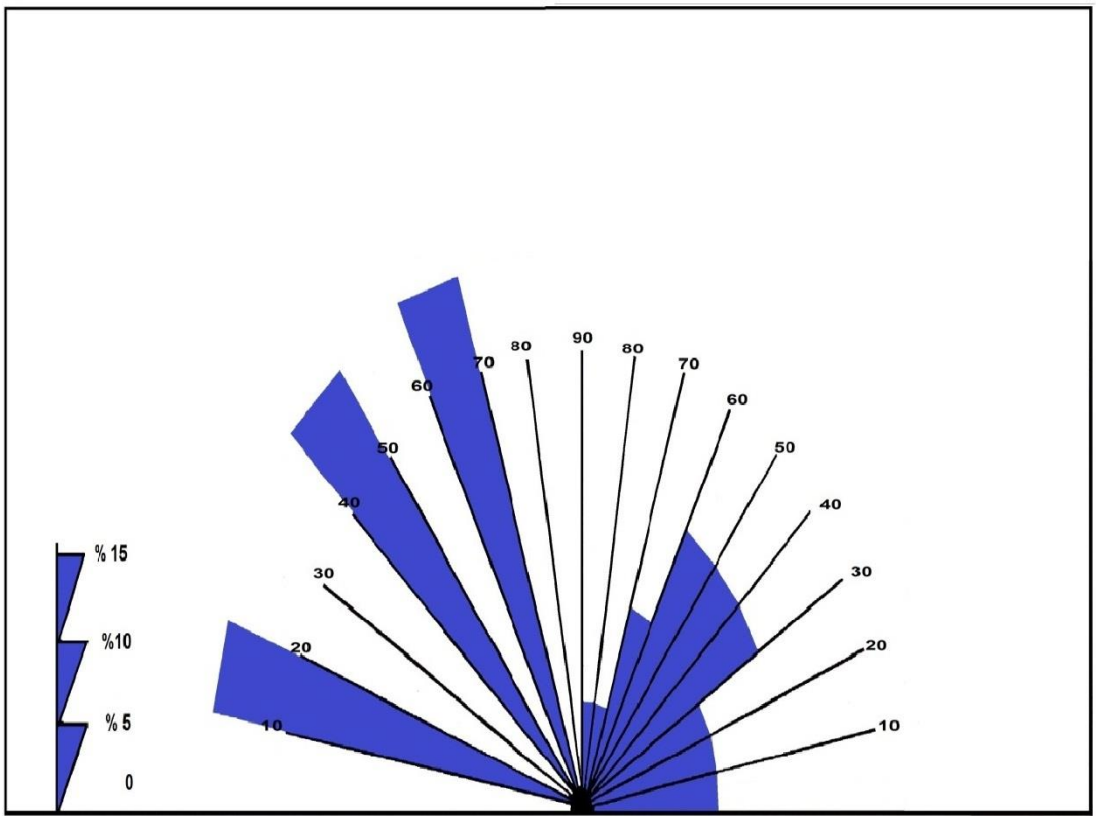
اتجاهات ونسبة الفواصل في منطقة السد

الفئة	شمال شرق	جنوب غرب	شمال غرب	جنوب شرق
	التردد	النسبة %	التردد	النسبة %
10 - 0	2	5	1	3.22
20 - 11	10	25	2	6.45
30 - 21	2	5	8	25.80
40 - 31	2	5	6	19.35
50 - 41	4	10	9	29.06
60 - 51	1	2.5	3	9.67
70 - 61	16	40	2	6.45
80 - 71	-	-	-	-
90 - 81	3	7.5	-	-
المجموع	40	100	31	100

المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على قياسات الدراسة الميدانية 2012 وقياس اتجاهات خريطة الفواصل

شكل (4)

اتجاهات الفواصل في المنطقة



المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على بيانات الجدول (4)

ثانياً:- جيومورفولوجية المنطقة

تحظى دراسة أشكال سطح الأرض وخصائصها لاسيما الأحواض النهرية بأهمية كبيرة من قبل الجيومورفولوجيين والهيدرولوجيين لأنها تمثل مناطق تغذية ومنابع الأنهار وأحواض التصريف ,حيث تنشط فيها عمليات التعرية المائية والنقل والإرساب , ويتحدد فيها نمط وشكل ونوع الأحواض النهرية , وهي تعكس المرحلة التطورية التي تمر بها الأحواض النهرية وتشير إلى طبيعة العامل والعملية الجيومورفولوجية السائدة التي تعمل على تشكيل سطح الأرض. فضلاً عن طبيعة علاقات خصائص الحوض المورفومترية المؤثرة على الخصائص الهيدرولوجية, وتؤثر على خصائص التربة وأنواعها وطبيعة الغطاء النباتي توزيعاً وكثافة وكذلك على الاستخدامات البشرية المختلفة (1),ولفهم الوضع الجيومورفولوجي للمنطقة سوف نتطرق إليه من خلال :-

أ-المظهر التضاريسي العام

إن الجبل الأخضر هو انعكاس لأثر البنية الجيولوجية وفعل العوامل الخارجية التي نتج عنها تشكل مصاطب وسهول ووديان تختلف في المساحة والارتفاع ودرجة الانحدار ما بين الأجزاء الشمالية والجنوبية ، ومن ثم أخذ هذا النمط المورفولوجي شكل طية عظيمة الاتساع يحدها شرقا خليج البمبة ومن الشمال الشريط الساحلي ومن الجنوب النطاق شبه الصحراوي وتأخذ اتجاه شمال شرق – جنوب غرب. فالأجزاء الشمالية تتميز بأنها شديدة الانحدار وغالب الأودية فيها قصيرة المسافة ,وتظهر على شكل مدرجات موازية للبحر المتوسط باتجاه الغرب إلى الشرق عكس الأجزاء الجنوبية ذات الانحدار الهين والأودية فيها طويلة التي تنتهي إلى مناطق تصريف داخلي (بلط) ومن خلال ذلك يمكن تمييز ثلاث مدرجات تحد كل منها حافات شديدة الانحدار, وحوض وادي زازا ينبع من منطقة جردس العبيد فهو بالتالي يقطع المدرج الثاني ثم المدرج الأول لينتهي في سهل بنغازي الساحلي وفيما يلي توضيح للشكل التضاريسي العام للحوض :

1– منطقة السهل الساحلي

هي جزء من سهل بنغازي الذي يظهر على شكل مثلث يقع رأسه في اتجاه الشمال الشرقي بالقرب من توكره, ويأخذ في الاتساع بالاتجاه جنوباً حتى يتداخل مع سهل سرت دون أن توجد حدود طبيعية واضحة المعالم تفصل بينهما ,ويمر حوض وادي زازا بسهل بنغازي في المنطقة المحصورة بين برسس و تنسلوخ لينتهي إلى سبخة برسس ومن ثم إلى البحر (2),وهو بذلك يقطع مسافة في السهل الساحلي تتراوح ما بين 10.5- 13 كم وهذه المنطقة جزء من مشروع سهل بنغازي الزراعي.

1– رحيم ,حميد العبدان ,"شدة تضرس الحوض النهري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " مجلة قسم الجغرافيا ,(كلية الآداب ,جامعة بغداد , العدد73 , 2006) ص1

2- فتحي ,أحمد الهرام , فصل التضاريس و الجيومورفولوجيا ,الجماهيرية دراسة في الجغرافيا , تحرير الهادي مصطفى بولقمة , سعد خليل القزيري (سرت, الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ط1 ,1995) ص105 – 111.

2-المدرج الأول

تبدأ الحافة الأولى في هذا المدرج عند نهاية السهل الساحلي عند منطقة انتلات الواقعة شمال شرق اجدابيا على ارتفاع 100م فوق مستوى سطح البحر, ومن ثم تتدرج الحافة في ارتفاعها مابين 250- 300م بالقرب من الرجمة و تتحول في اتجاه الشمال الشرقي وتسير على نفس الارتفاع بالقرب من طلميثه , ولكنها تزيد في المنطقة الواقعة مابين سوسه ورأس الهلال حيث تصل إلى ارتفاع يتراوح ما بين 420 -500 م ،وتقطعها مجموعة من الأودية القصيرة ذات الخوانق العميقة ونقاط التجديد المتعددة وتبدأ بعد ذلك في الانخفاض التدريجي لتصل إلى 250م قرب درنة ,أما المدرج المتصل بها فتبدأ في الاتساع لتصل إلى 30كم جنوب غرب الابيار و20 كم في منطقة المرج ثم تضيق في الشمال الشرقي بالتدريج إلى بضعة كيلومترات ويقطع حوض وادي زازا هذه المنطقة مروراً بالصليعاية وسلينه وجنوب سيدي إبراهيم بوراس إلى أن ينتهي إلى السهل الساحلي قاطعاً الحافة الأولى.

3-المدرج الثاني

تبدأ حافة هذا المدرج عند نهاية المدرج الأول وهي أقل امتدادا من الحافة الأولى وتكون واضحة شمال شرق مدينة الابيار ويبلغ متوسط ارتفاعها 120م عند سطح قاعدة المدرج الأول وتأخذ في الارتفاع بالاتجاه شرقاً. أما المدرج فيبدأ عند قمة هذه الحافة ويتراوح ارتفاعها ما بين 420- 600م فوق مستوى سطح البحر ،وتظهر على شكل تلال بسيطة الانحدار تفصلها شبكة من الأودية التي تنحدر باتجاه المدرج الأول لتصب فيه وتمتاز باتساع مجاريها وبساطة انحدارها والقليل منها يتمكن من الوصول إلى السهل الساحلي كوادي الدخان الذي يعتبر امتداد لمجرى وادي زازا(1) .

ب- تضاريس الحوض

أما فيما يخص الوضع التضاريسي لحوض الوادي فالحوض التجميعي هو عبارة عن وحدة طوبوغرافية وهيدروغرافية تستقبل المياه في شكل تساقط يتحول الى جريان ينطلق من أعالي الحوض وخطوط تقسيم المياه إلى أسفل الحوض والمتمثلة في منطقة المصب حيث يتم الجريان على مختلف الانحدارات الموجودة والتي لها الأثر الكبير في تسارعها(2)ولفهم الوضع الطوبوغرافي للمنطقة تم دراسته من ناحية :

1- الارتفاعات

تكتسي دراسة الارتفاعات أهمية بالغة لتأثيرها على العناصر المُناخية وعلى درجات الانحدار والتي بدورها تنعكس على أنظمة الجريان السطحي في المنطقة, إن تفاوت مناسيب

1- عقوب عمر محمد "الآثار البيئية للتنمية الزراعية في منطقة سهل المرج "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب ,جامعة قاريونس,2005)ص 33

2-رضا عناب ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ص16

السطح في منطقة حوض وادي زازا ما بين (8 – 695م) فوق مستوى سطح البحر كما تظهر خريطة (8) لنموذج الارتفاعات الرقميDEM , بين مدى اتساع مساحة الحوض التي افترشت نطاق شمل ثلاثة مظاهر تضاريسية مختلفة متمثلة في السهل الساحلي والمدرج الأولى والثاني ولكل منها ظروفها المُناخية خاصةً الأمطار, وكذلك تنوع غطاءها النباتي ولقد أمكن مع ذلك تصنيف تضاريس الحوض إلى ثلاث فئات متمثلة :

1–1– الفئة الأولى (8 – 266 م)

يتركز غالبيتها في منتصف الحوض وفي نهايته بمنطقة السهل الساحلي وهو الجزء الواقع ضمنه السد

1–2– الفئة الثانية (266 – 431م)

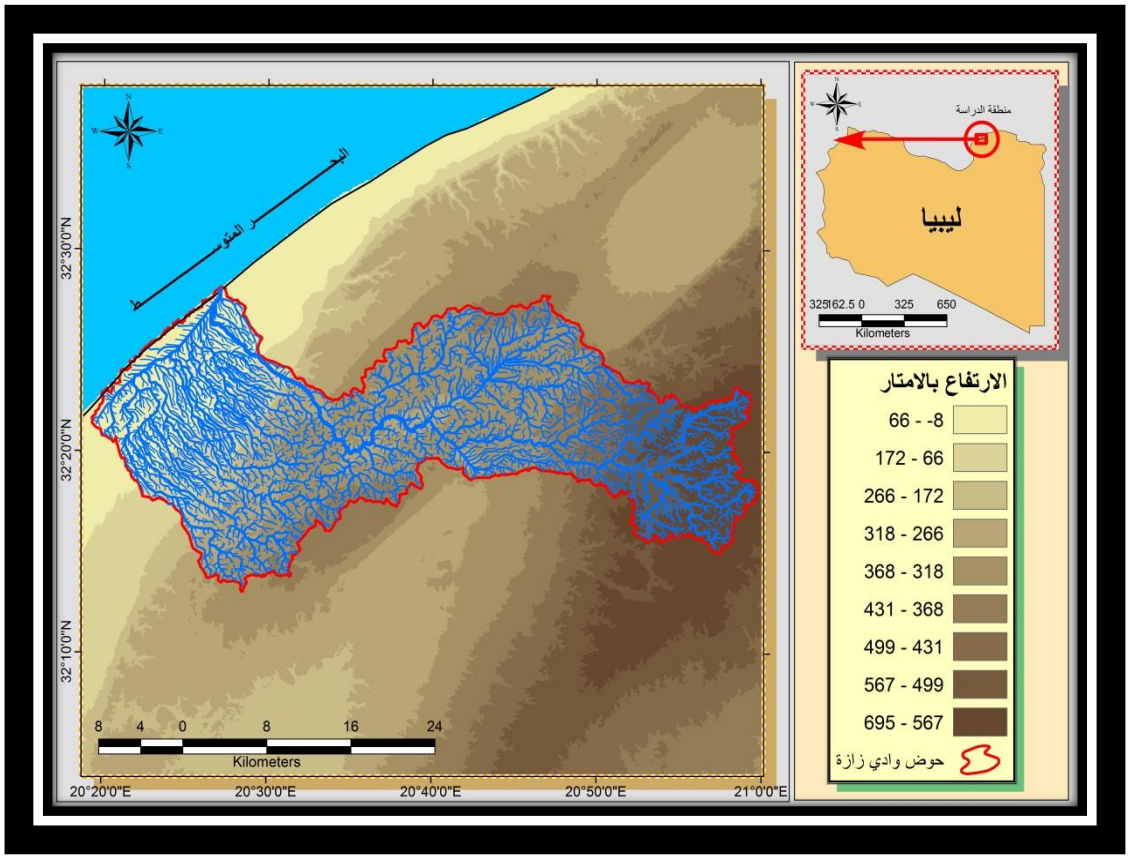
توجد في منطقتين الأولى في منتصف الحوض بالتحديد منطقة أم الضباع التي تمثل بداية روافد المساس والعيش ,أما المنطقة الثانية فهي في بداية الحافة والمدرج الثاني .

1–3– الفئة الثالثة (431 – 695م)

تنحصر هذه الفئة في منابع الحوض العليا عند قمة جردس العبيد وهي بدايات روافد ساس والعوينات .

خريطة (8)

نموذج الارتفاعات الرقمي لحوض وادي زازا



المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc Map 9.3 في الرسم بعد تحويل الخرائط الكنتورية للجيش الأمريكي لوحات جردس الأحرار والحمدة ودريانه مقياس 1:50000 إلى خرائط مناسيب ثم إلى نموذج ارتفاع رقمي .

2- الانحدارات

الانحدار هو انحراف أو ميل الارض عن المستوى الأفقي وتعد الانحدارات ذات أهمية في الدراسات الجغرافية والجيومورفولوجية خاصة ,لأنها تمثل أحد عناصر مظاهر السطح التي لها علاقة بجميع الأنشطة البشرية ,وهي عامل مهم أيضاً في تحليل العديد من الظواهر الطبيعية حيث تسمح بمعرفة التأثير المباشر على طبيعة الجريان على مختلف أشكال السفوح حيث تتناسب سرعة الجريان طردياً مع الانحدارات الشديدة وما ينجم عنها من فيضانات[1]وكذلك يتسنى معرفة أنسب المواقع لاستغلال الجريان السطحي والتي يجب أن تكون ذات انحدار هين , وقد بلغ معدل الانحدار (1م رأسي : 95.5م أفقي) أما درجة انحدار المنطقة (0.59^0)في حين بلغت نسبة انحدارها (1.04) في, أما موقع سد وادي زازا فهو مناسب من حيث هذه الخصائص فمعدل الانحدار بلغ (1م رأسي : 98م أفقي) أما نسبة الانحدار كانت (1.02) ودرجة الانحدار (0.58^0) وهو أقل من المعدل العام لخصائص الحوض كما يبينه الجدول(5) والملحق (5)الذي يوضح خصائص انحدارات روافد الحوض الرئيسية وموقع السد, ولكن تجدر الإشارة إلى أن الحوض مكون من (18) رافد رئيسي تقع (7) روافد منه أمام السد وتصب بالسهل الساحلي مباشرة ولا توجد عليها منشآت لضبط الجريان باستثناء مجرى الزاد. وهناك (5) روافد تنبع من المدرج الأول تقع في مناطق انحدار متوسط وغطاء نباتي كثيف, في حين تنبع (6) روافد من مناطق ذات انحدار شديد وغطاء نباتي مبعثر وهي مناطق تشهد أعلى معدلات سقوط الأمطار(375.9مم) في الحوض,ومن أجل معرفة أثر هذا العامل تم وضع تصنيف لدرجات الانحدار إلى ثلاثة فئات كما تبينه الخريطة (9) :

2–1– انحدارات ضعيفة (0 – 10)

وهي تمثل المناطق السهلية بالتحديد وسط الحوض على المدرج الأول في منطقة النقعه وغوط سلينه , وكذلك نهاية الحوض بالقرب من الحافة وفي سهل بنغازي ما بين برسس وتنسلوخ

2–2– انحدارات متوسطة (10 – 24)

نجدها على ما بعد الحافة الأولى على المدرج مباشرة بالتحديد مجاري الشحرير وبوبريف والهيرة والوطيات والبويرات والزاد واكحيل وبلقارص واللبيض وبوصفيطة, كذلك في منابع الحوض على المدرج الثاني .

2–3– انحدارات شديدة (24– 70)

هي محصورة في منابع الحوض العليا بالقرب من قمة جردس العبيد وعلى جوانب المجاري القريبة من الحافة الأولى , كما هو الحال في مجرى زازا الرئيسي والذي يشهد حركة للمواد على جوانبه خصوصاً في مواقع الغطاء النباتي الضعيف . وهذه الانحدارات انعكست على الجريان السطحي الذي أخذ اتجاهات عديدة كما تبينه الخريطة (10)

1– رضا عناب ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص15–16

جدول (5)

خصائص الانحدارات

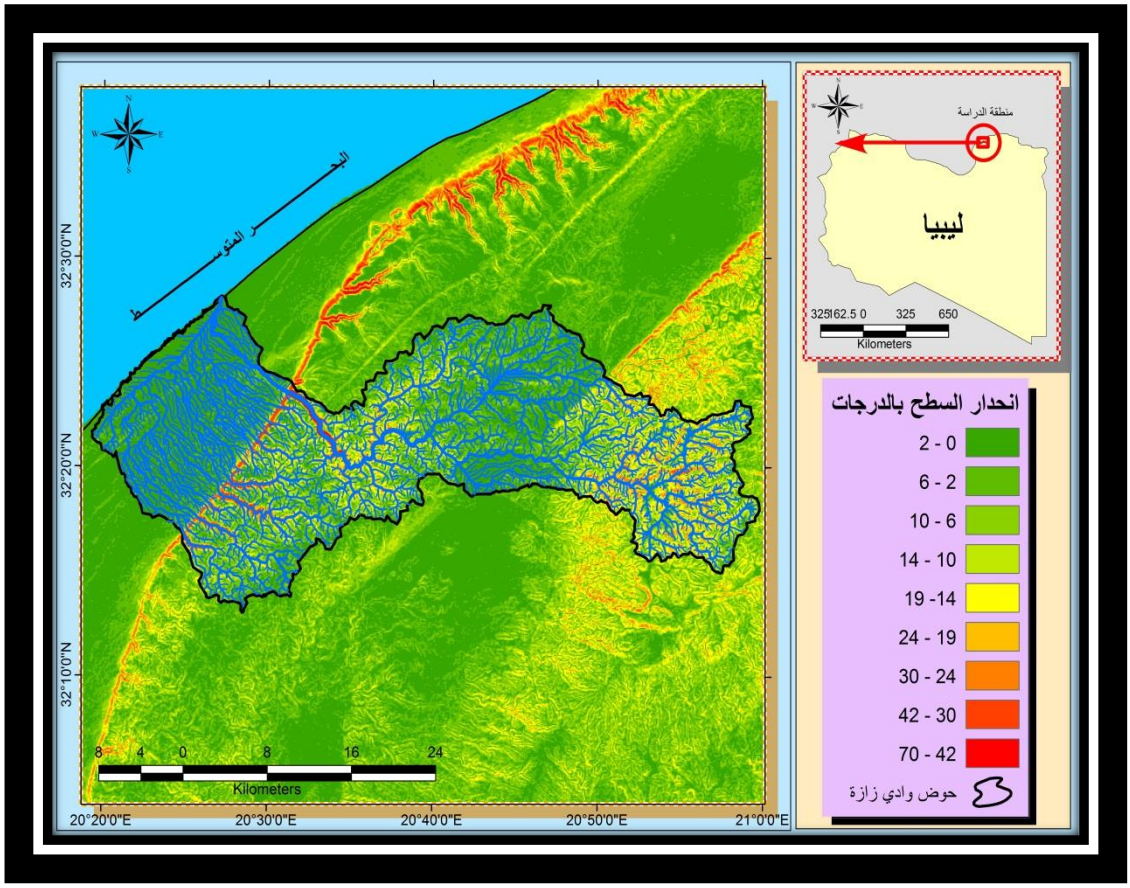
حوض الوادي وروافده	النسبة المئوية الانحدار %	معدل الانحدار م / كم	درجة الانحدار	ملاحظات
الانحدار العام	1.04	1: 0.095	^{0}0.59	الحوض يقطع على المدرج الأول والثاني والسهل الساحلي بطول 65كم
زازا	1.02	1: 0.098	^{0}0.58	يقع على المدرج الأول
المساس	3.2	1: 0.031	^{0}1.83	المدرج الأول بعد السد
عازه	2.8	1: 0.035	^{0}1.6	المدرج الأول خلف السد
الهيرة	2.5	1: 0.040	^{0}1.43	المدرج الأول خلف السد
بويريف	1.14	1: 0.087	^{0}0.65	المدرج الأول, يوجد مقترح لإنشاء سد من قبل الشركة المنفذة
الشحرير	1.33	1: 0.075	^{0}0.74	المدرج الأول خلف السد
الوطيات	4.37	1: 0.022	^{0}2.46	المدرج الأول,أمام السد فيضانات بسيطة, ويوجد سد تعويقي
البويرات	1.88	1: 0.053	^{0}1.03	المدرج الأول أمام السد, فيضانات نجم عنها خسائر , ولا توجد سبل لضبط واستغلال الجريان
الزاد	2.26	1: 0.044	^{0}1.14	المدرج الأول أمام السد ,يوجد خزان يضبط الجريان السطحي
أكحيل	2.82	1: 0.035	^{0}1.61	المدرج الأول أمام السد , لا توجد منشآت لضبط الجريان السطحي
بلقارص	6.54	1: 0.015	^{0}3.75	المدرج الأول أمام السد, جريان سطحي ضعيف لا توجد فيضانات تهدد المنطقة
اللبيض	5.45	1: 0.018	^{0}3.12	المدرج الأول أمام السد , فيضانات تسببت في أضرار , لا توجد سبل لضبط الجريان
بوصفيطة أو الخرارشة	3.6	1: 0.027	^{0}2.06	المدرج الأول أمام السد , فيضانات بسيطة
عليّه	1.37	1: 0.072	^{0}0.78	المدرج الثاني خلف السد فيضانات تهدد منطقة أسفل الحافة الثانية .
الدخان	1.31	1: 0.076	^{0}0.75	المدرج الثاني خلف السد ,فيضانات تهدد منطقة أسفل الحافة الثانية

البياضة	**2.31**	**0.043 :1**	**1.31^{0}**	**المدرج الثاني خلف السد, يوجد على المجرى سد ركامي انهار سنة 1994,جريان سطحي وفيضانات**
بوعنقود	**2.92**	**0.041 :1**	**1.67^{0}**	**المدرج الثاني خلف السد, جريان سطحي وفيضانات تقطع الطريق إلى جردس**
عائلة سَنانَ أو القصبة	**2.24**	**0.044 :1**	**1.28^{0}**	**المدرج الثاني خلف السد. جريان سطحي وفيضانات**
بو سماح	**2.26**	**0.044 :1**	**1.29**	المدرج الثاني خلف السد ,

المصدر : من حسابات الطالب بالاعتماد على الخريطة الطوبوغرافية لوحة الحمدة وجردس الأحرار ودريانه مقياس 1:50000

خريطة (9)

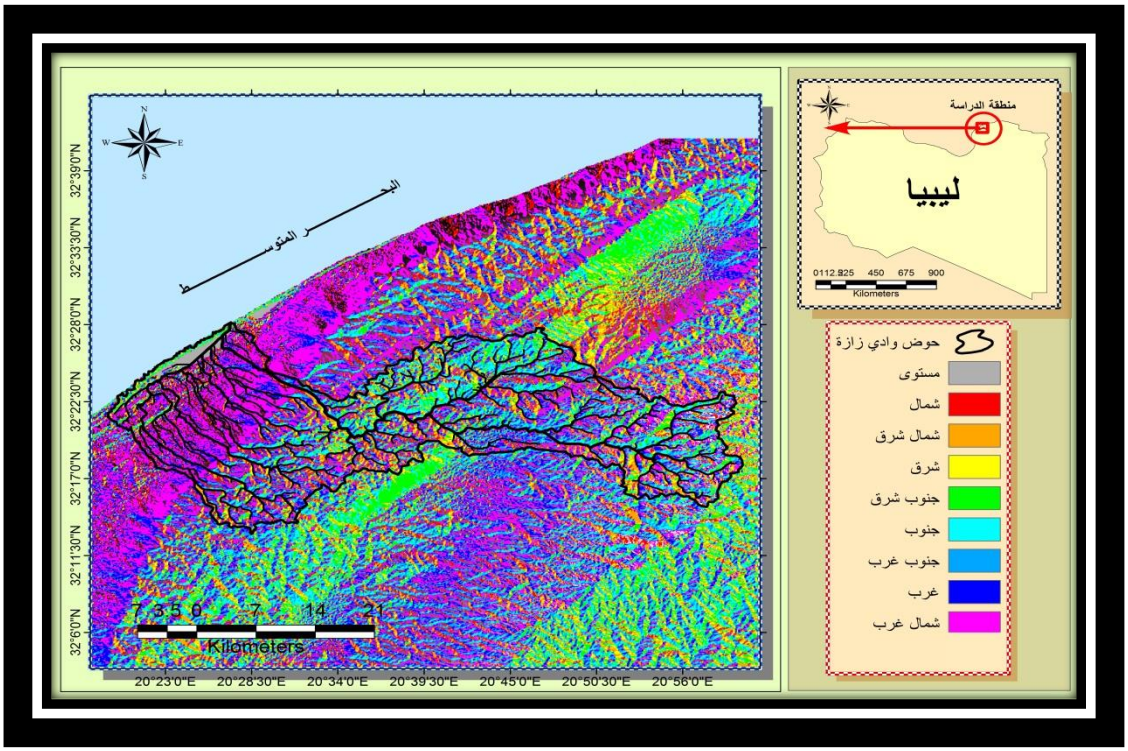
انحدار السطح بالدرجات



المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

خريطة (10)

اتجاهات الانحدار



المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

3- المقاطع الطوبوغرافية للحوض

لإبراز الشكل التضاريسي لمجرى موقع السد وتحديد الموقع المناسب الذي يمكن أن يحجز أكبر كمية للمياه , والذي لابد أن يكون ذا انحدار هين وأن يكون في منطقة حوضية ذات جوانب قريبة والمجرى معتدل واقع بعد منعطفات نهرية تساعد على تناقص سرعة وقوة المياه المندفعة نظراً لاحتكاكها بجوانب المجرى وهي من الشروط اللازم توافرها في مواقع إنشاء السدود الخرسانية ذلك لمقاومة الضغط الجانبي للمياه (1), بناءاً عليه تم تحديد ثلاثة مقاطع عرضية على مجرى الوادي الرئيسي بما فيها موقع السد ومقاطع طولية لمجاري روافد الحوض الرئيسية لمعرفة شكلها العام والذي له دور في تسارع الجريان والفترة التي تقطعها المياه للوصول إلى نهاية المجرى أو منطقة السد .

3-1-القطاعات العرضية :

لإبراز الشكل العام للمجرى الرئيسي تم إنجاز ثلاثة قطاعات عرضية كما تبينه الخريطة (11) والجدول (6) حتى يتم قياس ومعرفة المسافة بين الجوانب والتي يجب أن تكون قريبه لأنها من شروط أنشاء السدود الخرسانية, بالإضافة لقياس درجة انحدارها والتي تؤثر على حركة المواد عليها (الملحق 7) , كذلك معرفة طبيعة الغطاء النباتي ونوع التكوين الجيولوجي فيها لتحديد أفضل موضع لإنشاء السد(2),وفيما يلي تفصيل لهذه القطاعات العرضية :-

أ – القطاع الأول جنوب السد (خلف السد)

يبعد هذا الموضع عن موضع السد الحالي ب2.5كم ويأخذ اتجاه شمال شرق – جنوب غربي ويوجد على موضع يفترش فيه تكوين أبولونيا أرضية المجرى الذي يعتبر أقل نفاذية كما ذكرنا سابقاً مقارنة بتكوين درنة الموجود في موضع السد ,أما الغطاء النباتي فهو كثيف على جوانب المجرى الذي بلغت فيه متوسط المسافة بينهما 235.4 م ودرجة الانحدار 27^0 الجانب الأيمنو23.3^0 للجانب الأيسر والشكل (5) يبين القطاع العرضي له .

ب –القطاع الثاني موضع السد

يأخذ اتجاه شمال شمال شرق – جنوب جنوب غرب , يمتد لمسافة 520 م ويربط بين حافتي المجرى التي بلغ متوسط المسافة بينهما 221.8م ,ويوجد في هذا الموضع تكوين درنة ذو النفاذية العالية , ومنحدرات الموضع ذات غطاء نباتي مبعثر يشهد حركة للمواد لها تأثيرات على جسم السد والبحيرة وتبلغ درجة انحدار جوانبه24.4^0 الجانب الأيمن و27^{0}الجانب الأيسر والشكل(6) يبين القطاع

1– خلف حسين الدليمي , التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية تطبيقية ,مرجع سابق , ص 366-369

2– رضا عناب ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص15–16

ج – القطاع الثالث شمال السد (أمام السد)

يبعد عن موضع السد بمسافة1.6كم ويأخذ اتجاه شمال. شمال شرق – جنوب جنوب غرب ,يقع بعد صدع كبير يمتد لمسافة 18كم , وقريب من الحافة الأولى والتكوين الغالب على الموضع هو تكوين درنة وكذلك بالنسبة لكثافة الغطاء النباتي فهو مبعثر, أما درجة انحدار جوانب المجرى فكانت 25.7^0 الجانب الأيمن و 30.5^0 على الجانب الأيسر على التوالي أما متوسط المسافة بين الجانبين فقد كانت 269م والشكل(6) يبين المقطع

جدول (6)

خصائص المقاطع العرضية

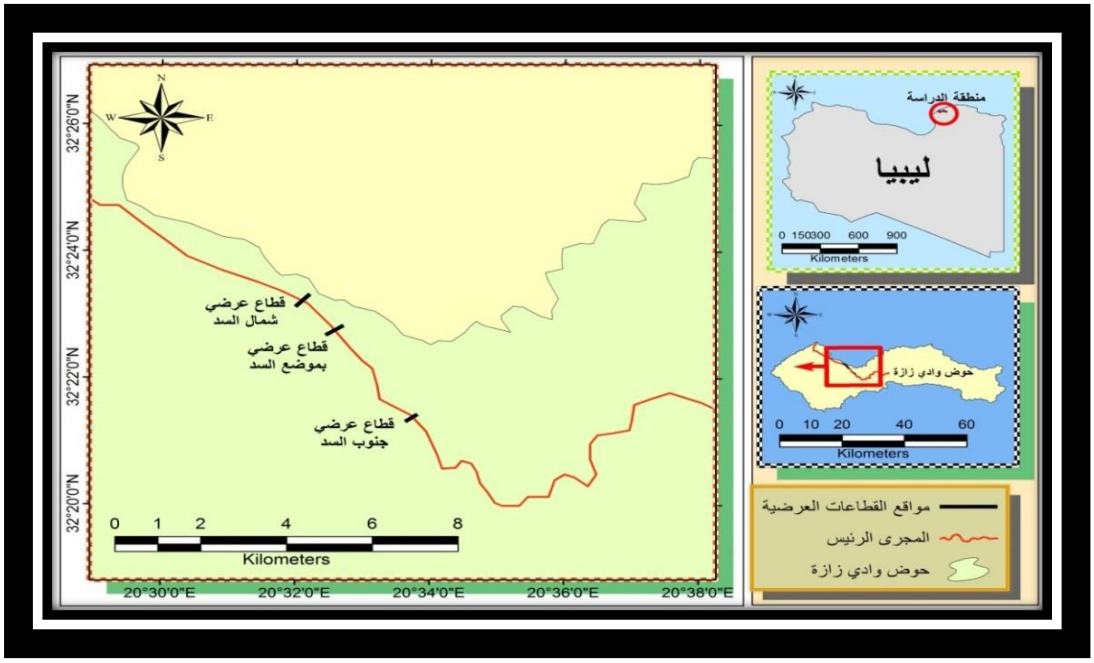
القطاع العرضي	طول القطاع بالمتر	متوسط المسافة بين الحافتين بالمتر	درجة انحدار جوانب المجرى بالموضع	الغطاء النباتي	التكوين الجيولوجي	ملاحظات
القطاع الأول جنوب السد (خلف السد)	**355م**	**235.4**	**27^0 23.3^0**	**كثيف**	**أبولونيا**	**يعتبر البديل الثاني**
القطاع الثاني موضع السد	**520م**	**221.8**	**24.4^0 27^0**	**مبعثر**	**درنة**	**الأنسب وفق النتائج**
القطاع الثالث شمال السد (أمام السد)	**500م**	**269**	**25.7^0 30.5^0**	**مبعثر**	**درنة**	**يعتبر البديل الثالث**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على القياسات المباشرة من المقاطع العرضية والدراسة الميدانية

ومن خلال دراسة القطاعات العرضية ومعرفة خصائصها تبين لي أن موضع السد يعتبر الأنسب نظراً لتوافر شروط كقرب المسافة بين الحافتين والتي بلغ متوسطها 221.8 م وهو ما يرتكز عليها السد الخرساني في مقاومته لقوة الماء في البحيرة ,كما إنه الأنسب بالنسبة لدرجة انحدار الجوانب وبعيد من نقاط خروج الروافد رغم ما يعاب على هذا الموضع من وجود تكوين ذو نفاذية عالية وانتشار للتراكيب الجيولوجية وحركة للمواد , أما الموضع الذي يأتي في المرتبة الثانية هو جنوب السد وما يميزه هو وجود تكوين أبولونيا قليل النفاذية وكثافة الغطاء النباتي على جوانب المجرى الذي يعتبر مقارب في درجة الانحدار مع موضع السد ولكن يعاب عليه قربه من نقاط خروج الروافد والتقاءها بالمجرى الرئيسي, أما الموضع الأخير فيعاب عليه وقوعه بعد صدع يمتد لمسافة طويلة ووجود تكوين درنة وكذلك قلة الغطاء النباتي ولكنه قريب من المشروع الزراعي خاصةً إذا اخذ في الاعتبار توصيل المياه المحجوزة إلى هذه المزارع وهذا كان من أهداف إنشاء السد التي لم تتحقق .

خريطة (11)

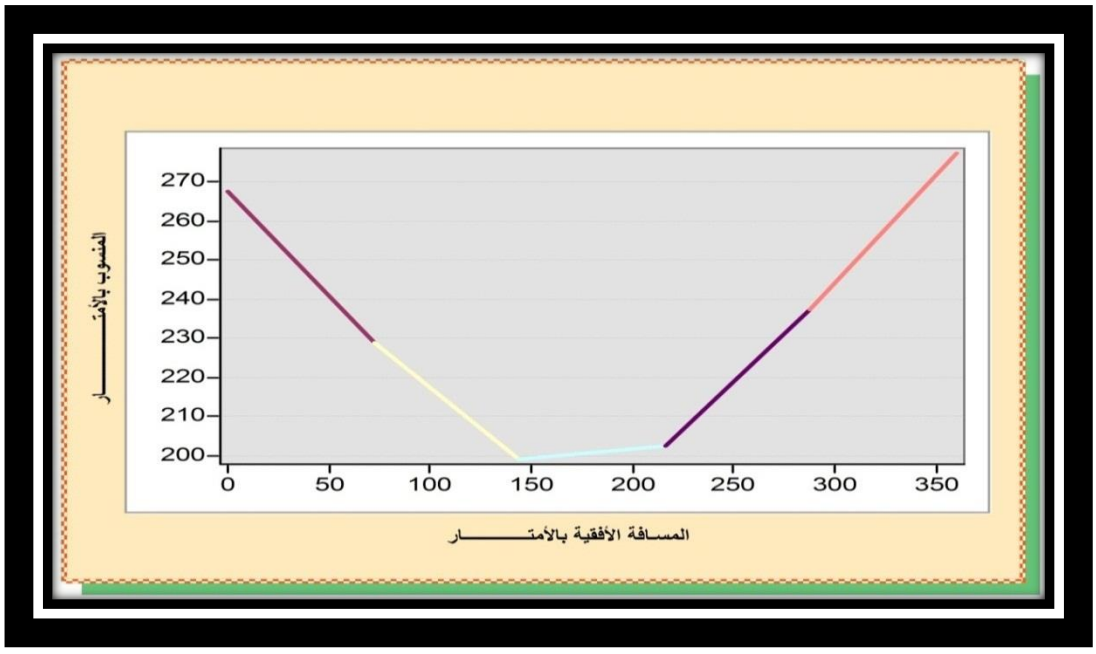
القطاعات العرضية



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

شكل(5)

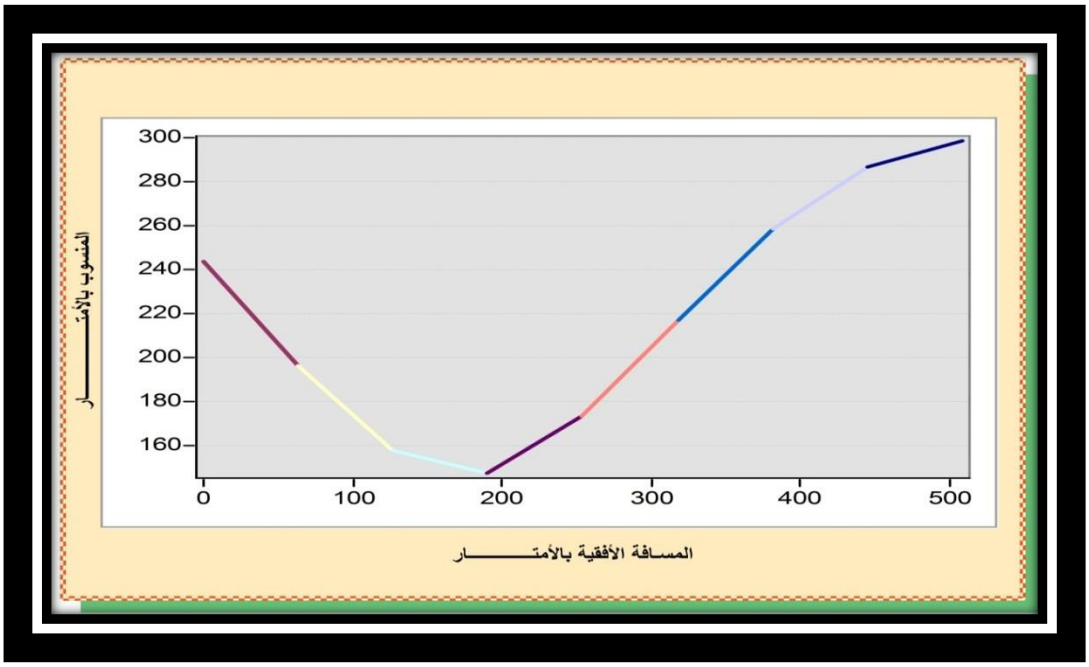
قطاع عرضي خلف السد



المصدر: من أعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

شكل(6)

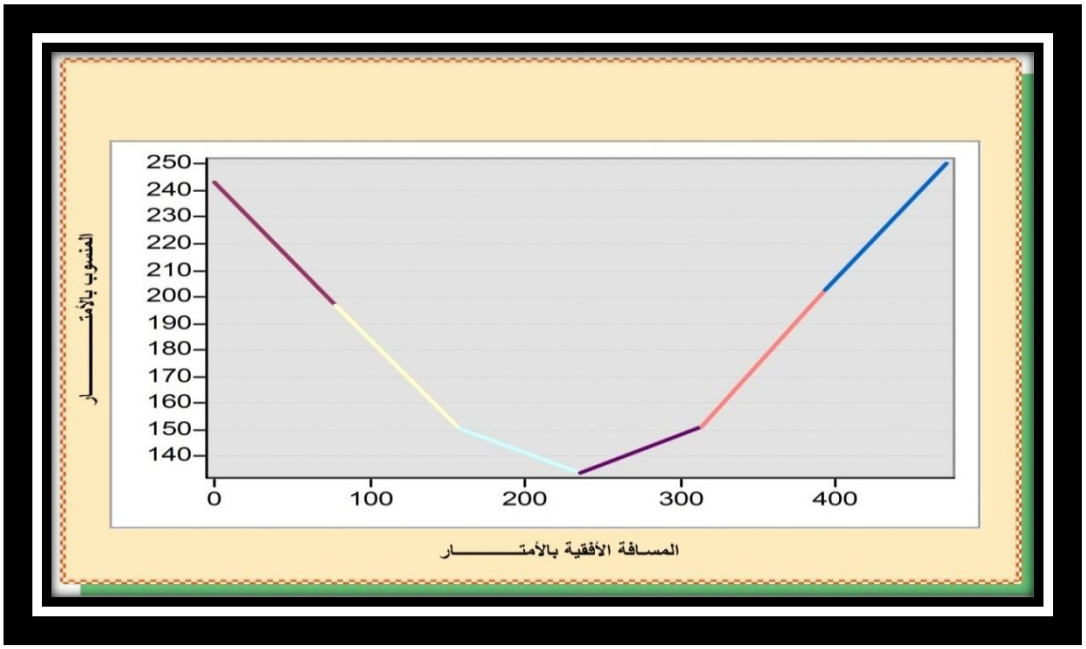
قطاع عرضي لموضع السد



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

شكل(7)

قطاع عرضي أمام السد



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

2-3-القطاعات الطولية :

إن القطاع الطولي للوادي ما هو إلا المنحنى الذي يحدد بدقه انحدار المجرى على طول امتداده من منبعه إلى مصبه, وعلى الرغم من وجود تباينات بين القطاعات الطولية لروافد الحوض فإن شكلها العام مقعر نحو أعاليها(1) ومن ثم فالهدف من إنجاز القطاعات الطولية للمجرى الرئيسي والروافد لحوض وادي زازا هو تحديد ومعرفة الانحدارات التي تجرى عليها الأودية والروافد ابتداءً من المنبع إلى المصب ,لأنها تعطي معلومات إضافية تُضاف إلى الخصائص المورفومترية حيث أن الزيادة في أعدادها وأطولها ونسبة انحدارها ينتج عنه تركيز في حجم وسرعة الجريان وهذه لها الأثر الكبير على السطح ونقل المواد وكذلك تحديد موقع السد بناءً على الأهداف الموضوعة ,وقد تم ترتيب مجاري الحوض بناءاً على فارق الارتفاع الرأسي ,وطول المسافة الأفقية لكل رافد من العينة المختارة لمعرفة العلاقة بينهما كما هو موضح في الجدول(7).هذا مع ثبات معدلات الأمطار التي تسقط عليه وطبيعة الغطاء النباتي فحوض وادي زازا يقطع ثلاث مناطق تضاريسية مختلفة(2), وهناك روافد تقع خلف السد وأمام السد منها ما ينبع من المدرج الثاني أعالي الحوض ومنها ما ينبع من المدرج الأول منتصف الحوض, وقد تبين لنا من خلال الجدول سابق الذكر والأشكال (8- أ- ب- ج- د- ه- و- ز- ح- ط – ي- ك- ل- م- و- ن- س- ع- ف- ص- ق- ر) أن مجاري بلقارص واللبيض والوطيات وبوصفيطة لازالت تشكل خطراً على منطقة سهل بنغازي خاصة المشروع الزراعي حيث ارتفعت نسبة العلاقة بين الفارق الرأسي والمسافة الأفقية فيها وانحصرت بين (36.6– 65.4 م/كم), ثم يأتي بعد ذلك رافد إكحيل والزاد الذي يوجد عليه خزان سطحي وأخيراً رافد البويرات, ومن ثم فإن هذه الروافد نظراً لوقوعها أمام السد تحتاج إلى وسائل لضبط الجريان السطحي الذي تشهده حتى لا تتضرر مزارع المشروع , أما روافد المدرج الأول الواقعة أمام السد فكانت النسبة مرتفعة في روافد المساس والهيرة و عازة وانخفضت في رافد الشحرير و بويريف الذي كان من ضمن المواقع المقترحة من قبل الشركة المنفذة لإنشاء السد إلى جانب رافد الدخان الواقع على المدرج الثاني والذي انخفضت فيه النسبة بين الفارق الراسي والمسافة الأفقية إلى (13.1 م/كم), أما بقية روافد المدرج الثاني فكانت النسبة متقاربة بين روافد بوعنقود والبياضة بوسماح والقصبة وانخفضت في رافد عليه, والجدير بالذكر أنه تم إنشاء سد ركامي على مجرى البياضة سنة 1982م تعرض للانهيار سنة 1994م مسبباً في خسائر في الأرواح والممتلكات لسكان منطقة البنَّيه ومنطقة الصليعاية وسلينه ويقع هذا السد في نقطة تلاقي ثلاثة روافد ذات انحدارات مرتفعة وهي بوعنقود والبياضة والقصبة .

1– محمد فتح الله محمد "جيومورفولوجية بعض الأودية الموسمية شرق وغرب نهر النيل بولاية الخرطوم" (رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب ,جامعة الخرطوم , الخرطوم ,السودان ,2007) ص27

2– رضا عناب ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص20

جدول (7)

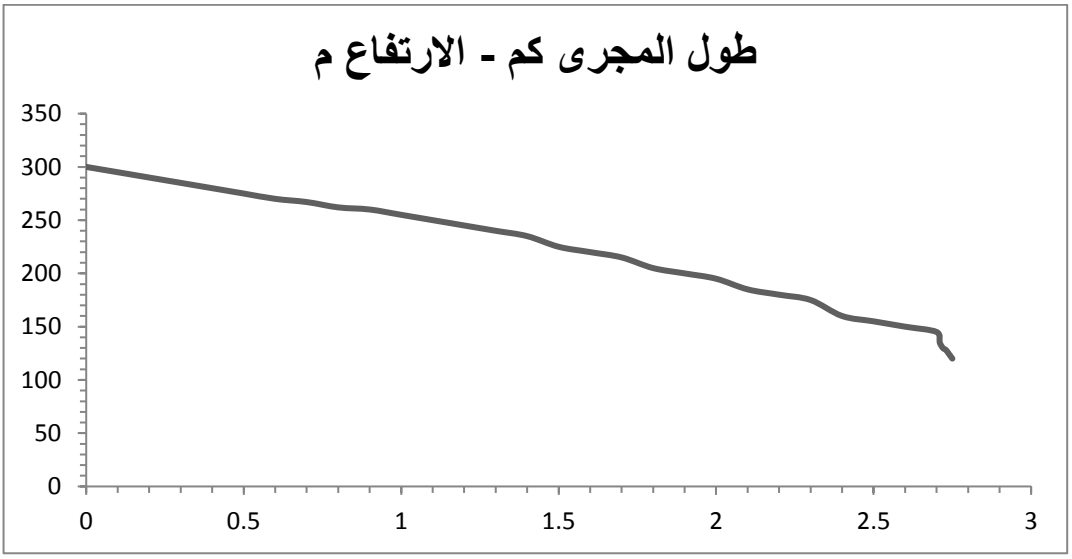
المقاطع الطولية وأبعادها

المجرى	ارتفاع المنبع م فوق مستوى سطح البحر	ارتفاع المصب م فوق مستوى سطح البحر	الفارق في الارتفاع م فوق مستوى سطح البحر	المسافة الأفقية (كم)	النسبة (م/كم)	ملاحظة
بلقارص	300	120	180	2.75	65.45	خلف السد
اللبيض	300	120	180	3.3	54.5	خلف السد
الوطيات	260	120	140	3.2	43.75	خلف السد
بوصفيطة أو الخرارشة	340	120	220	6.1	36.06	خلف السد
المساس	400	240	160	5	32	أمام السد
إكحيل	340	120	220	7.8	28.20	خلف السد
الهيرة	360	260	100	4	25	أمام السد
بوعنقود	695	480	215	8.9	24.15	أمام السد
البياضة	680	420	240	18.3	13.11	أمام السد
الزاد	340	120	220	9.7	22.68	خلف السد
بو سماح	600	380	220	9.7	22.68	أمام السد
عائلة سَنانَ او القصبة	660	460	200	8.9	22.47	أمام السد
عازة	380	240	140	7	20	أمام السد
البويرات	380	120	260	13.8	18.84	خلف السد
عليًه	540	360	180	13.1	13.74	أمام السد
الشحرير	380	260	120	9	13.33	أمام السد
الدخان	580	340	240	18.3	13.11	أمام السد
بويريف	340	260	80	7	11.42	أمام السد
زازا	220	120	100	9.8	10.20	موضع السد
الحوض	695	8	687	65.6	10.47	

المصدر : من حسابات الطالب اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية لوحة الحمدة وجردس الأحرار ودريانه مقياس 1:50000

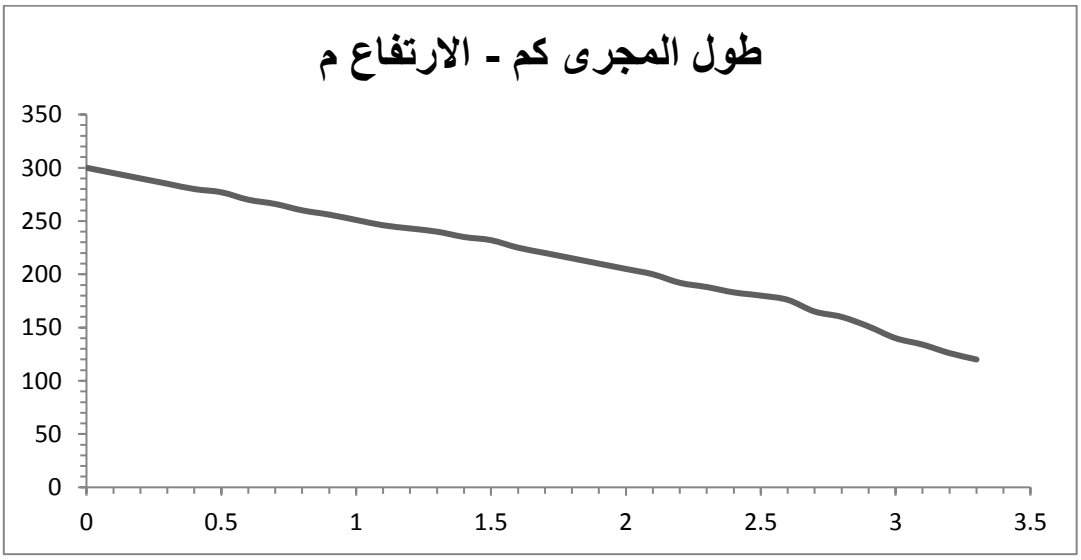
شكل (8 - أ)

مقطع طولي لرافد بلقارص



شكل (8 - ب)

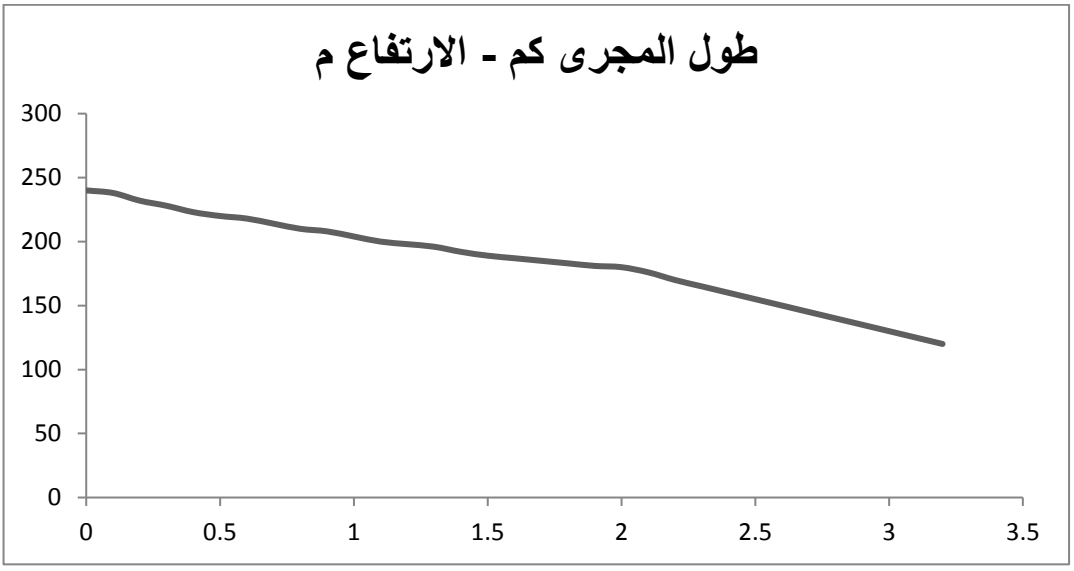
مقطع طولي لرافد اللبيض



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

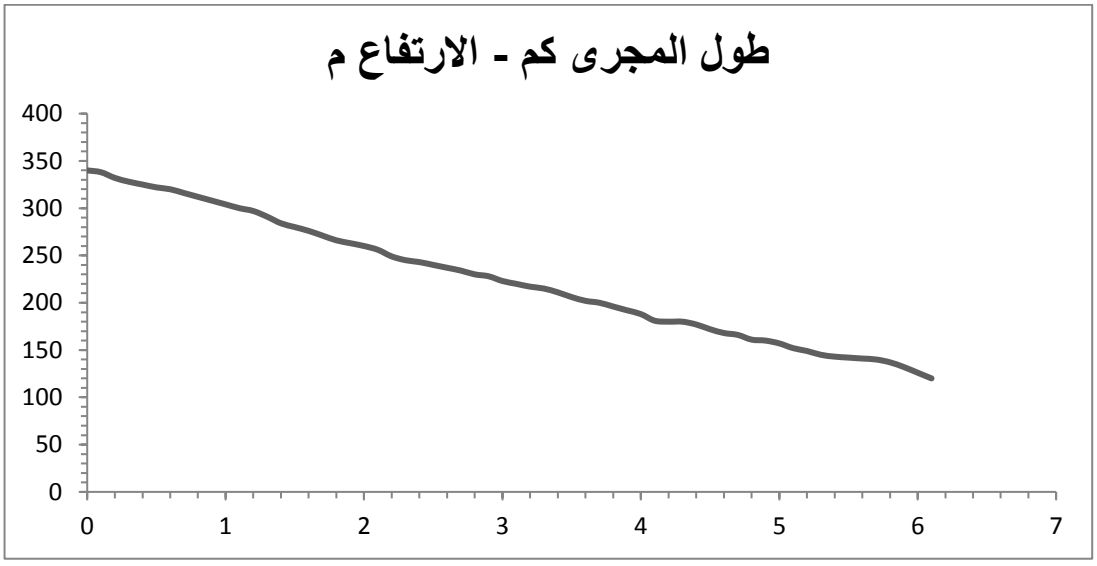
شكل (8- ج)

مقطع طولي لرافد الوطيات



شكل(8 - د)

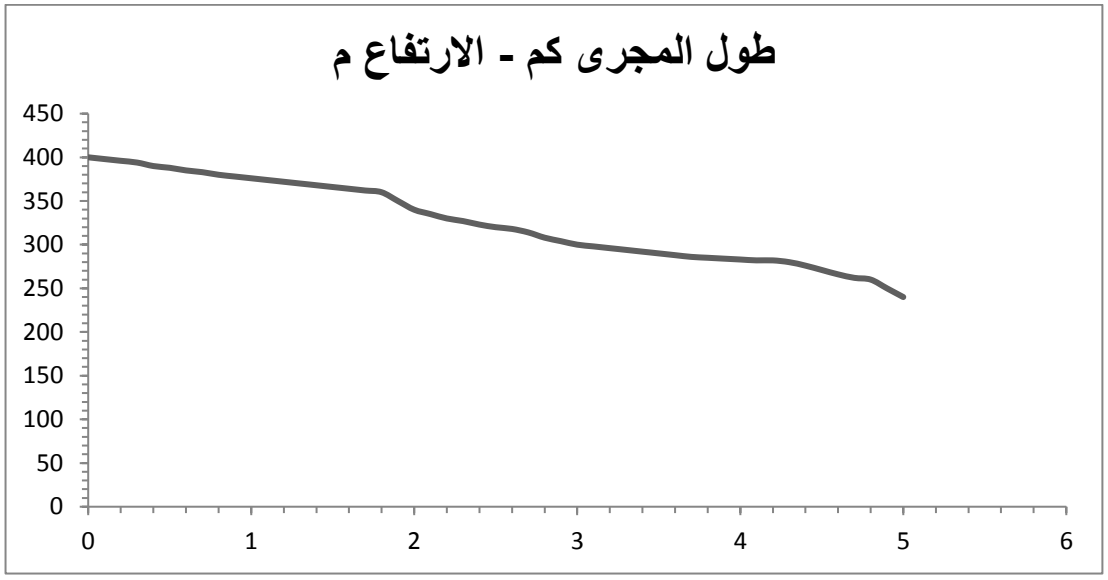
مقطع طولي لرافد بوصفيطة



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

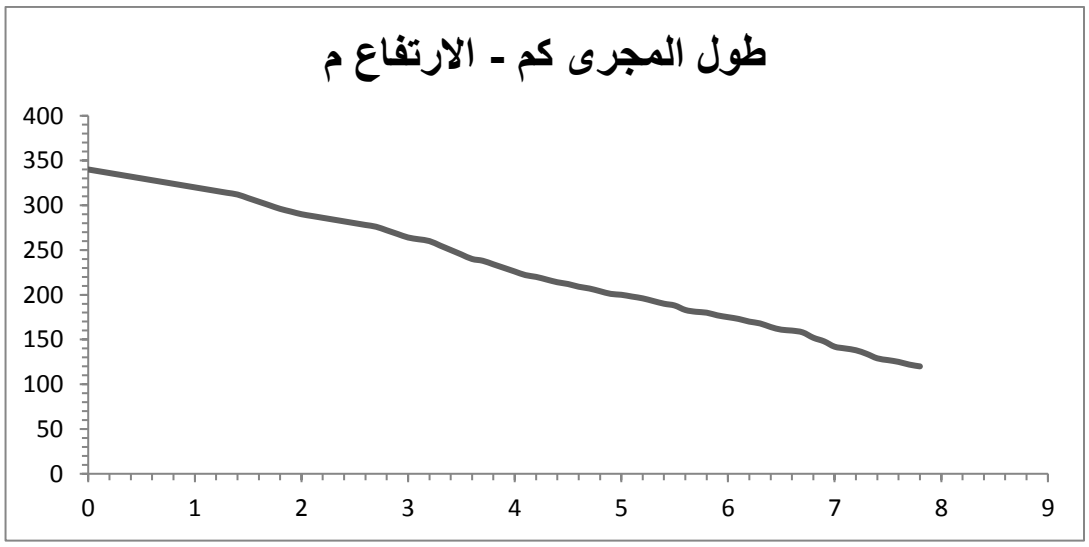
شكل (8–ه)

مقطع طولي لرافد المساس



شكل (8 - و)

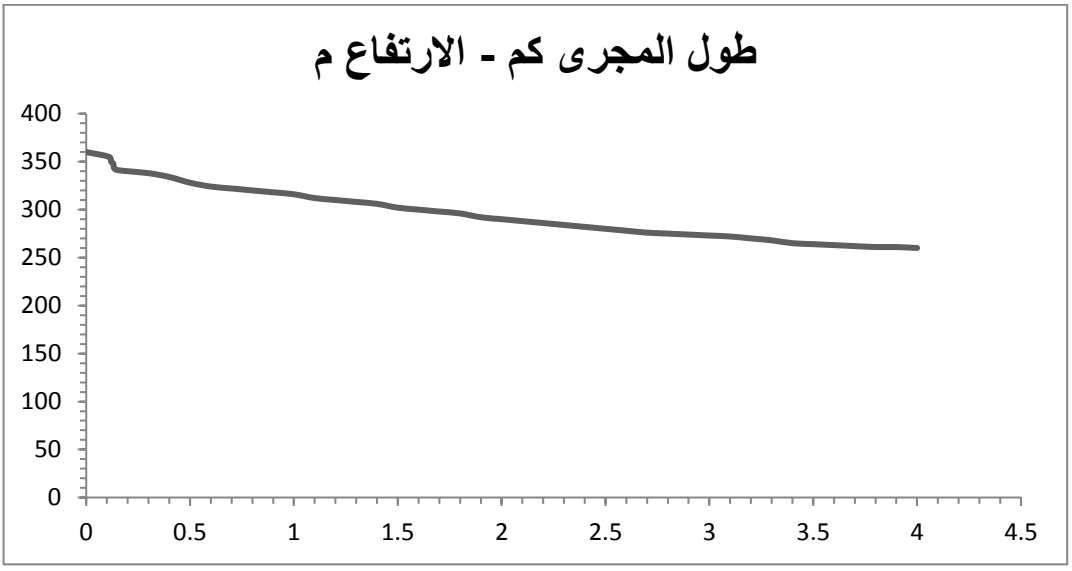
مقطع طولي لرافد إكحيل



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

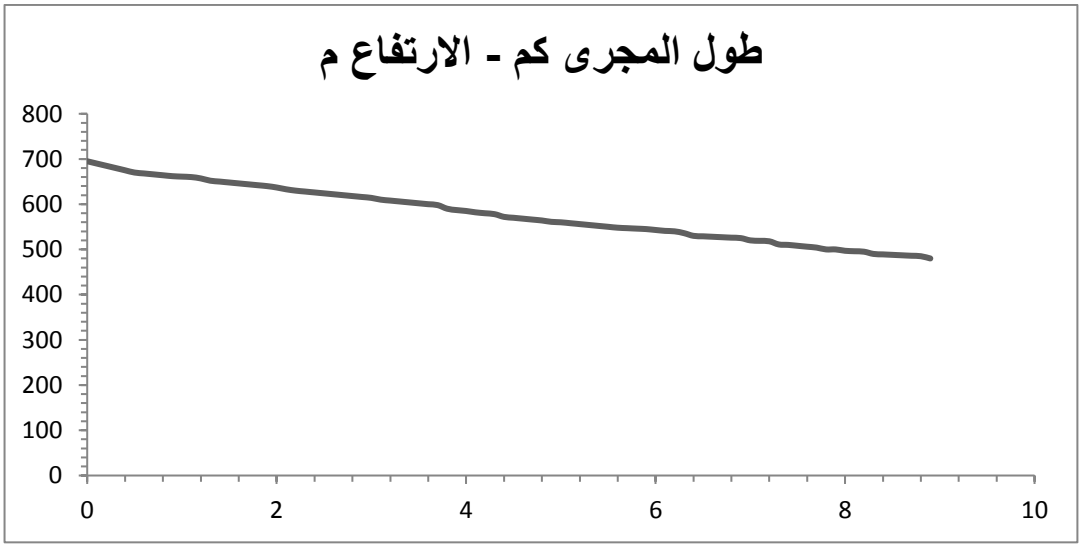
شكل (8- ز)

مقطع طولي لرافد الهيرة



شكل(8 - ح)

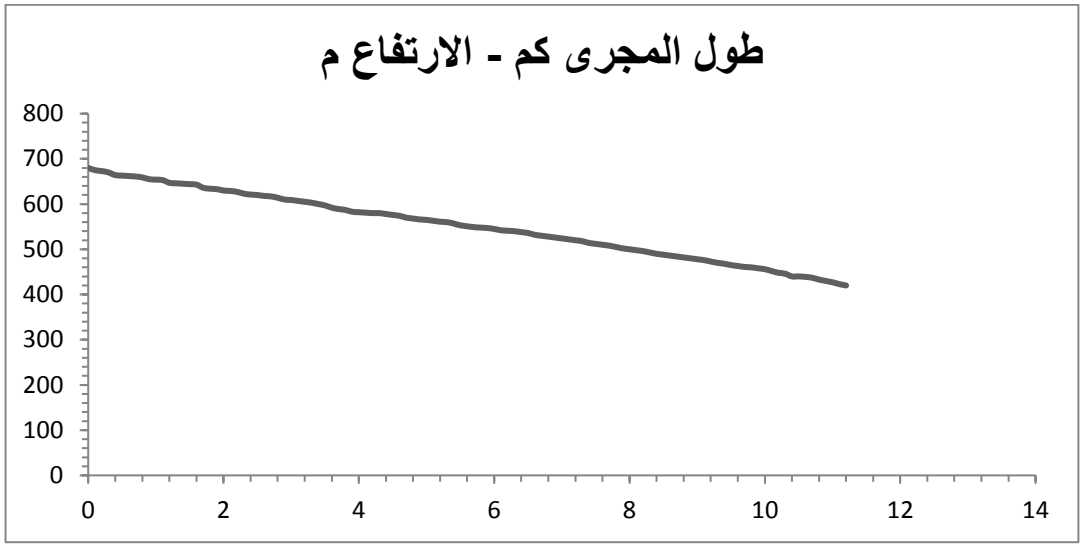
مقطع طولي لرافد بوعنقود



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

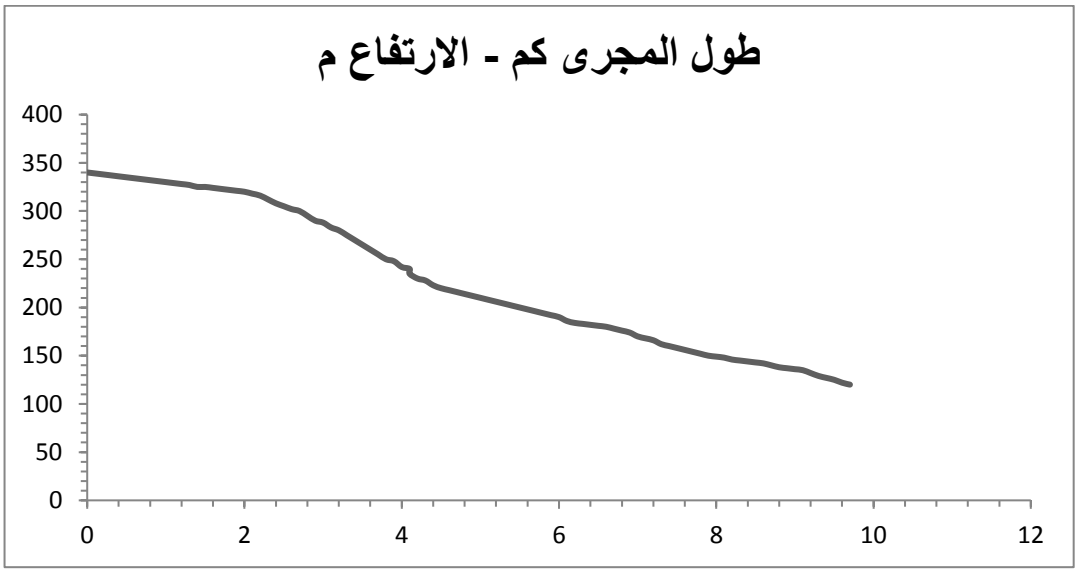
شكل(8 - ط)

مقطع طولي لرافد البياضة



شكل (8 - ك)

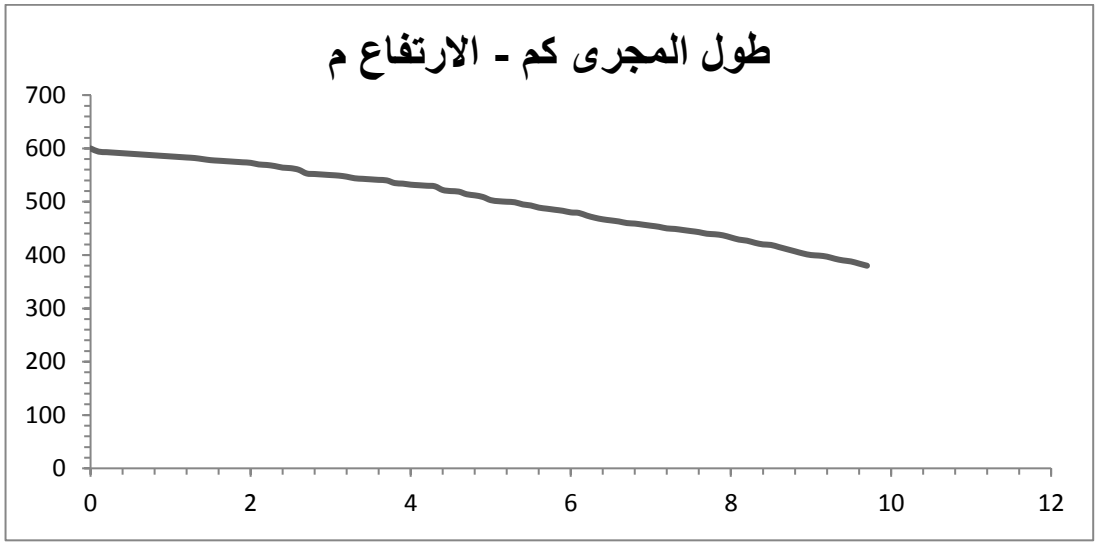
مقطع طولي لرافد الزاد



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

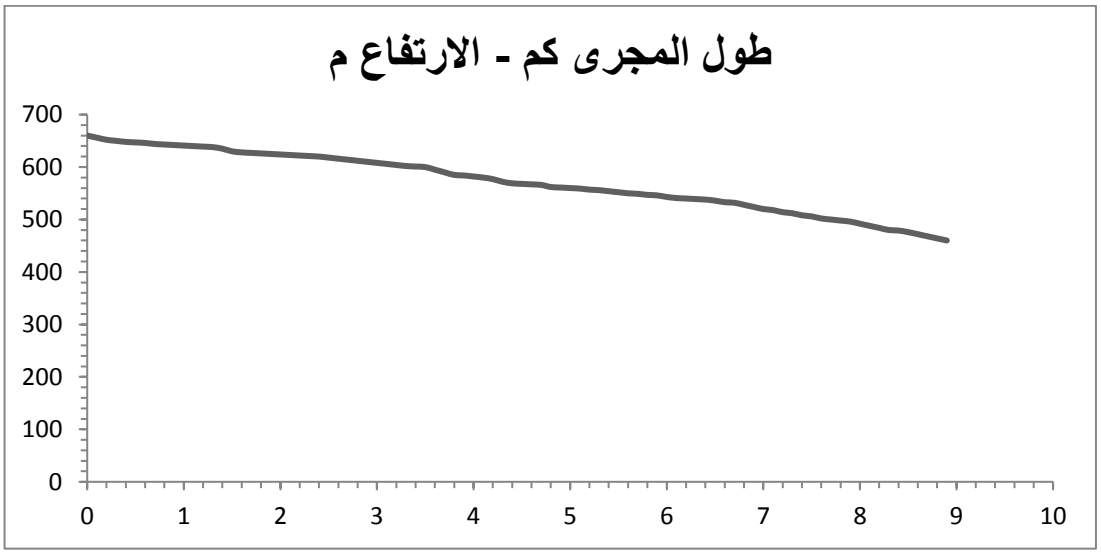
شكل (8 - ل)

مقطع طولي لرافد بوسماح



شكل(8 - م)

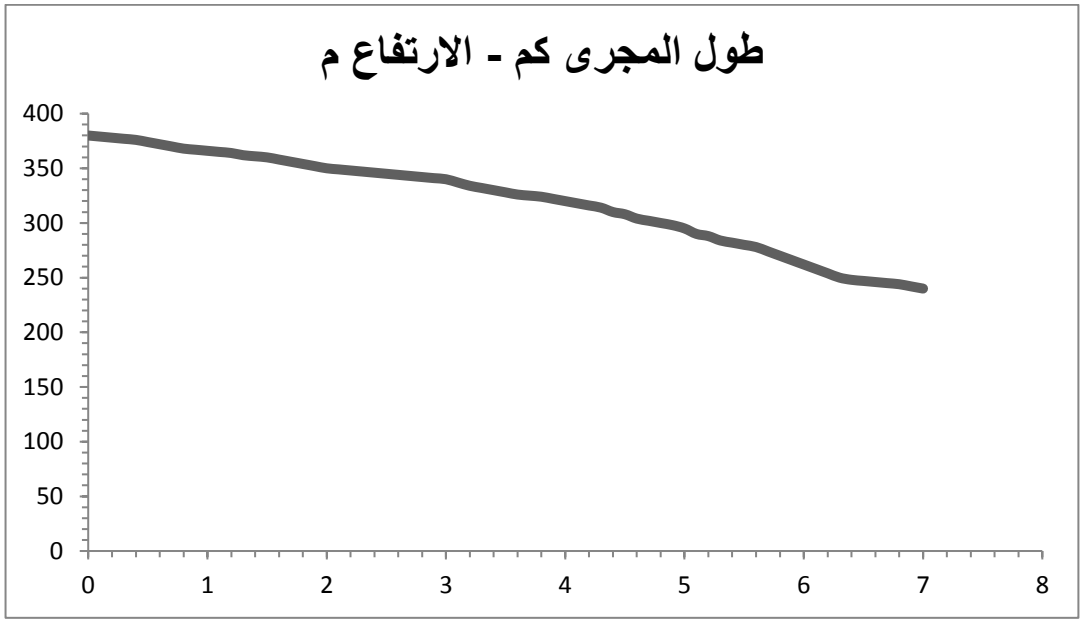
مقطع طولي لرافد القصبة



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

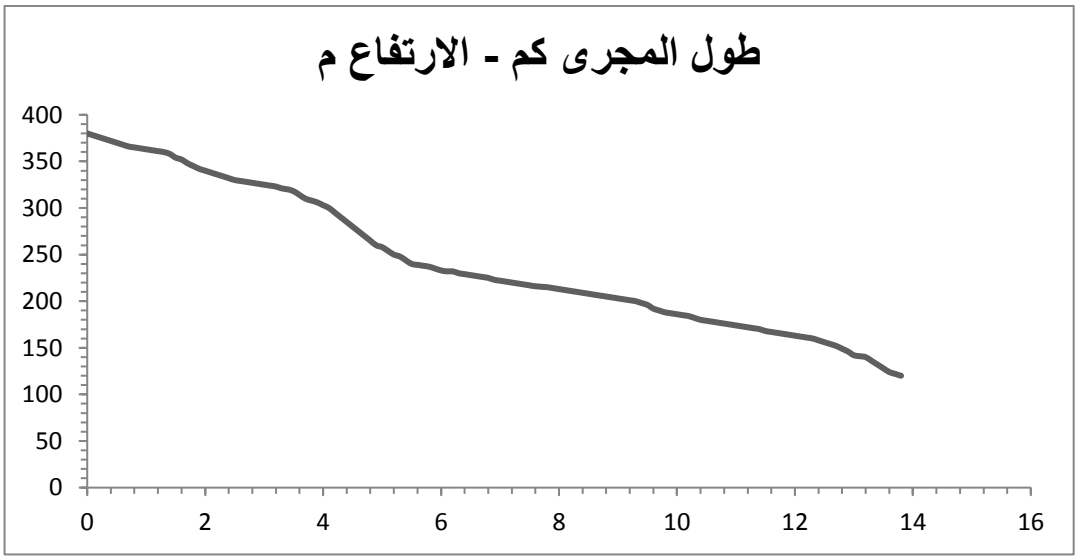
شكل (8- و)

مقطع طولي لرافد عازة



شكل (8- ن)

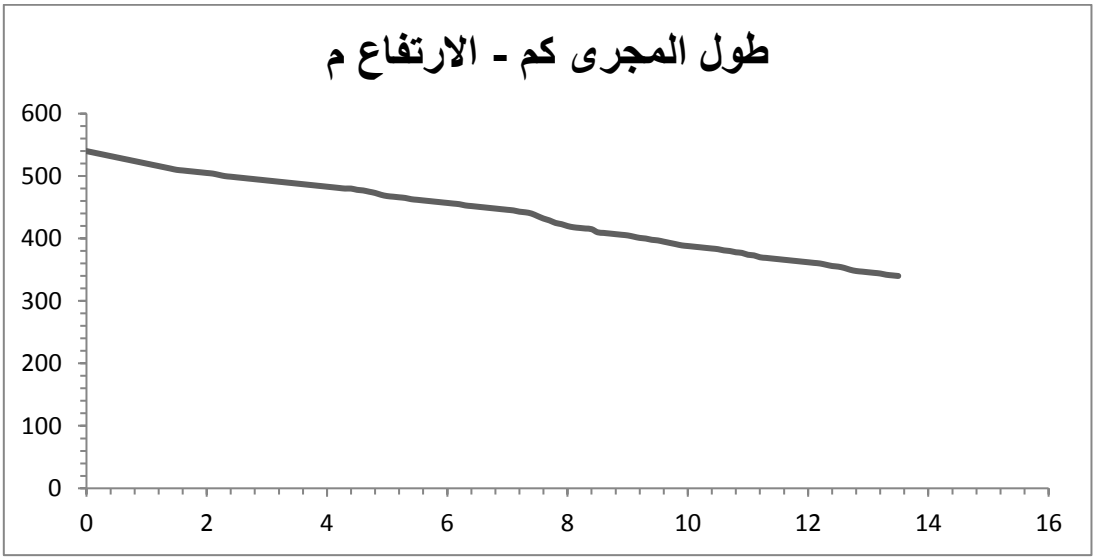
مقطع طولي لرافد البويرات



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

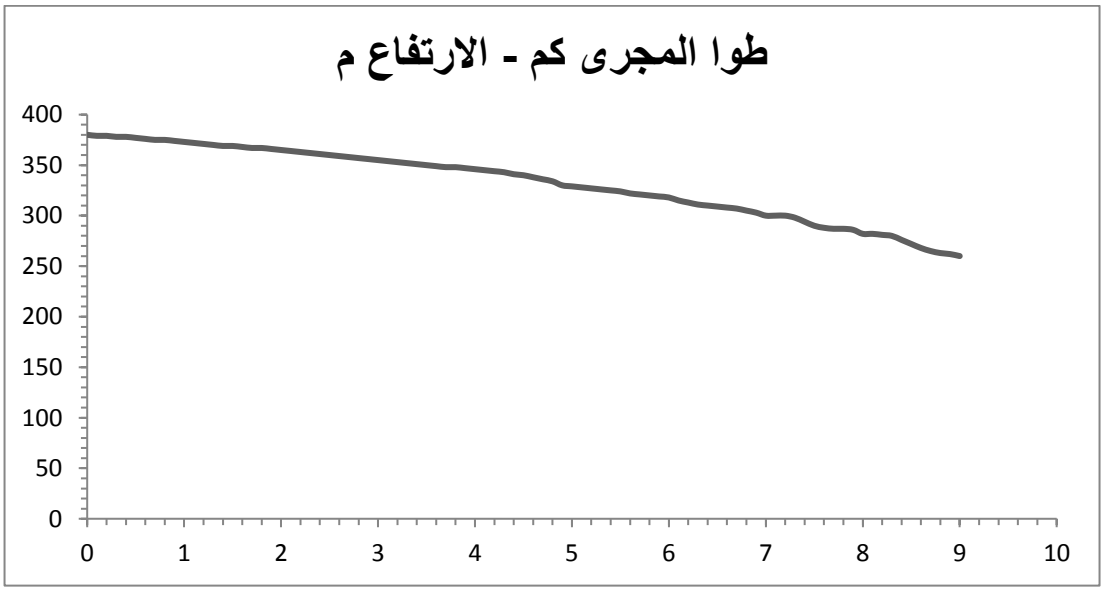
شكل(8 - س)

مقطع طولي لرافد عليه



شكل (8- ع)

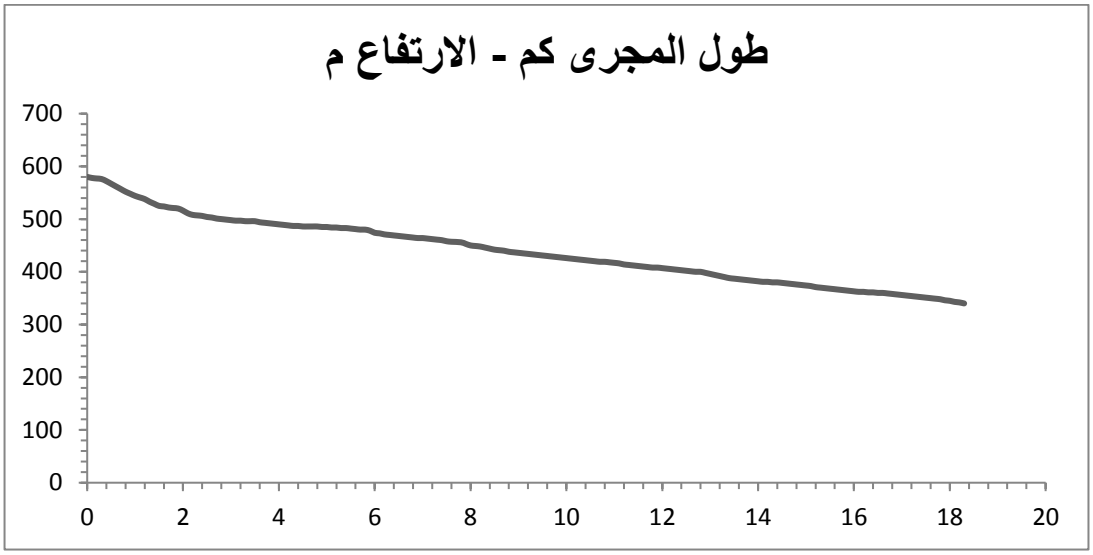
مقطع طولي لرافد الشحرير



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه
مقياس 1: 50000

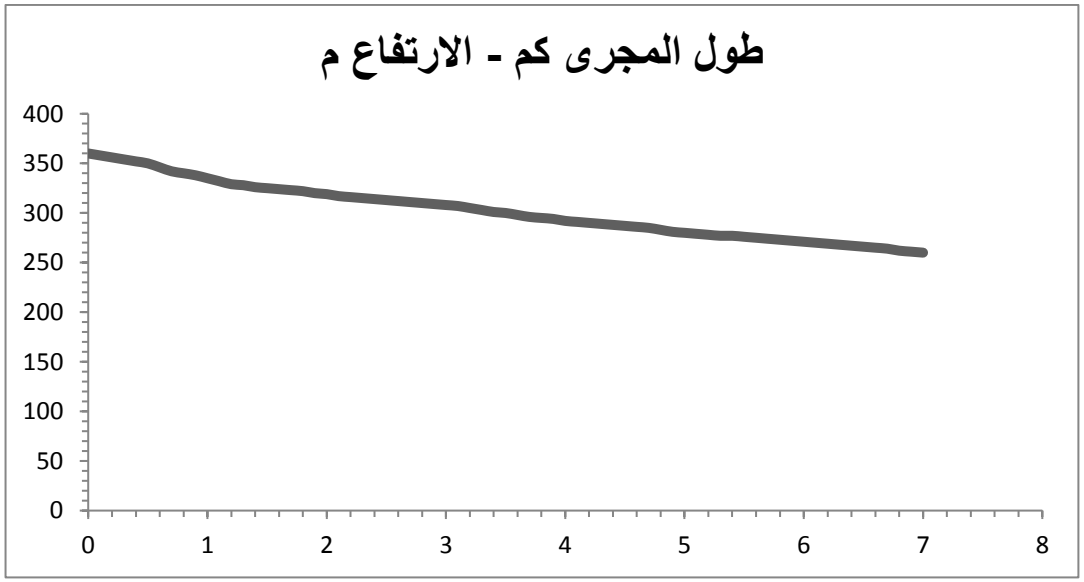
شكل(8 - ف)

مقطع طولي لرافد الدخان



شكل (8- ص)

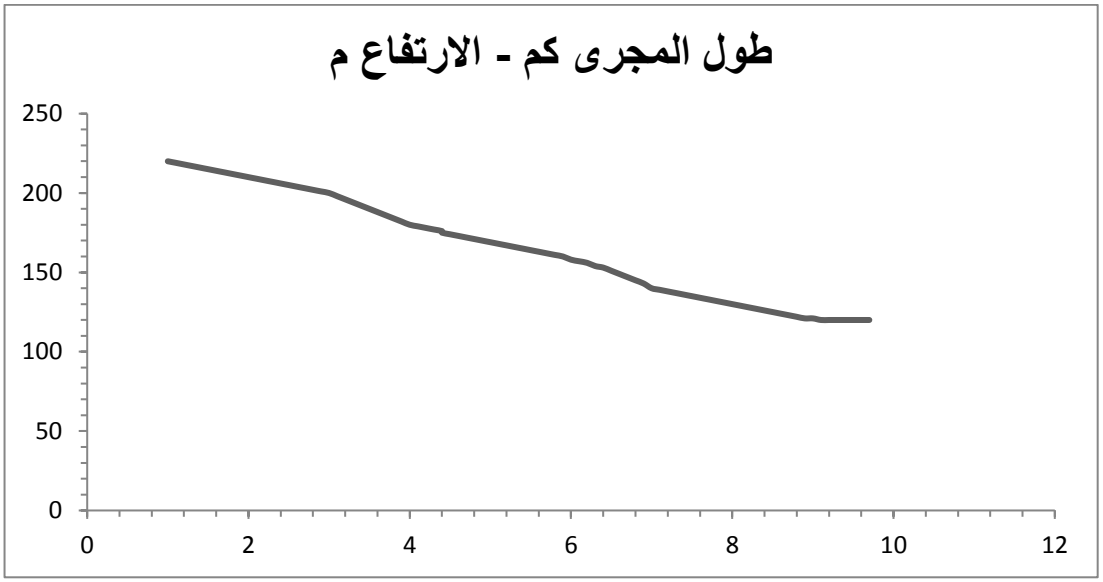
مقطع طولي لرافد بويريف



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

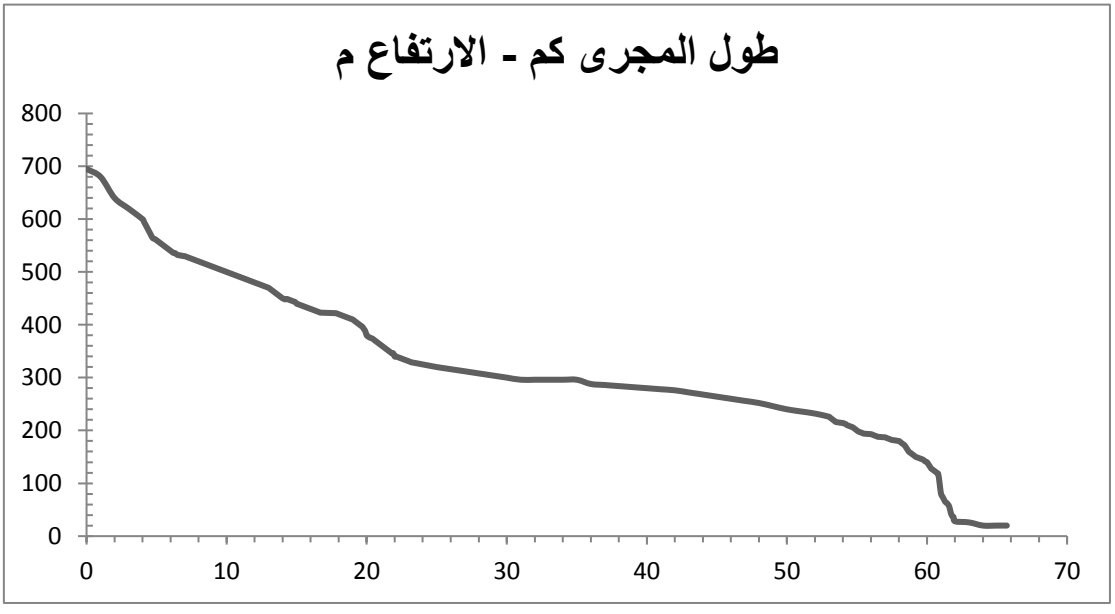
شكل (8- ق)

قطاع طولي لمجرى موقع السد



شكل (8- ر)

قطاع طولي لمجرى الوادي



المصدر :من إعداد الطالب بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية لوحة الحمدة و جردس الأحرار ودريانه مقياس 1: 50000

ثالثاً: **المنُاخ**

هو نتاج تفاعل مجموعة من العناصر (الأمطار والحرارة والرياح والضغط الجوي) ويختلف تأثيره في العمليات الجيومورفولوجية من مكان لأخر حسب الموقع الجغرافي وطبيعة التضاريس والغطاء النباتي ولقد كانت العلاقة المتبادلة بين المُناخ والعمليات الجيومورفولوجية إحدى الاهتمامات الجيومورفولوجية(1) أضف إلى ذلك أهمية دراسته عند تحديد حجم الموارد المائية والجريان السطحي الذي تشهده الأودية في أي منطقة من خلال دراسة عناصر الحرارة والأمطار وكميتها والرياح وسرعتها واتجاهها وساعات السطوع الشمسي ومنطقة الدراسة تقع في الجزء الشمالي الغربي على المدرج الأول للجبل الأخضر ولقد تم الاعتماد في هذه الدراسة على الإحصاءات والبيانات المتوفرة من محطات الرصد وروعي في ذلك قرب المسافة ووقوع المحطة في نطاق المنطقة ,فتم الاعتماد على محطة أرصاد المرج كمحطة رئيسية لعناصر الحرارة والرياح والأمطار ,بالإضافة إلى محطات المليطانية الحمدة وجردس العبيد كمحطات مطر فقط ,وفيما يلي دراسة لأهم عناصر المناخ في المنطقة .

أ- الأمطار

تمثل أحد مظاهر التساقط وتعد من أهم العناصر المُناخية ,وبعد تجمعها في سيول ومجاري مائية تشكل تدفق غزير يؤدي إلى عمليات النحت والنقل والإرساب, كما تسهم في عمليات التجوية من خلال ما تقوم به مياه الأمطار الحاملة لحامض الكبريتيك المخفف في الصخور الجيرية من عمليات إذابة و تميوء وتحليل مائي, وأمطار المنطقة هي من النوع الإعصاري الفجائي أو التضاريسي التي تتميز بسقوط كميات كبيرة من الأمطار في فترة زمنية قصيرة وهي تتكون نتيجة لمرور المنخفضات الجوية المتكونة فوق حوض المتوسط والتي تنشأ من تقابل كتلتين هوائيتين مختلفتين في الخصائص وتسقط بصورة متقطعة(2) وقد تم التركيز في دراسة هذا العنصر على :-

1- التوزيع الفصلي والشهري للأمطار في المنطقة

من خلال الملحق(6) والشكل (9) تبين أن أغلب أمطار المنطقة تسقط في نصف السنة الشتوي الذي يمتد من شهر أكتوبر حتى شهر مارس ولكنها متباينة من حيث الكمية والتوزيع ,فالقمة المطرية متذبذبة بين أشهر فصل الشتاء ديسمبر ويناير الذي يشكل ما نسبته (70.41%) من مجموع الأمطار الساقطة,ثم يليه فصل الخريف ولذي يشكل بداية موسم الأمطار في المنطقة ونهاية فصل الجفاف الذي امتد لقرابة ستة أشهر ويشكل فصل الخريف نسبة (23.78%) من مجموع الأمطار الساقطة,ومع فصل الربيع الذي يشكل ما نسبته (5.24%) تبدأ الأمطار

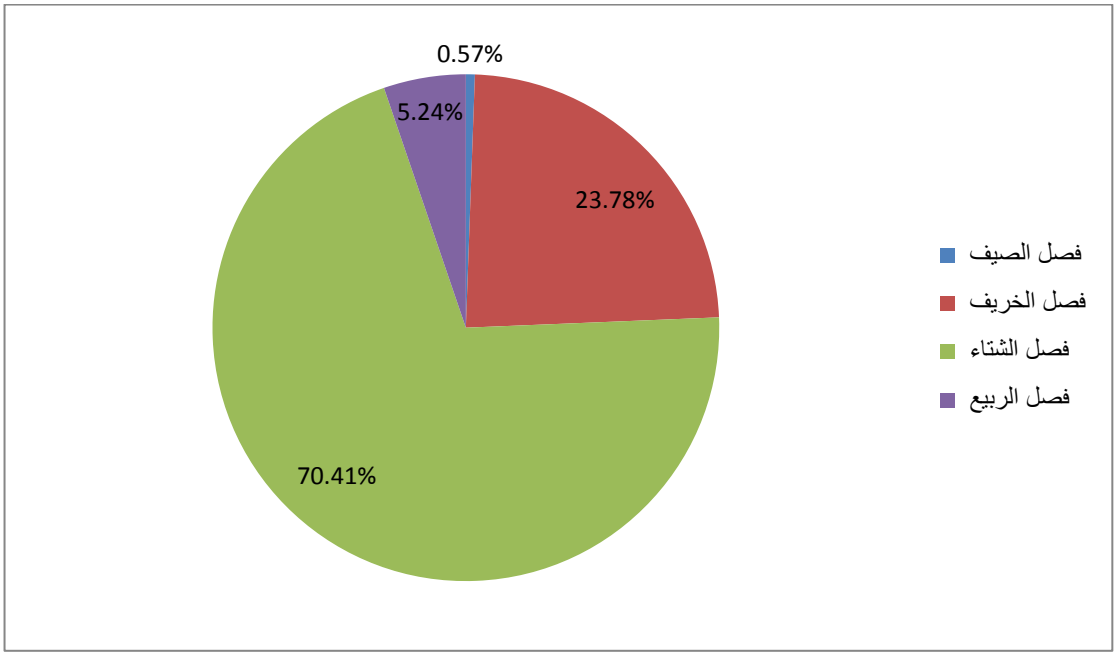
1-جودة حسنين جودة ,الجيومورفولوجية علم أشكال سطح الارض ,(دار المعرفة الجامعية , الإسكندرية ,الطبعة الثانية ,2003) ص 98

2-عبدالعزيز طريح شرف ,جغرافية ليبيا ,(منشأة المعارف الإسكندرية , الطبعة الثانية ,1971 ف)ص126

بالانخفاض التدريجي إلى أن نصل لشهور فصل الصيف يونيو يوليو أغسطس والذي يشكل ما نسبته (0.57%) من مجموع الأمطار الساقطة في المنطقة(1), إن تباين محطات المنطقة جغرافياً من حيث المعدلات الشهرية والسنوية لسقوط الأمطار هو نتيجة طبيعية لتأثير عامل الارتفاع فوق مستوى سطح البحر والمسافة منه ومواجهة الساحل وهو ما يتمشى مع خريطة توزيع خطوط المطر المتساوية (2), فمحطتي جردس العبيد والمرج الواقعتان في مناطق منابع الحوض تقع ضمن نطاق خط 300مم سنوياً فمعدلات التساقط السنوي بهما سجلت375.9مم سنوياً و 393.1 مم سنوياً على التوالي وهو ما ينعكس على الجريان السطحي وكميته في هذه المناطق , في حين انخفضت في محطتي المليطانية و الحمدة الواقعتان في منتصف الحوض فسجلت 261.8مم سنوياً و 225.4 مم سنوياً على التوالي كما يوضحه الجدول (8) والشكل (10)

شكل (9)

التوزيع الفصلي للأمطار في محطات المنطقة



المصدر : من أعداد الطالب بالاعتماد على بيانات الملحق (6)

1– ريما جمال فرج "التصحر في سهل المرج "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب , جامعة قاريونس , بنغازي ,2004)ص 46- 49

2- محمود سعد إبراهيم ,"اتجاهات التغير في كميات الأمطار وأثرها في التصحر في شرق الجبل الأخضر" قسم الجغرافيا, كلية الآداب والعلوم درنة ,جامعة عمر المختار,2010, ص10

جدول (8)

المتوسط الشهري والمعدل السنوي للأمطار لمحطات المنطقة

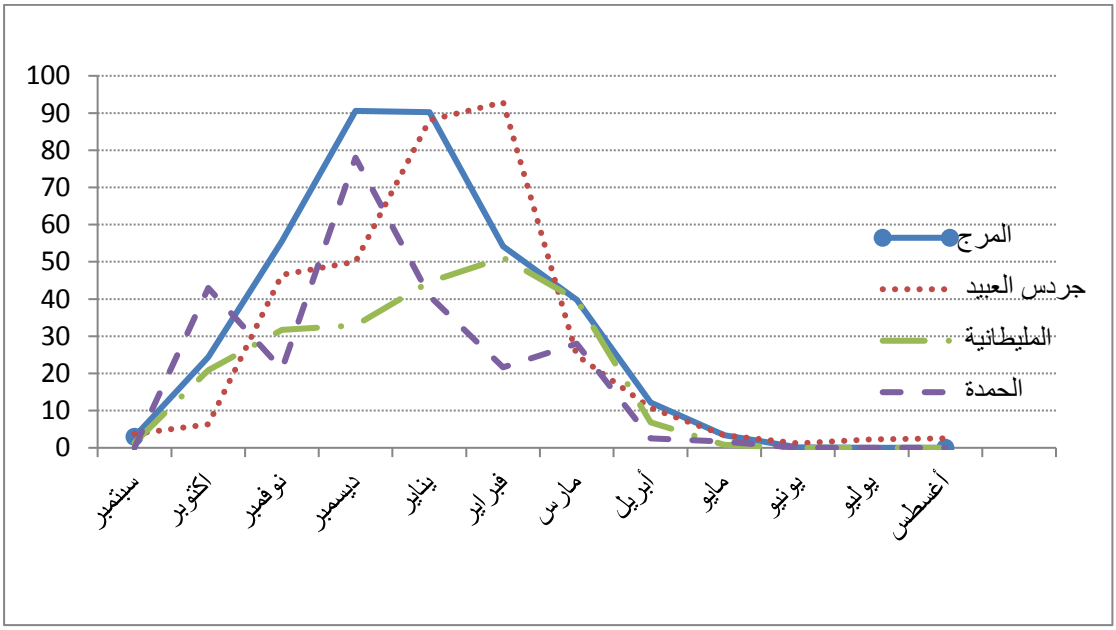
الشهور / المحطة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المعدل السنوي
المرج 1975-2005	2.92	24.43	55.51	90.57	90.2	54.7	39.8	12.2	3.4	0.1	0.0	0.0	393.1مم
جردس العبيد 1962-1982	3.7	6.3	46.5	50.0	88.1	92.9	24.9	10.7	3.4	1.2	2.3	2.5	375.9مم
المليطانية 1960-2000	1.3	20.9	31.7	32.9	44.6	51.1	39.8	6.8	0.8	0.0	0.0	0.0	261.8مم
الحمدة 1978-2000	0.0	43	21.1	78	40.8	21.6	28.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	225.4مم

المصدر:من إعداد الطالب بناءً على 1- بيانات مركز الأرصاد الجوية طرابلس الملحقان (6–7)

2- أحمد مبارك حامد, مرجع سابق ص

شكل (10)

المتوسط الشهري لسقوط الأمطار



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على بيانات الجدول (8)

2-عدد الأيام الممطرة وأكبر كمية هطول في المنطقة

وترجع أهمية معرفة عدد الأيام الممطرة وأكبر كمية أمطار سقطت خلال يوم واحد إلى ارتباطها بانتظام أو تشتت توزيع الأمطار خلال العام والتي تؤثر في الجريان السطحي والفيضانات الذي تشهده المنطقة .فزيادة عدد الأيام الممطرة أو نقصانها وكذلك اختلاف مستويات الأمطار فيها خلال شهر أو فصل معين يُشير إلى تركز الأمطار من عدمه,ويظهر من خلال الجدول (9) والشكل (11) أن متوسط عدد الأيام الممطرة في محطة المرج بلغ 57 يوماً ممطراً, ويتركز ما نسبته 63.2% من هذه الأيام الممطرة في فصل الشتاء و 21% في فصل الخريف و15.8% في فصل الربيع ,ولكنها متباينة من حيث الكثافة على مستوى الشهور وهي أحدى خصائص أمطار الجبل الأخضر(1), فيلاحظ أن شهر مارس والذي ينخفض فيه عدد الأيام الممطرة يفوق شهر ديسمبر والذي يمثل ذروة السنة المطرية في كمية المطر وكذلك الحال في شهر أكتوبر الذي يقارب شهر ديسمبر ويفوق شهر يناير على الرغم من انخفاض عدد الأيام الممطرة فيه, وهي فترات حدوث الفيضانات في المنطقة التي تتسم بسقوط كميات كبيرة في فترة زمنية قصيرة لها تأثير واضح على الطرقات الرئيسية والفرعية ونقاط مرور مجاري الأودية بها التي لا تستوعب هذه الكميات كما هو مبين في الصورتين(15-14) والتي يتم صيانتها وتوسعت مجاريها قبل مواسم الأمطار من مجهودات سكان المنطقة كما هو موضح في الصورة (16) , ولقد سجلت الفترة الممتدة من 1995-2005 أكبر كمية هطول في المنطقة بلغت 4003.1 مم وهي الفترة التي إنهار فيها سد وادي البياضة عام 1995 كما تبينه الصورة (17), ثم بعد ذلك تأتي الفترة الممتدة من 1975-1985 فوصلت إلى 3906.4 مم وسجلت انخفاض بعد ذلك إلى 3886.01مم في الفترة من 1985-1995 ,وتعتبر منطقة غوط سلينه شمال المليطانية أكثر المناطق تأثراً بالفيضانات نظراً لوقوعها في نطاق منخفض وتمثل نقطة التقاء رافد وادي الدخان بوادي بويريف ,ثم تأتي بعد ذلك منطقة الصليعاية المجاورة لها وكذلك المنطقة الساحلية لسهل بنغازي في درجة تأثرهما بالفيضانات, فروافد الوطيات والبويرات والزاد و إكحيل و بلقارص واللبيض و بوصفيطة تقع خلف السد كما سنلاحظه عند الحديث عن شبكة التصريف وهذه الروافد تشكل خطر بدرجات متفاوتة على مزارع مشروع سهل بنغازي الزراعي خصوصا الحقل (5 -4) كما أن الخزانات السطحية لا يوجد سوى خزان واحد عند مصب وادي الزاد(2).

1-عقوب عمر محمد,رسالة ماجستير غير منشورة ص 51

2- استقصاء اجري على سكان مزارع منطقة غوط سلينه و الصليعاية و سهل بنغازي من الفترة 27- 5 – إلي 2- 6- 2016

جدول(9)

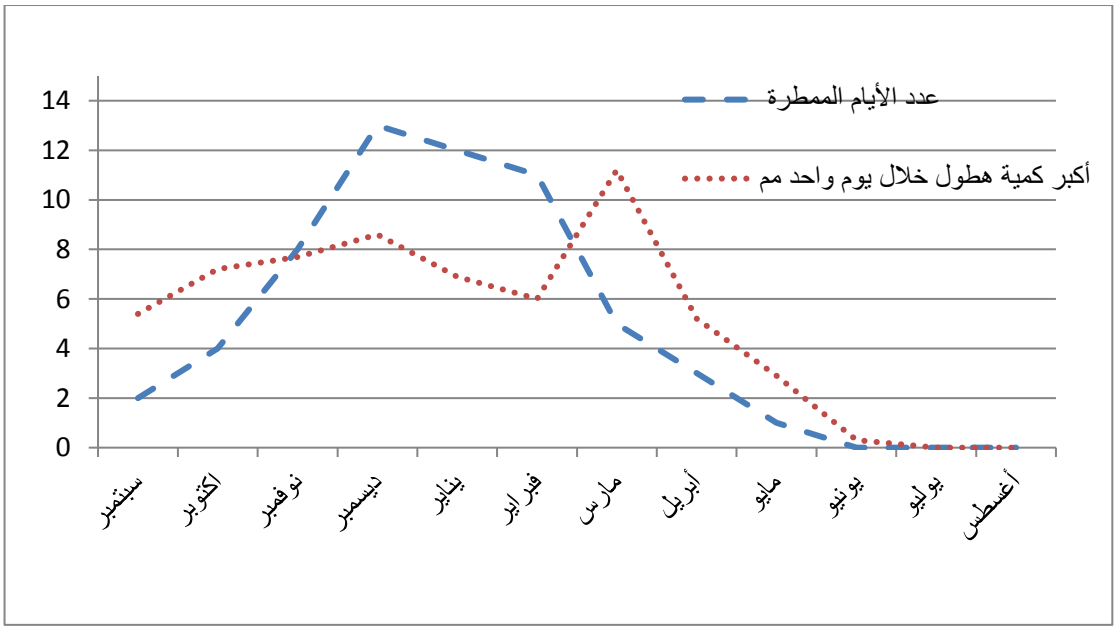
عدد الأيام الممطرة ومتوسط أكبر كمية هطول سقطت خلال يوم واحد في محطة أرصاد المرج خلال الفترة من 1989 – 2002 ف

الشهور	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المجموع والمتوسط
عدد الأيام الممطرة	3	4	8	13	12	11	5	3	1	0	0	0	المجموع 57 المتوسط 4.75
أكبر كمية مطر سقطت خلال يوم واحد مم	5.4	7.2	7.7	8.6	6.9	6	11.2	5.2	2.9	0.3	0	0	المجموع 61.4 المتوسط 5.11

المصدر: من إعداد الطالب بناءً على بيانات مركز الأرصاد الجوية طرابلس

شكل (11)

عدد الأيام الممطرة ومتوسط أكبر كمية هطلت في محطة المرج



المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على بيانات الجدول (9)

صورة (14)

انهيار جزء من الطريق الفرعي عند نقطة عبور الوادي في غوط سلينه

المصدر : الدراسة الميدانية 28-5-2016 الطريق الفرعي لمزارع منطقة غوط سلينه , المزرعة رقم 151

صورة (15)

انهيار جزء من الطريق الفرعي عند نقطة عبور الوادي في منطقة الصليعاية

المصدر: الدراسة الميدانية 28-5-2016 الطريق الفرعي لمزارع منطقة الصليعاية

صورة (16)

حفر وتوسعت مجرى القناة

المصدر: الدراسة الميدانية 28-5- 2016 منطقة غوط سلينه المزرعة رقم 165

صورة (17)

سد وادي البياضة المنهار

المصدر: الدراسة الميدانية 2016

3 اتجاهات التغير في كميات الأمطار

لكي تكون دراسة الأمطار شاملة يجب أن لا تقتصر على ذكر المتوسطات الشهرية والسنوية لكميات الأمطار بل لابد من التطرق إلى أكبر وأصغر كميات للهطول, فالمعدلات لا تبين التفاوت والتذبذب في كميات المطر وسنوات الرطوبة والجفاف والاتجاه العام لها ,ذلك من خلال استخدام طريقة المتوسط النصفي بالمقارنة بين فترتين زمنيتين مختلفتين وكذلك طريقة المتوسطات المتحركة الثلاثية التي تبين الانحرافات عن خط الاتجاه العام للأمطار وقد اعتمدت الدراسة على بيانات محطة المرج للفترة 1975- 2005 وهي فترة كافية حتى يظهر الاتجاه العام للأمطار :-

3-1-طريقة المتوسط النصفي

تم استخدام هذه الطريقة لمعرفة الاتجاه العام لكميات الأمطار و التي تعتمد على تقسيم بيانات الأمطار إلى قسمين متساويين , وإذا كان عدد السنوات فردي تهمل السنة الوسطى للحصول على فترتين متساويتين في العدد, وبتحديد المتوسطين على الرسم مقابل السنة الوسطى في كل مجموعة وتوصيل النقطتين بخط مستقيم يتم الحصول على خط الاتجاه العام للأمطار وبالتالي معرفة ما إذا كان يتجه نح والزيادة أو يميل نحو النقصان [1],وفي هذه الدراسة قسمت البيانات خلال 30 سنة إلى فترتين متساويتين,الأولى كانت ممتدة من (1975- 1989) والفترة الثانية ممتدة من (1990-2005) كما هو موضح في الجدول (10) والشكل (12) وتبين أن الاتجاه العام لكميات الأمطار السنوية في محطة المرج آخذ في اتجاه التناقص وهو خلاف ما كانت عليه نتيجة دراسة شركة سي لوتي الإيطالية في تصورها لخط اتجاه معدلات الأمطار في محطة المرج ولكن الجدير بالذكر أن فترة الدراسة كانت فترة قصيرة 20 سنة (1955-1975)

جدول (10)

الاتجاه العام لكميات الأمطار لمحطة المرج1975 - 2005

المحطة	عدد السنوات	مجموع الفترة الأولى (مم)	متوسط الفترة الأولى (مم)	مجموع الفترة الثانية (مم)	متوسط الفترة الثانية (مم)	الفرق بين مجموع الفترتين (مم)	الفرق بين المتوسطين (مم)	اتجاه التغير
المرج	30 سنة 1975-2005	6036.9	402.4	5858.7	390.5	177.7	11.9_	النقصان

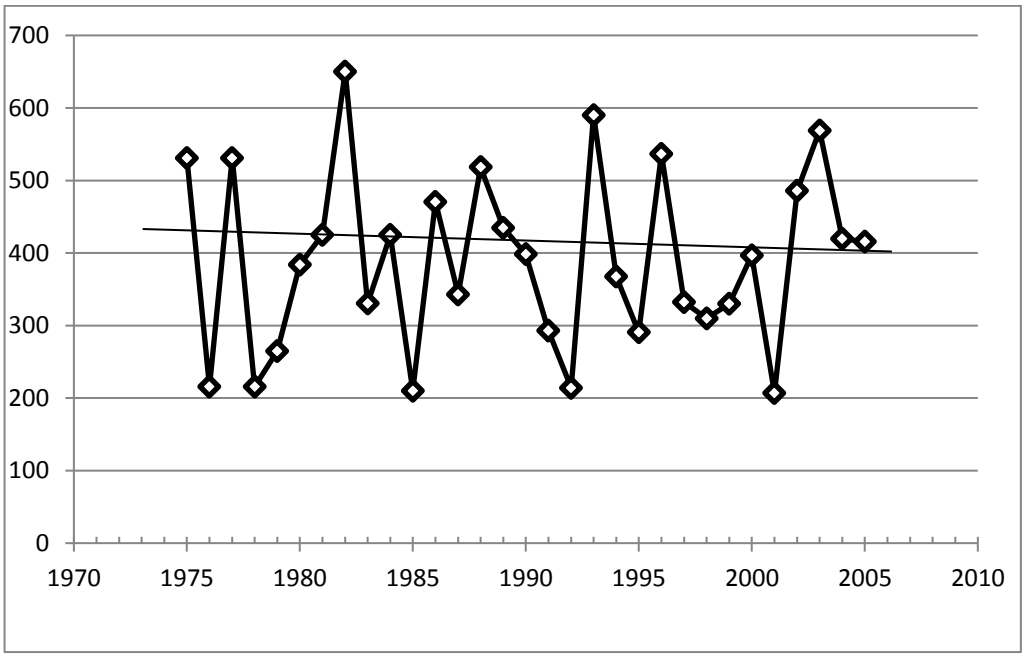
المصدر : من إعداد الطالب بناء على بيانات الملحق (7)

1-محمود سعد إبراهيم ,اتجاهات التغير في كميات الأمطار وأثرها في التصحر في شرق الجبل الأخضر , مرجع سابق , ص 6

فتمت المقارنة بين معدلات الأمطار في عام 1955 حيث معدل الأمطار سجل 280.2مم وارتفع في عام 1964- 1965 إلى 427.3 مم , ثم إلى 481.0 مم في موسم 1975 بزيادة 38%(1).

شكل (12)

الاتجاه العام لكميات الأمطار في محطة المرج1975- 2005



المصدر : من إعداد الطالب بناء على بيانات جدول (10)

2-3– المتوسطات المتحركة الثلاثية للأمطار

لقد استخدمت طريقة المتوسطات المتحركة الثلاثية لمعرفة ما إذا كان الانحراف أو التفاوت في الأمطار عن خط الاتجاه العام عشوائياً أو منتظماً ,وتحسب المتوسطات المتحركة الثلاثية بأخذ المجموع السنوي للأمطار لكل ثلاث سنوات وتجمع ثم تقسم على 3 والناتج يمثل المتوسطات الثلاثة(2) , وبدأت عملية الحساب من بداية بيانات فترة الدراسة حتى نهايتها (1975-2005) لمحطة المرج كما يبينه الجدول (11) والشكل (13) والذي اتضح من خلالهما أن المنطقة مرت بفترات غير منتظمة للأمطار ظهرت خلالها فترات جافة انخفض فيها معدل الأمطار عن .

1- Libyan Arab Republic , Council of Agricultural Development Executive Authority of Jebel El Akhdar , Final Design And Supervision of Implementation of wadi zaza Dam, Benghazi Plain project . Hydrological Report 1pp 5- Report 2, pp. 35-36

2– البشير الطاهر محمد , "الاتجاه العام لمعدلات الأمطار ودوره في حدوث ظاهرة التصحر بمنطقة سهل جفاره " المجلة الجامعة (جامعة الزاوية , العدد السابع , المجلد الثاني, 2015)

المتوسط العام , فوصلت إلى 18 فترة جافة كانت أطولها امتداداً الفترة المحصورة بين موسم 1995-1994 وموسم 2000 – 2001 , في حين كانت الفترة الممتدة من 1985- 1986 إلى 1988-1989 هي أطول الفترات رطوبة البالغ عددها 12 فترة والتي تظهر على شكل فترات متقطعة متقاربة من حيث الفترة الزمنية فهي تستغرق ما بين 3 إلى 4 سنوات, أما الفترات الجافة فقد أخذت في التصاعد من حيث فترة استغراقها فقد تصاعدت من 3 إلى 4 إلى 7 سنوات في الفترة الأخيرة , وهذا بدوره انعكس على الجريان السطحي في الحوض الذي اقتصر على مناطق المنابع , و لا يكاد يصل منه إلى بحيرة السد إلا القليل فهي لم تتعدى ال250م طولي .

جدول (11)

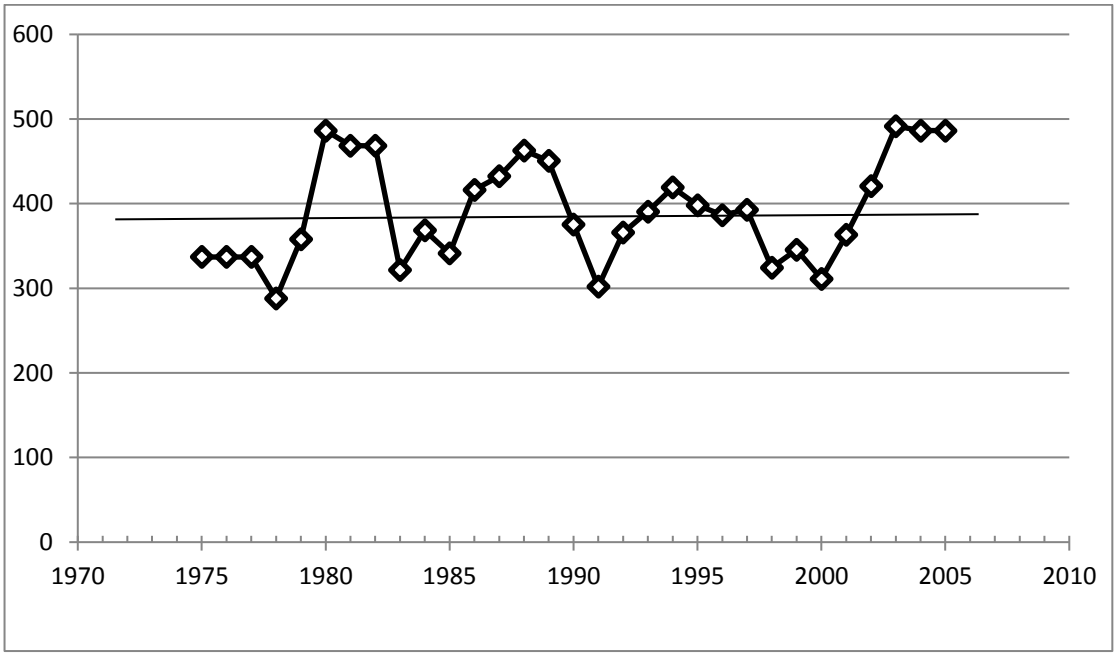
كمية الأمطار والمتوسطات السنوية المتحركة الثلاثية لمحطة المرج

السنة	كمية الأمطار السنوية مم	المتوسطات المتحركة الثلاثية	السنة	كمية الأمطار السنوية مم	المتوسطات المتحركة الثلاثية
1976 -1975	530.9		1991 -1990	293	301.9
1977 -1976	215.6	337.1	1992 -1991	214.2	365.8
1978 -1977	264.8	288.1	1993 -1992	590.2	390.6
1979 -1978	383.9	357.9	1994 -1993	367.5	416.1
1980 -1979	425.1	486.3	1995 -1994	290.7	398.1
1981 -1980	650.1	468.5	1996 -1995	536.3	386.4
1982 -1981	330.4	468.4	1997 -1996	332.2	392.8
1983 -1982	424.9	321.8	1998 -1997	310	324.04
1984 -1983	210.2	368.5	1999 -1998	329.9	345.6
1985 -1984	470.6	341.2	2000 -1999	396.9	311.2
1986 -1985	343	416.4	2001 -2000	207	363.2
1987 -1986	435.7	432.3	2002 -2001	485.9	420.6
1988 -1987	518.4	462.9	2003 -2002	569.1	491.6
1989 -1988	434.8	450.5	2004 -2003	419.8	486.2
1990 -1989	398.5	375.4	2005 -2004	415.7	

المصدر: من أعداد الطالب بناء على بيانات الملحق (6)

شكل (13)

كمية الأمطار والمتوسطات السنوية المتحركة الثلاثية لمحطة المرج



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على بيانات الجدول (11)

4 –**القيمة الفعلية للمطر** :

تتوقف القيمة الفعلية للمطر على مقدار ما يفقد منها أثناء السقوط عن طريق التبخر و النتح وما يتسرب خلال الشقوق , وهناك مجموعة من المعادلات والطرق لإيجاد القيمة الفعلية كمعامل لانج (1915) و ديمارتون (1928) و كوبن (1931) و ثورنتويت (1948) و بنمان (1948) وشرف (1951) [1] ولقد استخدم معامل ديمارتون ومعامل شرف الشهري لحساب القيمة الفعلية للأمطار في محطة المرج

معامل الجفاف لديمارتون

ق= م / ح +10

ق= القيمة الفعلية للأمطار

م= معدل المطر السنوي بالمليمتر

ح= درجة الحرارة المئوية [2] والجدولين التاليين (12)(13) يوضح نوع المُناخ حسب معادلة ديمارتون مع التطبيق على محطة المرج .

1-ريما جمال فرج ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجعسابقص48

2-خلف حسين الدليمي , التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية تطبيقية ,مرجع سابق ,ص 390-391

جدول(12)

نوع المناخ حسب معادلة ديمارتون

معدل الجفاف	نوع المناخ
اقل من 5	مناخ جاف
10-5	مناخ شبه جاف
20- 10	مناخ شبه رطب
30 – 20	مناخ رطب
30 فأكثر	مناخ رطب جدا

جدول (13)

تطبيق معامل الجفاف ونوع المناخ لديمارتون على محطة المرج

المحطة	الفترة	المعدل المطر السنوي	المعدل السنوي لدرجة الحرارة	معامل القيمة لديمارتون	نوع المناخ
المرج	2005-1975	393.1	19.2	20.4	رطبً

المصدر: بيانات غير منشورة مصلحة الأرصاد الجوية طرابلس

ومن خلال تطبيق معامل الجفاف لديمارتون تبين أن المنطقة ذات مُناخ رطب وهو ما يساعد على قلة معدلات التبخر للجريان السطحي في الحوض .

- معامل شرف الشهري

في هذه الحالة لابد أن تكون قيمة (م)هي كمية المطر لهذا الشهر و (ح) معدل الحرارة لهذا الشهر كما يجب علينا أن نضرب قيمة (ق) الناتجة في 12 حتى نتمكن من مقارنته بالحدود المنُاخية التي وضعها شرف وهي كالآتي كما في جدول (14) وجدول (15) الذي يبين معامل الجفاف الشهري لشرف في محطة المرج .

جدول (14)

القيمة الفعلية للتساقط ونوع المناخ والحياة النباتية حسب معامل الجفاف لشرف

القيمة الفعلية للتساقط	نوع المناخ	نوع الحياة النباتية
اقل من 5	جاف	صحراء
10 -5	شبه جاف	أعشاب فقيرة
20- 10	شبه رطب	استبس
30- 20	رطب	حشائش غنية وأشجار
30 – فأكثر	شديد الرطوبة	غابات

جدول(15)

مركبات معامل الجفاف الشهري لشرف في محطة المرج

الشهور	متوسط المطر الشهري	متوسط الحرارة الشهري	قيمة معامل شرف	نوع المناخ
سبتمبر	2.92	25.5	1.34	جاف
أكتوبر	24.43	21.2	13.8	شبه رطب
نوفمبر	55.51	17.1	38.95	شديد الرطوبة
ديسمبر	90.57	13.8	78.7	شديد الرطوبة
يناير	90.2	11.7	92.5	شديد الرطوبة
فبراير	54.7	11.4	57.5	شديد الرطوبة
مارس	39.8	13.6	35.1	شديد الرطوبة
أبريل	12.2	17.2	8.5	شبه جاف
مايو	3.4	21.4	1.9	جاف
يونيو	0.1	25	0.0	جاف
يوليو	0.0	25.6	0.0	جاف
أغسطس	0.0	26.3	0.0	جاف

المصدر : من إعداد الطالب بناء على بيانات محطة الأرصاد الجوية طرابلس

ومن خلال تطبيق معامل شرف الشهري على محطة المرج تبين أن القيمة الفعلية للأمطار ترتفع في أشهر نوفمبر ديسمبر فبراير مارس بينما تنخفض في أشهر أبريل مايو يونيو يوليو أغسطس سبتمبر وهي الفترة التي تنخفض وترتفع فيها درجات الحرارة (1).

ب:السطوع الشمسي

هو الطاقة الإشعاعية التي تطلقها الشمس في كل الاتجاهات والتي تستمد منها كل الكواكب التابعة لها حرارة أسطحها وأجوائها(2) ,وينتشر الإشعاع الشمسي في الفضاء بسرعة (300000كم/ثانية)وهو ما يسمى اصطلاحا بسرعة الضوء أو الموجات الشمسية , وتصل إلى الأرض في حدود 6-8 دقائق ويقاس بكمية الحرارة في الدقيقة على سطح أفقي موحد مع عدم الأخذ في الاعتبار الطاقة المفقودة وامتصاص الغلاف الجوي (3),وتتأثر الأشعة الشمسية الساقطة على سطح الارض بعدة عوامل منها موقع المنطقة بالنسبة لدوائر العرض , فمن الموقع تتحدد زاوية سقوط أشعة الشمس ومن ثم المسافة التي تقطعها هذه الأشعة وكذلك طول الليل والنهار وحالة الغيوم وصفاء الجو ومن العوامل المؤثرة أيضا التضاريس والإشعاع

1-محسن فتحا لله بن علي " خصائص الأمطار في منطقة الجبل الأخضر "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب ,جامعة قاريونس , بنغازي ,2007)ص 182

2-عبدالعزيز طريح شرف ,الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا (الإسكندرية .دار المعارف الجامعية ,2000) ص 43

3- عبد العزيز خالد الصغير" أسباب انتشار التعرية الأخدودية ونتائجها على طول مجرى وادي الخروبة في جنوب الجبل الأخضر "(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا,كلية الآداب ,جامعة بنغازي) , ص57

الأرضي(1),وقد تم التركيز هنا على ساعات السطوع الشمسي ولقد تبين من خلال الجدول (16) والشكل (14) اللذان يوضحان معدل ساعات السطوع الشمسي لمحطة المرج خلال سنة 2013 أن المتوسط السنوي للسطوع الشمسي وصل إلى 10.5 ساعة , وسجل أعلى معدل في أشهر يونيو ويوليو وأغسطس وأقل معدل في أشهر ديسمبر ويناير.

جدول (16)

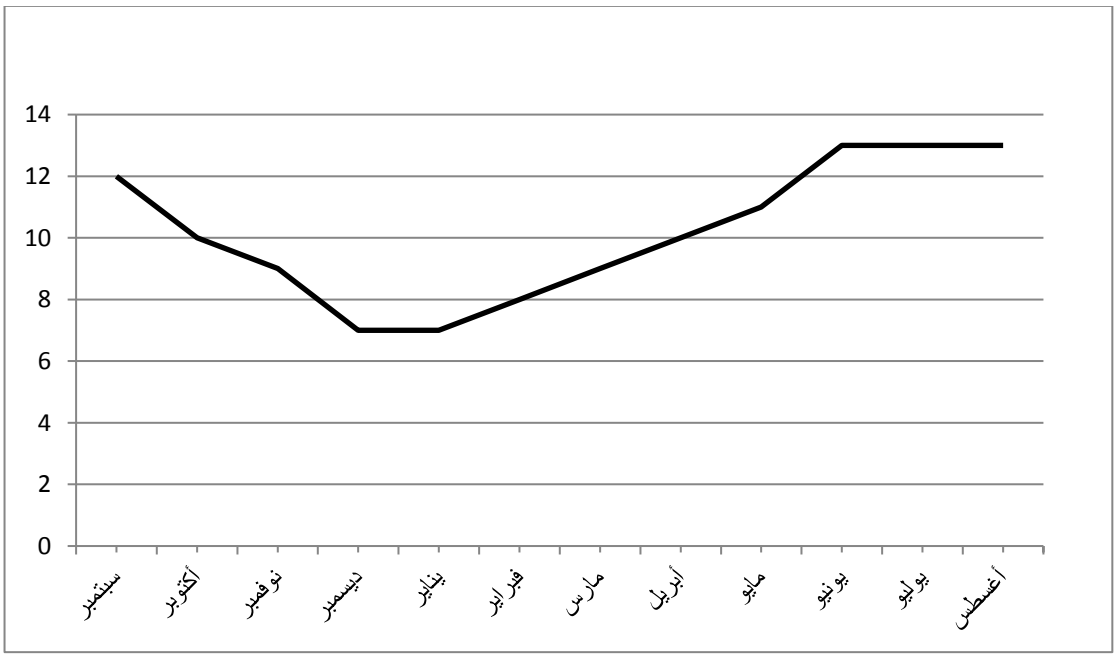
معدل ساعات السطوع الشمسي لمحطة المرج لسنة 2013

الشهور	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المتوسط السنوي
عدد ساعات السطوع الشمسي	12	10	9	7	7	8	9	10	11	13	13	13	10.5

المصدر : الموقعhttp://en.tutiempo.net/al-marj.html

شكل (14)

معدل ساعات السطوع الشمسي لمحطة المرج 2013



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على بيانات الجدول (16)

1 – خديجة بنت أحمد "أثر الخصائص المطرية في توزيع الغطاء النباتي للأراضي الجبلية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية " (رسالة دكتوراه غير منشورة غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية الآداب ,جامعة الملك سعود,الرياض ,2002) ص 11

ج :درجة الحرارة

تعتبر درجة الحرارة ظاهرة ترتبط بالعلاقة المتبادلة بين الإشعاع الشمسي والأرض وتختلف باختلاف الموقع الجغرافي واختلاف الخصائص الطبيعية للمواد ,فارتفاع درجات الحرارة يحدد فترات الرطوبة والجفاف ومن ثم تؤدي إلى زيادة نسبة التبخر من المياه المتجمعة خلف السدود, كذلك تبخر جزء منها عند سقوطها وعند جريانها في الأودية فتزداد نسبة المفقود من مياه الأمطار بسبب الحرارة [1] كما أن الفروق في درجات الحرارة أو ما يعرف بالمدى الحراري يُعد عاملاً مهم في تشكيل ظاهرات سطح الأرض من خلال التغير في نوع العمليات الجيومورفولوجية من حيث التمدد والانكماش,فكلما زاد المدى الحراري زاد تأثير التجوية الميكانيكية خاصةً عمليات التقشر الصخري, ما أن فعل الصقيع في الشقوق والفواصل الصخرية يؤدي إلى توليد ضغوط على جوانب الكتل الصخرية فتؤدي إلى تفكيكها وتكسيرها لأن الماء عندما يتجمد يزداد حجمه بنسبة 10%[2] ,ومن خلال الجدول (17) والذي يوضح المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة والمدى الحراري لمحطة المرج خلال الفترة 1989 – 2009 والشكل (15) نلاحظ أن اقل الشهور حرارة متمثلة في شهر ديسمبر ويناير وفبراير وهي تمثل فصل الشتاء وعرضه لموجات البرد الشديد فمتوسط درجة الحرارة يصل إلى 11.3م والمدى الحراري إلى 9.8م ,وبعد ذلك تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع ابتداءً من شهر مارس مروراً بأبريل ومايو وهي فترة فصل الربيع ويزداد معها المدى الحراري , هذا راجع لكثرة مرور الانخفاضات الجوية المسببة لرياح القبلي المحملة بالأتربة فمتوسط درجة الحرارة خلال شهر أبريل يصل 16.9 م وشهر مايو 20.5م والمدى الحراري يصل إلى 14.6 و 16.1على التوالي , ويبلغ متوسط درجة الحرارة ذروته في فصل الصيف ابتداء من شهر يونيو 24.4م ويوليو 25.3م وأغسطس 26 م وتستمر حتى شهر سبتمبر 25م وبالتالي فإن الفترات التي ترتفع فيها درجات الحرارة يمكن حصرها في سبعة أشهر ممتدة من مارس إلى سبتمبر وهي فترة طويلة أما فترات البرودة فتمتد لخمسة أشهر ممتدة من أكتوبر إلى يناير

1-خلف حسين الدليمي , التضاريس الأرضية , مرجع سابق ,ص 391

2 - نزيه على محمد "جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الدراسات العليا ,جامعة النجاح الوطنية , نابلس , فلسطين , 2007,)ص 29

جدول (17)

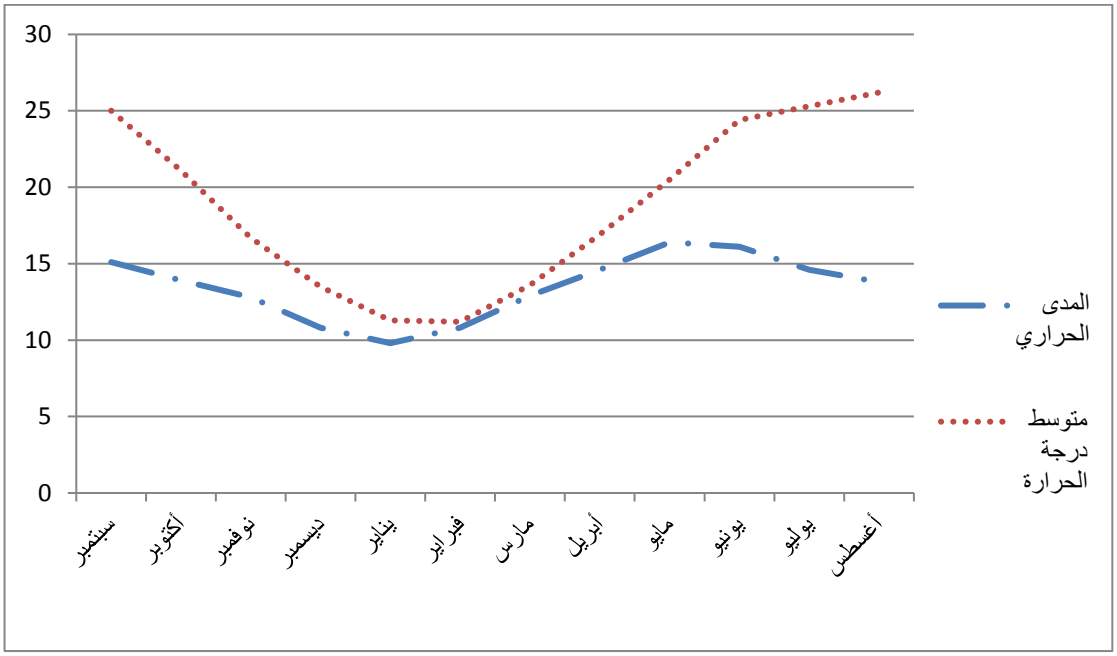
متوسطات درجة الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري
لمحطة المرج (1989-2009)

الشهور / المتوسطات الشهرية	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المعدل السنوي
متوسط درجة الحرارة العظمى	30.6	26.3	22.1	17.9	14.8	15.4	18.3	22.5	27.5	30.7	30.8	30.6	24
متوسط درجة الحرارة الصغرى	15.5	12.4	9.3	7.1	5	4.6	5.4	7.9	11.1	14.6	16.2	16.8	10.5
المدى الحراري	15.1	13.9	12.8	10.8	9.8	10.8	12.9	14.6	16.4	16.1	14.6	14.6	13.5
متوسط درجة الحرارة	25.5	21.2	17	13.8	11.7	11.6	13.9	17.4	21.6	25.1	25.7	26.3	19.2

المصدر : عقوب عمر الساحلي ,"الآثار البيئية للتنمية الزراعية في منطقة سهل المرج " مرجع سابق37

شكل (15)

متوسطات درجة الحرارة والمدى الحراري لمحطة المرج



المصدر: من إعداد الطالب بناء على بيانات الجدول (17)

د : الرياح

تعد الرياح عاملاً مُناخياً مؤثراً في الرطوبة ومعدلات التبخر من حيث الزيادة والنقصان سواء للأمطار الساقطة أو المياه المحجوزة في بحيرة السد,فإذا كانت الرياح قادمة من جهة البحر فإنها تكون محملة بالرطوبة مما يقلل من نسبة التبخر عكس الرياح القادمة من الجنوب والتي تكون جافة وتتسبب في ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع معدلات التبخر,وفيما يلي توضيح ودراسة لعامل الرياح من حيث الاتجاه والسرعة

1-اتجاهات الرياح

المقصود باتجاه الرياح هي الجهة التي تهب منها الرياح وليس الجهة التي تهب إليها الرياح , وتختلف اتجاهات الرياح حسب شهور وفصول السنة,ومن خلال الجدول رقم (18) والشكل رقم(16) والذي يوضح اتجاهات الرياح في محطة المرج ,لوحظ أن الاتجاهات الغالبة للرياح هي الرياح الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية والتي تكون واضحة خلال الفترة من يوليو حتى فبراير وهي تتسبب في تعديل لدرجات الحرارة وكذلك في سقوط الأمطار وهي تمثل ما نسبته 56.4% من مجموع نسب هبوب الرياح على المنطقة , تليها الرياح الغربية بنسبة 9.1% في حين تصل نسبة الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية مجتمعة إلى

16.7% وتكون فترة هبوبها بداية من نهاية مارس مروراً بأبريل ومايو, أما الرياح الشرقية فهي تمثل نسبة ضئيلة تصل إلى 3.2% كما لوحظ ارتفاع نسبة السكون والتي إلى 14.6% من نسبة هبوب الرياح (1)

جدول (18)

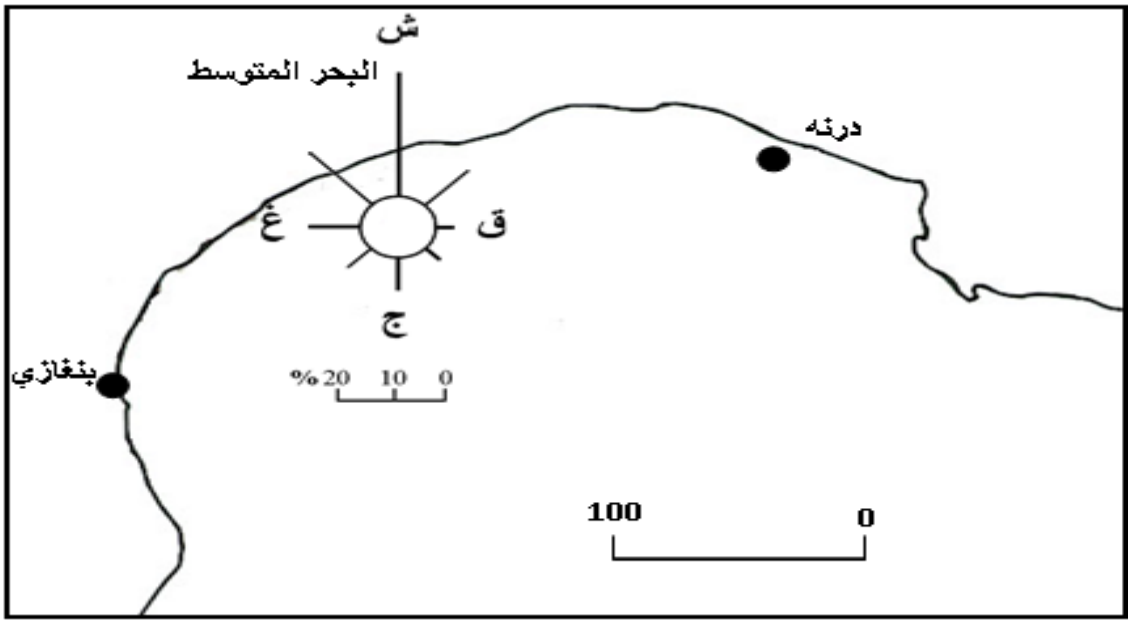
النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة في محطة المرج للفترة 1989- 1996

الاتجاه	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون	المجموع
تكرار هبوب الرياح	598	251	68	70	159	120	192	339	307	2104
النسبة المئوية	28.4	11.9	3.2	3.4	7.6	5.7	9.1	16.1	14.6	100

المصدر : عقوب عمر الساحلي ,"الآثار البيئية للتنمية الزراعية في منطقة سهل المرج " مرجع سابق42

شكل (16)

وردة الرياح لمحطة المرج خلال الفترة 1989- 1996



المصدر:عقوب عمر الساحلي ,"الآثار البيئية للتنمية الزراعية في منطقة سهل المرج " مرجع سابق43

1-عقوب عمر الساحلي ,"الآثار البيئية للتنمية الزراعية في منطقة سهل المرج " مرجع سابق ,ص42

2 -سرعة الرياح

من خلال الجدول رقم (19) والشكل رقم(17) يلاحظ أن هناك اختلاف في سرعات الرياح التي تهب على المنطقة نظراً لتأثرها بتوزيع الضغط الجوي الذي تخضع له المنطقة وتغيراته في فصلي الشتاء والصيف,كما أن المتوسط السنوي لسرعة الرياح وصل إلى 10.8كم/الساعة وتزداد سرعة الرياح في فصل الشتاء حيث سجل شهر فبراير أعلى معدل وصل إلى 11.8 كم /الساعة ,ثم شهر يناير بمعدل وصل إلى 11 كم/الساعة ثم شهر أبريل وشهر ديسمبر وشهر نوفمبر بمعدل وصل إلى 11.1 و 10.9 و 10.1 كم /الساعة على التوالي, وتقل سرعة الرياح في باقي الشهور ولكن ليس بفارق كبير حيث سجل أقل معدل في شهر سبتمبر حيث وصل8.7كم/الساعة ,وبالتالي يمكن القول أن سرعة الرياح تبلغ ذروتها في فصل الشتاء متمثلة كما ذكر مسبقاً في شهر نوفمبر وديسمبر ويناير وفبراير وهي فترة تنخفض فيها درجة الحرارة فتأثيرها على الأمطار ومعدلات التبخر يكون قليل فتزداد فيها القيمة الفعلية للأمطار وهو ما تبين من خلال حساب هذه القيمة في عنصر المطر , وتسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية عكس شهر أبريل والذي تكون فيه الرياح جنوبية جافة مصحوبة بارتفاع درجات الحرارة

جدول (19)

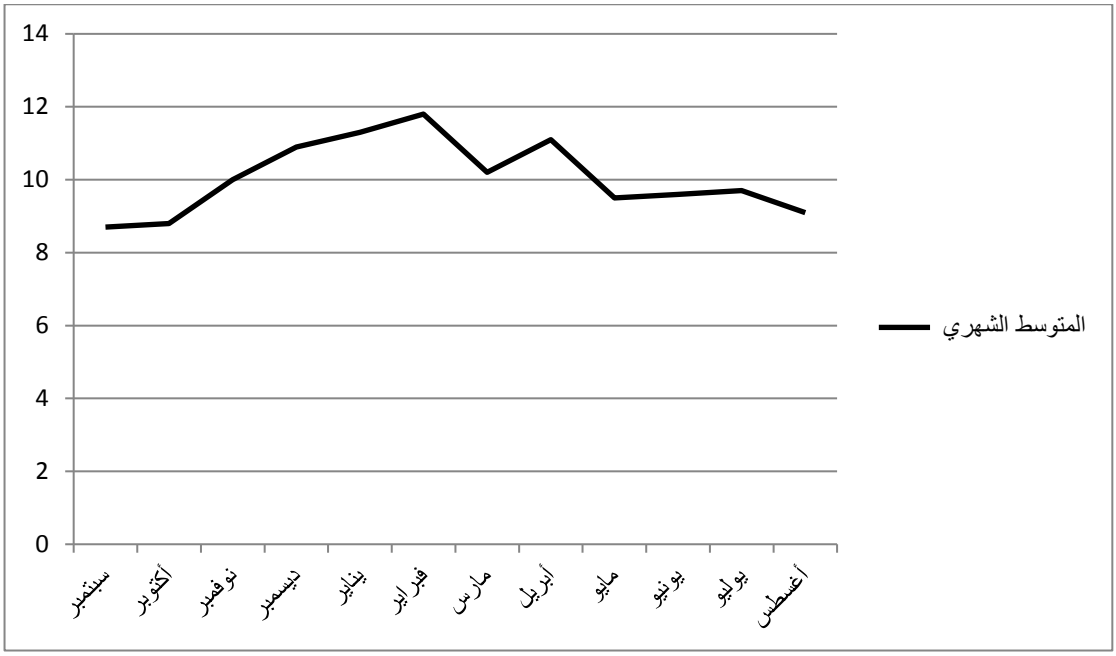
المتوسط الشهري والسنوي لسرعة الرياح(كم / ساعة) في محطة المرج للفترة 1989-2008

الشهور	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المتوسط
المتوسط الشهري لسرعة الرياح	8.7	8.8	10	10.9	11.3	11.8	10.2	11.1	9.5	9.6	9.7	9.1	10.8

المصدر: من إعداد الطالب بناء على بيانات محطة الأرصاد الجوية طرابلس

شكل (17)

منحنى متوسط سرعة الرياح في محطة المرج 1989 –2008



المصدر : من إعداد الطالب بناء على بيانات الجدول (19)

رابعاً :- التربة

التربة هي الطبقة الرقيقة المفتتة من صخور القشرة الأرضية التي تكسو سطح الأرض على ارتفاع يتراوح ما بين بضع سنتمترات إلى عدة أمتار والتي تخترقها جذور النباتات وتعيش بها, وتتكون من مواد غير عضوية (أملاح معدنية) ومواد عضوية شاركت في تكوينها عوامل التعرية والتجوية والعوامل الحيوية وتختلف التربة من مكان لأخر في لونها وطبيعة المعادن التي تتكون منها وحجم حبيباتها ووفرة المواد العضوية فيها تبعا لاختلاف التضاريس والمناخ والغطاء النباتي واختلاف مصدر وأصل الترسيبات, فهي طبقة ديناميكية نشطة تمر بمراحل نضج وشيخوخة (1),وفيما يلي تفصيل لأنواع التربة في المنطقة

أ-التربة الفيضية

هي من أنواع التربة غير النطاقية التي لا ترتبط بنطاق أو إقليم معين فهي تربة موجودة في كل المناطق ومنقولة من أماكن بعيدة منقولة بخصائصها وهي ناتجة عن إرسابات المياه الجارية في مصبات وقيعان الأودية في السهول الفيضية والمصاطب النهرية , وتتميز بتفاوت واضح في نسيجها من متوسط إلى ثقيل ويصل سمكها إلى عدة أمتار على الضفاف ويقل بالابتعاد عن المجرى(2), كما أن قطاعها غير واضح الأفق ولكنه عميق في السهول وبطون الأودية, وتتدرج في اللون من الأصفر الضارب للحمرة إلى اللون الأحمر الرمادي الداكن وهذا راجع لاحتوائها على المواد المعدنية إلا إنها فقيرة في المواد العضوية وهي تربة جيدة وصالحة للزراعة مع توفر المادة العضوية, ومستوى الماء الأرضي بها عميق وهي جافة وتختلف أعمارها من موقع لآخر وعلى العموم التربة المترسبة في الداخل وعلى الروافد الداخلية هي أقدم عمراً من الطبقات الرسوبية في المنطقة الساحلية , وهي تربة ضعيفة البناء نتيجة للتوزيع غير المنتظم لحبيبات التربة واحتوائها على الحصى ولكنها متجددة ولها قدرة على الاحتفاظ بالماء فهي تربة غير منفذة وتتواجد في منطقة السهل الساحلي أسفل الحافة الأولى في منطقتي برسس والمبني وكذلك المنطقة الواقعة أسفل الحافة الثانية والمتمثلة في غوط سلينه والنقعة والصليعاية (3) والصورة التالية توضح ذلك (18)

1-ناجح فرحان شفيق ,"انجراف التربة في حوض التصريف النهري الأعلى لوادي الزومر ",(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الدراسات العليا ,جامعة النجاح الوطنية ,نابلس ,فلسطين 2011)ص 36-37

2– صفاء مجيد المظفر ,مرجع سابق ص 105-106

3– خالد رمضان بن محمود, الترب الليبية ,تكوينها- تصنيفها – خواصها- إمكانياتها الزراعية (طرابلس, الهيئة القومية للبحث العلمي ,الطبعة الأولى, 1995)ص 226-232

صور (18)

التربة الفيضية في مجرى وادي زازا

المصدر : الدراسة الميدانية 2012

ب-التربة الحمراء التيراروزا (تربة البحر المتوسط)

تتميز بأنها ذات قطاع متطور ومتفاوت في العمق بين متوسطة إلى ضحلة وذات قوام طيني يرتبط انتشارها مع التركيب الجيولوجي الذي يغلب على تكويناته الحجر الجيري أو الدولوميتي, فتنشأ نتيجة عمليات الإذابة بمياه الأمطار التي تذيب كربونات الكالسيوم وتتركز بها أكاسيد الحديد والسيليكا مما جعل لونها أحمر ونتيجة لذلك عرفت بهذا الاسم,وينتج عن هذه العملية معادن طينية تضاف إلى المواد الطينية الموجودة في الصخور(1), وتتميز هذه التربة بمجموعة من الخصائص لون التربة أحمر مائل إلى البني الفاتح ,سمكها يتفاوت من منطقة لأخر فهي سميكة في الأودية والسهول ورقيقة السمك عند المنحدرات ,تنشأ في إقليم مناخ البحر المتوسط حيث الشتاء الرطب والصيف الجاف , وتتميز بارتفاع نسبة الرطوبة والمواد المعدنية والجير وانخفاض نسبة المواد العضوية, وهي تربة سهلة الإعداد للزراعة لاختلاطها بالرمل مما يجعلها جيدة الصرف (2) كما موضح في الصورة التالية (19)

1-صفاء عبدالجليل كامل ,"الخصائص الطبوغرافية وتأثيرها على الغطاء النباتي في محافظة نابلس باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد" (رسالة ماجستير غير منشورة ,كلية الدراسات العليا , جامعة النجاح الوطنية ,نابلس , فلسطين ,2010) ص46

2- هلال صالح إبراهيم " الآثار الاجتماعية والبيئية المتوقعة لاستخدامات مياه النهر الصناعي العظيم في التنمية الزراعية المستدامة في ليبيا " (رسالة دكتوراة غير منشورة ,قسم العلوم الزراعية والبيئية ,جامعة عين شمس)2004 ص100

صورة(19)

التربة الحمراء

المصدر : الدراسة الميدانية 2012

ج-التربة الملحية :

هي تربة غنية بالأملاح نتيجة لتبخر محتواها المائي مخلفاً وراءه الأملاح المختلفة بتراكيبها الكيميائية والتي تشكل في النهاية طبقة ملحية تمثل القشرة الخارجية للتربة ولهذا عرفت بهذا الاسم ,ويتفاوت سمك الطبقات الملحية فيها حسب ظروف درجات الحرارة والرطوبة ومعدلات التساقط وعمق مستوى المياه الجوفية(1), وتتكون من طبقات رسوبية غير متجانسة غالبا ما تكون من الرمال وهي ذات نفاذية عالية وتميل إلى اللون الأصفر ,ويتواجد هذا النوع في منطقة السهل الساحلي في مناطق السبخات كسبخة برسس وهي ليست صالحة للاستغلال الزراعي , وقد زادت نسبة الملوحة وتغيرت الخصائص المورفولوجية و الكيميائية والفيزيائية فيها مقارنة بنتائج الدراسة الروسية سنة1980 ,وتنتشر فوقها نباتات استطاعت التكيف مع معدلات ملوحة التربة(2) والصورة التالية (20) توضح هذا النوع من التربة في المنطقة.

1-عبدالله بن إبراهيم المهيدب ,التربة السبخية في المملكة العربية السعودية خواصها وطرق معالجتها "مجلة جامعة الملك عبدالعزيز, (العدد الثاني ,المجلد 14, 2002)ص 30-31

2-محمود رجب المكي وآخرون ,التغير في بعض خصائص التربة الساحلية بمنطقة دريانه - برسس , مجلة المختار للعلوم ,(المجلد29, العدد1, 2014 ,) ص 71

صورة (20)

التربة الملحية

المصدر :الدراسة الميدانية 2012

د-التربة الصخرية:

هي التربة التي تتميز بارتفاع محتواها من الكتل الصخرية والتي تصل إلى درجة اختفاء التربة بشكل كامل تحت غطاء من هذه الكتل والتي لا يوجد لها قطاع واضح يمكن تمييزه حيث تتعدى نسبة الصخور 20%من وزن التربة,وهذه التربة أغلبها جيرية وسهلة التأثر بعمليات التعرية المائية, ويرجع تشكل هذا النوع من الترب إما إلى طبيعة تطبق التكوينات الصخرية السفلى والتي تتميز بطبقات قليلة السمك من الصخور الكلسية ,أو إلى تفكك تكوينات الكونجلوميرات(1).وهذه التربة تمنع انتشار النباتات وتغلل الجذور نتيجة لترسيبات الكالسيوم العالية وهي مكلفة اقتصادياً من ناحية إصلاحها (2) وقد لوحظ انتشارها عند ضفاف مصب وادي زازا كما في الصورة (21) التي توضح ذلك ,وتعاني التربة في منطقة الدراسة من مشاكل الانجراف نتيجة للسيول واقتلاع الغطاء النباتي للاستخدامات البشرية (22) تبين شدة الانجراف

1-خالد رمضان بن محمود ,الترب الليبية , مرجع سابق, ص 490

2-محمد أبو صفط ,التصنيف الجيوكيميائي لترب شمال الضفة الغربية , مجلة جامعة النجاح للأبحاث, (المجلد 17, العدد 1, 2003,) ص 134

صورة(21)

التربة الصخرية

المصدر : الدراسة الميدانية2012

صورة(22)

انجرافات للتربة

المصدر: الدراسة الميدانية 2012

خامساً:- النبات الطبيعي

يمثل النبات الطبيعي بأشكاله المتنوعة الخلاصة الأخيرة والمحصلة النهائية لتضافر عناصر البيئة الطبيعية المختلفة من موقع جغرافي و مناخ وتضاريس وتربة وغيرها, ولا جدل في أن المناخ هو العامل الرئيسي المؤثر والمحدد لنباتات أي إقليم على الرغم من الاختلافات المحلية في مظاهر السطح والتربة التي تؤثر على تباينات الغطاء النباتي كماً ونوعاً. كما يعكس النباتي الطبيعي العلاقة المتبادلة بين الإنسان والبيئة وكيفية استغلال الإنسان لها بما يتناسب وعدم الإضرار أو الإخلال بها(1) ,ويؤدي الغطاء النباتي دوراً مهماً في تنشيط العمليات الجيومورفولوجية العاملة على سطح الأرض حيث تعمل الجذور على تفكيك وتكسير الصخور وتوسيع الفواصل مما يسهل على المياه التغلغل داخلها وإذابتها ونقلها عن طريق الجريان السطحي ويساهم أيضاً في تنظيم عمليات التسرب المائي إلى باطن الأرض ورفع سعة امتصاص التربة للماء وزيادة معدلات الخصوبة فيها وتعديل قوامها, وزيادة تماسكها ويحد من عملية الانجراف والتعرية والتي لها الأثر الكبير في توحل السدود ومن ثم تقلل من قدرتها الاستيعابية (2)وبالتالي لا يكون هناك تأثيرات جيومورفولوجية على هذه المناطق ذات الكثافة العالية , إن مساحة الغطاء النباتي وكثافته ليست ثابتة فهي رهن عدة عوامل منها الأنشطة البشرية وعوامل التعرية الطبيعية ، والنبات الطبيعي في الجبل الأخضر يتدرج من نباتات شبه صحراوية في سهل بنغازي ومناطق جنوب الجبل الأخضر إلى نباتات البحر المتوسط المكية فوق المدرجات الثلاثة خصوصا في الأجزاء الشمالية(3)وهي منطقة ذات تنوع كبير إذ تضم أكثر من 50% من إجمالي الأنواع النباتية المنتشرة في مساحة ليبيا بأكملها حيث يصل عدد الأنواع النباتية إلى ما يقرب 1100 نوع أما فيما يخص منطقة حوض وادي زازا فالنبات الطبيعي يتدرج ويختلف مساحة وكثافة ونوعاً مابين الشريط الساحلي عند مصب الوادي وصعودا إلى منطقة المنبع شرقاً تحديداً عند منطقة جردس العبيد ،فمنطقة مصب الوادي تتميز بعدم التجانس فالنباتات السبخية تنشر بالقرب من سبخة برسس والتي لها القدرة على التكيف مع ملوحة الماء والتربة ثم ننتقل إلى أجزاء تنتشر فيها غابات بسيطة مبعثرة تأثرت بالأنشطة البشرية (مشروع سهل بنغازي) كما تبينه الصورة (23)حيث تمت إزالتها واستصلحت الأراضي وقسمت إلى مزارع استيطانية غلب عليها زراعة المحاصيل المروية كالخضروات والفاكهة والتي من أهمها الطماطم الخيار البصل الفلفل والبكيوه والبطيخ والدلاع كذلك زراعة الشعير ,والي جانب المشروع الاستيطاني نجد حرفة الرعي والتي تعتبر مهنة رائجة وأساسية في مثل هذه المناطق الأمر الذي أدى إلى انتشار ظاهرة التقزم وأثرت على النبات الطبيعي ويمتاز السهل بكثرة الصخور المنجرفة وظهور بعض النباتات البصلية التي لها القدرة على مقاومة مشكلة انجراف التربة ، وبالانتقال إلى المدرج الأول يبدأ النبات الطبيعيّ في التدرج والتغير حيث ننتقل إلى مناطق تعتبر الأكثر كثافة في الحوض كما تبينه الصورة(24) والمتمثل

1– يوسف محمد زكري," مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي", (رسالة دكتوراة غير منشورة, قسم الجغرافيا ,كلية علوم الأرض , جامعة منتوري, قسنطينة, 2005) ص50-51

2– رضا عناب , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ص 40

3– الهادي مصطفى بولقمة , سعد القزيري , مرجع سابق 279

صورة (23)

الغطاء النباتي في سهل بنغازي

المصدر: الدراسة الميدانية 2014

صورة (24)

كثافة الغطاء النباتي في منطقة أم الضباع

المصدر : الدراسة الميدانية 2012

في المنطقة المحصورة بين رافد الوطيات جنوباً إلى منطقة الحمدة ورافد الشحرير شمالاً , إلى رافد بويريف وأم الضباع شرقاً إلى الحافة الأولى غرباً حيث تضم أشجارالعرعار الفنيقي

والزيتون البري والبطوم العديسي والشماري والإكليل والخروب, ثم بعد ذلك تظهر مناطق مستصلحة زراعياً هي أيضاً ضمن مشاريع الجبل الأخضر والتي تفترش المنطقة الممتدة من غوط سلينه غرباً إلى الحافة الثانية شرقاً, ولوحظ تباين النبات الطبيعي فيما بين مجاري الحوض وهذا مرتبط بمدى مواجهة هبوب الرياح والأمطار والأشعة الشمسية ودرجة الانحدار وبالتالي انعكس هذا على نشاط عوامل التعرية وحركة المواد على جوانب المجاري وبالأخص المنطقة القريبة من السد حيث تشهد حركة للمواد نتيجة لدرجة الانحدار وقلة الغطاء النباتي وتبعثره كما تبينه الصورة (25), وبالانتقال إلى المدرج الثاني حيث منابع الحوض يتغير النبات الطبيعي وتقل كثافته كما توضحه الصورة (26) وهذا من العوامل المساعدة على الجريان السطحي الذي يهدد منطقة غوط سلينه خاصة إذا أُخذ في الاعتبار التكوينات السائدة في المنبع وهي قليلة النفاذية وقد لوحظ بعض المشاكل التي تواجه النبات الطبيعي في المنطقة بشكل عام منها الرعي الجائر المبكر والمتكرر والذي يكون على مدار شهور السنة فلا توجد دورة في أسلوب الرعي حيث تعتبر هذه الحرفة رائجة وأساسية في مثل هذه المناطق الجبلية الوعرة فالأغنام والماعز والأبقار والإبل ترعى بأعداد كبيرة وبصفة مستمرة فهي تشكل ضغط على النبات الطبيعي ومن ثم التربة (1) , أضف إلى ذلك من بين المشاكل قطع الأشجار وبانتقائية لغرض استغلالها لصناعة الفحم ومن الأنواع المستخدمة في ذلك العرعار الخروب والبطوم كذلك لأغراض اقتصادية وطبية والنباتات المستهدفة هي الإكليل والزعتر والعنصل والخروب والبابونج (القميلة) والخروع والشيح وعشبة الأرنب.وأيضا من ضمن المشاكل التي تواجه النبات الطبيعي هي الحرائق التي تلتهم الأنواع النباتية الحية والميتة على حد سواء وهذه الحرائق قد تكون بقصد او بدون قصد فقد يكون نتيجة إهمال أثناء إشعال النار للتنزه أو لصناعة الفحم صورة (27) أو حرقها لزيادة مساحة الأراضي الزراعية وهي أيضا من المشاكل التي تواجه النبات الطبيعي, فالزراعة ومساحة الأراضي المزروعة أصبحت تتعدى على مناطق النبات الطبيعي خصوصاً تلك التي يشكل موقعها مناطق لتجميع المياه حيث تما زرعها بمحاصيل كالقمح والشعير ,وبالتالي فإن رقعة الغطاء النبات الطبيعي في حوض وادي زازا ومساحتها هي رهن هذه الأنشطة البشرية واستمرارها. وأيضا من ضمن المشاكل الحديثة التي طرأت على الغطاء النباتي الطبيعي والمستزرع في منطقة الحوض هي إزالته من أجل الاستخدامات الحضرية وإنشاء مخططات سكنية كما هو موضح في الصورة (28)وهذا نتيجة لغياب الرقابة من قبل الجهات المختصة ولوحظ ذلك بالقرب من منطقة الحمدة وغرب المليطانية والصليعاية فالتعدي طال المشاريع الزراعية في منطقة الجبل الأخضر سواء مشروع سهل بنغازي أو مشاريع المدرج الأول وهو ما سيكون له تبعات مستقبلية على البيئة من خلال تقلص مساحة الأراضي الصالحة للزراعة ومن ثم يصبح الأمن الغذائي مهدداً.كما أن التجمعات الحضرية تصبح عرضة لخطر الفيضانات والغرق نتيجة لوقوعها في مناطق منخفضة تمثل مناطق ترسيب الأودية .

1-أحمد مبارك حامد الجوهري, رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق,ص 43-44

صورة (25)

تبعثر النبات الطبيعي بالقرب من السد

المصدر: الدراسة الميدانية 2012

صورة (26)

تقلص النبات الطبيعي في منابع الحوض

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

صورة(27)

التعدي على النبات الطبيعي لإنتاج الفحم

المصدر: الدراسة الميدانية 2012

صورة (28)

مخططات حضرية في مزارع الحمدة

المصدر: الدراسة الميدانية 2012

الفصل الثاني : العمليات الجيومورفولوجية والظواهر الناتجة عنها في حوض وادي زازا

أولاً :- التجوية و الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنها

ثانياً :- العمليات النهرية و الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنه

ثالثاً :- عمليات تحرك المواد و الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنها

العمليات الجيومورفولوجية والظواهر الناتجة عنها في حوض وادي زازا

مقدمة:

يُعاني سطح القشرة الأرضية من تغيرات بصورة مستمرة سواءً من العمليات الداخلية التي تعمل على إعادة بناء التضاريس أم من العمليات الخارجية والتي تشمل التجوية والتعرية وتحرك المواد حيث تقوم بهدم وتفتيت ونقل المواد من المناطق المرتفعة وترسيبها في المناطق المنخفضة وتستغرق فترة زمنية طويلة في ذلك وتتم ببطء , وينجم عن هذه العمليات في كل منطقة ظواهر جيومورفولوجية وهي في طبيعتها انعكاس لظروف المُناخ والبنية والتراكيب الجيولوجية فيها , و حوض وادي زازا موجود على المدرجين الأول والثاني للجبل الأخضر ويمتد من منطقة جردس العبيد إلى غوط سلينه وينتهي في منطقة السهل الساحلي بين قريتي برسس والمبني ,وتتوزع الظواهر الجيومورفولوجية فيه وتختلف تبعا للتركيب الصخري ونظام التراكيب الجيولوجية وعمليات التعرية والتجوية وتحرك المواد, واستناداً إلى ذلك تم تقسيم الظواهر الجيومورفولوجية في حوض وادي زازا إلى :

أولاً:-التجوية والظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنها

التجوية هي عبارة عن عمليات تفكك وتحلل ينتاب الكتل والمواد الصخرية قرب سطح الأرض في مواضعها وقد يحدث معها نوع من الإزاحة المحدودة ,وهي عملية خارجية لا صلة لها بباطن الأرض , وتحتاج عمليات التجوية كافة إلى الطاقة اللازمة للقيام بعملها سواءً كان ذلك العمل ميكانيكاً أم كيميائياً أم حيوياً ويهيئ الجو تلك الطاقة من خلال أشعة الشمس وطاقتها الحرارية , فالطاقة الشمسية هي المسؤولة عن أي تغير يحدث في الغلاف الجوي والذي ينعكس بدوره على عمليات التجوية المختلفة , ولتبسيط دور هذه العمليات والظاهرات الناتجة عنها تم اعتماد التقسيم المعتاد إلى تجوية ميكانيكية وتجوية كيميائية على الرغم من أنه لا يمكن الفصل بين هاتين العمليتين , فرغم أنهما لا يعملان في معظم الأحوال مع بعضهما وأن كل واحدة منها تعضد الأخرى , فعندما يتشقق الصخر بفعل التجوية الميكانيكية بمفردها تُعد تلك الشقوق بمثابة مسالك يسيرة لمياه الأمطار المتخللة للصخور لتقوم بدورها في التحليل الكيميائي للمعادن الصخرية وخاصة حدود هذه الشقوق , وفي المقابل تعمل التجوية الكيميائية على توسيع الفراغات البينية مما يساعد على تغلغل المياه داخلها وقيامها بالعمل الميكانيكي ذلك من خلال تعاقب عمليات التجمد والذوبان خصوصاً في مناطق أعالي الجبال[1] وفيما يلي تفصيل لأنواع التجوية:-

أ – التجوية الميكانيكية : Mechanical weathering

هي حدوث تفتت وتفكك للصخور بصورة طبيعية وتحولها إلى حطام وقطع صغيرة دون حدوث تغير في تركيبها الكيميائي أي أن المحتوى المعدني والتركيب الكيميائي لمادة المفتتات يبقى على نفس الحالة التي كان عليها في الصخر الأم , ويزداد حدوث هذا النوع من

1– محمد صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ,(القاهرة ,دار الفكر العربي ,الطبعة الخامسة) ص 49

التجوية في المناطق الجافة والباردة[1] وتمارس التجوية الميكانيكية عملها من خلال عمليات ينجم عنها ظاهرات جيومورفولوجية وفيما يلي توضيح لذلك

1– عمليات التجوية الميكانيكية : Mechanical weathering processes

1–1– إزالة الضغط من فوق الصخور: pressure Release

لاشك أن الصخر الذي يتعرض لضغط ما نتيجة لثقل الرواسب والمواد التي تعلوه تزداد قوته وتماسكه من خلال شدة اقتراب جزيئاته من بعضها البعض , ولكن عندما يتم إزالة الرواسب التي تعلوه بفعل عمليات التعرية الخارجية أو بفعل الحركات التكتونية فمعنى ذلك ببساطة إزالة ثقل من فوقها عمل فترة زمنية طويلة على ضغطها وزيادة قوتها وتماسكها , وينتج عن ذلك انكشافها وتعرضها للتمدد خصوصاً في الاتجاه الرأسي وهذا ما يمكن ملاحظته في المناطق البحرية عند حدوث عمليات تراجع للبحار , وكذلك في المناطق الجليدية الباردة عند حدوث عمليات الذوبان للثلوج كما يشمل المناطق الجافة وشبة الجافة من خلال إزالة الطبقة السطحية للتربة بفعل المياه الجارية أو الرياح ومن ثم تظهر الفواصل و الصدوع في الصخور وتزداد عرضتها للتعرية وأيضاً عمليات حفر المناجم والمحاجر وشق الطرق السريعة وبناء السدود كلها نشاطات بشرية تساهم في إزالة الثقل (2) ,وهذا ما يمكن ملاحظته في الصورة (29) التي تبين انكشاف الصخور نتيجة لانجراف التربة والصورة (30) لحفر أحد المناجم

1-2– عمليات الاحتكاك بين الصخور :Operations friction between rocks

تتم هذه العملية عند حدوث حركة للكتل والقطع الصخرية من أعالي التلال في المنطقة إلى أسفل بفعل عوامل عدة كالجاذبية الأرضية ودرجة الانحدار وطبيعة التساقط , فينجم عن عمليات الاصطدام والاحتكاك بين الصخور والتربة التي تمر فوقها تكون فتات في المنخفضات يطلق عليه اسم الركام الصخري ويتواجد أسفل المنحدرات وبطون الأودية وهذا ما يمكن ملاحظته في الصورة (31)

1– 3 – الترطيب والتجفيف : Wetting and Drying

عندما يصل الماء إلى الصخور ويتغلغل بين جزيئاتها فأنها تتشبع ويؤدي إلى أضعاف روابط التماسك بداخلها فتتسع شقوقها وفواصلها , وبعد ذلك تعمل أشعة الشمس على جفافها وتقلص أحجامها وبتوالي عملية الترطيب والتجفيف يؤدي ذلك إلى تفكك وتحطم للصخور على صورة فتات , وتزداد ظاهرة الترطيب والجفاف أكثر ما يمكن في الصخور الطينية (3)

1– ميشيل كامل عطاالله , أساسيات الجيولوجيا (عمان , دار المسيرة للنشر والتوزيع ,2000) ص 147

2– محمد صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية, مرجع سابق ص 51- 5

3 – ياسر محمد عبد التميمي ," أثر التعرية والتجوية في تكوين أشكال سطح الارض في طية حمرين الجنوبي شمال المنصورية – العراق" (رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا , كلية التربية والعلوم , جامعة ديالى 2012), ص 63-62

صورة (29)

انكشاف الصخور نتيجة لعمليات انجراف التربة

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

صورة (30)

أحد المحاجر عند مصب مجرى الزاد

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

صورة (31)

تحرك الحطام والكتل الصخرية

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

لما لها من قدرة على امتصاص الماء بسبب طبيعتها وتركيبها المعدني , أما إذا زادت كمية المطر إلى الحد الذي يمكن للماء أن يجري على سطح الارض فانه يقوم بنقل الفتات ويتحول تأثيره من مجرد تجوية إلى عملية نحت وتعرية

1– 4 – التأثير الميكانيكي للكائنات الحية : Mechanical action of living Organisms

يعرف هذا النوع بالتجوية الحيوية حيث تلعب البكتيريا والحيوانات والنباتات والإنسان دوراً كبيراً في تفتيت الصخور وطبقات التربة فالنباتات تتغلغل جذورها إلى داخل الشقوق الموجودة في الصخور وعندما تنمو الجذور بداخلها ينتج عنها قوة كبيرة تؤدي إلى فلق الصخور وتحطيمها ومع تكرار حدوثها تتفتت كما هو موضح في الصورة (32), أما الحيوانات الحفارة كالأرانب والجرذان والخلد (الفأر الأعمى)بالإضافة إلى الديدان والنمل ,وتنتشر هذه الحيوانات في المنطقة وتقوم بحفر ممرات وكهوف صغيرة في الصخور وطبقات التربة ومن ثم تتعرض للانهيار وتصبح متهيئة للنقل وهذا ما يمكن ملاحظته في الصورة التالية (33) التي تبين دور الخلد في حفر الأرض ,أما الإنسان فيكمن دوره من خلال شق الطرق وتجهيز الأراضي للاستغلال الزراعي واستغلال الخامات المعدنية ومواد البناء (1)

1– زكريا هميمي , أسس الجيولوجيا الطبيعية ,(القاهرة ,دار الكتاب الحديث ,2008) ص 206-207

صورة (32)

التجوية بفعل جذور النباتات

المصدر : الدراسة الميدانية 2012

صورة (33)

دور الخلد في حفر الأرض

المصدر : الدراسة الميدانية 2012

1– 5 – التجوية بفعل الصقيع (تعاقب التجمد والانصهار) frost Action

يعد هذا النوع من التجوية أكثر الأنواع الميكانيكية شيوعاً وانتشاراً خاصةً في مناطق العروض العليا والمناطق الجبلية المرتفعة وتحدث بفعل تعاقب عمليتي التجمد والذوبان اللتان

تؤديان إلى تكسير هذه الصخور وتفتيت أجزائها وتوسيع الشقوق التي تحتويها ويعتمد مقدار الضغط فيها على كمية المياه الموجودة داخل الصخور المتجمد بين جزئيات وفواصل الصخور حيث أن الماء يزداد حجمه عند تجمده بنسبة 10% فيولد ضغط على غرار ضغط عملية الترطيب والجفاف وبعد الذوبان يخف الضغط وبفعل تعاقب هاتين العمليتين تحدث التجوية

1– 6– التجوية الملحية : salt weathering

رغم بعض الجوانب الكيميائية لهذه العملية إلا أن دورها في تفكك الصخور دور ميكانيكي في المقام الأول وتنتج التجوية الملحية من تبلور محاليل زائدة التشبع بالأملاح تمتلئ بها الشقوق ومسامات الصخور بعد سقوط الأمطار ومن ثم يتبخر الماء وتترسب العناصر الموجودة في المحلول لتكون بلورات تنمو وتحدث اجهادات على حدود الفواصل الصخرية وعلى حبيبات الصخر مما يؤدي إلى تفكك حبيبي زاوي , وهذا النوع من التجوية قد يحدث بانتظام على السفوح وقد يتركز في مواضع ضعف محدودة كحفر التجوية أو التكهفات الصخرية خاصة في المناطق الصحراوية الحارة حيث التساقط محدود والحرارة مرتفعة تساعد على تكون بلورات الملح عند أقدام السفوح أما المناطق شبة الجافة فالغبار الملحي من العوامل الأكثر أهمية في عمليات التجوية حيث يستقر في الشقوق ويعمل على توسعتها وفي المناطق المدارية توجد عملية غسل للملح نحو طبقة ما تحت التربة ومن ثم فأن عمليات التبلور الملحي وما ينتج عنها من تجوية للصخور ذات أهمية محدودة في مثل هذه المناطق ويمكن ملاحظة أثار التجوية الملحية على المباني القريبة من السبخات .

1– 7 – التجوية الحرارية (الإشعاعية) : Insulation weathering

إن اختلاف درجات الحرارة بين الليل والنهار يسبب في تمدد الصخور في النهار وتقلصها في الليل ويؤدي هذا إلى أضعاف البنية الداخلية للصخور وبالتالي تكسرها وتشققها , ويُشاهد هذا العامل بوضوح في مناطق الصحاري المدارية حيث تصل درجات الحرارة خلال ساعات النهار إلى أكثر من 40 درجة مئوية بينما تنخفض الحرارة في الليل إلى الصفر المئوي أو ما دونه , والحقيقة أن السطوح الصخرية تتعرض بشكل فعلي لتذبذبات حرارية أكبر بكثير مما أشير إليه آنفا ,فعندما تتعرض بشكل مباشر لأشعة الشمس ترتفع حرارتها إلى أكثر من 65 درجة مئوية وعادة ما تكون الصخور أكثر تأثراً بالتجوية الحرارية ذلك لانخفاض الألبيدو الحراري لها يؤدي إلى حدوث أقصى امتصاص للحرارة بها , كما أن الصخور المتكونة من أكثر من معدن هي أكثر تأثراً بعملية التباين الحراري اليومي (1).

1– محمد صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية, مرجع سابق ص53-59

2 – ظاهرات التجوية الميكانيكية : Mechanical aspects of weathering

لاشك أن مظاهر التجوية الميكانيكية تكاد لا تكون واضحة نتيجة لطبيعة مناخ المنطقة ولكن مع هذا هناك مظاهر جيومورفولوجية يمكن حصرها في :-

2–1– تفلق الكتل الصخرية : Segmentation rock masses

هو انقسام وانشقاق جسم الصخر وانقسامه إلى كتل بسبب خطوط الفواصل التي تتقاطع مع بعضها بزوايا شتى , والتي تنتج من سقوط الكتل الصخرية من أعالي القمم إلى أسفلها بفعل الجاذبية ودرجة الانحدار ومن ثم تعمل التجوية على توسيع هذه الفواصل مع مرور الزمن(1) كما هو موضح في الصورة (34)

صورة (34)

تفلق الكتل الصخرية

المصدر: الدراسة الميدانية 2012

2– 2– التقشر والانفصال : Peel and separation

هو انفصال الصخور على شكل قشور رقيقة أو سميكة من أسطح الصخور تحت تأثير ظروف معينة وتبقى القشور على سطح الصخر إلى أن تسقط أو تزيلها عوامل التعرية وعندئذ يظهر سطح جديد والسبب الرئيسي في هذه الظاهرة هو إزالة الثقل المسلط على الصخور السطحية

1– ياسر محمد عبدالتميمي, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ص 65

ب – التجوية الكيميائية : Chemical weathering

تمارس التجوية الكيميائية عملها عن طريق مجموعة من العمليات متضمنة تفاعلات كيميائية بين غازات الجو كالأوكسجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء مع العناصر التي

تتألف منها معادن الصخور ومن ثم يحدث تغير في البنية الداخلية للمعادن عن طريق نزع أو إضافة بعض العناصر

1– عمليات التجوية الكيميائية : Chemical weathering processes

1–1– الإذابة : Solution

الإذابة عبارة عن عملية تتفكك وتذوب من خلالها بعض المعادن أو جزء من التركيب الكيميائي لها في الماء , وهذه العملية أقرب صور التجوية الكيميائية مشاهدة , ويُعتبر الماء العنصر الأساسي في هذه العملية إلا إن إضافة بعض العناصر الحامضية للماء يزيد من قدرته على الإذابة, خصوصاً المعادن المحتوية على الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم , ويتم إضافة هذه العناصر من خلال الغلاف الجوي الذي يتألف من خليط من الغازات , ويترشح الماء في داخل الصخور فتؤدي إلي تجويتها ومن أكثر الصخور تأثراً بهذا النوع من التجوية الصخور الجيرية والتي ينجم عنها مجموعة من الظاهرات الكارستية(1).

1–2– التميؤ (الهدرجة) : Hydration

يُقصد بعملية التميؤ هو اتحاد الماء مع أية مادة أخرى , وتتم هذه العملية في كثير من المعادن حيث تضاف جزيئات الماء كيميائياً إلى المعدن فيتكون بذلك معدن جديد, وينجم عنها ازدياد في حجم التركيب المعدني ويزداد حجم الصخر وقد يصل إلى 80% من الصخر الأصلي فيترتب على ذلك زيادة حجم سُطوحها الخارجية بينما تضل كتلتها الداخلية ثابتة , وهو ما يتسبب في خلق نوع من الاجهادات وتكوين نطاقات ضعف في الصخر الحاوي للمعدن , وبهذه الطريقة تزداد النفاذية ويتشقق ويتفتت الصخر.

1– 3– التأكسد : Oxidation

تحدث عندما يتحد أكسجين الهواء الجوي مع المعادن الحاملة للحديد, ونتيجة للأكسدة يضعف التركيب المعدني وينجم عنه تغير في لون الصخر ويصبح أقل مقاومة لعوامل التعرية وتتوقف هذه العملية على نسبة الرطوبة في الجو حيث تزداد فعاليتها في المناطق الحارة الرطبة (2).

1– جودة حسنين جودة ,أسس الجغرافيا العامة (الإسكندرية , منشاة المعارف ,2004) ص 136-137

2– ياسر محمد عبدالتميمي, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ص 75- 76

1– 4– التكربن : Carbonation

عندما يتحد غاز ثاني أكسيد الكربون مع المعادن المكونة للصخور يؤدي ذلك إلى تغيير جوهري في تركيبها الكيميائي , فإن هذه العملية تُعرف باسم الكربنة أو التكربن , والجدير

بالذكر أن غاز ثاني أكسيد الكربون لا يؤثر على المعادن في صورته الغازية وإنما يتحد أولاً مع الماء وينتج عنه حمض الكربونيك, ويعد هذا الحمض عاملاً مؤثرا في ذوبان الصخور الجيرية مثل الحجر الجيري و الدولوميتي(1) .

2– ظاهرات التجوية الكيميائية : phenomena of chemical weathering

فنشاط هذه العمليات ينجم عنه مجموعة من الظواهر الجيومورفولوجية المتمثلة في الآتي :

2– 1– تجاويف الكهوف : Cavities caves

تعتبر تجاويف الكهوف أو حفر الإذابة من الظاهرات الكارستية الناتجة عن عمليات التجوية الكيميائية التي تنتشر على صخور معينة تكون قابلة لعمليات الإذابة والتحلل كالصخور الجيرية والدولوميتية , وهي عبارة عن تجاويف صغيرة الشكل تتراوح أقطارها ما بين 2- 50 سم(2) وتظهر بشكل واضح على تكوين درنة وتكوين عضو وادي القطارة كما هو موضح في الصورة (35)

2–2– الكهوف : Caves

الكهوف عبارة عن تجاويف جوفية ذات حجم يسمح بدخول الإنسان وقد تكون ممتلئة جزئيا أو كلياً بالماء أو بالتربة , هذه التجاويف تأخذ امتدادات أفقية أو رأسية وتأخذ أشكال مختلفة صفائحية ودائرية واهليجية ,وهذه الأشكال تتوقف على مجموعة عوامل منها شكل الممرات الأولية الدقيقة والخواص الفيزيائية والكيميائية للصخور الجيرية والتراكيب الجيولوجية للصخور الجيرية ونوع وكمية المياه المتدفقة والوضع التضاريسي ولا ننسى دور العامل البشري , (3) وهناك بعض الكهوف الموجودة في منطقة حوض وادي زازا كما هو موضح في الصورة (36) وقد تلعب هذا الكهوف وبالتحديد ذات المستويات المنخفضة دوراً في تصريف المياه السطحية غلى جوف الارض من خلالها كما هو الحال في مجرى الشحرير القريب من مجرى الرافد الرئيس للحوض و خاصة إذا أُخذ في الاعتبار أن التراكيب الجيولوجية من أسباب تشكل الكهوف .

1– ياسر محمد عبدالتميمي, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ص 75-76

2– سميرة حسن أحمد " جيومورفولوجية الركن الجنوبي الشرقي لمصر دراسة للمنطقة الممتدة بين وادي حوضين والحدود المصرية – السودانية " (رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا , معهد البحوث والدراسات الإفريقية , القاهرة , 2003) ص 73-74

3– خليفة أحمد الشحومي ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص 186- 187

صورة (35)

تجاويف الكهوف

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

صورة (36)

كهف في وادي الشحرير أحد روافد الحوض

المصدر :الدراسة الميدانية 2015

2– 3 – الدوليناتAldolinat :

ادخل الجيولوجيين النمساويين أول مرة مصطلح الدولينة خلال منتصف القرن التاسع عشر وهو يعني الوادي أو الحفرة , واستخدم هذا اللفظ لوصف الحفر الكارستية المغلقة , وبمرور الوقت شمل المصطلح الانخفاضات الصغيرة في الصخور الجيرية , ويعرف finls 1973 الدولينة بأنها حفرة كارستية غير عميقة متصلة بنظام تصريف جوفي وهي ذات مسقط اهليجي أو دائري مغلق ومقطع قمعي أو حوضي الشكل بحيث يكون قطرها أكبر من العمق , وقد تمكن cvijic من تمييز ثلاث أنواع رئيسية من الدولينات وهي الحوضية والقمعية ودولينة البئر , أما sweeting 1972 فقد صنف الدولينات إلى دولينات الإذابة العادية والدولينات النهرية والدولينات الانهيارية ودولينات الإذابة الانخفاضية والدولينات النجمية , (1) وقد أمكن حصر بعض الدولينات في منطقة حوض وادي زازا في مجرى الشحرير وتأثير هذه الظاهرة لا يقل عن تأثير الكهوف على الجريان السطحي في كونها نقاط لضياع الماء إلى المخزون الجوفي والصورة التالية تبين هذه الظاهرة (37)

صورة (37)

دولينات الإذابة النهرية في وادي الشحرير

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

1– خليفة أحمد الشحومي , مرجع سابق ص134 – 135

2– 4 – اللابيه أو التشرشر الجيري : Dumplings or limestone Alchurcr

يشيع انتشار ظاهرات الإذابة السطحية وخاصة صغيرة الحجم منها في المناطق الكارستية وتعددت الألفاظ المستخدمة في وصفها , ولعل لفظ Lapies هو الأكثر استخداما فقد استخدم لوصف القنوات المنتشرة على الصخور الجيرية , أما الآن فإنه يستخدم كمصطلح عام يقصد به كل أشكال الإذابة التي تكسو أسطح الصخور الجيرية , وأهم ما يميز اللابيه أو التشرشر الجيري هو النحت الدقيق لأسطح الصخور الجيرية بفعل المياه حيث تتنوع أشكالها وتتباين ومنها لابيه المسيلات ولابيه الأحواض الاذابيه ولابيه الشقوق ولابيه الأسطوانية ولابيه ناتجة عن فعل النباتات ولابيه النيمولوتيه ولابيه الأسفنجية (1) والصورة (38)

صورة (38)

اللابيه أو التشرشر الجيري

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

1– خليفة أحمد الشحومي , مرجع سابق , ص 113-130

2– 5 – ممرات الكهوف : cave passageways

تتكون هذه الكهوف تبعاً للعلاقة بين امتداد ممرات الكهوف مع اتجاهات الشقوق والفواصل وميل الطبقات داخلها وقد لاحظنا أن هذه الممرات مرتفعة تتباين في أحجامها وطولها كما هو مبين في الصورة (39)

صورة (39)

ممرات الكهوف

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

2 – 6 – الأعمدة الصاعدة والهابطة : stalagmites and stalactites

تتكون هذه الأعمدة نتيجة لتسرب المياه المشبعة بالجير من أسقف الكهوف ومن ثم تفقد في أثناء تسربها جزء كبير من غاز ثاني أكسيد الكربون وتتبقى كربونات الجير على هيئة بلورات وقطيرات مترسبة تتزايد في الحجم مع مرور الوقت إلى أن تكون أعمدة نازلة ونتيجة لسقوط جزء من الماء المشبعة بالجير على أرضية الكهوف ثم تتبخر وتتشكل أعمدة جيرية صاعدة تقابل أماكن سقوط المياه كما هو موضح في الصورة (40) التي تبين نتوءات هابطة من سقف الكهف ولكن لم تقابلها بروزات على أرضيته نظراً لاستغلالها من قبل السكان في بعض الأنشطة .

صورة(40)

هوابط في أحد الكهوف

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

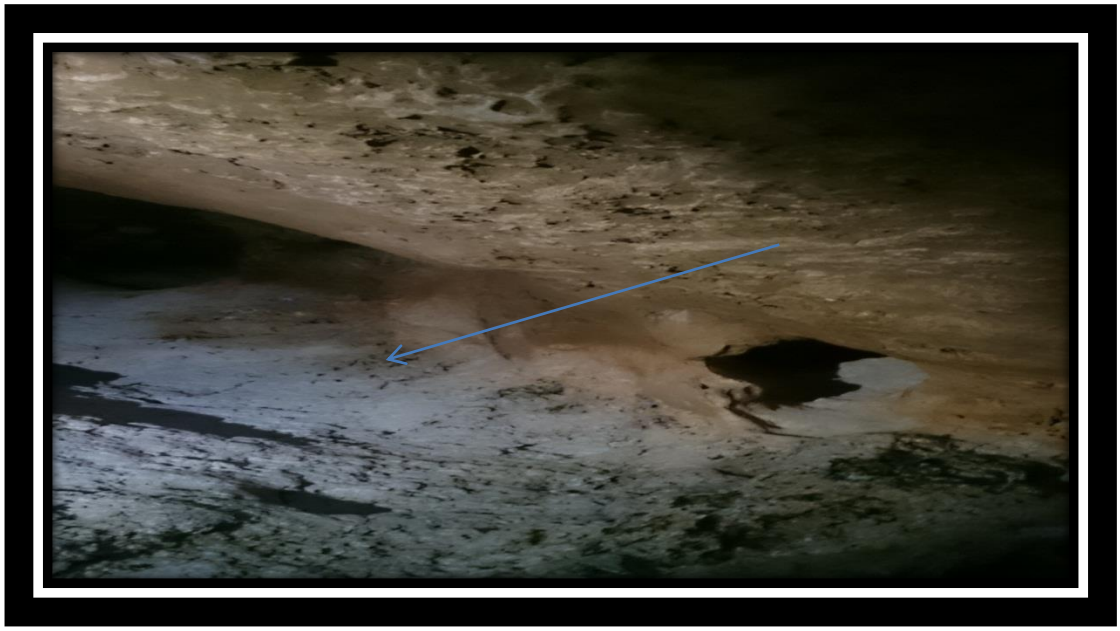
2 – 7– رواسب الغرين الجيري : cave silt

يعد الغرين الجيري من أهم المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات الإذابة داخل الكهوف وقد استغلت اقتصادياً في بعض الدول لاحتوائها على نترات الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وهي ذات لون بني غامق (1) كما يظهر في الصورة (41)

1– حسن سيد أبو العينين , أصول الجيومورفولوجيا دراسة الإشكال التضاريسية لسطح الارض ,(الإسكندرية , مؤسسة الثقافة الجامعية , 1995) ص512 -515

صورة (41)

رواسب الغرين الجيري



المصدر : الدراسة الميدانية 2015

2– 8– التيراروزا : Alterraroza

تعتبر التربة مزيجاً من المواد المعدنية والماء والهواء وهي الطبقة العليا غير المتماسكة من سطح الأرض التي تنمو عليها النباتات , فالتربة لا تعدو أن تكون الطبقة الهشة والرقيقة التي تغطي سطح الارض وهي محصلة نهائية لتفاعل عوامل مثل الصخر الأم والمناخ والغطاء النباتي والزمن . وتربة التيراروزا هي تربة ذات لون احمر بني تنشأ من عمليات غسل الصخور الجيرية الدولوميتية بمياه الأمطار بعد تعرضها لعمليات التجوية , حيث تُذيب هذه المياه كربونات الكالسيوم وتتركز على حسابها أكاسيد الحديد والسيليكا التي تعطي التربة لونها الأحمر وتختلف شدة احمرارها تبعا لأكاسيد الحديد الموجودة فيها , فالهيماتايت يعطي اللون الأحمر الغامق بينما الماغنيتيت يعطي اللون البني الغامق , وتنتمي إلى تربة البحر المتوسط الحمراء التي تتميز بقوامها الثقيل واحتواءها على نسبة عالية من الطين ومتوسطة من الغرين ومنخفضة في الرمل , وهي تربة قاعدية خفيفة جدا , ذات قدرة كبيرة على خزن المياه والاحتفاظ بالرطوبة , لذا فإن فرصة جريان المياه عليها يكون أكثر من فرصة تسربه فيها نتيجة لتحولها لطين تنغلق فيه المسامات وهذه التربة موجودة في السهل الساحلي مُقام عليها مشروع سهل بنغازي الزراعي حيث تم اختيار الموقع الحالي نظراً لقربه من السهل الساحلي لتوصيل المياه التي سيتم حجزها في بحيرة السد إلى مزارع المشروع كما تبينه الصورة (42)[1] .

1– فرج غنام جبر ," أثر المناخ والسطح على النبات الطبيعي في منطقة الخليل "(رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا ,كلية الدراسات العليا ,جامعة النجاح الوطنية ,نابلس ,فلسطين , 2003 ,) ص 73

صورة (42)

تربة التيراروزا في السهل الساحلي

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

ثانيا: العمليات النهرية والظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنها

أ – عمليات التعرية المختلفة :

بعد أن تقوم عمليات التجوية بتحطيم الصخور وتفتيتها فوق المرتفعات تبدأ عمليات التعرية بنقل المفتتات من الحطام والأتربة إلى أسفل المنحدرات بفعل الماء الجاري أو الرياح لتترسب في المناطق المنخفضة ,فالتعرية تعمل على تكوين أشكال أرضية جديدة وبشكل مستمر دون توقف ولاشك أنه نظراً لطبيعة مناخ المنطقة فإن التعرية المائية هي السائدة وهي أحد أهم عوامل تشكيل سطح الأرض ,وتعتبر مياه الأمطار التي تسقط على المناطق المصدر الأساسي لهذا العامل, وتمر مراحل التعرية المائية بالحت والنقل والترسيب وتتباين شدتها اعتماداً على سفوح المنحدرات وعلى غزارة الأمطار وطول فترة سقوطها وحجم قطراتها ونوع التكوينات الصخرية وكثافة الغطاء النباتي محدثة أشكالاً وأنواعاً مختلفة من التعرية وهي :

1– التعرية التصادمية (المطرية)

إن اصطدام قطرات المطر بالسطح يفتت أجزاء من بناء ذلك السطح , فقطرات المطر تسقط على الأرض بسرعة 30 قدم/ ثانية وهذه السرعة تتأثر بمقاومة الهواء لها وحجم القطرات في حد ذاتها وهي قادرة على تفتيت جزء من بناء السطح الصخري خاصةً في المناطق المكشوفة الخالية من الغطاء النباتي .

2– التعرية الصفائحيه (الغطائية)

هي عمليات إزالة بفعل الماء الجاري للطبقة الرقيقة من التربة دون تكوين جداول على السفوح ويكون الجريان بشكل انتشاري , ويحدث هذا النوع في المناطق قليلة الانحدار بحيث تكون التعرية بشكل جرف موحد للتربة وللطبقة السطحية الرقيقة منها (1) .

3– التعرية الجدولية الأخدودية :

الجداول هي بداية التعرية الأخدودية والتي تحدث نتيجة لجريان الماء نحو الأسفل بشكل موازي للمنحدر فتبدو كأنها جداول على جوانب المنحدر , وتتوسع هذه الجداول عندما تكون هناك كميات كبيرة من المياه فوق السطح إذ تزداد تعرية القاع والحافات بعد تشبع التربة بالماء ,ويحدث هذا النوع من التربة في مواضع عديدة منها نقاط التقاء الروافد والمجاري الرئيسية وكذلك في مناطق السدود التعويقية المنهارة ونهاية عبارات تصريف مياه الطرق المعبدة حيث تميل المياه الجارية في هذه المواضع لأن تكون أكثر سرعة وتركيزاً وعمقاً (2) كما هو موضح في الصورة (43) – (44) التي تبين تكون بعض الأخاديد في المنطقة

1– ياسر محمد عبدالتميمي, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ص112-115

1–عبدالعزيز خالد الصغير,رسالة ماجستير غير منشورة, مرجع سابق , ص 99

صورة (43)

بداية تكون الأخاديد

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

صورة (44)

أخدود ضيق وعميق

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

ب – ظاهرات التعرية النهرية :

ينجم عن التعرية النهرية مجموعة من الظواهر الجيومورفولوجية وهي تعكس طبيعة العملية الجيومورفولوجية التي كونتها سواءً عمليات نحت أو نقل أو إرساب وفيما يلي تفصيل وفق هذه العمليات :

1– ظاهرات النحت النهري :

إن عمليات النحت النهري لا تبدأ حتى تفوق مقاومة التربة لها, ذلك من خلال عملية سريان وتدفق للمياه سبقها تكون جريان مُتجمع تم بعدة طرق سواءً الفعل الهيدروليكي و الحت في قاع الوادي و الحت الكيميائي وتجوية قاع الوادي في حالة الانهيارات المفاجئة(1), وينجم عن عمليات النحت النهري في حوض وادي زازا بعض الظواهر الجيومورفولوجية متمثلة في:

1–1– نمط التصريف :

يعتبر نمط التصريف خلاصة التأثيرات المناخية والليثولوجية والتضاريسية على حوض الصرف ,الذي هو عبارة عن مجموعة من الروافد والمجاري المائية المتصلة ببعضها محاطة بخط يفصلها عن الأحواض المجاورة يعرف بخط تقسيم المياه وهو يحدد امتداد منطقة الحوض , وأنماط التصريف تاخذ أشكال متعددة وترتيب معين ويمكن حصرها في التي :

1–1– النمط الشجري (النمط المتفرع) : Dendrite pattern

يعتبر النط الشجري من أكثر أنماط التصريف النهري شيوعا وشكله يشبه إلى حد كبير تفرع أغصان الشجر ويوجد هذا النمط عادة في مناطق متجانسة جيولوجيا من حيث نوع الصخر ونظام الطبقات , وتتألف المجاري النهرية التي تنتمي إلى هذا النمط من روافد تلتقي مع بعضها البعض في صورة زوايا حادة (2) .

1–1– 2– النمط المستطيل : Rectangular pattern

يشبه إلى حد كبير النمط المتشابك ولكن زوايا التقاء المجاري والروافد لا تكون قائمة بالضبط بل تكون حادة بعض الشي وهو أقل انتظاماً, كما أن مجاريه ليست بنفس طول المجاري في النمط المتشابك ويعكس النمط المستطيل وجود نظام فواصل متقاطعة وهي المتحكمة في هذا الشكل .

1–1– 3– النمط الإشعاعي : Radial pattern

وهو نمط ناقص غير مكتمل يتميز باحتوائه على البحيرات الصغيرة والمجاري الملتوية والبرك والمستنقعات , وهذا يشير إلى ضعف التصريف المائي وحداثة التكوينات السطحية وتظهر فيه الأودية كأنها تنبع من نقطة واحدة مركزية وينتشر بصورة عامة في مناطق القباب الصخرية

1– زكريا هميمي, مرجع سابق ,ص 316-317

2– محمد صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية, مرجع سابق ص138

المحدبة وفوق أسطح المخاريط البركانية فالنمط هذا يرتبط بالقمم الجبلية سواء وجدت في الصخور الرسوبية أو النارية

1–1– 4– النمط المركزي : centripetal pattern

لا يختلف عن النمط الشعاعي حيث تتجه فيه المجاري المائية صوب منخفضات حوضية ويوجد هذا النمط في مناطق الفوهات البركانية وفي المناطق والمنخفضات المتسعة التي تكون في المناطق الكارستية .

1–1– 5 – النمط المتوازي : parallel pattern

تظهر فيه الروافد موازية أو شبة موازية للمجرى الرئيسي ويتكون في مناطق الانحدارات الخفيفة والمتوسطة ذات المساحات الواسعة خصوصاً في العروض الجافة والمتجانسة صخرياً وتركيبياً من حيث ميل الطبقات.

1–1– 6 – النمط المتشابك : Trellis Drainage pattern

تتصل الروافد مع بعضها البعض أو مع المجرى الرئيسي في صورة متعامدة نتيجة لعوامل تكتونية خاصة في مناطق تعامد الصدوع والفواصل (1) ونمط التصريف في حوض وادي زازا هو من النوع الشجيري المتشابك والمتأثر بالاتجاه العام للفواصل وتجانس التكوينات الجيولوجية

1–2– شكل المجرى المائي :

يعكس شكل المجرى المائي آلية عمل عوامل التعرية والمراحل التي وصل إليها ,بالإضافة إلى تأثير شكل وتعرجات المجرى في عمليات الجريان فيترتب عليها تناقص في سرعة المياه, فعرض المجرى المائي يتناسب عكسياً مع سرعة المياه , فالمياه تزداد سرعتها في المجاري الضيقة ذات الانحدارات الشديدة ومن ثم يسود النحت الرأسي وتقل في المجاري المتسعة. وعرض المجرى يتأثر بنوع الصخر والتراكيب الجيولوجية (2) فالمجرى الرئيس على المدرج الأول بالقرب من الحافة الأولى في حوض وادي زازا يظهر بشكل حرف (v) وتظهر فيه بعض الانعطافات التي تتبع الاتجاه العامل لتراكيب الجيولوجية والتي تقلل من سرعة المياه وكما ذُكر سابقاً يجب أن يكون موضع السدود الخراسانية ضيق وجوانب المجرى ضيقة وهو ما حدد نوعية سد وادي زازا, أما شكل المجرى على المدرج الثاني فيأخذ شكل حرف (U) منفتح , والحواف بعيدة وبالتالي فالسد الذي يحتاجه هو من النوع الركامي ومن خلال الصورة (45) يتضح لنا شكل مجرى وادي زازا بالقرب من الحافة الأولى

1– متولي عبدالصمد عبدالعزيز, رسالة دكتوراة غير منشورة, مرجع سابق ,ص 196-201

2– صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية, مرجعسابقوص110

صورة (45)

شكل مجرى وادي زازا

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

1–3– المساقط المائية : water falls

تمثل المساقط المائية موقع في مجرى النهر التي يشتد عندها الانحدار وتزداد عندها سرعة التيار المائي وبالتالي قدرتها على النحت في صخور القاع ويمكن إرجاع تكونها إلى وجود حواجز وطبقات صخرية صلبة قد تظهر مرتكزة بشكل مائل أو أفقي قليلاً في اتجاه أعالي المجرى(1) ويُطلق عليها سكان المنطقة اسم (معلقة) والصورة التالية (46) تبين لنا مسقط مائي معروف في المنطقة باسم معلقة إبراهيم

1– محمد صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية, مرجع سابق ص113

صورة (46)

أحد المساقط المائية

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

1–4– المنعطفات والالتواءات النهرية : Meanders

عبارة عن تقوسات و انحناءات في مجرى الوادي أو النهر تعود إلى طبيعة تكوينات القاع والضفاف وعمليات التعرية والإرساب التي تحدث في المجرى , وتتكون المنعطفات عندما يرتبط التيار المائي في مساره نحو المصب بأحد الجوانب المحدبة عند مدخل أحد التعرجات النهرية , ويرتد نحو الجانب المقعر منه الذي تنشط فيه عمليات النحت ويتجه بعد ذلك إلى الجانب الآخر أما الجانب المحدب فتقل عنده سرعة التيار مما يؤدي إلى الترسيب فيزداد تحدبه نحو الداخل(1), ومن ثم فإن هذه المواقع لا تصلح لإنشاء السدود وتوجد في منطقة الدراسة منعطفات هي انعكاس للتراكيب الجيولوجية التي أثرت على اتجاه مجرى الوادي محصورة ما بين نهاية مجرى وادي بويريف وبداية زازا ,وبالتالي فإن وجود هذه المنعطفات في نهاية مجرى بويريف إلى جانب بُعد المسافة من السهل الساحلي والتراكيب الجيولوجية ودرجة الانحدار هي من العوامل التي استثنت موقع إنشاء السد على مجرى بويريف وتم إنشاء على مجرى وادي زازا وذلك نظراً لوقوعه بالقرب من الحافة وكذلك عدم وجود منعطفات في الموقع تنشط فيها عمليات التعرية واستقامة المجرى بعد منعطفات قللت من سرعة المياة المندفعة والصورة التالية تبين انعطاف المجرى في نهاية مجرى بويريف (47)

1– انتظار مهدي عمران ," جيومورفية الجزر النهرية في شط الهندية " مجلة كلية التربية للعلوم التربوية والإنسانية, (جامعة بابل ,العدد 23, 2015)

صورة (47)

المنعطفات النهرية

المصدر: الدراسة الميدانية 2013 الموقع نهاية مجرى بويريف .

1–5– الخوانق النهرية :River Gorges

هي عبارة عن أجزاء من المجاري النهرية تتميز بارتفاع جوانبها وشدة انحدارها ويغلب فيها النحت الرأسي على النحت الجانبي ,وتنشأ الخوانق كأجزاء من المجاري ذات تكوينات جيولوجية أكثر صلابة , لذا يواجه الوادي صعوبة في شق مجرى له خلالها فتضيق قيعانها وتبدو جوانبها جرفيه مرتفعة وتشتد عندها سرعة جريان المياه والتعميق الرأسي لقنواتها , وتعتبر الصدوع أكثر العوامل المؤثرة في نشأة الخوانق كما هو الحال في مجرى معلقة إبراهيم الذي تبينه الصورة التالية (48) وهي مواضع لا تصلح لإنشاء وسائل لضبط الجريان السطحي نظراً لضيق مجاريها وشدة انحدار جوانبها على الرغم ما يميزها من شدة صلابة تكويناتها وقلة نفاذيتها(1) وتوجد هذه الخوانق على بعض روافد المدرج الأول .

2– ظاهرات الإرساب النهري :

لازالت مياه السيول تأتي بكميات من الرواسب في معظم الأودية تشارك بها في رواسب السبخات والسهول الفيضية أو في مصاطبها ,وتشكل ظاهرات الإرساب المائي أحد المقاييس الهامة التي تُشير لتباين مقدرة الماء على نقل المواد, فعندما تقل سرعة تدفق المياه في

1– أحمد محمد أحمد ," المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج دراسة جيومورفولوجية "(رسالة دكتوراة غير منشورة ,قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية , كلية الآداب , جامعة الإسكندرية , الإسكندرية ,2007), ص 247

صورة (48)

خانق نهري

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

مجرى الوادي تقل قدرته على حمل ونقل المواد وتبدأ مرحلة الترسيب سواء على طول المجرى أو في منطقة المصب وعلى عكس عملية الترسيب في منطقة المصب التي تتصف بالديمومة فإن عملية الترسيب على طول المجرى عادة ما تكون مؤقتة تعقبها مراحل متتالية من النحت مرتبطة بدرجة الانحدار وحجم التصريف ووجود العوائق وزيادة الحمولة النهرية(1), وتغطي الرواسب أجزاء من منطقة الدراسة متمثلة في :-

2–1– سهول البجادا :Bahadas

عبارة عن رواسب من الغرين والرمل والجلاميد والكونجلوميرات تكون موجدة عند أقدام السلاسل الجبلية , ويبدو مظهرها العام من خلال صور الأقمار الصناعية مثل المراوح , وتترسب بواسطة السيول المندفعة من المناطق الجبلية المرتفعة إلى الأرضي السهلية المنبسطة المتاخمة للجبال , ويعزى السبب في عملية الترسيب إلى الانخفاض المفاجئ في سرعة تدفق المياه ذلك بسبب التغير الكبير في درجة الانحدار وعندما تتمدد هذه المراوح وتتصل ببعضها تكون ما يعرف بالسيول الفيضية (2)كما تبينه الصورة (49)وهذا ما نلاحظه في المنطقة الممتدة أسفل وادي زازا فهي تمثل مناطق فيضية استغلت في الأنشطة الزراعية من قبل الدولة من خلال إقامة مشروع سهل بنغازي وكذلك منطقة غوط سلينه

1- زكريا هميمي , مرجع سابق , ص 320

2– ألفت بن حسين بن محمد ,"حوض وادي عسفان دراسة في الخصائص الطبيعية والإرسابات السطحية " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية العلوم الاجتماعية , جامعة إم القرى , المملكة العربية السعودية , 2004), ص217

صورة (49)

سهول الباجادا لحوض وادي زازا

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

2–2– المصاطب :

تتكون المصاطب النهرية من طبقات متعاقبة من الرواسب التي تتآلف عادة من الحصى والزلط و الكونجلوميرات و إرسابات التربة نتيجة لعمليات الترسيب التي تتعرض له الأودية , فهي تشير إلى مستويات الماء في السابق أو نتيجة لتغير مستوى القاعدة بالنسبة للمجرى الرئيسي وتعتبر المصاطب العلوية هي الأقدم فالمصاطب تزداد حداثة بالاتجاه إلى قاع المجرى وتنقسم إلى مصاطب مزدوجة أو مصاطب لا متماثلة وأيضا مصاطب سلمية ومتعاقبة التكوين ومصاطب مناخية(1) وتظهر المصاطب في مجرى وادي زازا من النوع اللامتماثل كما تبينه الصورة (50) وهي مواضع ليست ملائمة لإنشاء السدود إلا إذا تمت إزالتها وتعميق الحفر للوصول إلى طبقات مستقرة كذلك هذه المواضع جوانب المجرى فيها متباعدة فهي لا تناسب السدود الخرسانية

1– حسن سيد أبوالعينين , أصول الجيومورفولوجيا ,مرجع سابق, ص 419-423

صورة (50)

مصطبة بالقرب من السد

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

ثالثاً: عمليات تحرك المواد والظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عنها

هناك مجموعة من العوامل التي تؤثر في حركة المواد منها الجاذبية ودرجة الانحدار والهزات الأرضية وصلابة الصخور والتراكيب الجيولوجية والغطاء النباتي ودرجة تشبع المنحدرات بالمياه والأنشطة البيولوجية والأنشطة البشرية, هذه الحركة للمواد تأخذ أشكال متعددة منها :

أ- السقوط الصخري : Rock Fall

يعد السقوط الصخري من العمليات السريعة والمفاجئة التي تحدث من الحافات الصخرية العارية شديدة الانحدار إذا تسقط الكتل الصخرية وتصطدم بالأرض دون تعرضها للتدحرج ويحدث هذا نتيجة القطع التحتي للمنحدر أو بسبب زيادة ضغط الماء أو جذور النباتات في الفواصل والشقوق ,فعندما تتوافر الظروف الملائمة للسقوط الصخري وغالباً ما تتداخل مع بعضها من جاذبية أرضية وانحدار شديد وظروف مناخية وجيولوجية وجيومورفولوجية , فتتكون ميكانيكية الحركة وتغلب قوة الجاذبية الأرضية على قوة التماسك الصخري للمنحدر عند إذن تسقط الصخور من أعلى إلى أسفل على شكل قطع صخرية(1) , والصورة التالية (51) تبين أحد المواضع في مجرى الوادي الذي يشهد تساقط للكتل الصخرية والصورة (52) تبين ترميم مواضع السقوط فوق السد مباشرةً والتي تشكل ضرر عليه

1– ياسر محمد عبدالتميمي, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ص 83

صورة (51)

السقوط الصخري

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

صورة(52)

ترميم مواضع السقوط فوق السد

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

ب - زحف الصخور : Rock Creeping

هي حركة الكتل الصخرية على شكل زحف أو دون حدوث حركة دورانية للكتل فوق أسطح المنحدرات حيث إن وجود الفواصل والشقوق وما تحدثه من ضعف للتكوينات الصخرية تسهل من انقطاع الكتل من التكوينات الصخرية الأم وزحفها باتجاه أسفل المنحدرات ,كما أن لتعاقب عمليتي التمدد والانكماش وتأثير قوة الجاذبية الأرضية دور في تحريك المواد الصخرية بالإضافة إلى دور الأمطار الغزيرة الفجائية خصوصا بعد فترات الجفاف (1) وفيما يلي توضيح لعملية زحف الصخور على أحد جوانب مجرى الوادي صورة (53)

صورة (53)

زحف الصخور

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

1– ياسر محمد عبدالتميمي, مرجع سابق ص 83-84

ج– الحركة الدورانية للصخور : Rotation of Rock

هي عملية حركة دورانية للصخور باتجاه أسفل المنحدرات حول محور قريب من القاعدة , وعادة ما يرتبط الانقلاب بصخور لها نفاذية تفصلها شقوق وفواصل عن القواعد التي ترتكز عليها وتكون مليئة بالتربة ولا تحتمل أوزانها مما يؤدي إلى دورانها(1) كما تبينه الصورة (54)– (55) فالمنطقة القريبة من السد هي عرضة لهذا النوع من الحركة الطبيعية للمواد وهي تشكل خطر وأضرار على السد وملحقاته من غرف التحكم والطريق الموصل إليه .

صورة (54)

الدوران الصخري

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

1– ياسر محمد عبدالتميمي , مرجع سابق ص86

صورة (55)

كتل صخرية متهيئة لعملية الدوران

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

د– انسياب المواد الترابية :

يساعد على شدة انسيابها شدة تشبعها بكميات كبيرة من المياه وتحدث على شكل غطاءات مختلفة الأحجام وتتدفق بسرعة على أسطح المصاطب والمنحدرات وعلى الطرقات(1) كما هو موضح في الصورة (58) التي تبين انسياب المواد الطينية على الطريق المؤدية إلى موقع السد

1– حسن سيد أبوالعينين , أصول الجيومورفولوجيا ,مرجع سابق, ص 332

صورة (56)

انسياب المواد الترابية على الطريق

المصدر : الدراسة الميدانية 2015

الفصل الثالث: التحليل المورفولوجي لحوض الوادي وشبكته التصريفية

أولاً:- المعاملات المورفومترية لحوض الوادي

ثانياً :- المعاملات المورفومترية لشبكة التصريف المائي

مقدمة :

كما هو معروف إن التحليل المورفولوجي هو دراسة كَمية لخصائص الأحواض التجميعية سواءً من حيث تحليل متغيرات الشكل والمساحة والمتغيرات التضاريسية أو تحليل معاملات شبكات التصريف المائية ,هذه الخصائص تتأثر بدرجة كبيرة بالتكوينات الجيولوجية والعوامل المُناخية وحالة الغطاء الطبيعي حسب كل منطقة ومن ثم فإنها تفيد في معرفة ودراسة طبيعة الجريان الذي تشهده الأودية. وسوف نتناول في هذا الفصل دراسة المعاملات المورفومترية الخاصة بحوض الوادي والمعاملات المورفومترية الشكلية لشبكة تصريفه ومدى تأثيرها على تحديد موضع سد وادي زازا .

أولاً– المعاملات المورفومترية لحوض الوادي : Form Characteristics

أ– معاملات المساحة والأبعاد :Area and dimension coefficients

1– مساحة الحوض : Drainage Basin

تعتبر مساحة الحوض حسب تعريف "Leopold 1934" هي تلك المساحة التي تمد مجرى أو مجموعة من المجاري بالماء ويسهل التعامل مع هذه الوحدة المساحية من حيث تحديد العمليات الجيومورفولوجية التي تسود بها وكذلك تحديد العناصر المُناخية ومدى تأثيرها وخاصةً الأمطار(1) , وهي أيضا كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر أو الوادي. و للمساحة دلالة مهمة على الوضع المحلي لمنطقة الدراسة بالنسبة إلى محيطها الإقليمي ومدى تأثيرها فيه وتأثرها به وهي من أهم الخصائص في حساب الكثير من المقاييس المورفومترية , وهي العامل المحدد والمؤثر على حجم التصريف في الحوض بشكل واضح إذا كانت جميع العوامل الأخرى ثابتة مثل الخصائص الليثولوجية للصخور والبنية الجيولوجية والغطاء النباتي والظروف المُناخية, فكلما زادت مساحة الحوض مع انتظام الشكل زادت كمية الأمطار التي يستقبلها مما يؤدي إلى زيادة حمولته ولكن قد يُعرضها للضياع بالتسرب والتبخر المباشر(2) وتتطور المساحة وتتباين بين الأحواض نتيجة لاختلاف الظروف المُناخية السابقة والبنية الجيولوجية لها والمرحلة العمرية التي تمر بها ومدى تطور نمو شبكات تصريفها التي بدأت مباشرة بعد تشكيل مجرى مائي ارتبط بحدوث زيادة ملحوظة في كل من عمق وكمية وانحدار وسرعة جريان المياه السطحية مما أهله إلى ممارسة حفر رأسي تراجعي باتجاه مناطق تقسيم المياه, أدي إلى زيادة في مساحة التغذية المائية للمجرى ويتم ذلك على حساب مناطق تقسيم المياه التي تخضع تدريجياً للنشاط الحتي التراجعي والتذبذب (3)وتقاس المساحة

1– متولي عبد الصمد عبدالعزيز , رسالة دكتوراة غير منشورة, مرجع سابق ,ص 61

2– محمد فؤاد عبدالعزيز,عبدالعزيز , محمد فؤاد, "حوض وادي الأسيوطي دراسة جيومورفولوجية",(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب, جامعة طنطا, 2002)ص76

3– حسن رمضان سلامة ,أصول الجيومورفولوجية ,(عمان,دار المسيرة للنشر والتوزيع , الطبعة الأولى 2004)ص 17.

بعد تعيين حدود حوض التصريف بعدة طرق منها استخدام جهاز البلانيميتر على الخريطة الكنتورية أو بطريقة المربعات, أو عن طريق الصور الجوية والمرئيات الفضائية وذلك باستخدام برامج حاسوبية , وقد بلغت مساحة حوض وادي زازا 898.7 كم$_2$ *, وتعتبر كبيرة مقارنة بمساحة أحواض الأودية القريبة في المنطقة, وهي تفترش منطقة تمتد من المدرج الثاني إلى المدرج الأول ثم السهل الساحلي ومن ثم فهو عرضة لاستقبال كمية كبيرة من الأمطار

2– أبعاد الحوض وتشمل

2-1– طول الحوض :basin length

يعتبر طول الحوض أحد الأبعاد الرئيسية التي يتم قياسها بهدف حساب بعض المقاييس المورفومترية الأخرى التي تصف أشكال هذه الأحواض ولإيضاح خصائصها التضاريسية, ويؤدي طول الحوض دوراً مهما في عملية الجريان السطحي حيث يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية كما تتناسب معدلات التسرب والتبخر مع طول الحوض تناسبا طرديا وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية بالاتجاه نحو مصب الحوض بسبب قلة انحدار السطح واتساع القنوات والمجاري المائية (1), ويتأثر طول الحوض بعدة عوامل وعمليات يأتي في مقدمتها اتجاهات نمو المجاري المائية الخاضعة بدورها لاتجاهات الصدوع ومحاور المنخفضات الطوبوغرافية واتجاهات منحدراتها وعمليات الحت التراجعي وتقدم الدلتاوات والمراوح الفيضية باتجاه السهول الساحلية والبحار كما يرتبط طول الحوض ارتباطاً وثيقاً بالمساحة (2), وتوجد العديد من الطرق لقياس طول الحوض وقد حددها تشورلي وهي كما يلي:-

2–1–1- طريقة (Maxwell 1960)قياس طول خط موازي للقناة النهرية الرئيسية من المصب إلى المنبع ,ويطلق على هذا المتغير اسم طول الشبكة.

2- 1-2- تحديد نقطة تقع على المجرى الرئيسي وفي نفس الوقت تقع على خط منتصف مساحة الحوض ,والمساحة المحصورة بين نقطة المصب ونقطة المنتصف تمثل نصف طول الحوض , ويمكن صياغتها في المعادلة الآتية :

$L = 2 \times Lca$ حيث L = طول الحوض

Lca = المساحة المحصورة بين نقطة المصب والنقطة المنصفة لمساحة الحوض على طول المجرى الرئيسي , ولكن يعاب على هذه الطريقة صعوبة قياسها و تستهلك الكثير من الوقت على الرغم من دقتها في حالة دقة القياس .

2-1-3-طريقة (Schumm,1956) تحديد طول الحوض عن طريق قياس أقصى طول بين

---

*حسبت باستخدام برنامجArc map 9.3

1– متولي عبد الصمد ,رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجع سابق ص 80

2- غزوان سلوم ,حوض وادي القنديل دراسة مورفومترية ,مقالة, مرجع سابق ص401-402

نقطة المصب وأبعد نقطة تقع على محيط الحوض , وقد اعتمدتُ على هذه الطريقة في قياس طول الحوض (1), وقد بلغ طول حوض وادي زازا 65.6 كم*.

2– 2– عرض الحوض : Basin Width

العرض الحوضي له أهمية عند دراسة شكل الحوض التصريفي فهو طرف في تحديد هذا الشكل بالإضافة لارتباطه بالعديد من المعاملات المورفومترية(2) ويؤثر هذا المقياس على كمية التلقي من التساقط والجريان والتسرب وكذلك التبخر والنتح فكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من التساقط ومن ثم زيادة الجريان السطحي(3),ولكن درجة خطورة الجريان متوقفة على الشكل الذي يتخذه الحوض فزيادة اتساع الحوض على جانبي محورة وتوزيع المجاري بحيث يقترب من الشكل المستدير ينجم عنه قمة فيضان عالية وخطيرة وعلى العكس من ذلك عندما يكون الاتساع مركز في جهة واحدة ويتخذ شكل المثلث فإن قمة الفيضان ستكون منخفضة. ويتأثر اتساع عرض الحوض بشكل توزيع المجاري المائية والتي بدورها تتأثر باتجاهات الصدوع وزوايا تقاطعها مع محور الحوض وتوزيع المرتفعات بالنسبة لمحور الحوض وبعدها عنه كما هو الحال مع اتجاه مجرى وادي زازا حيث تأثر باتجاهات الصدوع والفواصل والاتجاه العام للمنحدرات ونمط تطورها(4), وتوجد عدة طرق لحساب عرض الحوض منها:-

2–2–1–رسم عدة خطوط متوازية من المصب إلى المنبع وحساب متوسط مجموع أطوالها الذي يمثل اتساع الحوض .

2–2– 2– حساب أقصى اتساع ويتمثل بأبعد نقطتين متقابلتين عن محور الحوض .وهي الطريقة التي اعتمدنا عليها في حساب عرض حوض وادي زازا والذي بلغ 20كم* .

2–2–3– قسمة المساحة على الطول(5),

2–3– المحيط الحوضي : basin perimeter

يعتبر طول المحيط الحوضي بمثابة خط طول خط تقسيم المياه بين أحواض التصريف , و يرتبط محيط الحوض كمتغير مورفومتري بالعديد من الخصائص المورفومترية الأخرى التي

1– متولي عبد الصمد , ,مرجع سابق ص 80

*حسبت باستخدام برنامجArc map 9.3

2-فتحي عبدالعزيز أبو راضي ,مناهج ووسائل وأساليب البحث في الجيومورفولوجيا ,(دار المعرفة الجامعية , الإسكندرية ,2008 ,) ص122-123

3- محمد صبري محسوب ,مرجع سابق ,ص 150

4– نبيل صبحي الداغستاني , ومصطفى حمدي بن عامر, مرجع سابق ,ص 245-246

5- غزوان سلوم ,حوض وادي القنديل دراسة مورفومترية ,مقالة, مرجع سابق ص402-403

تعبر عن أشكال الأحواض التصريفية وتضاريسها فهو يشكل حجر الزاوية في حسابها مثل شكل الحوض وعرضه واستطالته واستدارته(1), ويتأثر محيط الحوض بشكل مباشر بتطور المجاري المائية من الرتبة الأولى ونموها وبعمليات الأسر النهري ونشوء المجاري الموسمية عقب كل عاصفة مطرية ,كما يتأثر بتراجع المنحدرات وبتوزيع الصدوع وامتدادها وينعكس تكرار مجاري الرتبة الأولى بشكل واضح على زيادة تعرج المحيطات(2) , ويعد في الواقع من أيسر المتغيرات المورفومترية في قياسه سواء بواسطة عجلة القياس أو بواسطة طريقة الخيط التقليدية وذلك بتتبع خطوط تقسيم المياه التي تفصل الحوض عن الأحواض المجاورة أو بواسطة البرامج الحاسوبية وقد بلغ محيط حوض وادي زازا 190كم *.

ب– معاملات شكل الحوض :Basin shape

تفيد دراسة شكل الحوض في تفهم تطوره الجيومورفولوجي, والعمليات التي أسهمت في ذلك وأيضا إجراء مقارنات دقيقة بين الأحواض وترتيبها وتصنيفها وفق دلائل كمية مؤكدة ضمن كل مجموعة شكلية(3)وكذلك ربطها بالخصائص الهيدرولوجية لنظام التهاطل الذي يفرض شروطه على نظام الجريان السطحي ومن ثم تحديد درجة أخطار الفيضانات ومن ثم وضع المعايير الهندسية لإنشاء السدود, وقد أكدت دراسات كل من (morisawa 1968) و (Chorley 1973) و(Goudie 1993) أن الأحواض ذات الشكل المستطيل أو القريب منه تتميز بفيضانات أقل خطراً من بقية الأحواض وبطول فترة التصريف التي تتناسب طردياً مع مدى استطالة الحوض , كما يكون تصريف المياه من الحوض على شكل دفعات مائية متواصلة ومتقاربة في الحجم , وذلك لوصول الماء إلى مصب الحوض بشكل متتال وزمن متعاقب ,وعلى العكس منه تتميز الأحواض المستديرة أو القريبة من الشكل المستدير بفيضانات أكبر خطورة من سابقتها وذلك لوصول كتلة المياه الجارية على شكل دفعة واحدة إلى مصب الحوض ,مما يجعلها ذات قدرة كبيرة على الحت وتكون قمة الفيضان في الأحواض ذات الشكل الأقرب إلى الاستطالة منخفضة وعلى العكس منها في الأشكال المستديرة تكون حادة وواضحة , ويتم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة مثل الدائرة المستطيل المربع , وكذلك من خلال دراسة الشكل العام له من حيث الانبعاج و الاندماج ومن خلال قياس النسبة بين الطول والعرض(4)وقد تعددت المعاملات التي تقارن أشكال الأحواض بالأشكال الهندسية :-

1- معامل الاستطالة :Ratio Elongation

يشير المدلول الجيومورفولوجي لهذا المعامل إلى تشابه الحوض بالشكل المستطيل عندما تنخفض قيمته وتقترب من الصفر وعندما ترتفع إلى الواحد صحيح يقترب من الشكل الدائري. ويرى(smith 1950) أن الأحواض التي تخترق تكوينات جيولوجية متنوعة وغير

1– سامية عواد الأنصاري, تطبيقات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية في دراسة البيئة العاملية لحوض وادي فاطمة بالمملكة العربية السعودية, قسم الجغرافيا ,(كلية الآداب , جامعة الملك عبد العزيز,2014,)ص 14

2- غزوان سلوم , مرجع سابق, ص 403 – 404

* حسبت باستخدام برنامجArc map 9.3

3- محمد صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية, مرجع سابق و ص 151

4– غزوان سلوم , مرجع سابق 405-406

متجانسة أو مناطق تأثرت بعمليات التصدع والالتواء تميل إلى اتخاذ الشكل المستطيل دون أن يكون لعمليات الحت دورا في ذلك(1), والأحواض المستطيلة عرضة للفقد المائي عن طريق التبخر والتسرب بسبب طول المسافة المقطوعة خاصة في الأقاليم الجافة الحارة, ويكون الناتج الرسوبي فيها محدود بسب انخفاض تصريفها المائي وقلة انحدارها وضعف طاقتها الحتية ,فهي تؤثر على الخصائص الهيدرولوجية من خلال تزايد أعداد الرتب الدنيا وقلة أطوالها ويزيد طول المجرى الرئيسي مما يؤدي إلى تناقص كمية التصريف المائي , وتكون مناطق تقسيم المياه في هذه الأحواض المستطيلة أكثر ضيقا وأقل تعرجا وأكثر انتظاما , ويتم قياس هذا المعامل من خلال المعادلة التالية (2):-

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض كم } 2}{\text{طول الحوض كم}}$$

$$\text{حيث إن قطر الدائرة المساوي لمساحة الحوض} = \sqrt{\text{مساحة الحوض} \times \frac{7}{22}}$$

وقد وصل معدل الاستطالة في حوض وادي زازا إلى 0.52 وهذا يدل على أن الحوض قريب من الاستطالة أكثر منه من الاستدارة ومن ثم فان هذا سيترتب عليه فاقد في الماء وعليه يجب تحديد المجاري الفعلية للحوض بحيث يكون السد قريب من نهايتها .

2- معامل الاستدارة : Circulation Ratio

توضح النسبة مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم وتكون النسبة بين 0-1 , فيكون الشكل قريب من الاستدارة عندما يقترب من الواحد صحيح وهذا يدل على التقدم في الدورة التحاتية, وإذا كان العكس دل على وجود تعرجات وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه وزيادة أطوال القنوات النهرية ذات الرتبة الأولى ذات النحت التراجعي (3), ويرى "سلامة" أن استدارة الأحواض تصف مدى تعرج أو تداخل خطوط تقسيم المياه فيها مع الأحواض المجاورة لها , وأن أقصى مرحلة يمكن أن تصل إليها هي عندما تحتفي هذه التعرجات ويصبح محيطها منطبقا تماما مع محيط الدائرة ,وبذلك يتساويا في المساحة وفي هذه الحالة توصف بأنها بلغت قمت التطور والحت الجانبي والتراجعي , ولكن الاختلاف والتباين في المساحة والاستدارة يحمل دلالات ومؤشرات هي :-

2-1-ترتفع نسبة الاستدارة في الصخور الضعيفة لارتفاع معدلات الهدم فيها.

2-2- ترتفع نسبة الاستدارة في الأقاليم المُناخية الرطبة بسبب وفرة الأمطار وارتفاع كميات التصريف المائي للازمة لممارسة النشاط الحتي.

1–آمنة بنت احمد علاجي, رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص 60

2–نزيه على محمد, رسالة ماجستير غير منشورة مرجع سابق ص 120

3– يحيى محمود سعيد , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق , ص70

2-3- يشير ارتفاع نسبة الاستدارة إلى كبر المساحة الحوضية

2-4- تساهم الأحواض المائية المستديرة بكميات عالية من الناتج الرسوبي .

2-5- قد تنتج استدارة الحوض عن عوامل تكتونية بحيث لا تعكس فاعلية الحت والتطور الزمني لشكل الحوض .(1) وتستخرج هذه النسبة من العلاقة التالية :-

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{4\ \text{ط}(\text{الحوض مساحة كم})}{\text{مربع محيط الحوض}}$$ (2)

وقد وصل معدل الاستدارة في حوض وادي زازا إلى 0.31 وهو ما يدل على ابتعاده من الشكل الدائري , وهذا ما يعزز نتيجة معامل الاستطالة .

3 – معامل الشكل : from factor

اقترح (Horton 1932) هذا العامل الذي يعطي مؤشرا على مدى تناسق أجزاء الحوض وانتظام شكله العام معتمداً في ذلك على العلاقة بين متغيري المساحة والطول بالنسبة للأحواض, وذكرى أن قيم معامل الشكل تتراوح بين الصفر للأحواض المستطيلة وبين 0.754 خاصة للأحواض المستديرة , فيما تعبر القيم المنخفضة على استطالة الحوض وصغر مساحته بالنسبة لطوله , أما القيم المرتفعة تدل قرب الحوض من الشكل المربع وعلى سرعة تدفق المياه والوصول إلى مرحلة الذروة في الجريان, فهذا المعامل يصف مدى انتظام عرض الحوض المائي على طول امتداده من منطقة المنبع حتى بيئة المصب , فمع ثبات طول الحوض فان عرضه يخضع لعدة أشكال منها المستطيل إذا كان طوله أكبر من عرضه أو الشكل المربع إذا تساوى كل من الطول والعرض (3) ويمكن الحصول على هذا المعامل من خلال المعادلة التالية:–

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\text{مساحة كم2الحوض}}{\text{مربع طول الحوض كم}}$$

وقد وصل القيمة في حوض وادي زازا إلى 0.20 وهي تدل على أن شكل الحوض قريب من الشكل المستطيل ويعزز باقي نتائج المعاملات.

4- معامل الانبعاج : Lemniscate Ratio

لا تميل الأحواض المائية عادة إلى اتخاذ الشكل الدائري ولكن أغلب الأحواض المتناسقة تأخذ

1–آمنة بنت احمد علاجي, رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص61-65

2– حنان بنت عبد اللطيف بن حسن , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق 153

3–يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق , ص72

الشكل الكمثري ولذلك اقترح (Chorley 1957) هذا المعامل ليقيس مدى انبعاج محيط الحوض وعلاقته بالطول , فهو يعالج بعض سلبيات معدل الاستدارة حيث يندر وجود أحواض مستديرة تماما فعادة تأخذ الأحواض شكل القطع الناقصة ولذا فقد شبه شكل الحوض بشكل قطرة الماء وتشير القيم المنخفضة فيه إلى زيادة انبعاج شكل الحوض وتفلطحه وبالتالي زيادة أطوال المجاري وأعدادها في الرتب الدنيا في نطاقات خطوط تقسيم المياه وسيادة عمليات النحت الراسي والجانبي لفترة زمنية طويلة(1), مما يشير إلى تقدم الأحواض في مراحل دوراتها التحاتية ,في حين تشير القيم المرتفعة إلى استطالة الأحواض وابتعادها عن الشكل المنبعج ويمكن الحصول على هذا المعامل من خلال تطبيق المعادلة الآتية :-

$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{(\text{مربع طول الحوض})}{4\times \text{مساحة الحوض}}$$ (2)

فمعدل الانبعاج في حوض وادي زازا وصل إلى 1.19 .

5- معامل الاندماج أو التماسك : Compactness factor

لقد أشار (Horton 1932) إلى هذا المعامل الذي يوضح مدى تجانس وتناسق شكل المحيط الحوضي مع مساحته التجميعية وقرب أو بعد المحيط من مركز الحوض , بالإضافة إلى درجة انتظام وتعرج خط تقسيم المياه ومدى تطور المرحلة الجيومورفولوجية التي قطعها , ويشبه هذا المعامل معدل الاستدارة ولكنه يقيس الشكل بدلالة المحيط الحوضي كأساس للقياس, وتشير القيم المنخفضة إلى أن الأحواض قطعت شوطاً من مراحل تطورها التحاتي وتناسق أشكالها , أما القيم المرتفعة فتشير إلى عدم تجانس محيط الحوض مع مساحته التجميعية أي تتميز بمحيط طويل على حساب مساحتها وترتفع فيها نسبة التعرجات وتقل درجة انتظام الشكل الحوضي ويمكن استخراج هذا المعامل من خلال تطبيق المعادلة التالية

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض كم}}{\text{محيط الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض كم}}$$ (3)

وقد وصل معامل الاندماج في حوض وادي زازا إلى 1.02 وهي متوسطة نوعا ما من حيث تناسق المحيط مع الشكل

6 - نسبة الطول /العرض الحوضي :Length / width Ratio

وهو من المعاملات المورفومترية المبسطة لقياس استطالة الأحواض وبمعنى آخر تعبر عن النسبة بين الطول والعرض الحوضي , وتدل القيم المرتفعة لهذه المعامل إلى شدة استطالة شكل الحوض والعكس من ذلك القيم المنخفضة تدل على بعد الشكل عن الاستطالة , ويتشابه في

1– أحمد محمد أحمد , رسالة دكتوراة غير منشورة , مرجع سابق , ص 53

2– محمد عطايا العلواني , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ,ص 102

3– متولي عبدالصمد ,رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجع سابق ص92

المدلول الجيومورفولوجي لنتائجه مع معدل الاستطالة ويحسب عن طريق المعادلة التالية :-

$$\text{نسبة الطول /العرض الحوضي} = \frac{\text{الطول الحوضي كم}}{\text{العرض الحوضي كم}} \quad (1)$$

وقد وصلت القيمة في حوض وادي زازا إلى3.28 وهي تدل على قرب الحوض من الشكل المستطيل .

7-التعرج النسبي للمحيط الحوضي :Relative Perimeter Crenulation

يمثل هذا المعامل طريقة أخرى لقياس شكل الحوض, ويعبر عنه بالنسبة بين مربع المحيط الحوضي كم على المساحة الحوضية كم2 ,وتشير القيم المرتفعة إلى زيادة التعرجات في خطوط تقسيم المياه بالنسبة للأحواض وبعدها عن الشكل الدائري وأيضاً حداثة دورتها الجيومورفولوجية وتتراوح القيم ما بين 20 وأقل للأحواض المستديرة ومن 20-40 للأحواض البعيدة عن الاستدارة, ويمكن الحصول على هذا المعامل من خلال تطبيق المعادلة التالية :-

$$\text{التعرج النسبي للمحيط الحوضي} = \frac{(\text{مربع محيط الحوض كم})}{\text{المساحة الحوضية كم}} \quad (2)$$

وقد بلغت قيمة التعرج النسبي في حوض وادي زازا إلى 40.1 وهو ما يتفق مع معدل الاستدارة ومعدل الاستطالة في بعد شكل الحوض عن الشكل الدائري.

1– محمد عطايا العلواني , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق , ص107-108

2– أحمد محمد احمد ,رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجع سابق ص 54

ج - المعاملات التضاريسية للحوض : Topological Characteristics

تعتبر الخصائص التضاريسية نتاج العلاقة المتبادلة بين عاملين الأول أثر فعل عوامل التعرية والتجوية والعامل الثاني نوع الصخر وخصائصه الليثولوجية والبنيوية , فهي تحدد عامل التعرية وقوته في تشكيل سطح الأرض وإلقاء الضوء على ملامح الأحواض ومدى التشابه والاختلاف بينها والمرحلة العمرية المقطوعة من دورتها التحاتية وقد تم ذلك من خلال دراسة بعض المعاملات لمعرفة الخصائص التضاريسية لحوض الوادي :

1- معامل التضرس : Relief Ratio

يرتبط معدل تضرس الحوض بمُناخ وجيولوجية المنطقة ونوعية الصخور في حوض التصريف ومدى استجابتها لنشاط عمليات التعرية ويفيد في معرفة مدى تضرس الأحواض ودرجة انحدارها ,ويعبر عن مدى التضرس الحوضي بالنسبة لطول الحوضي من حيث الارتفاع والانخفاض ,وتتراوح قيمته بين الصفر والواحد صحيح فالقيم المنخفضة تدل على كبر مساحة الحوض ونشاط عمليات النحت والتراجع نحو المنبع ,مما يدل على تقدم الحوض في دورته التحاتية (1),في حين تشير القيم المرتفعة إلى صغر المساحة التجميعية و إلى التضرس الشديد لأسطح الأحواض وزيادة درجة الانحدار , وترتفع قيمة هذا المعدل بزيادة الفارق بين منسوب أدنى وأعلى موضع أو نقطة في الحوض أي تتناسب قيمة هذا المعدل طردياً مع درجة تضرس الحوض فكلما كان الناتج كبير دل على تضرس الحوض, ومن ثم يترتب على ذلك زيادة الكثافة التصريفية والتكرار وعمق المجاري والتصريف المائي والقوة الحتية والناتج الرسوبي مما يحقق زيادة تابعة في وعورة السطح ومعدل التشعب والرتب لنهرية (2)

$$\text{معامل التضرس} = \frac{\text{تضاريس الحوض(أعلى نقطة – أدنى نقطة)م}}{\text{الطول الحوضي كم}}$$

فمعدل التضرس في حوض وادي زازا بلغ 10.46 وهو معدل متوسط إذ أن قيم معدل التضرس محصورة ما بين 1 – 20.

2- التضاريس النسبية : Relative Relief

وهي النسبة بين التضاريس الحوضية بالأمتار ومقدار المحيط الحوضي بالكيلومتر ويمكن معرفتها من خلال قسمة تضاريس الحوض بالمتر على طول محيطه بالكيلومتر ثم ضرب الناتج في 10 (3) وهناك علاقة عكسية بين القيم المنخفضة للتضاريس النسبية

1-أحمد محمد أحمد , رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجع سابق , ص 56

2– آمنة بنت احمد علاجي ,رسالة ماجستير غير منشورة, مرجع سابق ,ص 72

3- أمينة صالح عبدالله "حوض وادي السيرات دراسة جيومورفومترية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية Gis " (رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا, مركز البحوث والدراسات العليا , جامع السابع من أبريل ,الزاوية, 2007) ص 59-61

والأحواض كبيرة المساحة وهذا مؤشر على ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية والنحت الرأسي نحو المنبع وتقويض مناطق تقسيم المياه وبالتالي إمكانية حدوث أسر نهري مما يشير إلى التقدم في الدورة التحاتية , أما القيم المرتفعة تدل على صغر الساحة الحوضية ومقاومة الصخر وضعف عوامل التعرية وشدة التضرس (1).

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض(أعلى نقطة – أدنى نقطة)م}}{\text{المحيط الحوضي م}} \times 100$$

وبلغت نسبة التضاريس النسبية0.36 وهي قيمة قد تكون منخفضة نوعا ما.

3– التكامل الهبسومتري : Hypsometric Integral

يعد من أدق المعاملات المورفومترية في قياس درجة تضرس السطح ومعرفة الدورة التحاتية المقطوعة للأحواض التصريفية ,كما تدل القيم المرتفعة على كبر المساحة الحوضية كنتيجة لعظم الكثافة التصريفية للأحواض , وهذا يعني أن قيم التكامل الهبسومتري تتناسب طردياً مع الفترة التي قطعها الحوض في دورته التحاتية والعكس صحيح , فانخفاض قيم هذا المعامل تدل على حداثة عمر الحوض من جهة وصغر مساحته الحوضية من جهة أخرى , وأنه لايزال في بداية دورته التحاتية ويمكن استخراجه من خلال المعادلة التالية:-

$$\text{التكامل الهبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض كم2التصريفي}}{\text{تضاريس الحوض(أعلى نقطة–أدنى نقطة)م}}$$

وقد بلغت قيمة التكامل الهبسومتري لحوض لوادي زازا(1.3) وهذا يعني أن الحوض في بداية دورته التحاتية(2).

4- قيمة الوعورة :

يعكس هذا المعامل درجة تقطع الحوض بالمجاري المائية , وترتفع قيمة الوعورة عند ارتفاع التضاريس النسبية الحوضية إلى جانب الزيادة في المجاري المائية على حساب المساحة الحوضية وترجع أهمية هذا المعامل في إنه يعالج ثلاثة متغيرات (تضاريس الحوض , أطوال المجاري , مساحة الحوض) ونجد أن قيمة الوعورة تنخفض في أول مراحل الدورة التحاتية للحوض ثم تبدأ في التزايد التدريجي حتى تصل إلى حدها الأقصى عند نهاية الدورة, وتفاوتت القيمة في دراسة سترايلر لبعض أحواض الولايات المتحدة ما بين 0.06 إلى 1 للأحواض الهينة وأكثر من واحد صحيح لأحواض الأراضي الوعرة ,وتُستخرج القيمة عن طريق المعادلة

1– ادريس على سلمان "مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) مجلة جامعة جازان – للعلوم الإنسانية (جامعة جازان ,المجلد الثالث , العدد الأول ,2014) ص 36 - 37

2– كريمة الهادي سالم " التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي الهيرة دراسة جيومورفومترية "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,الدراسات العليا جامعة طرابلس , طرابلس ,2015) ص 103-104

الآتية :-قيمة الوعورة = $\frac{\text{الفرق بين أعلى وادنى نقطة في الحوض} \mathbf{X} \text{ كثافة التصريف}}{1000}$

وقد بلغت قيمة الوعورة في حوض وادي زازا 4.8 ويعزى ارتفاع قيمة الوعورة إلى زيادة أعداد وأطوال المجاري وتنوع التكوينات الصخرية (1).

5 - نسبة التقطع (معامل النسيج الحوضي)

يعبر هذا المعامل عن درجة تقطع الحوض بالمجاري المائية يقيس هذا المعامل مدى تقطع وتقارب المجاري المائية (شبكة التصريف)دون وضع أطوالها في الاعتبار ,ويتأثر هذا العامل بعدة عوامل كالمُناخ والتكوينات الجيولوجية والنبات الطبيعي والمرحلة التي يمر بها الحوض ,وتزداد خطورة الأحواض المائية بزيادة قيمة هذا المعامل (2) ,وقد وضع Smith تقسيم لأحواض التصريف وفق نتائج النسيج الحوضي إلى ثلاثة فئات:-

- الفئة الأولى تتضمن الأحواض ذات النسيج الخشن التي يقل فيها المعدل عن 4 مجاري /كم$_2$

- الفئة الثانية تتضمن الأحواض ذات النسيج المتوسط التي يتراوح فيها المعدل ما بين 4 – 10 مجرى / كم$_2$

- الفئة الثالثة تتضمن الأحواض ذات النسيج الناعم التي يزيد فيها المعدل عن 10 مجاري /كم$_2$ويستخرج هذا المعامل بحصر كافة أعداد المجاري وفق المعادلة الأتية :

نسيج الحوض = $\frac{\text{مجموع أعداد المجاري في الحوض للرتب جميعاً}}{\text{المحيط محيط الحوض كم}}$ (3)

وقد بلغت قيمة هذا المعامل في حوض وادي زازا 89.9 مجرى / كم2 , وهو من النوع الناعم وفق التصنيف الذي وضعه Smith (, 1950).

1- المرجع السابق ,ص 103-104

2– طلال مريوش جاري , ضياء الدين الحسين "مورفومترية حوض نهر الزعفران شمال شرق محافظة ميسان دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية " مجلة كلية التربية – واسط (جامعة واسط ,كلية التربية , قسم الجغرافية .العدد العاشر) ص 343

3- محمد فؤاد عبد العزيز ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص 135

ثالثاً : المعاملات المورفومترية لشبكة التصريف المائي

أ: المعاملات المورفومترية لشكل شبكة التصريف

تعتبر الأمطار أهم مصدر للجريان المائي السطحي المسؤولة عن نشأة المجاري المائية وذلك بعد أن تصل التربة عند المنابع إلى درجة التشبع فالجريان لا يلبث أن يتحول إلى جريان وفق مسارات واضحة حتى يزيل المواد الصخرية المفتتة (1), وتشكل مجموعة من المسارات والمجاري غير المنتظمة تسير فوق أسطح غير متجانسة فهذه المجاري المائية تمثل العنصر الخطي من أحواض التصريف النهري, في حين تمثل سطوح المنحدرات العنصر المساحي . وهي بمنزلة طرق مواصلات طبيعية تقاس على أساسها فعالية الشبكة المائية وقدرتها على نقل الماء الجاري والحمولة الرسوبية من مختلف أنحاء الحوض إلى مصبه فهي تحمل على عاتقها مسؤولية نشأة وتطور الحوض النهري , وخلق التوازن الجيومورفولوجي فيه استجابة لأي تغيير مُناخي أو هيدرولوجي أو جيولوجي أو جيومورفولوجي ويتمتع كل حوض بمجموعة من الخصائص الكمية الهندسية التي تُميز خصائصه المساحية و الخطية والتضاريسية عن أحواض التصريف النهرية الأخرى , ويعد (Horton 1945) أول من صنف شبكات التصريف داخل الأحواض النهرية فعمد إلى وصفها وصفاً كمياً (مورفومترياً) ثم أوجد العلاقة بين كل من شبكة التصريف وأعداد المجاري ورتبها ومتوسط أطوالها وانحدارها, ومن ثم تعددت طرق تصنيف شبكة المجاري النهرية الرتب كما هو موضح في الشكل (18) , منها استرالر (strahler 1952) وشريف (shereve 1967) وشيدجر (scheidegger 1965) و ولدنبرج (woldenberg 1966) وسمارت (smart 1977) , وقد اعتمدتُ على طريقة استرالر المعدلة على هورتون إذ تناولتها واعتمدت عليها أغلب الدراسات المورفومترية , وتتلخص في أن شبكة التصريف تشمل كل المجاري النهرية دائمة أو متقطعة الجريان والتي لها جوانب واضحة ,وأن المجاري المائية الصغيرة (أطراف الأصابع) التي لا يصب فيها أي مجاري أخرى هي مجاري من الرتبة الأولى , واتحاد كل اثنين من الرتبة الأولى يكونان مجرى من الرتبة الثانية والذي يمتد بدوره ليتصل بمجرى آخر من الرتبة الثانية ليشكلا معا مجرى من الرتبة الثالثة وهكذا , ودخول أي رافد من مرتبة أدنى على مرتبة أعلى لا يؤثر في الترتيب والتصنيف ويمثل المجرى الرئيسي أعلى رتبة نهرية حيث تصل إليه المياه والرواسب من بقية مجاري الشبكة(2), وفيما يلي دراسة لعدد من المتغيرات الهامة التي ترتبط بخصائص شبكة التصريف المائي بحوض وادي زازا :-

1– تحليل الرتب : Orders analysis

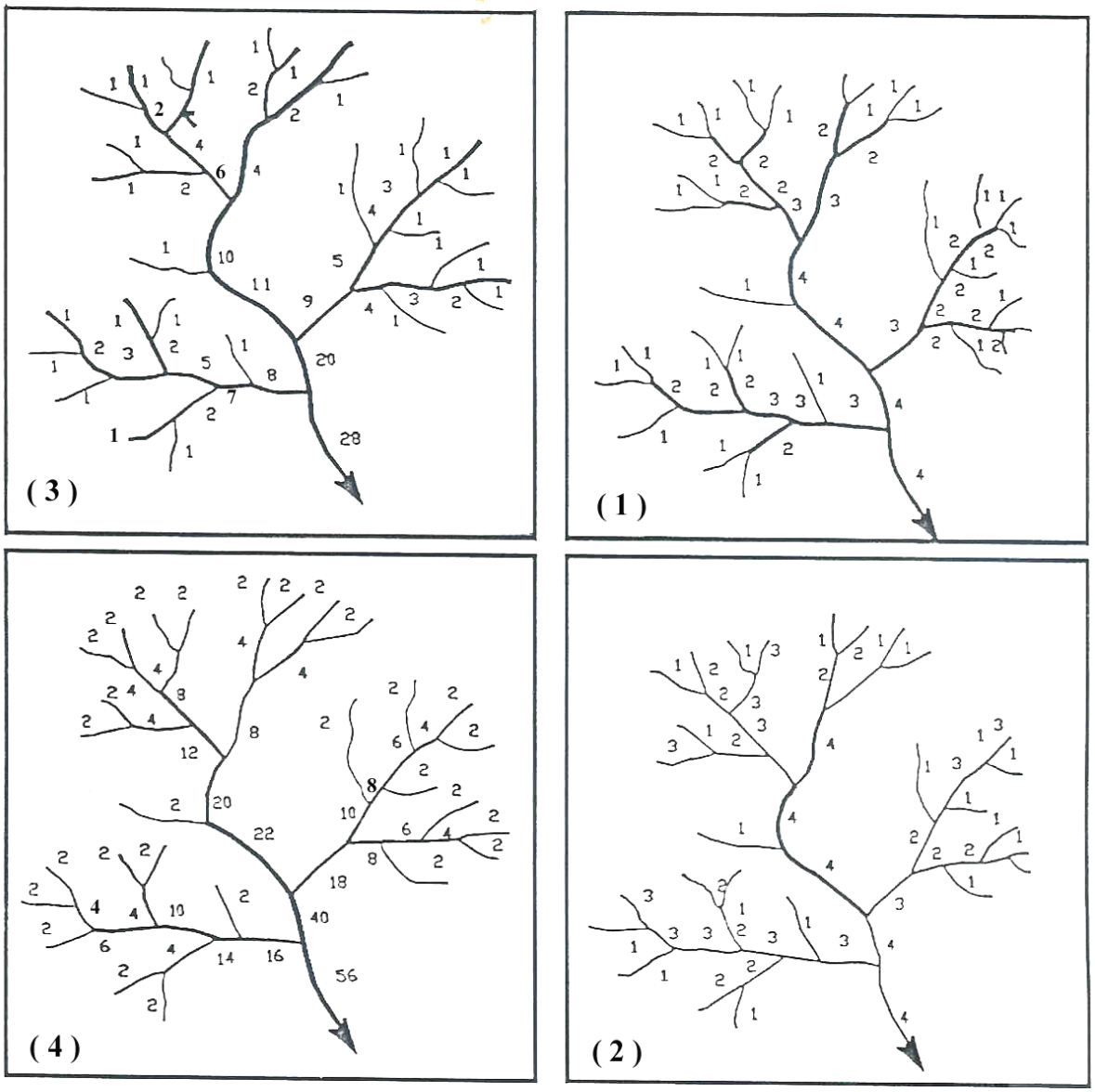
تتوزع المجاري المائية في الحوض بشكل رتب تقل عددا وتزداد سعة من رتبة لأخرى ,حيث تبدأ بمجاري صغيرة وكثيرة تمثل المرتبة الأولى , وتلتقي مجاري تلك الرتبة مع بعضها لتكون المرتبة الثانية والتي تكون أقل عدداً وأكثر سعة من الأولى ثم تلتقي مجاري تلك المرحلة

1– آمنة بنت احمد علاجي, رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص 91 – 94

2– يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق , ص 101

شكل (18)

طريقة تصنيف الرتب للمجاري المائية



(1) تصنيف سترهلر .(3) تصنيف شريف .

(2) تصنيف هورتون .(4) تصنيف شديجر

المصدر : محمود محمد عاشور ," التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي " , المجلة الجغرافية العربية , الجمعية الجغرافية المصرية ,(القاهرة , السنة الخامسة عشرة , العدد الخامس عشر ,1983ف), ص 120 .

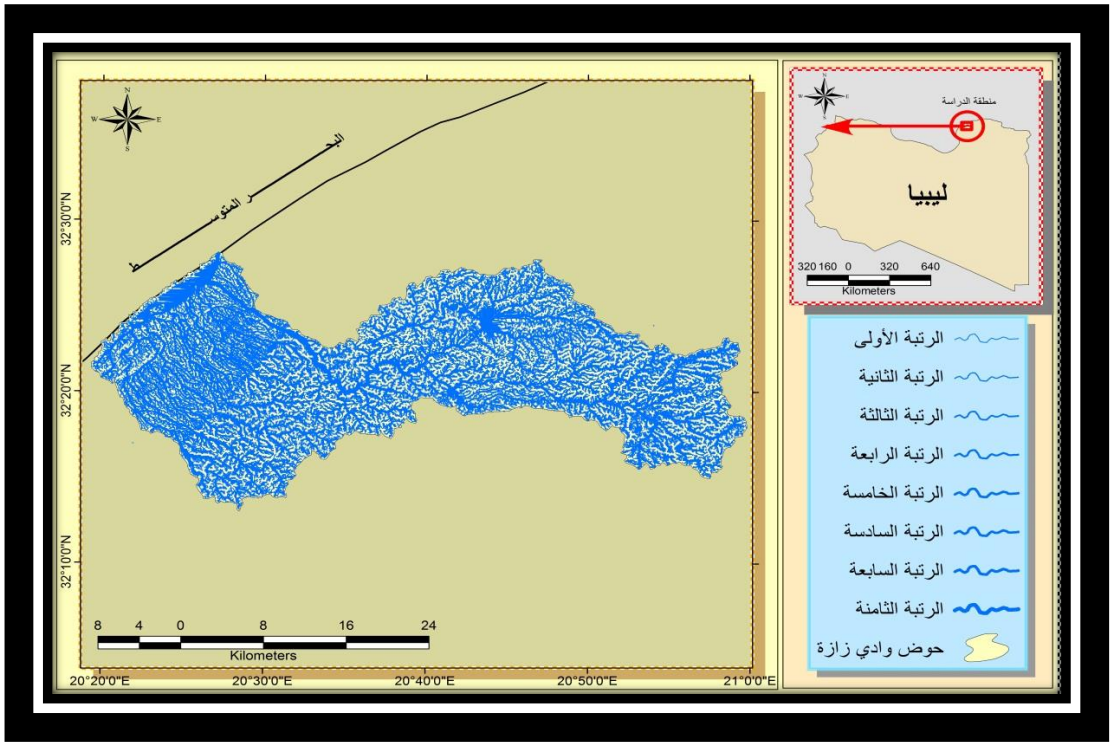
لتكون المرتبة الثالثة وهكذا وهذا الترتيب الهرمي هو عبارة عن تصنيف كمي ذو مدلولات مورفولوجية لديناميكية التعرية المائية (1) اقترح من قبل هورتن وتم تعديله من قبل استرالر كما ذُكر سابقاً وتعد عملية تحليل الرتب من أهم المراحل في تحليل شبكة التصريف ,إضافة إلى علاقتها بالجانب الهيدرولوجي وما تسهم به تلك المجاري لكل مرتبة من كميات مياه على صورة جريان سطحي والتي على ضوئها تتحدد جدوى استغلال أحواض التصريف من خلال إقامة المشاريع المختلفة كالسدود والخزانات (2) ولقد وصل حوض وادي زازا إلى الرتبة الثامنة وهذا يدل على كبر مساحته وارتفاع معدل تفرعه كما هو موضح في الخريطة التالية (12)التي تبين شبكة تصريف وادي زازا.

1– محمد فضل بوروية , , مرجع سابق , ص 229

2– خلف حسين الدليمي , التضاريس الأرضية , مرجع سابق , ص 271

خريطة (12)

الرتب النهرية لحوض وادي زازا



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc Map 9.3 في الرسم بعد تحويل الخرائط الكنتورية للجيش الأمريكي لوحات جردس الأحرار والحمدة ودريانه مقياس 1:50000 .

2- أعداد المجاري : Stream Numbers

تعد عملية عد المجاري وتصنيفها حسب الرتبة من العمليات المهمة والتي يُعتمد عليها في استخراج نسبة التشعب للرتب والأحواض وتتناقص أعداد المجاري كلما زادت قيمة الرتبة مكونة بذلك متوالية هندسية معكوسة كما نص هورتن (Horton1945) على ذلك في قانونه. كما تدل أعداد المجاري على مرحلة التطور التي بلغها الحوض حيث يزداد عدد المجاري مع التقدم في الدورة التحاتية وقد أكدت نتائج الدراسة التجريبية التي قام بها (flini 1973) أن معدلات زيادة أعداد المجاري تكون ثابتة وفق متوالية هندسية في المراحل الأولى من نمو شبكات المجاري المائية ثم تتباطأ هذه المعدلات في مراحل متقدمة تمثلها مرحلة الهرم أو الشيخوخة , فتقل أعداد المجاري المضافة إلى الشبكة النهرية لتصل معدلات الزيادة إلى حدها الأدنى هذا إن لم تتجدد دورته الحتية لأسباب مناخية أو بنائية (1) ويمكن اعتبار أعداد المجاري من المؤشرات المهمة التي تدل على مدى استجابة الشبكة النهرية للمتغيرات المناخية والتطورات الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات الأسر النهري ,كما يزداد عددها مع ارتفاع معدلات التهاطل ويتناقص بسبب عمليات الردم كما هو الحال في المجاري الموسمية سريعة الزوال , ولعدد المجاري أهمية كبيرة في تقدير مدى خطورة السيول فزيادة أعدادها يرفع من كفاءة شبكة المجاري المائية في نقل المياه الجارية والرواسب مما ينتج عنه مخاطر كبيرة في حالة توافرت الخصائص والظروف الملائمة لذلك , كأن تشمل العاصفة المطرية إجمالي مساحة الحوض(2), ففي حوض وادي زازا وصل مجموع أعداد المجاري إلى 17069 مجرى 80% منها في الرتبة الأولى بعدد 13818 مجرى وهذا ما يدل على أن المجرى لازال في دورته التحاتية وأن الشبكة التصريفية للحوض من خلال ذلك يمكن اعتبارها ذات خطورة والجدول التالي (20) يوضح أعداد المجاري لكل رتبة والنسبة المئوية .

جدول (20)

أعداد المجاري

رتبة المجرى	أعداد المجاري	النسبة المئوية
1	13818	%80.953
2	2303	%13.492
3	695	%4.072
4	194	%1.137
5	41	%0.240
6	14	%0.082
7	3	%0.018
8	1	%0.006
المجموع	17069	%100

المصدر :من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

1– يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق, ص 102-103

2– غزوان سلوم , , مرجع سابق ص411

3– معدل التفرع : Bifurcation Ratio

عرَّفه كل من (Horton 1945) و (strahler 1945) بأنه النسبة بين عدد المجاري لأي رتبة ما إلى عدد المجاري للرتبة التي تليها ويحسب بالمعادلة التي وضعها استرالر كما يلي :

$$\text{معدل التفرع} = \frac{\text{أعداد المجاري في رتبة ما}}{\text{أعداد المجاري في الرتبة التي تليها}}$$ (1)

وتتراوح قيمة معدل التفرع ما بين 2 - 3 في الأحواض المائية المسطحة قليلة الانحدار وترتفع إلى 4 في الأحواض المائية شديدة التقطع وتقترب من 5 في الأحواض التي تتمتع بتجانس جيولوجي وتشابه في ظروفها المناخية , ويعد معدل التفرع مؤشر على تضرس الأحواض ومدى تقطعها بالمجاري المائية وهو من المعاملات المهمة التي تؤثر في الخصائص الهيدرولوجية للحوض حيث يتحكم في معدل التصريف وعملية الجريان ويمكن من خلاله تقدير حدوث الفيضان والعلاقة بينهما عكسية(2), لأنه في الأحواض التي تتميز بمعدل تفرع كبير وأشكال مستديرة فأن كثافة التصريف تزيد وتتوزع المياه على عدد أكبر من المجاري فتصل إلى المجرى الرئيسي وهي مشتتة فيقل خطر فيضانها وعلى العكس عندما تقل معدلات التفرع تقل كثافة التصريف, وبالتالي فإن مياه الأمطار تتجمع في مجار قليلة ومحدودة في فترة زمنية قصيرة وبالتالي يزيد خطر الفيضان مم يعطي قمة قوية وحادة فهذا النوع يحتاج إلى عمليات ضبط للجريان (3) , هو أيضاً استكمال للعلاقة بين أعداد المجاري والرتب حيث توضح دراسته التغير الكبير الذي تتعرض له مجاري الرتب الدنيا والمجاري الرئيسية نتيجة النحت التراجعي.

أما معدل التفرع المرجح: Weighted Bifurcation Ratio

قد اقترح كل من strahler و schumm هذا المعامل لتلافي الاختلاف في متوسط التفرع وما يترتب عليه من تباين في نسب التفرع للرتب المختلفة داخل الحوض ,حيث إن متوسط التفرع قد يتأثر بأحد الأرقام الشاذة داخل الحوض ومن ثم يؤدي إلى انحراف قيمة نسبة التفرع سواء بالزيادة أو النقصان , وهي طريقة أكثر دقة حيث أنها تاخذ في الاعتبار أعداد المجاري بكل رتبة في الحوض ويعد هذا المعدل قريبا من الثبات أكثر من معدل التفرع العام , وغالباً ما يتراوح ما بين 3 – 5 في الأحواض المتشابهة من حيث البنية والتركيب الجيولوجي والظروف المُناخية ويمكن استخراجه من المعادلة التالية :-

---

1– محمود سعيد السلاوي ,هيدرولوجية المياه السطحية (مصراته ,الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان , الطبعة الأولى ,1989), ص471

2– وفاء كمال ريان ,"الخصائص المورفومترية لحوض وادي الفارغة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية" , (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب , الجامعة الإسلامية , غزة , 2014)ص 159 – 160

3- آمنة بنت احمد علاجي, رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص 105

فهو كالتالي : $\frac{\text{مجموع(التفرع نسبة× مجموع عدد الروافد لكل رتبتين)}}{\text{مجموع عدد الروافد لكل رتبتين متتاليتين}}$ (1)

وبتطبيق المعادلتين السابقتين على حوض وادي زازا بلغت قيمة معدل التفرع لحوض وادي زازا بلغت (4.02) وهي محسوبة من إيجاد متوسط المعدلات للرتب المختلفة وهذا يدل على شدة تضرس وتقطع حوض الوادي , أما معدل التفرع المرجح فبلغ (5.47) والجدول التالي(21) يوضح حساب معدل التفرع المرجح في حوض وادي زازا .

جدول (21)

حساب معدل التفرع المرجح في حوض وادي زازا

الرتبة	عدد المجاري	نسبة التشعب	مجموع عدد المجاري لكل رتبتين	النسبة ×العدد لكل رتبتين
1	13818			
2	2303	6	16121	96726
3	695	3.31	2998	9923
4	194	3.58	889	3182
5	41	4.73	235	1111.5
6	14	2.92	55	160.6
7	3	4.66	17	79.22
8	1	3	4	12
المجموع	17069		20319	111193.8

المصدر : من حسابات الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map9.3

4–المسافات بين المجاري : Distances Between Streams

يعتبر أحد القياسات المورفومترية التي يتم من خلالها معرفة كثافة الروافد النهرية وشبكة التصريف في الحوض ,حيث يتم قياس درجة تباعد الروافد المائية داخل الحوض والذي تتحكم فيه مجموعة من العوامل كالتكوين الجيولوجي وخصائصه من حيث الصلابة ودرجة النفاذية وكذلك البنية الجيولوجية من حيث مدى تواجد وانتشار الصدوع والفواصل داخل الحوض بالإضافة إلى عوامل أخرى كالظروف المناخية وكثافة الغطاء النباتي (2) , وتشير القيم المرتفعة للمسافات بين المجاري إلى تباعدها وبالتالي قلة تكرار المجاري مما يدل على زيادة نفاذية التكوينات الصخرية وشدة صلابتها وقلة تأثر المجاري بالظاهرات البنيوية كما ترتفع قيم المسافات بين المجاري في المناطق المنحدرة والحافات الصخرية على جوانب المرتفعات(3)

1- متولي عبدالصمد ,رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجع سابق ص 143

2– وفاء كمال ريان , رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ص 184

3– أحمد محمد أحمد , رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجع سابق ص 77

وهناك عدة طرق لقياس المسافات بين المجاري كطريقة (penck 1924) وطريقة (Gardiner 1971) وطريقة (carlston – Langbein1960) والتي اعتمدت عليها في قياسات المسافات بين المجاري في حوض وادي زازا وتظهر الطريقة في المعادلة التالية :-

المسافات بين المجاري = جا × $\frac{\text{س}}{\text{ع}}$45

حيث إن (س) هو طول خط مستقيم يرسم على الخريطة الطوبوغرافية أو خريطة شبكة التصريف بحيث يقطع أكبر عدد من المجاري المائية , و (ع) يمثل عدد المجاري المائية ,(1) وقد بلغت قيمة المسافات بين المجاري في حوض وادي زازا 0.33 وهي منخفضة وهذا دليل على تقارب المسافات بين مجاري الحوض نتيجة لطبيعة التكوينات والتراكيب الجيولوجية في المنطقة وبالتالي هذا سينعكس على كثافته التصريفية,

5- اتجاهات المجاري : Stream Orientatio

يمثل قياس اتجاهات المجاري المائية لأحواض التصريف إحدى الخصائص المورفومترية الهامة , وتنحصر أهميتها في أنها تضع تصنيف وفق مدى تأثرها باتجاه منحدرات السطح من جهة والصدوع والكسور من جهة أخرى وكذلك تبين عمر الشبكة النهرية , اذ يفترض أنه في حالة توافقت اتجاهات المجاري المائية مع درجة انحدار السطح واتجاهات الصدوع فأن التفسير المنطقي هو أن شبكة التصريف متوافقة مع الوضع الطوبوغرافي ونظام الصدوع السائد , أما العكس فيدل على أن شبكة التصريف إما سابقة لنشوء الصدوع في المنطقة أو لاحقة لها ولم تستطيع في الحالتين أن تصل إلى مرحلة التوافق (2) وقد اقترح كل من strahler1945 و ongley 1968 و shykind 1956 أساليب لقياس اتجاهات المجاري المائية , وقد طبقنا أسلوب shykind 1956 في قياس اتجاهات المجاري المائية لحوض وادي زازا , ويكمن في رسم خط مستقيم من ابعد نقطة على محيط حوض التصريف إلى نقطة المصب كخط متوسط لاتجاه الحوض وقد أطلق عليه اسم سمت المجرى وهو خط أساسي لقياس زوايا انحراف مجاري كل رتبة عن هذا الخط وقد روعي فيه التوافق مع اتجاه الشمال الجغرافي (3) ومن خلال الجدول (22) والشكل (19) الذي يوضح اتجاهات المجاري المائية لحوض وادي زازا يتبين لنا من خلاله أنه يغلب عليها اتجاه شمال شرق جنوب غرب وهو نفس اتجاهات الفواصل والصدوع , وهو مؤشر على أن هناك علاقة بينهما.

1– محمد صبري محسوب و أحمد البدوي محمد ,الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل ,(القاهرة , دار الفكر العربي ,1996) ص 268

2– غزوان سلوم, مرجع سابق ص429- 430

3- فتحي عبدالعزيز أبو راضي , مرجع سابق ص133

جدول (22)

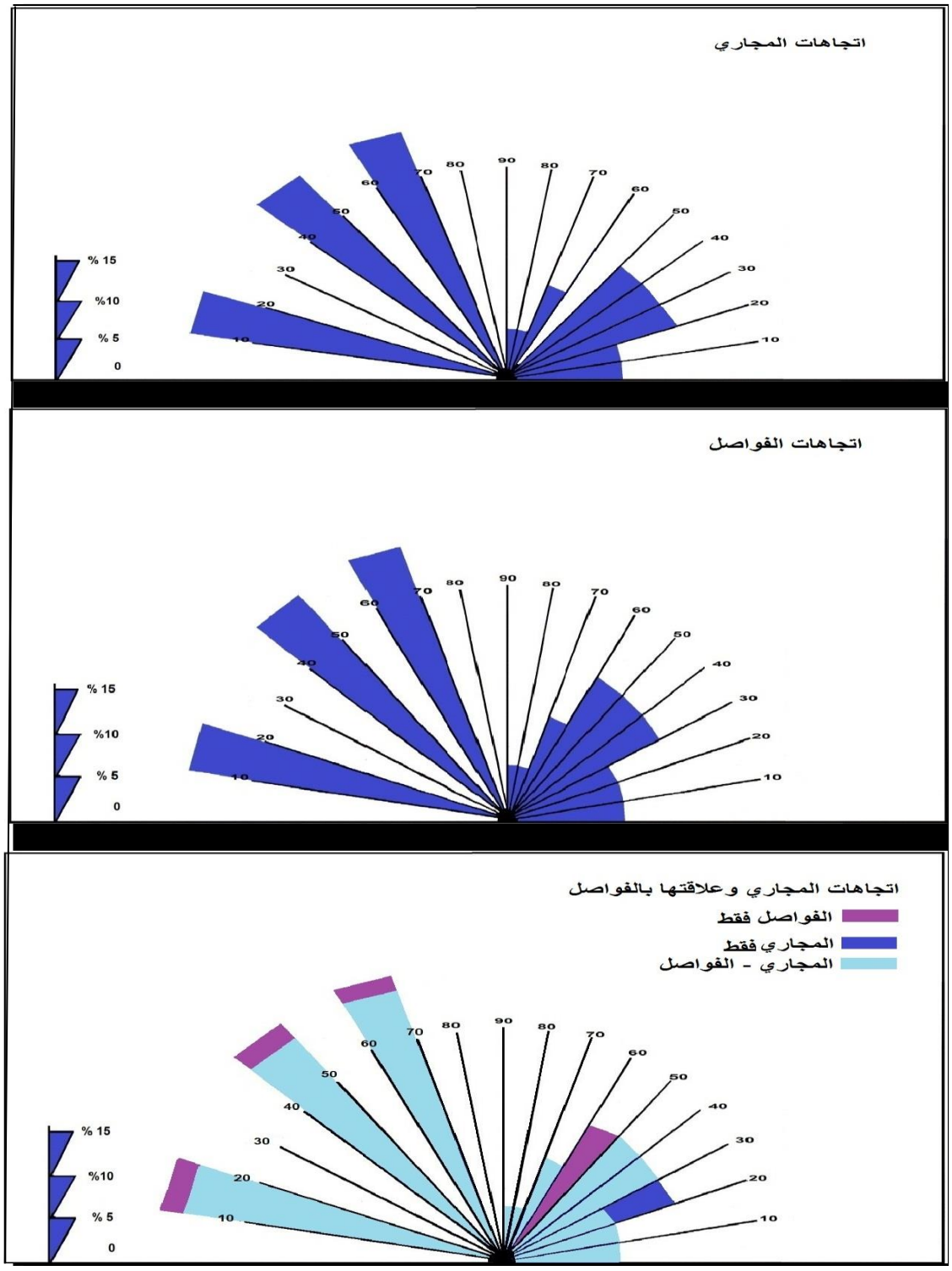
اتجاهات المجاري المائية في حوض وادي زازا

الاتجاهات	شمال شرق-جنوب غرب		شمال غرب – جنوب شرق	
تصنيف الدرجات	العدد	النسبة %	العدد	النسبة %
10 - 0	2	11.76	-	-
20 - 11	2	11.76	1	33.33
30 - 21	3	17.65	-	
40 - 31	3	17.65	-	
50 – 41	3	17.65	1	33.33
60 – 51	-	-	-	
70 - 61	2	11.76	1	33.33
80 – 71	1	5.88	-	
90 - 81	1	5.88	-	
	17	100	3	99.99

المصدر : من حسابات الطالب بالاعتماد على خريطة شبكة التصريف مقياس 1000:1

شكل (19)

اتجاهات المجاري المائية وعلاقتها بالفواصل في حوض وادي زازا



المصدر : من أعداد الطالب بالاعتماد على بيانات الجدول (4) والجدول (24)

6– التعرج النهري :- Sinuosity Index

هو عبارة عن النسبة بين طول المجرى المائي الفعلي الي الطول المستقيم ويعبر عنه بالعلاقة التي صاغها (Mueller 1968) في النموذج التالي :-

$$\text{معدل التعرج} = \frac{\text{الطول الفعلي}}{\text{الطول المستقيم}}$$ (1)

ويعتبر التعرج أحد أنماط المجاري المائية ويعود إلى وجود العوائق والحواجز في المجرى كالنباتات والصخور التي تعمل على إعاقة حركة المياه وانحرافها عن خط الجريان مما يؤدي إلى الحت في جانب والترسيب في جانب آخر , وتتأثر قيمة التعرج بانحدار الرافد وانحدار الحوض وكذلك مظاهر الضعف الجيولوجي من صدوع وفواصل , وهو من المقاييس المهمة التي لها مؤشرات جيومورفولوجية حيث يتم من خلاله تقدير المرحلة التي يمر بها الحوض فكلما ازدادت قيمة التعرج دل على تقدم الدورة الجيومورفولوجية ,كما أنه مؤشر هيدرولوجي من خلال تقدير كمية التدفق والتصريف المائي في الحوض فكلما ازدادت قيمة التعرج زادت قيمة الفاقد بالتسرب والتبخر فالجريان السطحي يستغرق وقت للوصول إلى منطقة المصب ويعد مؤشرا جيولوجيا حيث يستدل منه على نوعية وتركيب الصخور(2) , وقد أشار (Morisawa 1985) إلى أن المجرى المستقيم يقل معدل تعرجه عن 1.05 أما المجرى المتعرج فيتراوح بين 1.05 – 1.5 أما المنعطف فيزيد عن 1.5 (3) , وقد بلغت قيمة معامل التعرج في حوض وادي زازا 2.28 ومن ثم فأن مجرى الوادي من النوع المنعطف وفق تصنيف موريساو وهذا دليل على تأثر شبكة التصريف بالتراكيب الجيولوجية .

7– زوايا التقاء المجاري: Angles of Stream Junctions

إن دراسة زوايا التقاء المجاري تظهر العديد من العوامل التي تتحكم في أشكال شبكة التصريف شيوع الزوايا الحادة يرتبط بغزارة كميات الأمطار التي يستقبلها الحوض تدل الزوايا المنفرجة على قلة كميات الأمطار كذلك يتحكم في اختلاف قيم هذه الزوايا الصدوع والفواصل ونوع التكوينات ودرجة صلابتها ونفاذيتها وكثافة الغطاء النباتي , وقد اعتمدتُ في قياس زوايا التقاء المجاري على طريقة كل من morisawa 1964 - Jarvis 1976 وهي عبارة عن قياس زوايا الالتقاء على أساس الخط الواصل بين نقطة الالتقاء وبداية الرافد المراد حساب زاويته بصرف النظر عن الأجزاء الملتوية التي تخرج عن هذا الخط (4) وقد تبين لي من خلال الجدول (23) الذي يبين نسب زوايا التقاء المجاري في حوض وادي زازا والأحواض الفرعية أنه هناك تقارب في النسب بين الزوايا الحادة التي بلغت نسبتها 52.58%

1– نزيه على محمد, رسالة ماجستير غير منشورة مرجع سابق ص 126

2– وفاء كمال ريان , رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ص 185

3– محمد عطايا العلواني ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ص 174, 175

4– أحمد محمد أحمد ,رسالة دكتوراة غير منشورة , مرجع سابق ص 83 – 85

وبين الزوايا المنفرجة التي بلغت نسبتها 47.42% , ولقد وزعت هذه النسب على الفئات فكانت النسبة مرتفعة في الفئة (60- 90) والفئة (90 – 120) على التوالي حيث بلغت 30.98% و 25.49 %, ثم جاءت بعد ذلك كل من الفئة (30 – 60) بنسبة 19.67% والفئة (120 – 150) بنسبة 18.39 % وأخيراً الفئة (150- فأكثر) بنسبة بلغت 3.54 والفئة (0 – 30) بنسبة بلغت 1.93 .

جدول (23)

نسب زوايا التقاء المجاري في حوض وادي زازا

الدرجات	0 - 29	30 - 59	60 - 89	90 - 119	120-149	150 فأكثر	المجموع
التكرار	1	5	26	18	3	3	56
النسبة	%1.78	%8.93	%46.45	%32.14	%5.35	%5.35	%100

المصدر : من حسابات الطالب بالاعتماد على خريطة شبكة التصريف مقياس 1000:1

ب– المعاملات المورفومترية المائية :–

1– أطوال المجاري : Stream Length

هي مجموع أطوال الروافد التي تغذي كل رتبة على حدة ومن المعروف أن مجاري الرتبة الأولى هي أقصر المجاري طولا وأكثرها عدداً , وكلما تقدمت رتبة المجاري كلما ازدادت روافدها طولاً وقلت عدداً(1) , وتعد أطوال المجاري من أهم السمات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية فهي تعكس خصائص الجريان السطحي للمجاري وتأثير عامل طول وقصر المجرى على الأحواض ,فتتسم المجاري القصيرة بانحدار أكبر من المجاري الطويلة كما تعد مؤشراً هاما لمعرفة قمة الفيضان داخل المجاري المائية والوقت الذي تقطعه المياه للوصول إلى منطقة المصب (2), وإن كانت أعداد المجاري ترتبط أساساً بعملية تشكيل المجرى بفعل النحت النهري فان أطوالها ترتبط بتطور هذه المجاري ونموها بسبب نشوء الأكواع والتعرجات النهرية وأيضاً بفعل النحت التراجعي والتنافس على مناطق الصراع الجيومورفولوجي الحدودية التي أطلق عليها Horton قطاع اللاحت أو المنطقة الحرجة التي تفصل بين خطوط تقسيم المياه وبداية المجاري من الرتبة الأولى وعرفه بالمسافة الحرجة التي تفصل بين خط تقسيم المياه وبداية مجاري الرتبة الأولى , ويتعرض هذا النطاق للتناقص مع زيادة فعالية عمليات النحت وتحوله من نحت غطائي إلى نحت خطي ومع تطور هذا النطاق إلى أعراف حادة فان المجاري المائية تبلغ أقصى طول لها ضمن حدود الحوض (3) وقد بلغ مجموع أطوال المجاري في حوض وادي زازا (6402.9 كم) توزعت على ثمانية رتب كما هو مبين في الجدول (24) حيث بلغ مجموع أطول الرتبة الأولى 4061.7 كم بنسبة (46%) وبمتوسط طول 293م ومن ثم يأخذ متوسط طول الرتب في الزيادة على هيئة متوالية هندسية فالرتب الصغرى تتميز بقصر أطوال مجاريها وهذا دليل على وجود منحدرات مرتفعة متضرسه عكس المجاري في الرتب الدنيا التي تنخفض فيها الأطوال ودرجة التضرس

جدول (24)

أطوال الرتب في حوض وادي زازا

الرتبة	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	السابعة	الثامنة	المجموع
مجموع الأطوال كم	4061.7	1015.4	629.2	316.8	211.3	88.9	46.7	32.9	6402.9
المتوسط م	293	440.9	905.3	1632	5153	6353	15566	32900	375
النسبة	63.45	15.87	9.83	4.94	3.30	1.38	0.72	0.51	%100

المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Arc map 9.3

1– حنان بنت عبد اللطيف بن حسن , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق 184

2– يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق, ص 104

3– غزوان سلوم , مرجع سابق ,ص416

2- كثافة التصريف : Drainage Density

لقد دأبت أغلب البحوث والكتب و المختصين في علم الجيومورفولوجيا على استخدام هذا المصطلح للدلالة على نصيب كل كيلومتر مربع من مساحة الحوض من إجمالي طول الشبكة النهرية , ولكن هناك من يقول أن مُدخلات المعادلة لا تتوافق مع المصطلح والتي بُنيت على أساس قسمة مجموع أطوال المجاري على مساحة الحوض , وأن كثافة التصريف تعني قسمة كمية المياه التي تمر من المصب أو من نقطة ما من المجرى في زمن محدد على مساحة الحوض ولهذا نجد استخدام مصطلح (كثافة أطوال المجاري المائية) , ويعد هذا المعامل من أكثر المعاملات المورفومترية التي لاقت اهتماماً واسعاً من قبل الهيدرولوجيين والجيومورفولوجيين لأنه يعكس نصيب واحد كيلومتر مربع من مساحة الحوض من شبكة المجاري المائية بالكيلومتر ويستفاد منه في تقدير كفاءة الشبكة في نقل المياه والرواسب في الحوض فكلما ارتفعت كثافة التصريف ارتفعت كفاءة الشبكة في نقل المياه والحمولة المنصرفة عبرها (1), وهو مؤشر مهم عن مدى تأثر الأحواض بعمليات التعرية النهرية والتوازن القائم بين قوى الحت من جهة ومقاومة الصخور السطحية من جهة أخرى كما أنه يبين خصائص الحوض ويعكس درجة تحكم الضوابط الطوبوغرافية والليثولوجية والتربة والنبات والمناخ خصوصا الأمطار التي يتوقف عليها نشاط أو توقف هذه العوامل في عمليات التعرية داخل الحوض وتشير قيم الكثافة التصريفية المرتفعة إلى شدة تقطع الحوض بالروافد وبالتالي ارتفاع قيمة النسيج الحوضي وازدياد أعداد المجاري وأطوالها ويعتبر مؤشر على قلة نفاذية الصخور وأن السطح متضرس (2), ويرى هورتون أن كثافة التصريف تكون مابين0.93 كم /كم2 في المتوسط إلى أكثر من 1.24كم /كم2 في المناطق المتضرسه وشديدة الانحدار بينما تنخفض في الأحواض ذات الانحدار الهين, وقد أشار Summerfield إلى أن كثافة التصريف تتراوح ما بين 5 /5كم2 في صخور الحجر الرملي المنفذة إلى أكثر من 500 كم / كم2 في مناطق الأراضي الوعرة , أما fairbridge ذكر أن كثافة التصريف تتراوح ما بين 3-4 ميل/ميل2 في طبقات الحجر الرملي الصلبة أما مناطق ذات الصخور متوسطة الصلابة تتراوح كثافتها ما بين 8-16 ميل/ميل2 وقد قدم كل من smith و strahler تقسيم لكثافة التصريف إلى فئات حسب نوع الصخر (3) كما هو موضح في الجدول (25) وهو قريب من التصنيف الأمريكي المعتمد الذي صنف الكثافة التصريفية إلى:-

كثافة تصريفية منخفضة تتراوح ما بين 1.9- 2.5 كم /كم$_2$

كثافة تصريفية معتدلة تتراوح ما بين 5 – 10 كم / كم$_2$

1–غزوان سلوم , , مرجع سابق ص 419

2– يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق, ص 106-107

3– متولي عبد الصمد ,رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجع سابق ص185

كثافة تصريفية مرتفعة تتراوح ما بين 13-19 كم /كم2(1).

جدول (25)

كثافة التصريف وفق تصنيف سميث و استرالر

النسيج	كثافة التصريف كم /كم2	الوصف
خشن	أقل من 5	صخور نافذة – مطر قليل
متوسط	5 – 13.7	مناطق رطبة
ناعم	13.7 -155.3	مناطق الاراضي الوعرة
ناعم جدا	155.3 فأكثر	مناطق الاراضي الوعرة

وتم الحصول على كثافة التصريف من خلال المعادلة التالية :-

كثافة التصريف = : مجموع أطوال المجاري / المساحة كم2الحوضية (2) .

وقد بلغت الكثافة التصريفية في حوض وادي زازا 7.12 كم / كم2 أي يجري في مساحة كيلومتر مربع واحد عدد من المجاري طولها حوالي 7.12 كم , وهذا يدل على تضرس حوض الوادي وشدة الانحدار وفق رأي هورتون وذات نسيج ناعم وفق تصنيف سميث و استرالر .

3- تكرار المجاري أو الكثافة العددية : Stream Frequency

يعتبر معدل تكرار المجاري النهرية أحد المعايير المهمة في الدراسة المورفومترية لأنه يشير إلى مدى تكرار المجاري المائية بجميع رتبها في وحدة مساحية ثابتة وعادة ما تكون مجرى/كم2 وهو أكثر أهمية من الكثافة التصريفية في تقدير حجم التصريف وكفاءة الشبكة النهرية (3),لأنه من الممكن أن يكون لكل كيلومتر مربع من الحوض مجرى واحد بطول (10كم) يقابله حوض آخر يمتلك كل كيلومتر مربع من الطول ذاته من المجاري المائية لكن عدد المجاري (5) مجاري/كم2, مما يعني أنه أكثر تقطعا بفعل التعرية النهرية من خلال عمليات النحت الرأسي والجانبي ومن ثم فأن سرعة وصول المياه والحمولة إلى مجاريه المائية تكون اكبر, الأمر الذي ينعكس على سرعة تصريف الحوض لمياهه بشكل ايجابي ويظهر هذا عندما ترتفع قيمة المعدل , والذي يتغير وفقا لما يطرأ على أعداد المجاري المائية ومساحة الأحواض التصريفية من تُغيرات بين موسم وآخر وعبر مراحل تطور الشبكة المائية, فينخفض في الأحواض كبيرة المساحة التي فقدت جزء كبير من محتوى موادها الصخرية ذات القابلية الشديدة للتعرية المائية وبالتالي تقل بها مسارات التصريف في الوحدة المساحية

1– - نزيه على محمد, رسالة ماجستير غير منشورة مرجع سابق ص 122

2– متولي عبدالصمد ,رسالة دكتوراة غير منشورة ,مرجعسابقص185

3– يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق, ص 106

وعلى العكس من ذلك الأحواض الصغيرة , وكذلك يرتفع عقب سقوط الأمطار وتشكل المسيلات التي تشهدها المناطق الجرداء وينخفض بواسطة الردم في مواسم الجفاف (1) ,كما أشار إلى ذلك schumm حيث تتراوح ما بين (0.1 – 1 رافد/كم2), وقد تم الاعتماد على المعادلة التي صاغها Horton 1932لاستخراج هذا المعامل :-

$$\text{تكرار المجاري} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري}}{\text{المساحة الحوضية كم}} \quad .$$

يتم قياسها من مجموع أعداد المجاري المائية للحوض مقسومة على المساحة , وهي تعطي صورة على مدى تطور شبكة الصرف في الحوض , فكلما زادت هذه الكثافة دلت على أن الحوض به شبكة صرف جيدة ومتطورة ومن خلال تطبيق المعادلة على حوض وادي زازا بلغت القيمة 19 من المجاري /كم2 وهي قيمة مرتفعة ولعل هذا راجع إلى كثافة التراكيب وطبيعة التكوينات الجيولوجية السائدة في الحوض ذات الطبيعة الجيرية , ومن ثم فالحوض ذو شبكة تصريف خطيرة لارتفاع عدد المجاري في الكيلومتر مربع وعليه فهو يحتاج لعملية ضبط للجريان السطحي الذي تشهده الروافد

4- معدل بقاء المجاري : Stream Maintenance

اقترحه(schumm 1956) للدلالة على متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة من قنوات شبكة التصريف بالمياه وهو يدل على المقلوب الجبري لكثافة التصريف, ويتأثر بالظروف المناخية والبنيوية كما أنه يشير إلى المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض (2), وتشير القيم المنخفضة إلى تشريح كبير للأودية بالحوض وتتراوح قيمته ما بين الصفر والواحد صحيح , فكلما اقتربت القيمة من الصفر دلت على تأثر المنطقة بالتراكيب الجيولوجية وشدة الانحدار ومن ثم سرعة الجريان السطحي والعكس صحيح, ويمكن الحصول على هذا المعامل من خلال تطبيق المعادلة التالية :-

$$\text{معدل بقاء المجاري} = \frac{\text{المساحة كم2الحوضية}}{\text{مجموع أطوال المجاري كم}^{(3)}}$$

وقد بلغت قيمة معدل البقاء في حوض وادي زازا 0.05 وهذا يعني أن كل واحد كم من أطوال المجاري تغذية مساحة تقدر بنحو 0.05 كم2

1– غزوان سلوم ,حوض وادي القنديل دراسة مورفومترية ,مقالة, مرجع سابق ص 424

2– وفاء كمال ريان , رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ص161-177

3– يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق, ص 111

5- شدة الصرف : Drainage Intensity

لقد أوجد Faniran 1968 هذا المعامل من خلال قسمة تكرارية المجاري النهرية (الكثافة العددية) على الكثافة التصريفية وهو ممثل في القانون التالي :-

$$\text{شدة الصرف} = \frac{\text{تكرارية المجاري}}{\text{الكثافة التصريفية}}$$

وتشير القيم المنخفضة لشدة انخفاض الجريان السطحي ومن ثم يترتب على ذلك بطء في عمليات التعرية وبالتالي تحتاج إلى فترة زمنية طويلة لتسوية تضاريسها(1) وقد بلغت قيمة شدة الصرف في حوض وادي زازا 2.66 وهي متوسطة

6– زمن التركيز : Concentration Time

يمثل زمن التركيز المدة الزمنية التي تستغرقها المياه من أبعد نقطة في منبع الحوض إلى نهاية المصب , والتي لها علاقة بالمساحة وطول المجرى الرئيسي ومتوسط الارتفاع وهناك عدة معادلات لإيجاد زمن التركيز مثل معادلة kirpich ولكنها تستعمل في الأحواض صغيرة المساحة التي لا تزيد عن 80 كم2 ومعادلة Turazza ومعادلة Gionndoti وهي واسعة الاستعمال في المجال الهيدرولوجي لما لها من أهمية في مقارنة الاختلاف بين الأحواض وأصل هذه المعادلة هي أنها طبقت في حوض " po " شمال ايطاليا ومن ثم صححت وطبقت في عموم دول البحر المتوسط وتعطى بالمعادلة التالية :

$$\text{زمن التركيز} = \frac{(\mathrm{L} \times 1.5) + \sqrt{A} \times 4}{\sqrt{H\,\mathrm{min} - H} \times 0.8}$$ (2)

A = مساحة الحوض , L = طول المجرى الرئيسي , H min = أدني ارتفاع

H = متوسط الارتفاع

وبتطبيق المعادلة على حوض وادي زازا بلغت قيمة زمن التركيز 9.6 ساعة

7– سرعة الجريان السطحي : Overland flow speed

هناك عدة طرق لقياس سرعة الجريان منها طريقة الطاحونة المائية أو الأجسام الطافية ولكنها طرق مكلفة وتستخدم في الأنهار دائمة الجريان والتي يمكن في أي وقت قياس سرعة الجريان فيها , بعكس الأحواض الجافة والتي نادراً ما يحدث فيها جريان سطحي ولا يدوم إلا فترة قليلة جدا , وتعكس سرعة الجريان في الأحواض معدل الانحدار فيها فسرعة الجريان تزيد مع زيادة الانحدار والعكس صحيح فالمياه تجري جريانا ثابتا من المناطق المرتفعة إلى

1– يحيى محمود سعيد, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق, ص 112

2– رضا عناب , مرجع سابق ,ص 53

المناطق المنخفضة بفعل الجاذبية وتتحد الجداول الصغيرة لتشكل جداول أكبر تنمو وتتطور إلى مجاري رئيسية تبحث مع مرور الوقت للوصول إلى مستوى القاعدة العام[1], تحسب سرعة الجريان رياضياً من خلال قانون المعادلة التالية :-

$$\text{سرعة الجريان} = \frac{\text{طول الحوض كم}}{\text{زمن التركيز ساعة}} \text{ م3 / ساعة } [2]$$

وبلغت قيمة سرعة الجريان في حوض وادي زازا 6.83 م3 / ساعة وهي قيمة منخفضة

1– آمنة بنت احمد علاجي, رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ,ص 134 – 135

2– على محمد الفيتوري , مقالة غير منشورة , مرجع سابق , ص 75

الفصل الرابع : الآثار البيئية المترتبة على إنشاء سد وادي زازا

أولاً: التأثير على الإنتاج الزراعي

ثانياً: التأثير على التربة

ثالثاً: التأثير على المياه الجوفية

رابعاً: درء الفيضانات

خامساً: السياحة

سادساً: الآثار الاجتماعية

سابعاً: الآثار الجيومورفولوجية

ثامناً: التأثير على صحة الإنسان

تاسعاً: التلوث

مقدمة :-

إن الغرض الرئيسي من إنشاء السدود والخزانات هو للاستفادة من المياه السطحية بغية التنمية الاقتصادية والسيطرة على الفيضانات والتخلص من آثارها وأخطارها على المناطق الواقعة أسفل السدود ولا تخلو مثل هذه المشاريع من تأثيرات بيئية متفاوتة تتوقف فيها على وظائف السدود والخزانات ,ويمكن القول إن مشاريع السدود وخزن المياه في ليبيا حققت جزء من أهدافها, التي تختلف من سد لأخر حسب المنطقة وظروفها والغرض من إنشائها. وفيما يلي أهم الآثار التي ترتبت على أنشاء السدود في ليبيا بشكل عام وسد وادي زازا وما ترتب على إنشائه من آثار بشكل خاص.

أولاً: التأثير على الإنتاج الزراعي

لقد اعتمدت ليبيا على النشاط الزراعي كأحد الأنشطة الرئيسية إلى جانب حرفة الرعي وتربية الحيوانات , وقد مر هذا النشاط بعدة مراحل مروراً بفترة الحكم العثماني (1835- 1911) إلى فترة الاحتلال الايطالي (1911- 1943) ومن ثم فترة الاستقلال , وقد كانت هناك مجموعة من الخطط والتدابير والإجراءات كان للمساعدات الدولية وكذلك عائدات اكتشاف النفط دور في تمويلها , وكان من ضمن هذه التدابير إصدار قانون رقم 146 لسنة 1972 ف بتحديد خمس مناطق شاسعة كما هو في الخريطة (13) تجري بها التنمية الزراعية تمثلت في منطقة سهل الجفارة ومنطقة الصلول الخضر ومنطقة الكفرة والسرير ومنطقة فزان ومنطقة الجبل الأخضر المتمثلة في مشروع سهل المرج و الفتائح ووادي القطارة وغوط السلطان والخروبة والعزيات ومرتوبة وسهل بنغازي (1), ونظراً لأهمية منطقة الجبل الأخضر أسست لها هيئة تنفيذية لتقوم بمهام برامج التنمية سواءً بإقامة المزارع وشق الطرق وحفر الآبار وإقامة السدود للاستفادة من المياه السطحية في الإنتاج الحيواني وإنتاج الحبوب والخضروات, وتم التعاقد في ذلك مع مجموعة شركات سواء في دراسة التربة كشركة سي لوتي الايطالية 1970 التي قامت بدراسة التربة في مشروع سهل بنغازي لمساحة 40000 هكتار وبينت أن التربة ذات قدرة إنمائية عالية في منطقة المشروع المتركزة في المساحات المواجهة لمصبات الأودية المنحدرة من السلسلة الجبلية والتي تعرف بمراوح الوديان , وصنفت القدرة الإنتاجية للتربة إلى سبع درجات وحددت مناطق التعرية والانجراف الذي تتعرض لها .بالإضافة لهذه الدراسة قامت شركة اوتاف الايطالية بدراسة حددت فيها مواقع الخزانات السطحية والتي وصل عددها 15 خزان لحجز مياه الأودية للاستفادة منها في ري المزروعات , وهذه الخزانات تفاوتت في سعتها من 8100 م مكعب إلى 188000 م مكعب وتم توقيع العقد (83-1) مع شركة بنغازي للاستصلاح والإنشاءات لتنفيذ وإنشاء هذه الخزانات .

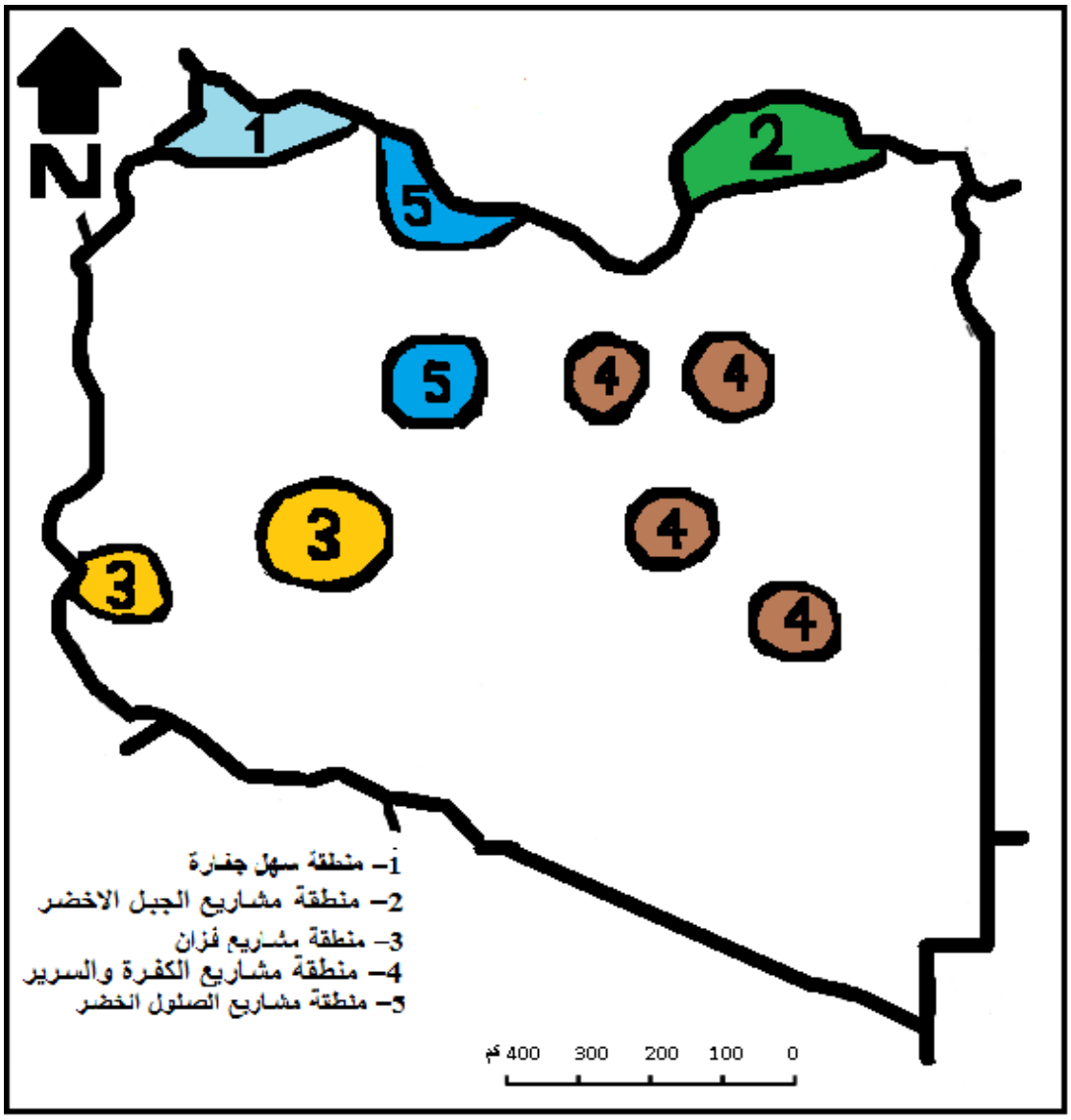
بالإضافة لذلك قام المشروع بالتعاقد مع شركة (سي لوتي) الإيطالية من أجل إجراء الدراسات على منطقة وادي زازا لمعرفة الخصائص الطبيعية لهذه المنطقة من أجل إقامة السد ,للاستفادة من مياه الوادي في ري المزارع المروية والبالغ عددها 30 مزرعة على مساحة 300 هكتار. وبعد ذلك تم التعاقد مع شركة(لوشيلو دي سانتو) الايطالية لتنفيذ السد (2), ولكنه لم تُستكمل باقي مراحل السد بتوصيل المياه إلى المزارع المروية الموجودة على دلتا وادي زازا في

1– عبد الحميد بن خيال , فصل الزراعة والثروة الحيوانية في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ,تحرير الهادي بولقمة وسعد القزيري ,(سرت ,الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ,1995) ص 572-559

2– سعيد عبد الحميد عبدالله ,"تقييم الوضع الزراعي بمشروع سهل بنغازي الاستيطاني الزراعي " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب ,جامعة بنغازي , 2016) ص 94- 107

خريطة (13)

المناطق الزراعية في ليبيا



المصدر: نقلت بتصرف عن عبد الحميد بن خيال , فصل الزراعة والثروة الحيوانية ,مرجع سابق , ص 573

في مشروع رقم (5) للاستفادة منها في ري المحصولات الزراعية, فكان اعتماد المشاريع في التغذية في ليبيا إما على مخزون المياه الجوفية أو مياه الأمطار والجريان السطحي الذي تشهده الأودية , فأقيمت مجموعة من المشاريع الزراعية على بعض الأودية والسدود في ليبيا ويمكن تلخيص هذه المشاريع في الآتي :

1-مشروع سهل بنغازي

يعتبر أحد المشاريع التي أقيمت بداية السبعينات و يمتد هذا المشروع من ساحل البحر غرباً حتى الحافة الأولى للجبل الأخضر شرقاً ومن طلميثه شمالاً حتى سلوق جنوباً بمساحة إجمالية 58200 هكتار منها 1500 هكتار مروي و56700 بعلي موزعة على 666 مزرعة بالإضافة إلى تخصيص 34285 هكتار للغابات والمراعي(1) وقد تم تقسيم المشروع غلى تسعة حقول رئيسية كما هو موضح في الشكل (20) وتم تسييج هذه الحقول من الجهة الجبلية , ويقع مشروع رقم (5) أسفل وادي زازا والذي كان من ضمن أهدافه الاستفادة من المياه المحجوزة في بحيرة السد في الإنتاج الزراعي, ولكن عدم استكمال مراحل بناء مشروع سد وادي زازا حال دون الاستفادة من المياه المحجوزة في بحيرة السد والتي كان من المفترض تبطين البحيرة بطبقة إسمنتية لمنع تسرب المياه إلى الطبقات الجوفية وخاصة أن منطقة السد توجد بها تراكيب جيولوجية (صدوع وفواصل), بالإضافة إلى إنشاء خزان أسفل السد كما هو موضح في الصورة (57) والذي كان مقرر إقامته ضمن المرحلة الثانية من مراحل إتمام السد وذلك بسعة 188000 متر مكعب من المياه والتي كان الهدف منها ري مساحة تقدر 300هكتار أي ما يعادل 30 مزرعة مروية وهي المزارع الواقعة أسفل السد والتي ستمد إليها شبكات المياه لوضعها تحت الري الدائم , وفي هذه الحالة سيتم الاستفادة من المياه والتي كانت مقدرة ب 3مليون متر مكعب سنويا , وتجنب فيض المياه بالمواسم الغزيرة ,كما أن حفظ المياه داخل الخزان يمكن من التحكم في المياه بصورة دقيقة واقتصادية مع إمكانية تغذية هذا الخزان بالمياه الجوفية خاصة في مواسم المطر الضعيفة (2) .

2-مشروع وادي القطارة

تقدر مساحة مشروع وادي القطارة 4000 هكتار منها 3000 مروي و1000 هكتار بعلي موزعة على 134 مزرعة (3)

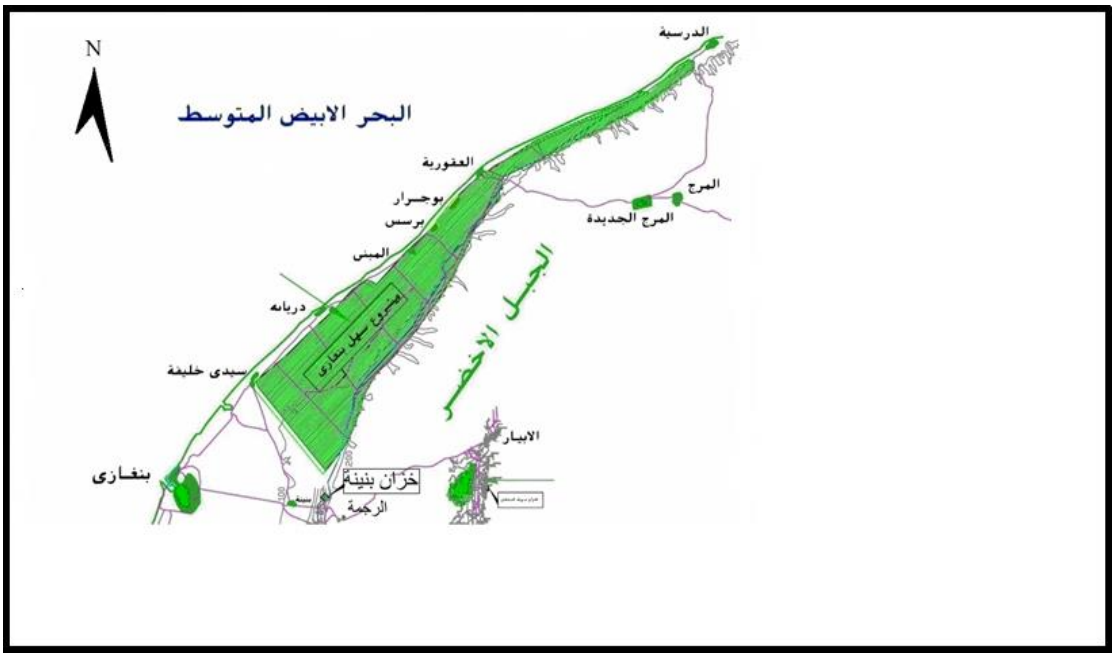
1– المكتب الاستشاري للدراسات الاقتصادية بلدية بنغازي ,المسح الاقتصادي والاجتماعي لمنطقة سهل بنغازي , الهيئة العامة لاستثمار مياه النهر الصناعي العظيم ,تقرير غير منشور , ص 17 -21

2– سعيد عبدالحميد عبدالله , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق 102-109

3– عبدالحميد بن خيال ,فصل الزراعة والثروة الحيوانية ,مرجع سابق , ص 587

شكل (20)

مشروع سهل بنغازي الاستيطاني الزراعي



المصدر: سعيد عبد الحميد عبدالله ,رسالة ماجستير , مرجع سابق , ص103

صورة (57)

خزان سطحي

المصدر: الدراسة الميدانية 2015

3- مشروع وادي المجينين الزراعي

يقع المشروع في الجنوب الغربي من مدينة طرابلس على بعد 75 كم ويحده من الشمال منطقة قصر بن غشير ومن الجنوب مشروع وادي العربان ومن الشرق مشروع ترهونة ومسلاته ومن الغرب مشروع وادي الهيرة الزراعي ومنطقة أبو غيلان كما موضح في الخريطة (14)[1], ويضم مشروع وادي المجينين 120 مزرعة مساحة كل مزرعة 25 هكتار وكانت تعتمد المزارع على المياه المتوفرة من السد وقد وصلت كمية المياه المسحوبة من البحيرة إلى 1500000 متر مكعب وتم نقلها عن طريق خزان رئيسي عبر خطين من الأنابيب, خط إلى شبكة الري والآخر يصل بين السد وخزان التعويض ثم إلى شبكة الري وهذه العملية تتمثل بانسياب المياه بشكل طبيعي وتصل كمية المياه الموزعة للمشروع ما بين 500ألف إلى أكثر من 3 مليون متر مكعب سنوياً ,وقد توقف السد على ضخ المياه للمشروع لمدة عشر سنوات لوجود مشاكل فنية وقد تمت صيانته سنة 2001 بضخ أول كمية تجريبية قدرت 1.2 مليون متر مكعب[2] .

4- مشروع وادي الهيرة الزراعي

يقع هذا المشروع على الطريق الذي يربط بين طرابلس وغريان كما في الخريطة (15) ويهدف إلى تنمية الرقعة المنبسطة حول وادي الهيرة ,وهي التي تعتمد في زراعتها على المياه المحجوزة خلف سد وادي غان وتبلغ المساحة الإجمالية للمشروع 560 هكتار موزعة على 477 مزرعة .

5- مشروع وادي كعام الزراعي

يقع هذا المشروع على جانبي الوادي إلى الشمال من سد وادي كعام ,وتم تنفيذ المشروع في سنة 1974, ويعتمد في الري عل المياه الجوفية وعلى المياه المحجوزة خلف السد وهذا المشروع مقسم إلى أربع مناطق بمساحة إجمالية 1400 هكتار موزعة على 233مزرعة كما في الخريطة (16) , وقد قدرت كمية المياه المسحوبة في عام 2005 بحوالي 3000000 م.[3] ويمكن القول أن بعض السدود حققت في هذا الجانب أهدافها رغم الأعطال وإهمال صيانتها وعدم إكمال بعضها كما هو الحال في سد وادي زازا الذي لم تكتمل ملحقاته من خلال إنشاء خزان سطحي لنقل المياه المحجوزة في بحيرة السد

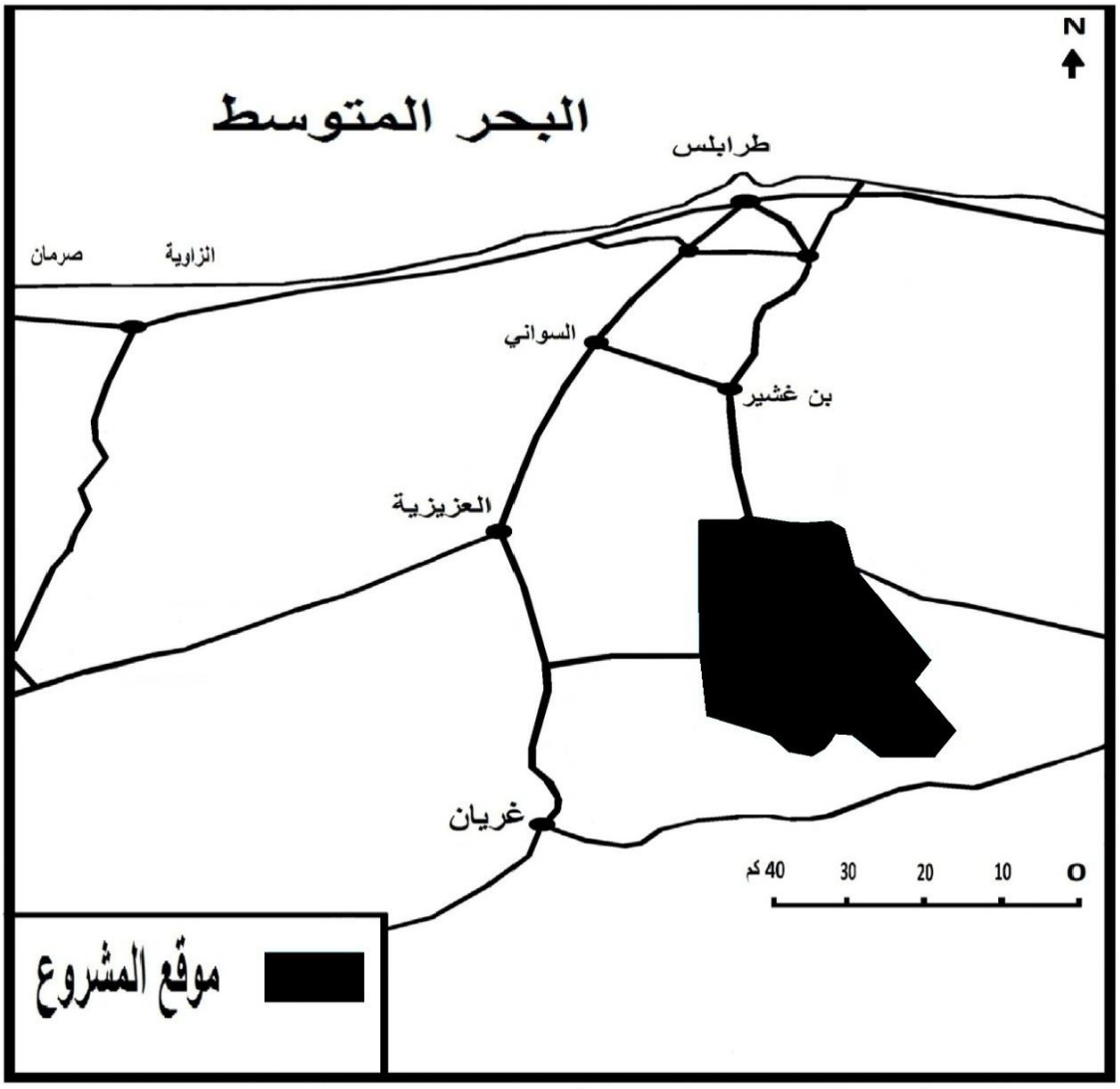
1– جمال عمر القريو ,"المناخ وأثره على أهم المحاصيل الزراعية في المنطقة الوسطى من سهل جفارة" (رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا , كلية الآداب , جامعة السابع من أبريل ,الزاوية ,2002,)ص 71

2– امحمد البوزيدي ,"مشروع وادي الحي الزراعي دراسة جغرافية "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب, جامعة الفاتح ,1984,) ص 63

3– حسن امحمد رمضان ,رسالة ماجستير, مرجع سابق 136– 138

خريطة (14)

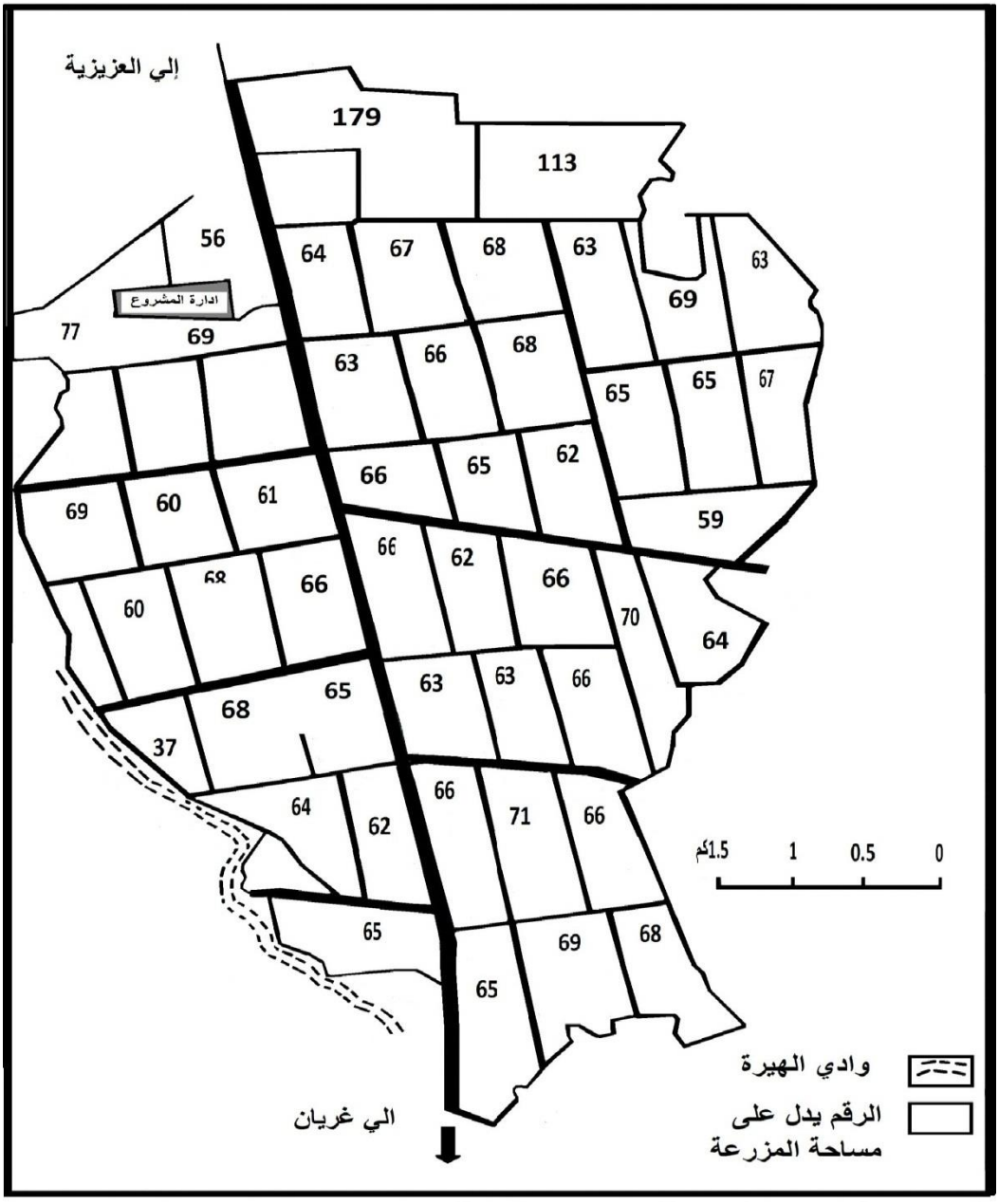
مشروع وادي المجينين



المصدر: جمال عمر القريو, رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ص 72

خريطة (15)

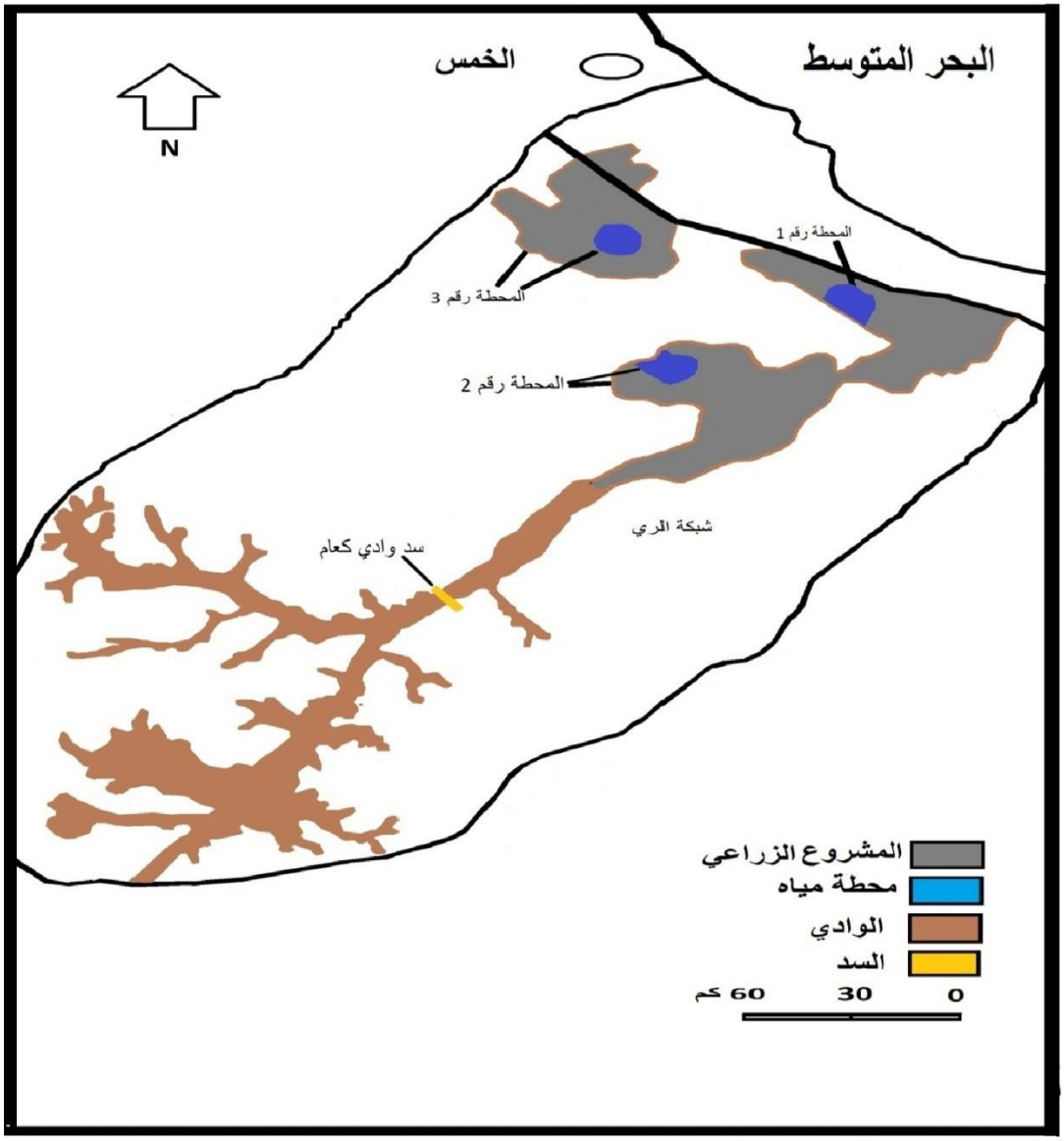
مشروع وادي الهيرة



المصدر: حسن امحمد حسن ,رسالة ماجستير غير منشورة ,مرجع سابق ص137

خريطة (16)

شبكة الري بمشروع وادي كعام



المصدر :جمعة علي المليان ,," العلاقة بين استهلاك المياه والموارد المائية المتاحة بمشروع وادي كعام الزراعي "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب ,جامعة المرقب ,2005)ص 135

ثانياً: التأثير على التربة

ا- الملوحة

إن عملية حجز المياه خلف السدود يؤدي إلى تملح المياه وانتشارها على مساحات واسعة من الأراضي المحيطة والتي تتباين في تركيبها المعدني , إذ يحتوي بعضها على معادن لها قابلية للذوبان بالماء والتي تسهم في زيادة نسبة الملوحة ,كما يعمل التبخر على زيادة هذه النسبة وهو مرتبط بسعة الخزان وطبيعة المناخ السائد في المنطقة(1) ودلت بعض الدراسات على تأثر الأراضي المروية بالملوحة وعلى ‘إنتاجيتها من المحاصيل الزراعية ,فعلى سبيل المثال انخفض إنتاج القطن في حوض الفرات في سوريا نتيجة لتملح التربة من (1.5) إلى (2.5) طن /الهكتار , وفي عام 1977 أصيبت أكثر من 50% من الأراضي في حوض الفرات في العراق بالتملح والغدق وفي الأردن تملحت 12% من مساحة أراضي مشروع وادي الأردن بعد 10 سنوات من بدايته والسبب في مشكلة التملح هو إهمال المراحل اللاحقة لبناء السدود , حيث تعطى الأهمية كلها للإنشاءات الهندسية الخاصة ببناء السد, بينما تهمل المراحل اللاحقة المتعلقة بالإدارة والاستغلال والتي يرتبط بها نجاح هذه المشاريع , إن هذه المرحلة تضاهي في الأهمية مرحلة بناء السد نفسه لأنها تحتاج إلى تعاون كامل بين الاختصاصيين في الزراعة والري والاقتصاد والجيولوجية والجيومورفولوجية(2) .

ب – الطمي

تسبب مشكلة الطمي بعض العراقيل لمشاريع السدود ,حيث تؤدي إلى تقليل فعالية السدود في مكافحة الفيضانات كما تعمل على التخفيف من فعالية شبكات الري وإلى زيادة تكاليف الصيانة والتقليل من السعة التخزينية لبحيرات السدود نتيجة لكميات الرواسب, نضيف إليها حرمان ملايين الهكتارات من الأراضي الزراعية من تلك الرواسب والتي تعمل على تحسين خصوبة التربة لما تحويه من معادن حيث تعوض ذلك بالأسمدة الكيماوية وتعد هذه المشكلة من المشاكل التي عانت منها السدود في ليبيا(3),وقد قامت الهيئة التنفيذية لمنطقة الجبل الأخضر والهيئة العامة للمياه لتنفيذ مجموعة من السدود التعويقية على روافد الأودية لحجز الطمي قبل وصوله إلى السدود الرئيسية , وكان ذلك بعد دراسات من ضمنها دراسة قامت بها شركة سي لوتي الايطالية على تربة المنطقة وتوضيح درجات التعرية والانجراف الذي تتعرض له , كما اشتملت دراستها على تحديد نوع المنشآت المقترحة سواءً بناء السدود الترابية والحجرية والإسمنتية وشق القنوات لمعالجة هذه المشكلة وقد بينت الدراسة إن مياه الأودية نتج عنها تعرية مائية قامت بإزالة ما مقداره 25 سم من الطبقة العليا للتربة خلال العقود التي تلت تلك الفترة ,كما قدرت كمية رواسب التربة التي فقدت خلال السنوات التي سبقت بناء

1– خلف حسين الدليمي , التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية ,مرجع سابق ص 378

2– مأمون ملكاني ,الآثار البيئية السالبة لبناء السدود ,المجلة العربية لإدارة مياه الري , المنظمة العربية للتنمية الزراعية , (العدد الرابع , القاهرة , 2001) ص 48

3– حسن امحمد رمضان ,رسالة ماجستير, مرجع سابق 150

لا توجد بها سيول أو مشاكل انجراف, عكس الأراضي الهشة التي تكون سهلة الانجراف .

4- التضاريس

لاشك إن التباين في الارتفاعات واختلاف درجات الانحدار وأنماط تصريف المناطق أثر على عمليات الطمي والانجراف ولكن هذا مرتبط بالأمطار والغطاء النباتي الطبيعي وكثافته والتكوينات الجيولوجية فالأراضي شديدة الانحدار أكثر عرضة للتعرية مقارنة بالأراضي المنبسطة فزيادة درجة الانحدار يؤدي إلى زيادة في سرعة اندفاع الجريان السطحي وبالتالي تقلل فرصة ارتشاحه داخل التربة ومن ثم تتعاظم قدرتها على النحت والنقل (1) ومنطقة حوض وادي زازا منطقة متضرسه وانحدارات المجاري والروافد وجوانب الأودية قوية .

5-دور النشاط البشري

والمتمثل في إزالة الغطاء الطبيعي باقتلاع الأشجار وتعريض تربة المنحدرات للانزلاق وحرق الغابات وأعمال التعدين واستخراج الخامات , فكمية المواد المنجرفة من الأحواض المائية تتوقف على العوامل الأنفة الذكر المناخ التكوين الجيولوجي الغطاء الطبيعي والتضاريس والنشاط البشري ,فالعلاقة ثابتة ومتداخلة ,وهي عندما تبسط النظام البيئي بتقطيع الغابات لتحويلها إلى أراضي زراعية ,أو نتيجة للرعي الجائر فان كمية التربة المنجرفة تزداد بشدة خاصة في الأماكن ذات الانحدار الشديد , ومن ثم يزيد الاطماء خلف السدود ويقلل من السعة التخزينية للبحيرات(2) .

ثالثاً : التأثير على المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية من العناصر المهمة في برامج التنمية الزراعية , والمياه الجوفية هي مياه مخزنة في طبقات صخرية تحت سطح الأرض وتتكون نتيجة لتسرب مياه الأمطار والجريان السطحي إلى الصخور وهي مياه قابلة للتجدد إذا كان هناك مصدر إمداد , ولقد كان من ضمن الأهداف المتوقع تحقيقها من إقامة سد وادي زازا هو زيادة المخزون الجوفي للمياه في المنطقة الساحلية الواقعة أسفل الوادي(3) والواقع ضمن ثلاث طبقات هي على النحو التالي :

1-الخزان الجوفي الأيوسيني

يتمثل في تكوين درنة وسوسة ويتكون من حجر جيري طباشيري ومارل ويتراوح عمقه ما بين 200 - 500م تحت مستوى سطح البحر ,وتحتوي صخوره على الحفريات والظاهرات الفجوية حيث تتوفر فيها عوامل تكون الكارست التي تشكل القنوات المميزة والتي تؤدي إلى

1– عبدالعزيز خالد الصغير, رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ,ص 172

2– رضا عناب , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق و ص 61–62

3– – المكتب الاستشاري للدراسات الاقتصادية بلدية بنغازي ,تقرير غير منشور ,مرجع سابق, ص 26

تطور النفاذية للخزان الجوفي , أما سمك الخزان فيتراوح ما بين 500 – 800 م وتعتبر مياهه ذات نوعية جيدة حيث تتراوح ملوحتها مابين1.5 إلى 10.5جرام / لتر وإنتاجية الآبار فيها من 3.6 / 10.8 م /ساعة(1) .

2- الخزان الجوفي الميوسيني

يتمثل في تكوين الرجمة عضو بنغازي وتعد مياه هذا الخزان جيدة مقارنة بالخزانات الأخرى ,ويتكون من حجر جيري دولوميتي يعلوه حجر جيري كالكارنايت ويتراوح سمك الطبقات الحاملة للمياه من 60 – 200م, ويتواجد على أعماق تتراوح ما بين 100 الي 150 م وبمعدل إنتاجية للآبار في حدود 3.6 م/ساعة ويحتوي الجزء العلوي منه على مياه متباينة الملوح فمجموع الأملاح الذائبة فيها يتراوح ما بين 2.1 جرام / لتر

3- خزان العصر الرباعي

يتكون هذا الخزان من الترسيبات الطينية التابعة للزمن الرابع ,يتواجد هذا الخزان على أعماق ما بين 20 – 70 م تحت مستوى سطح البحر وتقدر إنتاجية الآبار بحوالي 1.8 م/ساعة كما ترتفع فيه نسبة الأملاح حيث تصل إلى 8000 جزء في المليون وبذلك فهي غير صالحة للاستغلال , ونتيجة لزيادة الطلب على المياه للأغراض الزراعية الأمر الذي ترتب عليه زيادة في حفر الآبار من دون الحصول على تراخيص مما أدى إلى خلق مشكلة تدهور في نوعية المياه فقد زادت نسبة الملوحة من 1270 جزء في المليون عام 1994 إلى 2070 جزء في المليون عام 2013 كما يبينه الجدول (26) وكان ذلك نتيجة لتداخل مياه البحر ,ومن ثم وضعت تحت الحضر كما انخفض منسوب المياه الجوفية في المنطقة (2).

جدول (26)

معدلات ملوحة المياه في منطقة المبني

الموقع	معدلات الملوحة جزء من المليون	سنة التحليل	معدلات الملوحة جزء من المليون	سنة التحليل
المبني	1279	1994	2070	2013

المصدر: سعيد عبدالحميد عبدالله ,رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ,ص 61

1– سبب عبد الكريم محمد , "تلوث المياة الجوفية في منطقة بنغازي دراسة في الجغرافيا التطبيقية " رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا ,كلية الآداب , جامعة قاريونس ,2004 , ص 59

2– الهيئة العامة للمياه , الوضع المائي بالجماهيرية العظمي ,تقرير غير منشور , مرجع سابق, ص 190

رابعاً: درء الفيضانات

مما لاشك فيه أن بناء سد وادي زارا بسعة تخزينية تصل إلى 1.750000 معلى بعد 9 كم من منطقتي برسس والمبني الواقعتين على الشريط الساحلي كان له الدور في التقليل والحيلولة دون تكرار الفيضانات التي كانت تهدد المنطقة ,حيث شكل حاجز للمياه خصوصاً وأن منابع الحوض تقع في منطقة تتمتع بأمطار يصل معدل هطولها إلى 322 مم /السنة , ولعلى أخر فيضان شهدته المنطقة كان في عام 2002 ف وكان ذلك نتيجة لأعطال الفنية وعدم صيانة للسد. وقد وقعت الهيئة العامة للمياه على عقد صيانة للسد مع شركة ديلما الايطالية في 14 -7 -2004 على أن تتم الصيانة في مدة 12 شهر من وقت التسليم والذي كان في 30-8-2004 وبلغت قيمة العقد 1,872700 د.ل شاملة لرصف الطرق وصيانة مبني الخدمات الذي كان يعاني من مشكلة تحرك المواد والتي كانت تسقط على المبني كالانزلاق الصخري للكتل على اختلاف أحجامها والانسياب الطيني وتم معالجة ذلك بإقامة شبكات من الأسلاك للحيلولة دون وقوعها وإقامة حواجز,كما شملت الصيانة السلالم وتركيب 4 بيزومترات جديدة وصيانة القديمة , وتركيب عدد2 اسطوانات ومضخات هيدروليكية للمخرج السفلي بالإضافة لمنظومة الإنارة والروافع الكهربائية (1) ولكن الجدير بالذكر أن هناك بعض روافد الحوض لازالت تشكل خطر على مناطق الشريط الساحلي كما ان منطقة النقعة والمتمثلة في غوط سلينه الصليعاية لازالت عرضه لأخطار الفيضانات المتدفقة من المصطبة الثانية (2).

خامساً :السياحة

إن أثر السدود لا يقتصر على درء الفيضانات وزيادة وتغذية مخزون المياه الجوفية أو إقامة المشاريع الزراعية بل يمتد الأمر إلى الاستثمار في الجانب السياحي , لأن هذه السدود تمثل صروح عمرانية وهندسية تدل وتبين تطور الحضارة البشرية وقد تم استغلال السدود في الجانب السياحي في بعض الدول منها العربية كالمغرب ومصر وسوريا والسعودية وكان لها مردود إيجابي بعد توفير بيئة ملائمة للتنزه , وقد لاحظنا أن هناك إقبال من قبل العائلات والمؤسسات التعليمية لزيارة السدود وخاصة خلال فصل الربيع ومما يعزز من ذلك وجود مواقع أثرية والمتمثلة في مقبرة المبني و برسس وكهف الطيور الموجود أعلى موضع السد والذي توجد به نقوش ترجع إلى العصر الحجري كما تبينه الصورة (58)(3) , ولكي تكون هذه السدود أماكن سياحية في ضوء ما تتمتع به من مقومات فانه لابد من تحقيق تنمية وتطوير لهذه المناطق من خلال الآتي :

1-العمل تحسين السدود وتطويرها وصيانتها وتزويدها ببعض المنشآت والخدمات الأساسية .

1– مقابلة شخصية مع المهندس عمر البعباع, الهيئة العامة للمياه , بنغازي , بتاريخ 27–11–2012

2– مقابلة شخصية مع إبراهيم البدري وسليمان العبدلي , بتاريخ 27– 5– 2016

3– مقابلة شخصية مع ,محمد سعد لديرع ,مصلحة الآثار توكره ,بتاريخ 2- 3- 2016

2- العمل على رصف الطرق المؤدية إليها ووضع العلامات الدالة عليها .

3- إنجاز نشرات سياحية خاصة بالسدود تتضمن معلومات كاملة عليها

4 – الاهتمام بتشجير المناطق المحيطة بالسدود

5- توفير لوحات لتوضيح أماكن التنزه والتحذير من الأماكن الخطرة التي يجب الابتعاد عنها(3)

6- توفير المقاهي والمحلات الصغير والجلسات العائلية لتلبية متطلبات السياح.

7- تغطية الجانب السياحي للسدود بكل الوسائل الإعلامية .

8- إقامة المهرجانات السياحية بالقرب منها للتعريف بأهميتها .

صورة (58)

نقوش حجرية داخل كهف الطيور

المصدر: مصلحة الآثار توكره .

سادساً : الآثار الاجتماعية

إن للسدود آثار اجتماعية على السكان فهي أما أن تؤدي إلى توطين أو هجرة ونقل للسكان , فإقامة السدود وخاصة الكبيرة منها تؤدي إلى غرق وغمر مساحات كبيرة بالمياه وبالتالي فان ذلك يؤدي إلى هجرة ونقل سكان هذه المناطق إلى أماكن أخرى خاصة المدن

للبحث عن مصادر دخل (1), ولكنها في نفس الوقت قد يترتب على إقامة السدود توطين للسكان وهذا مرتبط في الأساس بأهداف بناء السد وسياسة الدولة المائية وذلك من خلال إقامة المشاريع الزراعية على دلتاوات الأودية كما هو الحال في بعض المشاريع الزراعية في ليبيا والتي أشرنا إليها سابقاً ومنها مشروع سهل بنغازي الذي أقيمت فيه 320 مسكن زراعي وإقامة الطرق لمسافة 100كم للربط بين المزارع , وبناء عدد2 مهابط للطائرات الزراعية بالإضافة لمرافق خدمات للمشروع وحقل (5) أقيم أسفل مشروع سد وادي زازا أدى إلى توطين السكان في هذه المنطقة على الرغم من عدم استكمال مراحل بناء السد والمتمثلة في تبطين بحيرة السد و استكمال عملية نقل المياه المحجوزة في بحيرة السد للاستفادة منها في المزارع الواقعة على دلتا وادي زازا (2)

سابعاً : الآثار الجيومورفولوجية (تآكل مجاري الأودية والسواحل)

إن إقامة السدود على مجاري الأودية والأنهار لحجز المياه يترتب عليه تغير في منسوب المجرى المائي للحوض قبل وبعد منطقة السد , لان هذه السدود تنعكس آثارها على العمل النهري من تعرية ونقل وإرساب تؤدي إلى حجز الرواسب في بحيرة السد , ومن ثم يترتب على ذلك زيادة في مستوى المجرى قبل السد وانخفاض بعد السد, بما أن السد يتحكم بكمية المياه المنصرفة بعده لذا يضعف العمل النهري ويبقى معدل التآكل والنحت ثابت فتدفق المياه بقوة يمتد لمسافة بسيطة ويتضح تباين واختلاف بين المنطقة الموجودة قبل السد والمنطقة الموجودة بعد السد نتيجة لحجز الرواسب ,بالإضافة إلى تآكل السواحل فتكون الشواطئ غير قادرة على تجديد ما تآكل منها بسبب الأمواج بسبب حجز الرواسب وهذا يهدد النظم البيئية الساحلية من خلال زيادة عمق الأودية والأنهار وتضييقه مع مرور الزمن كما انه معدل التآكل يبقى ثابت في مجرى الوادي بعد السد

ثامناً : التأثير على صحة الإنسان

قد تؤدي مشاريع السدود والخزانات إلى حدوث ظواهر سلبية ذات مخاطر كبيرة على صحة الإنسان والتي لا يستطيع مخطط المشروع التكهن بها , وهذا ما أظهرته العديد من الدراسات بأن بعض تلك المشاريع كانت سبباً في ارتفاع نسبة الإصابة ببعض الأمراض وهذا ما حدث في نهر السنغال الذي أقيمت عليه مشاريع كانت السبب في انتشار أمراض البلهارسيا وحمى الوادي والملاريا

1– علياء حسين وآخرون , الآثار البيئية للسدود المائية في العراق , مجلة البحوث الجغرافية ,(العدد 20 ,ص346)

2– سعيد عبد الحميد عبدالله , رسالة ماجستير غير منشورة , مرجع سابق ص 207

تاسعاً: ارتفاع نسبة التلوث

في بعض المناطق القريبة من الأودية والأنهار يعتمد سكانها في التخلص من مياه الصرف الصحي والنفايات بتوجيهها نحوها , وهذا أدى إلى تركيز عناصر مثل النيتروجين والفسفور والمواد العضوية فادت إلى نمو وانتشار النباتات الغريبة والطحالب [1], ومصب وادي زازا يعاني من هذه المشكلة من إلقاء النفايات ومخلفات البناء كما هو موضح في الصورة (59)

صورة(59)

النفايات في مجرى وادي زازا

المصدر: الدراسة الميدانية

1– خلف حسين الدليمي ,التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية , مرجع سابق , ص 377– 384

الخاتمة

أولاً:- النتائج

ثانياً:- التوصيات

ثالثاً:- المصادر والمراجع

رابعاً:- الملاحق

أولاً - النتائج :-

1– يعتبر موقع حوض وادي زازا ذا أهمية كونه يقطع ثلاث نطاقات تضاريسية مختلفة متمثلة في المدرجين الثاني والأول والسهل الساحلي ويمر بتجمعات سكانية ومشاريع زراعية أنشئت على مناطق ترسيبية بداخله ,ويشهد هذا الحوض جريان سطحي استلزم إنشاء السد.

2– إن أغلب التكوينات الجيولوجية السائدة في منطقة الدراسة محصورة بين الزمن الثاني وتحديداً العصر الطباشيري العلوي وتمثله تكوينات قصر العبيد والبنية والمجاهير والدخان . وبين الزمن الثالث المتمثل في العصر الأيوسيني الأوليجوسيني الميوسيني وتكويناتها أبولونيا ودرنة والابرق وتكوين الرجمة عضو بنغازي وعضو وادي القطارة , وتفترش هذه التكوينات مساحات متفاوتة كان لها تأثير على الجريان السطحي للحوض.

3– أثرت الخصائص التركيبية والليثولوجية على الجريان السطحي للحوض , فتكوين البنية ذو النفاذية المنخفضة(0.082ملي دارسي) يفترش مناطق منابع الحوض التي تحوي نبات طبيعي منخفض الكثافة وتستقبل معدلات سقوط أمطار تتعدى 300مم في السنة , كلها عوامل ساعدت على تدفقات قوية أصبحت تهدد المشروع الزراعي في الصليعاية وسلينه ,على العكس من ذلك نجد تكوين درنة ذو النفاذية العالية (24.8ملي دارسي) يفترش مناطق أنشا عليها السد و بها صدوع وفواصل تتقاطع في الجزء السفلي مع مجرى الوادي وتأخذ اتجاه شمال شمال شرق – جنوب غرب حيث أثرت على مخزون بحيرة السد وهو ما يفسر جودة المياة الجوفية للمزارع الواقعة أسفل الحافة الأولى مباشرةً .

4– تذبذب القمة المطرية في فصل الشتاء بين شهري ديسمبر ويناير والذي يشكل ما نسبته(70.4%) من مجموع الأمطار الساقطة في السنة, ثم يتلوه فصل الخريف ب(23.78%) بعد ذلك فصل الربيع ب(5.24%) وأخيراً فصل الصيف(0.57%)

5– بلغ عدد الأيام الممطرة في محطة المرج 57 يوماً ممطراً تركز ما نسبته (63.2%) من هذه الأيام في فصل الشتاء و (21%) في فصل الخريف و (15.8%) في فصل الربيع , وهي متباينة من حيث الكثافة على مستوى الشهور وهي أحدى خصائص أمطار الجبل الأخضر . حيث نجد شهر مارس يفوق شهر ديسمبر ذروة السنة المطرية على الرغم من انخفاض عدد الأيام الممطرة في شهر مارس ,كذلك الحال بالنسبة لشهر أكتوبر الذي يتسم بسقوط كميات كبيرة في فترة زمنية قصيرة وهو شهر الفيضانات التي تهدد المنطقة بالأخص غوط سلينه.

6– تبين من خلال استخدام طريقة المتوسط النصفي أن الاتجاه العام للأمطار آخذ في اتجاه التناقص , كما أن المنطقة مرت بفترات غير منتظمة للأمطار ظهرت خلالها فترات جافة انخفض فيها معدل الأمطار عن المعدل العام , فوصلت إلى (18) فترة جافة في حين قابلتها (12) فترة رطبة ,هذا النمط أخذ في التصاعد مما أثر على حجم بحيرة السد .

7– من خلال تطبيق معامل الجفاف تبين أن المنطقة ذات مُناخ رطب وأن القيمة الفعلية للأمطار ترتفع في أشهر نوفمبر ديسمبر يناير فبراير مارس ,بينما تنخفض في أشهر أبريل مايو يونيو يوليو أغسطس سبتمبر حسب تطبيق معامل شرف .

8– بلغ معدل السطوع الشمسي في المنطقة 10.5 ساعة وسجل أعلى معدل في شهر يونيو ويوليو وأغسطس وأقل معدل في أشهر ديسمبر و يناير .

9– تنحصر الفترات التي ترتفع فيها درجات الحرارة في سبعة أشهر تمتد من مارس إلى سبتمبر حيث سجلت متوسط (27.28) درجة مئوية , في حين امتدت فترات البرودة لخمسة أشهر من أكتوبر الي فبراير بمتوسط (20.27) درجة مئوية , أما المدى الحراري فقد بلغ (13.5) درجة مئوية .

10 – الرياح الشمالية والشمالية الغربية هي السائدة على منطقة الدراسة والمسئولة على سقوط الأمطار وتعديل درجات الحرارة , تلتها الرياح الشمالية الشرقية والتي شكلتا ما نسبته (56.5) من مجموع نسب هبوب الرياح والتي بلغ متوسط سرعتها السنوي (10.8 كم / الساعة)

11– يقطع حوض وادي زازا ثلاثة مناطق تضاريسية مختلفة , تتفاوت فيها مناسيب الارتفاع بين 8 – 695 م فوق مستوى سطح البحر وفق نموذج الارتفاعات الرقمي وبلغت فيها درجة الانحدار (0.59 درجة) أما معدل انحدارها فقد بلغ (1 م رأسي : 95.5 م أفقي) في حين كانت نسبة الانحدار (1.04%) , أما موضع السد فهو مناسب من حيث هذه الخصائص فدرجة الانحدار بلغت (0.61 درجة) في حين نسبة الانحدار بلغت (1.02%)أما معدل الانحدار فقد بلغ (1 م رأسي : 98 م أفقي)

12– يتكون حوض وادي زازا من 18 رافد رئيس (7) روافد منها تقع قبل السد وتصب في السهل الساحلي مباشرة ولا توجد عليها منشآت لضبط الجريان واستغلاله باستثناء مجرى الزاد وهناك (5) تنبع من المصطبة الأولى أمام السد و(6) روافد من المصطبة الثانية.

13– من خلال المقاطع العرضية تبين أن موضع السد مناسب حيث بلغت المسافة بين الحافتين 221.8 م ودرجة انحدار جوانب المجرى 24.4 – 27 درجة رغم ما يُعاب عليه من قلة الغطاء النباتي ووجود تكوين درنة ذو النفاذية العالية, أما الموضع الثاني الأنسب فهو جنوب السد (أمام السد) حيث كان متوسط المسافة بين الحافتين 235.4 كم ودرجة انحدار جوانب الأودية 27 – 23.3 وهو ذو غطاء نباتي كثيف ويفترش الموضع تكوين أبولونيا وأخيراً الموضع الثالث حيث بلغت المسافة بين الحافتين 269 م ودرجة الانحدار 25.7 – 30.5 , يعاب عليه وقوعه بعد صدع يمتد لمسافة طويلة كما أن الغطاء النباتي ضعيف وكذلك وجود تكوين درنة , لكنه قريب من مزارع المشروع رقم (5) خاصة إذا أخذنا في الاعتبار توصيل المياه المحجوزة الي هذه المزارع .

14– لقد بينت دراسة المقاطع الطولية أن مجاري بلقارص واللبيض والوطيات وبوصفيطة لازالت تشكل خطراً على منطقة مشروع سهل بنغازي حيث ارتفعت نسبة العلاقة بين الفارق الرأسي والمسافة الأفقية فتراوحت ما بين (36.6 -65.4 م /كم) ثم يأتي رافد إكحيل والزاد والبويرات وهي روافد واقعة خلف السد , أما روافد المصطبة الأولى الواقعة أمام السد فارتفعت

النسبة في رافد المساس والهيرة وعازة (32- 25 – 20) وانخفضت في رافد الشحرير و بويريف الذي كان من ضمن المواقع المقترحة لإنشاء السد , أما روافد المصطبة الثانية فارتفعت النسبة في رافد بو عنقود والبياضة وسماح والقصبة وانخفضت في علِيه .

15– لقد حددت هذه الدراسة أشكالاً جيومورفولوجية تكونت بفعل نشاط التجوية الميكانيكية والكيميائية وكذلك التعرية وتحرك المواد , كتساقط الكتل الصخرية وزحف وانقلاب الصخور والكهوف الكارستية والانسياب الطيني والمصاطب والمساقط المائية , ويظهر شكل المجرى على شكل حرف V مع بعض الانعطافات التي تتبع الاتجاه العام للتراكيب الجيولوجية والتي تقلل من سرعة المياة , أما النمط التصريفي لحوض الوادي هو من النوع الشجري والمتأثر بالاتجاه العام للتراكيب الجيولوجية .

16– لم يستفيد مشروع رقم (5) في سهل بنغازي من المياه المحجوزة في بحيرة سد وادي زازا استفادة مباشرة لأنه لم تستكمل باقي مراحل السد ذلك بإنشاء خط أنابيب لنقل المياه وخزان سطحي لتخزينها , أما الاستفادة الغير مباشرة فكانت في تغذية المخزون الجوفي للمنطقة القريبة من الحافة في الوقت الذي ارتفعت فيه معدلات الملوحة في المواقع البعيدة لتسجل 2070 جزء من المليون في منطقة المبني .

17– لقد كان لإنشاء سد وادي زازا دوراً في التقليل من الفيضانات التي تهدد منطقتي برسس والمبني حيث شكل حاجزاً لذلك ولكن هناك روافد لازالت تشكل خطر وهي روافد بلقارص واللبيض والوطيات وبوصفيطة واكحيل والزاد والبويرات على السهل الساحلي ,كذلك الروافد العليا التي تنبع من المصطبة الثانية التي تهدد الصليعاية وغوط سلينه بالفيضانات فهي تحتاج إلى وسائل ضبط .

18 – أصبحت السدود في الوقت الحاضر معالم يمكن استغلالها في الأنشطة السياحية خاصةً إذا أخذنا في الاعتبار المواقع الأثرية في الحوض .

19– ترتب على إنشاء سد وادي زازا تفاوت في المجرى قبل وبعد السد لأنه أصبح حاجز أمام تدفق الإرسابات الطينية والتي كانت تغذي المناطق الزراعية

20 – أصبح مجرى الوادي موقع لإلقاء النفايات نتيجة لإهمال وغياب الجهات المختصة

ثانياً – التوصيات

بناءاً على ما توصلت إليه الدراسة من نتائج يمكن استنباط مجموعة من التوصيات الهامة متمثلة في الآتي :-

1– إعادة تفعيل المحطات المطرية في كل من جردس العبيد والمليطانية والحمدة وضرورة إنشاء محطة في الصليعاية أو سلينه وأخرى في برسس وتزويد هذه المحطات بالأجهزة والمعدات اللازمة حتى نتمكن من بناء قاعدة بيانات مطرية حديثة تساعد على أجراء الدراسات.

2– ضرورة إنشاء محطات ونقاط رصد للجريان السطحي على روافد الحوض لغرض توفير بيانات أكثر دقة تساعد في وضح الحلول المناسبة .

3– العمل على توسيع مجرى الوادي كحل مؤقت للفيضانات التي تهدد المنطقة الواقعة أسفل الحافة الثانية , هذا المجرى يمتد من مزارع الصليعاية إلى نهاية مزارع غوط سلينه لمسافة لا تقل عن 11 كم محصورة بين خطي طول 20.41.6 و 20.47.6 شرقاً.

4– باعتبار الحوض المطري منظومة متكاملة فلابد من إنشاء سد آخر على المصطبة الثانية عِوضاً عن السد الركامي المُنهار على مجرى رافد البياضة سنة 1994 والبحث في أسباب انهياره , ذلك كحل جذري لمشكلة الفيضانات التي تهدد منطقة الصليعاية وغوط سلينه .

5– ضرورة تبطين بحيرة سد وادي زازا وإنشاء خط أنابيب من أجل استغلال المياه المحجوزة في ري المزارع الواقعة أسفل الحافة الأولى مباشرة .

6– يجب الاستفادة من كميات الرواسب المحجوزة في بحيرة السد والتي تقلل من القدرة الاستيعابية له.

7– لابد من إنشاء سدود تعويقية وخزانات سطحية على روافد الحوض الواقعة خلف السد والتي تشكل خطراً على مزارع مشروع حقل (5) ومن أجل الاستفادة من الجريان السطحي الذي تشهده.

8– عدم التهاون في تطبيق التشريعات التي تحد من عمليات التوسع الحضري على الغطاء النباتي الطبيعي وعلى مزارع المشاريع الزراعية وكذلك قطع الأشجار ويجب أن يكون الاستغلال وفق مفهوم التنمية المستدامة , والعمل على تشجير مناطق منابع الحوض ذات الغطاء المبعثر .

9– ضرورة توظيف تقنية نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الطبيعية الجيومورفولوجية المتعلقة بالخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف لما لها من نتائج دقيقة وما توفره من جهد ووقت .

10– تنظيم حملات توعية للمواطنين بهدف التعرف على أهمية الأحواض المائية وما تحويه من غطاء نباتي طبيعي وبخطورة الاستغلال المفرط ,كذلك المعالم السياحية فيها وعدم التعدي عليها وإلقاء النفايات في مجاريها .

11– إتباع هذه الدراسة بدراسات لاحقة تختص بانجراف التربة والغطاء النباتي والبحث في كيفية تكون حوض وادي زازا وعلاقة ذلك بالتراكيب الجيولوجية , كذلك الأخطار الجيومورفولوجية التي تهدد المشاريع الزراعية .

ثالثاً – قائمة المصادر والمراجع :-

أ – المصادر والتقارير الرسمية

1– اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والنباتية , الهيئة العامة للمياه ,"الوضع المائي بالجماهيرية العظمى " تقرير غير منشور , 2006

2– مفتاح علي , فتشنزو فرقيلو , الهيئة العامة للمياه ,"مواصفات سد وادي زازا " تقرير غير منشور .

3– مركز البحوث الصناعية ,خريطة ليبيا الجيولوجية ,مقياس 1 :250000 , لوحة بنغازي ش ذ 34 – 14 – لوحة زاوية مسوس ش ذ 34 – 3, طرابلس 1977.

4– الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى ,أمانة البلديات , مصلحة المساحة, خرائط طوبوغرافية , لوحة جردس الأحرار I 3489 , لوحة الحمدة IV 3489 , لوحة دريانه I 3389, مقياس 1 : 50000.

5– مركز الأرصاد الجوية طرابلس , بيانات مُناخية لمحطات المرج الفترة (1975-2005) جردس العبيد (1962 – 1982) المليطانية (1960 -2000) الحمدة (1978- 2000)

6– فهد سالم الأحمدي " استخلاص المعلومات الهيدرولوجية اللازمة لتصميم السدود بطريقة آلية مراجعة للتقنيات الحديثة " المدرية العامة للمياه , إدارة الدراسات والتصميم , المدينة المنورة , السعودية ,2000.

7– جامعة عمر المختار ,مشروع جنوب الجبل الأخضر " دراسة وتقييم الغطاء النباتي بمنطقة الجبل الأخضر " تقرير غير منشور , البيضاء ,2003.

8– المؤسسة الوطنية للنفط , معهد النفط الليبي ,طرابلس , نتائج التحليل الأساسي للعينات الجيولوجية , 2016,

9– المكتب الاستشاري للدراسات الاقتصادية بلدية بنغازي ,المسح الاقتصادي والاجتماعي لمنطقة سهل بنغازي , الهيئة العامة لاستثمار مياه النهر الصناعي العظيم ,تقرير غير منشور.

ب – الكتب

1– خلف حسين الدليمي ,التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية تطبيقية (عمان, دار الصفا للنشر والتوزيع , الطبعة الأولى ,2005)

2–أحمد محمد انديشة, التاريخ السياسي والاقتصادي للمدن الثلاثة (مصراته ,الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ,1993)

3– شنايدر كاترين , وونغ سوزان ,امهوف أفيفا, السدود والأنهار والحقوق دليل عمل المجتمعات المتأثرة بالسدود , ترجمة شانون لورنس (بيركلي ,الولايات المتحدة الأمريكية , شبكة الأنهار الدولية,2006)

4–محمد عبدالله لامة , سهل بنغازي دراسة في الجغرافية الطبيعية (بنغازي, منشورات جامعة بنغازي ,2003)

5–خلف حسين الدليمي ,الجيومورفولوجية التطبيقية علم شكل الأرض التطبيقي (عمان ,الأهلية للنشر والتوزيع ,2001)

6– جودة حسنين جودة ,الجيومورفولوجية علم أشكال سطح الأرض (دار المعرفة الجامعية, الإسكندرية ,الطبعة الثانية , 2003)

7–عبدالعزيز طريح شرف, جغرافية ليبيا (الإسكندرية منشأة المعارف , دار المعرفة الجامعية ,2000)

8–عبدالعزيز طريح شرف , الجغرافية المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا (الإسكندرية ,دار المعرفة الجامعية ,2000)

9–فتحي أحمد الهرام، الجماهيرية: (التضاريس والجيومورفولوجيا)، دراسة في الجغرافيا)، تحرير الهادي بو لقمة، سعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، سرت، الطبعة الأولى، 1995

10–صفاء مجيد المظفر, جغرافية التربة (الكوفة , وزارة التعليم والبحث العلمي , الطبعة الأولى ,2014)

11–خالد رمضان بن محمود, الترب الليبية تكوينها – تصنيفها – خواصها- إمكانياتها الزراعية ,(طرابلس , الهيئة القومية للبحث العلمي , الطبعة الأولى ,1995)

12– محمد صبري محسوب ,أحمد البدوي محمد,الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل (القاهرة , دار الفكر العربي ,1996)

13– محمد صبري محسوب ,جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ,(القاهرة ,دار الفكر العربي ,الطبعة الخامسة ,1997)

14– زكريا هميمي ,أسس الجيولوجيا الطبيعية, (القاهرة , دار الكتاب الحديث , 2008)

15– جودة حسنين جودة ,أسس الجغرافيا العامة (الإسكندرية , منشأة المعارف, 2004)

16–حسن سيد أبو العينين ,أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض ,(الإسكندرية , مؤسسة الثقافة الجامعية ,1995)

17– عبد الحميد بن خيال, فصل الزراعة والثروة الحيوانية في الجماهيرية دراسة في الجغرافيا, تحرير الهادي بولقمة , سعد خليل القزيري (سرت , الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان 1995)

18- حسن رمضان سلامة , أصول الجيومورفولوجية (عمان , دار المسيرة للنشر والتوزيع , الطبعة الأولى ,2004)

19– فتحي عبد العزيز أبو راضي, مناهج ووسائل وأساليب البحث في الجيومورفولوجيا (دار المعرفة الجامعية , الإسكندرية ,2009)

20–ميشيل كامل عطا الله, أساسيات الجيولوجيا (عمان , دار المسيرة للنشر والتوزيع ,2000)

21– محمود سعيد السلاوي ,هيدرولوجية المياه السطحية (مصراته ,الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ,الطبعة الأولى ,1989)

ج – الدوريات

1– على محمد الفيتوري , "تطبيقات تظم المعلومات الجغرافية في دراسة مورفومترية وهيدرولوجية وديان الهضبة الأولى بالجبل الأخضر – شمال شرق ليبيا " قسم الموارد والبيئة , كلية الآداب والعلوم المرج , جامعة بنغازي,2015 .

2– حكمت صبحي الداغستاني , حميد بسمان يونس " العلاقة بين المظاهر الجيومورفولوجية واستخدامات الارض ونظام التصريف السطحي والاستفادة منها في حصاد المياه لحوض وادي بادوش شمال العراق," المجلة العراقية الوطنية لعلوم الارض ,(جامعة الموصل,المجلد11,العدد2 ,2011)

3–غزوان سلوم " حوض وادي القنديل دراسة مورفومترية, " مجلة جامعة دمشق ,(العدد الأول , المجلد 28 , 2012)

4– محمد فضيل بوروية " المدلول الجيومورفولوجي للمتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال," مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ,(قسم الجغرافيا ,جامعة الكويت , العدد ,229 ,السنة 1999)

5– علي طالب جعفر "التحديات الطبيعية والبشرية التي تواجه نهر دجلة وأبعاده المستقبلية" مجلة كلية التربية , (جامعة ديالى , العراق 2013)

6– عباس محمود شراقي "المشروعات المائية في أثيوبيا وآثارها على مستقبل مياه النيل " قسم الموارد الطبيعية, ,(معهد البحوث الإفريقية , جامعة القاهرة ,2010)

7– رقية أحمد العاني " تغير المظهر الأرضي landscap لوادي نهر العظيم – نهر دجلة بعد إنشاء السد باستخدام Rs –Gis " قسم الجغرافيا التطبيقية ,جامعة تكريت ,كلية الآداب ,2011.

8– عمار حسين محمد , منذر علي طه "النموذج الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية وتطبيقاته على حوض وادي كوردة شرق بحيرة حمرين,العراق,"مجلة ديالى ,(العدد الحادي والأربعون ,2009).

9– محمد صباحي ," التباين الصخري والطوبوغرافي بالمغرب وتأثيره على النفاذية والجريان السطح مائي" مجلة كلية الآداب , (جامعة تطوان , العدد 17 ,2012).

10 – فتحي الهرام مجدي تراب "التطور الجيومورفولوجي لبعض أودية الجبل الأخضر", مجلة قاريونس العلمية ,(جامعة قاريونس ,السنة الثالثة , العدد الرابع ,1990)

11– محمود سعد إبراهيم ,اتجاهات التغير في كميات الأمطار وأثرها في التصحر في شرق الجبل الأخضر ,قسم الجغرافيا, (كلية الآداب والعلوم درنة ,جامعة عمر المختار,2010,).

12– البشير الطاهر محمد , "الاتجاه العام لمعدلات الأمطار ودوره في حدوث ظاهرة التصحر بمنطقة سهل جفاره " المجلة الجامعة (جامعة الزاوية , العدد السابع , المجلد الثاني, 2015).

13–رحيم ,حميد العبدان ,"شدة تضرس الحوض النهري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية", مجلة قسم الجغرافيا, (كلية الآداب, جامعة بغداد, العدد73, 2006).

14– ادريس على سلمان "مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) مجلة جامعة جازان- فرع العلوم الإنسانية (جامعة جازان ,المجلد الثالث , العدد الأول ,2014).

15– طلال مريوش جاري , ضياء الدين الحسين "مورفومترية حوض نهر الزعفران شمال شرق محافظة ميسان دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية " مجلة كلية التربية – واسط (جامعة واسط ,كلية التربية , قسم الجغرافية .العدد العاشر).

16– عبدالله بن إبراهيم المهيدب ,التربة السبخة في المملكة العربية السعودية خواصها وطرق معالجتها " مجلة جامعة الملك عبدالعزيز, (العدد الثاني ,المجلد 14, 2002).

17– محمود رجب المكي وآخرون ,التغير في بعض خصائص التربة الساحلية بمنطقة دريانه - برسس , مجلة المختار للعلوم ,(المجلد29, العدد1, 2014 ,)

18–محمد أبو صفط ,التصنيف الجيوكيميائي لترب شمال الضفة الغربية , مجلة جامعة النجاح للأبحاث, (المجلد 17, العدد 1, 2003,).

19– سامية عواد الأنصاري, تطبيقات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية في دراسة البيئة العاملية لحوض وادي فاطمة بالمملكة العربية السعودية, قسم الجغرافيا ,(كلية الآداب , جامعة الملك عبد العزيز,2014,) .

20– محمود محمد عاشور ," التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي " , المجلة الجغرافية العربية , الجمعية الجغرافية المصرية ,(القاهرة , السنة الخامسة عشرة , العدد الخامس عشر ,1983ف).

21– مأمون ملكاني ,الآثار البيئية السالبة لبناء السدود ,المجلة العربية لإدارة مياه الري , المنظمة العربية للتنمية الزراعية , (العدد الرابع , القاهرة , 2001)

22– علياء حسين وآخرون , الآثار البيئية للسدود المائية في العراق , مجلة البحوث الجغرافية ,(العدد 20)

د – الرسائل العلمية

1– حسن امحمد حسن ," السدود شمال غرب الجماهيرية عوامل نشأتها المكانية وأثرها على التوازن البيئي دراسة هيدروغرافية" ,(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا وكلية الآداب, 04جامعة السابع من أبريل, الزاوية ,2010)

2– سالم بن مساعد بن عوض ," موارد المياه بحوض وادي تربة دراسة في جغرافية الموارد المائية" (رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا , كلية العلوم الاجتماعية , جامعة أم القرى ,مكة 2004)

3– الزهراء سامي عبدالسلام,"اختيار موقع أمثل لبناء سد على مجرى النيل الأزرق في أثيوبيا" (رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا , كلية الآداب , جامعة عين شمس, القاهرة ,2010)

4– حنان بنت عبداللطيف بن حسن, "دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن" (رسالة ماجستير غير منشورة , كلية الآداب , قسم الجغرافيا , جامعة الملك سعود , الرياض ,2008)

5– أحمد امبارك الجوهري, "دراسة بيئية تصنيفية للغطاء النباتي في حوض وادي زازا" (رسالة ماجستير غير منشورة, قسم النبات, كلية العلوم , جامعة قاريونس ,2008)

6– بوستي صندراء, "التعرية وإستراتيجية التهيئة بحوض وادي كبير الرمال , حالة وادي سمندو وبومرزوق" (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية علوم الارض ,جامعة منتوري , قسنطينة ,2005)

7–رشيد دحمان ," حوض وادي بوسلام تأثير الحمولة الصلبة على الموارد المائية" (رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا ,كلية علوم الارض , جامعة منتوري , قسنطينة ,2005)

8– آمنة بنت أحمد علاجي,"تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم" (رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا , كلية العلوم الاجتماعية , جامعة إم القرى , مكة , 2010)

9– رضا عناب, "تقدير خطر التعرية في حوض تيمقاد وأثرة على سد كدية مداور مقاربة متعددة المعايير",(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم علوم الأرض ,كلية العلوم , جامعة باتنة ,2006)

10– باسم أحمد السيد, "جيومورفولوجية المنطقة فيما بين واديي أم مرخ ورحبة جنوب شرق الصحراء الشرقية" ,(رسالة دكتوراة غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب ,جامعة القاهرة, 2009)

11– متولي عبد الصمد, "حوض وادي وتيرة شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية ",(رسالة دكتوراة غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية الآداب, جامعة القاهرة ,2001)

12– إسلام سلامة محمد, "دراسة مقارنة للأخطار الجيومورفولوجية في مجرى فرعي دمياط ورشيد ",(رسالة دكتوراة غير منشورة , قسم الجغرافيا, كلية الآداب , جامعة بنها,2006)

13– هيفاء محمد النفيعي,"تقدير الجريان السطحي ومخاطرة السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية", (رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية العلوم الاجتماعية , جامعة إم القرى ,مكة,2010)

14– يحيى محمود سعيد,"تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء فلسطين" ,(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب ,الجامعة الإسلامية ,غزة ,2013)

15– خليفة أحمد الشحومي ," مورفولوجية الكارست في المنطقة الممتدة من درنة الي سوسة بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا دراسة لأثر التركيب الصخري والتراكيب الجيولوجية على تشكيل وتوزيع ظاهرات الكارست" ,(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب والتربية, جامعة قاريونس , بنغازي ,2003)

16– محمد عطايا العلواني," التحليل الرياضي الجيومورفومتري لبعض الأودية الساحلية بمنطقة الجبل الأخضر" ,(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا , كلية الآداب, جامعة قاريونس, بنغازي ,2004)

17– ريما جمال فرج," التصحر في سهل المرج" ,(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب , جامعة قاريونس , بنغازي ,2004)

18– عقوب عمر محمد," الآثار البيئية للتنمية الزراعية في منطقة سهل المرج" ,(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية الآداب ,جامعة قاريونس ,2005)

19– محسن فتح الله بن علي ,"خصائص الأمطار في منطقة الجبل الأخضر",(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا , كلية الآداب, جامعة قاريونس,2007)

20– عبدالعزيز خالد الصغير,"أسباب انتشار التعرية الأخدودية ونتائجها على طول مجرى وادي الخروبة في جنوب الجبل الأخضر",(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب, جامعة قاريونس,)

21– خديجة بنت أحمد,"أثر الخصائص المطرية في توزيع الغطاء النباتي للأراضي الجبلية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية " (رسالة دكتوراة غير منشورة, قسم الجغرافيا ,كلية الآداب ,جامعة الملك سعود,الرياض,2002)

22– نزيه علي محمد ," جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى من وادي الخليل" (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية الدراسات العليا, جامعة النجاح الوطنية, نابلس ,فلسطين ,2007)

23– محمد فتح الله محمد , "جيومورفولوجية بعض الاودية الموسمية شرق وغرب نهر النيل بولاية الخرطوم ",(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب, جامعة الخرطوم, الخرطوم , السودان ,2007)

24– أحمد, محمد أحمد, "المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج دراسة جيومورفولوجية" ,(رسالة دكتوراة غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب , جامعة الإسكندرية, 2007)

25– أمينة صالح عبدالله, "حوض وادي السيرات دراسة جيومورفومترية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية Gis",(رسالة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافيا, مركز البحوث والدراسات العليا, جامعة السابع من أبريل, الزاوية, 2007)

26– كريمة الهادي سالم,"التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي الهيرة دراسة جيومورفومترية" ,(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب, جامعة طرابلس,2015)

27– محمد فؤاد عبدالعزيز, "حوض وادي الأسيوطي دراسة جيومورفولوجية",(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب, جامعة طنطا, 2002)

28– ناجح فرحان شفيق," انجراف التربة في حوض التصريف النهري الأعلى لوادي الزومر",(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية الدراسات العليا, جامعة النجاح الوطنية ,نابلس , فلسطين ,2011)

29– صفاء عبدالجليل كامل, "الخصائص الطوبوغرافية وتأثيرها على الغطاء النباتي في محافظة نابلس باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد" ,(رسالة ماجستير غير منشورة, كلية الدراسات العليا , جامعة النجاح الوطنية, نابلس, فلسطين, 2010)

30– هلال صالح إبراهيم, "الآثار الاجتماعية والبيئية المتوقعة لاستخدامات مياه النهر الصناعي العظيم في التنمية الزراعية المستدامة في ليبيا ",(رسالة دكتوراة غير منشورة , قسم العلوم الزراعية والبيئة , جامعة عين شمس, 2004)

31– يوسف محمد زكري ," مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي ", رسالة دكتوراة غير منشورة , قسم الجغرافيا, كلية العلوم الأرضية جامعة منتوري , قسنطينة ,الجزائر 2005, .

32–وفاء كمال ريان," الخصائص المورفومترية لحوض وادي الفارغة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية ", رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية الآداب , الجامعة الإسلامية , غزة , 2014.

33–ياسر محمد عبد التميمي," أثر التعرية والتجوية في تكوين أشكال سطح الأرض في طية حمرين الجنوبي شمال المنصورية – العراق ", رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية التربية والعلوم , جامعة ديالى ,2012.

34– سميرة حسن أحمد," جيومورفولوجية الركن الجنوبي الشرقي لمصر دراسة للمنطقة الممتدة بين وادي حوضين والحدود المصرية – السودانية ", رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,معهد البحوث والدراسات الأفريقية القاهرة ,2003.

35– سعيد عبدالحميد عبدالله , "تقييم الوضع الزراعي بمشروع سهل بنغازي الاستيطاني الزراعي ",(رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا , كلية الآداب ,جامعة بنغازي ,2016)

36– جمال عمر القريو, " المُناخ وأثره على المحاصيل الزراعية في المنطقة الوسطى من سهل جفارة " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب ,جامعة السابع من أبريل,2002)

37– امحمد البوزيدي , "مشروع وادي الحي الزراعي دراسة جغرافية " (رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب ,جامعة الفاتح ,1984)

38– سبب عبد الكريم محمد, " تلوث المياه الجوفية في منطقة سهل بنغازي دراسة في الجغرافيا التطبيقية "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا و كلية الآداب جامعة قاريونس ,2004)

39– فرج غنام جبر ," أثر المُناخ والسطح على النبات الطبيعي في منطقة الخليل" (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا, كلية الدراسات العليا , جامعة النجاح الوطنية , نابلس ,فلسطين ,2003)

40–ألفت بن حسين بن محمد, ,"حوض وادي عسفان دراسة في الخصائص الطبيعية والإرسابات السطحية " (رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا , كلية العلوم الاجتماعية , جامعة أم القرى , المملكة العربية السعودية , 2004).

41– جمعة علي المليان ," العلاقة بين استهلاك المياه والموارد المائية المتاحة بمشروع وادي كعام الزراعي "(رسالة ماجستير غير منشورة ,قسم الجغرافيا ,كلية الآداب ,جامعة المرقب ,2005)

هـ – المؤتمرات العلمية

1– نبيل صبحي الداغستاني, مصطفى حمدي بن عامر, "استخدام الصور الجوية لتحليل حوض وادي زازا الواقع في شمال غرب الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا" , بحث مقدم الي المؤتمر الأول لعلوم الارض ,جامعة قاريونس في الفترة من 22الي 24- 11-1998.

2–عبدالملك بن عبدالرحمن آل الشيخ "حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية " (بحث غير منشور) المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة , كلية علوم الأغذية والزراعة ,جامعة الملك سعود ,(الرياض),2006

و – المصادر والمراجع الأجنبية

1– Ahmed el Hawat and Esam abdulsamad , Geology of East Libya ,The Geology of Cyrenaica field sedimentary Basins of Libya Third symposium 2004.

2–-Ahmed s- el Hawat and Mohamed Al Shelmani ,,Short Notes and Guidebook on The Geology of Al jabal Al Akhdar Cyrenaica NE Libya,, Erath science society of Libya 1993 .

3-klen. L. 1974. Geological map of Libya 1:250000 sheet in 34-14 Benghazi and explanatory booklet and ras cent Tripoli

4– -Marchetti m.1934 note illustrative per un ab bozzo di carta geology della Cyrenaica boll soc geol it Roma lii.

5– -Kleinsmiede w.f.d and Van der Berg nj 1968 surface geology of the jabal al Akhdar northern 1968 Kleinsmede Cyrenaica Libya t Barr (ed) geology and Archaeology of northern Cyrenaica Libya petrol explor soc Libya Tripoli.

6–Pietersz .c.R.1968. proposed Nomenclature for rock units in Northern Cyrenaica . f. T. Barr (E d) in Geology and archaeology of Northern Cyrenaica , Libya .Tripoli .

7–Desio A.1939. mossione scientific a Della .R Academia d Italia cufra vole 2 study morphological sulls Libya Orientale R Accad d Italia Roma.

8– Greogory j . w 1911. Contributions to the Geology of Cyrenaica Quart j Geol soc London .

9– - Libyan Arab Republic , Council of Agricultural Development Executive Authority of Jebel El Akhdar , Final Design And Supervision of Implementation of wadi zaza Dam, Benghazi Plain project . Hydrological Report 1pp 5- Report 2.

10– Council of Agricultural Development Executive Authority of El jabal el Akhdar, Final Design And supervision of implementation of wadi zaza dam ,Benghazi plain project , Geological Report 1 ,

11–council of Agricultural Development Exectuive Authority for jebel el Akhdar. final Design An supervision of lmplementation of wadi zaza Dam benghazi plain project .Density map

12–Council of Agricultural Development Executive Authority for jabal El Akhdar. investigation of the regulation and utilization of wadi zaza waters .wadi zaza Downstream . total field of fractures G4 . c lotti partners – consulting engineers- Roma 1976 .

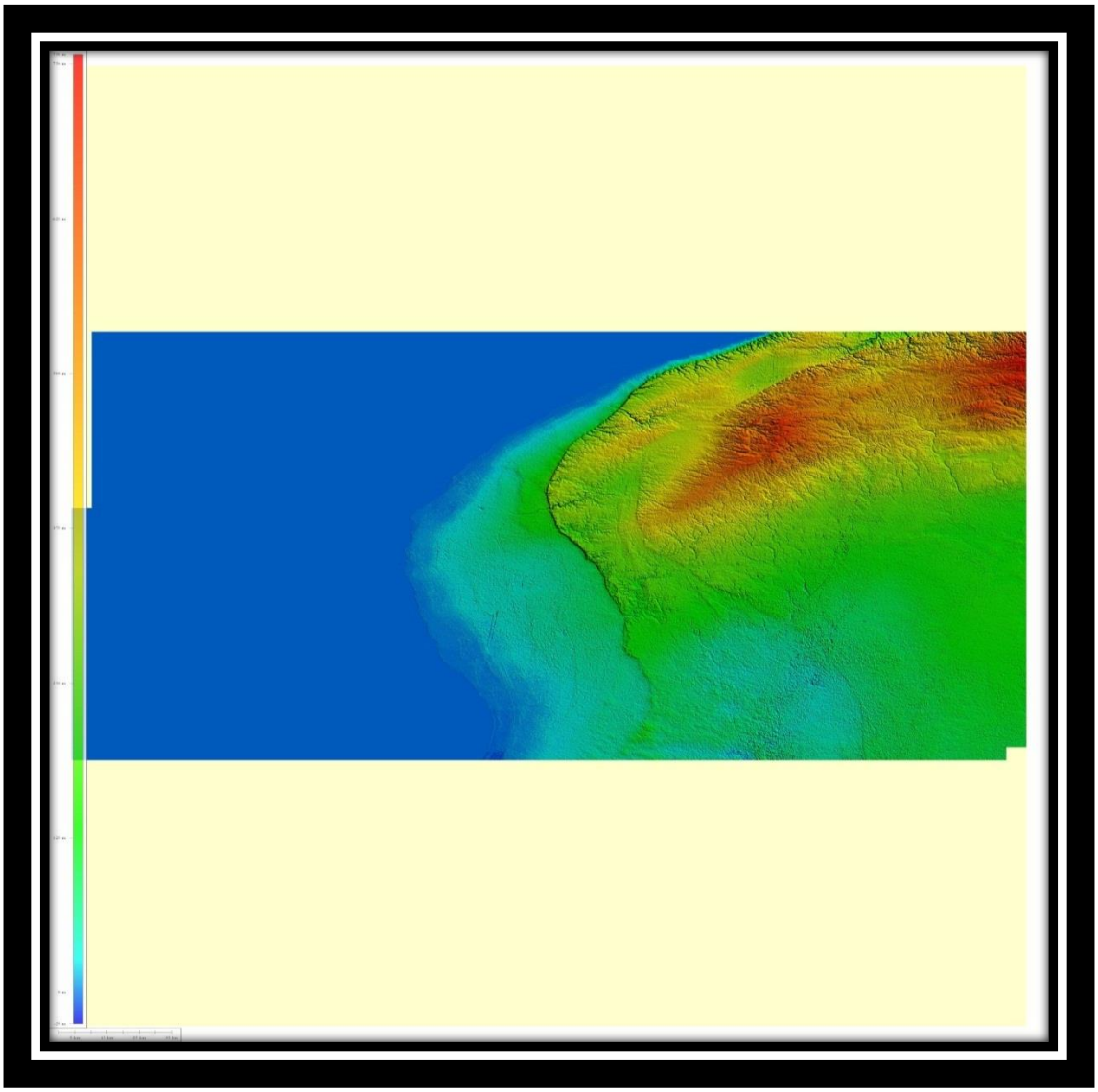
ز – المواقع الالكترونية

1– الموقع http://en.tutiempo.net/al-marj.html

2– الموقع https.//ar.wikipedia.org

رابعاً: الملاحق

أ– الملحق (1) مرئية فضائية



ب – ملحق (2)

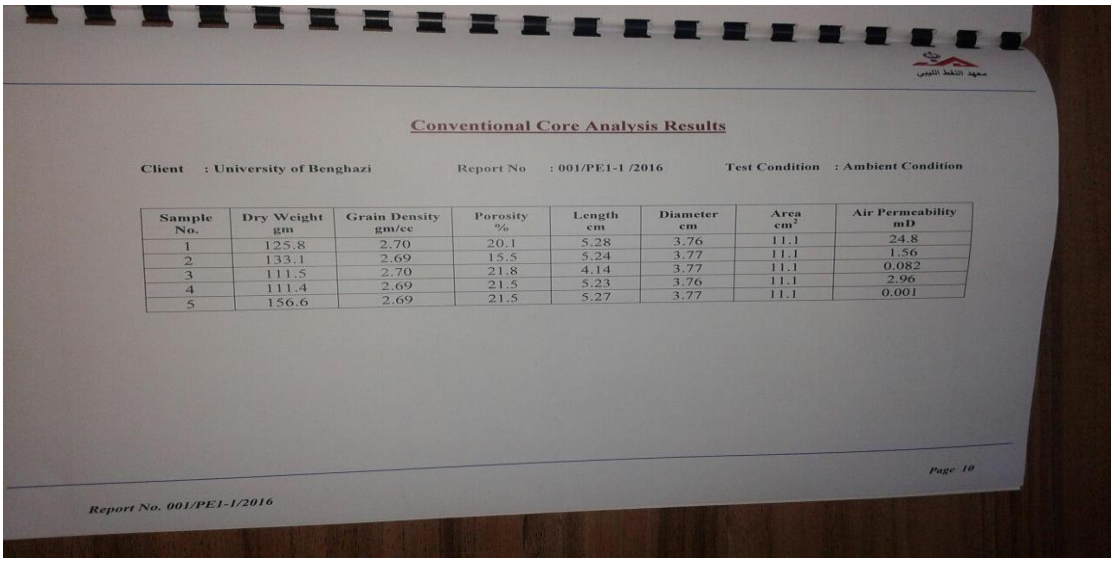
جدول تحليل خصائص المسامية والنفاذية للعينات الجيولوجية

Client : University of Benghazi - Report : 001/ PE 1-1- 2016

Test Condition : Ambient Condition

Sample No.	Dry Weight gm	Grain Density gm/cc	Porosity %	Length cm	Diameter cm	Area cm^2	Air Permeability mD
1	125.8	2.70	20.1	5.28	3.76	11.1	24.8
2	133.1	2.69	15.5	5.24	3.77	11.1	1.56
3	111.5	2.70	21.8	4.14	3.77	11.1	0.082
4	111.4	2.69	21.5	5.23	3.76	11.1	2.96
5	156.6	2.69	21.5	5.27	3.77	11.1	0.001

المصدر: المؤسسة الوطنية للنفط – معهد النفط الليبي طرابلس



Conventional Core Analysis Results

Client : University of Benghazi Report No : 001/PE1-1 /2016 Test Condition : Ambient Condition

Sample No.	Dry Weight gm	Grain Density gm/cc	Porosity %	Length cm	Diameter cm	Area cm^2	Air Permeability mD
1	125.8	2.70	20.1	5.28	3.76	11.1	24.8
2	133.1	2.69	15.5	5.24	3.77	11.1	1.56
3	111.5	2.70	21.8	4.14	3.77	11.1	0.082
4	111.4	2.69	21.5	5.23	3.76	11.1	2.96
5	156.6	2.69	21.5	5.27	3.77	11.1	0.001

Page 10

Report No. 001/PE1-1/2016

ج – ملحق (3) حساب مساحة التكوينات الجيولوجية

لقد تم الاعتماد على طريقة المربعات لإيجاد مساحة التكوينات الجيولوجية ونسبها المئوية في حوض وادي زازا , من خلال إتباع الخطوات التالية :-

1– تقسيم الحوض إلى مربعات معلومة المساحة , ومن ثم يتم عد المربعات الصحيحة ليتم جمعها مع المربعات الناقصة التي تقسم على 2

2– ننظر إلى مقياس رسم الخريطة والذي يساوي1: 4500م

3– نطبق القانون التالي :-

مجموع المربعات × مساحة المربع على الخريطة × (مربع مقياس الرسم)2

4– بعد استخراج النسبة المئوية للتكوينات الجيولوجية تم قسمتها على /100 ثم ضرب الناتج في مساحة الحوض المعلومة لاستخراج مساحة التكوين وكانت النتائج كالتالي :

– تكوين قصر العبيد النسبة 1.6% والمساحة 14.38كم^2

–تكوين البنية النسبة 5.71% والمساحة 51.35 كم^2

–تكوين المجاهير النسبة 2.5% والمساحة 22.47كم^2

– تكوين وادي الدخان النسبة 4.28% والمساحة 38.48كم^2

–تكوين أبولونيا النسبة 0.71% والمساحة 6.38 كم^2

– تكوين درنة النسبة 13.57% والمساحة 121.98كم^2

–تكوين الرجمة عضو بنغازي النسبة 7,85% والمساحة 70.57كم^2

–تكوين الرجمة عضو وادي القطارة النسبة 34.32% والمساحة 308.49كم^2

–رواسب الأودية النسبة 23.57% والمساحة 211.84كم^2

– كالكارنايت النسبة 5% والمساحة 44.95كم^2

- سبخات ساحلية النسبة 0.89% والمساحة 7.91كم^2

د– ملحق (4) استمارة استقصاء

1- المنطقة .....

2- رقم المزرعة .....

3- المساحة .....

4- نمط الزراعة . بعلي ( ) مروي ( )

5الاسم .....

6– من أين تتحصلون على المياه وهل تواجهون مشاكل في الحصول عليها ؟

7– كم تكلفة حفر الآبار لديكم وماهي مستويات المياه الجوفية في المنطقة وما جودتها ؟

8- هل تتعرضون لأخطار فيضانات الأودية في مواسم الأمطار وماهي الإجراءات التي تتخذونها حيال ذلك ؟

9– متى كانت آخر سنة تعرضتم فيها لخطر الفيضانات ؟ هل كانت هناك خسائر وما هو حجمها ؟

10– ماهي أبرز الأودية التي تشكل عليكم خطراً في المنطقة ؟

11– الحلول المقترحة التي ترونها للحد من الفيضانات أو تفادي أخطارها ؟

شكراً لكم على الإجابة على هذه التساؤلات

الملحق (5)

معدل ونسبة ودرجة الانحدار للحوض والروافد الرئيسية وجوانب المقاطع العرضية

لإيجاد درجة الانحدار هناك طريقتان و لابد من القيام ب:-

-تحويل مقياس الرسم لمعرفة كل (1 سم كم يمثل من الأمتار)

- حساب فرق المنسوب بين النقطتين (المسافة الرأسية)

-حساب المسافة بين النقطتين بالمسطرة وتحويلها إلى مسافة حقيقية بالأمتار.

- قسمة فرق المنسوب على المسافة الأفقية .

- ناتج القسمة هو ظل الزاوية باستخدام الآلة الحاسبة يتم حساب الزاوية أو ضرب *60

أولا : الحوض والروافد الرئيسية

1– الحوض

– النسبة المئوية للانحدار :-

هو ناتج قسمة المسافة الرأسية على الأفقية ضرب 100

معدل الانحدار= $\frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{687}{65629} = 100x0.010 = 1.04$

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها 95.5 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل 95.5 متر طولي

– معدل الانحدار :-

هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

687 : 65629

1 : 95.5

– درجة الانحدار العام :-

درجة الانحدار= $\frac{8 - 695}{1000\times65.629} = 57.3x\frac{687}{65629}\ 0.010 = 57.3x\ 0.010 = 0.59$

إذا درجة الانحدار العام =0.59

2– زازا

– النسبة المئوية للانحدار :-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{100}{9800} = 100x0.0102 = 1.02$$

–معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

100 : 9800

1 : 98

–درجة الانحدار:-

درجة الانحدار $= \frac{120-220}{1000\times9.8} = 57.3x\frac{100}{9800} = 57.3x\ 0.0102 = 0.58$

إذا درجة الانحدار العام =0.58

3- رافد المساس

– النسبة المئوية الانحدار :-

النسبة المئوية الانحدار $= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{160}{5000} = 100\text{x}0.032 = \%3.2$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

160 : 5000

1 : 31.25

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها31.25وبمعناخرمجربالواديينحدر 1 مترلكل31.25مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{240-400}{1000\times5} = 57.3x\frac{160}{5000} = 57.3\text{x}0.032 = 1.83$$

4 –رافد عازة

– النسبة المئوية الانحدار :-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{140}{5000} = 100x0.028 = \%2.8$$

– معدل الانحدار :-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

140 : 7000

1 : 50

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها50 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل 31.25 متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{240-380}{1000\times7} = 57.3x\frac{140}{7000} = 57.3\text{x}0.02 = 1.60$$

---

5 - رافد الهيرة

–النسبة المئوية للانحدار :-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{100}{4000} = 100x0.025 = \%2.5$$

– نسبة الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

100 : 5000

1 : 40

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها 40 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 مترلكل40 مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{260-360}{1000\times4} = 57.3x\frac{100}{4000} = 57.3\text{ x }0.025 = 1.43$$

6 - رافد بويريف

– النسبة المئوية للانحدار :-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{80}{7000} = 100x0.0114 = \%1.14$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

80 : 7000

1 : 87.5

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها87.5 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 مترلكل87.5مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{260-340}{1000\times7} = 57.3x\frac{80}{7000} = 57.3x0.0114 = 0.65$$

---

7 - رافد الشحرير

– النسبة المئوية للانحدار :-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{120}{9000} = 100x0.0133 = \%1.33$$

–معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

120 : 9000

1 : 75

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها75 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل 75مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{260-380}{1000\times9} = 57.3x\frac{120}{9000} = 57.3x0.0133 = 0.74$$

8 – رافد الوطيات

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{140}{3200} = 100x0.0437 = \%4.37$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

140 : 3200

1 : 22.85

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها22.85 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل 22.85مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{120-260}{1000\times3.2} = 57.3x\frac{140}{3200} = 57.3x0.0437 = 2.46$$

9– رافد البويرات

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{260}{13800} = 100x0.0188 = \%1.88$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

260 : 13800

1 : 53

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها 53وبمعنى اخر مجرى الوادي ينحدر 1 مترلكل53مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{120-380}{1000\times13.8} = 57.3x\frac{260}{13800} = 57.3x0.0188 = 1.03$$

10 – رافد الزاد

–النسبة المئوية الانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{220}{9700} = 100\text{x}0.0226 = \%2.26$$

– نسبة الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

220 : 9700

1 : 44

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها 44 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل 44مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{120-340}{1000\times9.7} = 57.3x\frac{220}{9700} = 57.3x0.0226 = 1.14$$

11– رافد إكحيل

– النسبة المئوية للانحدار:-

معدل الانحدار= $\frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{220}{9700} = 100\text{x}0.0228 = \%2.28$

– نسبة الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

220 : 7800

1 : 35.5

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها 35.5 وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل 35.5 متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{120-340}{1000\times7.8} = 57.3x\frac{220}{7800} = 57.3x0.0228 = 1.61$$

12– رافد بلقارص

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x \frac{180}{2750} = 100x0.0654 = \%6.54$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

180 : 2750

1 : 15.27

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها15.27وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 مترلكل15.27مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{120-300}{1000\times2.75} = 57.3x \frac{180}{2750} = 57.3x0.0654 = 3.75$$

13– رافد اللبيض

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x \frac{180}{3300} = 100x0.0545 = \%5.45$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

180 : 3300

1 : 18.33

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها 18.33وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل18.33متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{120-300}{1000\times3.3} = 57.3x \frac{180}{3300} = 57.3x0.0545 = 3.12$$

14– رافد بوصفيطة

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{220}{6100} = 100x0.0360 = \%3.6$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

220 : 6100

1 : 27.72

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها27.72وبمعنى اخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل27.72مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{120-340}{1000\times6.1} = 57.3x\frac{220}{6100} = 57.3x0.0360 = 2.06$$

15– رافد عليه

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{180}{13100} = 100x0.0137 = \%1.37$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

180 : 13100

1 : 72.7

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها72.7وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل72.7متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{360-540}{1000\times13.1} = 57.3x\frac{180}{13100} = 57.3x0.0137 = 0.78$$

16– رافد الدخان

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{240}{18300} = 100\text{x}0.0131 = \%1.31$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

240 : 18300

1 : 76.25

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها76.25وبمعنى اخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل76.25متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{340-580}{1000\times18.3} = 75.3x\frac{240}{18300} = 57.3x0.0131 = 0.75$$

17– رافد البياضة

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{260}{11250} = 100\text{x}0.0231 = \%2.31$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

260 : 11250

1 : 43.26

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها43.26وبمعنى اخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل43.26متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{420-680}{1000\times11.25} = 57.3x\frac{260}{11250} = 57.3x0.0231 = 1.31$$

18– رافد بوعنقود

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{260}{8900} = 100\text{x}0.0241 = \%2.41$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

215 : 8900

1 : 41.39

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها41.39وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل41.39متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{480-695}{1000\times8.9} = 57.3x\frac{215}{8900} = 57.3x0.029 = 1.67$$

---

19 – رافد القصبة

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{200}{8900} = 100\text{x}0.0224 = \%2.24$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

215 : 8900

1 : 44.5

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها41.5وبمعنى اخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل44.5متر طولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{460-660}{1000\times8.9} = 57.3x\frac{200}{8900} = 57.3x0.0224 = 1.28$$

20– رافد بوسماح

– النسبة المئوية للانحدار:-

$$= \frac{\text{المسافةالرأسية}}{\text{المسافةالافقية}} \times 100 = 100x\frac{220}{9700} = 100\text{x}0.0226 = \%2.26$$

– معدل الانحدار:-هو حاصل قسمة الفاصل الرأسي م / المسافة الأفقية م.

فرق المنسوب لدينا : المسافة الأفقية

220 : 9700

1 : 44

أي أن كل 1 متر فرق منسوب (مسافة رأسية) يقابله مسافة أفقية قدرها44وبمعنى آخر مجرى الوادي ينحدر 1 متر لكل44مترطولي.

– درجة الانحدار :-

$$= \frac{380-600}{1000x9.7} = 57.3x\frac{220}{9700} = 57.3x0.0226 = 1.29$$

ثانيا :- درجة انحدار جوانب المقاطع الأرضية ومتوسط المسافة بينهما

تقاس درجة الانحدار بعدة طرق سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة , ولقد أتبعت طريقة القياس الغير المباشر من خلال الاعتماد على , الناتج المتحصل عليه من ظل الزاوية الناتج من العلاقة بين المقابل والذي يمثل الفاصل الرأسي والمجاور المسافة الأفقية , حيث يكون الشكل الناتج عن تلك العلاقة مثلث يتضمن وتر الانحدار والذي يعبر عن مقدار درجة الانحدار

أما متوسط المسافة فقد تم اختيار خمسة نقاط قيست فيها المسافة بين الحافتين وتمت تجميع القراءات وقسمتها على خمسة للحصول على متوسط المسافة .

1– المقطع الأول جنوب السد(أمام السد)

الجانب الأيمن = $\frac{200-268}{175} = 60x\frac{68}{175} = 60x0.388 = 23.3$

الجانب الأيسر = $\frac{200-280}{178} = 60x\frac{80}{178} = 60x0.449 = 27$

متوسط المسافة = $\frac{1177.45}{5}$ = 235.4

2– المقطع الثاني موضع السد

الجانب الأيمن = $\frac{140-250}{270} = 60x\frac{110}{270} = 60x0.40 = 24.4$

الجانب الأيسر = $\frac{140-242}{230} = 60x\frac{102}{230} = 60x0.45 = 27$

متوسط المسافة = $\frac{1109}{5}$ = 221.8

3– المقطع الثالث شمال السد (خلف السد)

الجانب الأيمن = $\frac{130-250}{280} = 60x\frac{120}{280} = 60x0.42 = 25.7$

الجانب الأيسر = $\frac{130-242}{220} = 60x\frac{112}{220} = 60x0.51 = 30.5$

متوسط المسافة = $\frac{1345.38}{5}$ = 269

ملحق (6)

المتوسطات الشهرية والمجموع الفصلي والنسب المئوية لكميات سقوط الأمطار

	فصل الشتاء					فصل الربيع				
التوزيع الشهري والفصلي المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	المجموع	النسبة %	مارس	أبريل	مايو	المجموع	النسبة %
المرج 1975-2005	90.57	90.2	54.7	235.47	62.99	39.8	12.2	3.4	55.4	14.82
جردس العبيد 1962-1982	50.0	88.1	92.9	231	69.49	24.9	10.7	3.4	39	11.72
المليطانية 1960-2000	32.9	44.6	51.1	140.4	59.75	28	2.5	0.0	30.5	12.98
الحمدة 1978-2000	78	40.8	21.6	155.2	62.4	30.6	10.5	1.7	42.8	17.2
المجموع	251.4	263.7	220.3	762.06	70.41	123.3	35.9	8,5	56.72	5.24
	فصل الصيف					فصل الخريف				
التوزيع الشهري والفصلي المحطة	يونيو	يوليو	أغسطس	المجموع	النسبة %	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المجموع	النسبة %
المرج 1975-2005	0.1	0.0	0.0	0.1	0.02	2.92	24.43	55.51	82.88	22.17
جردس العبيد 1962-1982	1.2	2.3	2.5	6.0	1.8	3.7	6.3	46.5	56.5	16.99
المليطانية 1960-2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	20.9	31.7	53.9	23.44
الحمدة 1978-2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43	21.1	64.1	27.27
	1.3	2.3	2.5	6.1	0.57	7.92	102.5	154.8	257.38	23.78

المصدر : من إعداد الطالب بناءً على بيانات مركز الأرصاد الجوية طرابلس

محلق (7)

المجموع السنوي للأمطار لمحطة المرج للفترة (1975 – 2005)

الشهور / السنة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المجموع السنوي
1975-1976	0.0	0.0	97.1	143.5	149.0	50.3	77.5	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0	530.9
1976-1977	0.0	21.0	30.1	45.5	20.7	18.3	6.5	73.5	0.0	0.0	0.0	0.0	215.6
1977-1978	0.0	40.5	39.0	21.5	112.0	24.5	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	264.8
1978-1979	0.0	6.6	111.2	99.5	65.2	79.9	21.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	383.9
1979-1980	0.0	47.1	95.7	81.7	64.7	77.0	45.8	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	425.1
1980-1981	0.0	1.8	32.6	131.0	337.7	135.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	650.1
1981-1982	0.0	21.9	2.1	47.6	55.6	121.7	74.5	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	330.4
1982-1983	0.0	17.5	138.3	49.0	117.2	29.3	67.6	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	424.9
1983-1984	0.0	4.3	30.8	75.5	58.4	32.0	7.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	210.2
1984-1985	2.3	59.8	70.2	105.9	147.3	38.0	26.2	14.4	6.5	0.0	0.0	0.0	470.6
1985-1986	0.0	7.2	70.5	50.5	73.9	43.6	52.5	0.3	43.5	1.0	0.0	0.0	343.0
1986-1987	0.0	92.2	44.5	35.5	50.0	62.2	106.7	44.6	0.0	0.0	0.0	0.0	435.7
1987-1988	39.0	54.5	40.8	177.2	52.8	84.3	66.6	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	518.4
1988-1989	9.0	0.0	72.0	59.5	74.6	37.9	181.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	434.8
1989-1990	0.5	40.7	15.2	209.0	89.8	28.1	4.6	2.4	8.0	0.0	0.0	0.2	398.5
1990-1991	0.0	26.8	41.8	54.6	67.7	53.3	28.7	14.0	4.9	1.0	0.0	0.2	293
1991-1992	0.0	0.0	38.3	37.9	33.7	74.9	13.0	11.6	4.5	0.3	0.0	0.0	214.2
1992-1993	0.0	4.3	43.5	356.7	71.7	60.9	48.2	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0	590.2
1993-1994	1.0	0.0	93.4	53.1	143.3	54.7	5.5	6.1	10.4	0.0	0.0	0.0	367.5

290.7	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**27.3**	**47.8**	**40.0**	**109.8**	**20.9**	**39.9**	**5.0**	**0.0**	**-1994 1995**
536.6	**0.0**	**0.0**	**2.1**	**0.0**	**11.0**	**34.7**	**110.3**	**74.0**	**130.5**	**81.0**	**92.7**	**0.0**	**-1995 1996**
332.2	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.1**	**23.9**	**44.4**	**55.4**	**23.3**	**30.8**	**74.3**	**78.0**	**4.0**	**-1996 1997**
310.0	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**3.5**	**3.6**	**18.9**	**39.6**	**48.2**	**87.9**	**40.0**	**60.3**	**8.0**	**-1997 1998**
329.9	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.7**	**5.1**	**50.6**	**40.9**	**63.1**	**78.9**	**76.0**	**9.6**	**5.0**	**-1998 1999**
396.9	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.2**	**44.7**	**6.8**	**31.6**	**109.0**	**145.1**	**45.2**	**14.3**	**0.0**	**-1999 2000**
207	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**12.7**	**1.5**	**80.2**	**39.6**	**43.2**	**9.6**	**8.9**	**11.3**	**-2000 2001**
485.9	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**8.7**	**61.8**	**57.3**	**69.3**	**182.6**	**78.2**	**1.0**	**0.0**	**-2001 2002**
569.1	**0.0**	**0.0**	**8.5**	**0.0**	**3.1**	**122.1**	**148.3**	**71.0**	**174.0**	**19.2**	**16.9**	**6.0**	**-2002 2003**
419.8	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**16.7**	**12.9**	**43.4**	**201.8**	**119.9**	**25.1**	**0.0**	**0.0**	**-2003 2004**
415.7	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**14.0**	**42.6**	**38.1**	**156.2**	**68.5**	**94.8**	**0.0**	**1.5**	**-2004 2005**
393.1	**0.0**	**0.0**	**0.1**	**3.4**	**12.2**	**39.8**	**54.7**	**90.2**	**90.57**	**55.51**	**24.43**	**2.92**	

المصدر : من إعداد الطالب بناءً على بيانات مركز الأرصاد الجوية طرابلس

ملحق (8)

معدلات سقوط الأمطار السنوية محطة المرج الفترة (2008-1978)

السنة	المعدل	المتوسط
1978	343.3	28.6
1979	331.7	27.6
1980	362.6	30.2
1981	566.3	47.1
1982	344.6	28.7
1983	211.6	17.6
1984	394.1	32.8
1985	239.7	19.9
1986	461.1	38.4
1987	339.4	28.2
1988	486.9	40.5
1989	383	31.9
1990	395.7	32.9
1991	572.3	27.5
1992	285.5	32.5
1993	251.1	20.5
1994	524.2	55.6
1995	411.2	27.3
1996	428.7	33.05
1997	325.5	47.6
1998	527	43.9
1999	228.3	19.02
2000	341.9	28.4
2001	396	33
2002	440.2	36.6
2003	498	41.5
2004	439.6	36.6
2005	379.5	31.6
2006	362	31.5
2007	278	32.08
المتوسط	407.7	

المصدر : من إعداد الطالب بناءً على بيانات مركز الأرصاد الجوية طرابلس

ملحق (9)

المعاملات المورفومترية لحوض الوادي

ـ معاملات شكل الحوض

1-عرض الحوض = المساحة /طول الحوض

عرض الحوض $= \frac{\text{المساحة}}{\text{الطول الحوضي}} = \frac{898.7}{65.6} = 13.69$

2-شكل الحوض

2-1 : معدل الاستطالة $= \frac{\text{قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض كم}}{\text{أقصى طول للحوض كم}}$

حيث ان قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض $= 2 \times (\sqrt{\frac{22}{7} \times \text{مساحة الحوض}})$

$= \frac{(\sqrt{0.32} \times 898.7) \times 2}{65.6} = \frac{\sqrt{287.5} \times 2}{65.6} = \frac{16.95 \times 2}{65.6} = \frac{33.9}{65.6} = 0.51$

2-2 :معدل الاستدارة $= \frac{\text{مساحة الحوض كم2}}{\text{مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض كم2}}$

أو معدل الاستدارة$= \frac{4 \text{ ط(مساحة الحوض)}}{\text{مربع محيط الحوض}} = \frac{898.7 \times 3.14 \times 4}{190 \times 190}$

$= \frac{898.7 \; x \; 12.56}{36100} = \frac{11287.6}{36100} = 0.31$

3-2:معامل شكل الحوض = $\frac{\text{مساحة كم2الحوض}}{\text{مربع طول الحوض كم}} = \frac{898.7}{65.6\times 65.6\ )} = \frac{898.7}{4307.1} = 0.20$

4-2: معامل الانبعاج

معامل انبعاج شكل الحوض = $\frac{2(\text{طول الحوض كم})}{4 \times \text{مساحة الحوض}} = \frac{4303.36}{898.7 \times 4}$

$= \frac{4303.36}{3594.8} = 1.19$

5-2- :معامل الاندماج

$= \frac{\text{محيط الحوض كم}}{\text{محيط الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض كم}}$

بما أن ذكرنا طول قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض في معدل الاستطالة وهي =33.9 إذا نصف القطر =$\frac{33.9}{2}$ =16.95

أذن طول محيط الدائرة التي مساحتها تكافئ مساحة الحوض = 2 ط نق

وبهذا تساوي= 2×3.14×16.95 =106.4

$= \frac{190}{106.4}$ =1.02

و: نسبة الطول / العرض الحوضي

$= \frac{\text{الطول الحوضي كم}}{\text{العرض الحوضي كم}} = \frac{65.62}{20} = 3.28$

6-2-– التعرج النسبي للمحيط الحوضي :

التعرج النسبي للمحيط الحوضي = $\frac{(\text{مربع محيط الحوض كم})}{\text{المساحة الحوضية كم}}$

$= \frac{190x190}{898.7\ \text{كم}} = \frac{36100}{898.7\ \text{كم}} = 40.1$

المعاملات التضاريسية للحوض

1– معدل التضرس :-

$$= \frac{\text{تضاريس الحوض(أعلى نقطة – أدنى نقطة)م}}{\text{الطول الحوضي م}}$$

$$= \frac{8-695}{65629} = \frac{687}{65629} = 0.01$$

2– التضاريس النسبية :-

$$= \frac{\text{تضاريس الحوض(أعلى نقطة – أدنى نقطة)م}}{\text{طول المحيط الحوضي كم}} X\ 10 = 10\ X\frac{8-695}{190\ \text{كم}} = 10X\frac{687}{190\ \text{كم}} = 36.1\ \text{م /كم}$$

3– التكامل الهبسومتري :–

$$= \frac{\text{المساحة كم2الحوضية}}{\text{تضاريس الحوض م}} = \frac{898.9}{687} = 1.3$$

4– قيمة الوعورة

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وادنى نقطة في الحوض} X \text{ كثافة التصريف}}{1000} = \frac{7.12X687}{1000} = \frac{4894.8}{1000} = 4.8$$

ملحق (10)

المعاملات المورفومترية لشبكة التصريف المائي

المعاملات المورفومترية لشكل شبكة التصريف

1– معدل التفرع

$$= \frac{\text{أعداد المجاري رتبة في رتبة ما}}{\text{أعداد المجاري في الرتبة التي تليها}}$$

معدل التفرع للرتبة الأولى والثانية $= \frac{13818}{2303} = 6$

معدل التفرع للرتبة الثانية والثالثة $= \frac{2303}{695} = 3.31$

معدل التفرع للرتبة الثالثة والرابعة $= \frac{695}{194} = 3.58$

معدل التفرع للرتبة الرابعة والخامسة $= \frac{194}{41} = 4.73$

معدل التفرع للرتبة الخامسة والسادسة $= \frac{41}{14} = 2.92$

معدل التفرع للرتبة السادسة والسابعة $= \frac{14}{3} = 4.66$

معدل التفرع للرتبة السابعة والثامنة $= \frac{3}{1} = 3$

متوسط نسبة التشعب $= \frac{\text{مجموع نسب التشعب}}{\text{عددها}} = \frac{28.2}{7} = 4.02$

معدل التفرع المرجح $= \frac{\text{مجموع نسب التشعب} \times \text{مجموع عدد الروافد لكل رتبتين}}{\text{مجموع عدد الروافد لكل رتبتين}} = \frac{111193}{20319} = 5.47$

2– المسافات بين المجاري

$$\text{جا} = \frac{\text{س}}{\text{ع}} 45 = \text{جا} \times \frac{29.5}{88} 45 = 0.33$$

3– معدل التعرج $= \frac{\text{الطول الفعلي}}{\text{الطول المستقيم}} = \frac{65.6}{28.7} = 2.28$

المعاملات المورفومترية المائية

2– كثافة التصريف :-

$$= \frac{\text{مجموع أطوال المجاري}}{\text{المساحة كم2الحوضية}} = \frac{6402.9}{898.7} = 7.12 \text{ كم / كم2}$$

3– تكرارية المجاري أو الكثافة العددية :-

$$= \frac{\text{مجموع أعداد المجاري}}{\text{المساحة الحوضية كم}} = \frac{17069}{898.7} = 18.9 \text{ مجرى / كم2}$$

4– معدل بقاء المجاري

$$= \frac{\text{المساحة كم2الحوضية}}{\text{مجموع أطوال المجاري كم}} = \frac{898.7}{17069} = 0.05$$

7– شدة الصرف

$$= \frac{\text{الكثافة العددية}}{\text{الكثافة التصريفية}} = \frac{19}{7.12} = 2.66$$

8– زمن التركيز

$$= \frac{(\text{L} \times 1.5) + \sqrt{A} \times 4}{\sqrt{H \min - H} \times 0.8}$$

$$= \frac{(65.6 \times 1.5) + \sqrt{898.7} \times 4}{\sqrt{8 - 343.5} \times 0.8}$$

$$= \frac{(98.4) + \sqrt{3594.8}}{\sqrt{335.5} \times 0.8} = \frac{98.4+60}{268.4} = \frac{158.4}{16.38} = 9.6$$

9– سرعة الجريان

$$\frac{\text{طول الحوض كم}}{\text{زمن التركيز ساعة}} \text{ م3 / ساعة}$$

$$= \frac{65.6 \text{ كم}}{9.6} = 6.83 \text{ م3 / ساعة}$$