



جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الإنسانية

قسم الجغرافية

نمذجة الإستجابة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية

مدينة دهوك أنموذجاً

حسين علي رشيد علي

رسالة ماجستير

الجغرافية / الجغرافية الطبيعية

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتور صهيب حسن خضر

نمذجة الإستجابة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية

مدينة دهوك أنموذجاً

رسالة قدمت الى

مجلس كلية التربية للعلوم الإنسانية جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم

الإنسانية / الجغرافية الطبيعية

من قبل

حسين علي رشيد علي

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتور صهيب حسن خضر

إقرار المشرف

أشهد أن أعداد هذه الرسالة الموسومة (النمذجة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية مدينة دهوك
أنموذجاً) لطالب الماجستير (حسين علي رشيد المزوري) قد جرى تحت إشرافي في جامعة الموصل /
كلية التربية للعلوم الإنسانية - قسم الجغرافية وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الجغرافية
/ الجغرافية الطبيعية

التوقيع :

المشرف :

التاريخ : / / 2021

إقرار المقوم اللغوي

أشهد أن الرسالة (النمذجة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية مدينة دهوك أنموذجاً) قد تمت مراجعتها
وتصحیح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الامر
بسلامة الأسلوب وصحة التعبير .

التوقيع :

الاسم :

التاريخ : / / 2021

إقرار رئيس لجنة الدراسات العليا

بناءً على التوصيتين اللتين تقدم بهما المشرف والمقوم اللغوي اشرح هذه الرسالة للمناقشة .

التوقيع :

الاسم :

التاريخ : / / 2021

قرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة التقويم والمناقشة ، اننا قد اطلعنا على رسالة الماجستير الموسومة
(النمذجة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية مدينة دهوك أنموذجاً) وناقشنا الطالب (حسين علي رشيد
علي المزوري) في محتوياتها وفيما له علاقة بها بتاريخ / / 2021 وأنها جديرة لنيل شهادة الماجستير
في الجغرافية الطبيعية .

التوقيع :	التوقيع :
الاسم :	الاسم :
كلية	كلية
عضو لجنة المناقشة	رئيس لجنة المناقشة
التاريخ : / / 2021	التاريخ : / / 2021
التوقيع :	التوقيع :
الاسم :	الاسم :
كلية	كلية
عضو لجنة المناقشة	عضو لجنة المناقشة
التاريخ : / / 2021	التاريخ : / / 2021

قرار مجلس الكلية

اجتمع مجلس كلية التربية للعلوم الإنسانية بجلسته () المنعقدة بتاريخ / / 2021 وقرر
منحه شهادة الماجستير في الجغرافية الطبيعية .

عميد كلية التربية للعلوم الإنسانية	مقرر مجلس الكلية
التوقيع :	التوقيع :
الاسم :	الاسم :
التاريخ : / / 2021	التاريخ : / / 2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ زَبَدًا
مَرَابِيًا ۚ وَمِمَّا يُوقِدُونَ عَلَيْهِ فِي النَّارِ ابْتِغَاءَ حِلْيَةٍ أَوْ مَتَاعٍ زَبَدٌ مِثْلُه ۚ
كَذَلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْحَقَّ وَالْبَاطِلَ ۚ فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً ۖ وَأَمَّا
مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْأَرْضِ ۚ كَذَلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ ۝﴾

اللَّهُ
الصَّادِقُ
الْعَظِيمُ



الاهداء

إلى التي عشعش حبها في فؤادي, فكانت لي كل الحياة

(أمي الحبيبة) حفظك الله أينما كنتِ

إلى الذي كرس حياته دعماً لنا ليوصلنا إلى طريق العلم والمعرفة

(أبي الغالي) حفظك الله أينما كنت.

إلى اخوتي واخواتي وزوجتي الذين ساندوني في كل المواقف

إلى ريحانتي فؤادي حفظهم الله وبارك فيهما اطفالي (هايين & ثاريا)

إلى شهداء العراق وحماة الوطن ، الذين دافعوا عن ارضنا وضحوا بحياتهم
لنعيش نحن...

اهدي ثمرة جهدي



شكر وتقدير

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ﴿

﴿ قَالَ الَّذِي عِنْدَهُ عِلْمٌ مِّنَ الْكِتَابِ أَنَا آتِيكَ بِهِ قَبْلَ أَن يَرْتَدَّ إِلَيْكَ طَرْفُكَ فَلَمَّا رَآهُ مُسْتَقِرًّا عِنْدَهُ قَالَ هَذَا مِنْ فَضْلِ رَبِّي لِيَبْلُوَنِي أَشْكُرُ أَمْ أَكْفُرُ وَمَن شَكَرَ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ وَمَن كَفَرَ فَإِنَّ رَبِّيَ عَنِّي كَرِيمٌ ﴿٤٠﴾ سورة النمل - الآية (40)

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على اشرف الانبياء والمرسلين محمد وعلى اله وصحبه اجمعين...

لا يسعني بعد أن وفقني الله لإتمام هذه الرسالة إلا أن أتقدم بخالص الشكر والعرفان لكل من أسهم في إنجاز هذه الدراسة سواء برأي أو توجيه ، وأخص بالشكر والعرفان من تعلّمت منه الكثير، أستاذي واخي الفاضل الأستاذ المساعد الدكتور (صهيب حسن خضر) لما بذله من وقت وجهد في سبيل تقديم التوجيهات والإرشادات التي أسهمت بشكل كبير في إبراز هذه الدراسة، كذلك أتقدم بالشكر لقسم الجغرافية ممثلاً برئيس القسم الاستاذة المساعد الدكتورة (لمياء حسين علي) وأعضاء هيئة التدريس لما قدموه من دعم وتوجيهات منذ كنت طالباً في مرحلة الدراسات العليا حتى أعددتي رسالة الماجستير وأخص بالذكر الأستاذ الدكتور (محمد هاشم ذنون) الذي وقف معي وساندني ولم يتوانى في تقديم اي مشورة طلبتها منه ، كما اتقدم بشكري وتقديري للدكتور (عمر عبدالله القصاب) لما ابداه من نصائح ومشورات في مجال التقنيات المستعملة ، واقدم خالص شكري واعتزازي للأستاذ الجيولوجي القدير (زياد أحمد كريم خوركي) لما قدمه لي من نصائح وتوجيه في وقت كنت في امس الحاجة اليها فضلاً عن زيارته معي لكثير من مواقع الدراسة التي لولاه لما كنت استطيع الوصول اليها فله مني كل الحب والاحترام والتقدير ، وأتقدم بالشكر كذلك لرئاسة جامعة الموصل وعمادة كلية التربية للعلوم الإنسانية ممثلة بعميد الكلية وكل كادر عملهم على تعاونهم ودعمهم المستمر للطلبة . ومن باب الوفاء والعرفان بالجميل يتقدم الباحث بالشكر والدعاء إلى أساتذة قسم الجغرافية في جامعة دهوك لما قدموه لي من نصائح طوال فترة الدراسة ، كما وأقدم خالص شكري للصديقة وزميلة الدراسة وشريكة التخصص (ريهام سالم خدر) لمواقفها المستمرة ودعمها وتشجيعها المتواصل لي ، فجزأهم الله عني خير الجزاء. كما وأقدم جزيل الشكر لجميع طلبة الماجستير لسنة (2019-2020) لوقوفاتهم وتعاونهم خلال السنتين التحضيرية والبحثية. كما وأقدم خالص اعتزازي

ونقديري لأختنا المثابرة السيدة (عفاف عبد الجبار عبد الكريم) "رحمها الله تعالى" زميلة الدراسة التي وافاها
الاجل قبل أيام من تحقيق حلمها في حمل شهادة الماجستير تقديراً ووفاءً مني لها وليبقى اسمها مخلداً الى
الابد.

وختاماً أتمنى من الله العلي القدير أن تكون دراستي هذه قد حققت الفائدة العلمية المرجوة وأن تسهم
في تجديد مسار الدراسات الهيدرولوجية واستمرار ديمومتها والله الموفق.

المستخلص

تناولت الدراسة بالبحث والتحليل إمكانية نمذجة الاستجابة الهيدرولوجية في المناطق الحضرية ، متخذاً من مدينة دهوك انموذجاً ، والتي تقع في الجزء الشمالي من العراق ، بين دائرتي عرض ($36^{\circ}58'25''$ - $36^{\circ}49'15''$) درجة شمالاً ، وخطي طول ($43^{\circ}60'25''$ - $42^{\circ}54'25''$) درجة شرقاً ، حيث تعد من المدن المتسارعة في النمو عمرانياً ، والتي تبلغ مساحتها (61.98) كم² .

وتضمنت الدراسة تحليل للمعطيات الطبيعية ، والمتمثلة بدراسة المنطقة جيولوجيا كما اهتمت الدراسة بتحديد الخصائص التضاريسية والغطاء النباتي والتربة والمناخ مع عمل تصنيف للغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة ، وكذلك تم تحليل الخصائص البيئية المؤثرة في هيدرولوجية منطقة الدراسة ، والمساهمة بتحليل أصناف استخدامات الأرض والغطاء الأرضي . ولأربع فترات زمنية هي (1990 – 2000 – 2010 – 2020) ، لأهمية ذلك في نمذجة الاستجابة الهيدرولوجية ، كذلك شملت الدراسة تحليل فترات الرجوع لكميات التساقط المطري للفترات (2 – 3 – 5 – 10 – 15 – 20 – 25 – 100) سنة ، وتحليل نسجة التربة ، فضلاً عن تحليل الخصائص الجيومترية والمورفومترية لوديان الاحواض المائية الرئيسية التي تقطع منطقة الدراسة وهما (هشكراو) بنسبة (41.56%) ، و (كرمافا) بنسبة (4.66%) ، واشتملت الدراسة أيضاً على نمذجة الاستجابة الهيدرولوجية باستخدام منهجية (SCS – CN) ، من خلال استخلاص قيم (Curve Number) والتي تعبر عن استجابة مكونات الاسطح للجريان المائي السطحي لمنطقة الدراسة ، وجرت ذلك بطرق هيدرولوجية مختلفة (الاعتيادية - الرطبة - الجافة) وللترات الزمنية (1990 – 2000 – 2010 – 2020) ، وتوصلت الدراسة ان قيم منحى الجدولة (Curve Number) المتمثلة في اسطح منطقة الدراسة هي (4) قيم وهي (92 – 58 – 80 – 86) للحالة الاعتيادية ، و(96.36 – 76.05 – 90.20 – 93.39) وللحالة الرطبة ، و(78.90 – 34.96 – 59.70 – 68.64) للحالة الجافة ، مع تفاوت في نسبتها بين سنوات الدراسة ، نتيجة تباين استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي ، أما القيم المستخلصة لكل من قيم معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) وقيم معامل الاستخلاص الاول (Ia) فكانت كالاتي وعلى التوالي (22.09 – 183.93 – 63.50 – 41.35) و(4.42 – 36.79 – 12.70 – 8.27) للحالة الاعتيادية ، و(9.59 – 79.99 – 27.60 – 17.98) و(1.92 – 16 – 5.52 – 3.60) للحالة الرطبة ، و(67.93 – 472.54 – 171.46 – 116.05) و(13.59 – 94.51 – 34.29 – 23.21) للحالة الجافة.

وبعد تطبيق الانموذج على بيانات منطقة الدراسة وللترات المذكورة ، وباستخدام عمقين من خط المطر هما (594.64) ملم و(492.39) ملم ، وتراوحت قيم عمق الجريان السطحي لسنة (1990) للحالة

الاعتيادية بين (324.57 – 466.84) ملم وبمعدل (395.71) وبين (407.92 – 481.05) ملم وبمعدل (444.49) ملم للحالة الرطبة ، وتراوحت بين (419.33 – 181.88) ملم وبمعدل (300.60) ملم للحالة الجافة ، أما في سنوات (2000 – 2010 – 2020) ، فقد تراوحت قيمها بين (324.57 – 568.93) ملم وبمعدل بلغ (446.75) للحالة الاعتيادية ، وبين (407.92 – 583.27) ملم وبمعدل بلغ (495.60) ملم للحالة الرطبة ، وبين (181.88 – 520.25) ملم وبمعدل (351.07) ملم للحالة الجافة . أما بخصوص قيم حجم الجريان السطحي ففي سنة 1990 تراوحت بين (0.883739 – 5.210495) مليون/م³ وبمجموع سنوي بلغ (5.6523648) مليون/م³ للحالة الاعتيادية ، وبين (1.001283 – 5.369081) مليون/م³ وبمجموع وصل الى (5.8697224) مليون/م³ ، للحالة الرطبة ، وبين (0.495225 – 4.680164) مليون/م³ وبمجموع (4.9277765) مليون/م³ للحالة الجافة ، أما في سنوات 2000 – 2010 – 2020 فقد تراوحت القيم بين (0.571907 – 6.807036) مليون/م³ وبمجموع سنوي بلغ (21.178995) مليون/م³ للحالة الاعتيادية ، وبين (0.693036 – 7.014213) مليون/م³ وبمجموع سنوي (22.513908) مليون/م³ في الحالة الاعتيادية ، وبين (0.350569 – 6.114206) مليون/م³ وبمجموع سنوي بلغ (17.850899) مليون/م³ للحالة الجافة .

وبعد تطبيق النموذج (SCS-CN) توصل الباحث الى أكثر من (20) خريطة تعبر جميعها عن الخصائص الجريانية لمنطقة الدراسة ، وتبين أن المناطق الحضرية ذات إستجابة هيدرولوجية عالية جدا وأنها السبب الرئيس لتوليد الجريانات السطحية في المنطقة وكلما زادت المساحات التي تغطيها المناطق الحضرية ازداد احتمالية حدوث الجريانات السطحية خصوصا مع تعاظم العواصف المطرية ، ووجود السطوح الملساء التي لا تتسرب خلالها مياه الامطار نتيجة الانسياب السطحي . وتنتهي الجريانات السطحية في المنطقة لتصب في وادي دهوك الذي ينتهي في بحيرة سد الموصل .

فهرست المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الاهداء	أ
شكر وتقدير	ب - ت
الملخص	ث - ج
الفهارس	ح - ص
الاطار النظري	1 - 11
المقدمة	1
تهيئة البيانات المستخدمة	3
تحديد منطقة الدراسة	5
الدراسات السابقة	8
1 المعطيات الطبيعية لمنطقة الدراسة	12-56
1.1 التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة	12
2.1 تكتونية منطقة الدراسة	23
3.1 خصائص الارتفاع في منطقة الدراسة	26
4.1 درجات الانحدار في منطقة الدراسة :	31
5.1 اتجاه الانحدار في منطقة الدراسة	35
6.1 مناخ منطقة الدراسة	38
7.1 الموازنة المائية المناخية	48
8.1 خصائص التربة	50
9.1 الغطاء النباتي	52

102 – 56	تحليل خصائص البنية الطبيعية المؤثرة في هيدرولوجية منطقة الدراسة	2
56	تحليل الغطاء الأرضي (إستعمالات الأرض)	1.2
68	تحليل الخصائص الطبيعية للترب في منطقة الدراسة :	2.2
71	تحليل كميات الأمطار لفترات رجوع مختلفة	3.2
71	استخراج أقصى عمق مطر لمحطة الأمطار باستخدام برنامج Hyfran	1.3.2
75	تصميم منحنيات كثافة الأمطار IDF Curves	2.3.2
79	تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الداخلة في منطقة الدراسة	4.2
79	الخصائص المساحية وإبعادها للأحواض في منطقة الدراسة	1.4.2
84	الخصائص الشكلية للأحواض في منطقة الدراسة	2.4.2
88	الخصائص التضاريسية للأحواض في منطقة الدراسة	3.4.2
93	خصائص شبكة التصريف للأحواض في منطقة الدراسة	4.4.2
138 – 102	تقدير ظروف الاستجابة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة باستخدام نمذجة (SCS – CN)	3
103	مراحل النمذجة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة	1.3
104	الوصف النظري للنموذج الرياضي SCS-CN	1.1.3
106	استخلاص قيم منحنى الجدولة (CN) لمنطقة الدراسة	2.1.3
107	تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC)	1.2.1.3
109	غطاءات الأرض واستعمالاتها	2.2.1.3
109	المجموعة الهيدرولوجية للتربة	3.2.1.3
111	توزيع قيم CN حسب الحالات الثلاث المسبقة لرطوبة التربة	2.3
121	حساب معامل الإمكانية القصوى (S) للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي	3.3
129	حساب معامل الاستخلاص الأولي (Ia) في منطقة الدراسة	5.3

165 – 139	الخصائص الجريانية السطحية لمنطقة الدراسة و مناقشة النتائج	4
138	الخصائص الجريانية السطحية لمنطقة الدراسة	1.4
138	معدلات أعماق المطر السنوية	1.1.4
141	تقدير عمق الجريان السطحي في منطقة الدراسة	2.1.4
151	تقدير حجم الجريان السطحي السنوي	3.1.4
162	مناقشة النتائج	2.4
165	الاستنتاجات	
168	التوصيات	
170	المراجع والمصادر	
178	الملاحق	
A – B	مستخلص الدراسة باللغة الإنكليزية	

فهرست الخرائط

رقم الصفحة	الموضوع	ت
6	موقع منطقة الدراسة من محافظة دهوك والعراق	1
13	التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة	2
25	التقسيمات التكتونية في منطقة الدراسة	3
27	الخطوط الكنتورية في منطقة الدراسة	4
28	الارتفاعات في منطقة الدراسة	5
33	الدرجات الانحدارية لمدينة دهوك حسب تصنيف (Zingg A.W)	6
36	اتجاه الانحدارات في منطقة الدراسة	7

ت	الموضوع	رقم الصفحة
8	انواع الترب حسب تصنيف بيورينك في منطقة الدراسة	51
9	مؤشر الغطاء النباتي NDVI في منطقة الدراسة	53
10	المرئية الفضائية لسنة 1990 لمنطقة الدراسة	57
11	المرئية الفضائية لسنة 2000 لمنطقة الدراسة	58
12	المرئية الفضائية لسنة 2020 لمنطقة الدراسة	59
13	المرئية الفضائية لسنة 2010 لمنطقة الدراسة	59
14	تصنيف الغطاء الأرضي لسنة 1990 لمنطقة الدراسة	61
15	تصنيف الغطاء الأرضي لسنة 2000 لمنطقة الدراسة	62
16	تصنيف الغطاء الارضي لسنة 2010 لمنطقة الدراسة	63
17	تصنيف الغطاء الارضي لسنة 2020 لمنطقة الدراسة	63
18	الترب المتوفرة في منطقة الدراسة باعتماد تصنيف (FAW)	70
19	الشبكة التصريفية لأحواض منطقة الدراسة	80
20	الرتب النهرية لحوض وادي گرمافا وحوض وادي هشكرو	96
21	توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى (CN) لسنة 1990	113
22	توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى CN لسنة 2000	116
23	توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى CN لسنة 2010	118
24	توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى CN لسنة 2020	119
25	توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 1990	123
26	توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 2000	126
27	توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 2010	127
28	توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 2020	129
29	توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولى (Ia) لسنة 1990	131

ت	الموضوع	رقم الصفحة
30	توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولى (la) لسنة 2000	134
31	توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولى (la) لسنة 2010	136
32	توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولى (la) لسنة 2020	137
33	الاستيفاء المكاني لمعدلات الأمطار السنوية بطريقة IDW	139
34	توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 1990	143
35	توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 2000	145
36	توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 2010	147
37	توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 2020	150
38	توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 1990	153
39	توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 2000	156
40	توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 2010	158
41	توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 2020	160

فهرست الجداول

ت	الموضوع	رقم الصفحة
1	التقسيمات الجيولوجية ومساحاتها ونسبها في منطقة الدراسة	16
2	التقسيمات التكتونية والمساحة التي يشغلها كل تقسيم	25
3	الوحدات التضاريسية المنتشرة في منطقة الدراسة	29
4	فئات الدرجات الانحدارية لسطح مدينة دهوك حسب تصنيف (Zingg A.W))	33
5	اتجاهات الانحدار ومساحاتها في منطقة الدراسة	37
6	المعدل السنوي لدرجات الحرارة للسنوات (1990 – 2020)	39
7	المجموع السنوي لمعدلات المطر للسنوات (1990 – 2020)	41

ت	الموضوع	رقم الصفحة
8	اقصى كمية مطر خلال السنوات (1991 - 2020)	42
9	معدلات الرطوبة النسبية للسنوات (1990 - 2020)	43
10	معدلات التبخر والتبخر / النتج للسنوات (1990 - 2020)	45
11	اتجاهات وسرعة الرياح ونسبته للسنوات (1990 - 2020)	47
12	الموازنة المائية المناخية في لبيانات محطة دھوك	49
13	انواع التربة ومساحاتها ونسبها في منطقة الدراسة	52
14	مؤشر الغطاء النباتي NDVI ومساحاتها في منطقة الدراسة	55
15	فئات الغطاء الأرضي ومساحاتها ونسبها في منطقة الدراسة	66
16	افصى كمية مطر خلال السنوات (1990-2020)	72
17	بيانات هطول الامطار لموقع محطة دھوك	73
18	يوضح التوزيع الاحصائي للأمطار لموقع محطة دھوك عند فترات رجوع مختلفة	74
19	جدول يوضح النسبة المئوية لقيمة الأمطار عند المدة الزمنية المختلفة Bells Ratio	76
20	يوضح فيم منحنيات الكثافة (المدة) التكرار لفترات رجوع مختلفة لمحطة دھوك	77
21	يوضح عمق الأمطار لفترات رجوع مختلفة لمحطة دھوك	78
22	مساحة الأحواض في منطقة الدراسة ونسبها المئوية	81
23	أطوال الأحواض في منطقة الدراسة	82
24	الخصائص المساحية للأحواض المدروسة في منطقة الدراسة	84
25	قيم الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة	88
26	التضرس النسبي والارتفاعات في الأحواض الموجودة في منطقة الدراسة	89
27	تصنيف موريساوا للاودية النهرية في أحواض التصريف	92
28	قيم معاملات الخصائص التضاريسية للأحواض	93

ت	الموضوع	رقم الصفحة
29	أعداد ورتب الأودية في أحواض منطقة الدراسة ونسبها	95
30	أطوال المجاري ونسبها في أحواض منطقة الدراسة	97
31	نسبة التفرع للرتب النهرية لأحواض منطقة الدراسة	98
32	تصنيف خلف الدليمي لكثافة التصريف لاودية المجاري المائية في الأحواض	99
33	تصنيف الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC)	108
34	قيم رقم المنحنى حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة	108
35	المجموعات الهيدرولوجية للتربة	110
36	قيم CN حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة	114
37	قيم S حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة	124
38	قيم Ia حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة	132
39	المعدلات السنوية للأمطار في المحطات المختارة	140
40	قيم عمق الجريان السطحي Q ومساحاتها ونسبها لمدينة دهوك لسنة 1990	144
41	قيم عمق الجريان السطحي في منطقة الدراسة لسنة 2000	146
42	قيم عمق الجريان السطحي لمنطقة الدراسة لسنة 2010	148
43	قيم عمق الجريان السطحي Q لمنطقة الدراسة لسنة 2020	151
44	قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبها لسنة 1990 في منطقة الدراسة	154
45	قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبها لسنة 2000 في منطقة الدراسة	157
46	قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبها لمنطقة الدراسة لسنة 2010	159
47	قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبها لمنطقة الدراسة لسنة 2020	161

فهرست الاشكال

ت	الموضوع	رقم الصفحة
1	التقسيمات الجيولوجية ومساحاتها في منطقة الدراسة	16
2	مساحات الوحدات التضاريسية في منطقة الدراسة	29
3	اصناف الانحدارات ومساحاتها في منطقة الدراسة	34
4	المعدل السنوي لدرجات الحرارة للسنوات (1990 – 2020)	39
5	المعدلات الشهرية للمطر للسنوات (1990 – 2020)	41
6	معدلات الرطوبة النسبية للسنوات (1990 – 220)	43
7	معدلات التبخر / النتح للسنوات (1990 – 2020) حسب معادلة خروفة	45
8	وردة الرياح للسنوات (1990 – 2020)	47
9	مساحات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة	55
10	مساحات أصناف الغطاء الأرضي للسنوات المدروسة لمنطقة الدراسة	66
11	منحنى تساقط أقصى كمية مطر في منطقة الدراسة	73
12	يوضح منحنى التوزيع الاحتمالي لبيانات محطة المطر	75
13	: يوضح منحنيات الكثافة (المدة) التكرار لمحطة دھوك المناخية	78
14	مخطط للبيانات الداخلة في نمذجة الجريان السطحي (SCS - CN) لمنطقة الدراسة	103
15	قيم CN حسب الحالة المسبة لرطوبة التربة	114
16	قيم S حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة	124
17	قيم Ia حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة	132
18	المعدلات السنوية للأمطار في المحطات المختارة	140

فهرست الصور

ت	موضوع	رقم الصفحة
1	منطقة الدراسة بشكل ثلاثي الابعاد	7
2	تكوين كولوش في منطقة الدراسة	14
3	تكوين جركس في منطقة الدراسة	15
4	تكوين البيلاسبي في منطقة الدراسة	17
5	تكوين الفتحة وتداخله مع تكوين البيلاسبي في منطقة الدراسة	19
6	تداخل الجبسوم مع صخور تكوين الفتحة في منطقة الدراسة	19
7	تكوين انجانة في منطقة الدراسة	21
8	الترسبات النهرية في منطقة الدراسة	22
9	الغطاء النباتي الكثيف في منطقة الدراسة	54
10	فئة المناطق الحضرية في منطقة الدراسة	64
11	فئة الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة	65
12	فئة الأراضي الجرداء في منطقة الدراسة	68
13	واجهة برنامج Hyfran	74

فهرست الملاحق

ت	الموضوع	رقم الصفحة
1	الملحق المعد وفق طريقة (SCS) لاشتقاق رقم المنحنى (CN)	178
2	صور من أماكن متفرقة لارتفاع كميات حجم الجريان السطحي والتي أدت في النهاية الى حدوث فيضانات في كثير من مناطق دھوك	183-179

الإطار النظري

المقدمة :

يعد التحضر نتيجة للتفاعل بين العوامل الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية واستغلالها من قبل الانسان في الزمان والمكان. بالإضافة الى ان التوسع العمراني يعد متطلباً أساسياً لعملية التحضر ، وينتج عن ذلك مجموعة من المشكلات في بيئة المدن والحضر ، كالمشكلات المرتبطة بالمياه ، حيث ان ارتفاع وتيرة التوسع العمراني تخلق مشاكل حادة في الوظائف الهيدرولوجية للأسطح ، وكيفية التعامل معها ، وخاصة مع ازدياد كثافة الامطار ، فالتوسع العمراني للمدن وما يرافقه من تغير مستمر في استخدامات الأرض الحضرية ، وزيادة المساحات الكتيمة تؤدي الى خفض القدرة التخزينية القصوى للتربة من مياه الامطار وارتفاع مقدار معامل الجريان السطحي . وتتطلب من إدارة البيئة الحضرية في ما يتعلق بأثر العمليات الهيدرولوجية تطبيق تكنولوجيا متقدمة قادرة على تحديد وتحليل المتغيرات السريعة المؤثرة في النمو العمراني وتغير استخدامات الأرض ، مما يسهم في فهم طبيعة العمليات الهيدرولوجية في هذه البيئات التي شهدت تغيرات ديناميكية تعجز معها كل الأساليب والوسائل التقليدية في عمل دراسات تطبيقية ذات جدوى فعلية في مجابهة ديناميكيته والنمو الحضري .

مشكلة البحث :

- 1- هل المعطيات الطبيعية المتمثلة بالقاعدة الصخرية والطوبوغرافية والاشكال الجيومورفولوجية وعناصر المناخ فضلاً عن التربة والغطاء النباتي لها أهمية في اكتساب منطقة الدراسة خصائص هيدرولوجية معينة ؟
- 2- هل يؤثر الغطاء الأرضي واستخدامات الأرض في مدينة دھوك في عملية تحول التساقط المطري الى جريان ، وانعكاس ذلك على نمط الإستجابة الهيدرولوجية للسطح والمخاطر الناجمة .
- 3- إن تحليل الخصائص الأرضية لمنطقة الدراسة (مورفولوجية أحواض التصريف المؤثرة - التربة - الانحدار - فترات رجوع الأمطار) تعطي مؤشرات هامة لظروف الإستجابة الهيدرولوجية لأسطح منطقة الدراسة.
- 4- هل يمكن فهم طبيعة الإستجابة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية ، والمتمثلة في الدراسة الحالية لمدينة دھوك من خلال النمذجة الهيدرولوجية ؟ لاسيما أن الاستخدام الرئيس لها هو محاكاة الواقع الطبيعي.

فرضيات البحث :

تتمثل فرضيات الدراسة من خلال ما يأتي:

- 1- ان للمعطيات الطبيعية (الجيولوجية، الجيومورفولوجية ، المناخية، التربة، الغطاء النباتي وغيرها) دور في تحديد النظام الهيدرولوجي لأية منطقة جغرافية .
- 2- تؤثر طبيعة الغطاء الأرضي واستخدامات الأرض في ادراك الدلالة الهيدرولوجية للأسطح وخاصة في المناطق الحضرية ؛ إذ تسهم في زيادة عمليات الجريان السطحي .
- 3- تعد الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف في المناطق الحضرية ، والتعرف على الجانب الهيدرولوجي لتربتها وانحدار سطوحها فضلاً عن إستجابة مكوناتها عوامل متحكممة في العمليات الهيدرولوجية ، والمتمثلة بالجريان السطحي والارتشاح .
- 4- النماذج الهيدرولوجية تمثل مفاهيمي للنظام الهيدرولوجي على الطبيعة يمكن الاستعانة بها في الدراسات الهيدرولوجية لكافة المناطق بما فيها المناطق الحضرية، إذ يوجد نماذج يمكن الاستعانة بها.
- 5- يمكن تحديد طبيعة الإستجابة الهيدرولوجية لمدينة دهوك من خلال احتساب خصائص مياه الجريان السطحي .

اهداف البحث :

- 1- دراسة وتحليل البيئة الطبيعية التي تمتاز بها منطقة الدراسة بوصفها محددات أساسية تتحدد بموجبها النظام الهيدرولوجي لمنطقة تواجدها .
- 2- تحليل طبيعة الغطاء الأرضي واستخدامات الأرض في مدينة دهوك وفي فترات مختلفة لأنها تسهم في تحديد طبيعة الإستجابة الهيدرولوجية للأسطح وتباينها المكاني والزمني
- 3- تطبيق منهجية النماذج الرياضية الهيدرولوجية والمتمثلة بأنموذج (SCS- CN) كونها طريقة ملائمة لنمذجة وفهم الإستجابة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية .
- 4- مناقشة مخرجات الأنموذج المستخدمة في الدراسة الحالية وتوظيف نتائجها نحو الإفادة منها في تنميتها من قبل صناع القرار ، سواء كان ذلك في التخطيط الحضري او الزراعي او السياحي وغيرها .

أهمية البحث :

- 1- إن موقع مدينة دهوك مثالي لمثل هذه الدراسة كونها ذات أراضي متنوعة التضاريس ، ومحصورة بين نطاقين مرتفعين هما (مرتفعات زاوا ومرتفعات الأبيض) ما يجعل عمليات الجريان السطحي ذات مخاطر طبيعية ابرزها السيول والفيضانات .
- 2- رفد المكتبة العلمية بالدراسات عن النمذجة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية لمنطقة الدراسة ، إذ لا توجد دراسات محلية حول النمذجة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة تدعم الخطط المستقبلية لغرض التنمية.
- 3- يمكن أن تكون هذه الدراسة عبارة عن قاعدة بيانات هيدرولوجية خاصة بمنطقة الدراسة يمكن الاستفادة منها في تنميتها وتطويرها من قبل صناع القرار .

منهج البحث:

لكل دراسة منهجية خاصة وذلك لغرض الوصول الى دراسة متكاملة ، ومترابطة بأفكارها ، والوسائل المستخدمة بها ، ونتائجها ، وتعتمد الدراسة منهج الاستقراء التحليلي الذي يبدأ من الجزء الى الكل ثم تحليلها بشكل دقيق مع توظيف التقانات الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية مدعما بالوسائل الكمية والنماذج الرياضية ضمن اطار متكامل لتحقيق هدف الدراسة .

تهيئة البيانات والبرامج المستخدمة :

أولاً : البيانات المستخدمة :

- 1- البيان الفضائي للقمر الصناعي (Landsat 5-7-8) متعدد الاطياف للسنوات (1990-2000-2010-2020) وبدقة 30 متر والمنزل من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS بالتعاون مع وكالة ناسا الفضائية NASA .
- 2- أنموذج الارتفاع الرقمي بدقة تمييزية (12.5) متر والمنزل من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS بالتعاون مع وكالة ناسا الفضائية NASA .
- 3- خارطة حدود التخطيط العمراني لمدينة دهوك للسنوات (1990 - 2000 - 2010 - 2020) ، مديرية التخطيط العمراني في دهوك ، شعبة GIS .
- 4- خارطة العراق الاستكشافية بمقياس 1/1000000 ، بيورينك ، لسنة 1960 .

- 5- الخارطة البنيوية بمقياس 1/1000000 ، خارطة العراق البنيوية ، لسنة 1996.
- 6- خارطة العراق الجيولوجية ، المقياس 1/1000000 ، جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، لسنة 2000.
- 7- خارطة تصنيف قاعدة التربة لعالمية الموحدة (HWSD) المنجز من قبل منظمة الفاو (FAO) وشركائه بمقياس 1/5000000 ، لسنة 2009 .
- 8- خارطة العراق الإدارية ، سنة 2012 ، الجهاز المركزي للإحصاء ، شعبة GIS .
- 9- بيانات العناصر المناخية للمحطات المناخية (دهوك - زاويته - مانكيش - زاخو - سميل - الموصل - تلغفر) في العراق لسنوات الرصد (1990-2020).

ثانيا : البرامج المستعملة :

- 1- برنامج ArcMap V10.8.1 وهو عبارة عن نظام متكامل استعمل لبناء طبقات المعلومات الأرضية الجغرافية والمكانية والاحصائية ، وإجراء التحليل المكاني ، وإنتاج الخرائط .
- 2- برنامج Erdas 2015 ، وتم استخدامه من أجل معالجة ودمج وقطع المرئيات الفضائية وتجهيزها للعمل .
- 3- برنامج WMS نظام نمذجة الأحواض المائية واستخدم لاستخراج قيم Curve Number ، ورسم خرائط الأحواض المائية .
- 4- برامج شركة مايكروسوفت أوفيس ولاسيما برنامج Excel لرسم الأشكال البيانية .
- 5- استعان الباحث أيضا ببرنامج التحليل الاحصائي (Hyfran) لاستخراج فترات الرجوع المختلفة لكميات الأمطار خلال (100) سنة .



Erdas Imagine



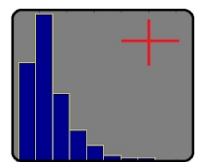
ArcGIS



Excel

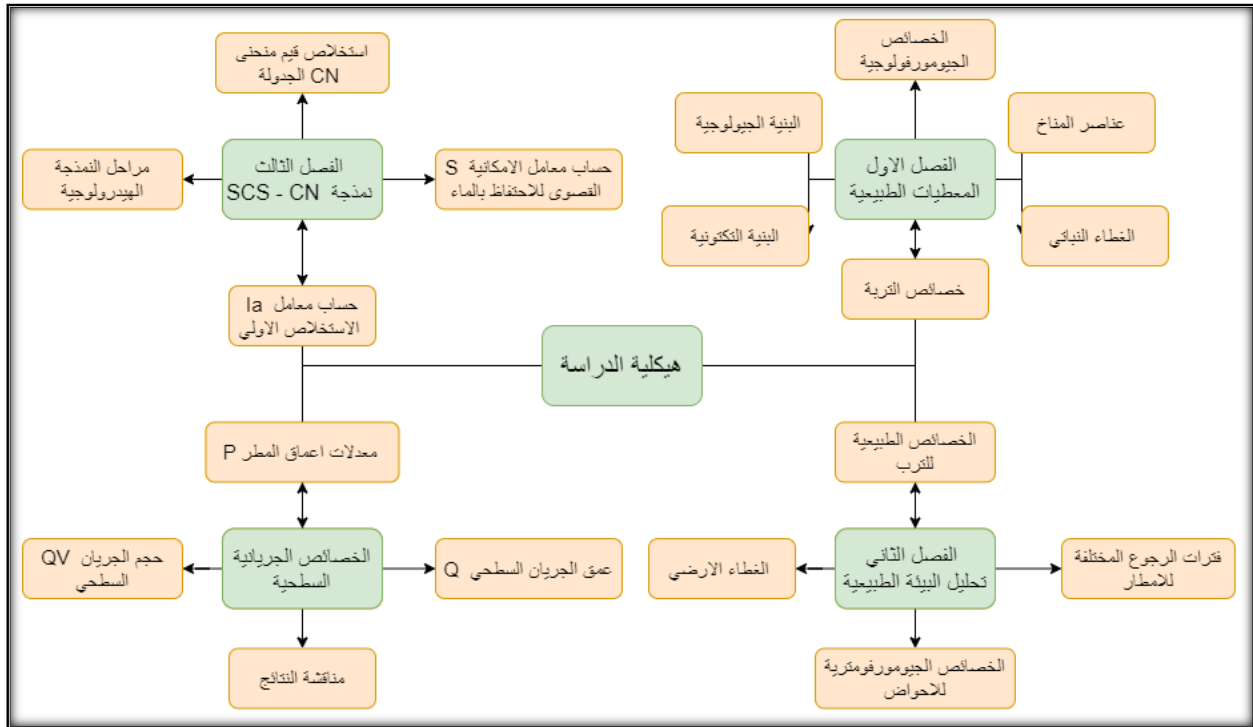


WMS



Hyfran

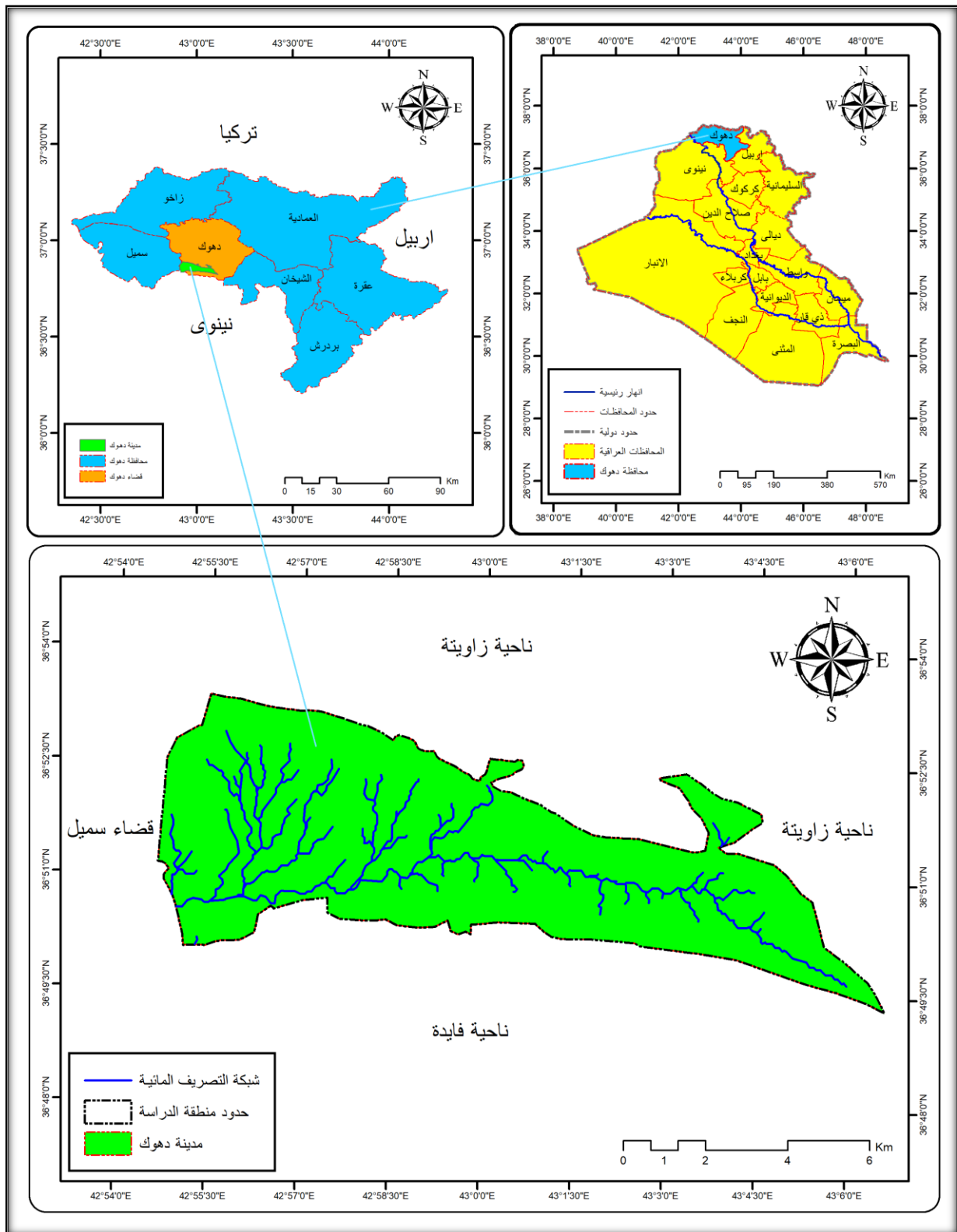
هيكلية البحث :



تحديد منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في شمال العراق وفي الجزء الجنوبي الغربي من قضاء دهوك ضمن محافظة دهوك تحديداً ، وتبلغ المساحة الكلية لمنطقة الدراسة (61.98) كم². تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بالحدود الإدارية لمدينة دهوك حسب تقسيمات مديرية بلدية دهوك ؛ إذ تحدها من الشمال والشرق ناحية زاويته ومن الغرب ناحية سميل ، أما من ناحية الجنوب فتحدها ناحية فايدة التابعة إدارياً لمحافظة نينوى ، أما حدودها الفلكية فتقع بين خطي طول (42° 53 ' 20" - 43° 6 ' 20") درجة شرقاً وبين دائرتي عرض (36° 54 ' 0" - 36° 48 ' 40") درجة شمالاً . الخريطة (1) ، الصورة (1) الصورة (1) .

الخريطة (1) : موقع منطقة الدراسة من محافظة دهوك والعراق

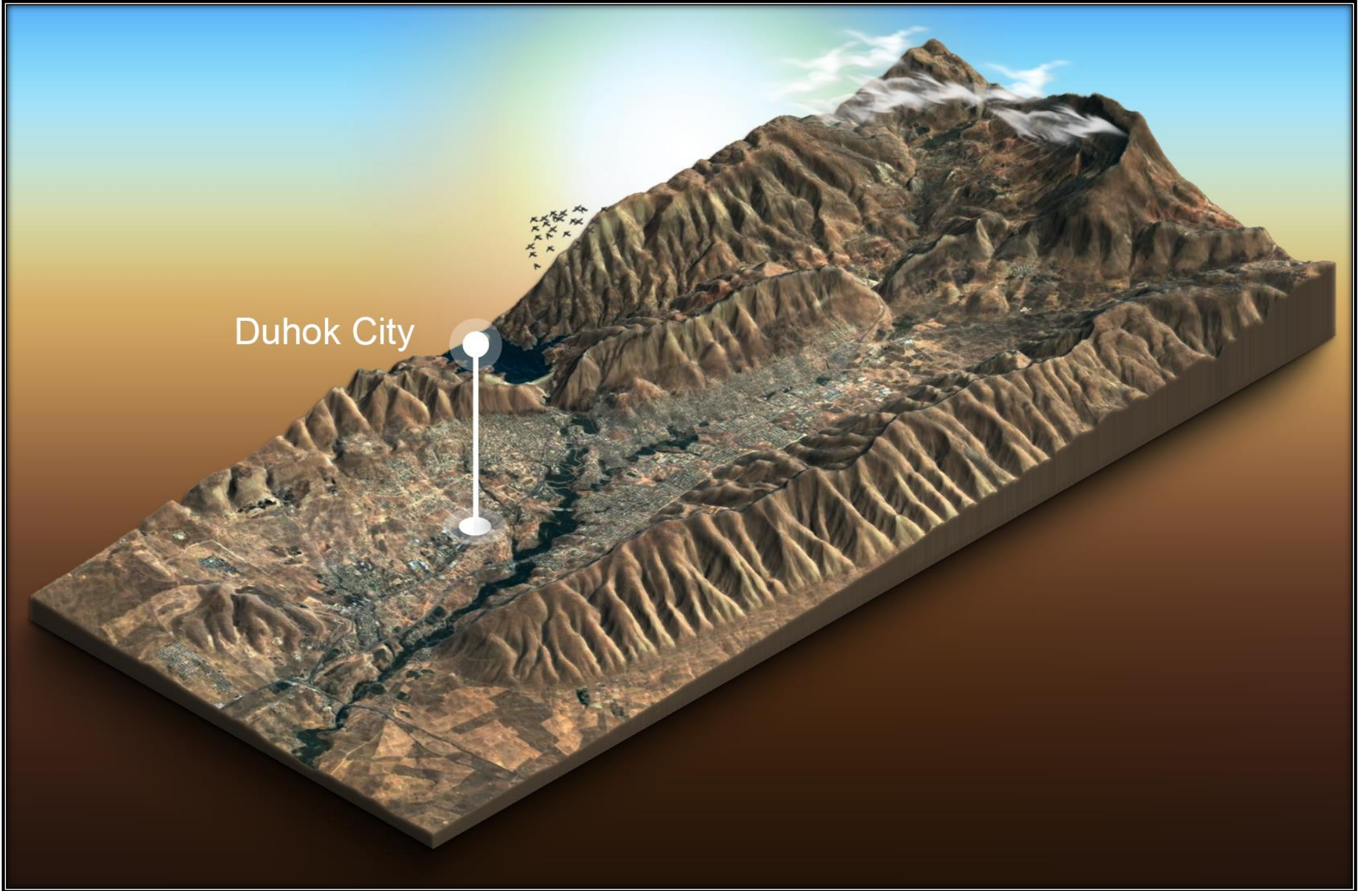


المصدر : - حكومة أقليم كردستان العراق ، وزارة التخطيط ، مديرية التخطيط العمراني في محافظة دهوك ، شعبة GIS

- جمهورية العراق ، وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء ، شعبة GIS ، خريطة العراق الإدارية لسنة 2012

- برنامج ArcMap v10.8.1

الصورة (1): منطقة الدراسة بشكل ثلاثي الابعاد



الدراسات السابقة :

أولاً : دراسات شملت منطقة الدراسة المتمثلة بمدينة دهوك بتخصصات مختلفة:

- 1- درس الفقيه (1999) التوسع المساحي لمدينة دهوك دراسة في جغرافية المدن ، ذكر منها أن للعمليات الهيدرولوجية دوراً كبيراً في اختيار المناطق السكنية وإستعمالات الأراضي⁽¹⁾ .
- 2- دراسة حمدون (2002) حول (مراقبة التغيرات في استخدامات الأراضي وعلاقتها بالمظاهر الجيومورفولوجية لمدينة دهوك وما حولها باستخدام تقنيات التحسس النائي) وتوصلت الدراسة الى إمكانية بناء سد على (كلي بيسرى) الموجود الى الشرق من مدينة دهوك للتقليل من شدة الجريانات السطحية⁽²⁾ .
- 3- درس عبدالله (2004) حول تحديد أيام الراحة المناخية والفسولوجية في مدينة دهوك باستخدام تصنيف تيرجنج وكانت من ابرز نتائج دراسته أن الأيام المريحة تتوزع حصراً على فصلي الربيع والخريف بواقع (56 ، 24) يوماً على التوالي⁽³⁾ .
- 4- دراسة جمبلي (2013) التي دارت حول تقييم استخدامات الأراضي وتغيير الغطاء الأرضي باستخدام الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية - مدينة دهوك (1998-2011) وتوصل فيها الباحث الى ان زيادة كبيرة في المناطق الحضرية العمرانية على حساب الأراضي الزراعية والمساحات المفتوحة وان التوسع العمراني يتوجه نحو الغرب⁽⁴⁾ .

(1) شيرزاد عبدالعزيز عبدالرحيم الفقيه ، التوسع المساحي لمدينة دهوك - دراسة في جغرافية المدن ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الاداب - جامعة صلاح الدين ، 1999م .

(2) علاء نبيل حمدون العبادي ، مراقبة التغيرات في استخدامات الأراضي وعلاقتها بالمظاهر الجيومورفولوجية لمدينة دهوك وما حولها باستخدام تقنيات التحسس النائي ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم - جامعة الموصل ، 2002.

(3) نشوان شكري عبدالله ، تحديد أيام الراحة المناخية الفسولوجية في مدينة دهوك باستخدام تصنيف تيرجنج ، مجلة التربية والعلم ، كلية التربية - جامعة الموصل ، المجلد 11 ، العدد 4 ، 2004 .

(4) Jambally Mohammed , Land use and cover change assessment using Remote sensing and GIS – Dohuk City, Kurdistan, Iraq (1998–2011) , International journal of geomatics and geosciences , Volume 3, No 3, 2013 .

- 5- قام حسن (2014) بدراسة (مشاكل إستعمالات الأرض الحضرية في مدينة دهوك - تحليل جغرافي) وكانت ضمن نتائج الدراسة أن للعامل الهيدرولوجي أثراً مباشراً في إستعمالات الأرض ؛ إذ أجبرت الجهات المختصة في توزيع الأراضي السكنية على الاخذ بنظر الاعتبار مناطق نشوء السيول الموسمية⁽¹⁾ .
- 6- درس امين (2016) في رسالته الموسومة (تعرية التربة في قضاء دهوك ، قياسها ، مخاطرها وصيانتها) وكانت منطقة الدراسة جزءاً من دراسته ، وتوصلت الدراسة الى أن حوالي (562) كم² من مساحة قضاء دهوك يزيد انحدارها عن 8 درجات حسب تصنيف Zingg A.W ، وذلك يشكل خطراً في تفاقم حدوث التعرية المطرية⁽²⁾ .

ثانيا : دراسات شملت هيدرولوجية المناطق الحضرية والنماذج المستخدمة:

- 1- بحث جين ووانغ (2010) حول اثر النمو الحضري على الفيضانات باستخدام نموذج (SCS - CN) ، تظهر النتائج ارتباطاً مكانياً قوياً بين النمو الحضري وزيادة الجريان السطحي وارتفاع مرحلة الفيضان ، مما يشير الى ان النمو الحضري السريع وتحويل الأراضي الزراعية الى مناطق حضرية كثيفة ، قد ساهم في زيادة مخاطر الفيضانات⁽³⁾ .
- 2- قدمت ورقة بحثية من قبل (Nanía, L. S., León, A. S., & García, M. H) في (2015) بعنوان نموذج هيدرولوجي - هيدروليكي لمحاكاة الصرف المزدوج والفيضان في المناطق الحضرية ، تطبيق على مستجمعات المياه في منطقة العاصمة (شيكاغو) وتوصل الباحث الى ان للتوسع الحضري تأثير مباشر على زيادة كميات الجريان السطحي للمياه ، ومن المهم ان تأخذ المؤسسات الحكومية المخاطرة الناجمة عن

(1) مزكين محمد حسن ، مشاكل إستعمالات الأرض الحضرية في مدينة دهوك (تحليل جغرافي) ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، المعهد العالي للدكتوراه في الاداب والعلوم الإنسانية والاجتماعية - الجامعة اللبنانية ، 2014 .

(2) شمال أحمد امين ، تعرية التربة في قضاء دهوك قياسها مخاطرها وصيانتها ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، دهوك ، كلية العلوم الإنسانية - جامعة دهوك ، 2016 .

(3) Xinhao Wang & Jing Jin , Assessing the Impact of Urban Growth on Flooding with an Integrated Curve Number-Flow Accumulation Approach , Water International , Volume 26, Issue 2 , 2010.

ذلك بنظر الاعتبار⁽¹⁾ .

- 3- درس كل من شريف وآخرون (2016) مخاطر الفيضانات في مستجمعات المياه في المناطق الحضرية في الرياض ومن نتائج هذه الدراسة تشير الى أنه يمكن أن يؤدي التحضر الى زيادة كبيرة في حجم الجريان السطحي وذروة التصريف الناتجة عن عاصفة معينة ، كذلك زيادة في المساحة المعرضة لخطر الفيضان وعمقه ، ومن ثم ازدياد تعرض العديد من المرافق والممتلكات الحيوية والناس لخطر الفيضانات⁽²⁾ .
- 4- دراسة الزهراني وآخرون (2016) تقدير احتمالية حدوث الفيضانات في المناطق الحضرية بالقرب من منفذ مستجمعات المياه الجافة في المملكة العربية السعودية واستندت الدراسة على انموذج (SCS-CN) وكانت من اهم النتائج التي توصلت اليها ان الاتجاه المتزايد نحو التحضر يمكن ان يزيد بشكل كبير من الجريان السطحي الناتج من العواصف المطرية⁽³⁾ .
- 5- قام كل من ابراهيميان وآخرون (2018) بدراسة حول تقدير المنطقة غير المنفذة الفعالة في مستجمعات المياه الحضرية باستخدام الغطاء الأرضي وطبيعة التربة ورقم المنحنى CN ، ل(35) مستجمع مائي حضري في الولايات المتحدة الامريكية ، وتوصلت الدراسة الى اهمية معرفة المناطق المنفذة الفعالة لتحسين النماذج الهيدرولوجية وتقييم اثر العواصف المطرية في المستجمعات الحضرية⁽⁴⁾ .
- 6- درس علي (2019) إدارة البيئة الحضرية لمدينة الليث في السعودية من مخاطر السيول استنادا الى التكامل ما بين نظم المعلومات الجغرافية والنمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية وبعد توظيف النموذج

(1) Nanía, L. S., León, A. S., & García, M. H , Hydrologic-Hydraulic Model for Simulating Dual Drainage and Flooding in Urban Areas: Application to a Catchment in the Metropolitan Area of Chicago, Journal of Hydrologic Engineering , American Society of Civil Engineers , Vol.20 , 2015.

(2) Hatim O. Sharif and others , Flood hazards in an urbanizing watershed in Riyadh, Saudi Arabia , Geomatics, Natural Hazards and Risk , Vol. 7, No. 2, 2016.

(3) Muhammad Al-Zahrani, and Others , Estimating urban flooding potential near the outlet of an arid catchment in Saudi Arabia , Geomatics, Natural Hazards and Risk Journal , Volume 8 – Issue 2 , 2016 .

(4) Ali Ebrahimian , John S. Gulliver , Bruce N. Wilson , Estimating effective impervious area in urban watersheds using land cover, soil character and asymptotic curve number , Hydrological Sciences Journal , Volume 63, Issue 4 , 2018 .

الهيدرولوجي (HEC-HMS) والنموذج الهيدروليكي (HEC-RAS) أن مدينة الليث تتعرض لمخاطر سيول وادي رئيس قادم من الشرق الى الغرب وهو وادي الليث (1) .

7- قام سكارنه (2019) بدراسة التوسع الحضري واثره على الجريان السطحي في مدينة عمان دراسة مقارنة بين حوضي التصريف الجببية وعبدون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، ومن نتائج الدراسة ان الغطاء الأرضي يؤثر على هيدرولوجية المنطقة ، لتاثيره المباشر بقيم رقم منحنى الجريان السطحي ، كما توصلت الدراسة الى ان الجريان السطحي يزداد بازدياد قيم العاصفة المطرية التي تحدث ويعزى ذلك الى ارتفاع قيم CN في المنطقة المدروسة. (2) .

(1) اشرف أحمد علي عبدالكريم ، محمد إبراهيم محمد شرف ، النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول ، العبيكان للنشر والتوزيع ، المملكة العربية السعودية ، 2018 .

(2) زيد عياش سكارنه ، زياد مفضي مخامرة ، التوسع الحضري واثره على الجريان السطحي في مدينة عمان دراسة مقارنة بين حوضي التصريف الجببية وعبدون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية ، المجلد 46 ، العدد 1 ، ملحق 2 ، 2019 .



الفصل الأول

المعطيات الطبيعية لمنطقة

الدراسة

1.1 : التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة : Geology of the Study Area

أن أهمية دراسة جيولوجية منطقة الدراسة تكمن في التعرف على التتابع الطباق والصخري للتكوينات الجيولوجية المنكشفة على السطح ، والوصف البنيوي والتركيبى للتكوينات الجيولوجية فضلاً عن الى الوضع الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة ، والتي لها دور كبير في التعرف على مدى الإستجابة الهيدرولوجية من قبل مكونات سطح منطقة الدراسة من حيث كمية الجريان السطحي وترشح المياه الى باطن الأرض وتكون السيول وحوادث الفيضانات

أن غالبية الدراسات الهيدرولوجية عندما تتطرق للتركيب الجيولوجي ، تستعرض التراكيب والتكوينات الصخرية والترسبات المتواجدة في منطقة الدراسة وما حولها من مناطق ، كذلك تقوم بتوزيعها حسب الحقب الجيولوجية المعروفة و التعرف على مكوناتها ، لمعرفة مدى صلابة تلك التراكيب أو نفاذيتها ومدى قدرتها على امرار المياه من عدمه وكذلك الشقوق والفواصل المتضمنة ، حيث تنعكس على الوظيفة الهيدرولوجية للأسطح وتحدد استجابتها ، كما تأتي أهمية دراسة البناء الجيولوجي لمنطقة الدراسة حيث انها تؤثر بشكل مباشر في عملية الاستجابة الهيدرولوجية ؛ إذ تزداد الاستجابة نحو تحقيق الجريانات مع الخصائص الصخرية النفاذة ، لذا يتم التعرف على خواص تلك التكوينات الصخرية ومن الاقدم نحو الاحداث الخريطة (2) و الجدول (1) .

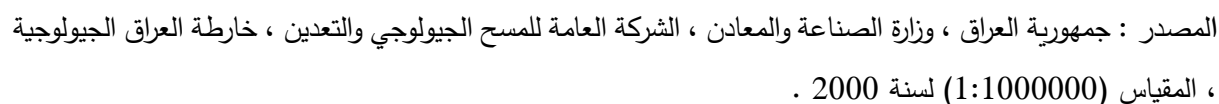
1.1.1 : تكوين كولوش Kolosh Formation

يرجع أصل هذا التكوين الى ترسبات عصر الباليوسين ونهايات عصر الايوسين الأسفل ، تختلف في سمكها من مكان لآخر ، ويتألف التكوين من السجيل والحجر السلتى والطيني والرملى مع حجر الصوان والسجيل ، كما تحوي هذه الطبقات قطع صخرية وأنواع مختلفة من المعادن⁽¹⁾ . يبلغ سمك هذا التكوين ما يقارب (450) متراً⁽²⁾ ويتواجد هذا التكوين بنسبة قليلة بلغت (0.76) كم² ما نسبته (1.22%) من منطقة الدراسة ، الجدول (1) ، يشغل الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة يحده جغرافيا من الشمال تكوين

(1) محمد جلال البريفكاني ، عبدالمطلب حسون المطلوبي ، يوسف محمد الاسدي ، دراسة الطي في تكوينات عصري الكريتاسي والترشيدي في طية ببيخير المحدة من خلال الخرائط التركيبية الكنتورية ، المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض ، مجلد 12 ، عدد 1 ، 2012 ، ص 81 .

(2) حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة الثروات الطبيعية ، المديرية العامة للمسح الجيولوجي - دهوك ، تقرير عن استطلاع الصخور الكلسية والطينية الصالحة لصناعة الاسمنت في محافظة دهوك ، 2011 ، ص 10 .

الخريطة (2) : التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



13

الصورة (2) : تكوين كولوش في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/6/3 - الاحداثيات (36° 52 ' 17" N - 43° 03 ' 09"E) .

2.1.1 : تكوين خورماله Khormala Formation:

يرجع عمر هذا التكوين الى عصري (الباليوسين - الايوسين الأسفل) ، يتكون هذا التكوين من الحجر الجيري والرملي والدولومايت ويتميز بلونه الأصفر والرصاصي⁽¹⁾ ، يغطي التكوين مساحة قدرها (0.52) كم² ما نسبته (0.83) % فقط من منطقة الدراسة ، الجدول (1) ، الشكل (1) ، ويكون تواجده على شكل تداخل مع تكوين كولوش ، ويكون مظهره في الغالب على شكل جروف صخرية كونه يقع بين تكوينين هشين هما (كولوش وجركس) ، ويتميز بالمقاومة العالية لعمليات التجوية ، ورغم صغر امتداده المكاني ، واهميته الهيدروجية ؛ إلا انه تكوين نفاذ يسمح بإمرار المياه من خلاله لاحتوائه على الشقوق والفواصل في طبقاته .

(1) عبدالله السياب ، وآخرون ، جيولوجيا العراق ، مطابع مديرية دار الكتب ، الموصل ، 1982 ، ص 119 .

3.1.1 تكوين جركس Gercus Formation :

يرجع عمر هذا التكوين الى عصر الايوسين الأوسط ، أما صخوره فتتكون من صخور فتأتية ناعمة من الحجر الرملي والطيني والكلسي و المدملكات ⁽¹⁾ ، وتتميز صخورها باللون الأحمر أو البني المائل للأحمر لهذا سميت محلياً بـ (طبقات دهبوك الحمراء) . الصورة (3) ، يغطي هذا التكوين أجزاء قليلة من منطقة الدراسة فهو يكاد لا يتعدى (0.43) كم² ، ما نسبته (0.70)% من منطقة الدراسة ، الجدول (1) ، الشكل (1). أن صخور هذا التكوين هشة وتحتوي على نطاق ضعف من الفوالق والفواصل لهذا فهي تعتبر من التكاوين النفاذة ؛ مما يؤثر في نسب الجريان السطحي .

الصورة (3) : تكوين جركس في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/6/3 - الاحداثيات (36° 51 ' 46" N - 43° 03 ' 38"E) .

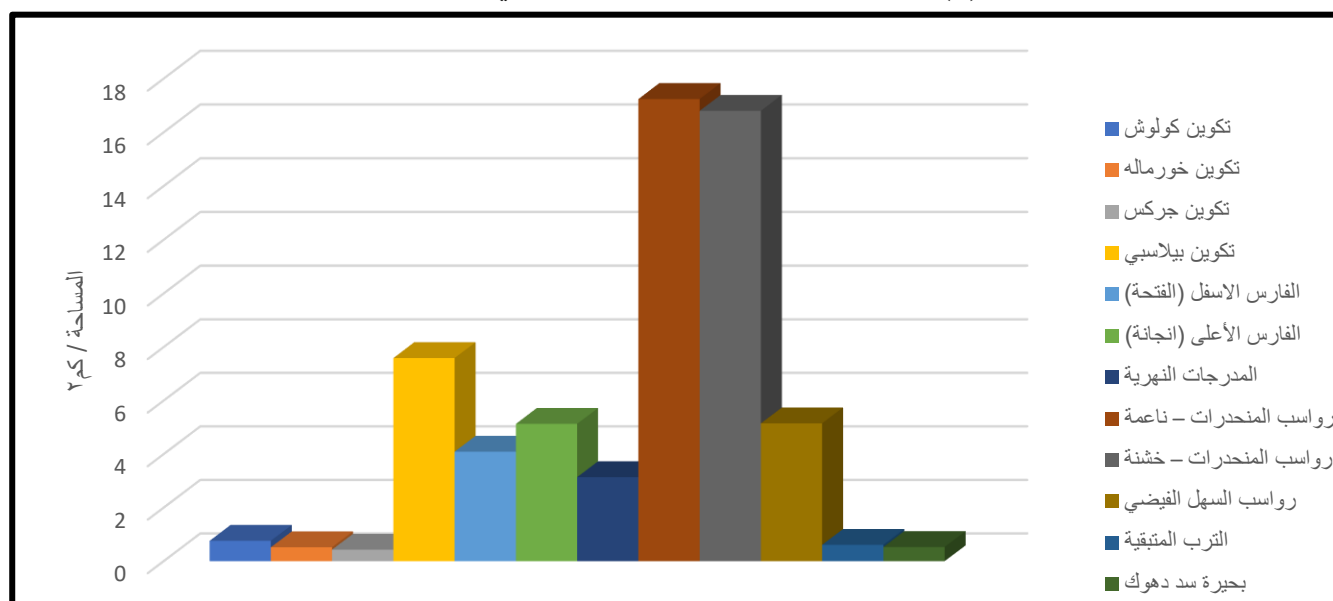
(1) Saad Z.Jassim and Jeremy C. Goff , Op.Cit, P 165-166 .

الجدول (1) : التكوينات الجيولوجية ومساحاتها ونسبها في منطقة الدراسة

النسبة المئوية	المساحة / كم ²	التكوينات الجيولوجية
1.22	0.76	تكوين كولوش
0.83	0.52	تكوين خورماله
0.70	0.43	تكوين جركس
12.24	7.59	تكوين بيلاسبي
6.60	4.09	الفارس الاسفل (الفتحة)
8.27	5.13	الفارس الأعلى (انجانة)
5.06	3.14	المدرجات النهرية
27.81	17.24	رواسب المنحدرات – ناعمة
27.11	16.80	رواسب المنحدرات – خشنة
8.31	5.15	رواسب السهل الفيضي
0.98	0.61	الترب المتبقية
0.86	0.53	بحيرة سد دهوك
100.00	61.98	المجموع

المصدر : اعتماداً على الخريطة (3) وبرنامج ArcMap v10.8.1

الشكل (1) : التكوينات الجيولوجية ومساحاتها في منطقة الدراسة

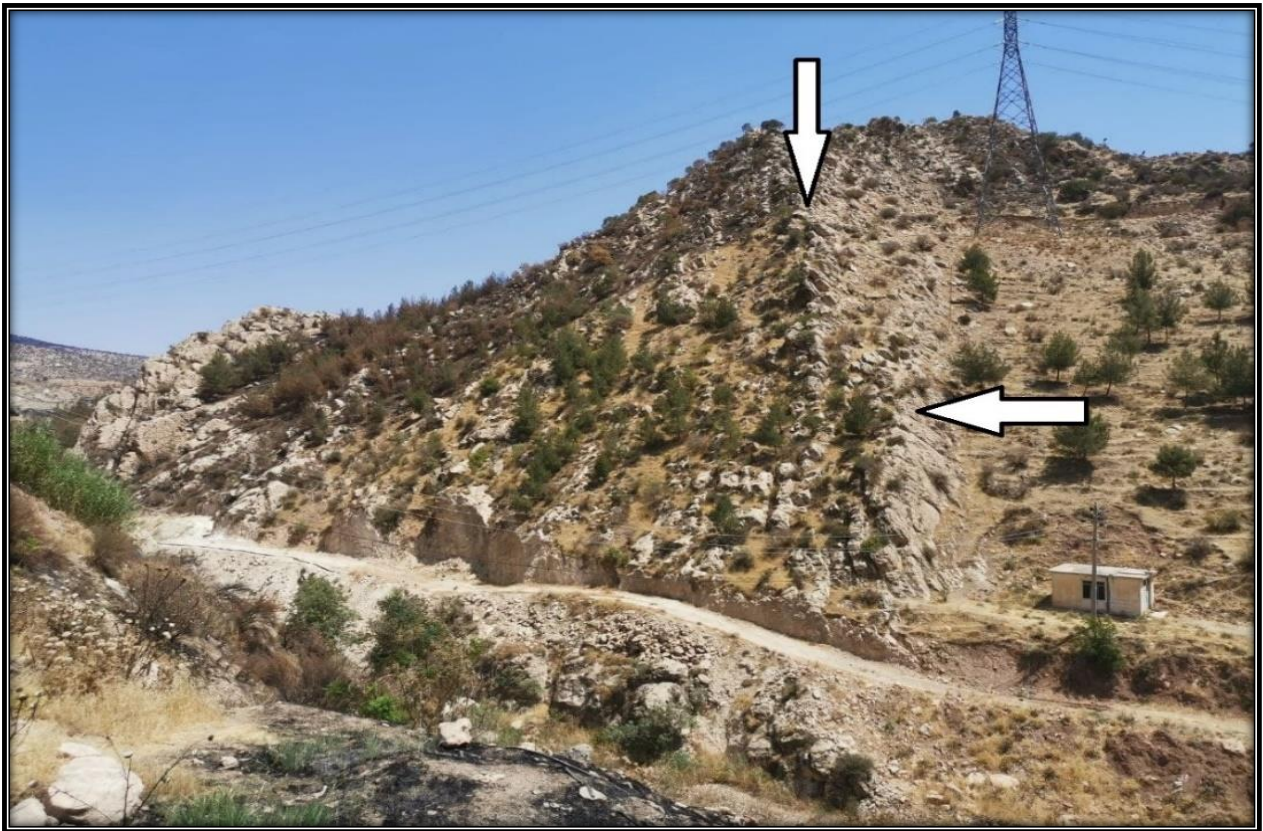


المصدر : اعتماداً على الجدول (2) : تكوين البيلاسبي Pilaspi Formation :

4.1.1 تكوين البيلاسيبي Pilaspi Formation

يعود تكوين البيلاسيبي الى عصر الايوسين الأوسط من الزمن الجيولوجي الثالث ويشتمل على الهيكل العام للطيات التي تحيط بمنطقة الدراسة ، والمتمثلة بطيتي الأبيض وزاوا ويغطي هذا التكوين جميع أجزاء الطيات ، ويظهر بشكل ارتفاعات طبوغرافية تكون كل من أجنحة الطيتين الرئيسيتين فضلاً عن الطيات الثانوية ، تبلغ مساحة التكوين (7.59) كم² ما نسبته (12.24) % من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ، الجدول (1) ، الشكل (1). يتكون تكوين البيلاسيبي بشكل أساسي من صخور جيرية ، قسم منها طباشيري ، وقسم منها دولوميتي⁽¹⁾ . الصورة (4) ، وبما ان هذا التكوين هو صلب وكثيم فهذا يزيد من فرص استجابتها نحو توليد جريانات سطحية عالية.

الصورة (4) : تكوين البيلاسيبي في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/6/3 - الإحداثيات (36° 51 ' 21" N - 43° 03 ' 43"E) .

(1) فاروق صنع الله ، علي صادق ، جيولوجية شمال العراق ، دار الكتب للطباعة و النشر ، جامعة الموصل ، 1977 ، ص 126 .

5.1.1 : تكوين الفتحة: Fatha Formation

يعود الى عصر المايوسين الأوسط من الزمن الجيولوجي الثالث ، وتظهر أهم مكاشفه في الجزء الجنوبي لطية الأبيض ، إذ ينتشر على طول الحدود الشمالية لمنطقة الدراسة بمساحة تصل الى (4.09) كم² ما نسبته (6.60)% من منطقة الدراسة ، الجدول (1) ، الشكل (1) ، وأن غالبية هذا التكوين مغطى بالرواسب الحديثة ⁽¹⁾ . ويكون متعاقب مع تكوين البيلاسيبي بشكل واضح في مناطق تواجدها الصورة (5) ، ويتجزء هذا التكوين الى وحدتين يفصل بينهما طبقة من الحجر الجيري وعلى النحو التالي :

- الوحدة العليا :

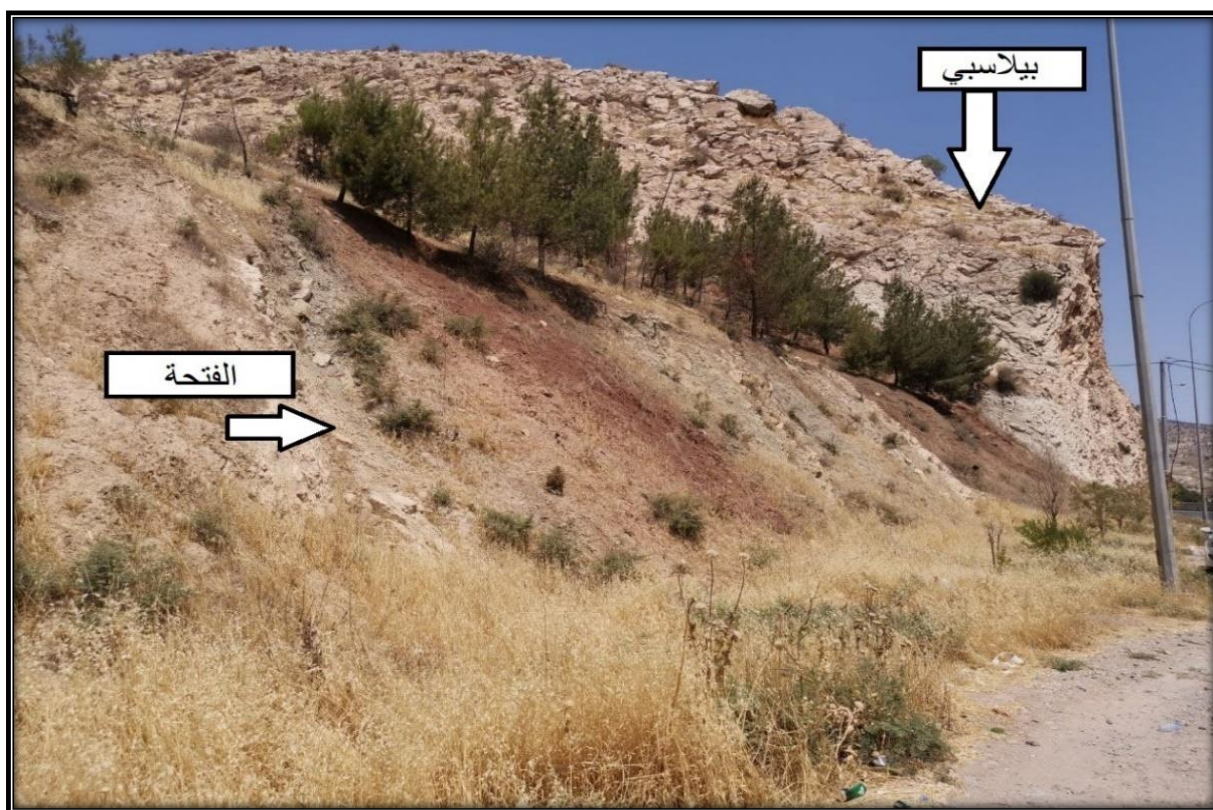
وتتكون من طبقات من الجبسوم Gypsum ذات سمك كبير يتداخل معها طبقات من الحجر الجيري العضوي.

- الوحدة السفلى :

وتتكون من صخور الجبس الصورة (6) الذي له القدرة على الذوبان وتكوين الاحماض من خلال تفاعله مع الماء سواء كان في الجهات السطحية أم كانت مياه جوفية ما يؤدي الى تكوين الحفر التي تتجمع فيها المياه فيما بعد . فضلاً عن الأنهدرايت (صخور المتبخرات) مع طبقات من الحجر الطيني . عموماً تتميز صخور هذا التكوين باستجابتها العالية للإذابة ، ولاسيما طبقات الحجر الطيني والغريني ما يعني زيادة النفاذية وبالتالي زيادة عملية ترشيح المياه ، وضعف تطور الشبكة التصريفية للمياه على سطح هذا التكوين .

(1) رافد يونان إسحاق الاوسي ، هيدرولوجية منطقة دهوك - سميل ، أطروحة ماجستير مقدمة الى كلية العلوم ، قسم علوم الأرض ، جامعة الموصل ، الموصل ، 1990 ، ص 37 .

الصورة (5) : تكوين الفتحة وتعاقبه مع تكوين البيلاسبي في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/6/3 - الاحداثيات (36° 51 ' 20" N - 43° 03 ' 39"E) .
الصورة (6) : تداخل الجبسوم مع صخور تكوين الفتحة في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/6/3 - الاحداثيات (36° 51 ' 20" N - 43° 03 ' 39"E) .

6.1.1 : تكوين انجانة Injana Formation :

يعود زمن هذا التكوين الى عصر المايوسين الأعلى ، ويختلف سمك هذا التكوين حسب طوبوغرافية المنطقة ؛ ويتواجد بشكل أكبر في الأجزاء الشمالية ، والشمالية الغربية من منطقة الدراسة كما موضح في الخريطة (3)، ويغطي التكوين مساحة (5.13) كم² ما نسبته (8.27)% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة ، الجدول (1) والشكل (1) . يتدرج هذا التكوين من حبيبات ناعمة الى الحبيبات الخشنة في الأعلى ، وتزداد الترسبات في الجهات العليا منه فضلاً عن تواجد الطبقات الرملية السمكية الصورة (7) ، ويتكون من جزئين رئيسيين هما الجزء العلوي ويتكون هذا الجزء من طبقات سمكية من الحجر الرملي الصلدة متعاقبة مع طبقات من الحجر الطيني⁽¹⁾ ، أما الجزء السفلي من التكوين فيتكون من تعاقب صخور طينية بنية اللون الى محمرة ، وطبقات من الحجر الغريني والرملي الغنية بكاربونات كلسية مقسمة الى نوعين هما ليثارنيت و فلسباتيكليثارنيت litharenite and feldspathic litharenite⁽²⁾ . وقد انعكست على هذه الخصائص الصخرية لهذا التكوين من حيث كونها نفاذة الى التقليل من كثافة الشبكات التصريفية على سطحه مع بقاء المتغيرات الأخرى .

7.1.1 : الترسبات الحديثة Recent sediments :

وهي عبارة عن رواسب يرجع أصلها الى الزمن الرباعي (البلايستوسين والهولوسين) ، وهي ترسبات مختلفة في خصائصها الحجمية والشكلية ويتكون من الطين والغرين والحصى المتدرج بأحجام مختلفة والرمل والحجر الكلسي متمثلة بالترسبات التي تملأ الوديان ، ورواسب المنحدرات ، وقيعان الأودية ، والسهل الفيضي الناتج من عمليات التجوية والتعرية ، وتمثل ترسبات نهريّة منقولة بفعل شبكة الأودية المنحدرة من السفح الشمالي لمرتفعات زاوا والسفح الجنوبي لمرتفعات الأبيض المشرفين على منطقة الدراسة ، وهي ذات سمك متباين يزداد اتساعاً على مركز الحوض المقعر (مركز مدينة دهوك) ، ويشمل كل مما يلي :

(1) Adnan AM Aqrabi , Jermy Cgoff , Andrew D , Horbury , Fadhill N , Sadooni , (2010) , Petroleum Geology of Iraq , Printed in Great Britain , P 339 .

(2) Basim A. Al-Qayim , Mushir M. Baziany and Bakhtyar M. Ameen , 2018 , mesozoic tethyan radiolarite age determination zagros suture zone kurdistan, in iraq , Iraqi Geological Journal Al-Qayim et al. Vol.51, No.1 , p17 .

الصورة (7) : تكوين انجانة في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/6/3 - الإحداثيات (36° 51 ' 40" N - 43° 00 ' 13"E) .

1.7.1.1 : رواسب المدرجات النهرية :

وتتكون من الحصى والحجر الجيري والحجر الرملي متمثلة برواسب المدرجات النهرية ورواسب المجاري المائية الناتجة من عمليات التجوية والتعرية ، تشكلت هذه الرواسب في عصر البلايستوسين ، وتغطي مساحات صغيرة من الجزء الغربي من المناطق السهلية في دھوك وتقدر مساحتها بـ (3.14) كم² ما نسبته (5.06)% من مساحة منطقة الدراسة ، الصورة (8) .

2.7.1.1 : رواسب المنحدرات :

وهي عبارة عن إرسابات تجمعت على أسطح المنحدرات في مقدمات الجبال والتلال ، ساهم في تكوينها نشاط حركة تساقط ركام السفوح والكتل الصخرية ، تكون هذه الرواسب على نوعين رواسب المنحدرات الناعمة ورواسب المنحدرات الخشنة وكلاهما يحتويان على نفس المكونات ، وأن هذه الإرسابات غالبا ما تكون ذات نسيج غير متجانس من حيث الحجم الحبيبي . ويتكون من الغرين والرمل والطين والحصى والقطع الصخرية الكبيرة . وتشغل رواسب المنحدرات الناعمة مساحة تصل الى (17.24) كم²

ما نسبتهـا (27.81) % من مساحة منطقة الدراسة . بينما رواسب المنحدرات الخشنة تشغل حيزا اقل بقليل يصل الى (16.80) كم2 ما نسبتهـا (27.11) % من مساحة المدينة .
الصورة (8) : الترسبات النهرية في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/6/3 - الاحداثيات (36° 51 ' 14" N - 42° 59 ' 36"E) .

3.7.1.1: ترسبات السهل الفيضي :

يصل سمك هذه الترسبات الى بضعة أمتار قليلة، وتشكلت كل هذه الرواسب خلال فترة الهولوسين⁽¹⁾، وتتكون من الطين وبعض القطع الصخرية بحجم الحصى ، وكذلك من الغرين متمثلة بالترسبات المائلة للسهول والمنخفضات ، وتسمى بالسهول الفيضية ، وتكون على شكل أحزمة ضيقة غير منتظمة على طول المساحات المجاورة لنهر دهوك والروافد المحيطة به ، وهي أعلى من مستوى النهر افقيا ببضع أمتار . تصل مساحتها الى (5.15) كم2 مكونة ما نسبتهـا (8.31) % .

4.7.1.1 : ترسبات الترب المتبقية :

وهي الترب التي تعرضت لعوامل التجوية التي تنتقل بواسطة الأنهار أو الرياح وأحيانا تكون في الموقع نفسه ، ونتيجة تعرض هذه الصخور ولفترات زمنية طويلة لتلك العوامل نتج عنها تكسر الصخور

(1) رافد يونان إسحاق الاوسي ، مصدر سابق ، ص 44 .

الظاهرة في المنطقة وتفتيتها الى أحجام صغيرة وإذابة بعض من مكوناتها ثم تحولت الى ترب باقية في مكانها ، يكون لونها بني فاتح الى غامق أو محمر وذلك اعتماداً على كمية وجود الأكاسيد وخاصة أكاسيد الحديد ، وتتألف من المواد الجيرية والرملية والطينية أو مزيج من الرمل والطين⁽¹⁾ . وتتواجد هذه الترسبات بشكل قليل جداً وفي مساحة ضيقة من منطقة الدراسة بالقرب من مناطق (الوكا) في الأجزاء الجنوبية الغربية منها وتشغل مساحة تصل الى (0.61) كم² ما نسبته (0.98) % .

وعلى الرغم من تباين وتوزيع الخصائص الصخرية للترسبات الحديثة ، إلا أن غالبية تلك الترسبات ذات نفاذية عالية تسمح بنفاذ المياه من خلالها وترشيحها الى الطبقات تحت سطحية ما يؤثر بشكل مباشر على هيدرولوجية مناطق تواجدها .

2.1 تكتونية منطقة الدراسة : Tectonic of the Study Area

يعد موقع العراق تكتونيا أحد المواقع المهمة في أغلب الدراسات الطبيعية لأنه يقع على الحافة الشمالية الشرقية من الصفيحة العربية ، وهذا يعني أنه قريب من نطاق تصادم ثلاث صفائح رئيسية هي الصفيحة العربية والصفيحة التركية والصفيحة الإيرانية ، الخريطة (3) . لذلك فقد قسم الباحثين موقع العراق الى عدة أنطقه تكتونية مستندين بذلك التقسيم الى أكثر من نظام ، فهناك نظام التقسيم الثلاثي ؛ إذ قسم العراق وفق هذا التقسيم الى ثلاث أنطقه رئيسية تبدأ من الشمال الشرقي وباتجاه الجنوب الغربي ، بينما نظام التقسيم الثنائي (Buday 1973) قد قسم فيه الباحثين العراق الى نطاقين رئيسيين يبدأ من الجنوب الغربي باتجاه الشمال الشرقي⁽²⁾ ، ويعتبر التقسيم الذي اعتمدته (الكاظمي ، 1996)⁽³⁾ . هو الاحداث و الأكثر استخداماً ، ووفق هذا التقسيم فان منطقة الدراسة تقع ضمن نطاقين هما نطاق الطيات الواطئة والمتمثلة بحزام (بطمة - الموصل) ، بلغت المساحة التي يغطيها هذا الحزام (36.63) كم² مربع بنسبة (59.11) % من منطقة الدراسة ، الجدول (2) ، أما النطاق الثاني التي تقع عليه منطقة الدراسة فهو

(1) سالي هاني عزالدين الحمداني ، مراقبة التغيرات في استخدامات الأراضي لمنافذ مدينة الموصل باستخدام معطيات التحسس النائي ، رسالة ماجستير (غير منشورة) الموصل ، جامعة الموصل ، كلية العلوم ، 2017 ، ص 22

(2) علاء نبيل حمدون محمود العبادي ، مصدر سابق ، ص 47 - 54 .

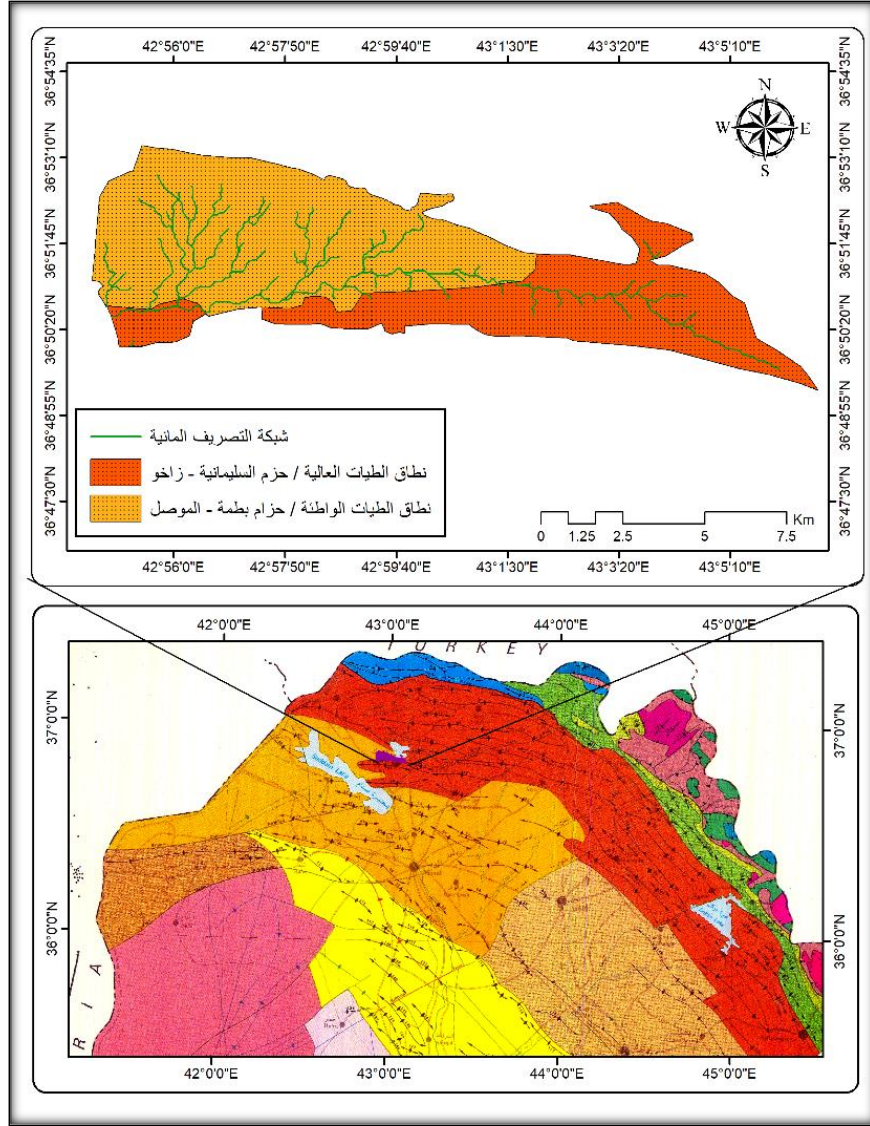
(3) REPUBLIC OF IRAQ , MINISTRY OF INDUSTRY AND MINIRALS , STATE ESTABLISHMENT OF GEOLOGY SURVEY AND MINING , TACTONIC MAP OF IRAQ , Scale (1:1 000 000) , Compiled by : Jassim A.M. AL-Kadhimi and Others , 1996 .

نطاق الطيات العالية يمثلها حزام (السليمانية - زاخو) ؛ إذ يتميز هذا الحزام بصخارية قوية وهي تغطي مساحة أقل بقليل من الحزام الأول ، أذ أنها تشغل (25.35) كم² مربع مكونة ما نسبته (40.89)% من مساحة منطقة الدراسة، كما أن منطقة الدراسة تقع ضمن الرصيف القاري غير المستقر في نطاق اقدام الجبال ؛ إذ تقع المدينة ضمن طية مقعرة ، ومحاطة بطييتين محدبتين من الشمال والجنوب . ومحور الطية ممتدة من الشرق الى الغرب موازيا مع خط امتداد سلسلة جبال طوروس الالتوائية التي شكلت اثناء الحركة الالبية التي حدثت اثناء الزمن الجيولوجي (المايوسين - البلايوسين)⁽¹⁾ وقد ترتب على ذلك احتواء منطقة الدراسة على تراكيب جيولوجية بسيطة وغير معقدة ، وبهذا فان منطقة الدراسة تقع ضمن الكتلة العرضية المعروفة بـ (سنجار - عبدالعزيز) وإن صدع (دهوك - كوجاك) يمر الى جنوبها⁽²⁾ .

(1) محمد حامد الطائي ، تحديد اقسام سطح العراق ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد الخامس ، بغداد ، 1969م ، ص 31 .

(2) Saad Z.Jassim and Jeremy C. Goff , (2006) , Geology of Iraq , Dolin , Published by Dolin, Prague and Moravian Museum, Bmo, p 45 – 49 .

الخريطة (3) : تكتونية لمنطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على :

REPUBLIC OF IRAQ , MINISTRY OF INDUSTRY AND MINIRALS , STATE ESTABLISHMENT OF GEOLOGY SURVEY AND MINING , TACTONIC MAP OF IRAQ , Scale (1:1 000 000) , Compiled by : Jassim A.M. AL-Kadhimi and Others , 1996 .

- برنامج ArcMap v10.8.1 .

الجدول (2) : المساحات و النسب المئوية للانطقة التكتونية في منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	التقسيمات التكتونية
59.11	36.63	نطاق الطيات الواطئة / حزام بظمة - الموصل
40.89	25.35	نطاق الطيات العالية / حزام السليمانية - زاخو
100	61.98	المجموع

المصدر : اعتماداً على الخريطة (2) وبرنامج ArcMap v10.8.1 .

3.1 : خصائص الارتفاع :

تتميز مدينة دهوك عن غيرها من المناطق في أنها غير متجانسة في خصائصها الطبيعية بالرغم من صغر مساحتها حيث أنها تحتوي على واديين رئيسان (هشكرو وكرماقا) وبعض التلال العالية مثل تل (مالطا) فضلاً عن احاطتها بالمرتفعات الجبلية من الشمال والجنوب (مرتفعات زاوا ومرتفعات الأبيض) ، ومن تتبع الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة وكما موضح في الخريطة (4) ؛ إذ نجد أن المنطقة تبدأ بالارتفاع باتجاه الشمال وكذلك باتجاه الجنوب ، بينما يمكن ملاحظة أن الانخفاض يبدأ من الشرق ويتجه باتجاه الغرب ، إذ يلاحظ أن خطوط الكنتور تكون متباعدة في منتصف المدينة حيث أنها تكون متقاربة في أطراف منطقة الدراسة ، إذ يصل أقصى ارتفاع لها (ضمن حدود الدراسة) الى (919 متراً) عند خط كنتور (70) الذي يمتد من الشمال الى الجنوب في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة ، بينما أقل ارتفاع لها يكون عند خط كنتور (45) في أقصى الجزء الجنوب الغربي بارتفاع (449 متراً) عن مستوى سطح البحر. وهذا بدوره يؤثر على الإستجابة الهيدرولوجية ، إذ يؤدي الى تحرك المياه باتجاه عام نحو وسط المدينة من الجانب الشمالي والجنوبي والشرقي باتجاه الوديين الرئيسين فيها ما يزيد كمية المياه في المنطقة بالتالي تصبح عرضة أكبر لحدوث السيول التي من الممكن أن تتحول الى فيضانات تغمر أغلب المناطق المحصورة في وسط المدينة .

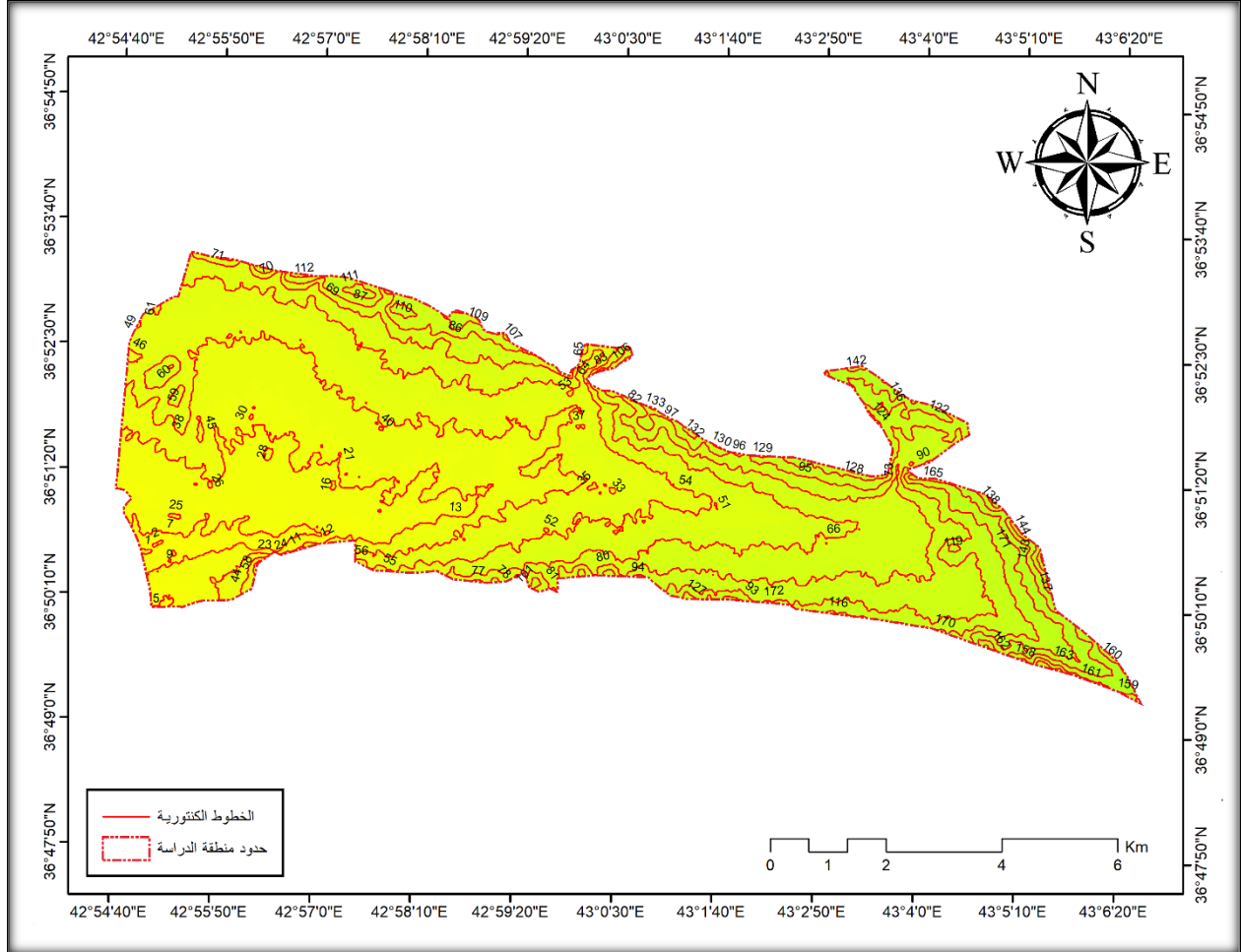
ولغرض توضيح صورة السطح التضاريسية لمدينة دهوك وبيان أقسامه ، استعان الباحث بنموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) الخاص بمدينة دهوك بدقة 30 متر ، والذي تم الحصول عليه من موقع USGS هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي وباستخدام برنامج ArcMap 10.8.1 ، وتم تقسم السطح التضاريسي لمدينة دهوك الى خمسة وحدات تضاريسية حسب ارتفاعها وبما ينسجم مع طبيعة الدراسة ، الخريطة (5) ، وهي كالآتي :

1.3.1 وحدة السهول التجميعية :

يتراوح ارتفاع هذه الوحدات ما بين (449 - 543) متر عن مستوى سطح البحر ، وتعد هذه الوحدات هي أول نواة نشأت فيها مدينة دهوك في موضعها الحالي ، تشغل أراضي هذه الوحدة (14.84) كم² ما نسبته (23.95)% من منطقة الدراسة ، الجدول (3) ، الشكل (2) وتكونت هذه السهول نتيجة مجموعة من العمليات الأرضية المختلفة كالتجوية والتعرية والارساب ، وتتكون المنطقة من الترب البنية لهذا تم استغلالها لأغراض الزراعة الدائمة والرعي ، وفيما بعد تطورت المدينة ، وتوسعت فاصبحت غالبية

هذه السهول تستغل لأغراض الاستعمال الحضري مثل السكن والتجارة والصناعة والخدمات الترفيهية وغيرها من استخدامات الأرض ذات الطابع البشري .

الخريطة (4) : الخريطة الكنتورية في منطقة الدراسة



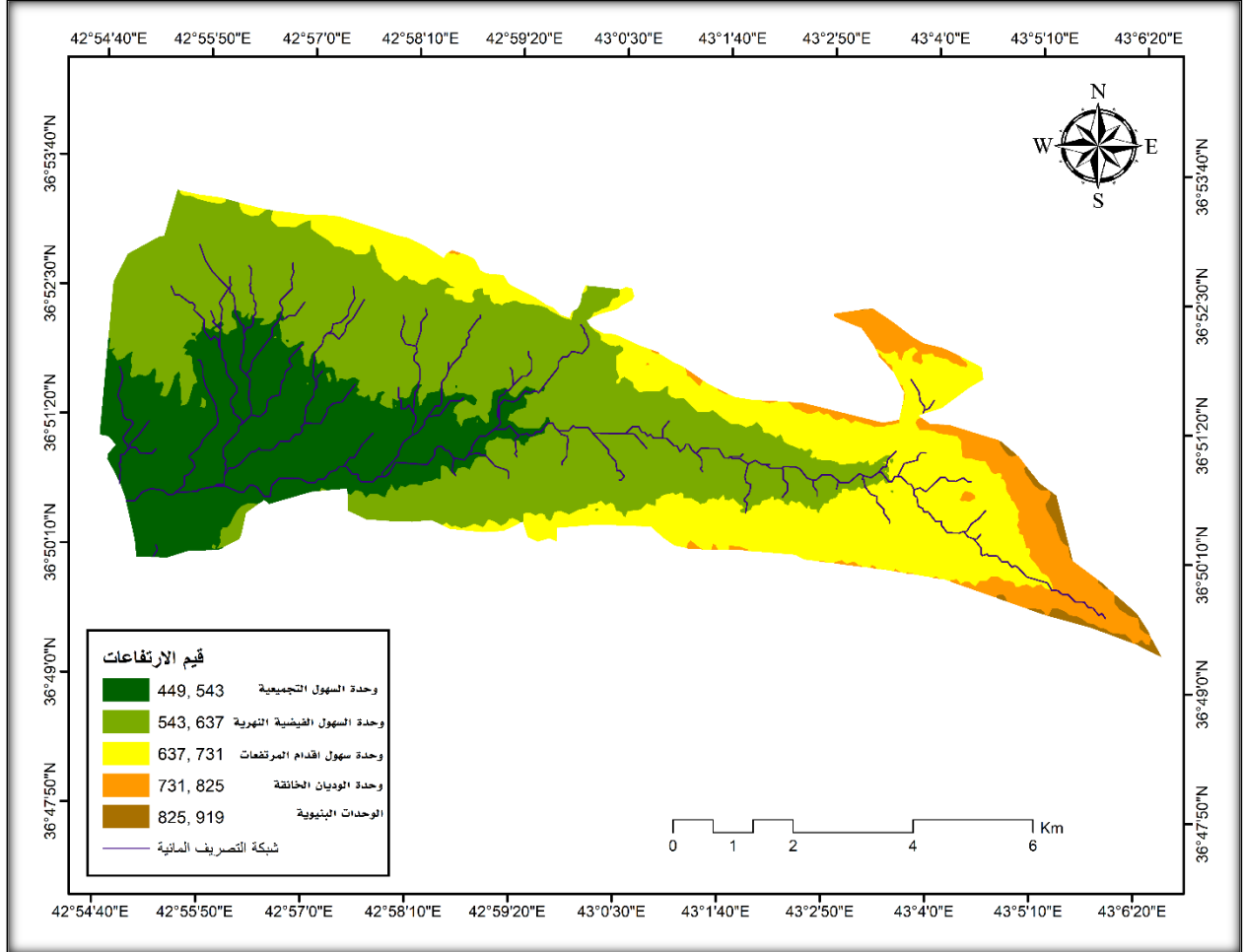
المصدر : اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج ArcMap v10.8.1 .

2.3.1 : وحدة السهول الفيضية النهرية :

تنتشر هذه الوحدات في المناطق الوسطى من مدينة دهوك ، تتراوح ارتفاعاتها بين (543 – 637) متراً عن مستوى سطح البحر . وتتواجد بشكل رئيس على ضفاف الأودية الرئيسة التي توجد في منطقة الدراسة متمثلة بـ(وادي گرمافا ووادي هسكرو) وقد تكونت هذه السهول نتيجة عمليات جيومورفولوجية متمثلة بالنحت والارساب النهري خصوصاً عند بعض المنعطفات حيث تقل سرعة المياه ما يزيد من عمليات الارساب فتشكلت نتيجتها سهول فيضية نهريّة ومع الوقت تحولت معظم تلك السهول الى أراضي زراعية استغلّت بحكم قربها من مصادر المياه . تقدر مساحة هذه الوحدة (27.25) كم² ما نسبته (43.97)%

من منطقة الدراسة ، الجدول (3) ، وهي بهذا تمثل الجزء الأكبر من الوحدات الجيومورفولوجية التي تشغل منطقة الدراسة .

الخريطة (5) : تقسيم الوحدات الأرضية وحسب الارتفاع في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج ArcMap v10.8.1

3.3.1 : وحدة سهول اقدام المرتفعات :

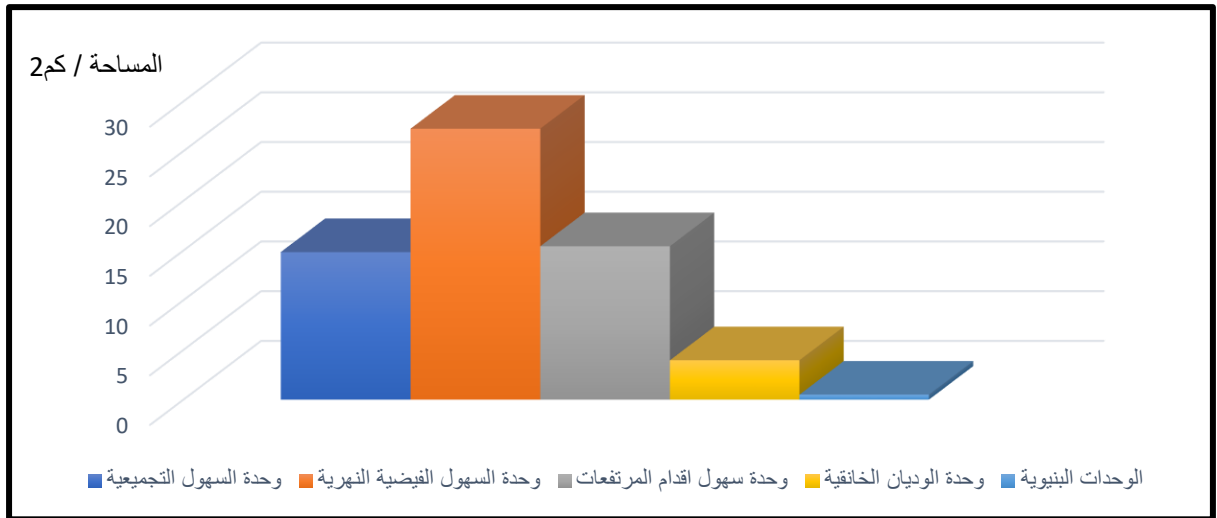
تنتشر هذه السهول في اقدام المرتفعات لكل من مرتفع زاوا ومرتفع الأبيض على طول امتدادهما الى أن تلتقي هذه السهول في الجهات الشرقية من منطقة الدراسة . ويصل ارتفاع هذه السهول ما بين (731 – 637) متراً عن مستوى سطح البحر . تكونت هذه السهول نتيجة ارتباط سلسلة من المراوح الفيضية مع بعض مشكلة جميعها هذه الوحدات ، وتبلغ المساحة التي تشغلها هذه السهول (15.43) كم² ما نسبته (24.89) % من منطقة الدراسة ، الجدول (3) .

الجدول (3) : الوحدات التضاريسية المنتشرة في منطقة الدراسة

الوحدات التضاريسية	درجة الارتفاع/متر	المساحة / كم ²	النسبة المئوية %
وحدة السهول التجميعية	543 – 449	14.84	23.95
وحدة السهول الفيضية النهرية	637 – 543.1	27.25	43.97
وحدة سهول اقدام المرتفعات	731 – 637.1	15.43	24.89
وحدة الوديان الخانقية	825 – 731.1	3.96	6.39
الوحدات البنيوية	919 – 825.1	0.50	0.80
المجموع		61.98	100

المصدر : اعتماداً على الخريطة (5) وبرنامج ArcMap v10.8.1 .

الشكل (2) : مساحات الوحدات التضاريسية في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على الجدول (3)

4.3.1 : وحدة الوديان الخانقية :

تتراوح ارتفاعات هذه الوحدات من (732 – 825) متراً . وتنتشر هذه الوحدات في منحدرات الجبال الأحادية الميل بأشكال مختلفة حسب ميل الطبقات التي تتكون منها المنطقة ومدى صلابتها ، تتكون نتيجة هذه السلاسل مجموعة من الوديان الخانقية ذات جوانب شديدة الانحدار لتلتقي بعدها بالمناطق السهلية ، يطلق سكان المنطقة على هذه الوديان الخانقية اسم (كلي) في مدينة دهوك ، ومن هذه الخواثق

هي (كلي دھوك وكلي بیسری) ضمن منطقة الدراسة ، وتشغل هذه الوحدات مساحات قليلة من منطقة الدراسة تصل الى (3.96) كم2 ما نسبته (6.39) % من منطقة الدراسة ، الجدول (3) ، الشكل (2).

5.3.1 : الوحدات البنیویة :

وهي الوحدات التي تنتشر في المناطق المرتفعة من منطقة الدراسة ، وتشغل مساحة محدودة تصل الى (0.50) كم2 ما نسبته (0.80) % ، الجدول (3) ، وتتراوح ارتفاعات هذه المناطق بين (826 - 919) متراً فوق مستوى سطح البحر ، وتشمل الهضاب والهضيبات والشواهد الصخرية ويمكن ملاحظتها في الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة في قمم كل من مرتفعات الأبيض الذي يقع شمال منطقة الدراسة وهي سلسلة جبلية بطول (28) كم وباتجاه عام من الغرب نحو الجنوب الشرقي ، يصل أعلى إرتفاع له الى (1280) متر فوق مستوى سطح البحر ، فضلاً عن مرتفعات زاوا والذي يصل ارتفاعه بين (750- 900) متر وتصل أعلى قمة فيه الى (1020) متراً فوق مستوى سطح البحر ، وهو ذو اتجاه عام شرق - غرب بطول يصل الى (19) كم تقريباً ؛ إذ تجري على سفح هذا الجبل مسيلات مائية كثيرة ذات تأثير كبير من حيث سرعة الجريان اعتماداً على درجة الانحدار فيه ، وتتحد من سفحه الشمالي منابع وادي هشكرو لينتهي بالنقاء بوادي كرمافا قرب منطقة شندوخا ⁽¹⁾ . وتمثل هذه الوحدات خطوط تقسيم المياه للادوية الجارية في المنطقة . فضلاً عن الوحدات أعلاه نجد أن منطقة الدراسة تحتوي على بعض المكاشف المهمة والتي تؤثر بشكل أو بآخر بالعمليات الهيدرولوجية ، منها التلال التي تنتشر في المنطقة أشهرها تل مالطا الذي يصل ارتفاعه الى (512) متراً فوق مستوى سطح البحر ⁽²⁾ . فضلاً عن تل شاخكي الذي يوجد في مقدمات مرتفعات الأبيض ويصل ارتفاعه الى (688) متراً . وهناك تل (كه زبه را) الذي يوجد عند منطقة كلي دھوك الوسط الشمالي لمنطقة الدراسة بارتفاع يصل الى (720) متراً ، ومجموعة من التلال الأخرى بارتفاعات متنوعة منها تل (سي كركا) بارتفاع (695) متراً الذي يوجد في مقدمة مرتفعات زاوه في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة ، وكذلك تل (ثيتيت) بارتفاع (713) متراً ويمتد في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة.

(1) شمال أحمد امين ، مصدر سابق ، ص 35 .

(2) زينب إبراهيم حسين ، الانهيارات الأرضية ومخاطرها في حوض دھوك ، مجلة الاداب ، قسم الجغرافية - كلية التربية - الجامعة المستنصرية ، العدد 133 ، 2020 ، ص 414 .

4.1 : درجات الانحدار في منطقة الدراسة :

يعرف الانحدار بأنه الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقي وخط ميل الانحدار ، وهو جزء من سطح الأرض ينحدر في اتجاه ما عن المستوى الأفقي لسطح الأرض بدرجة معينة على أن لا تزيد عن (90) درجة⁽¹⁾ . فالمنحدر هو موقع معين على سطح الأرض تحدث عليه عمليات هيدرولوجية كثيرة منها حركة المياه على سطح الأرض ؛ إذ تتوقف سرعة الحركة على عدة أمور منها درجة ميل الانحدار وطول المنحدر ، وكمية التساقط .

للانحدار دور مهم في الدراسات الهيدرولوجية وذلك لأنه يتحكم في حركة المياه الأفقية السطحية ، كما أن له دور في حركة المياه داخل التربة عن طريق الترشيح والتسرب ، كما أنها تلعب دوراً مميزاً في زيادة سرعة الجريان السطحي للمياه فكلما كانت درجة الانحدار أكبر كلما زادت سرعة جريان المياه على سطح ذلك الموقع وتقل في الأراضي ذات الدرجات الانحدارية القليلة أو الأراضي المستوية ، كما يقل الترشيح و التسرب .

وللتعرف على الدرجات الانحدارية في منطقة الدراسة تم انشاء خريطة إنحدارية من نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة (12.5 متر) وباستخدام برنامج ArcMap v10.8.1 الخريطة (6)، والذي يمكن معرفة طبيعة الخصائص التضاريسية من خلالها اعتماداً على تصنيف (Zingg A.W) وهو تصنيف هرمي متسلسل من الأصغر إلى الأكبر، ومقسمة إلى خمس فئات مع الزيادة في التعميم عند المستويات العالية ، إذ يتم تحديد الظواهر الجغرافية ضمن درجات الانحدار حسب فئات التصنيف المذكور⁽²⁾ . و تم تصنيف المنحدرات في منطقة الدراسة إلى الأصناف التالية :

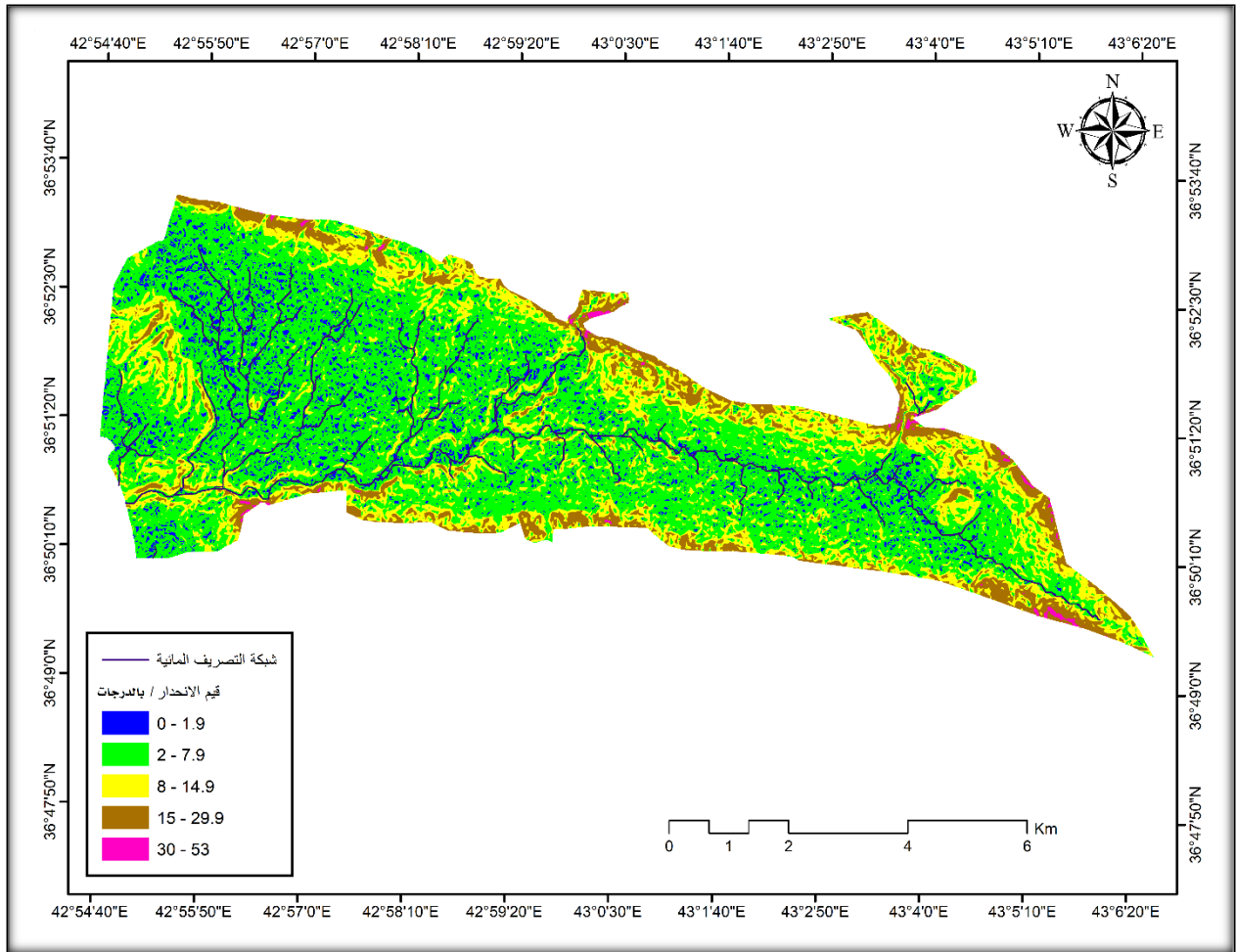
(1) محمد صبحي عبدالحكيم ، ماهر عبدالحמיד الليثي ، علم الخرائط ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، 2005 ، ص237 .

(2) Stan Morain. Ed. GIS Solution in natural resources management tenewable natural resources foundation and national Academy of sciences national research council. Washington. 1999. p. 87.

1.4.1 : الصنف الأول (0 - 1.9) درجة :

وتدعى بفئة الأراضي المسطحة أو المستوية ، وتشغل مساحة نحو (5.13) كم² من منطقة الدراسة ما نسبته (8.27) % من منطقة الدراسة ، الجدول (4) ، الشكل (3) ، وتتمثل هذه المناطق بالوديان والسهول التي توجد في منطقة الدراسة ، ونظرا لقلّة انحدارها فإن إستجابة هذا النوع من السطوح هيدرولوجيا تميل الى ترشيح المياه عدا تلك التي تدخل فيه الانسان كما تعتبر مناطق استقبال للمياه التي تأتي من المناطق المرتفعة ، ومن التساقط المطري ، وتنتشر هذه الفئة عموما في وسط منطقة الدراسة ، الخريطة (6)، وتنتشر بشكل متناثر فيها وتتجمع بشكل أكبر في الأجزاء الغربية من مدينة دهوك .

الخريطة (6) : فئات الدرجات الانحدارية لسطح مدينة دهوك حسب تصنيف (Zingg A.W)



المصدر : اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM و برنامج ArcMap v10.8.1 .

الجدول (4) : فئات الدرجات الانحدارية لسطح مدينة دهوك حسب تصنيف (Zingg A.W)

شكل السطح	درجة الانحدار	التصنيف	المساحة / كم ²	النسبة المئوية %
مسطح	0 - 1.9	واديان - سهول	5.13	8.27
متموج خفيف	2 - 7.9	سهول تحتاتية (سطوح اقدام الجبال)	37.73	60.87
متموج	8 - 14.9	تلال منخفضة	13.26	21.39
ارض منحدر	15 - 29.9	تلال مرتفعة	5.51	8.90
ارض شديدة الانحدار	30 - 53	جبال	0.35	0.57
المجموع			61.98	100

المصدر : اعتمادا على الخريطة (6) برنامج ArcMap v10.8.1 .

2.4.1 : الصنف الثاني (2 - 7.9) درجة :

تتمثل هذه المنطقة في الأراضي التي تكون متموجة بشكل خفيف اغلبها من السهول التحتاتية (سطوح اقدام المرتفعات) ، وتعتبر هذه الفئة هي الصنف الأكثر انتشارا في منطقة الدراسة ، إذ تشغل مساحة تصل الى (37.73) كم² ما نسبته (60.87)% من منطقة الدراسة ، وهيدرولوجيا فان سطوح هذا الصنف تمثل نقطة بداية تشكل الجريانات المائية وانحدارها حسب جيومورفولوجية الأرض ، ويسود هذا النوع من الانحدارات في غالبية منطقة الدراسة تقريبا .

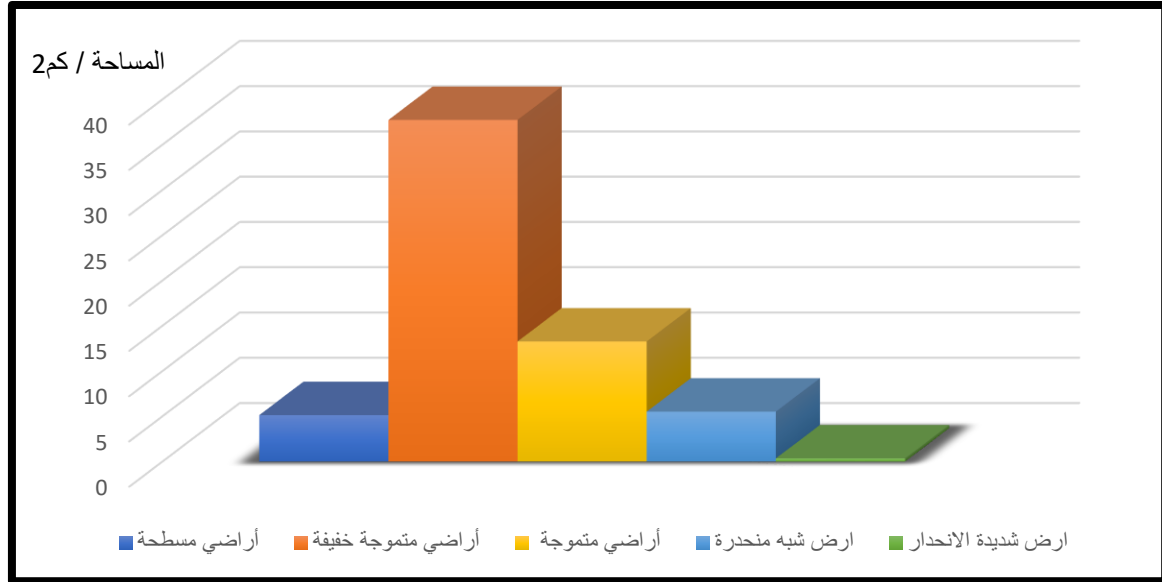
3.4.1 : الصنف الثالث (8 - 14.9) درجة :

وهي المناطق المتموجة التي تمثل التلال المنخفضة ، وتتواجد هذه الفئة في المناطق المتأخمة لاقدام المرتفعات ، الخريطة (4) ، كما تتواجد في المناطق القريبة من وادي نهر دهوك ، وتعتبر أراضي هذا الصنف هي المسؤولة عن عمليات التعرية والحت أكثر من عمليات الترسيب ومن ثم تسهم بشكل كبير في تقطيع وحفر المسيلات المائية بحكم درجة انحدارها ⁽¹⁾. وتشغل مساحة (13.26) كم² ما نسبته

(1) شمال أحمد امين ، مصدر سابق ، ص 45 .

(21.39%) من منطقة الدراسة ، الجدول (4) والشكل (3) . وهي تأتي في المرتبة الثانية من المستويات الانحدارية في منطقة الدراسة .

الشكل (3) : اصناف الانحدارات ومساحاتها في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على الجدول (3) .

4.4.1 : الصنف الرابع (15 – 29.9) درجة :

وهي الأراضي المنحدرة وتسمى أيضاً بالأراضي المتقطعة ، وتمثل التلال العالية المتواجدة في مناطق اقدام المرتفعات وكذلك في أجزاء قليلة من السفوح الجبلية ، وضاف وادي نهر دھوك ، ويشغل هذا الصنف مساحة تقدر بـ (5.51) كم² ما نسبته (8.90%) من مساحة منطقة الدراسة . وتميل إستجابة هذا الصنف من الانحدارات الى تحقيق جريانات مائية سطحية بشكل كبير .

5.4.1 : الصنف الخامس (أكثر من 30) درجة :

ويشغل هذا الصنف مساحة (0.35) كم² ما نسبته (0.57%) من منطقة الدراسة ، الجدول (4) ، الشكل (3) وهي بهذا تمثل اقل الأصناف الانحدارية انتشاراً ، حيث تتواجد بشكل ضئيل جداً في سفوح الجهات الشمالية والشرقية من منطقة الدراسة ، الخريطة (6) . وتتمثل في الأراضي الشديدة الانحدار ، وتسبب هذه السطوح إستجابة سريعة للجريان المائي اثناء العواصف المطرية وتغذية شبكات التصريف المائي في المنطقة .

وبذلك فان أكثر من (80%) من منطقة الدراسة هي ضمن الصنف الثاني والثالث ، مما يعني أن غالبية مساحة منطقة الدراسة تعتبر مناطق استقبال للمياه ، ما يؤدي الى حدوث الكثير من السيول

خصوصاً في موسم المطر ، خصوصاً وأن الإنسان قد هياً للمياه مجاري خاصة لها للاستفادة من تلك المياه سواء في إرواء الأراضي الزراعية أو في التقليل من عمليات الفيضان التي تحدث في الشتاء .

5.1 : اتجاه الانحدار في منطقة الدراسة :

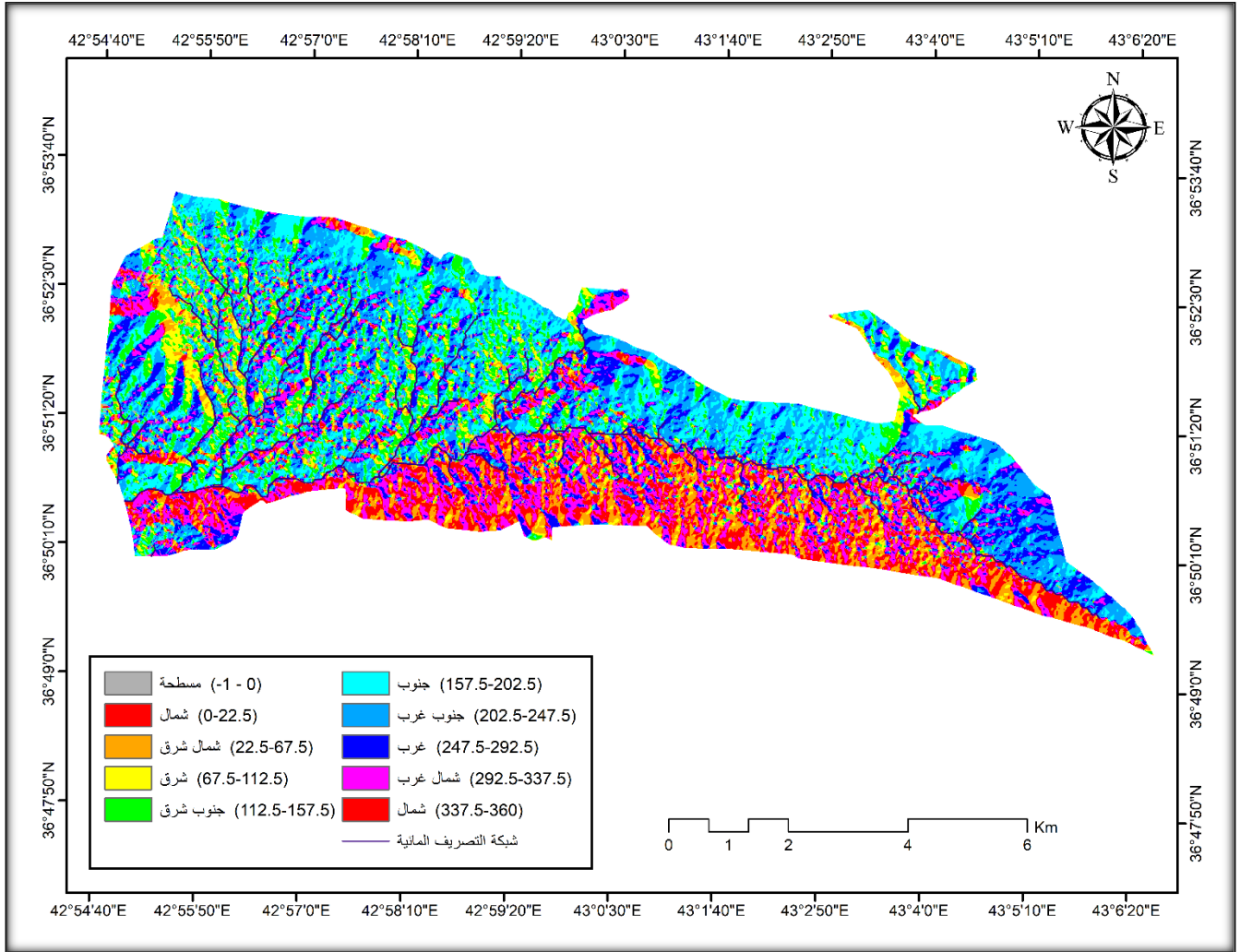
يشير مصطلح اتجاه الانحدار الى وجهة المنطقة المرتفعة ، وعادة ما يقاس المظهر باتجاه عقرب الساعة بالدرجات بدأ من الشمال بالدرجة صفر ثم ينتهي مرة أخرى باتجاه الشمال ليكمل دوره كاملة (360) درجة⁽¹⁾. ولمعرفة اتجاه الانحدار أهمية كبيرة في كثير من الدراسات بصورة عامة ، وفي الدراسات الهيدرولوجية بصورة خاصة ؛ إذ يؤثر اتجاه الانحدار في كثير من الخصائص الطبيعية منها زاوية سقوط الشمس ، وكمية الغطاء النباتي ، ودرجات الحرارة ، وكمية الرطوبة داخل التربة ، فضلاً عن كمية التساقط المطري ؛ إذ تحصل المنحدرات المواجهة لجهة هبوب الرياح على كميات أكبر من الهطول مقارنة مع المنحدرات ذات الاتجاه المعاكس الذي يمثل مناطق ظل المطر ، وهذا يؤدي الى تباين في كميات الغطاء النباتي من حيث الكثافة ، وتمثل هذه المتغيرات العوامل الأساسية في تهيئة بيئة ملائمة للعمليات الهيدرولوجية من حيث زيادة شدة الجريان السطحي أو قلته ، وبالتالي تباين ظروف الإستجابة الهيدرولوجية من قبل الأسطح .

تم انتاج خارطة اتجاه المنحدرات بواسطة برنامج Arc Map الإصدار 10.8.1 ، و باستخدام أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools وصولاً الى الأمر Surface (اختبار السطوح) والخاص بتحليل السطوح ثم اختيار الأداة (Aspect) والتي تمثل اتجاه الانحدار ، بعد أن قمنا بإدخال نموذج ارتفاع رقمي DEM بدقة (30 متراً) ، اعتماداً على الاتجاهات الرئيسية الأربعة الشمال والجنوب والغرب والشرق فضلاً عن الاتجاهات الثانوية .

ومن الخارطة (7) واعتماداً على الجدول (5) ، نستنتج مساحة كل اتجاه بالكيلومتر المربع والنسبة المئوية لكل منها ، فقد قسمت المنطقة الى عشرة أقسام حسب مواجهة الانحدار بدءاً من الأراضي المسطحة التي يكون الانحدار فيها معدوماً باتجاه الشمال (360) درجة . وتبعاً لذلك نجد أن منطقة الدراسة تسودها الاتجاهات الآتية :

(1) شمال أحمد امين ، مصدر سابق ، ص46

الخريطة (7) : اتجاه الانحدارات في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج ArcMap v10.8.1 .

- سيادة الاتجاه الشمالي على أكبر مساحة من منطقة الدراسة ؛ إذ بلغت المساحة التي يشغلها هذا الاتجاه (10.67) كم² ما نسبته (17.21)% من مساحة منطقة الدراسة ، وتقع هذه المنحدرات في مواجهة الرياح الشمالية والشمالية الغربية في فصل الشتاء والمحملة بالرطوبة مما تسبب تساقطاً مطرياً ، وبالتالي احتمالية حصول جريان سطحي للمياه اكبر قياساً بالاتجاهات الأخرى .
- تشغل المنحدرات ذات الاتجاه الجنوبي مساحة تصل الى (10.22) كم² ما نسبته (16.49)% ، الجدول (5)، وهي منحدرات تقع في مناطق ظل المطر ، حيث تقل فرص تساقط المطر ، وتكون عرضة للتباين في درجات الحرارة والرطوبة أكثر بكثير من الاتجاهات الأخرى ، مما ينعكس على تباين ظروف الاستجابة الهيدرولوجية .

- تفوق سيادة الاتجاه الغربي على الاتجاه الشرقي من حيث المساحة التي يشغلها كل منهما إذ أن الاتجاه الغربي يشغل مساحة (6.05) كم² ، بينما الاتجاه الشرقي يشغل مساحة تصل الى (5.33) كم² ، ويشكل الاثنان معا ما نسبته (18.36)% من منطقة الدراسة .
- أما الاتجاهات الثانوية فهي تشغل مساحات أقل ؛ إذ أن الاتجاه الجنوب الشرقي يشغل مساحة (8.46) كم² ، أما اتجاه الجنوب الغربي تصل المساحة التي يشغلها الى (8.08) كم² مكونين معا ما نسبته (26.67)% من منطقة الدراسة . بينما الاتجاه الشمالي الشرقي يشكل مساحة تصل الى (2.76) كم² والاتجاه الشمالي الغربي يغطي مساحة (5.39) كم² من منطقة الدراسة ، وكلاهما معا يشكلان ما نسبته (13.14)% من منطقة الدراسة .
- تشكل الأراضي المستوية مساحة قدرها (5.04) كم² ما نسبته (8.12)% وهي نسبة قليلة دلالة على تمييز أراضي منطقة الدراسة بدرجات انحدارية متعددة وباتجاهات مختلفة .

الجدول (5) : اتجاهات الانحدار ومساحاتها في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة / كم ²	زاوية اتجاه الانحدار بالدرجات		صنف الاتجاه
		الى	من	
8.12	5.04	0	0	اراضي مسطحة
5.44	3.37	22.5	0	الشمال
4.45	2.76	67.5	22.5	الشمال الشرقي
8.60	5.33	112.5	67.5	الشرق
13.64	8.46	157.5	112.5	الجنوب الشرقي
16.49	10.22	202.5	157.5	الجنوب
13.03	8.08	247.5	202.5	الجنوب الغربي
9.76	6.05	292.5	247.5	الغرب
8.69	5.39	337.5	292.5	الشمال الغربي
11.77	7.30	360	337.5	الشمال
100	61.98	المجموع		

المصدر : اعتمادا على الخريطة (7) بواسطة برنامج ArcMap v10.8.1

وهيدرولوجيا يستدل من كل ذلك ان المياه اثناء التساقط المطري تتحرك بعد وصولها الى سطح الأرض وبعد تشبع التربة في اتجاهات مختلفة وحسب الانحدار مما يعطي فرص لتشكل الجريانات وتزداد اكثر في حالات العواصف المطرية.

6.1 : مناخ منطقة الدراسة :

يعد المناخ بكافة عناصره واحد من أهم العوامل الطبيعية التي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر في نوعية وكمية المياه في أي منطقة على سطح الأرض ؛ إذ أن له دور كبير في التأثير على عناصر الدورة الهيدرولوجية وسلوكها فضلاً عن مساهمتها في نشاط العمل الهيدرولوجي لأحواض الوديان المائية ؛ إذ أن الممول الرئيس للجريان المائي على السطح هو التساقط المطري بأنواعه المختلفة ، فضلاً عن درجات الحرارة والتي تمتلك تأثيراً واضحاً على فاعلية الأمطار ، وعمليات التبخر ، والنتح الممكن .

واعتمدت في هذه الدراسة على البيانات المناخية الصادرة من محطة دهوك الواقعة في وسط المدينة ، وتحديدًا على دائرة عرض ($36^{\circ} 51' 10''$) وخط طول ($43^{\circ} 00' 25''$) ، وتعتبر هذه المحطة من المحطات القديمة الموجودة في منطقة الدراسة ؛ إذ تم تأسيسها في عام 1974 ، وتقع على ارتفاع يصل الى (562 متر) فوق مستوى سطح البحر .

1.6.1 : درجات الحرارة :

تعد الحرارة أحد أهم العناصر المناخية لما لها من ارتباط قوي مع العناصر الأخرى بصورة مباشرة أو غير مباشرة ، كما أن الحرارة تتحكم في توزيع المياه على سطح الأرض⁽¹⁾ لذا وجب علينا الأخذ بنظر الاعتبار دور عامل الحرارة في الدراسات الهيدرولوجية ؛ إذ ان ارتفاع درجات الحرارة يساعد على زيادة نسبة التبخر والتي تؤثر سلباً على عمليات الجريان السطحي للمياه ، و على العكس من ذلك فان انخفاض درجات الحرارة سوف تقلل من نسب التبخر وزيادة كميات المياه الجارية على السطح .

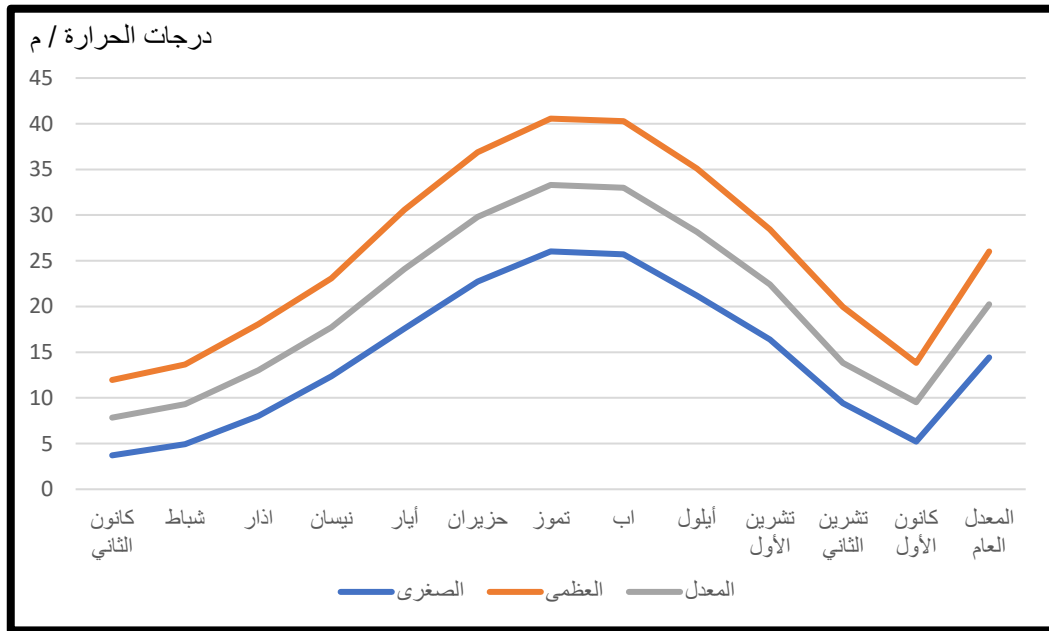
(1) صباح محمود الراوي ، عدنان هزاع البياتي ، أسس علم المناخ ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة الموصل ، دار الحكمة للطباعة والنشر - الموصل ، 1990 ، ص 41 .

الجدول (6) : المعدل السنوي لدرجات الحرارة للسنوات (1990 – 2020)

الدرجة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
الصغرى	3.71	4.92	8.02	12.37	17.59	22.72	26.03	25.72	21.20	16.38	9.43	5.23	14.44
العظمى	11.96	13.67	18.06	23.07	30.59	36.89	40.56	40.28	35.10	28.43	19.96	13.84	26.03
المعدل	7.84	9.30	13.04	17.72	24.09	29.81	33.30	33.00	28.15	22.41	13.84	9.53	20.24

المصدر : اعتماداً على حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل و المواصلات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة (2020) .

الشكل (4) : المعدل السنوي لدرجات الحرارة للسنوات (1990 – 2020)



المصدر : اعتماداً على الجدول (6)

ومن ملاحظة الجدول (6) ، الشكل (4) نجد أن درجات الحرارة تختلف بين اشهر الصيف واشهر الشتاء ، ويرجع هذا التفاوت في درجات الحرارة الى حركة الشمس الظاهرية بين مداري الجدي والسرطان تبعا لدوران الأرض حول الشمس. كما نجد أن درجات الحرارة الصغرى تكون في أوج ذروتها في شهر كانون الثاني لتصل الى (3.71) درجة مئوية ، وترتفع في أشهر الصيف لتصل الى (26.03) درجة مئوية ، وقد بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى للفترة المدروسة (14.44) درجة مئوية . أما عن درجات الحرارة العظمى فنجد أنها متفاوتة وبمعدلات كبيرة ؛ إذ نجد أنها تزداد بالارتفاع في شهر تموز لتصل الى

(40.56) درجة مئوية وتقل الى أقل درجة لها في شهر كانون الثاني بمعدل (11.96) درجة مئوية ؛ في حين ان المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى فقد كان (26.03) درجة مئوية ، وبصورة عامة نجد من الجدول (6) أن المعدل السنوي للسنوات (1990-2020) بلغت (20.24) درجة مئوية لمحطة دھوك الشكل (4) .

2.6.1 : التساقط :

أن العلاقة بين كل من التساقط بأنواعه المختلفة ولاسيما المطر ، والمكان الذي تسري فيه المياه على سطح الأرض بعد تشبعها مكونا وديان ومجاري مائية هو الأساس الذي تعتمد عليه هيدرولوجية المياه السطحية (1) . وتتباين كمية التساقط من مكان لآخر في منطقة الدراسة ومن سنة لآخرى . وتعتبر مياه الأمطار واحدة من أهم المدخلات الطبيعية للأحواض النهرية ؛ إذ تجري المياه في داخل أوديته وتعرف هذه العملية بالجريان السطحي للمياه أو التصريف ، يوضح ، الجدول (7) ، الشكل (5) كميات الأمطار خلال السنوات (1990 - 2020) في منطقة الدراسة ، وتوجد في منطقة الدراسة جميع مظاهر التساقط (المطر والثلج والبرد) الا أن العامل الأكثر فاعلية من الجانب الهيدرولوجي يتمثل في التساقط المطري والأكثر تسببا لحالات الجريان السطحي وتشكيل الظروف الهيدرولوجية لمختلف البيئات الحضرية وغير الحضرية .

ومن ، الجدول (7) ، الشكل (5) نجد أن معدلات تساقط الأمطار وكميات سقوطها تختلف من وقت لآخر ، فعلى مستوى الأشهر نجد أن شهر كانون الثاني قد سجل أعلى معدل للتساقط المطري وصل الى (111.43) ملم بينما أقل معدل للتساقط المطري سجل في شهر تموز بمعدل (0.06) ملم للسنوات (1990-2020) الشكل (6) . وعلى الرغم من أن مجموع معدل كميات التساقط المطري خلال السنوات (1990 - 2020) هو (576.75) ملم الا أنه يزداد في بعض السنوات ليصل الى مجموع أكبر بكثير من المجموع المذكور ؛ إذ وصل مجموع التساقط المطري في سنة 2018 الى (953) ملم وهو رقم تفوق على المعدل العام للتساقط المطري ، بينما نجد أنها تتحسب في سنوات الجفاف ؛ إذ انخفضت فيها كميات التساقط المطري الى أقل من معدل المجموع العام للسنوات (1990 - 2020) اذ بلغت (284.10) ملم في العام 1999 .(8).

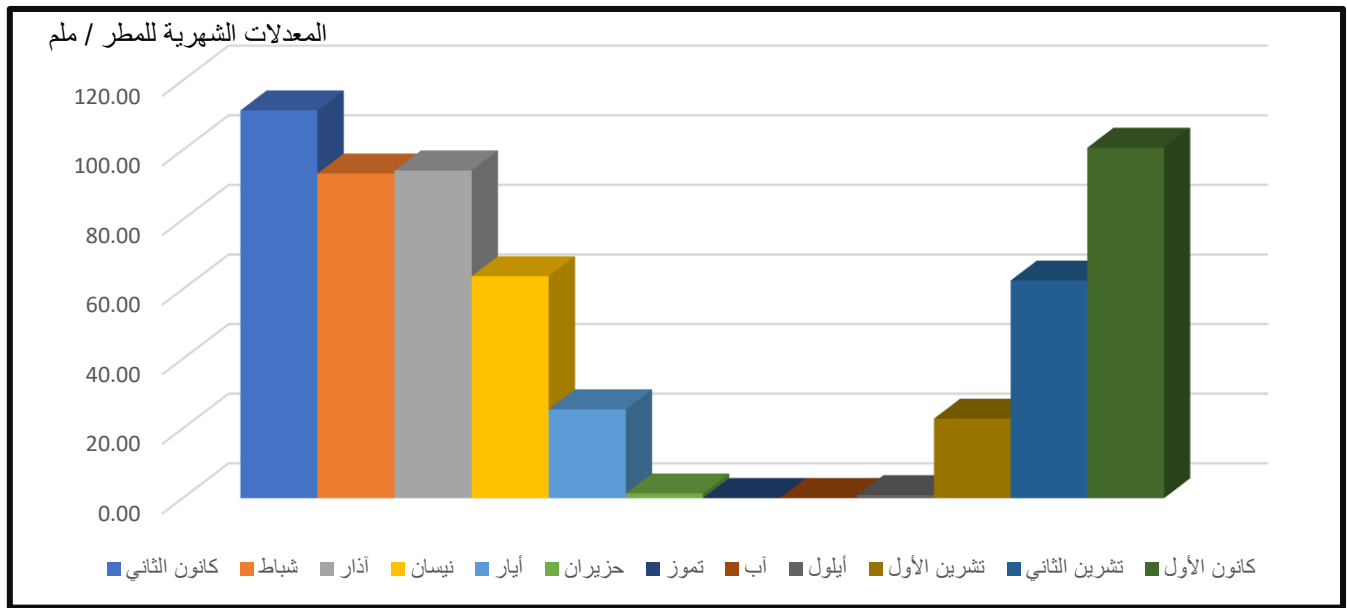
(1) محمود حسان عبدالعزيز ، اساسيات الهيدرولوجيا ، مطبعة جامعة الملك سعود بن عبدالعزيز ، الرياض ، الطبعة الأولى ، 1982 ، ص 52 .

الجدول (7) : المجموع السنوي لمعدلات المطر للسنوات (1990 – 2020) / ملم

قيمة المطر	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	ج.
المعدل	0.90	22.87	62.55	100.72	111.43	93.29	94.17	63.78	25.53	1.37	0.06	0.08
أعلى قيمة	12.20	111.90	194.10	245.50	330.40	234.70	282.00	174.70	206.80	10.20	1.40	1.30
أقل قيمة	0.00	0.00	0.00	7.80	4.00	8.20	16.80	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00

المصدر : اعتماداً على حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل و المواصلات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة (2020) .

الشكل (5) : المعدلات الشهرية للمطر للسنوات (2020 – 1990)



المصدر : اعتماداً على بيانات الجدول (7)

وتتركز الأمطار بصورة عامة في منطقة الدراسة في فصلي الشتاء والربيع مع قلة تساقطها في فصل الخريف وندرته في فصل الصيف . ومن الجدول (7) يمكن ملاحظة موسمية الأمطار السائدة في منطقة الدراسة وملاحظة توافقها مع معدلات انخفاض درجات الحرارة بينما تزداد كميات الأمطار بشكل ملحوظ وبصورة سريعة بعد شهر تشرين الأول حتى شهر نيسان أما ذروة التساقط المطري فتكون في أشهر فصل الشتاء الحقيقي في منطقة الدراسة ، والمتمثلة بالأشهر (كانون الأول ، كانون الثاني ، وشباط) حيث وصل

مجموع معدل الأمطار فيها نحو (305.44) ملم ما نسبته (52.96)% من مجموع معدلات الأمطار ، بينما ينذر أو يقل معدل التساقط المطري في أشهر فصل الصيف المتمثلة بأشهر حزيران وتموز واب .

الجدول (8) : اقصى كمية مطر خلال السنوات (1990-2020) / ملم

السنة	أعلى شدة مطرية	السنة	أعلى شدة مطرية	السنة	أعلى شدة مطرية
1990	302.40	2001	37.30	2011	62.70
1991	33.00	2002	60.00	2012	42.40
1992	70.00	2003	41.00	2013	101.50
1993	150.00	2004	65.00	2014	94.00
1994	120.00	2005	64.00	2015	44.10
1995	41.20	2006	71.60	2016	37.40
1996	47.00	2007	38.50	2017	39.30
1997	60.00	2008	38.50	2018	65.20
1998	52.00	2009	57.50	2019	75.40
1999	37.40	2010	32.70	2020	81.70
2000	67.40				

المصدر : اعتماداً على حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل و المواصلات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة (2020) .

أمّا فيما يخص الثلوج في منطقة الدراسة فإنها تتباين في كميات تساقطها من شهر لآخر ، ومن سنة لآخرى ، حيث تتراوح بين أقل من (1سم) في بعض السنوات ، ويصل الى (30 سم) في سنوات أخرى ، أمّا في الفترة المختارة للدراسة وهي (1990 – 2020) فنجد أن أعلى كميات تساقط للثلوج حصلت في عام (2020) حيث بلغت حوالي (30 سم) . أمّا عن تركيز فترة سقوط الثلوج فإنها تكون في أشهر الشتاء ولاسيما في شهري كانون الثاني ، وشباط وقليلاً ما تمتد هذه الفترة لتتضم إليها أشهر كانون الأول واذار أحياناً ، أمّا في ما يخص البرد (أحاليوب) فهناك تباين فيه هو الآخر بكميات سقوطه بين سنة وأخرى على المدينة ، إلا أن تركيز سقوطه يكون خلال فصل الربيع بصورة خاصة ، وعلى شكل زخات قوية لا تستمر لفترات زمنية طويلة ، كما انه يتساقط في بعض أيام فصل الخريف .

ويستدل من ذلك أن منطقة الدراسة تستلم كميات كبيرة من التساقطات المطرية ، والتي تتزامن فترات سقوطها مع انخفاض درجات الحرارة شتاءً ، مما يزيد من القيمة الفعلية للتساقط المطري وتسهم في تحقيق جريانات سطحية فضلاً عن التغذية للمسيلات والوديان المنتشرة في منطقة الدراسة .

3.6.1 : الرطوبة النسبية :

تعرف الرطوبة النسبية على أنها وزن بخار الماء الممكن استيعابه من قبل الهواء بشكل كلي في درجة حرارة معينة ، وتقدر بالغرام على المتر ، ويرمز لها عادة بالرمز (E) ⁽¹⁾ . من الجدول (9) و الشكل (6) نلاحظ أن المعدل السنوي للرطوبة النسبية في محطة دهوك وصل الى (47.73)% ويتباين معدل الرطوبة من شهر لآخر في نفس المنطقة ؛ إذ سجلت أعلى معدل للرطوبة في شهر كانون الثاني ؛ إذ وصلت الى (68.25)% ويرجع سبب ذلك الى الانخفاض الكبير في درجات الحرارة ، بينما سجلت أدنى معدل وصلت اليه الرطوبة النسبية في شهر تموز ؛ إذ وصلت الى (26.83)% ، ويرجع السبب في هذا التباين الى ارتفاع معدلات درجات الحرارة في هذا الشهر ، ومن الجدير بالذكر انه كلما انخفضت الرطوبة نتيجة ارتفاع درجات الحرارة في الأشهر الحارة تؤدي الى زيادة نسبة التبخر في منطقة الدراسة ما يؤدي الى التقليل من كميات المياه الموجودة في المنطقة ، وهو بدوره يقود الى انخفاض نسبة الجريان السطحي أو التقليل منه .

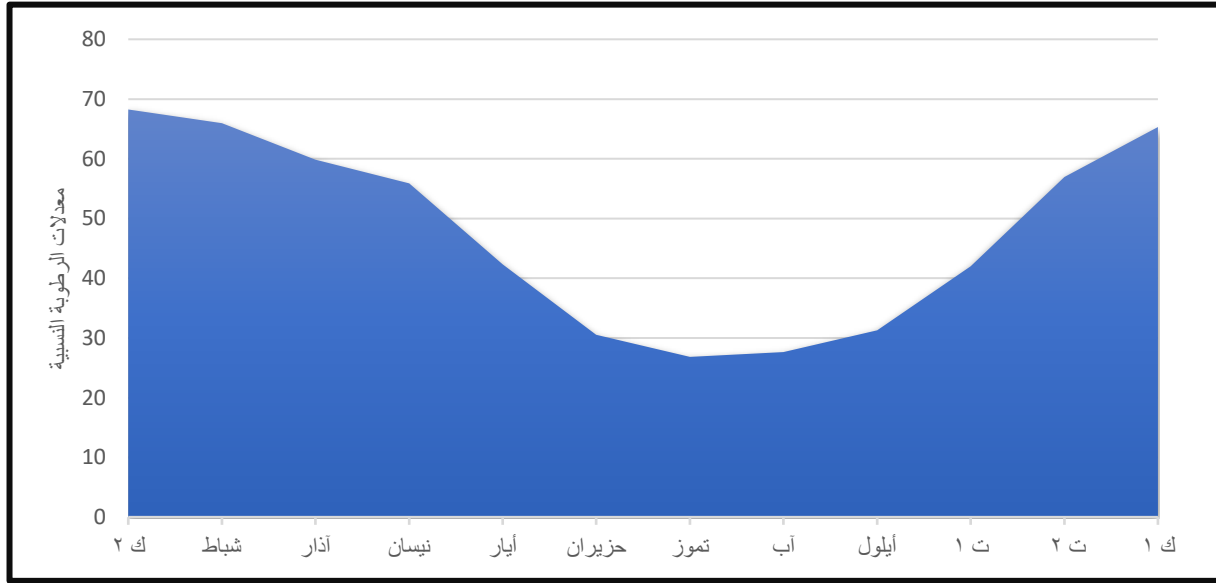
الجدول (9) : معدلات الرطوبة النسبية (%) للسنوات (1990 – 2020)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايو	حزيران	تموز	آب	أيلول	أكتوبر	نوفمبر	كانون الأول
الرطوبة النسبية	68.25	65.97	59.83	55.86	42.34	30.55	26.83	27.62	31.28	42.00	56.93	65.31

المصدر : اعتماداً على حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل و المواصلات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة (2020) .

(1) محمد الشبلاق ، محمد هشام النجار ، الهيدرولوجيا ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الهندسة المدنية ، 2011 ، ص21.

الشكل (6) : معدلات الرطوبة النسبية (%) للسنوات (1990 - 2020)



المصدر : اعتماداً على الجدول (9)

4.6.1 : التبخر / النتج :

ويقصد به مجموع ما يضيع من مياه اية منطقة من المناطق نتيجة للتأثير المشترك للتبخر من سطح المياه والترربة والنتج من النباتات⁽¹⁾ ، ويعتبر التبخر واحد من العناصر الرئيسة في الدورة المائية ، ومكملاً لعناصر أخرى مثل التساقط والجريان السطحي ، وله دور في تحديد كمية المياه الجارية في أحواض التغذية، لهذا فان فعالية التساقط لا تعتمد على كميته بل على فعالية التبخر/ النتج⁽²⁾ . كما أن ازدياد نسبة التبخر ترفع من قيم الفواقد والتي تؤدي الى انخفاض نسبة الجريان المائي السطحي ومع انخفاض ضائعات التبخر تزداد وفرة المياه والرطوبة في التربة وتنعكس بدورها على زيادة نسبة المسيلات المائية وزيادة كميات المياه الجارية .

ولقد تم احتساب قيمة التبخر/ النتج في الدراسة الحالية اعتماداً على معادلة نجيب خروفة⁽³⁾ . وهي كالآتي:

(1) علي سالم الشواورة ، جغرافية علم المناخ و الطقس ، عمان ، دار المسيرة للنشر و التوزيع ، 2012 ، ص129.
 (2) عبدلله رزوقي كربل، اسس تحديد المناخ الجاف، في التصانيف المناخية، مجلة كلية الآداب، جامعة البصرة، مجلد 2 ، 1972، ص153

(3) Kharrufa, N. S., 1985. Simplified equation for evapotranspiration in arid regions. Beitrage Zur. Hydrologie. 5:39-47.

$$ETO = C \cdot P \cdot T^{1.30}$$

إذ أن :

$$ETO = \text{التبخر} / \text{النتج الممكن (ملم / شهر)} = T = \text{معدل درجة الحرارة المئوية}$$

$$P = \text{النسبة المئوية لعدد ساعات النهار في الشهر نسبة الى عددها في السنة}$$

$$C = \text{معامل محلي يحسب لكل موقع من معدلات البيانات المناخية للأشهر حيزان وتموز واب وحسب المعادلة التالية :}$$

$$C = 0.22 (1 + n \setminus N) (0.90 + U_2 \setminus 100) (1 - 0.5 RH) (0.97 + Z \setminus 10000)$$

إذ ن :

$$n/N = \text{نسبة سطوع الشمس} \quad n = \text{مدة سطوع الشمس المقاسة الفعلية (ساعة)}$$

$$N = \text{مدة سطوع الشمس القصوى المحتملة} \quad U_2 = \text{سرعة الرياح (من/س) على ارتفاع (2) متر}$$

$$RH = \text{الرطوبة النسبية \%} \quad Z = \text{ارتفاع الموقع فوق مستوى سطح البحر (م)}$$

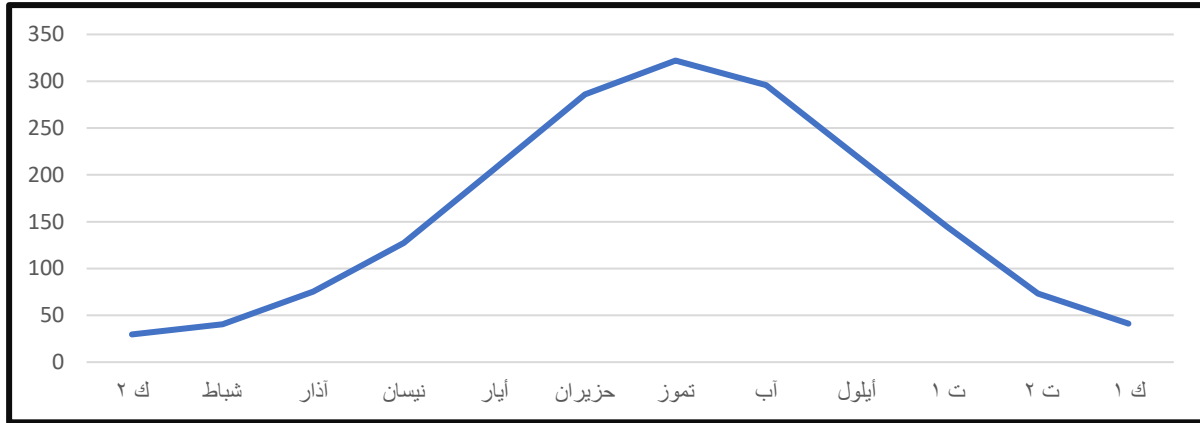
ونستنتج من الجدول (10) ، والشكل (7) ، أن هنالك انخفاضاً كبيراً لقيمة التبخر / النتج في فصل الشتاء يقابله ارتفاع في فصل الصيف ، فنجد أن أقل قيمة للتبخر/النتج كانت من نصيب شهر كانون الثاني ؛ إذ بلغت قيمتها (29.6) ملم وهي قيمة منخفضة جداً مقارنة بأعلى قيمة وبالبالغة (322.1) ملم في شهر تموز ، أما المعدل السنوي لمعدلات التبخر/النتج الشهرية للفترة (1990 – 2020) فبلغت (155.15) ملم ، ويرجع سبب التباين الكبير في المدى بين قيم التبخر/النتج في فصل الصيف والشتاء الى ارتفاع درجات الحرارة وطول ساعات النهار وقلة سرعة الرياح صيفاً وعكسها شتاءً وما ينعكس من ذلك كله على قيم التبخر في منطقة الدراسة ، وكلما قلت قيمة التبخر زادت معها كميات المياه التي تجري على سطح الأرض وبالتالي زيادة في نسبة الجريان السطحي الناتج من التساقط المطري ما يؤدي الى تطور في الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة .

الجدول (10) : معدلات التبخر / النتج (ملم) للسنوات (1990 – 2020) حسب معادلة خروفا

الأشهر	كانون 1	تباط	آذار	نيسان	مايو	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1
معدلات التبخر/النتج ملم	29.6	40.6	75.3	127.3	206.4	285.8	322.1	295.8	219.9	144.5	73.2	41.3

المصدر : اعتماداً على حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل و المواصلات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة (2020) .

الشكل (7) : معدلات التبخر / النتح للسنوات (1990 – 2020) حسب معادلة خروفة



المصدر : اعتماداً على الجدول (10)

5.6.1 : الرياح :

تعرف الرياح على أنها حركة الهواء أفقياً على سطح الأرض ، تحدث الرياح بسبب الاختلاف في مقدار الضغط الجوي بين منطقة وأخرى. و تؤثر الرياح على عملية الجريان المائي في الأودية المائية ؛ إذ كلما زادت سرعة الرياح زاد تأثيرها في زيادة نسبة التبخر / النتح ، كما أن الرياح الجافة لها دور في ذلك أيضاً ويكون تأثيرها أكثر وضوحاً على التربة . ومن بيانات الجدول (11) نجد أن المعدل السنوي لسرعة الرياح في منطقة الدراسة حسب محطة دھوك أنها بلغت (1.22) م/ثا ، ويرجع السبب في هذا المعدل المنخفض للسرعة الى وجود عوائق كثيرة تعيق من حركة الرياح خصوصاً احاطة منطقة الدراسة بالمرتفعات شمالاً وجنوباً . وهنالك تباين في شدة سرعة الرياح في منطقة الدراسة بين أشهر السنة نفسها ؛ إذ نجد أن الرياح تصل الى أقصى سرعة لها خلال أشهر فصل الصيف اذ تصل ذروتها في شهر نيسان حيث بلغت حوالي (1.38) م/ثا ، بينما خفضت هذه السرعة الى أدنى سرعة لها في شهر تشرين الثاني ؛ إذ بلغت حوالي (1.04) م/ثا .

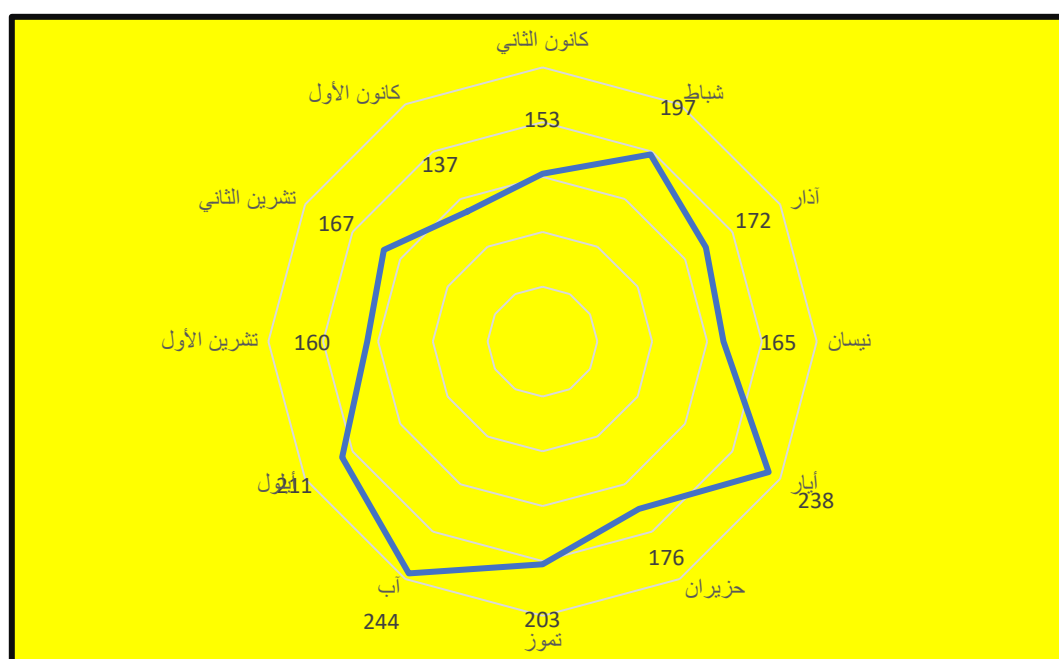
أمّا من حيث اتجاه الرياح السائدة في منطقة الدراسة فإن الرياح السائدة هي الرياح الجنوبية بنسبة تصل الى (50) % ، الشكل (8) ، في حين نجد أن الاتجاه الجنوبي الغربي يأتي بالمرتبة الثانية بنسبة (33.33) % ، والسبب الرئيس لهبوب الرياح من هذه الاتجاهات هو احاطة المنطقة بالمرتفعات العالية ، فمن الجهة الشمالية تحيطها مرتفعات الابيض وان الجزء الجنوبي الشرقي يمتد فيه مرتفع زاوا باتجاه الشرق ، ما يسمح بتوفر منفذ واحد لمرور الرياح وهو المنفذ الجنوبي والجنوبي الغربي لتمر الرياح من خلالها ، ولا يخفى اثر الرياح القادمة من الاتجاه الشمالي الغربي على منطقة الدراسة بينما تمتاز الرياح الشرقية بمحتواها الرطب ودفئها النسبي ، لذلك نجد في بعض أيام فصل الشتاء الدفء والغيوم والأمطار الاعاصرية غالباً .

الجدول (11) : اتجاهات وسرعة الرياح ونسبته للسنوات (1990 – 2020)

الشهر	اتجاه الرياح السائدة	النسبة المئوية لكل اتجاه	سرعة الرياح متر/ثانية
كانون الثاني	جنوبية شرقية	54.17	1.25
شباط	جنوبية	58.33	1.23
آذار	جنوبية	58.33	1.37
نيسان	جنوبية	50.00	1.38
أيار	جنوبية غربية	37.50	1.34
حزيران	جنوبية	41.67	1.27
تموز	جنوبية غربية	45.83	1.20
آب	جنوبية غربية	50.00	1.15
أيلول	جنوبية غربية	29.17	1.12
تشرين الأول	جنوبية	33.33	1.15
تشرين الثاني	جنوبية	29.17	1.04
كانون الأول	جنوبية شرقية	62.50	1.11

المصدر : حكومة إقليم كردستان العراق ، مديرية الانواء الجوية في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة (2020) .

الشكل (8) : ورده الرياح للسنوات (1990 – 2020)



المصدر : اعتمادا على الجدول (11)

7.1 الموازنة المائية المناخية :

تعد الموازنة المائية المناخية ذات دور مهم في الدراسات الهيدرولوجية وتأتي تلك الأهمية لأنها تمثل جانبين في الحسابات الهيدرولوجية ، فالجانب الأول يمثل المدخلات مثل التساقط أما الجانب الآخر فيمثل قيم المخرجات مثل الجريان المائي السطحي أو التبخر النتح أو ما يتسرب من مياه بواسطة مسامية ونفاذية التربة⁽¹⁾ . وفي هذه الدراسة تم حساب قيم الموازنة المائية لمنطقة الدراسة باعتماد

$$P - ETO = \pm \quad \text{المعادلة الآتية: (2) .}$$

إذ أن :

P يمثل التساقط / ملم ETO = يمثل التبخر / النتح الممكن / ملم $\pm$ الفائض والعجز المائي

وباتباع المعادلة أعلاه استناداً على بيانات محطة دهوك المناخية للمدة (1990 – 2020) تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (12) ، وتبين بعد تطبيق المعادلة إن أعلى قيمة للفائض المائي كانت في شهر كانون الثاني ؛ إذ بلغت (81.83) ملم /شهر ، بينما أقل قيمة قد سجلت في شهر اذار ؛ إذ بلغت (18.87) ملم / شهر ، وأن الفائض المائي كان في اربعة أشهر وهي (كانون الثاني ، شباط ، اذار ، كانون الأول) وهي أشهر فصل الشتاء وشهر من فصل الربيع ؛ إذ تنخفض فيها درجات الحرارة وتقل ساعات السطوع الشمسي وتزداد كمية التساقط بشكل ملحوظ ، وقد بلغ مجموع الفائض في هذه الأشهر (212.71) ملم/شهر ، وهذا الفائض له دور كبير في تطوير الخصائص الهيدرولوجية في منطقة الدراسة مسببة زيادة في الجريان المائي بشكل اساسي ، أما الأشهر المتبقية فلقد سجلت المحطة فيها عجزاً مائياً بسبب ارتفاع درجات الحرارة وقلة التساقط التي تؤدي الى زيادة في معدلات التبخر المؤثرة سلباً على العمليات الهيدرولوجية بشكل عام ، حيث بلغ مجموع العجز المائي للأشهر التي فيها عجز مائي (1497.86) ملم / شهر ، وهذا يعد عجزاً كبيراً يصل لسبعة أضعاف الفائض المائي في منطقة الدراسة ، وكان شهر تموز أكثر الشهور من حيث العجز المائي ؛ إذ بلغت (322.04) ملم / شهر وأقلها كان في شهر تشرين الثاني ، حيث بلغت (10.65) ملم / شهر .

(1) لمى حسين حسن علي الجميلي ، الخصائص الهيدرولوجية للوديان التي تصب في الجانب الشرقي لبحيرة سد الموصل ، رسالة ماجستير (غير منشورة) الموصل ، كلية التربية للعلوم الإنسانية - جامعة الموصل ، 2019 ، ص 27 .

(2) سلام هاتف أحمد الجبوري ، علم المناخ التطبيقي ، قسم الجغرافية ، جامعة بغداد ، الطبعة الأولى ، 2014 ، ص 112.

الجدول (12) : الموازنة المائية المناخية لبيانات محطة دھوك للسنوات (1990 - 2020)

الشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل
الحرارة / م	7.84	9.3	13.04	17.72	24.09	29.81	33.3	33	28.15	22.41	14.7	9.53	20.24
الأمطار / ملم	111.43	93.29	94.17	63.78	25.53	1.37	0.06	0.08	0.9	22.87	62.55	100.72	48.06
السطوع الفعلي / ساعة	4.5	4.9	5.6	9.3	9.9	10.4	11.9	12.2	8.6	6.5	6.2	4.1	7.84
السطوع النظري / ساعة	9.45	10.12	11.23	11.86	12.36	14.44	13.25	14.43	13.12	11	10.56	9.34	11.76
سرعة الرياح م / ثا	1.25	1.23	1.37	1.38	1.34	1.27	1.2	1.15	1.12	1.15	1.04	1.11	1.22
الرطوبة النسبية %	68.25	65.97	59.83	55.86	42.34	30.55	26.83	27.62	31.28	42	56.93	65.31	47.73
التبخر النتح / ملم	29.6	40.6	75.3	127.3	206.4	285.8	322.1	295.8	219.9	144.5	73.2	41.4	155.15
P	6.8	7.4	8.3	9	9.8	10.1	9.9	9.2	8.5	7.6	6.9	6.6	
C	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	المجموع
الفائض المائي ملم/شهر	81.83	52.69	18.87	0	0	0	0	0	0	0	0	59.32	149.71
العجز المائي ملم / شهر	0	0	0	63.52	180.87	284.43	322.04	295.72	219	121.63	10.65	0	1497.86

المصدر : اعتمادا على البيانات المناخية لمحطة دھوك و معادلة نجيب خروفة

8.1 : ترب منطقة الدراسة :

مجموعة من المكونات الطبيعية متجمعة مع بعض تكونت نتيجة لبعض العمليات الفيزيائية (الميكانيكية) والتفاعلات الكيميائية والعوامل الحياتية بين كل من الغلاف الصخري ، والغلاف الغازي فضلاً عن المجال الحياتي للنبات والحيوان⁽¹⁾ . وللتربة أهمية في الدراسات الهيدرولوجية وتحديد إستجابة السطوح التي تغطيها للعمليات الهيدرولوجية ؛ إذ من خلال المسامية والنفذية للتربة يمكن التعرف على الظروف الجريانية والارشاحية والترسيبية في مناطق تواجدها .

تم اختيار تصنيف بيورينك (1960) لتحديد أنواع التربة في منطقة الدراسة كونها واحدة من التصنيف التي تعتبر مهمة ويعتمد عليها كثير من الباحثين في العراق ، وعند تتبع الخريطة الاستكشافية الخاصة ببيورينك نجد أن هنالك نوعان من الترب في منطقة الدراسة ، ولكل منها خصائص تميزها عن الأخرى ، النوع الأول هي تربة الأراضي الوعرة المشققة الصخرية ، والنوع الثاني هي الترب البنية ذات السمك العميق ، الخريطة (8) والجدول (13) ، وهما كالآتي:

1.8.1 : تربة الأراضي الوعرة المشققة الصخرية :

ينتشر هذا النوع من الترب في أجزاء كبيرة من منطقة الدراسة ؛ إذ تشغل مساحة تصل الى (32.35) كم² ما يعادل نسبة (52.20)% من مساحة منطقة الدراسة ، وكما موضح في الخريطة (8) ، الجدول (13) ، وتمتاز هذه الترب بقلّة عمقها وضحالتها ولاسيما في المناطق ذات الانحدار الشديد ، نتيجة تعرضها الى عمليات التعرية والانجراف المستمر بفعل التساقط المطري المستمر ، ونظرا لخشونة حبيبات تربة الأراضي الوعرة المشققة صخورا والمؤلفة من الرمل والكلس فان المياه تتوغل الى الأجزاء الداخلية من هذه الترب لكن الانحدار الشديد في أغلب الأحيان تسرع من عمليات الجريان السطحي والتدفقات المائية .

2.8.1 : تربة بنية ذات سمك عميق :

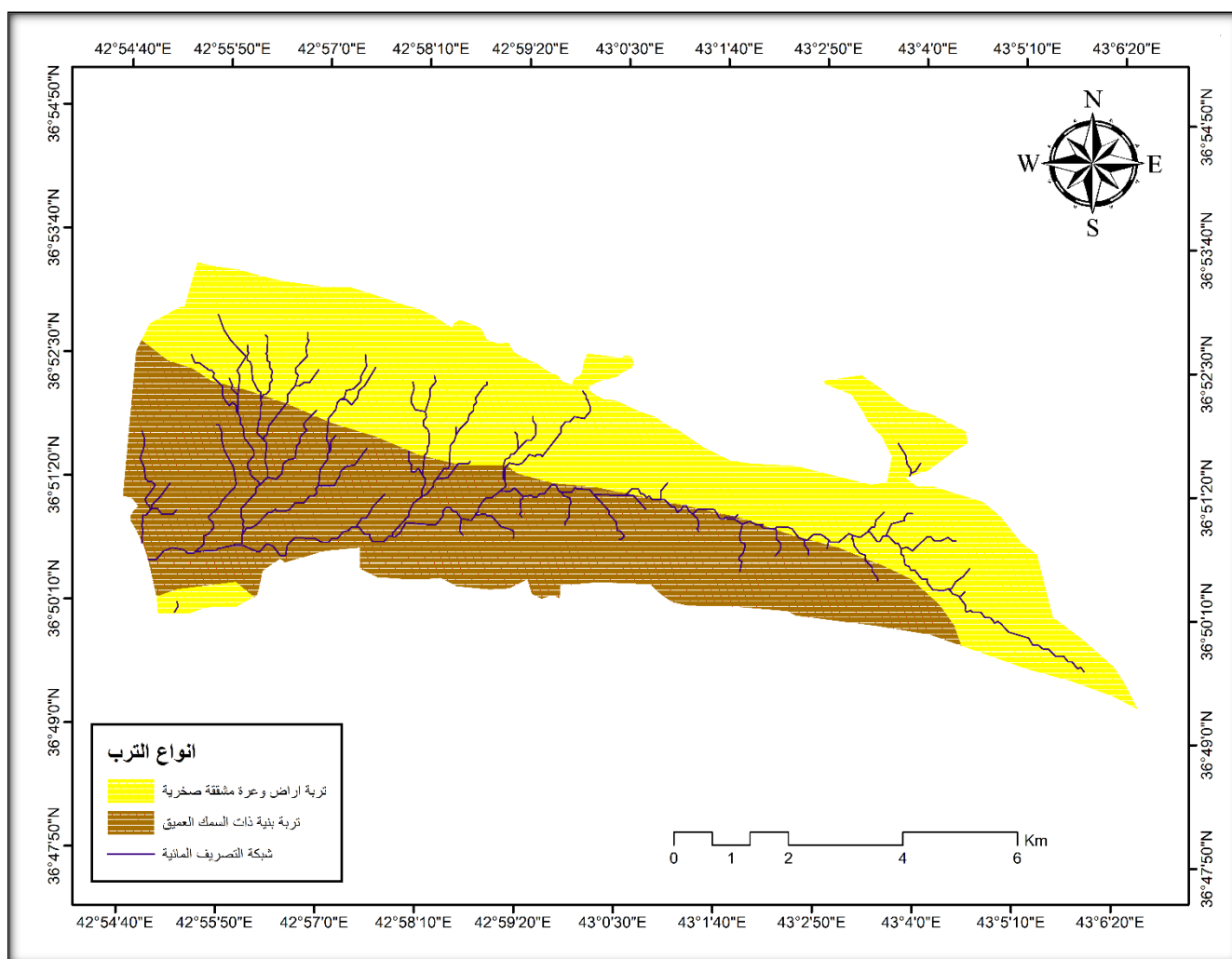
تتواجد هذه الترب على طول الامتداد الجنوبي لمنطقة الدراسة من الشرق الى الغرب ، وتغطي مساحة (29.63) كم² ما نسبته (47.80) % ، ونظرا لوجود الطين والغرين في هذا النوع من الترب فإن

(1) علي حسين الشلش ، إبراهيم شريف ، جغرافية التربة ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، 1985م ، ص 7 .

نفاذيتها تكون قليلة ما يؤدي الى انخفاض نسبة الترشيح وزيادة فرص حصول الجريان السطحي للمياه في اسطحها ، وتعتبر هذه التربة من التربة المتبقية التي تشكلت من الصخور الأساس ، فضلاً عن لطين الرملية

الخريطة (8) : انواع التربة حسب تصنيف بيورينك في منطقة الدراسة

والغرين مع الكلس .



المصدر : BURINGH , Division of Soil and Agriculture Chemistry , Directorate general of :
Agricultural research and projects , ministry of Agriculture , Baghdad , 1960 .

- برنامج ArcMap v10.8.1 .

الجدول (13) : انواع التربة ومساحاتها ونسبها في منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة/كم ²	نوع التربة
52.20	32.35	ارض وعرة مشققة صخرية
47.80	29.63	تربة بنية ذات سمك عميق
100.00	61.98	المجموع

المصدر : اعتمادا على الخريطة (8) بواسطة برنامج ArcMap v10.8.1 .

9.1 : الغطاء النباتي NDVI :

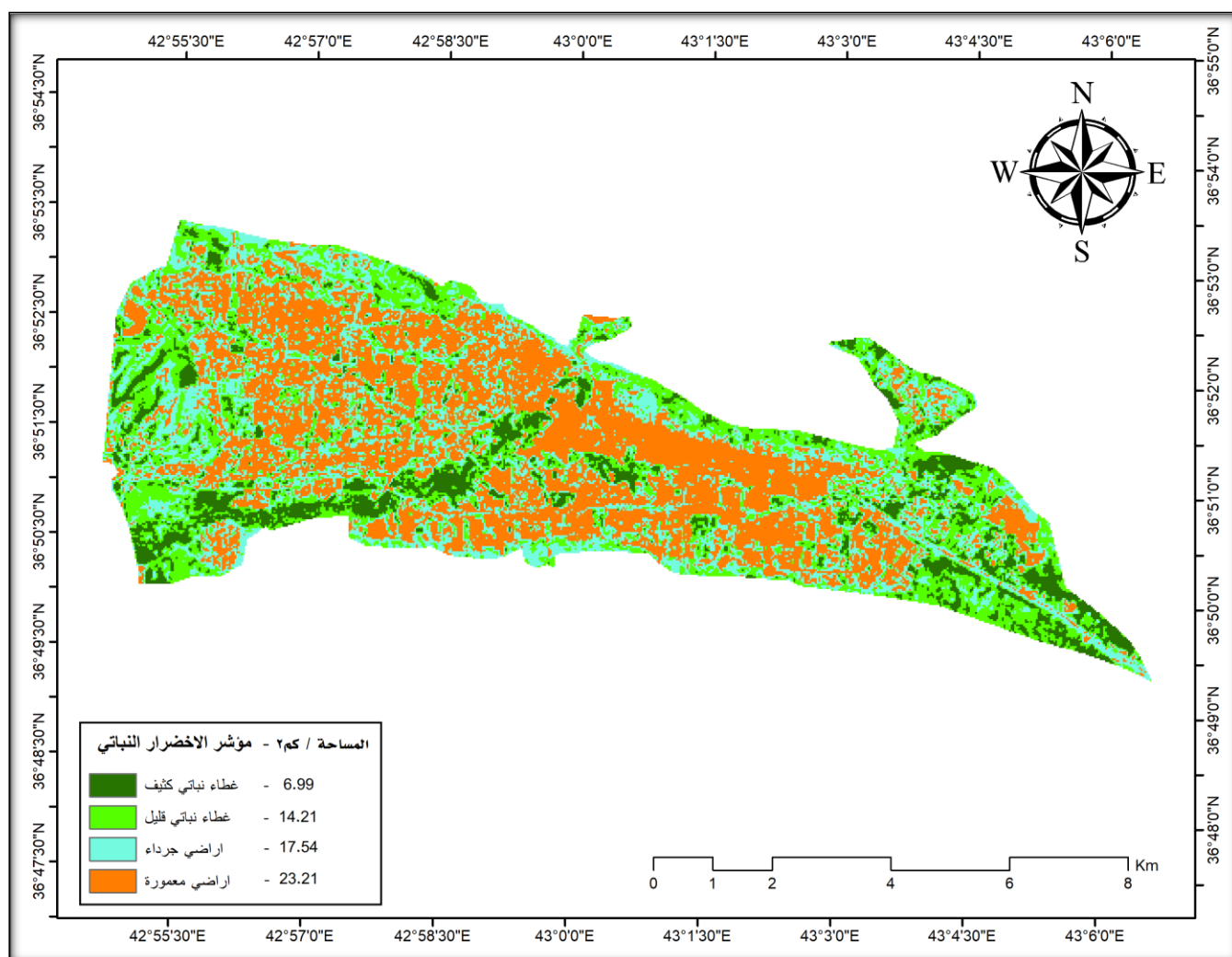
تهتم الدراسات الهيدرولوجية بدراسة الغطاء النباتي وتوزيعها وكثافتها ، وذلك لما له من اثر كبير في العمليات الهيدرولوجية السطحية والجوفية ، فوجود الغطاء النباتي بشكل كثيف في منطقة معينة يقلل من عملية الجريان السطحي ويزداد تاثيرها كلما زادت الكثافة ، كما أن وجوده يساعد التربة على امتصاص جزء أكبر من المياه مما يؤدي الى زيادة في النفاذية والترشيح في تلك المناطق وبالتالي تقليل الجريان السطحي الى أدنى مستوياته .

في هذه الدراسة تم الاعتماد على مرئية فضائية من القمر (LandSat 8) والتي تم تحميلها من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي (USGS) ، ونوع المتحسس (OLI/TIRS – Colliction 1) والتي تم التقاطها بتاريخ 26 - 5 - 2020 وبدقة 30 متر لرسم خارطة تبين تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة ، الخريطة (9) و الجدول (14) و الشكل (9) ، وبعد اجراء عمليات التصنيف على المرئية باستخدام برنامج ArcMap v10.8.1 ، إتضح أن مقدار الغطاء النباتي المنتشرة في منطقة الدراسة تتراوح بين (-1 و 0.5) ويدل المؤشر على زيادة نوعا ما في كمية الغطاء النباتي بالرغم من أن منطقة الدراسة هي منطقة سكنية ذات طابع حضري . والسبب في توافر الغطاء النباتي يعود الى أن مناخ المنطقة يقع ضمن مناخ البحر المتوسط ، والتي تستلم تساقطاً مطرياً يبلغ (576.75) ملم/سنويا ، حسب قراءة محطة دهوك وهي كميات تؤمن لنمو غطاءات نباتية بكثافات مختلفة منها ، وان وجود بحيرة سد دهوك و توافر العيون والينابيع وتدفقها من أعالي المرتفعات ساعد على نشوء بعض المجاري المائية التي تستغل لزراعة الأراضي المحيطة بها فضلاً عن استغلال المياه الجوفية وتواجد وديان موسمية أهمها (وادي هشكرو ووادي

غرمافاً) زد على ذلك أن المؤسسات الحكومية قد أعطت أهمية كبيرة لزراعة الأشجار في كثير من المناطق السكنية ، واستغلال مساحات كثيرة من الأراضي وتحويلها الى حدائق عامة لزيادة المساحات الخضراء .

وتم تصنيف المرئية الفضائية الى اربعة اقسام رئيسة في منطقة الدراسة شملت الصنفين الأولين بوجود نبات طبيعي بينما شملت القسمين الآخرين مناطق خالية من الغطاء النباتي حيث بلغت مساحات الأراضي ذات الغطاءات النباتية الكثيفة والقليلة الكثافة (21.2) كم² ما نسبته (34.22%) في حين شكلت الأراضي الخالية من الغطاءات النباتية في منطقة الدراسة (40.78) كم² ما نسبته (65.78%) وهي عبارة عن أراضي حضرية وجرداء ، والتصنيف هو كالتالي :

الخريطة (9) : مؤشر الغطاء النباتي NDVI في منطقة الدراسة



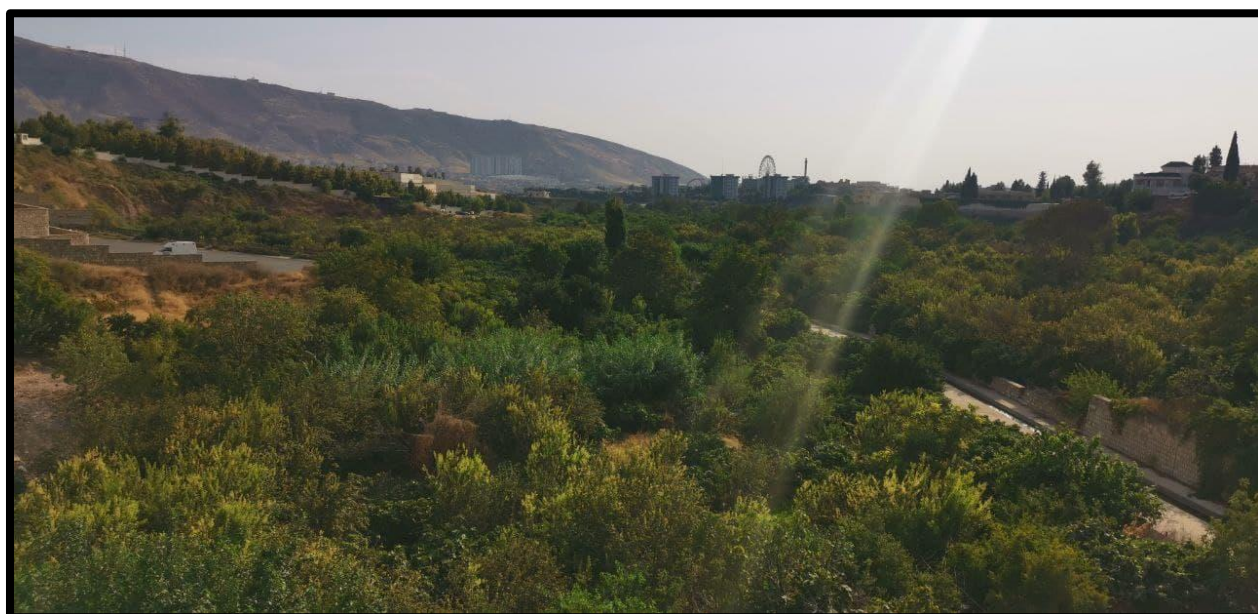
المصدر : اعتماداً على مرئية فضائية بدقة 30 متر من موقع المسح الجيولوجي الأمريكي USGS وبرنامج

. ArcMap v10.8.1

1.9.1 : غطاء نباتي كثيف :

وينتشر بشكل رئيس على اطراف الواديين الرئيسيين لمنطقة الدراسة الذي يمتدان تقريبا على امتداد منطقة الدراسة بشكل طولي كما هو موضح في ، الخريطة (9) فضلاً عن انتشاره في الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة ، وتؤثر بشكل واضح في كمية الجريان السطحي للمياه ، حيث ان زيادة الكثافة النباتية تعمل على إعاقة عملية الجريان للمياه ، مما يتسبب في تجمع المياه بدلا من جريانها مكونة مستجمعات مائية معرضة للتبخر او الترشيح الى باطن الأرض ، وتصل مساحة الأراضي التي يغطيها الغطاء النباتي الكثيف الى حوالي (6.99) كم² من منطقة الدراسة ممثلة ما نسبته (11.29)% من منطقة الدراسة ، الجدول (14) ، الشكل (9).

الصورة (9) : الغطاء النباتي الكثيف في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/7/31 - الاحداثيات (36° 51 ' 39" N - 42° 59 ' 39.79"E) .

2.9.1 : غطاء نباتي قليل الكثافة :

وينتشر هذا النوع من الغطاء النباتي بشكل أكبر من النوع الأول ويتواجد بشكل متفرق في منطقة الدراسة ويمثل في الغالب الأراضي الزراعية المنتشرة في المنطقة فضلاً عن الحدائق العامة والحدائق التي انشأها السكان بالقرب من منازلهم ، إن تأثير هذا الصنف على عملية الجريان قليلة قياسا بالصنف الأول وذلك لعدم وقوعها في مجاري المياه الرئيسية ، فضلاً عن ان غالبيتها يتم التحكم بها من قبل الانسان . وتغطي مساحة تصل الى (14.21) كم² ما نسبته (22.93)% من منطقة الدراسة .

3.9.1 : أراضي جرداء :

يمثل هذا الصنف في منطقة الدراسة الأجزاء العليا من نطاق المرتفعات ، والتي تكون أراضيها ذات انحدار شديد وكذلك الطرق والمساحات المتروكة والغير مستغلة المتواجدة في المنطقة وتغطي مساحة قدرها (17.54) كم² ما نسبته (28.31)% من منطقة الدراسة .

4.9.1 : أراضي معمورة (حضرية) :

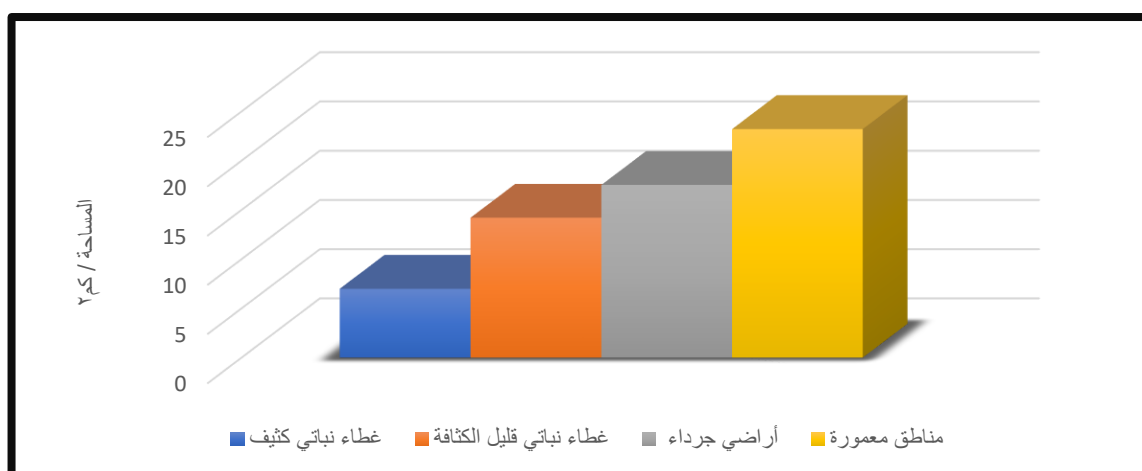
وتمثل الجزء الأكبر من منطقة الدراسة وتشمل هذه الأراضي جميع المساحات التي تم استغلالها في البناء سواء كان سكنياً أو تجارياً أو صناعياً أو مؤسسات حكومية وغيرها ... وتصل المساحة التي تغطيها هذا الصنف الى (23.21) كم² من منطقة الدراسة ما نسبته (37.45)% من منطقة الدراسة .

الجدول (14) : مؤشر الغطاء النباتي NDVI ومساحاتها في منطقة الدراسة

الغطاء الأرضي	المساحة/كم ²	النسبة المئوية %
غطاء نباتي كثيف	6.99	11.29
غطاء نباتي قليل الكثافة	14.21	22.93
أراضي جرداء	17.54	28.31
أراضي معمورة (حضرية)	23.21	37.45
المجموع	61.98	100.00

المصدر : اعتماداً على الخريطة (9) وبرنامج ArcMap v10.8.1 .

الشكل (9) : مساحات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على الجدول (14)

الفصل الثاني

تحليل خطائص البيئة الطبيعية المؤثرة في هيدرولوجية منطقة الدراسة

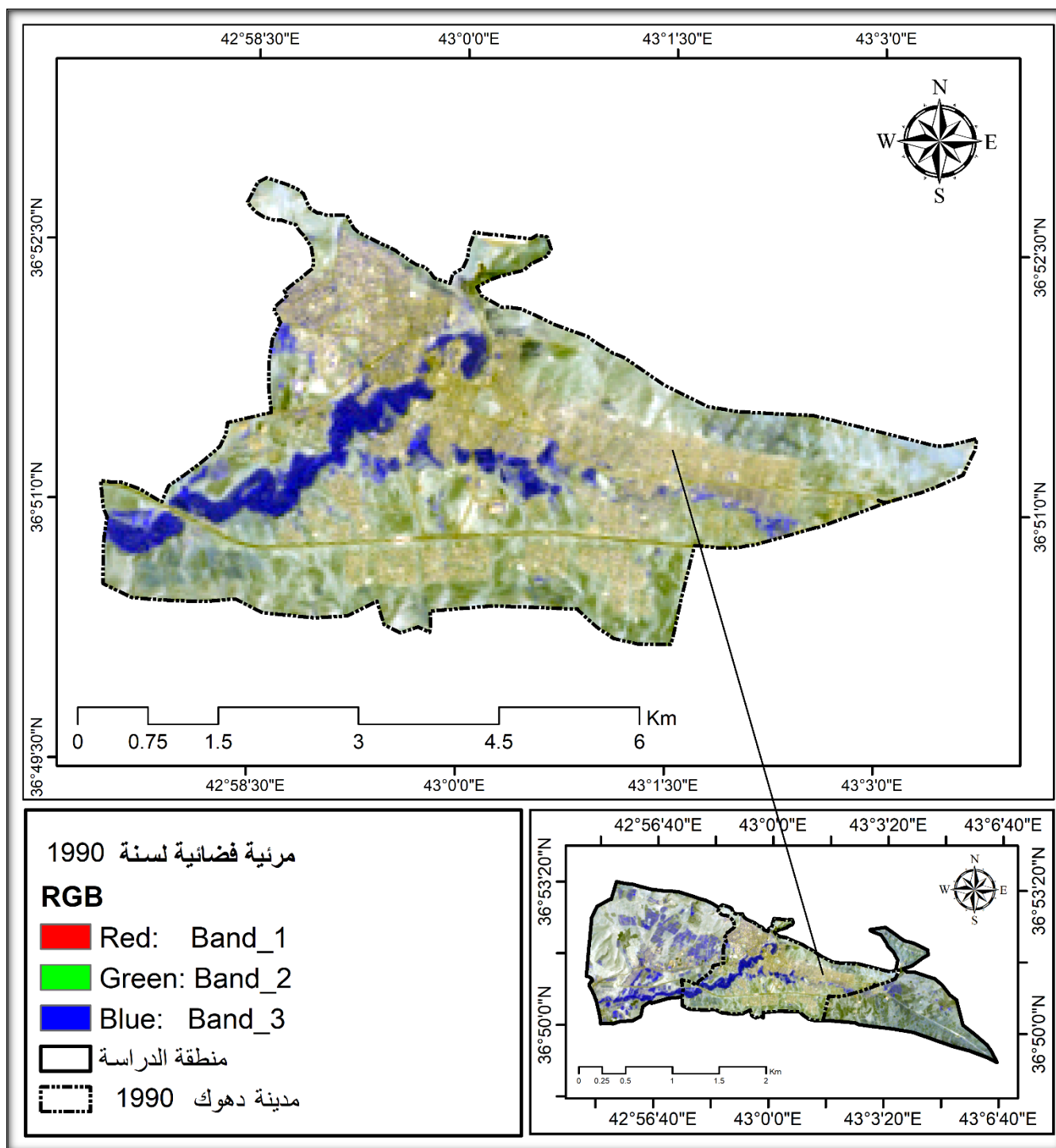
1.2 : تحليل الغطاء الأرضي (إستعمالات الأرض) :

يطلق مصطلح (الغطاء الأرضي) على جميع المظاهر الموجودة على سطح الأرض مثل استخدامات الأرض المتمثلة بالعمران البشري والزراعة والاستيطان وغيرها فضلاً عن الغطاء النباتي والمياه والتربة وغيرها من المظاهر التي تنتشر على سطح الأرض⁽¹⁾ وتعتبر دراسة الغطاء الأرضي من المواضيع المهمة جداً لكثير من الدراسات بما فيها الدراسات الهيدرولوجية كونها تؤثر بشكل كبير في العمليات الهيدرولوجية مثل الجريان السطحي أو الرش وغيرها ، حيث تعتبر مهمة في قياس كميات ترشح مياه الأمطار إلى باطن الأرض ، كما تعتبر مهمة في تقييم خشونة أو مقاومة سطح الأرض للجريان السطحي للمياه.

ولقد قام الباحث بتصنيف الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة اعتماداً على مجموعة من المرئيات الفضائية والتي تم الحصول عليها من القمر الصناعي (Landsat 5 & 7 & 8) وبدقة تمييزية (30 متر) وبتواريخ (1990/8/26 ، 2000/8/13 ، 2010/8/25 ، 2020/8/5) ، الخرائط (10 & 11 & 12 & 13) ، وباستخدام برنامج (ArcMap 10.8.1) ، واعتماداً على طريقة التصنيف الموجه (المراقب) (supervised classification) بعد القيام بعملية دمج الباندات (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، 7) للحصول على خارطة واحدة تحتوي على كل الباندات للتمكن من اخذ عينات لكل استخدام ارضي في المنطقة ، وأمكن الحصول من خلالها على أربعة تصانيف رئيسة للغطاء الأرضي لكل سنة من السنوات ، وكانت كالآتي :

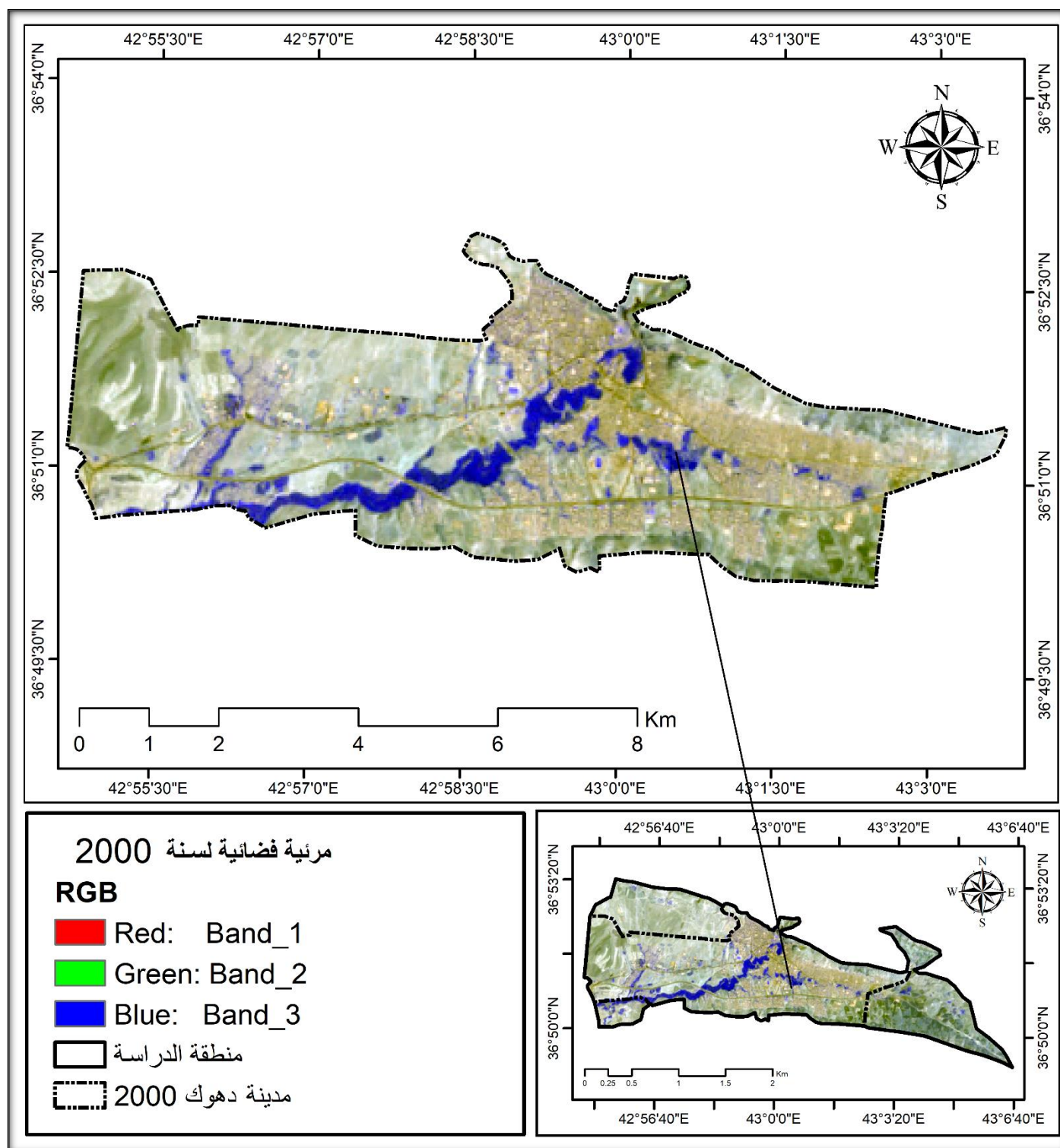
(1) ASCE , 1999 . GIS Modules and Distributed Models of the Watershed . A report by the ASEC Task Committee on GIS modules and distributed Models of Watershed , P.A . DeBarray and R.G.Quimpo (Eds) , Reston , VI .P 9 .

الخريطة (10): المرئية الفضائية لسنة 1990 لمنطقة الدراسة



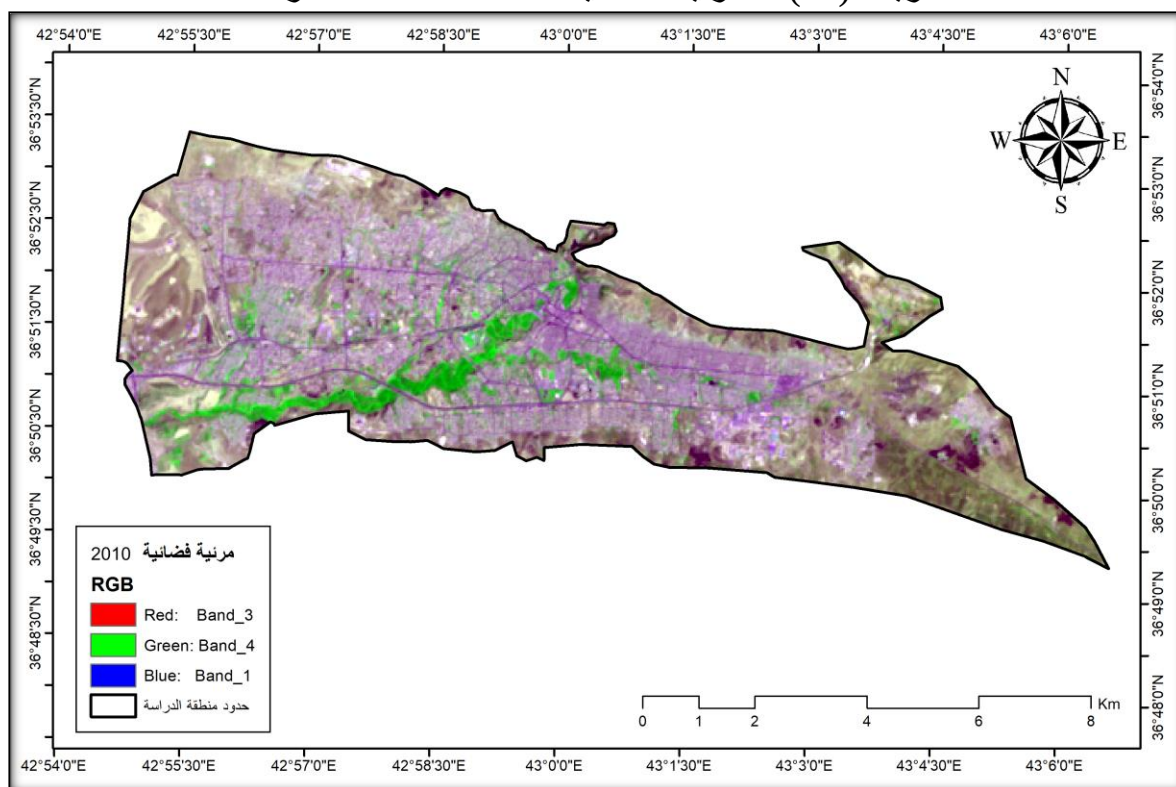
المصدر : مرئية فضائية بتاريخ 1990/8/26 للقمر Landsat 5 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1 .

الخريطة (11) : المرئية الفضائية لسنة 2000 لمنطقة الدراسة



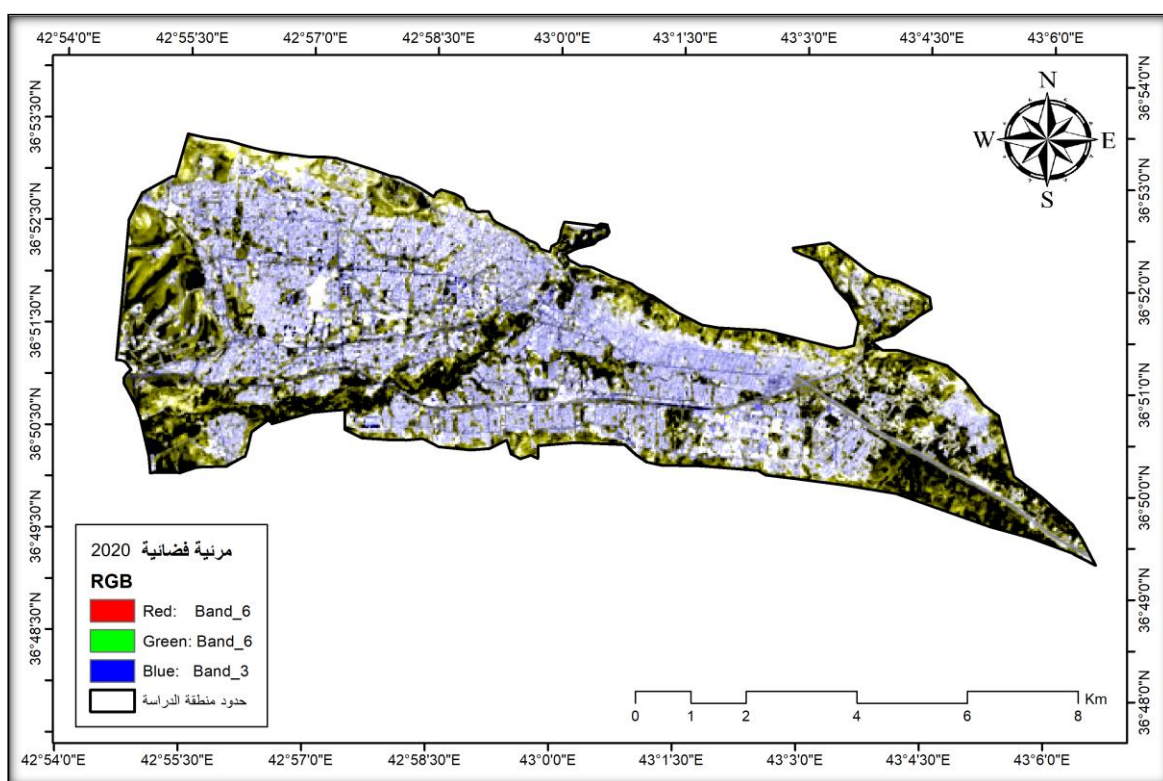
المصدر : مرئية فضائية بتاريخ 2000/8/13 للقمر Landsat 7 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1 .

الخريطة (12) : المرئية الفضائية لسنة 2010 لمنطقة الدراسة



المصدر : مرئية فضائية بتاريخ 2010/8/25 للقمر Landsat 7 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1

الخريطة (13) : المرئية الفضائية لسنة 2020 لمنطقة الدراسة



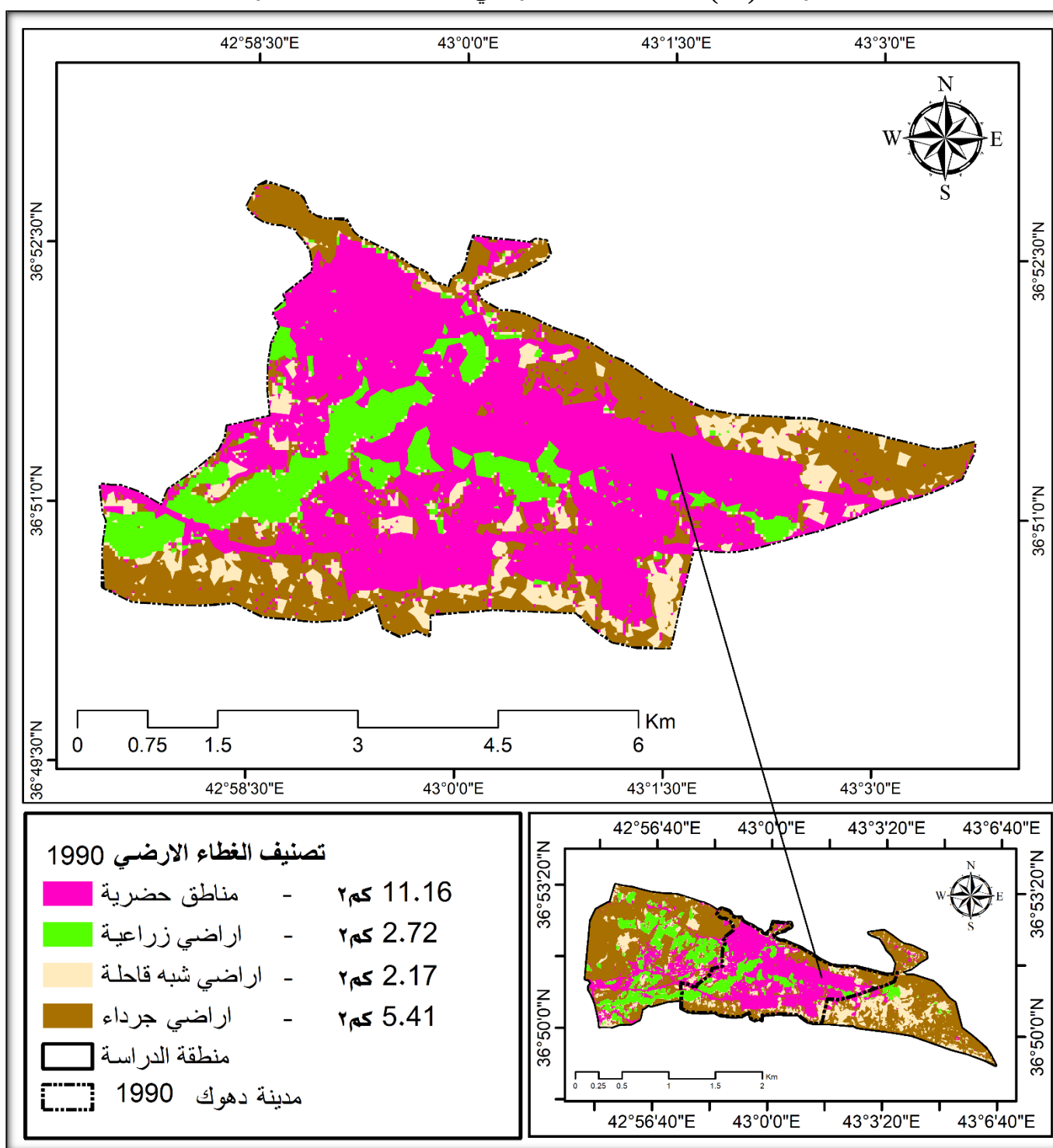
المصدر : مرئية فضائية بتاريخ 2020/8/5 للقمر Landsat 8 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1

1.1.2 : فئة المناطق العمرانية (الحضرية) :

تشمل هذه الفئة جميع الأراضي التي تدخل في وجودها الانسان مثل المنازل والشقق السكنية ، والمناطق الصناعية ، والمدارس ، والمنشآت ، والطرق وغيرها .. ، الصورة (10) ، وتعتبر هذه الفئة من أكثر الفئات أهمية من حيث العمليات الهيدرولوجية ؛ إذ تتزايد فيها فرص انتاج الجريانات السطحية أكثر من غيرها من المناطق كونها أراضٍ صماء لا تسمح بمرور أو نفاذية المياه ، ما يشكل فرصاً أكثر لحصول سيول فيضانات في بعض مناطقها كما حدث في سنة 2020 في منطقة بروشكى والمناطق الأخرى .

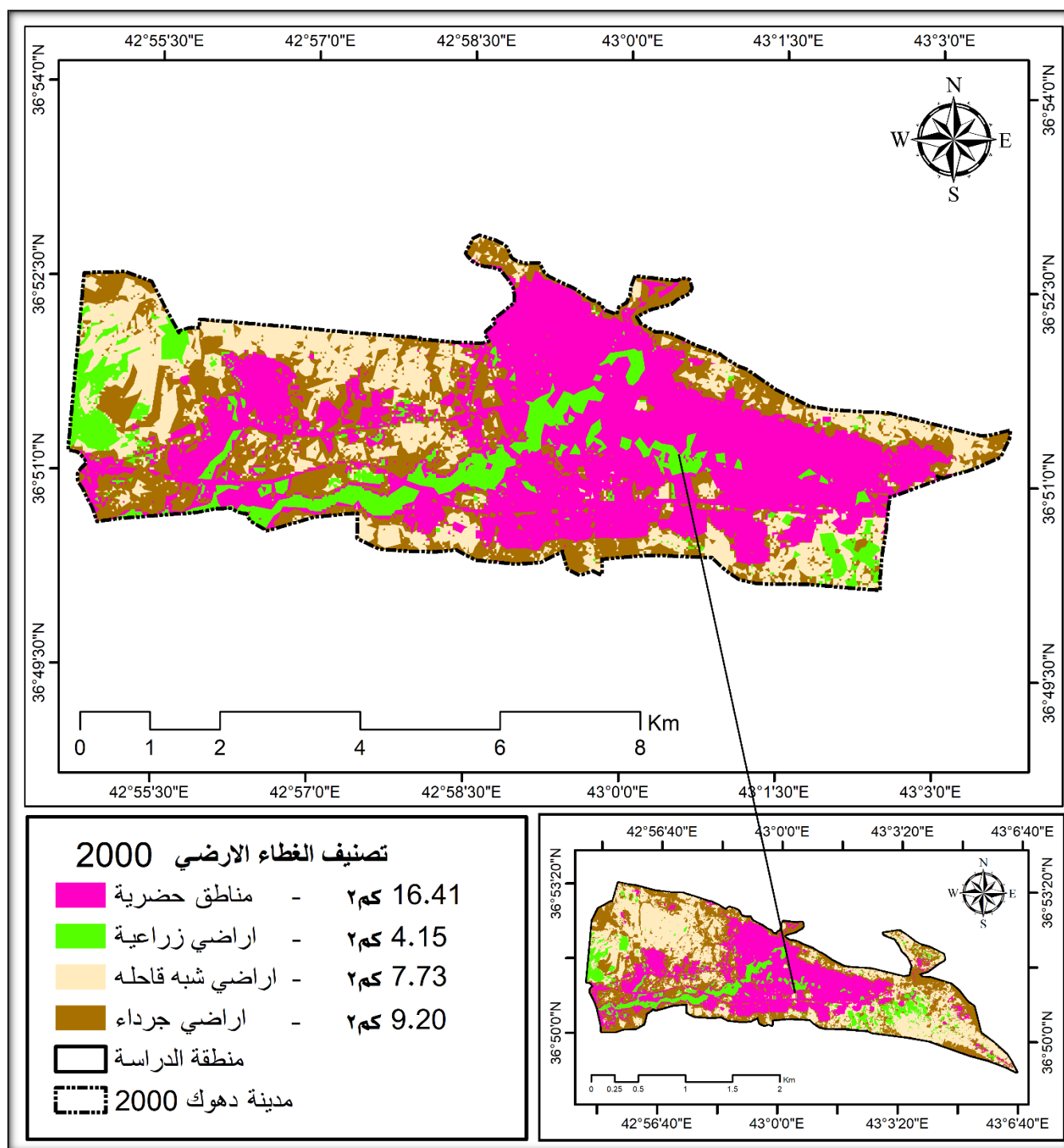
ومن الخريطة (14 & 15 & 16 & 17) نجد أن التوسع العمراني كان في اخفض نسبة له في سنة 1990 ؛ إذ بلغت المساحة التي تغطيها هذه الفئة (11.16) كم² ما نسبته (51.99%) ، الجدول (15) والشكل (10) ، وهي تكاد تمثل ربع مساحة منطقة الدراسة فقط وشملت هذه الفئة وسط منطقة الدراسة مع امتداد جزء بسيط على شكل ذراع في الاتجاه الغربي من منطقة الدراسة، ثم توسعت هذه المساحة باتجاه الجنوب والجنوب الغربي في السنوات العشر التي تلتها ولكن بشكل بطيء ؛ إذ بلغت المساحة التي تغطيها هذه الفئة في سنة 2000 حوالي (16.41) كم² ما نسبته (43.77%) ، إن بداية توسع المناطق العمرانية في مدينة دهوك بدا بالفعل في بعد سنة 2003 ، وشمل هذا الامتداد جميع الأجزاء الوسطى واتجه التوسع أيضا باتجاه الغرب وأجزاء قليلة من الجانب الشرقي ، حيث زادت المساحة التي تغطيها هذه الفئة بشكل ملحوظ وصلت في سنة 2010 الى (31.10) كم² بنسبة (50.18%) من مساحة منطقة الدراسة ، أما في سنة 2020 فلقد شمل التوسع بعض المناطق المحيطة بالامتداد السابق ؛ إذ بلغت المساحة التي تغطيها هذه الفئة (32.36) كم² ما يمثل نسبته (52.21%) من منطقة الدراسة ويرجع السبب في ذلك الى وصول المنطقة الى ذروتها من حيث العمران بحيث لم تعد تتوفر مساحات كافية داخل المدينة واصبح التوسع العمراني يذهب باتجاه خارج المدينة .

الخريطة (14): تصنيف الغطاء الأرضي لسنة 1990 لمنطقة الدراسة



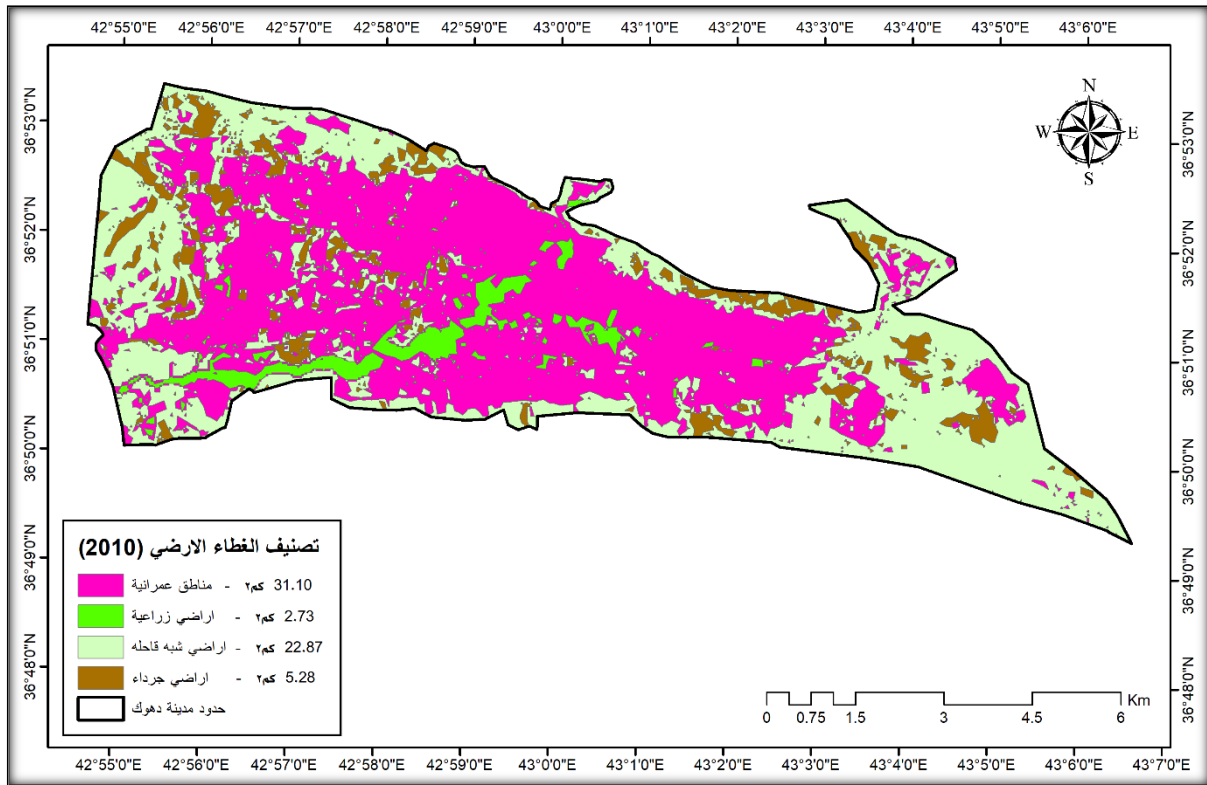
المصدر : مرئية فضائية Landsat 5 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1 .

الخريطة (15): تصنيف الغطاء الأرضي لسنة 2000 لمنطقة الدراسة



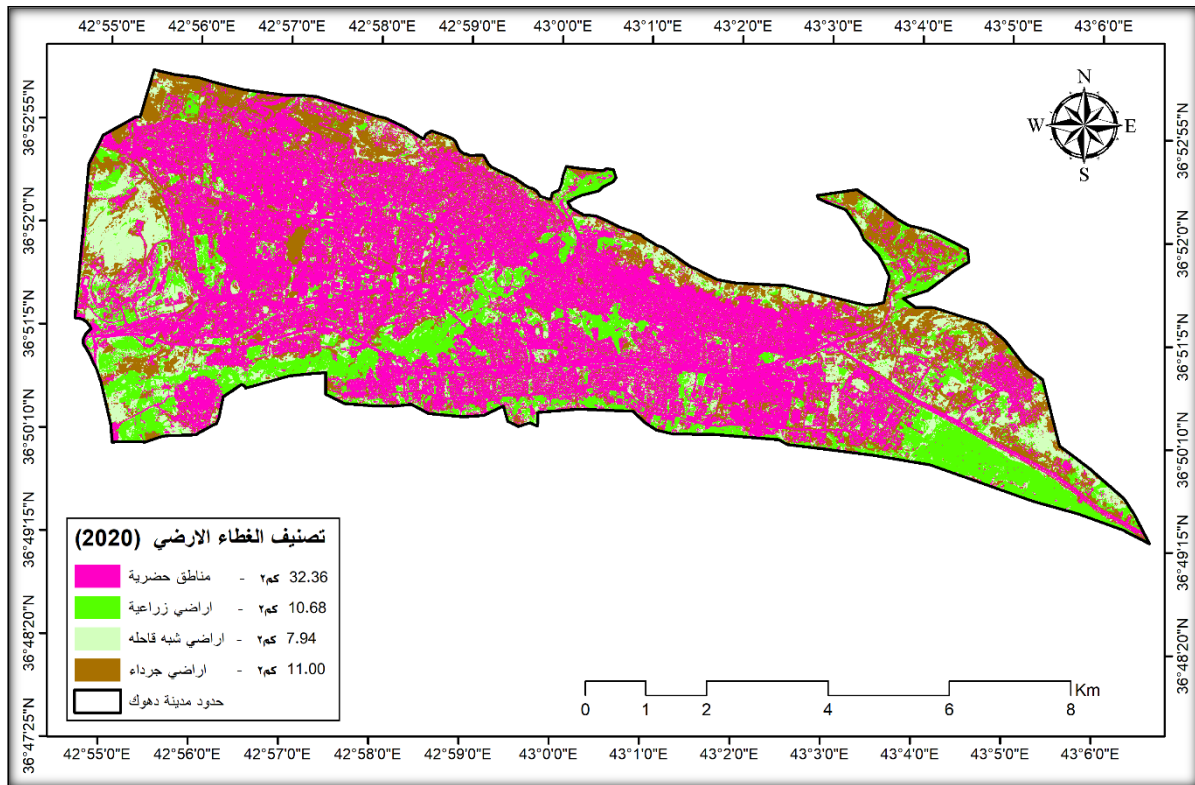
المصدر : مرئية فضائية Landsat 7 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1

الخريطة (16) : تصنيف الغطاء الارضي لسنة 2010 لمنطقة الدراسة



المصدر : مرئية فضائية Landsat 7 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1

الخريطة (17): تصنيف الغطاء الارضي لسنة 2020 لمنطقة الدراسة



المصدر : مرئية فضائية Landsat 8 من موقع USGS وبرنامج ArcMap10.8.1

الصورة (10) : فئة المناطق الحضرية في منطقة الدراسة



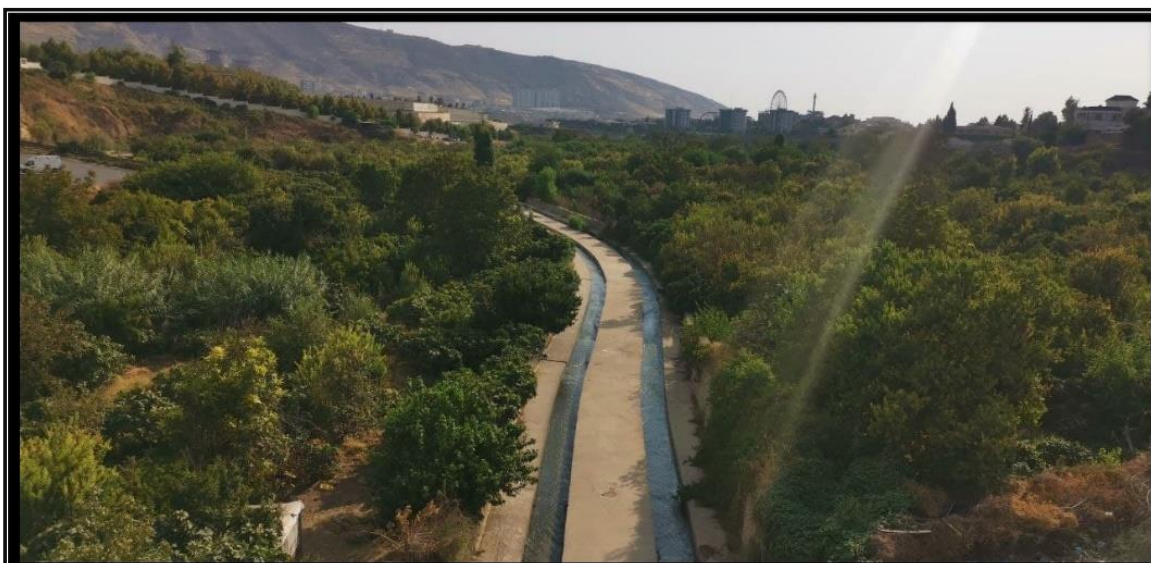
الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/5/25 - الإحداثيات (36° 51 ' 29.56" N - 42° 56 ' 48.10"E)

2.1.2 : فئة الأراضي الزراعية :

تعد هذه الفئة من الأراضي الفئة الخاصة التي يعتمد عليها في زراعة أشجار الفواكه مثل التفاح والرمان والعنب وغيرها كما يتم فيها أيضا زراعة الخضراوات بكافة أنواعها غالباً ، وتباين توزيع هذه الفئة من الغطاء الأرضي من سنة لأخرى ؛ إذ انتشرت هذه الفئة في سنة 1990 بشكل رئيس مع امتداد مجرى وادي دهوك الرئيس ضمن ضمن حدود منطقة الدراسة وعلى امتداد وادي هسكرو ووادي گرمافا اللذين يلتقيان وسط المدينة ليشكلان مجرى المرتبة السادسة لوادي دهوك الرئيس ، بلغت المساحة التي يغطيها هذا التصنيف (2.72) كم² ما نسبته (12.68%) ، وانخفضت مساحات الأراضي المزروعة بعد توجه المزارعين باتجاه المدينة لتصل في سنة 2000 الى (4.15) كم² ما نسبته (11.06%) ، وممتدة على امتداد مجرى الواديين الرئيسان في المنطقة فضلاً عن استغلال المزارعين للأراضي المسطحة المتواجدة في الجانب الشرقي من منطقة الدراسة ، والمعروفة حالياً باسم نزاركي وثيتيت ، وبالتدريج بدأت الأراضي الزراعية بالانخفاض أكثر نتيجة التوسع العمراني الحاصل في السنوات اللاحقة ؛ إذ بلغت نسبة الأراضي الزراعية في سنة 2010 حوالي (2.73) كم² ما نسبته (4.40%) من منطقة الدراسة لتدخل الحكومة بعد ذلك ، وتعمل على وضع أسس التخطيط العمراني في المنطقة وتحديد المناطق الخضراء والزراعية ومحاولة زيادتها على حساب الأراضي الجرداء لتكوين حزام اخضر في المنطقة ، فزادت المساحات المزروعة حتى وصلت في سنة 2020 الى (10.68) كم² ممثلة ما نسبته (17.23%) من منطقة

الدراسة ، الشكل (11) ، وانتشرت في أجزاء واسعة على امتداد الواديين الرئيسيين فضلاً عن الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة ، وتكون الإستجابة الهيدرولوجية لأراضي هذه الفئة التقليل من عمليات الجريان السطحي لان الغطاء النباتي وخاصة الكثيف منها تعيق عملية الجريان مما يسمح بتسرب كميات من المياه الى الأراضي التحت سطحية . (الصورة 11) .

الصورة (11) : فئة الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ ٣١/٧/٢٠٢١ - الاحداثيات (36° 51 ' 41.62" N - 42° 59 ' 41.60"E)



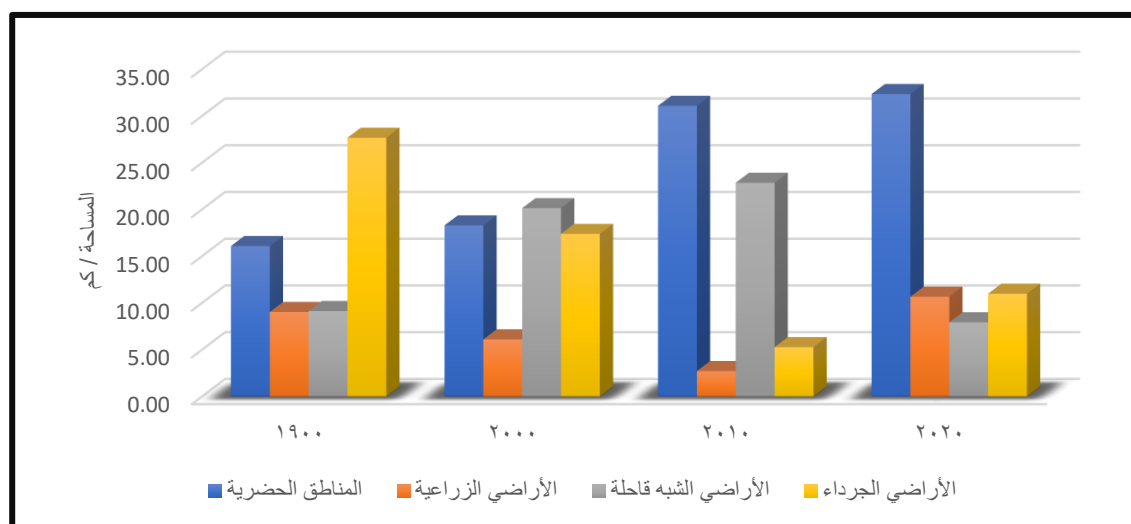
الدراسة الميدانية بتاريخ ٣١/٧/٢٠٢١ - الاحداثيات (36° 51 ' 57.17" N - 42° 59 ' 47.41"E)

الجدول (15) : فئات الغطاء الأرضي ومساحاتها ونسبتها في منطقة الدراسة

2020		2010		2000		1990		سنوات الدراسة
النسبة	المساحة/كم	النسبة	المساحة/كم	النسبة	المساحة/كم	النسبة	المساحة/كم	تصنيف الغطاء الأرضي
52.21	32.36	50.18	31.10	43.77	16.41	51.99	11.16	المناطق الحضرية
17.23	10.68	4.40	2.73	11.06	4.15	12.68	2.72	الأراضي الزراعية
12.81	7.94	36.90	22.87	20.61	7.73	10.12	2.17	الأراضي الشبه قاحله
17.75	11.00	8.52	5.28	24.55	9.20	25.21	5.41	الأراضي الجرداء
100	61.98	100	61.98	100	37.48	100	21.47	المجموع

المصدر : اعتماداً على الخريطة 14 & 15 & 16 & 17 وبرنامج ArcMap 10.8.1 .

الشكل (10) : مساحات أصناف الغطاء الأرضي للسنوات المدروسة لمنطقة الدراسة



اعتماداً على الخريطة 14 & 15 & 16 & 17 والجدول 15 .

3.1.2 : فئة الأراضي الشبه القاحلة (العشبية):

تشمل هذه الفئة الأعشاب والنباتات والحشائش التي توفر مراعي طبيعية ، وتتنوع على أجزاء مختلفة من منطقة الدراسة ، ويعمل هذا النوع من الغطاء النباتي على التقليل من عمليات الجريان السطحي ؛ إذ تعتبر عائقاً أمام حركة المياه فيها وبالتالي زيادة نسبة معدلات الترشح ، وكذلك زيادة نسبة التبخر ، وتزداد هذه النسبة بازدياد كثافة الأعشاب في المنطقة ، وعلى امتداد السنوات تغيرت مساحة هذه الأراضي فنجد

في سنة 1990 أن المساحة التي تغطيها هذه الفئة قد بلغت (2.17) كم² ما نسبته (10.12%) من منطقة الدراسة ، ثم زادت هذه النسبة في السنوات اللاحقة على حساب الأراضي الزراعية وجزء من الأراضي الجرداء ؛ إذ وصلت الى (7.73) كم² ما نسبته (20.61%) في سنة 2000 لمنطقة الدراسة ، أما أعلى نسبة من هذه الفئة فكانت منتشرة في سنة 2010 ؛ إذ غطت مساحة (22.87) كم² ما نسبته (36.90%) من منطقة الدراسة نتيجة توفر كميات امطار كافية حولت أجزاء كبيرة من الأراضي الجرداء الى أراضٍ تنمو فيها بعض الحشائش والاعشاب ، وتوزعت بشكل رئيس في أطراف المدينة ، ولوحظ انه كلما توسعت المناطق الحضرية قلت نسبة هذه الفئة من الأراضي ، وفي سنة 2020 انخفضت المساحة التي تغطيها هذه الفئة الى (7.94) كم² ما نسبته (12.81%) من منطقة الدراسة ، منتشرة في أجزاء قليلة متفرقة اغلبها في الجزء الشرقي من المدينة نتيجة التوسع العمراني السريع في المدينة بشكل عام .

4.1.2 : فئة الأراضي الجرداء :

تمثل هذه الفئة الأراضي ذات القابلية المحدودة لمقومات الحياة ، وتشمل المكاشف الصخرية والتراب العارية التي تنتشر في منطقة الدراسة ولاسيما في الأجزاء التي تكون ذات انحدارات شديدة ، وتمتاز هذه الفئة بقلة أو انعدام الغطاء النباتي فيها وسيادة الترب الرملية والحصوية والجبسية فيها ، وتعتبر هذه الفئة هيدرولوجيا من الفئات التي تساعد على زيادة عمل العمليات الهيدرولوجية ؛ إذ تزداد فيها سرعة الجريان نتيجة الانحدار ، وعدم وجود عائق في طريق المياه . حازت هذه الفئة على الجزء الأكبر من منطقة الدراسة في سنة 1990 ؛ إذ بلغت المساحة التي تغطيها (5.41) كم² بنسبة (25.21%) من مساحة منطقة الدراسة ، الجدول (15) ، وتوزعت في المناطق المحيطة بالفئة العمرانية من نفس السنة ، وامتدت بشكل واسع ومن جميع الاتجاهات ، ثم بدأت المساحة التي تشغلها هذه الفئة تقل بزيادة التوسع العمرانية والاستغلال الزراعي في المنطقة ؛ إذ بلغت في سنة 2000 حوالي (9.20) كم² ما نسبته (24.55%) ، أي تقلصت مساحتها الى النصف تقريبا خلال العشر سنوات لتحل محلها أراضي زراعية في الغالب ، أما أقل نسبة هيمنت عليها هذه الفئة كانت من سنة 2010 ؛ إذ قلت بشكل ملحوظ وصلت الى (5.28) كم² فقط ما نسبته (8.52%) من منطقة الدراسة منتشرة في أجزاء متفرقة أغلبها كانت في مقدمات كل من مرتفعات زاوا مرتفعات الأبيض ، وفي سنة 2020 وبعد التوسع العمراني الكبير ، وبناء الطرق التي تمتد في جميع أجزاء المدينة تحولت كثير من الأراضي الرعوية الى أراضي جرداء نتيجة العمل المستمر

عليها ؛ إذ زادت مساحة الأراضي الجرداء لتصل الى (11) كم² ما نسبتهـا (17.75%) من منطقة الدراسة . الصورة (12) .

الصورة (12) : فئة الأراضي الجرداء في منطقة الدراسة



الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/8/1 - الاحداثيات (36° 50 ' 53.05" N - 42° 55 ' 47.67"E) .

2.2 : تحليل الخصائص الطبيعية للترب في منطقة الدراسة :

من المكونات الأساسية عند عمل النمذجة الهيدرولوجية هي توفر بيانات التربة ؛ إذ أن للتربة دور كبير ومؤثر في عمليات الجريان السطحي الناتج من التساقط المطري حيث تؤثر نسبة التربة في عمليات الترشيح ؛ إذ تزداد كلما زادت نفاذيتها ، ولكي نتوصل الى قيمة رقم المنحنى (Curve Number) واختصاره (CN) وتحديد لـه من المرور على دراسة التربة المتوفرة بالمنطقة وتحديد نوعها لذا تم أعداد الخريطة (8) والتي تتضمن أصناف التربة في منطقة الدراسة ، ولقد تم الاعتماد على بيانات التربة العالمية الموحدة (HWSD) . ؛ إذ قاموا بأعداد خارطة عامة للعالم في العام 2006 بمقياس (5000000/1) ، والتي تعد من من أحدث التصنيف الخاصة بالتربة كونها تحتوي على مجموعة بيانات مثل (نوع التربة والنسجة والعمق وتصريف المياه لها) ، ولا يزال يتم إضافة البيانات لقاعدة البيانات الخاصة بها لحد الان من قبل القائمين عليها والتي تم أعدادها من قبل منظمة الفاو (FAO) وشركائها (jIRC - IIASA)

(ISSCAC)⁽¹⁾. ومن الجدير بالذكر ان الخريطة الخاصة بمنظمة الفاو ذات مقياس كبير جدا مقارنة بمساحة منطقة الدراسة البالغة (61.98) كم² ، وان نسبة التعميم فيها عالية جداً ، الا ان صعوبة اخذ عينات لتربة منطقة الدراسة بالكامل امر صعب ، فلذا تم الاعتماد على الخريطة المذكورة ، خصوصاً ان نتائجها جاءت مقارنة لخريطة توزيع الترب حسب تصنيف بيورينك والتي تم الإشارة إليها في الخريطة (8). و من الخريطة (18) الخاصة بتصنيف الترب ، نجد ان منطقة الدراسة بالكامل تدخل ضمن نوع واحد من التربة وهو (I-E-Xk-bc) . وهي ترب الليثوسول التي تمتاز باحتوائها على نسب عالية من الرمل والغرين والطين ما نسبتهما (43 ، 34 ، 23) على التوالي، وتتكون بشكل أساسي من الطين الرملي والغريني والكلس⁽²⁾ . وتغطي جميع أجزاء منطقة الدراسة دون أي استثناء ما نسبتهما (100)% منها ، وتعتبر من الترب الحديثة التكوين كونها تنتشر في الأجزاء الشمالية من العراق والتي تمتاز بمناطقها بالارتفاعات وكثرة وجود الانحدارات ما يعرضها للتعرية بشكل مستمر .

(1) Harmonized World Soil Database (version 1.2)(2009).

1-FAO; Food and Agriculture Organization of the United Nation.

2-IIASA; International Institute For Applied Systems Analysis.

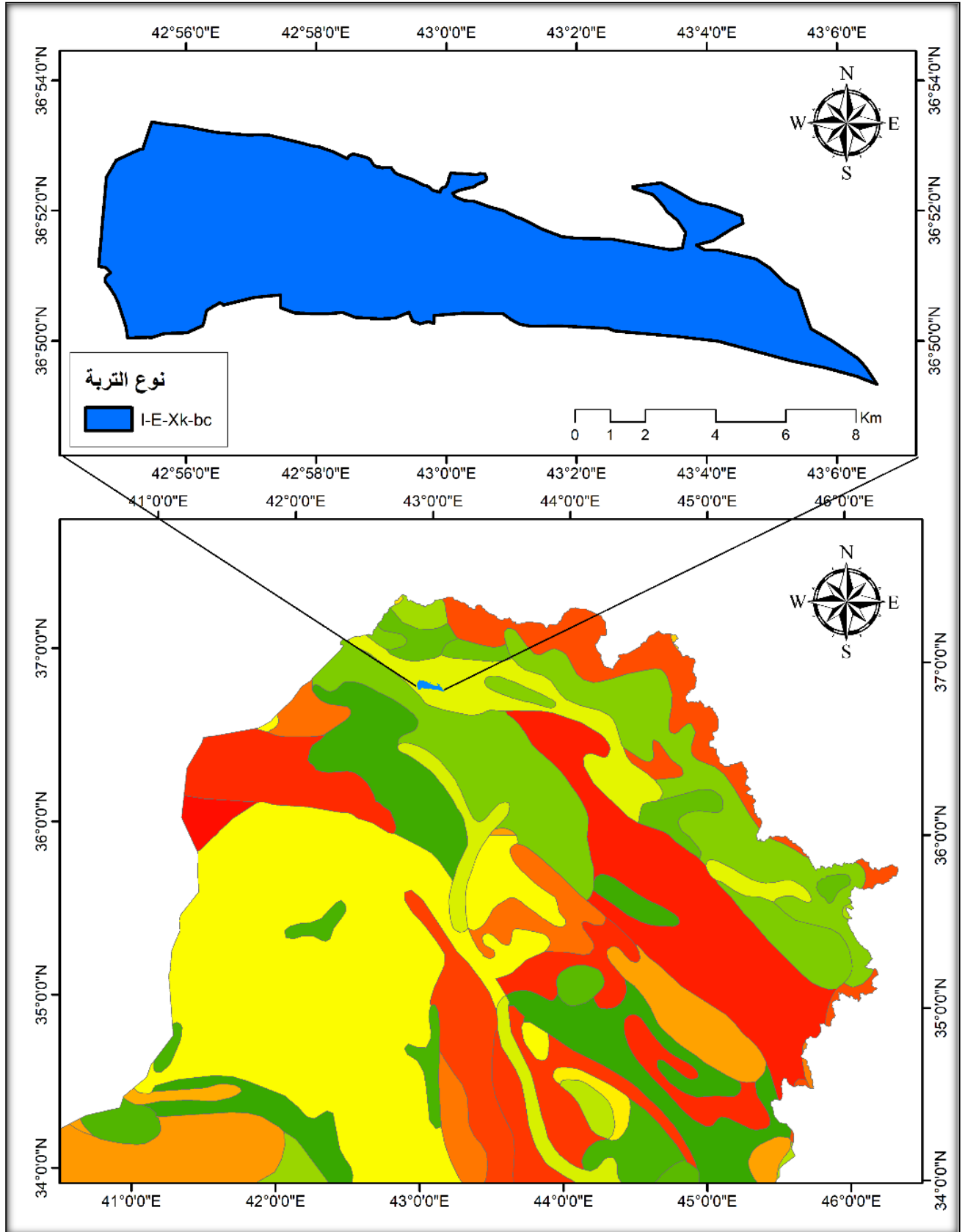
3-ISRIC; World Soil Information.\

4-ISSCAS; Institute of Soil Science Chinese Academy of Science.

5-Joint Research Centre of the European Commission(JRC).

(2) صهيب حسن خضر العمري ، الدلالة الهيدرولوجية لترب محافظة نينوى حسب معطيات قاعدة بيانات التربة العالمية الموحدة (HWSD) ، المؤتمر العلمي الدوري التاسع لمركز بحوث السدود والموارد المائية ، 27-28/11/2018 ، ص10.

الخريطة (18): الترب المتوفرة في منطقة الدراسة حسب قاعدة بيانات التربة العالمية الموحدة (HWSD)



المصدر : اعتماداً على تصنيف (FAW) للترب العالمية وبرنامج ArcMap 10.8.1 .

3.2 : تحليل كميات الأمطار لفترات رجوع مختلفة :

من أهم مصادر البيانات التي سوف يحتاجها الهيدرولوجي عند الدراسة والتحليل والتعرف على استجابتها هي هي تحديد أقصى عمق مطري لفترات رجوع مختلفة (2-3-5-10-15-20-25-50-100) سنة ، ولقد استعان الباحث برنامج التحليل الإحصائي (Hyfran) فضلاً عن تحديد الشدة المطرية ، ومنحنيات الكثافة (IDF Curve) ، اذ كلما زادت دقة الحسابات في تحديد كميات الأمطار التي تتساقط على منطقة الدراسة كلما زادت دقة وإمكانية الحصول على نتائج دقيقة لحسابات السيول المتجمعة من تلك الأمطار الساقطة⁽¹⁾ . فضلاً عن أن تحديد كميات الأمطار لفترات الرجوع المختلفة تعتبر الأساس الصحيح للإحصائيات المائية والتي ينتج عنها استجابات هيدرولوجية مختلفة .

اعتمد الباحث في هذه الدراسة على البيانات المناخية لمحطة دھوك ، وقام الباحث بتحديد أقصى كمية مطر يومي للسنوات (1990-2020) من خلال البيانات المناخية للمحطة وكما في الجدول (16).

1.3.2 : استخراج أقصى عمق مطر لمحطة الأمطار باستخدام برنامج (Hyfran) :

يتضمن برنامج HYFRAN عدداً من الأدوات الرياضية التي يمكن استخدامها للتحليل الإحصائي للأحداث المختلفة ، كما يمكن استخدامه في أي دراسة تتطلب ملاءمة التوزيع الإحصائي لسلسلة بيانات مستقلة وموزعة بشكل مطابق. ويستخدم هذا البرنامج في مختلف المجالات التقنية مثل الهندسة ، والبيئة ، والأرصاد الجوية ، والعلوم الطبية ، وما إلى ذلك . الصورة (13) .

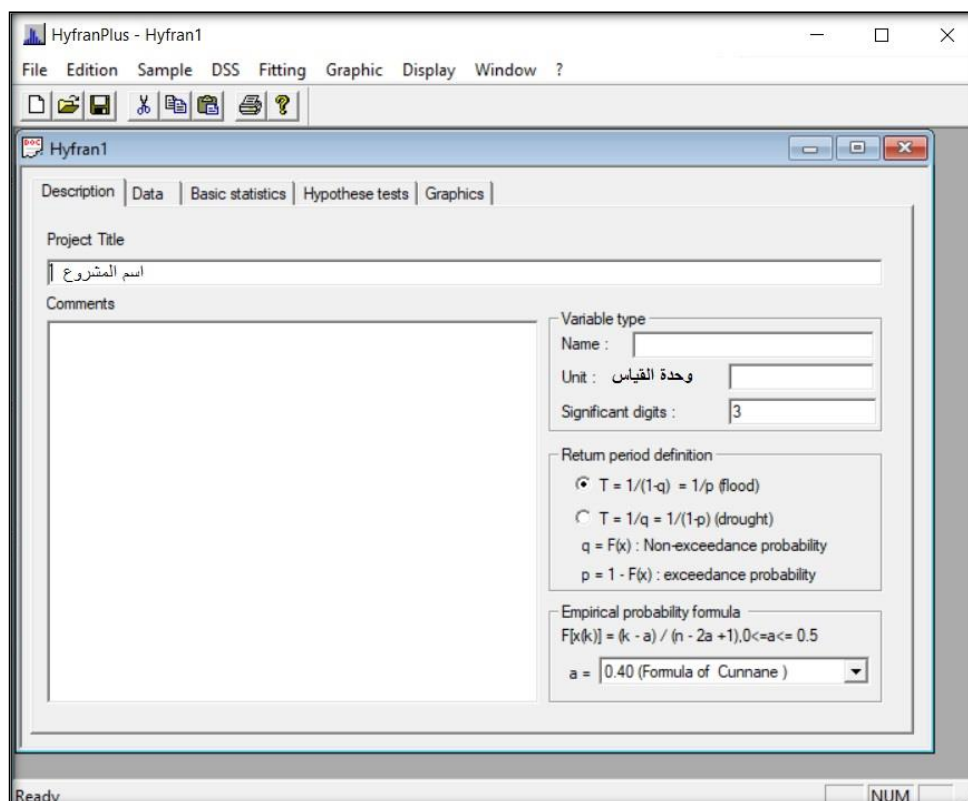
(1) اشرف أحمد علي عبدالكريم ، مصدر سابق ، ص 104 .

الجدول (16) : يوضح اقصى كمية مطر خلال السنوات (1990-2020)

السنة	أعلى شدة مطرية	السنة	أعلى شدة مطرية	السنة	أعلى شدة مطرية
1990	302.40	2001	37.30	2011	62.70
1991	33.00	2002	60.00	2012	42.40
1992	70.00	2003	41.00	2013	101.50
1993	150.00	2004	65.00	2014	94.00
1994	120.00	2005	64.00	2015	44.10
1995	41.20	2006	71.60	2016	37.40
1996	47.00	2007	38.50	2017	39.30
1997	60.00	2008	38.50	2018	65.20
1998	52.00	2009	57.50	2019	75.40
1999	37.40	2010	32.70	2020	81.70
2000	67.40				

المصدر : اعتماداً على حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل و المواصلات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة (2020) .

الصورة (13) : واجهة برنامج Hyfran



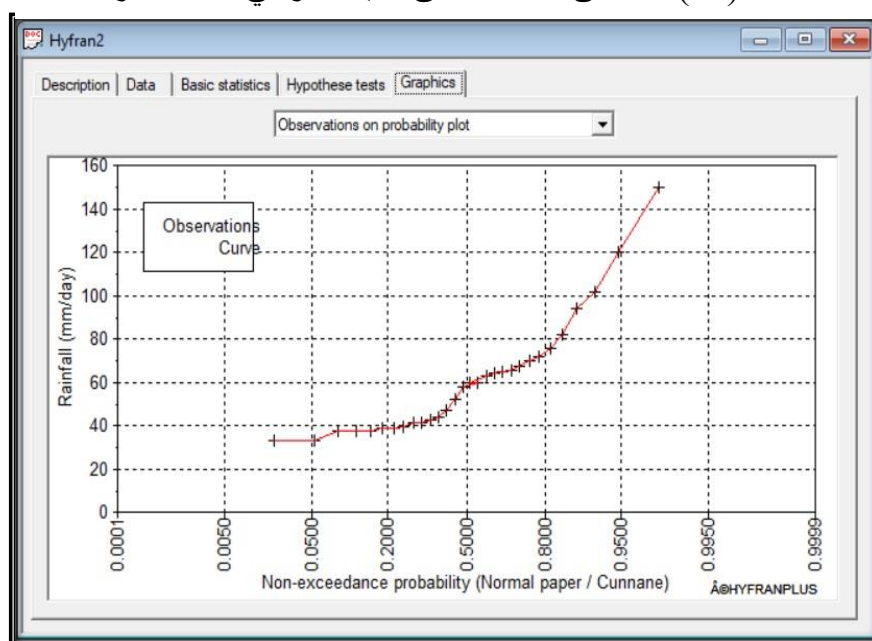
وبعد فتح البرنامج وإضافة اسم المشروع في الخانة المخصصة لها وتحديد وحدة القياس والتي هي ملم / يوم ، نقوم باختيار المعادلة الخاصة بحساب كمية المطر وبعدها نضيف بيانات المطر (أقصى كمية مطر يومي) التي حصلنا عليها من محطة دھوك المناخية ومن خانة (Basic Statistics) يمكن الحصول على بيانات محطة المطر حيث ان عدد السنوات وأقصى كمية مطر يومية ، وأقل كمية مطر يومية والمتوسط والانحراف المعياري وغيرها من البيانات الأساسية ، الجدول (17) . كما يمكن الحصول على منحنى تساقط أقصى كمية مطر على محطة المطر في منطقة الدراسة من خلال الامر (Graphucs) وكما في الشكل (11) .

الجدول (17) : بيانات هطول الأمطار لموقع محطة دھوك

عدد السنوات	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد المتوسط	الانحراف المعياري
30	32.7	150	60.9	27.2
المتوسط	معامل الاختلاف CV	معامل الانحراف CS	معامل التقلطح CK	
58.8	0.447	1.62	5.01	

المصدر : اعتماداً على برنامج Hyfran

الشكل (11) : منحنى تساقط أقصى كمية مطر في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على برنامج Hyfran

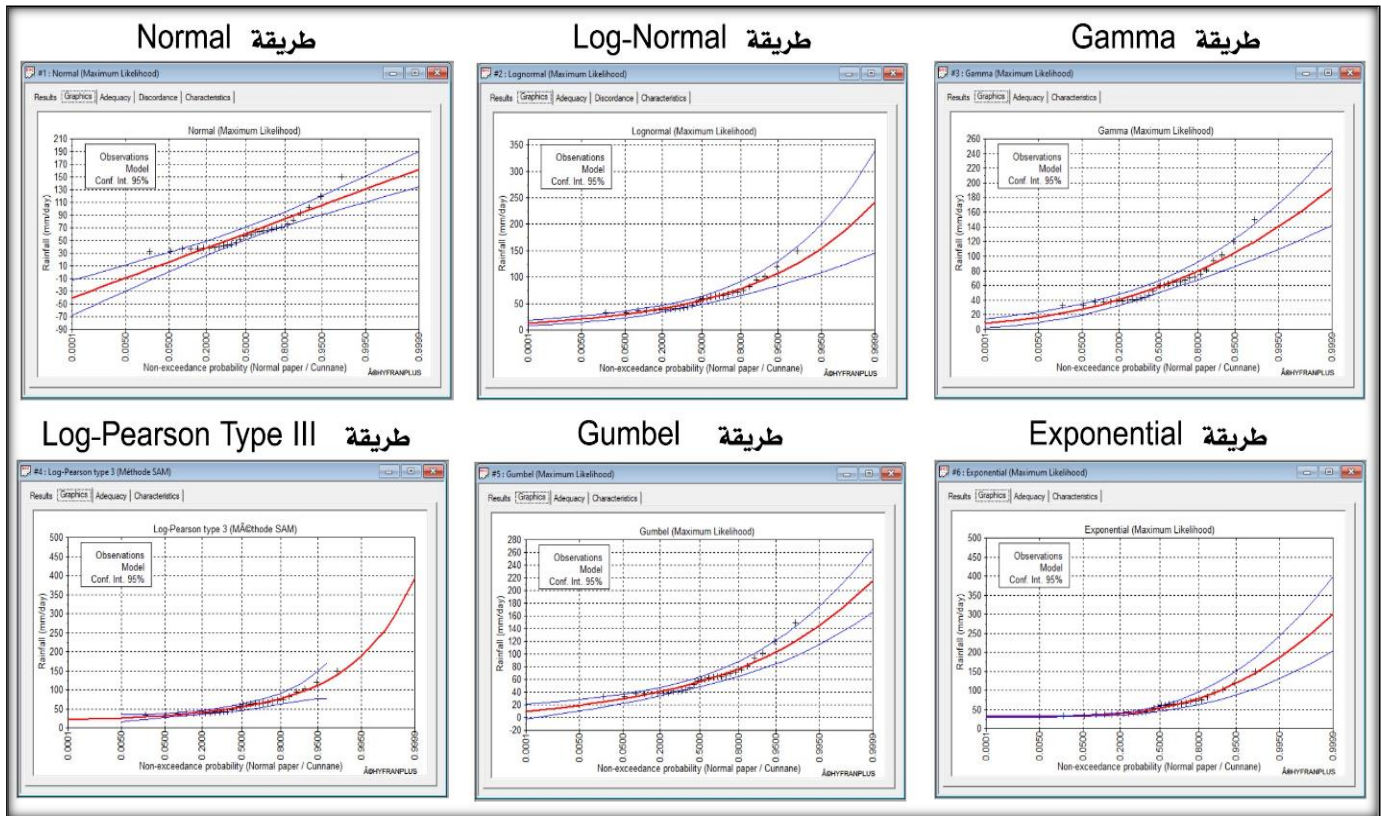
أما في ما يخص طرق التوزيعات الاحتمالية التي يوفرها البرنامج فهي متعددة منها (طريقة Normal - Log-Normal - طريقة Log-Pearson Type III - طريقة Pearson Type III) وغيرها من طرق التوزيع الاحصائي لاحظ الجدول (18) ، ويتم اختيار الطريقة المثلى لعمق المطر من خلال اختيار المنحنى الذي فيه نقاط الأمطار اقرب لمنحنى العاصفة المطرية ، وفي دراستنا هذه فان طريقة التسارع الاسي Exponential هي الطريقة الأفضل لهذا اعتمدها الباحث . لاحظ الشكل (12) .

الجدول (18) : طرق التوزيع الاحصائي للأمطار لموقع محطة دهبوك عند فترات رجوع مختلفة

عمق المطر التصميمي للازمة التكرارية المختلفة										التوزيع الاحصائي
100	50	30	25	20	15	10	5	3	2	
124	117	111	109	106	102	95.8	83.8	72.6	60.9	Normal
140	126	116	112	107	101	93.0	78.2	66.6	56.2	Log-Normal
130	120	112	109	105	100	93.1	79.7	68.7	57.8	Gamma
162	139	124	118	112	104	93.7	76.4	64.4	54.1	Log-Pearson Type III
133	120	111	107	103	97.7	90.1	76.5	65.7	56.0	Gumbel
166	146	131	126	119	111	99.0	78.7	63.8	52.0	Exponential

المصدر : من عمل الباحث بالاستعانة ببرنامج Hyfran

الشكل (12): منحني التوزيع الاحتمالي لبيانات محطة المطر



المصدر من عمل الباحث بالاستعانة ببرنامج Hyfran

2.3.2 : تصميم منحنيات كثافة الأمطار IDF Curves :

نظرا لعدم إمكانية الحصول على بيانات الشدة المطرية من محطة دھوك الموجودة ضمن منطقة الدراسة ، لذا فقد تم اشتقاق IDF Curves اعتماداً على بيانات الأمطار اليومية ، وذلك باتباع عدة خطوات كالتالي⁽¹⁾ :

- 1- يتم اجراء التحليل الاحصائي لمجموعة من بيانات أقصى مطر يومي حاصل عليها من المحطة وتقدير كميات الأمطار اليومية القصوى للتوزيعات الإحصائية المختلفة كما تم في الخطوة السابقة ؛ إذ توصل الباحث الى إن أفضل طريقة توزيعية كانت طريقة Exponential .
- 2- يتم اختيار اكر قيمة للأمطار اليومية من التوزيعات السابقة التي أجريت عند الأزمنة التكرارية المختلفة والتي كانت (2-3-5-10-15-20-25-30-50-100) .

(1) اشرف أحمد علي عبدالكريم ، مصدر سابق ، ص 120 .

- 3- تصحيح القيم التي تم الحصول عليها وذلك بضرب القيمة بمعامل امان قدره 1.14 .
- 4- استخراج قيمة الأمطار لفترات زمنية قصيرة متمثلة ب (10-20-30) دقيقة فضلاً عن (1-2-3-6-12-24) ساعة كنسبة من قيمة المطر اليومية التي سبق وتم حسابها للزمن التكرارية المختلفة باستخدام Bells Ratios وكما تم توضيحها في الجدول (19) وباعتماد المعادلة التالية :

$$B * XT \quad \text{إذ أن :}$$

B = القيم الموجودة في (الجدول 19) حسب نسبة معدل بيل

XT = القيمة الناتجة في النقطة رقم (3)

الجدول (19) : النسبة المئوية لقيمة الأمطار عند المدة الزمنية المختلفة Bells Ratios

مدة (دقيقة)	10	20	30	60	120	180	360	720	1440
معدل بيل	0.2	0.279	0.343	0.435	0.565	0.626	0.75	0.877	1

المصدر : اشرف أحمد علي عبدالكريم ، محمد إبراهيم محمد شرف ، النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول ، العبيكان للنشر والتوزيع ، المملكة العربية السعودية ، 2018 ، ص 120 .

- 5- أمّا في ما يخص قيم منحنيات الكثافة (المدة) التكرار الموضحة ب الجدول (20) باستخدام المعادلة التالية :

$$I = (XT * B) / (T/60)$$

إذ أن :

I = كثافة سقوط المطر (مم / ساعة)

$$Hyfran XT * 1.14 = XT$$

B = القيم الموجودة في الجدول (19) حسب نسبة معدل بيل

T = المدة (ثانية)

وبتطبيق المعادلة أعلاه نحصل على قيم منحنيات الكثافة التكرارية لفترات الرجوع لمختلفة لمحطة دھوك .
(الجدول 20) .

الجدول (20) : يوضح قيم منحنيات الكثافة (المدة) التكرار لفترات رجوع مختلفة لمحطة دهاوك

مدة / دقيقة									فترات	قيم
1440	720	360	180	120	60	30	20	10	التردد	التوزيع
2.47	4.33	7.41	12.37	16.75	25.79	40.67	49.62	71.14	2	52
3.03	5.32	9.09	15.18	20.55	31.64	49.89	60.88	87.28	3	63.80
3.74	6.56	11.21	18.72	25.35	39.03	61.55	75.09	107.66	5	78.70
4.70	8.25	14.11	23.55	31.88	49.09	77.42	94.46	135.43	10	99
5.27	9.25	15.82	26.40	35.75	55.04	86.81	105.91	151.85	15	111
5.65	9.91	16.96	28.31	38.32	59.01	93.06	113.55	162.79	20	119
5.99	10.50	17.96	29.97	40.58	62.48	98.54	120.23	172.37	25	126
6.22	10.91	18.67	31.16	42.19	64.96	102.45	125.00	179.21	30	131
6.94	12.16	20.81	34.73	47.02	72.40	114.18	139.31	199.73	50	146
7.89	13.83	23.66	39.49	53.46	82.32	129.82	158.39	227.09	100	166

المصدر : اعتماداً على معادلة منحنيات الكثافة IDF Curve

وأخيراً يتم استنتاج قيم عمق المطر كما في الجدول (21) ، الشكل (13) بالتعويض في المعادلة كالاتي:

$$D = (I * T) / 60$$

إذ أن :

$$D = \text{عمق التساقط المطري ملم} \quad I = \text{كثافة سقوط المطر مم/ساعة}$$

$$T = \text{المدة / بالثانية}$$

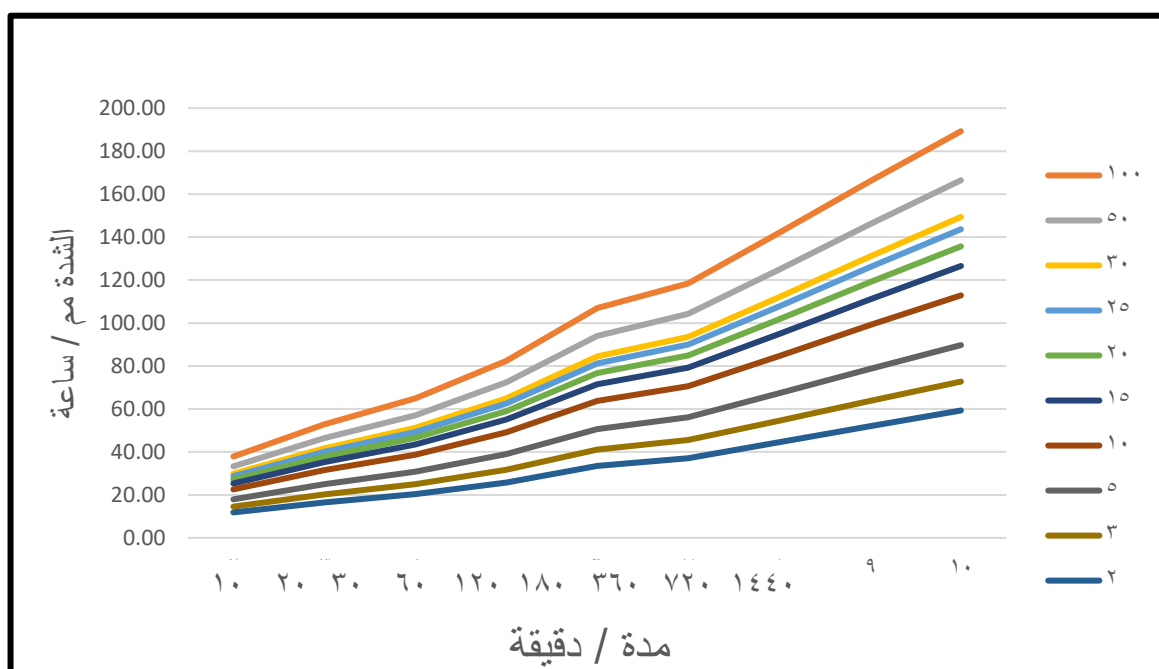
ويستدل من ذلك ان أعماق الامطار الساقطة في منطقة الدراسة ولفترات رجوع مختلفة ذات قيم هيدرولوجية فعالة ، وتزداد فعاليتها اكثر عندما تكون السطوح المستقبلية لهذه الأعماق المطرية هي سطوح كتيمة متمثلة بالمناطق الحضرية ، مما تعطي فرصة عالية نحو استجابة جريانية عالية من خلال تحويل معظم التساقطات الى جريانات سطحية .

الجدول (21): عمق الأمطار لفترات رجوع مختلفة لمحطة دهوك

مدة / دقيقة	فترات التردد								
	1440	720	360	180	120	60	30	20	10
2	59.28	51.99	44.46	37.11	33.49	25.79	20.33	16.54	11.86
3	72.73	63.79	54.55	45.53	41.09	31.64	24.95	20.29	14.55
5	89.72	78.68	67.29	56.16	50.69	39.03	30.77	25.03	17.94
10	112.86	98.98	84.65	70.65	63.77	49.09	38.71	31.49	22.57
15	126.54	110.98	94.91	79.21	71.50	55.04	43.40	35.30	25.31
20	135.66	118.97	101.75	84.92	76.65	59.01	46.53	37.85	27.13
25	143.64	125.97	107.73	89.92	81.16	62.48	49.27	40.08	28.73
30	149.34	130.97	112.01	93.49	84.38	64.96	51.22	41.67	29.87
50	166.44	145.97	124.83	104.19	94.04	72.40	57.09	46.44	33.29
100	189.24	165.96	141.93	118.46	106.92	82.32	64.91	52.80	37.85

المصدر: اعتماداً على معادلة استخراج قيمة العمق المطري لفترات رجوع مختلفة

الشكل (13): منحنيات الكثافة (المدة) التكرار لمحطة دهوك المناخية



المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول 21 وبرنامج Hyfran & Excel

4.2 تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض الداخلة في منطقة الدراسة :

يطلق مصطلح (مورفومترية) على كل عملية تحليل رقمي لظاهرة من الظواهر التي توجد على سطح الأرض من بيانات تم الحصول عليها من الخرائط الطبوغرافية ، والتي في الغالب تكون مستقاة من الصور الجوية والفضائية ونماذج الارتفاع الرقمي فضلاً عن الاعمال والقياسات الحقلية⁽¹⁾ . وفي الدراسات الهيدرولوجية يتطلب دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف لأنها تعطي مؤشرات هيدرولوجية مهمة .

تقطع حدود منطقة الدراسة حوضين رئيسيين هما حوض وادي هشكرو وحوض وادي گرمافا ، الخريطة (19) فضلاً عن أحواض تصريف ثانوية صغيرة ، وقد ركز الباحث على دراسة حوضي (هشكرو وگرمافا) بوصفهما الحوضين الأكبر ، كما ان منطقة الدراسة تعتبر منطقة مصب لكلا الحوضين ، اذ ينتهي كلا الحوضين بالرتبة الخامسة كما انهما يغطيان الجزء الأكبر من منطقة الدراسة ؛ إذ يلتقي مصب كليهما في مركز المدينة برتبة نهريّة خامسة ليكونا معنا رتبة نهريّة سادسة تحت تسمية وادي دهوك ، الخريطة (19) ليكمل طريقه باتجاه الجنوب الغربي حتى يخرج من منطقة الدراسة وينتهي بمصبه في بحيرة سد الموصل . وفيما يلي توضيح لأهم الخصائص أحواض التصريف في منطقة الدراسة .

1.4.2 : الخصائص المساحية وابعادها :

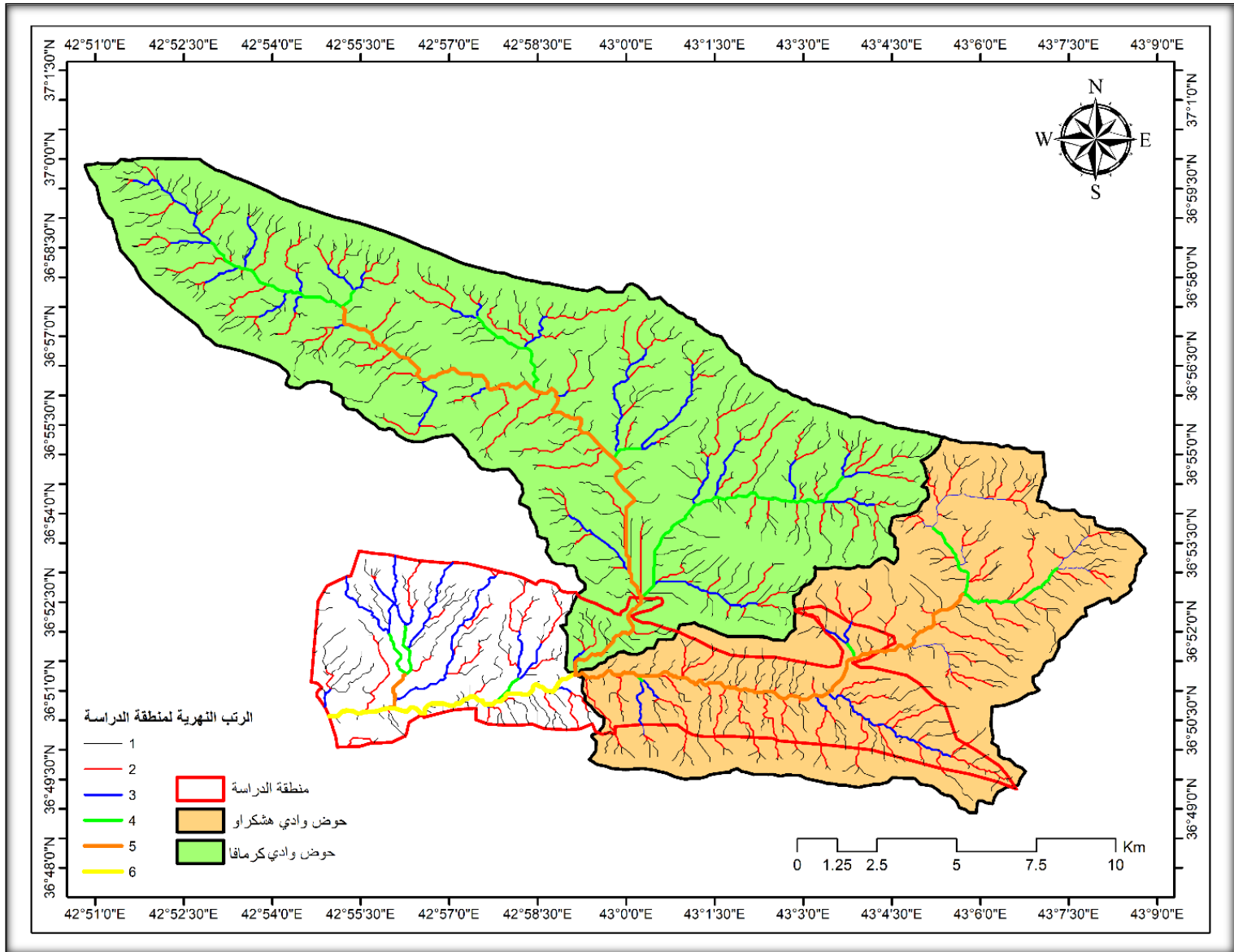
1.1.4.2 المساحة :

تعتبر المساحة واحدة من الخصائص المهمة جدا والتي يجب اخذها بنظر الاعتبار عند عمل دراسات الهيدرولوجية ، فكلما اتسعت مساحة الحوض وأصبحت أكبر حجماً زادت فيها كميات المياه التي تستقبلها من المناطق المرتفعة والمناطق المحيطة بها ما يعني زيادة القدرة على الجريان السطحي مع بقاء المتغيرات الأخرى مثل شدة درجة الانحدار ، أو كمية المياه ، أو نوع الصخر وغيرها ، كما توجد علاقة طردية بين كمية الفاقد من المياه ومساحة الحوض ؛ إذ أن المساحة تؤثر في مقدار الفيضان وحجمه ، فكلما زادت

(1) ادريس علي سليمان الودعاني ، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) ، مجلة جامعة جازان ، المملكة العربية السعودية ، المجلد 3 ، العدد 1 ، 2014 ، ص 30 .

مساحة الحوض المائي كلما زادت معها الفترة الزمنية للتصريف وبالتالي قلة احتمالية حدوث الفيضان فضلاً عن زيادة المساحة التي يقابلها زيادة نسبة الفاقد المائي .

الخريطة (19) : الشبكة التصريفية لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على DEM تم الحصول عليه من موقع USGS وبرنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

ومن الخريطة (19) نجد أن الأحواض التي تعتبر منطقة الدراسة جزءاً منها متفاوتة من حيث المساحة وكما موضح في الجدول (22) ، وكما أسلفنا فإن نسبة الخطورة تقل كلما كانت مساحة الحوض كبيرة ولاسيما في حالات عدم تتابع العواصف المطرية عليها مع ثبات المتغيرات الأخرى ، ويرجع السبب لكبر المساحة فضلاً عن ارتفاع قيمة الفاقد بها ، وعلى العكس من ذلك فإن الأحواض ذات المساحات

الصغيرة تشكل خطراً أكبر بسبب قلة الفاقد في مياهها ، وهذا ما نراه في الجزء الموجود في منطقة الدراسة من حوض وادي گرمافا.

الجدول (22) : مساحة الأحواض في منطقة الدراسة ونسبها المئوية

اسم الحوض	المساحة / كم ²	المساحة داخل منطقة الدراسة / كم ²	نسبة المساحة التي يشغلها داخل منطقة الدراسة %
وادي گرمافا	137.06	3.99	6.44
وادي هشكرو	81.01	25.76	41.56

المصدر: اعتماداً على الخريطة 19 وبرنامج ArcMap 10.8

2.1.4.2 أطوال الأحواض :

يمكن تعريف طول الحوض المائي على انه المسافة المقاسة لمحور الحوض من بداية منبعه وصولاً الى المصب ، ولأطوال الأحواض أهمية بالغة في الدراسات الهيدرولوجية للواديان المائية ؛ إذ تلعب دوراً مهماً في تحديد مدى احتمالية حدوث السيول من عدمه ، فكلما كان طول الحوض قصيراً زاد من سرعة احتمالية حدوث الفيضانات والعكس صحيح ، فقصر طول الحوض يعني قلة الفاقد من المياه بواسطة التبخر ، فضلاً عن انخفاض زمن التصريف .

يمكن قياس طول الأحواض من خلال خط مواز للمجرى الرئيس من بداية منبعه وصولاً الى المصب على أن يوازي هذا الخط المجرى الرئيس وتسمى هذه الطريقة بطريقة (Schumin) ، ويسمى بطول الحوض الحقيقي ، كما أن هنالك ما يسمى بطول الحوض المثالي وهو مسافة الخط المستقيم الذي يرسم ابتداءً من المصب ووصولاً الى ابعد نقطة تتبع منها مياه الحوض (1) .

كما يمكن حساب طول الحوض الحقيقي من خلال المعادلة الآتية (2) :

(1) أحمد حسين حسين ، تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة غرب محافظة نينوى ، مجلة جامعة كركوك / الدراسات الإنسانية ، المجلد 14 ، العدد 2 ، 2019 ، ص 287 .

(2) Schumin, S. A. (1956) Evolution of drainage systems and slopes in badland and perth embay new jersey geol sos. Am. bull., vol 67, p.612 .

$$\text{طول الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{عرض الحوض}}$$

وقد اتبع الباحث في قياس أطوال الأحواض في هذه الدراسة على طريقة (Schumin) ، اعتماداً على DEM بعد استخدامه في بيئة عمل برنامج ArcMap v10.8.1 واستخدام الأداة (Snapping) لقياس طول المجرى ، وباستخدام هذه الطريقة تم الحصول على أطوال الأحواض وكما في الجدول (23) .

الجدول (23) : أطوال الأحواض في منطقة الدراسة

الحوض	طول الحوض اعتماداً على المعادلة / كم	طول الحوض باستخدام ArcMap / كم	الطول المثالي / كم	طوله في منطقة الدراسة / كم	نسبة طوله في منطقة الدراسة الى الطول الكلي / كم
گرماقا	28.32	28.33	19.78	3.62	12.77
هشکرو	19.95	19.97	14.39	9.80	49.07

المصدر : اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

3.1.4.2 عرض الحوض :

المقصود بعرض الحوض هو عرض المسافة المستقيمة العرضية في محيط الحوض متمثلة بأبعد نقطتين فيه⁽¹⁾ . وتعد عمليات قياس عرض الحوض من العمليات الصعبة جداً ولا سيما إذا كان هنالك تباين في أشكال الأحواض المائية أو كثرة التعرجات في محيطها ، ومن المعروف أن الوديان التي تمتاز بالطول قياساً بعرضها تتميز بالقدرة على إيصال مياهها إلى المجرى الرئيس بأوقات مختلفة وبالتالي استمرار عملية الجريان السطحي لتلك المياه لفترة أطول مع انخفاض إمكانية حدوث الفيضان ، وذلك لتركز تلك المياه وعدم تشتتها . ويمكن قياس عرض الحوض بعدة طرق ومنها أن يتم رسم عدة خطوط متوازية من بداية المصب وصولاً إلى المنبع ثم حساب متوسط مجموع أطوالها الذي يمثل اتساع الحوض ، كما يمكن قسمة

(1) حنان عبدالكريم عمران ، حسين كريم حمد الساعدي ، مورفومترية حوض وادي الكروي (شرقي محافظة واسط) ، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية ، المجلد 28 ، العدد 2 ، 2020 ، ص 92 .

الطول على المساحة للحصول على عرض الحوض ، وبالإمكان أيضا حساب أقصى اتساع والذي يتمثل بابتعد نقطتين متقابلتين عن محور الحوض⁽¹⁾ . ولقد اتبع الباحث المعادلة التالية للحصول على عرض الحوض وهي :

$$\text{متوسط عرض الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

وبتطبيق المعادلة على الأحواض التي توجد أجزاء منها في منطقة الدراسة تبين أن عرض حوض وادي گرمافا وصل الى (4.84) كم ، بينما بلغ متوسط عرض حوض وادي هشكرو (4.06) كم .

4.1.4.2 : محيط الحوض :

يتحدد كل حوض مائي بخط مغلق يحيط به ، ويفصله عن الأحواض المجاورة ، ويسمى هذا الخط الفاصل بين الأحواض بحدود الحوض أو محيط الحوض أو يدعى خط تقسيم المياه⁽²⁾ . فهو خط فاصل بين حوض التصريف ، والأحواض المحيطة به ، ويمكن قياس محيط الأحواض بطرق تقليدية كاستخدام عجلة القياس أو المقسم ، كما يمكن قياسه بالحصول على نموذج ارتفاع رقمي للحوض والمناطق المحيطة ثم استخدام احد برامج GIS للحصول عليها ، وقد استطاع الباحث قياس محيط الحوض اعتماداً على نموذج ارتفاع رقمي للمنطقة واستخدامه في برنامج ArcMap v10.8.1 ، وقياس المحيط للأحواض الموجودة في منطقة الدراسة وكانت النتيجة بلوغ محيط حوض وادي گرمافا (65.50) كم بينما بلغ محيط حوض وادي هشكرو (49.98) كم ، الجدول (24) .

ومن الواضح انه بازدياد التدرجات لخط تقسيم المياه يزداد محيط الحوض طولاً ، والعكس صحيح ، كما إن صغر محيط الحوض يجعل الوادي أكثر خطورة بسبب ارتفاع صافي الجريان ، وقلة الفاقد من المياه ، وتكرار حدوث السيول القوية ، ويؤخذ بنظر الاعتبار كمية الغطاء النباتي ونوع الصخور ، وذلك لما لها من تأثير ودور كبير في التحكم بكمية الفاقد المائي .

(1) غزوان سلوم ، حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية) ، مجلة جامعة دمشق ، المجلد 28 ، العدد الأول ، 2012 ، ص403 .

(2) رياض عبدالقادر بلديه ، الهيدرولوجيا ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الهندسة الزراعية ، سوريا ، 2017 ، ص139.

الجدول (24) : الخصائص المساحية للأحواض المدروسة في منطقة الدراسة

اسم الحوض	المساحة/كم ²	الطول الحقيقي / كم	الطول المثالي / كم	عرض الحوض / كم	محيط الحوض / كم
كرمافا	137.06	28.33	19.78	4.84	65.50
هشكرو	81.01	19.97	14.39	4.06	49.98

المصدر : اعتماداً على برنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

2.4.2 : الخصائص الشكلية للأحواض في منطقة الدراسة :

أن أهمية دراسة شكل الحوض المائي تأتي من خلال ربط ذلك بالخصائص الهيدرولوجية لنظام التهطل الذي يفرض شروطه على أنظمة الجريان السطحي ، وتعد معرفة شكل الحوض مهمة للغاية في تحديد خصائص قمة الفيضان ، وما يحتاجه ذلك من حيلة وإجراءات معينة لتلافي أخطاره ، ولاسيما في مناطق الأحواض الجبلية كما في حالة دراستنا هذه ؛ إذ تتميز بالانحدار الشديد لسطحها وكثرة وعورته ، ما ينعكس بشكل كبير على كمية المياه الجارية وكمية الرواسب التي يحملها. وتشمل الدراسة الخصائص الشكلية الآتية :

1.2.4.2 معامل الاستدارة :

يدل معامل الاستدارة من اسمه على مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم ويمكن حساب معامل الاستدارة اعتماداً على معادلة (Miller)⁽¹⁾ والتي هي كالآتي :

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{\left(\frac{22}{7} * \text{مساحة الحوض}\right)^4}{(\text{محيط الحوض})^2}$$

وكلما اقترب ناتج هذه المعادلة من رقم (1) الصحيح دل على أن استدارة الحوض المائي قريب من الشكل الدائري ، بينما كلما اقترب من الرقم (0) دل ذلك على أن استدارة الحوض أقرب إلى الاستطالة وتخرج وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه فيه ، مما يسمح بحدوث عمليات الأسر النهري في المناطق

(1) Miller V. C., (1953) A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, VA. and ten , P4-9 .

المجاورة أو المتداخلة بين أحواض التصريف المختلفة ، كما أن دلالة الشكل المستطيل تشير الى تأخر المياه في الوصول من مناطق المنابع نحو المصب كما أنها تشير الى انخفاض الفيضانات وتأخر زمن التركيز . بينما دلالة الشكل المستدير تشير الى تقدم المرحلة الجيومورفولوجية وتوسعها بنفس الآلية ، وتكون زمن التركيز قليل وترتفع فرصة وصول المياه الى المصب ؛ إذ أن الأنهار تقوم بتعميق وحفر مجاريها ثم تبدأ بعدها بعمليات توسيعها⁽¹⁾ . زد على ذلك أن الأحواض المستديرة تتجمع فيها مصبات غالبية الروافد في منطقة مركزية واحدة وهذا يعني أن حدوث أي جريان في الحوض فان مياهه تصل في وقت واحد الى المصب وهو ما يؤدي الى زيادة في احتمالية حدوث السيول وعلى العكس من ذلك فان استطالة الحوض تعني جريان المياه بشكل أكثر انتظاماً .

وبتطبيق المعادلة أعلاه على الأحواض المدروسة نجد أن نسبة الاستدارة في كلتا الحوضين كانت مطابقة تقريباً فحوض وادي گرمافا هي (0.401) ، أما حوض وادي هسكرو فأنها (0.407) ، الجدول (25) وهذا يدل على أن شكل الحوضين أقرب ما يكون الى المستطيل منه الى الاستدارة وبالتالي فان المياه لا تصل بوقت واحد الى المصب كما أن استطالة الحوضين يعني ببطء حركة المياه فيها وبالتالي قلة احتمالية حدوث الفيضانات .

2.2.4.2 : معامل الشكل :

يمكن تعريف معامل الشكل على انه النسبة بين مربع طول الحوض ومساحة الحوض ، وهو يعطي مؤشراً لمدى تناسق أجزاء الحوض ، ومدى انتظام الشكل العام له كما انه يشير الى كثافة الجريان السطحي في حوض معين ، وان قيمته يجب أن تكون أقل من 0.7854 دائماً وهذا الرقم هو القيمة التي تتطابق مع حوض بشكل دائري تماماً⁽²⁾ .

ان الأحواض ذات القيمة المرتفعة في معامل الشكل تكون عرضة للفيضانات لأنها تواجه جريان مائي بكمية مرتفعة لفترة زمنية قصيرة ، وان الأحواض التي تمتلك قيم مرتفعة يكون شكلها قريب من الشكل

(1) جودة حسنين جودة ، محمود محمد عاشور ، وآخرون ، وسائل التحليل الجيومورفولوجي ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، 1991م ، ص 318 .

(2) أحمد ياسين علي وآخرون ، التحليل المورفومتري لحوض وادي كارفين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة وادي النيل للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية والتربوية ، بدون عدد ، بدون سنة ، ص 275 .

المستطيل. بينما الأحواض التي تمتلك معامل شكل بقيمة منخفضة أقل عرضة للفيضانات ، لأنها تواجه جرياناً مائياً بقيمة منخفضة ولفترة زمنية طويلة ، وذلك يحدث بسبب القيمة المنخفضة التي تعني ازدياد الطول النسبي لأحد جوانب الحوض على حساب الجوانب الأخرى وهو ما يجعل شكل الحوض يبدو قريباً من الشكل المثلث ، ويمكن الحصول على معامل الشكل من المعادلة الآتية⁽¹⁾ :

$$\text{معامل الشكل} = \frac{(\text{مساحة الحوض})}{(\text{طول الحوض})^2}$$

وبتطبيق المعادلة على الحوضين المدروسين نجد أن قيمة معامل الشكل لحوض وادي گرمافا هي (0.171) بينما بلغت قيمة معامل الشكل لحوض وادي هشكرو (0.203) ، تدل القيم المنخفضة على صغر المساحة نسبةً الى طول الحوض ، مما يجعل شكل الحوض يقترب من الشكل المثلث ، وبما أن قاعدة المثلث تكون في منطقة المصب فإن ذلك يدل تجمع المياه في منطقة المنبع لتشكل قمة سيلية قوية في منطقة المصب وسيولا عارمة وازدياد فرص حصول الفيضانات فيها .

3.2.4.2 : معامل الاستطالة :

يدل معامل الاستطالة على مدى الشبه بين الشكل المستطيل ومساحة الحوض ، ويعد هذا المعامل من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس شكل حوض التصريف المائي . ويمكن حسابه من خلال تطبيق المعادلة التي وضعها (Strahler)⁽²⁾ هي كالآتي :

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض}}{\text{أقصى طول للحوض}}$$

يكون ناتج هذه المعادلة دائماً بين (0 - 1) وكلما كان الناتج قريباً من رقم الصفر دل ذلك على أن شكل الحوض قريب الى الشكل المستطيل . وتختلف نسب قيم الاستطالة هذه عبر تشكيلة واسعة من التنوع المناخي والجيولوجي . ويمكن تصنيف القيم الناتجة من المعادلة أعلاه الى خمس فئات رئيسية وهي من

(1) حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجيا ، عمان ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، الطبعة الأولى ، 2007 ، ص 181 .

(2) Strahler, A. N., (1957) , Quantitative Analysis of watershed geomorphology, mer. Geophys union trans, 38(6), p. 918.

(1-0.9) هي دائرية ومن (0.8-0.89) هي بيضوية ومن (0.7-0.79) هي قليلة الاستطالة ومن (0.69-0.5) هي مستطيلة في حيد أن القيم الأقل منهم أي من (0-0.49) تعتبر شديدة الاستطالة⁽¹⁾ . بلغت قيمة حوض وادي گرمافا (0.73) ، بينما قيمة حوض وادي هسكرو بلغت (0.79) والتي تشير الى أن الأراضي في هذه الأحواض هي قليلة الاستطالة .

4.2.4.2 : معامل الاندماج :

يتشابه معامل الاندماج مع معامل استدارة الحوض ، ولكن الشكل يقاس في هذه الحالة بدلالة محيط الحوض كاساس للمقارنة والقياس بدلا من مساحة الحوض كما في معامل الاستدارة ، يدل معامل الاندماج الى مدى توافق أو تجانس مساحة الحوض مع شكل محيط الحوض ، ومدى انتظام وتعرج خطوط تقسيم المياه وأيضا مدى ابتعادها عن المركز ، ويمكن الحصول على هذا المعامل من خلال المعادلة الاتية⁽²⁾

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض}}{\sqrt{\frac{22}{7}} * \text{مساحة الحوض}}$$

يدل معامل الاندماج على مدى تقدم الحوض المائي في انجاز دورة حياته التحتاتية ، فالقيم المنخفضة تشير الى أن الحوض قد قطع شوطا كبيرا من مراحل تطوره التحتاتي ، تشير قيمة معامل الاندماج التي تساوي (1) أن الحوض يسلك سلوك الحوض الدائري ، بينما القيمة أكبر من (1) تشير الى مزيد من الانحراف عن الشكل الدائري وهذا يعني توفر وقت أطول لحدوث قمة تركيز للمياه في الحوض قبل الوصول الى ذروة الجريان . وإذا وصلت القيمة الى (1.28) فإن المعامل يكون اقرب الى المربع ومن الممكن أن يزداد الرقم ليتجاوز (3) وحينها يعتبر الحوض مستطيلا أو ممدودا جدا⁽³⁾ . من تطبيق المعادلة أعلاه نجد

(1) Ali, S.A.; M. Alhamed; and U. Ali. 2016. Morphometric Analysis of Abdan Basin, Almahfid Basement Rock, Yemen: using Remote Sensing and GIS. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS:pp. 1605–1617.

(2) جودة حسنين جودة ، محمود محمد عاشور ، وآخرون ، ص 320 .

(3) Madhu, Ayya Raju, and Naresh Kumar, 2015 , morphometric properties of allagadda area, kurnool district, andhra pradesh, india. using cartosat-1 dem with gis, Innoriginal International Journal of Sciences , Volume 2 , Issue 6 , P 16 .

أن قيمة معامل الاندماج لحوض وادي گرمافا هي (3.16) ، أما حوض وادي هشكرو فوصلت قيمة معامل الاندماج فيه الى (3.13) ، تدل هذه الأرقام للحوضين على كبر محيطها على حساب مساحتها الكلية ، حيث تقل درجة انتظام شكل الحوض وتزيد التعرجات في محيطه ، فضلاً عن اشارتها الى شكل الحوض الذي يكون أقرب الى المستطيل اكثر من غيره من الاشكال .

يتضح من ما قمنا بتطبيقه من المعاملات الشكلية ومن الجدول (25) الذي يبين قيم جميع المعاملات الخاصة بالشكل إن كل الخصائص الشكلية التي توصلنا اليها هي نتائج معززة لبعضها البعض ، ونستدل منها أن شكل الحوضين المدروسين قريب الى الشكل المستطيل أكثر منه الى الأشكال الأخرى ، كما أن خطوط تقسيم المياه فيها متعرجة ، متصفة بجريان منتظم من الناحية الزمانية وبقيمة تصريف منخفضة مقارنة مع الأشكال الحوضية الدائرية أو القريبة من الدائرية .

الجدول (25) : قيم الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة

اسم الحوض	الشكل	الاستدارة	الاستطالة	الاندماج
گرمافا	0.171	0.401	0.73	3.16
هشكرو	0.203	0.407	0.79	3.13

المصدر : اعتماداً على المعادلات المذكورة آنفاً

3.4.2 : الخصائص التضاريسية للأحواض في منطقة الدراسة

تعد خصائص سطح الحوض ذات علاقة وثيقة بالجريان السطحي ، وتبرز أهمية دراسة تضرس الاحواض التصريفية كنتيجة لنشاط عمليات التعرية ، وقوتها ، واثر اختلاف صلابة التكوينات الجيولوجية على ذلك النشاط ، فالأحواض التي يكون انحدارها قليلاً تزداد فيها فرص ضياع المياه بسبب التبخر والتسرب ، وعلى العكس من ذلك فإن الأحواض التي يكون انحدارها شديداً تزيد من سرعة الجريان بها ما يؤدي الى تقليل الفاقد من المياه بسبب التبخر والتسرب وهذا في حال ثبات العوامل الأخرى .

من المعاملات التي اعتمدها الباحث للتعرف على الخصائص التضاريسية :

1.3.4.2 التضرس الأقصى :

ويسمى أيضا بالمدى التضاريسي كما يطلق عليها بتضرس حوض التصريف ، ويمكن الحصول عليه من خلال إيجاد الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض ، وهو يشير بصورة مباشرة الى مدى التغير في الارتفاع والانخفاض على سطح حوض التصريف ، أو درجة انحدار الحوض وكلما كانت نسبة التضرس الأقصى كبيرة كلما دل ذلك على شدة في تضرس حوض التصريف ، ويتم حسابه وفق المعادلة التالية⁽¹⁾ :

التضرس الأقصى = منسوب أعلى نقطة في الحوض - منسوب أدنى نقطة في الحوض

تم الحصول على بيانات الارتفاع والانخفاض للأحواض المدروسة من نموذج الارتفاع الرقمي DEM الذي تم الحصول عليه من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ، وبعد تطبيق المعادلة لكلا الحوضين توصل الباحث الى النتائج كما في الجدول (26) .

الجدول (26) : التضرس النسبي والارتفاعات في أحواض وديان منطقة الدراسة

التضرس الأقصى	أقصى ارتفاع	أدنى ارتفاع	الحوض
832	1342	510	وادي گرمافا
822	1332	510	وادي هشكرو

المصدر : اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

نستنتج من الجدول بان قيمة التضرس الأقصى لكلا الحوضين المدروسين كبيرة جدا مما يعني وجود انحدارات متباينة بين شديدة وخفيفة كما أن هذه النسبة تؤثر في مجمل العمليات الهيدرولوجية ، حيث تزداد في كثير من المناطق سرعة الجريان للمياه كما تقل فيها نسب التبخر والرشح ما يزيد من نشاط اثر السيول على المناطق التي تتكون فيها .

(1) جودة حسنين جودة ، محمود محمد عاشور ، وآخرون ، وسائل التحليل الجيومورفولوجي ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، 1991م ، ص 324 .

2.3.4.2: معدل التضرس :

يدل معامل التضرس على مدى تضرس حوض التصريف نسبة الى طوله ، وهو يشير بصورة مباشرة الى شدة أو درجة انحدار سطح الحوض ، ويمكن حساب قيمة معدل التضرس لأحواض التصريف في منطقة الدراسة من خلال تطبيق المعادلة التي وضعها (Strahler) وهي كالآتي⁽¹⁾ :

$$\text{معدل التضرس} = \frac{(\text{تضرس الأقصى})}{(\text{طول الحوض})}$$

وبتطبيق المعادلة على الأحواض المدروسة توصل الباحث الى أن قيمة معدل التضرس لحوض وادي گرمافا هي (29.37) متر/كم ، بينما بلغت قيمة معدل التضرس لحوض وادي هشكرو (41.16) متر/كم ، وتعتبر القيم المرتفعة الى أن الحوض قد استطاع أن يرفع من تضرسه الا انه في بدايات دورته التحتانية ، ولا يمكن اهمال بقية العوامل الأخرى المهمة التي تساعد في زيادة أو قلة تضرس الحوض مثل نوع الصخور وكمية الأمطار الساقطة ، والمرحلة الجيومورفولوجية ، أن قيمة معدل التضرس للحوضين كلاهما تشير الى زيادة احتمالية حدوث السيول وشدة خطورتها بسبب سرعة الجريان العالية نتيجة التضرس الشديد ، ومن ثم انخفاض نسبة الفاقد من المياه سواء بالترشيح أو التبخر .

3.3.4.2: التضاريس النسبية :

تدل قيمة التضاريس النسبية على العلاقة بين كل من محيط الحوض المدروس الى التضرس الأقصى (الفرق بين قيمة أعلى نقطة واخفض نقطة في الحوض) في شكل نسبة مئوية ويمكن الحصول عليه من خلال المعادلة الآتية:⁽²⁾

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{التضرس الأقصى}}{\text{محيط الحوض}} \times 100$$

(1) مثال مبدر مصلح الحشماوي ، وآخرون ، نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عوجيلة المائي ، مجلة مداد الآداب ، تصدر عن كلية الآداب في الجامعة العراقية ، العدد الخاص بالمؤتمر 2020 ، الجزء الثاني ، ص 702 .

(2) حسن سيد أحمد أبو العينين ، حوض وادي دبا في دولة الامارات العربية المتحدة ، جغرافيته الطبيعية واثرها في التنمية الزراعية ، جامعة الكويت - الكويت ، 1990 ، ص 81 .

نجد بعد تطبيق المعادلة على الحوضين بان قيمة معامل التضاريس النسبية لحوض وادي گرمافا قد بلغ (1.27 م/كم) ، في حين انها بلغت (1.65 م/كم) في حوض وادي هشكرو ، وتشير القيم المرتفعة الى مقاومة الصخور الشديدة لعوامل التعرية والتجوية عند ثبات الظروف الأخرى ، كما أنها تعطي مؤشرا واضحا عن مساحة الحوض ؛ إذ تعتبر العلاقة عكسية بين قيم التضرس والمساحة .

4.3.4.2: معدل النسيج الحوضي (النسيج الطبوغرافي) :

يشير مصطلح النسيج الحوضي الى مدى تأثر حوض التصريف بكمية الأمطار التي تسقط في الحوض ، وكمية الجريان السيلي ، كما انه يشير الى درجة تقطع الحوض بالمجاري النهرية ، وتزداد خطورة الأحواض بزيادة قيمة نسيجها الحوضي ، وللتكوين الصخري ونوع التضاريس والنبات الطبيعي فضلاً عن درجة التسرب الدور الكبير في حساب هذا المعامل ، ويمكن حسابه اعتماداً على المعادلة التي وضعها (Smith)⁽¹⁾ . وهي كالآتي :

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{مجموع أعداد أودية الحوض من الرتب المختلفة}}{\text{محيط الحوض}}$$

ولقد صنفت (Morisawa.M.E , 1958) الأودية الى اربع فئات بحسب معدل نسيجها الطبوغرافي وكما في الجدول (27)⁽²⁾ ، وتطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة نجد أن قيمة معامل النسيج الحوضي لحوض وادي گرمافا هي (9.31 مجرى/كم) ، وهذا يعني أن الحوض يدخل ضمن الفئة الثانية التي تتميز بنوع نسيج متوسط ، وصخور ذات نفاذية عالية مع وفرة في كميات تساقط الأمطار ، والغطاء النباتي . بينما بلغت قيمة حوض وادي هشكرو (7.56 مجرى /كم) ، وهذا يعني أنه يدخل ضمن الفئة الأولى وهي الفئة التي تتميز بنوع نسيج خشن وصخور تمتاز بالنفاذية العالية مع وفرة في الغطاء النباتي .

(1) Smith K. G., (1950) "standards for grading texture of Erosional topography, Am. J. SCI, VOL, 298. P657 .

(2) Morisawa.M.E , 1958 , Measurement of Drainage Basin Outline Form, The Journal of Geology , Volume 66, Number 5 ,p160

الجدول (27) : تصنيف موريساوا للاودية النهرية في أحواض التصريف

الفئة	نوع النسيج	معدل النسيج الطبوغرافي	خصائص الحوض
الأولى	خشن	أقل من 8 مجرى / كم	صخور ذات نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي
الثانية	متوسط	8-20 مجرى / كم	نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي وتساقط الأمطار
الثالثة	ناعم	20-200 مجرى / كم	صخور غير منفذة مع كمية امطار كبيرة وقلة في الغطاء النباتي
الرابعة	ناعم جدا	أكثر من 200 مجرى / كم	صخور غير منفذة وعدم وجود نبات طبيعي مع وابل من المطر

المصدر :

- Morisawa.M.E.Measurement of Drainge Basin Outline Form,Jour,Geol,p160 .

5.3.4.2 : قيمة الوعورة :

يدل هذا المعامل على الكشف عن العلاقة بين طول مجرى حوض التصريف وبين تضرس سطح الأرض ، وانحدارها ؛ إذ إن القيم التي تكون كبيرة لهذا المعاملة تدل على شدة التضرس وسيادة التعرية المائية ، والتي تقوم بنقل المفتتات والرواسب من الجهات العليا من الحوض الى الجهات المنخفضة منه ، ويعتبر معامل قيمة الوعورة واحدة من أهم المقاييس المورفومترية التي تهتم بمعالجة العلاقة التبادلية بين متغيرين أو أكثر ، اذ انه يقيس العلاقة بين أطوال المجاري والمساحة الحوضية وبين تضرس سطح الحوض ، ويمكن إيجاد قيمة الوعورة من خلال المعادلة التالية⁽¹⁾ :

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{الكثافة التصريفية بالكم}^2 * \text{التضاريس الحوضية بالمتر}}{1000}$$

بلغت قيمة الوعورة في حوض وادي گرمافا (2.12) ، أمّا قيمة الوعورة في حوض وادي هشكرو فقد بلغت (2.20) ، الجدول (28) ، وهي قيمة مرتفعة نسبياً ، ويرجع السبب في ذلك الى ارتفاع قيمة التضرس الحوض التي وصلت لـ 1332 متراً ، كما أن للتباين التكوينية الجيولوجية وتضرس الحوض خاصة في

(1) جودة حسنين جودة ، محمود محمد عاشور ، وآخرون ، مصدر سابق ، ص 328 .

الأجزاء المرتفعة منه دورا في زيادة نسبة الوعورة هذه ، في حين ساهم في زيادة أطوال وكذلك أعداد المجاري فيها الامر الذي أدى الى زيادة الوعورة فيها .

الجدول (28) : قيم معاملات الخصائص التضاريسية للأحواض

اسم الحوض	معدل التضرس	التضرس الأقصى / متر	التضاريس النسبية	معدل النسيج الحوضي	قيمة الوعورة
كرمافا	29.37	832	1.27	9.31	2.12
هشكرو	41.16	822	1.65	7.56	2.20

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلات المذكورة .

4.4.2 : خصائص شبكات التصريف :

يقصد بشبكة التصريف الشكل العام للمجاري المائية التي تظهر في إقليم ما ، وتتوقف طبيعة التصريف على عدة عوامل رئيسية منها طبيعة انحدار سطح الأرض ، والظروف المناخية السائدة في المنطقة وتحديد كميات المطر الساقطة وفاعليته و فصليته ، فضلاً عن نوع الصخور وخصائصها من حيث النفاذية والمسامية ، وكذلك اثر الحركات التكتونية من حيث الالتواءات ، والانكسارات ، والفواصل ، وحركات التصدع ، كل هذه العوامل لها دور كبير في تحديد الشكل العام لشبكة الحوض التصريفية ، كما لها دور في تحديد نشاط مجاري الأودية ⁽¹⁾. وتسهم دراسة خصائص شبكة التصريف في معرفة خواص منطقة الحوض المائي من حيث إيجاد العلاقة بين رتب الوديان ومنطقة تصريفها من جانب ، ومن جهة أخرى بين شبكة الصرف وعلاقتها بأبعاد الحوض وخواصه الطبيعية من جانب آخر ، كما أنها تسهم في فهم صحيح للتباين في كمية التصريف المائي من حوض لآخر وبالتالي فهم استجابتها الهيدرولوجية، ويمكن دراستها على النحو التالي :

1.4.4.2 : رتب وأعداد المجاري :

تهتم الدراسات الهيدرولوجية كثيراً بدراسة وتحديد الرتب النهرية لأحواض التصريف ؛ إذ لها فائدة كبيرة عند دراسة كميات التصريف المائي الخاصة بكل وادي أو مجموعة من الأودية النهرية ذات رتبة

(1) جودة حسنين جودة ، محمود محمد عاشور ، وآخرون ، مصدر سابق ، ص 333 .

معينة ضمن حوض النهر الرئيس ، وقد تم تصنيف مجاري شبكة التصريف في أحواض منطقة الدراسة حسب تصنيف ستراهلر .

تفيد دراسة الرتب النهرية في تقدير سرعة الجريان للمياه السطحية ، ومعرفة كمية التصريف المائي لكل مجرى في المنطقة ، ؛ إذ أن زيادة عدد الرتب النهرية تدل على أن الحوض في مراحل جيومورفولوجية متقدمة ، كما أن زيادتها تدل على احتمالية في زيادة الصرف المائي ، مما ينعكس على عمليات الارساب والتعرية المائية للوادي وتشكل مظاهر جيومورفولوجية أرضية مختلفة .

توصل الباحث بعد الاعتماد على برنامج ArcMap v10.8.1 ، ونموذج الارتفاع الرقمي الى الرتب النهرية لكلا الحوضين المدروسين وكما في الجدول (29) ؛ إذ بلغ عدد الرتب النهرية لكلا الحوضين خمس رتب نهرية بينما بلغ مجموع عدد المجاري المائية في حوض وادي گرمافا (610) مجراً مائياً بينما بلغ عددها في حوض وادي هشكرو عدداً أقل إذ وصل الى (378) مجراً مائياً ، الخريطة (20) ، ويلتقي كلا الحوضين في وسط منطقة الدراسة في مصبها ليتحداً معا ويكونا وادي دهوك الرئيس متمثلاً بالمرتبة السادسة الى أن يخرج من منطقة الدراسة باتجاه سد الموصل .

نستنتج من الجدول (29) بأن أكثر نسبة من أعداد المجاري حظيت بها مجاري الرتبة الأولى ، ؛ إذ تعتبر الرتب الأولى هي التشكيلة الأولى لشبكة التصريف في الأحواض المائية ، حيث إنها تتطور بسرعة وبأعداد كبيرة وباتجاهات عشوائية تبعاً لدرجة واتجاه انحدار سطح الأرض بعد التساقط المطري ، حيث بلغ عددها (445) مجرى في حوض وادي گرمافا ما نسبته (72.95%) من مجموع أعداد المجاري في الحوض ، بينما بلغت (279) مجرى ما نسبته (73.81%) في حوض هشكرو ، ثم يقل عدد هذه المجاري وتزداد أطوالها بفعل عمليات الاندماج والاسر النهرية مكونةً رتباً نهرية أعلى ، تلتها أعداد المجاري من الرتبة الثانية ؛ إذ بلغت (129) مجراً في حوض گرمافا بنسبة (21.14%) بينما بلغت (78) مجرى ما نسبته (20.63%) في حوض هشكرو ، أما أعداد مجاري الرتبة الثالثة فبلغت في حوض گرمافا (30) مجراً وفي هشكرو (16) مجراً مشكلة ما نسبته (4.92% - 4.23%) على التوالي ، بلغت أعداد مجاري الرتبة الرابعة (5) مجاري بنسبة (0.82%) في حوض گرمافا في حين انها بلغت (4) مجاري ما نسبته (1.06%) في حوض هشكرو ، وينتهي كلا الحوضين برتبة نهرية خامسة بما نسبته (0.16%) في حوض گرمافا و (0.26%) في حوض هشكرو .

الجدول (29) : أعداد ورتب الأودية في أحواض منطقة الدراسة ونسبها

الرتب النهرية	أعداد المجاري في حوض گرماقا	النسبة المئوية	أعداد المجاري في حوض هشكرو	النسبة المئوية
1	445	%72.95	279	%73.81
2	129	%21.14	78	%20.63
3	30	%4.92	16	%4.23
4	5	%0.82	4	%1.06
5	1	%0.16	1	%0.26
المجموع	610	%100	378	%100

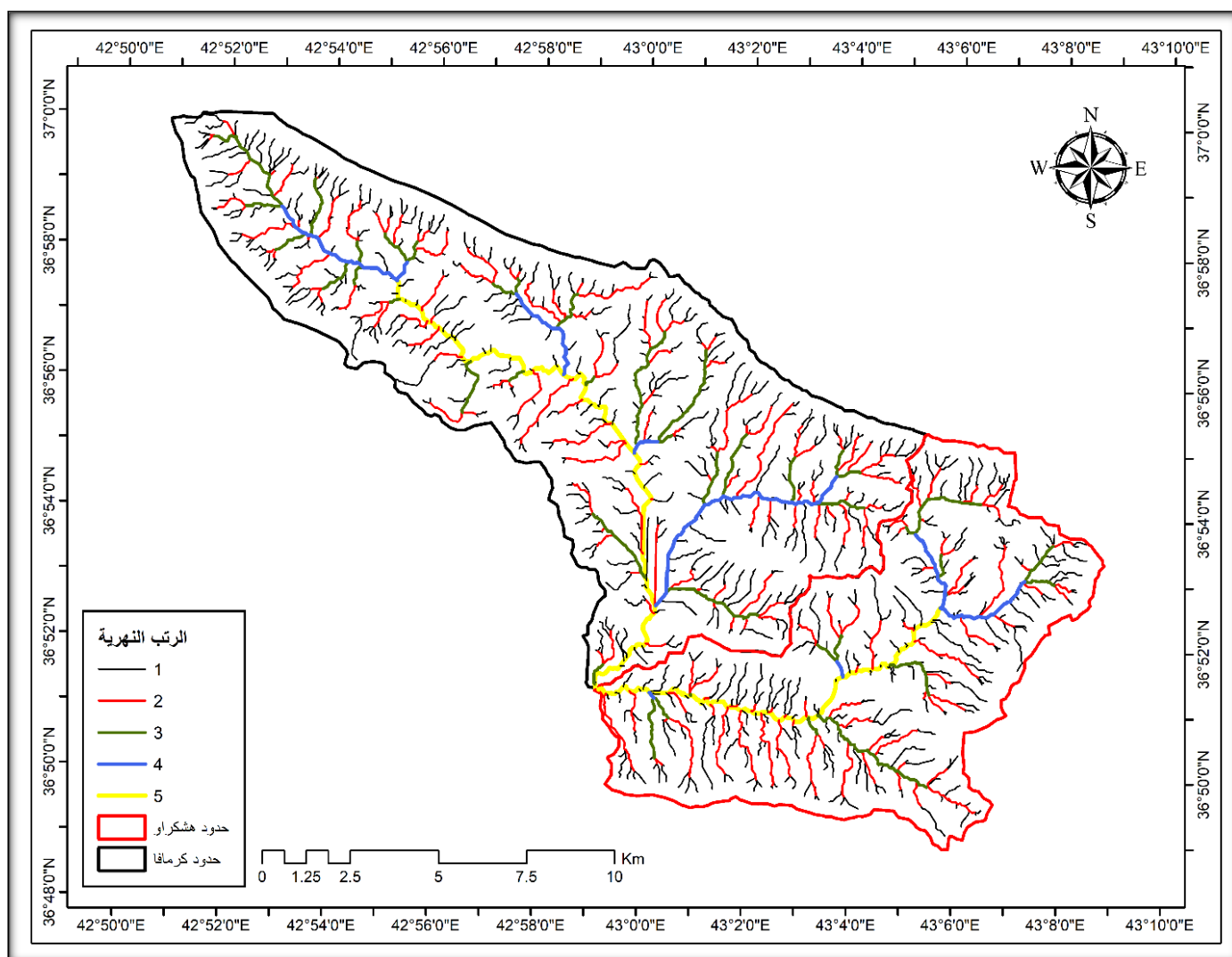
المصدر : اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

2.4.4.2 : أطوال المجاري :

تفيد دراسة أطوال المجاري في تحديد سرعة الجريان التي تقل كلما زاد طول المجرى ، خصوصا أن كانت الأطوال مقرونة بالاتساع ، حيث تزداد كمية المياه الضائعة عن طريق الترشيح أو التبخر ، بالتالي تقل كمية الرواسب التي تصل الى المروحة الفيضية للوادي ، وبالتأكيد فالعكس يحدث عندما يتميز الوادي بقلّة طول مجراه ، وهذا يعني أن لأطوال المجاري اثرا كبيرا في رسم شكل الحوض ، من خلال حمل المفتتات وترسيبها في خارج أو في قيعان مجاريها المائية ، مما يؤدي الى توسيع الوادي وزيادة مساحة حوض التصريف .

واعتماداً على برنامج ArcMap v10.8.1 ، وإنموذج الارتفاع الرقمي توصل الباحث الى أطوال المجاري المائية لكلا الحوضين المدروسين ؛ إذ بلغ مجموع أطوال حوض وادي گرماقا (350.06) كم ، بينما بلغ مجموع الأطوال في حوض وادي هشكرو (216.88) كم وهي كما في الجدول (30).

الخريطة (20) : الرتب النهرية لحوض وادي گرمافا وحوض وادي هشكرو



المصدر : اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

الجدول (30) : أطوال المجاري ونسبها في أحواض منطقة الدراسة

الرتب النهرية	حوض گرمافا		حوض هشكرو	
	أطوال المجاري / كم	النسبة المئوية %	أطوال المجاري / كم	النسبة المئوية %
1	180.36	%51.52	119.41	%55.06
2	94.00	%26.85	60.77	%28.03
3	39.18	%11.19	17.44	%8.04
4	17.01	%4.86	6.28	%2.90
5	19.51	%5.57	12.98	%5.98
المجموع	350.06	%100	216.88	%100

المصدر : اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

3.4.4.2: معدل التفرع (التشعب):

يعرف معدل التفرع بأنه النسبة بين عدد مجاري رتبة ما مع عدد مجاري الرتبة التي تتبعها مباشرة ، وكلما زاد معدل التفرع زاد معها احتمالية حدوث السيول خصوصاً في الفترات التي تتساقط فيها الأمطار ، ويعتبر معدل التفرع من العوامل المهمة فهي تتحكم في كمية المياه المصروفة في حوض التصريف من خلال العلاقة المباشرة بين كل من التصريف والوقت وبين نسبة التشعب ، أي أنه كلما قل معدل التفرع قلت كثافة التصريف وتناقصت المسافة الخطية التي تقطعها المياه الجارية وصولاً إلى المصب ، وهذا يعني زيادة احتمالية حدوث الفيضانات ، والعكس من ذلك إذا كانت نسبة التفرع كبيرة فإن احتمالية الانعطافات فيه تكون كثيرة وبالتالي فإن كثافة التصريف تزيد بسبب توزيع المياه على عدد أكبر من المجاري المائية وعندما تصل إلى المجاري الرئيسية فإنها تصل مشتتة ما يقلل احتمالية حدوث أو خطر الفيضان⁽¹⁾.

(1) لمى حسين حسن علي الجميلي ، مصدر سابق ، ص56 .

ومن الجدول (31) نجد أن متوسط نسب التشعب لحوض وادي گرمافا بلغت (4.69) ، في حين انها بلغت (4.18) في حوض وادي هشكرو ، وهناك تباين ما بين مراتب الوديان لكلا الحوضين ؛ إذ بلغت أقل نسبة تفرع (3.45) للرتبة النهرية الأولى بينما بلغت اعلاها (6) للرتبة النهرية الثالثة في حوض وادي گرمافا ، أما في حوض وادي هشكرو فقد بلغت أقل نسبة تشعب (3.58) للرتبة النهرية الأولى ، وقد بلغ أعلى نسبة تشعب في الرتب النهرية الثانية ، حيث انها بلغت (4.89) ، أن ارتفاع أو انخفاض نسبة التفرع يرجع بالدرجة الأولى الى طبيعة الصخور في المنطقة ؛ إذ نلاحظ أن المناطق التي ترتفع فيها نسبة التفرع تكون في الغالب صخورها قليلة الصلابة وذات نفاذية ولاسيما في الرتب النهرية الأولى والثانية بينما نسب التشعب تقل كلما زادت الرتبة النهرية نتيجة ل تماسك صخورها بشكل كبير وصلابتها ، وكلما زادت صلابة الصخور قلة نسبة التشعب الى أن تنتهي نسب التشعب بالكامل مكونة بذلك وادياً واحداً .

الجدول (31) : نسبة التفرع للرتب النهرية لأحواض منطقة الدراسة

الأحواض	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	المعدل العام
حوض گرمافا	3.45	4.3	6	5	4.69
حوض هشكرو	3.58	4.89	4	4	4.18

المصدر : اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج WMS v11 & ArcMap 10.8.1

وبصورة عامة ، نجد أن المعدل العام لنسبة التشعب لكل من حوض وادي گرمافا التي بلغت قيمتها (4.69) وحوض وادي هشكرو التي بلغت قيمتها (4.18) ، ويدل هذا المعدل لكلا الحوضين انهما ضمن الأحواض غير المشوهة بنيويا والتي تتراوح نسبة تشعبها بين (3-5) ، مما يعطي دلالة على تماثل في المناخ السائد والبنية الجيولوجية والنبات والتربة والتضاريس⁽¹⁾ .

4.4.4.2 : الكثافة التصريفية :

تعتبر الكثافة التصريفية واحدة من المعاملات المهمة جدا في جميع الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية ، ويمكن من خلالها معرفة مدى تقطع المجاري المائية لسطح الحوض كما يمكن تحديد

(1)Horton,(1956), "Erootional development of streams & their dranage basine", Geo.Soc.Amer, Bull, p56

كمية الحمولة وكذلك حجم الجريان السطحي للمياه ، وتتأثر الكثافة التصريفية بعدة عوامل رئيسة منها كميات التساقط ونوع التربة والتكوينات الصخرية فضلاً عن إستعمالات الأرض والغطاء النباتي وهي تنقسم الى نوعين :

أ- الكثافة التصريفية الطولية :

يعبر مصطلح الكثافة التصريفية عن مجموع أطوال الأودية نسبة الى مساحة حوضها ، ويقصد بها أيضاً درجة التفرع وانتشار الشبكة النهرية ضمن مساحة محددة ، وتعتبر انعكاساً للظروف البيئية الجغرافية ؛ إذ تعمل الصخور ذات الصلابة الشديدة على زيادة أطوال المجاري التي تجري فوقها على حساب أعدادها ، كما أن لها ارتباطاً وثيقاً بالمناخ ، ولا سيما كمية الأمطار الساقطة ودرجات الحرارة ، ويمكن الحصول عليها من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{كثافة التصريف الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري}}{\text{مساحة حوض التصريف}}$$

وقد صنف (الدليمي ، 2007) كثافة التصريف الطولية للأودية النهرية الى ست فئات رئيسة(*) .
وبتطبيق المعادلة أعلاه وجد أن الكثافة التصريفية الطولية لحوض وادي گرمافا بلغت (2.55) ، في حين انها في حوض وادي هشكرو قد كانت أكثر بقليل ؛ إذ بلغت (2.68) ، أن كثافة التصريف الطولية لكلا الحوضين قريبة من بعض و كليهما يعتبران ذا كثافة تصريفية واطئة جدا حسب التصنيف أعلاه ، مما يؤثر على فعالية نقل المياه الجارية ومعدلات الترسيب ضمن الحوض المائي لكلاهما ، وجدير بالذكر ان للكثافة التصريفية أهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية والمورفولوجية لما لها دور كبير في التأثير على معدل

(*) جدول (32) : يوضح فئات الكثافة التصريفية الطولية للأودية النهرية :

الكثافة التصريفية الطولية	2.5 – 5	5 – 14	15 – 24	25 – 49	50 – 100	أكثر من 100
وصف الكثافة	واطئة جدا	واطئة	متوسطة	جيدة	عالية	عالية جدا

المصدر : خلف حسين علي الدليمي ، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، عمان ، دار صفاء للطباعة والنشر ، الطبعة الأولى ، الجزء الأول ، 2011 ، ص 362

سرعة الجريان والتصريف في فترات سقوط الأمطار ؛ إذ أن سرعة الجريان تزداد مع زيادة الكثافة التصريفية وينعكس ذلك على عمليات الحت المائي .

ب- الكثافة التصريفية العددية :

وهي النسبة بين أعداد المجاري الى مساحة حوضها ، وهي تعبر عن مدى وفرة المجاري المائية لكل كيلومتر مربع . تمكننا الكثافة التصريفية العددية معرفة الكثير من الخصائص الهيدرولوجية والجيومورفولوجية ؛ إذ ترتبط قيم التكرار النهري بالمناخ والعامل التضاريسي والجيومورفولوجية فضلاً عن الطبيعة الصخرية ومدى وفرة النبات الطبيعي في الحوض ، ويمكن الحصول على قيمة الكثافة التصريفية العددية من خلال المعادلة الآتية (1) :

$$\text{كثافة التصريف العددية} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري بجميع مراتبها}}{\text{مساحة حوض التصريف}}$$

بلغت الكثافة التصريفية العددية لحوض وادي گرمافا (4.45) ، في حين انها بلغت (4.66) في حوض وادي هشكرو ، وتعتبر قيما منخفضة بسبب طبيعة البنية الجيولوجية وطوبوغرافية الحوض المائي ، وكذلك العامل المناخي المتمثل بعنصر المطر .

5.4.4.2 : معامل الانعطاف :

يعبر معامل الانعطاف عن العلاقة بين طول المجرى الحقيقي ، والذي يمثل المسافة التي يقطعها النهر من أبعد نقطة لمنبعه وصولاً الى المصب مع حساب كافة الانعطافات والانتشاءات فيه ، وبين طول المجرى المثالي والذي يمثل خطاً مستقيماً من نقطة المصب الى أبعد نقطة ينبع منها المجرى ، ويقصد بمعامل الانعطاف درجة تغيير مسار النهر عن المجرى المستقيم أو شدة انثنائه ، يكشف لنا معامل الانعطاف مدى قدرة النهر على الازاحة والحت الجانبي ، وكيف يؤثر ذلك على إستعمالات الأرض

(1) Horton , R.E. , (1945); Erosional Development of Stream and Their Drainage Age Basins; Hydro physical Approach to Quantitative Morphology, geol. Soc. Amer. Bull. , 56.P.285

المختلفة في المنطقة ، ويعد مؤشراً هاماً لتحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي وصل اليها الحوض ، ويمكن الحصول على قيمة معامل الانعطاف من خلال المعادلة الآتية⁽¹⁾ :

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي}}{\text{طول المجرى المثالي}}$$

وعند تطبيق المعادلة وجد أن قيمة معامل الانعطاف لحوض وادي گرمافا بلغ (1.43) ، في حين انه بلغ (1.39) في حوض وادي هشكرو ، وتعتبر هذه القيمة عن التواء او تعرّج الحوض ، ويرجع السبب الى التكوينات الجيولوجية التي تجري فوقها وديان الحوضين ، كما أنها تعني هيدرولوجيا تأخر وصول المياه الى مناطق المصب ، وضياح المياه بفعل الفواقد والارتشاح .

(1) احمد حسين حسين ، مصدر سابق ، ص 296 .

الفصل الثالث

تقدير ظروف الاستجابة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة باستخدام نمذجة (SCS – CN)

تمهيد :

يتمثل الاستخدام الرئيسي للنماذج الهيدرولوجية في محاكاة النظام الهيدرولوجي الطبيعي لموقع ما من لحظة هطول الأمطار وحتى الوصول الى المجاري المائية لغرض فهم العملية الهيدرولوجية ، وهناك أنواع مختلفة من النماذج الهيدرولوجية ابتداء من النماذج البسيطة وصولاً الى النماذج المعقدة ، وقد تحسنت طرق النمذجة الهيدرولوجية بشكل كبير بسبب التقدم والتطور في أنظمة المعلومات الجغرافية وتقنية الاستشعار عن بعد ، فقد ساعدت تقانات الاستشعار عن بعد في توفير البيانات الهيدرولوجية المكانية دون الحاجة الى القياسات الحقلية ، كما ان قدرة نظم المعلومات الجغرافية GIS على معالجة وتحليل عدة أنواع من البيانات الرقمية والبيانات النقطية ، قد عملت على زيادة وتحسين عرض نتائج عمليات النمذجة الهيدرولوجية .

يعتبر انموذج رقم المنحنى للجريان السطحي (Curve number model for Runoff) وسيلة فعالة تم تصميمها لاجاد قيمة الجريان السطحي التقريبي التي تنشأ من ظواهر سقوط الأمطار في منطقة معينة ، وتم تطوير الطريقة في بداية الامر بواسطة قسم خدمة الحفاظ على الموارد الطبيعية بوزارة الزراعة الامريكية ، والتي كانت تسمى سابقاً باسم قسم خدمة المحافظة على التربة (SCS) .

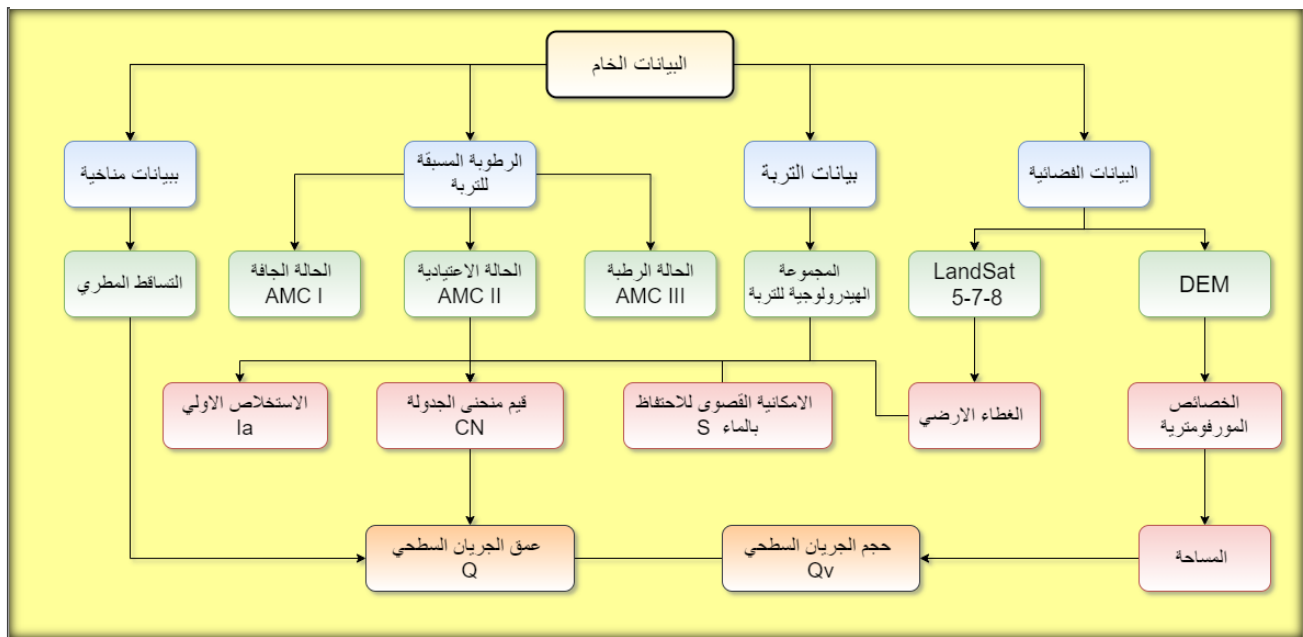
انموذج (SCS) والذي يعرف أيضاً بـ(RCN) هي عوامل تجريبية يتم استخدامها في مجال الهيدرولوجيا لتقدير الجريان السطحي او التسرب الذي ينتج عند سقوط الأمطار على السطح ، حيث يتم استخدام الانموذج بشكل يتم من خلالها التنبؤ بعمق الجريان السطحي المباشر عن عمق التساقط المطري ، وبذلك فان الانموذج مؤشر يوضح خصائص استجابة الاسطح للجريان السطحي كمرحلة نهائية لمياه الأمطار ، وتكشف عن العمل الهيدرولوجي على السطح . ويعتمد الانموذج على عدة عوامل طبيعية مثل ظروف رطوبة التربة والمجموعة الهيدرولوجية للتربة فضلاً عن نوع الغطاء النباتي . كما يؤثر في انموذج (RCN) لحظة حساب الجريان السطحي كاستجابة هيدرولوجية للاسطح عنصرين هما الفاقد الاول والاحتفاظ الفعلي ، ويبدأ الفاقد الاول مع تراكم مياه الأمطار ، ويزداد مع وجود العوائق والرواسب ، ومع التسرب قبل بدء الجريان يبدأ الاحتفاظ الفعلي بعد بدء عملية الجريان الفعلية ، ويتم فقدان مزيد من مياه الأمطار في عملية الجريان ، علماً ان الفرضية الرياضية الأساسية للانموذج (SCS-CN) هي ان معدل

احتفاظ التربة الفعلي بعد الجريان للحد الأقصى من الاحتفاظ المحتمل تساوي نسبة الجريان السطحي المباشر الى الحد الأقصى للجريان (1) .

1.3 : مراحل النمذجة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة :

يتطلب تطبيق النموذج الرياضي (SCS – CN) الخاص باحتساب خصائص عمق وحجم الجريان السطحي لمنطقة الدراسة تهيئة مجموعة من الخطوات التي تحتاج بدورها الى انشاء طبقات وخرائط خاصة لكل تفصيلات الانموذج والتي تتمثل بـ (تصنيف الغطاء الأرضي – المجموعة الهيدرولوجية للتربة – قيمة CN – قيم الفواقد الأولية (S) – قيم الامكانية القصوى للاحتفاظ بالمياه (Ia) ، الشكل (14) ، ولقد تم تهيئة جميع الطبقات المذكورة في بيئة عمل برنامج ArcMap v10.8.1 واعتماد مبدأ قياس مساحة كل خلية (Pixel) وما يقابلها من المساحة في الواقع ، وبتوظيف تقنية الاستشعار عن بعد للوصول الى المرئيات الفضائية للسنوات (1990 – 2000 – 2010 – 2020) ونظم المعلومات الجغرافية لاجراء عمليات التحليل الخاصة بالانموذج .

الشكل 14: مخطط للبيانات الداخلة في نمذجة الجريان السطحي (SCS - CN) لمنطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث

(1) علي محمد حسين الشاعري ، النمذجة الهيدرولوجية في المناطق الجافة باستخدام التقنيات المكانية ، دراسة مرجعية ، مجلة جامعة ام القرى ، المجلد التاسع ، 2017 ، ص 148 .

1.1.3 : الوصف النظري للانموذج الرياضي (SCS – CN)

لكي نتوصل الى حساب عمق الجريان حسب انموذج (SCS – CN) يتوجب علينا أولاً توضيح مما يتكون النموذج ، اذ يعتبر أسلوباً رياضياً يعتمد في مدخلاته على مجموعة من المعاملات متمثلة قيم الغطاء الأرضي وانماط استخدامها ، وتحديد نوع التربة ، والمجموعة الهيدرولوجية التي تنتمي اليها التربة ، وكميات الأمطار الساقطة وتحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة⁽¹⁾ ، ويتم حسابه وفق المعادلة الآتية⁽²⁾ :

$$Q = \frac{(p - I_a)^2}{p - I_a + s} \dots \dots \dots (1)$$

إذ ان:

Q = عمق الجريان السطحي السنوي (مم)

P = كمية الأمطار الساقطة (مم)

I_a = الاعتراض الأولي قبل بدء الجريان السطحي ممثل بالتبخر والتسرب والنبات

S = التجمع السطحي بعد بداية الجريان السطحي (مم)

ويتم حساب قيمة معامل (S) حسب المعادلة الآتية⁽³⁾:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \dots \dots \dots (2)$$

(1) شيماء باسم عبدالقادر الحياي ، هيدرولوجية الوديان المائية التي تصب في نهر دجلة / محافظة نينوى ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الإنسانية – جامعة الموصل ، 2015 ، 74 .

(2) Richard C. Sorrell, P. E 2010 Computing Flood Discharges For Small Ungaged Water Sheds, Michigan Department of Natural Resources and Environment Land and Water Management Division June 22, p. 13.

(3) USDA–SCS, Urban Hydrology For Small Watershed. Technical releases 55, 2nd Ed, U. S. Dept. of Agriculture, Washington D. C (1986), p. 1 .

وبما ان مخرجات المعادلة (2) هي بوحدة قياس (انج) لذا نقوم بتحويل المخرجات الى وحدة قياس (مم) لتصبح بالشكل الاتي⁽¹⁾ :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \dots \dots \dots (3)$$

بينما تحسب قيمة CN الكلي وفق المعادلة الاتية. (2) :

$$CN_{composite} = \frac{(A_1 * CN_1) + (A_2 * CN_2) + (A_3 * CN_3) + (A_4 * CN_4) + (A_5 * CN_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5} \quad \dots \dots \dots (4)$$

حيث أن .

$A_1 \dots A_5$ = مساحة كل نوع من أنواع غطاءات التربة .

$CN_1 \dots CN_5$ = قيمة كل نوع من أنواع غطاءات الترب.

في حين ان I_a تعادل خمس قيمة S فإن I_a تصبح كالآتي. (3) :

$$I_a = 0.2S \quad \dots \dots \dots (5)$$

ووفق ذلك تكون المعادلة التي يتم من خلالها حساب عمق الجريان السطحي كالآتي :

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad \dots \dots \dots (6)$$

(1) USDA-SCS, Urban Hydrology For Small Watershed. Technical releases 55, 2nd Ed, U. S. Dept. of Agriculture, Washington D. C (1986), p. 1 .

(2) Reshma, T., et al. "Simulation of runoff in watersheds using SCS-CN and muskingum-cunge methods using remote sensing and geographical information systems." International Journal of Advanced Science and Technology 25.31 (2010).,p38.

(3) Gitika, Thakuria, and Saikia Ranjan. "Estimation of Surface Runoff using NRCS Curve number procedure in Buriganga Watershed, Assam, India-A Geospatial Approach." International Research Journal of Earth Sciences 2.5 (2014): pp 1-7.

ولكي يتم حساب حجم الجريان السطحي لمنطقة الدراسة للسنوات (1990-2000 - 2010 - 2020) يتم الاستعانة بالمعادلة التالية (1) :

$$Q_v = (Q * A/1000) \dots \dots \dots (7)$$

حيث ان .

$$Q_v = \text{حجم الجريان السطحي}$$

$$Q = \text{عمق الجريان السطحي / ملم}$$

$$A = \text{مساحة حوض التصريف / كم}^2$$

$$1000 = \text{معامل التحويل}$$

2.1.3 : استخلاص قيم منحنى الجدولة (CN) :

تعتبر قيم (CN) انعكاساً لحالة اصناف الغطاء الأرضي والمجموعة الهيدرولوجية التي تنتمي إليها تربة منطقة الدراسة ، فهي دلالة تشير الى مدى إستجابة منطقة الدراسة للجريان السطحي لمياه الأمطار ، وتتراوح قيمها بين كل من (0 - 100) ، الملحق (1) ، وكلما زادت قيمة (CN) كلما دل ذلك على أنها ذات نفاذية قليلة لا تسمح بمرور المياه من خلالها وبالتالي زيادة في الجريان السطحي وقلة في عمليات الارتشاح والعكس صحيح (2) . اذا فان قيمة (CN) يؤثر فيها عاملين رئيسيين هما نوع التربة السائدة في منطقة الدراسة ، والمجموعة الهيدرولوجية التي تنظم إليها هذه التربة مع صنف الغطاء الأرضي الموجود فوقها .

تم الحصول على قيم CN لمنطقة الدراسة بعد دمج طبقة المجموعات الهيدرولوجية للتربة مع طبقة الغطاء الأرضي باستخدام الأداة (Combine) الموجودة ضمن بيئة عمل برنامج ArcMap 10.8.1

(1) USDA-SCS, Urban Hydrology For Small Watershed. Technical releases 55, 2nd Ed, U. S. Dept. of Agriculture, Washington D. C (1986), p. 3 - 6 .

(2) إسحاق صالح العكام ، أحمد هاشم السلطاني ، الجريان السطحي في حوض وادي الجباب ، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية ، المجلد 21 ، العدد 4 ، 2018 ، ص 85 .

وأجراء بعض العمليات الحسابية للبيانات الخاصة بالطبقة المستخرجة . ونلاحظ أن قيم CN المستخلصة لمنطقة الدراسة ولل سنوات الأربعة هي قيم متفاوتة فيما بينها ومن ثم فإن استجابتها الهيدرولوجية سوف تتباين أيضا . وللاحاطة بكل الظروف الهيدرولوجية التي يمكن ان تكون عليها الاسطح في استجابتها المائية ، فقد تم في هذه الدراسة الاخذ بكل من حالات رطوبة التربة المسبقة في استخلاص قيم منحني (CN) وبالاتماد على بيانات التساقط المطري لمحطة دھوك ، وللفترات الممتدة (1990 – 2020) .

1.2.1.3 : تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC) :

تدل (AMC) على مدى توافر المياه المخزونة في التربة قبل حدوث أي عاصفة مطرية ، وهي مهمة جدا ؛ إذ تؤثر في ذروة تدفق الجريان السطحي في منطقة الدراسة المختارة في وقت حدوث العاصفة المطرية⁽¹⁾ . وهناك ثلاث حالات للرطوبة المسبقة في التربة الجدول (33)⁽²⁾ . تستخدم قيمة الحالة الأولى في المناطق الجافة وتسمى (AMC I) ، أما الحالة الثانية للتربة فهي الحالة الاعتيادية أو المتوسطة ، وتستخدم قيمتها للمناطق الشبه جافة وتسمى (AMC II) ، أما الحالة الأخيرة فتدعى (AMC III) وتستخدم قيمتها للمناطق الرطبة ذات الأمطار الغزيرة ، وإن كل واحدة من هذه الحالات لها قيمة CN خاصة بها تختلف عن الأخرى⁽³⁾ . ولكل حالة من الحالات المسبقة لرطوبة التربة قيم (CN) خاصة بها الجدول (34) ، وفي دراستنا هذه فسوف يتم التطرق الى الحالات الثلاث المسبقة لرطوبة التربة لاحتساب الخصائص الجريانية في منطقة الدراسة .

(1) Balvanshi, A. N. K. I. T., and H. L. Tiwari. "A comprehensive review of runoff estimation by the curve number method." International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology 3.11 (2014): pp 17480–17485.

(2) Gangodagamage, Chandana, and S. P. Aggarwal. "Integrating Satellite based Remote Sensing Observations with SCS Curve Number Method for Simplified Hydrologic Modeling in Ungauged Basins." Asian Journal of Geoinformatics 12.3 (2012),p35

(3) إسحاق صالح العكام ، مصدر سابق ، ص 90 .

الجدول (33) : تصنيف الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC)

الحالة	AMC mm	فئة AMC
الجافة	<35	AMC I
المعتدلة	35-52.5	AMC II
الغزيرة الأمطار	>52.5	AMC III

المصدر : Gangodagamage, Chandana, and S. P. Aggarwal. "Integrating Satellite based Remote Sensing Observations with SCS Curve Number Method for Simplified Hydrologic Modeling in Ungauged Basins."

الجدول (34) : قيم رقم المنحنى حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة

CN For Condition I	CN For Condition II	CN For Condition III
100	100	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
70	51	87
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60
35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17

:

المصدر

McCuen, R(W,D), Hydrologic Analysis and design, library of congress gataloging-in-publication data, prentice Hall, second edition, 1998, p.13.

2.2.1.3 : غطاءات الأرض واستعمالاتها :

من خلال الخرائط (14 ، 15 ، 16 ، 17) والجدول (15) تبين وجود اربع استخدامات لغطاء الأرض في منطقة الدراسة ، وهي المناطق الحضرية والأراضي الزراعية والأراضي الشبه القاحلة (العشبية) والأراضي الجرداء ، مع تفاوت نسب هذه الفئات الأربع ؛ اذ كانت بالشكال الاتي :

بلغت نسبة الأراضي الحضرية في سنة 1990 (51.99%) ، وفي سنة 2000 بلغت (43.77%) ، أما سنة 2010 فبلغت (50.18%) ، وفي سنة 2020 أصبحت هي الفئة الأكثر انتشارا في منطقة الدراسة بنسبة (52.21%) . أما الأراضي الزراعية ففي سنة 1990 بلغت نسبتها (12.68%) ، وفي سنة 2000 انخفضت النسبة لتصل الى (11.06%) ، وانخفضت في سنة 2010 بشكل كبير نتيجة التوسع العمراني لتصل الى (4.40%) ، وبعد تدخل الحكومة في عملية التخطيط الحضري ازدادت نسب الأراضي الزراعية لتصل الى (17.23%) . بينما الأراضي الشبه القاحلة ففي سنة 1990 بلغت نسبة المساحة التي تشغلها (10.12%) ، وتضاعفت في سنة 2000 لتصل الى (20.61%) ، وزادت اكثر في سنة 2010 لتتغلغل (36.90%) ، وانخفضت في سنة 2020 لتصبح (12.81%) . في حين ان الأراضي الجرداء شغلت (25.21%) من مدينة دهبوك في سنة 1990 ، و(24.55%) في سنة 2000 ، لتتخفض سنة 2010 الى (8.52%) ، أما في سنة 2020 فقد بلغت (17.75%) من مساحة منطقة الدراسة .

3.2.1.3 : المجموعات الهيدرولوجية للتربة :

تعد طريقة منحني الأرقام (SCS-CN) من الأساليب الرياضية المعروفة والمستخدمة في النمذجة الهيدرولوجية الذي وضعته مصلحة صيانة التربة الامريكية ؛ إذ يتم من خلالها استخلاص الدلالة الهيدرولوجية للتربة التي تتوفر في منطقة الدراسة ؛ إذ حدد القائمين على هذه الطريقة أربع مجموعات هيدرولوجية للتربة (HSG) هي (A , B , C , D) ، ولكل منها صفات خاصة بها اعتمادا على سرعة مرور المياه في داخل مكونات الترب فضلاً عن ظروف ونشوء الجريان السطحي ، حيث تعتبر المجموعة (A) ذات طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة من الطين والغرين ، وينشأ عنها جريان سطحي منخفض ، بينما المجموعة (B) فأنها تعتبر طبقة أقل عمقا من سابقتها كما أنها تتكون من الرمال ، ومعدل ارتشاح متوسط بعد أن يتم ترطيب التربة ، أما المجموع (C) فأنها تمتاز بأنها ذات طبقة طينية محدودة العمق مع

نسبة ارتشاح أقل من الوسط قبل وصول التربة الى الاشباع ، وأخيراً فان المجموعة (D) تمتاز بأنها ذات طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية فضلاً عن طبقة خفيفة من الترب ذات النسجة الناعمة في السطح وهي بهذا ينتج عنها جريان عالي⁽¹⁾ . الجدول (35) .

الجدول (35) : المجموعات الهيدرولوجية للتربة

صنف التربة	عمق الجريان	نوع التربة
A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين
B	متوسط	طبقة رملية أقل عمق من الصنف السابق مع معدل ارتشاح متوسط
C	فوق المتوسط	طبقة طينية محدودة العمق مع معدل ارتشاح دون المتوسط أو طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة
D	عالي	طبقة طينية سميكة مغطاة بطبقة ضحلة من الغرين الناعم أو طبقة صخرية عارية

المصدر:

SDA-SCS, Urban hydrology for small watershed, department of agriculture,

USA, 1986, P.3.

ولقد تم تحديد المجموعة الهيدرولوجية التي تنتمي اليها هذا النوع من التربة اعتماداً على معطيات خارطة التربة وفق تصنيف (USDA) الأمريكي وحسب مشروع (HWSD) المنجزة من قبل منظمة (FAO) وشركاءه ؛ إذ تبين أنها من ضمن المجموعة (B) من المجموعات الهيدرولوجية المذكورة آنفاً . حيث غطت مساحة منطقة الدراسة بالكامل ما نسبته (100)% منها ، ومن ناحية اثرها الهيدرولوجي فان تربتها تسمح بتحقيق جريان متوسط كونها تربة ذات ذرات خشنة (رمل وغرين) تزيد من معدلات الارتشاح فيها.

(1) اشرف أحمد علي عبدالكريم ، مصدر سابق ، ص 196 .

2.3 : توزيع قيم CN حسب الحالات الثلاث المسبقة لرطوبة التربة

الاعتيادية AMC II والرطوبة AMC III والجافة AMC I (*) :

1.2.3 توزيع قيم (CN) حسب الحالات الثلاث المسبقة لرطوبة التربة لسنة 1990 :

كما موضح في الخريطة (21) والجدول (36) و الشكل (15) نجد ان القيم المعبرة عن قيم (CN) في منطقة الدراسة قد بلغت اربع قيم ولمختلف الحالات الهيدرولوجية ؛ إذ تراوحت القيم في الحالة الاعتيادية (AMC II) بين (58) للمناطق الأكثر نفاذا واقل قدرة على توليد الجريان السطحي والمتمثلة بالاراضي الزراعية ، وبين (92) للمناطق غير المنفذة للمياه واكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، ولوحظ كذلك ان جميع القيم تتجه نحو القيمة (100) ، إذ بلغ معدل (CN) في منطقة الدراسة وللحالة الاعتيادية (79) ، ونجد ان اكثر قيم (CN) انتشارا في المنطقة هي قيمة (92) والمتمثلة بالمناطق الحضرية ؛ اذ شكلت نسبة (51.99%) أي اكثر من نصف المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 1990 ، تليها قيمة (86) حيث شكلت نسبة (25.21%) وهي مناطق الأراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي ، وذات قدرة على توليد جريانات سطحية ، ثم جاءت قيمة (58) والتي شكلت نسبتها (12.68%) وتمثلت بالاراضي الزراعية ، وأخيراً جاءت قيمة (80) وهي الأراضي العشبية والتي مثلت نسبة (10.12%) من المساحة الكلية للمدينة .

بينما تراوحت قيم (CN) في الحالة الرطوبة (AMC III) بين (76.05) للمناطق ذات النفاذية العالية والاقلة قدرة على توليد الجريان السطحي ، وبين (96.36) للمناطق الغير المنفذة للمياه والأكثر قدر على توليد الجريان السطحي ، ولوحظ ان جميع قيم (CN) تتجه نحو القيمة (100) ؛ إذ بلغ معدل (CN) في

(*) تم تعديل قيم (CN) المستحصلة من الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة للحصول على قيم (CN) بالحالة الرطوبة لرطوبة التربة المسبقة وبناءا على المعادلة التالية :

$$RCN(III) = \frac{23RCN(II)}{10 + 0.13RCN(II)}$$

اما في الحالة الجافة المسبقة لرطوبة التربة فتم الرجوع الى المعادلة التالية :

$$CN(I) = \frac{4.0 RCN(II)}{10 - 0.058RCN(II)}$$

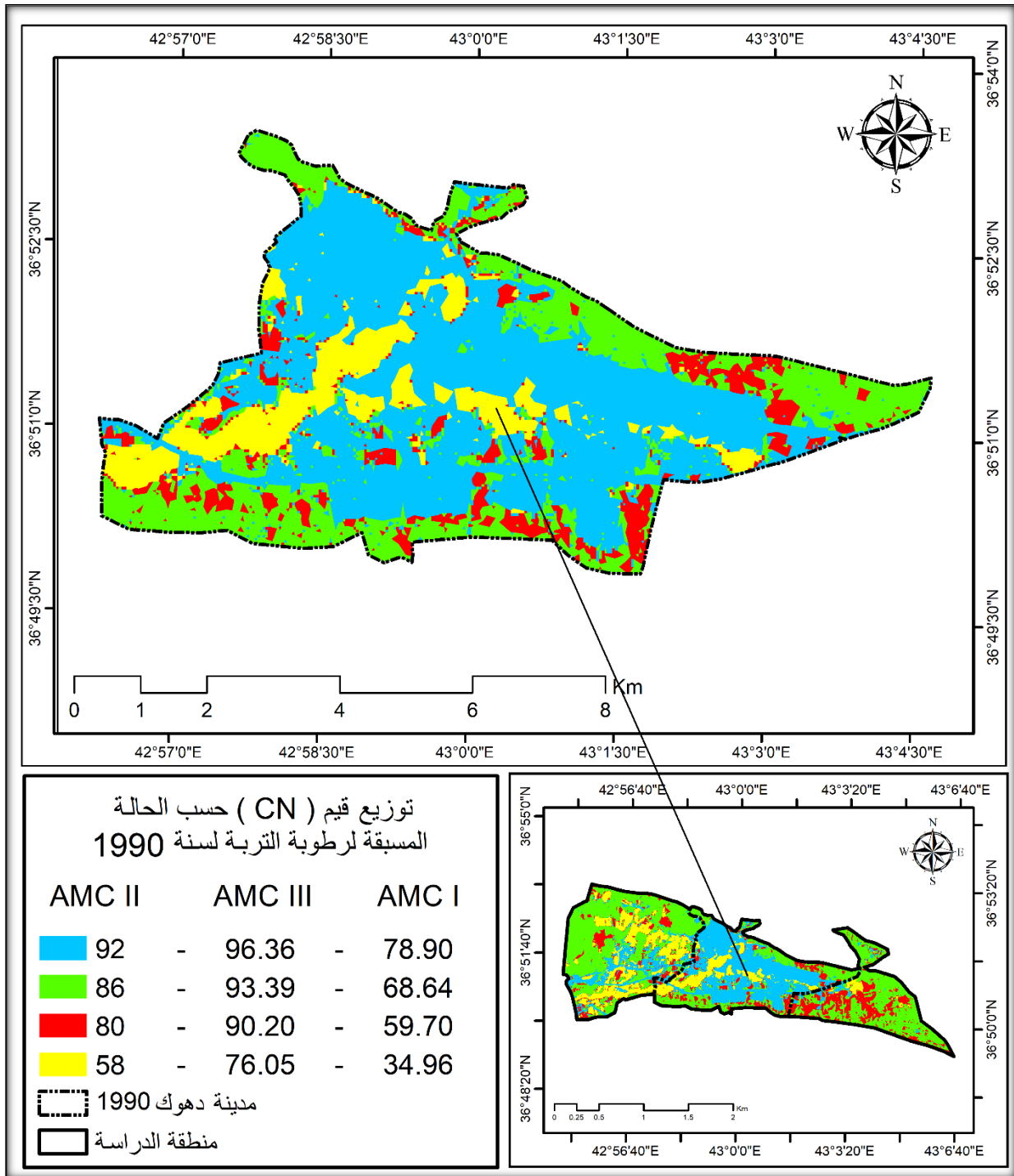
ويمكن الرجوع الى المصدر التالي للاستزادة :

Larry W.Mays (2010) , Water Resorvces Engineering , 2nd ed , Text Book , CH8 , John sons , inc , P303 .

منطقة الدراسة وللحالة الرطبة (89) ، ونجد ان اكثر القيم توزيعا هي قيمة (96.36) حيث تشغل نسبة (51.99%) من مساحة المدينة لسنة 1990 ، تلتها قيمة (93.36) بما نسبته (25.21%) ، ثم (76.05) بنسبة (12.68%) ، وأخيراً قيمة (90.20) شاغلة نسبة قدرها (10.12%) من المساحة الكلية لمدينة دهبك لسنة 1990 .

أما في الحالة الجافة المسبقة لرطوبة التربة (AMC I) ، فلقد تراوحت قيم (CN) فيها بين (34.96) للمناطق الأكثر نفاذا واقل قدرة على توليد الجريان السطحي ، وبين (78.90) للمناطق غير المنزدة للمياه والأكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، ووجد ان كل القيم تفوق (50) ، وهذا يعطي دلالة على إمكانية تحقيق الجريانات من عدمها باستثناء قيمة (34.96) والتي شكلت نسبة (12.685%) فقط من مساحة المدينة ، وهي عبارة عن أراضي زراعية لا تساعد على نشوء الجريانات السطحية بشكل كبير ، وبلغ معدل قيم (CN) في هذه الحالة (60.55) ، وهذه دلالة على القدرة الكبيرة لمنطقة الدراسة على توليد الجريانات السطحية .

الخريطة (21): توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى (CN) لسنة 1990



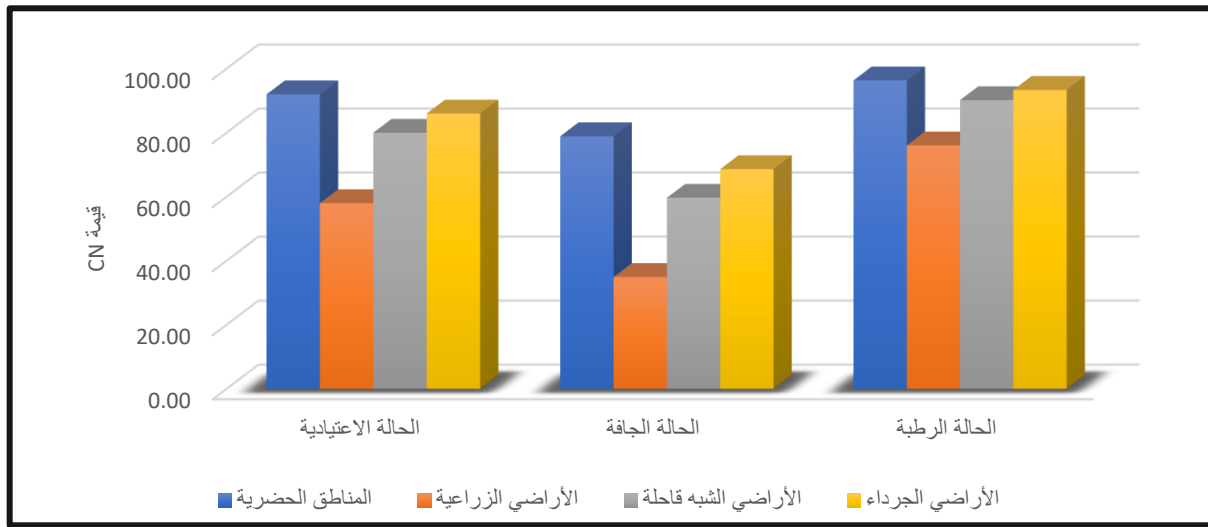
المصدر : اعتمادا على برنامج ArcMap v10.8.1

الجدول (36) : قيم CN حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة

2020		2010		2000		1990		AMCIII	AMCI	AMCII	الخريطة القياسية
النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة				
52.21	32.36	50.18	31.10	43.77	16.41	51.99	11.16	96.36	78.90	92.00	المناطق الحضرية
17.75	11.00	8.52	5.28	24.55	9.20	25.21	5.41	93.39	68.64	86.00	الأراضي الجرداء
12.81	7.94	36.90	22.87	20.61	7.73	10.12	2.17	90.20	59.70	80.00	الأراضي الشبه قاحلة
17.23	10.68	4.40	2.73	11.06	4.15	12.68	2.72	76.05	34.96	58.00	الأراضي الزراعية
100	61.98	100	61.98	100	37.48	100	21.47	89	60.55	79	المعدل

المصدر : اعتماداً على الخريطة 21 & 22 & 23 & 24

الشكل (15) : : قيم CN حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة



المصدر : اعتماداً على الجدول 36

2.2.3 : توزيع قيم (CN) حسب الحالات الثلاثة المسبقة لرطوبة التربة لسنة 2000:

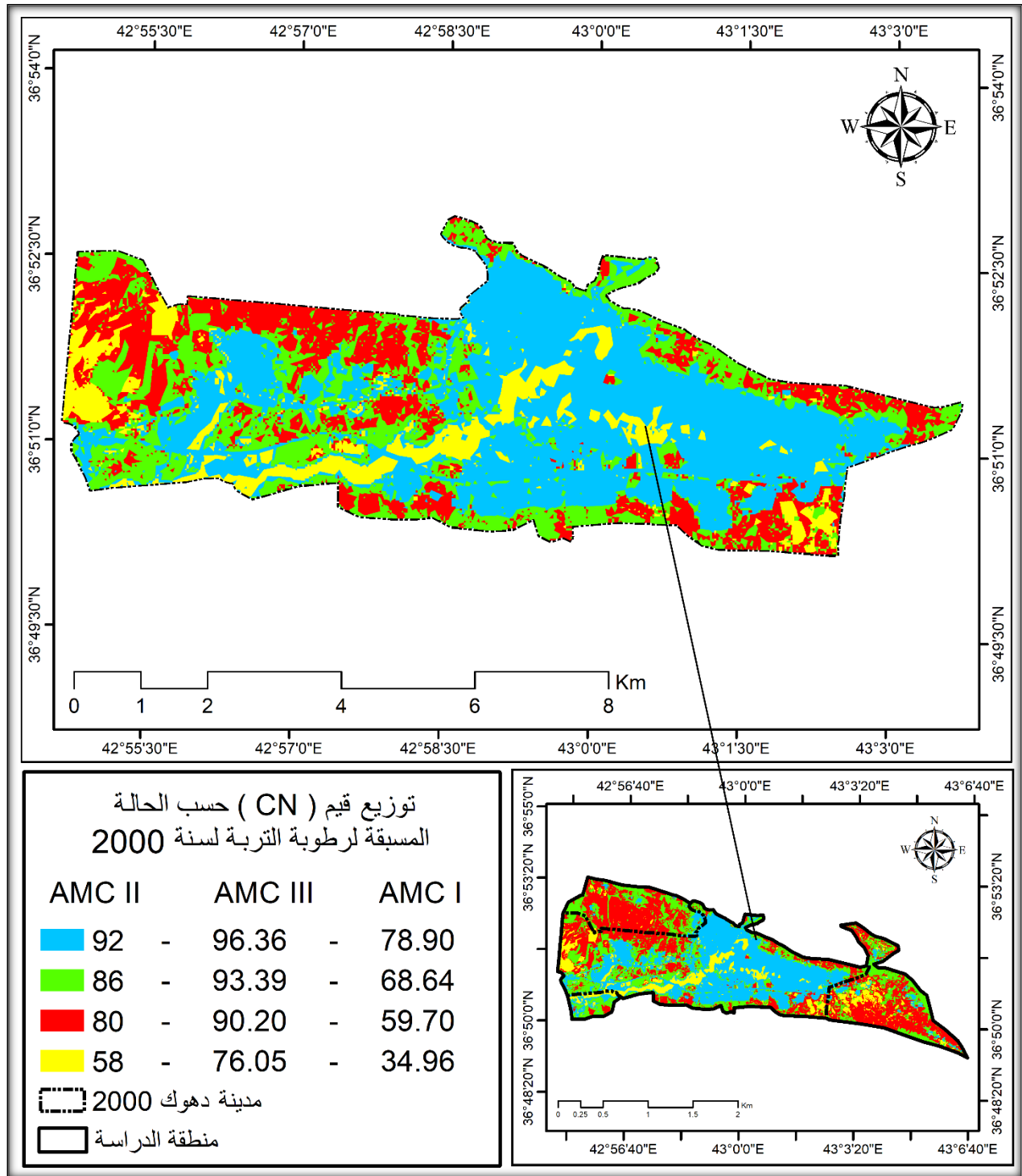
حسب معطيات الخريطة (22) والجدول (36) لوحظ ان قيم (CN) في منطقة الدراسة قد بلغت اربع قيم ولمختلف الحالات الهيدرولوجية ؛ إذ تراوحت القيم الحالة الاعتيادية (AMC II) بين (58) للمناطق الأكثر نفاذا واقل قدرة على توليد الجريان السطحي والمتمثلة بالأراضي الزراعية ، وبين (92) للمناطق غير المنفذة للمياه واكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، ولوحظ كذلك

ان جميع القيم تتجه نحو القيمة (100) ، إذ بلغ معدل (CN) في منطقة الدراسة وللحالة الاعتيادية (79) ، ونجد ان اكثر قيم (CN) انتشارا في المنطقة هي قيمة (92) والمتمثلة بالمناطق الحضرية ؛ اذ شكلت نسبة (43.77%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2000 ، تليها قيمة (86) حيث شكلت نسبة (24.55%) وهي مناطق الأراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي ، وذات قدرة على توليد جريانات سطحية ، ثم جاءت قيمة (80) والتي شكلت نسبتها (20.61%) وتمثلت بالأراضي الشبه القاحلة (العشبية) ، وأخيراً جاءت قيمة (58) وهي الأراضي الزراعية والتي مثلت نسبة (11.06%) من المساحة الكلية للمدينة .

بينما تراوحت قيم (CN) في الحالة الرطبة (AMC III) بين (76.05) للمناطق ذات النفاذية العالية والاقل قدرة على توليد الجريان السطحي ، وبين (96.36) للمناطق الغير المنفذة للمياه والأكثر قدر على توليد الجريان السطحي ، ولوحظ ان جميع قيم (CN) تتجه نحو القيمة (100) ؛ إذ بلغ معدل (CN) في منطقة الدراسة وللحالة الرطبة (89) ، ونجد ان اكثر القيم توزيعا هي قيمة (96.36) حيث تشغل نسبة (43.77%) من مساحة المدينة لسنة 1990 ، تلتها قيمة (93.36) بما نسبته (24.55%) ، ثم (90.20) بنسبة (20.61%) ، وأخيراً قيمة (76.05) شاغلة نسبة قدرها (11.06%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2000 .

أما في الحالة الجافة المسبقة لرطوبة التربة (AMC I) ، فلقد تراوحت قيم (CN) فيها بين (34.96) للمناطق الأكثر نفاذا وقل قدرة على توليد الجريان السطحي ، وبين (78.90) للمناطق غير المنفذة للمياه والأكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، ووجد ان كل القيم تفوق (50) ، وهذا يعطي دلالة على توضيح إمكانية تحقيق الجريانات من عدمها باستثناء قيمة (34.96) والتي شكلت نسبة (11.06%) فقط من مساحة المدينة ، وهي عبارة عن أراضي زراعية لا تساعد على نشوء الجريانات السطحية بشكل كبير ، وبلغ معدل قيم (CN) في هذه الحالة (60.55) ، وهذه دلالة على القدرة الكبيرة لمنطقة الدراسة على توليد الجريانات السطحية .

الخريطة (22) : توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى CN لسنة 2000



المصدر : اعتمادا على برنامج ArcMap v10.8.1

3.2.3 : توزيع قيم (CN) حسب الحالات الثلاثة المسبقة لرطوبة التربة لسنة 2010:

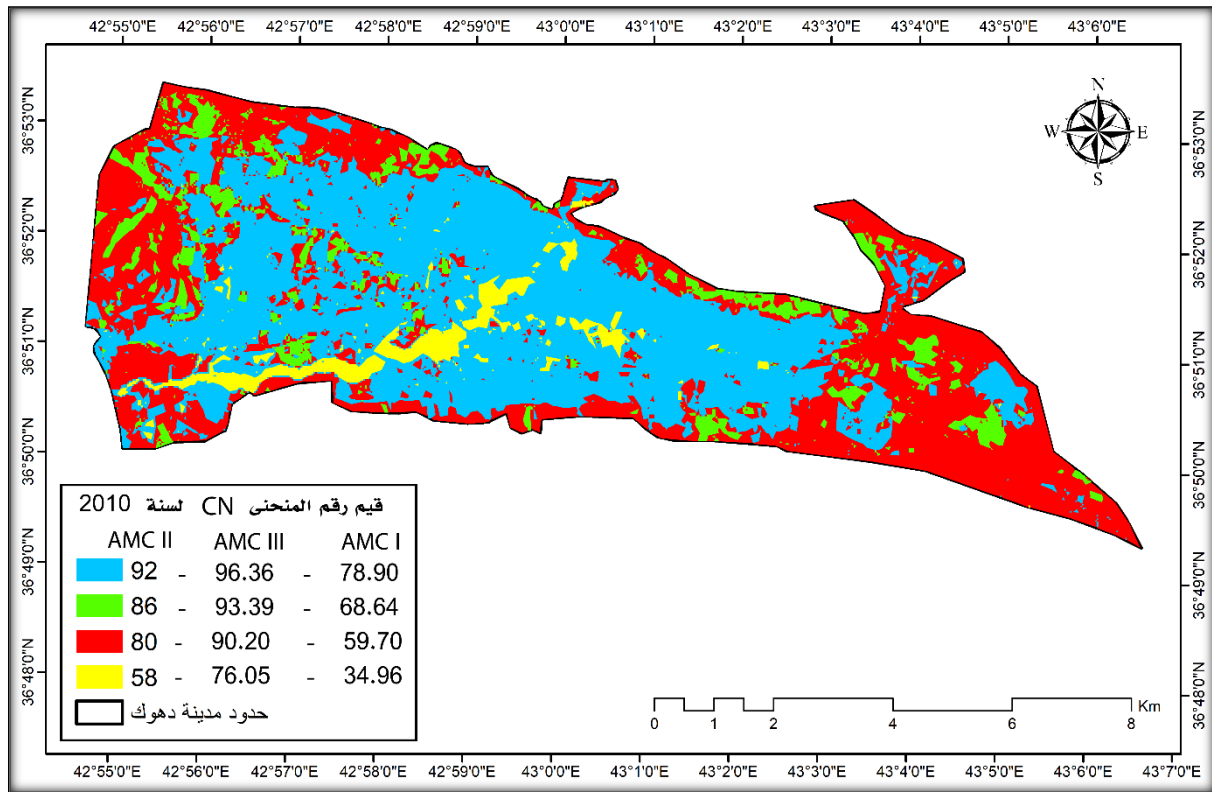
من خلال الخريطة (23) والجدول (36) تبين ن القيم المعبرة عن قيم (CN) في منطقة الدراسة قد بلغت اربع قيم ؛ إذ تراوحت القيم الحالة الاعتيادية (AMC II) بين (58) للمناطق الأكثر نفذا و اقل قدرة

على توليد الجريان السطحي والمتمثلة بالأراضي الزراعية ، وبين (92) للمناطق غير المنفذة للمياه وأكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، ولوحظ كذلك ان جميع القيم تتجه نحو القيمة (100) ، إذ بلغ معدل (CN) في منطقة الدراسة وللحالة الاعتيادية (79) ، ونجد ان اكثر قيم (CN) انتشارا في المنطقة هي قيمة (92) والمتمثلة بالمناطق الحضرية ؛ اذ شكلت نسبة (50.18%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2010 ، تليها قيمة (80) حيث شكلت نسبة (36.90%) وهي مناطق الأراضي الشبه قاحلة ، والتي لم تكن المدينة قد توسعت فيها بعد ، لذلك لم يتم استغلالها ، ثم جاءت قيمة (86) والتي شكلت نسبتها (8.52%) فقط من منقطة الدراسة والتي مثلت الأراضي الجرداء والمكاشف الصخرية على اطراف مدينة دهوك ، وأخيراً جاءت قيمة (58) وهي الأراضي الزراعية والتي مثلت نسبة (4.40%) من المساحة الكلية للمدينة ، ويرجع سبب انخفاض هذه النسبة الى توسع المناطق الحضرية والاستغلال البشري للمنطقة بشكل ملحوظ .

بينما تراوحت قيم (CN) في الحالة الرطبة (AMC III) بين (76.05) للمناطق ذات النفاذية العالية والاقل قدرة على توليد الجريان السطحي ، وبين (96.36) للمناطق الغير المنفذة للمياه والأكثر قدر على توليد الجريان السطحي ، ولوحظ ان جميع قيم (CN) تتجه نحو القيمة (100) ؛ إذ بلغ معدل (CN) في منطقة الدراسة وللحالة الرطبة (89) ، ونجد ان اكثر القيم توزيعا هي قيمة (96.36) حيث تشغل نسبة (50.18%) من مساحة المدينة لسنة 2010 ، تلتها قيمة (90.20) بما نسبته (36.90%) ، ثم (93.39) بنسبة (8.52%) ، وأخيراً قيمة (76.05) شاغلة نسبة قدرها (4.40%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2010 .

أما في الحالة الجافة المسبقة لرطوبة التربة (AMC I) ، فلقد تراوحت قيم (CN) فيها بين (34.96) للمناطق الأكثر نفاذا وقل قدرة على توليد الجريان السطحي ، وبين (78.90) للمناطق غير المنفذة للمياه والأكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، ووجد ان كل القيم تفوق (50) ، وهذا يعطي دلالة على توضيح إمكانية تحقيق الجريانات من عدمها باستثناء قيمة (34.96) والتي شكلت نسبة (4.40%) فقط من مساحة المدينة ، وهي عبارة عن أراضي زراعية لا تساعد على نشوء الجريانات السطحية بشكل كبير ، وبلغ معدل قيم (CN) في هذه الحالة (60.55) ، وهذه دلالة على القدرة الكبيرة لمنطقة الدراسة على توليد الجريانات السطحية ، حتى في فترات الجفاف .

الخريطة (23): توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى CN لسنة 2010



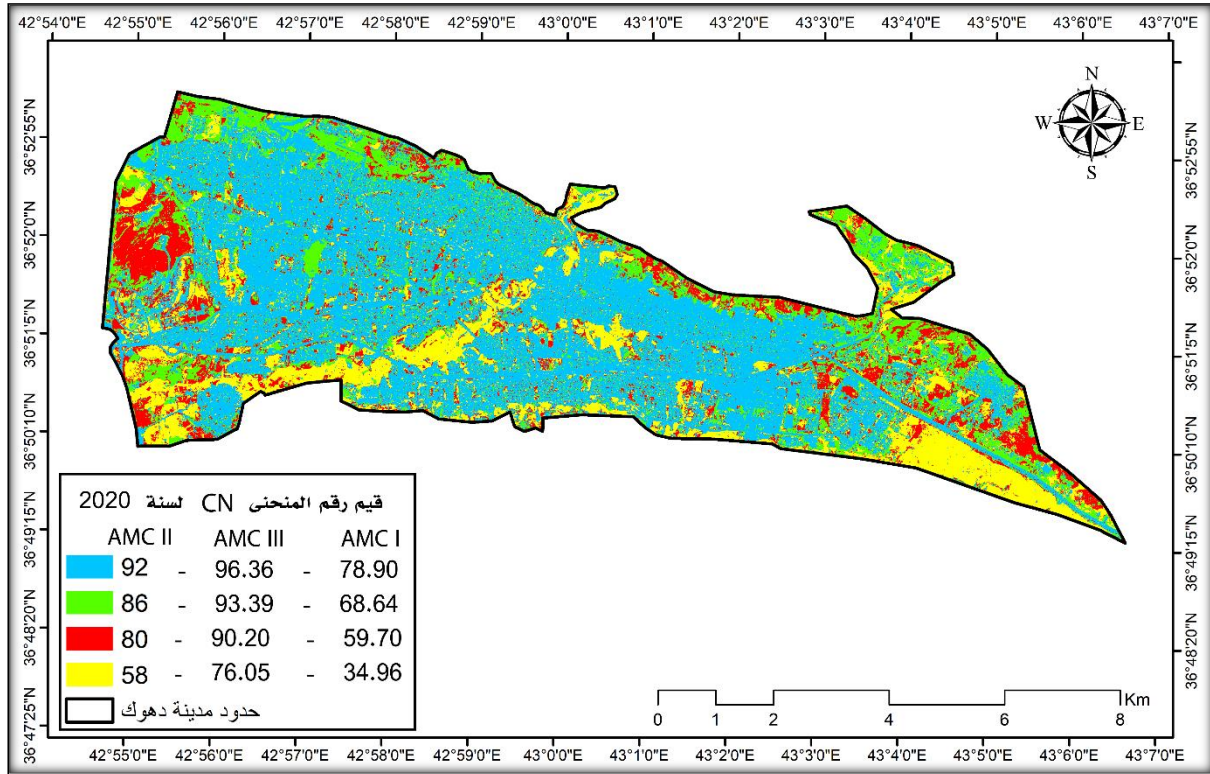
المصدر : اعتمادا على برنامج ArcMap v10.8.1

4.2.3 : توزيع قيم (CN) حسب الحالات الثلاثة المسبقة لرطوبة التربة لسنة 2020:

من خلال الخريطة (24) و الجدول (36) لوحظ ان قيم (CN) في منطقة الدراسة قد بلغت اربع قيم ولمختلف الحالات الهيدرولوجية ؛ إذ تراوحت القيم الحالة الاعتيادية (AMC II) بين (58) للمناطق الأكثر نفاذا واقل قدرة على توليد الجريان السطحي والمتمثلة بالاراضي الزراعية ، وبين (92) للمناطق غير المنفذة للمياه واكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، ولوحظ كذلك ان جميع القيم تتجه نحو القيمة (100) ، إذ بلغ معدل (CN) في منطقة الدراسة وللحالة الاعتيادية (79) ، ونجد ان اكثر قيم (CN) انتشارا في المنطقة هي قيمة (92) والمتمثلة بالمناطق الحضرية ؛ اذ شكلت نسبة (52.21%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2020 ، تليها قيمة (86) حيث شكلت نسبة (17.75%) وهي مناطق الأراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي ، وذات قدرة على توليد جريانات سطحية ، ثم جاءت قيمة (58) والتي شكلت نسبتها (17.23%) وتمثلت بالاراضي الزراعية التي تنخفض

فيها كميات الجريان السطحي ، وأخيراً جاءت قيمة (80) وهي الأراضي العشبية والتي مثلت نسبة (12.81%) من المساحة الكلية للمدينة .

الخريطة (24) : توزيع القيم الخاصة برقم المنحنى CN لسنة 2020



المصدر : اعتمادا على برنامج ArcMap v10.8.1

بينما تراوحت قيم (CN) في الحالة الرطبة (AMC III) بين (76.05) للمناطق ذات النفاذية العالية والاقلة قدرة على توليد الجريان السطحي ، وبين (96.36) للمناطق الغير المنفذة للمياه والأكثر قدر على توليد الجريان السطحي ، ولوحظ ان جميع قيم (CN) تتجه نحو القيمة (100) ؛ إذ بلغ معدل (CN) في منطقة الدراسة وللحالة الرطبة (89) ، ونجد ان اكثر القيم توزيعا هي قيمة (96.36) حيث تشغل نسبة (52.21%) من مساحة المدينة لسنة 2020 ، تلتها قيمة (93.39) بما نسبته (17.75%) ، ثم (76.05) بنسبة (17.23%) ، وأخيراً قيمة (90.20) ما نسبته (12.81%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2020 .

أما في الحالة الجافة المسبقة لرطوبة التربة (AMC I) ، فلقد تراوحت قيم (CN) فيها بين (34.96) للمناطق الأكثر نفاذا وقل قدره على توليد الجريان السطحي ، وبين (78.90) للمناطق غير المنفذة للمياه

والأكثر قدرة على توليد الجريان السطحي ، ووجد ان كل القيم تفوق (50) ، وهذا يعطي دلالة على توضيح إمكانية تحقيق الجريانات من عدمها باستثناء قيمة (34.96) والتي شكلت نسبة (17.23%) فقط من مساحة المدينة ، وهي عبارة عن أراضي زراعية لا تساعد على نشوء الجريانات السطحية بشكل كبير ، وبلغ معدل قيم (CN) في هذه الحالة (60.55) ، وهذه دلالة على القدرة الكبيرة لمنطقة الدراسة على توليد الجريانات السطحية .

يستدل من ما سبق ان اسطح منطقة الدراسة والمتمثلة بمدينة دهوك تختلف باختلاف الظروف الهيدرولوجية وانها مستجابة للجريان السطحي ، وان الاستجابة نحو ذلك في ازدياد إذ ان اكثر القيم انتاجا للجريان السطحي والمتمثلة بقيم (92 ، 96.36 ، 78.90) للحالات الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، والمرتبطة باستخدامات الغطاء الأرضي (المناطق الحضرية) قد ارتفعت نسبها بشكل كبير ، حيث كانت في 1990 (51.99%) و(43.77%) في سنة 2000 ، و(50.18%) في 2010 ، ومن ثم الى (52.21%) في سنة 2020 .

ان قيم (CN) من (80) فاكثر في الحالة الاعتيادية يعبرون عن استجابة (82.77%) من اسطح منطقة الدراسة للجريان السطحي ، وهي نسبة عالية في الحسابات الهيدرولوجية ، وكذلك ان قيم (CN) البالغة (93) فاكثر في الحالة الرطوبة يعبرون عن استجابة (82.77%) من اسطح مدينة دهوك للجريان السطحي ، وهي تشكل نسبة عالية ومعرضة جدا للخطورة الهيدرولوجية .

في حين ان قيم (CN) البالغة (59) فاكثر في الحالة الجافة يعبرون عن استجابة (82.77%) من اسطح منطقة الدراسة للجريان ، ورغم انها اقل من الحالتين السابقتين الا انها لا زالت اسطح تملك استجابات جريانية ، وخاصة اذا كانت عرضة للتساقط المطري بشكل عواصف مطرية .

يرجع سبب تباين قيم CN في مدينة دهوك في حالاته الثلاث (الاعتيادية والرطوبة والجافة) الى اختلاف مسامية ونفاذية الصخور التي تتكون منها المنطقة ؛ اذ يعزى ارتفاع قيم CN الى وجود الغطاء الأرضي الحضري والابنية السكنية والشوارع والطرق المعبدة وغيرها ، والتي تعتبر ذات صماته عالية جدا إذ لا تسمح بتسرب المياه من خلالها ، ويتم توجيهها والتحكم بها بوساطة البشر ومن ثم تزداد فيها نسب الجريان السطحي بشكل كبير ، فضلاً عن المنطقة ذات انحدارات مختلفة بعضها شديدة الانحدار ، وقليلة الغطاء النباتي أو ربما معدومة في بعض الأراضي الجرداء فيها ما يزيد من حدة الجريان فيها ، وامتناع صخورها من امتصاص كمية من المياه حتى وان كانت ذات نفاذية بسيطة .

وبصورة عامة ، يتضح مما سبق أن قيم CN في منطقة الدراسة في جميع الحالات الثلاثة (الاعتيادية والجافة والرطبة) كانت ذات قيم مرتفعة وهذا يعني زيادة احتماليات حصول الجريان السطحي في منطقة الدراسة ولاسيما عند حدوث عاصفة مطرية ويسبقها رطوبة في التربة ، وهذا يعني إستجابة هيدرولوجية إيجابية لمكونات منطقة الدراسة في مختلف الظروف الهيدرولوجية . وبالإمكان الاستفادة من هذه المياه الجارية من قبل الجهات المختصة من خلال استثمارها ضمن مشاريع معينة تزيد من الاستفادة من مياهه والتقليل من التدهور البيئي والاقتصادي .

3.3 : حساب معامل الإمكانية القصوى (S) للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان حسب

الحالات الثلاث لرطوبة التربة المسبقة (AMC I – AMC III – AMC II) :

يعبر عن معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي بالحد الأقصى المحتمل للاحتفاظ برطوبة التربة بعد بدء الجريان السطحي ، ويشير هذا المعامل الى حالة التربة عند تشبعها تماماً بالمياه التي تجمعت بعد بدء عملية جريان سطحي لها ، أي بعد أن تتوقف عملية التسرب ، بمعنى آخر عند جريان المياه على سطح الأرض فان جزء منها يترشح الى داخل التربة ، ويعبر عنها بالإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة ويرمز له بالرمز (S) ، وتتباين الترب في ما بينها من حيث قدرتها على الاشباع بالمياه اعتمادا على عدة عوامل منها نوع التربة ومدى قدرتها على امتصاص كميات أكبر من الماء اثناء موجة المطر الساقطة ، اذا لمعامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان السطحي علاقة قوية بكل من نوع التربة والغطاء الأرضي⁽¹⁾ .

لقيم (S) معدل ثابت والقيمة المتوسطة القريبة من التماثل له هي 254 ؛ إذ يتماثل معدل احتفاظ التربة بالماء مع معدل المياه الجارية على السطح ، وتدل قيم (S) القريبة من الرقم (0) على انخفاض قدرة التربة في الاحتفاظ بالمياه على السطح بعد بدء عملية الجريان السطحي مما يقود الى زيادة كمية المياه الجارية على السطح وارتفاع احتمالية حدوث الفيضانات فيها ، أما ارتفاع قيمتها عن الوسيط فانه

(1)USDA–SCS, urban hydrology for small watershed, department of agriculture USA ,

1986, Chapter 2 – P 1–27.

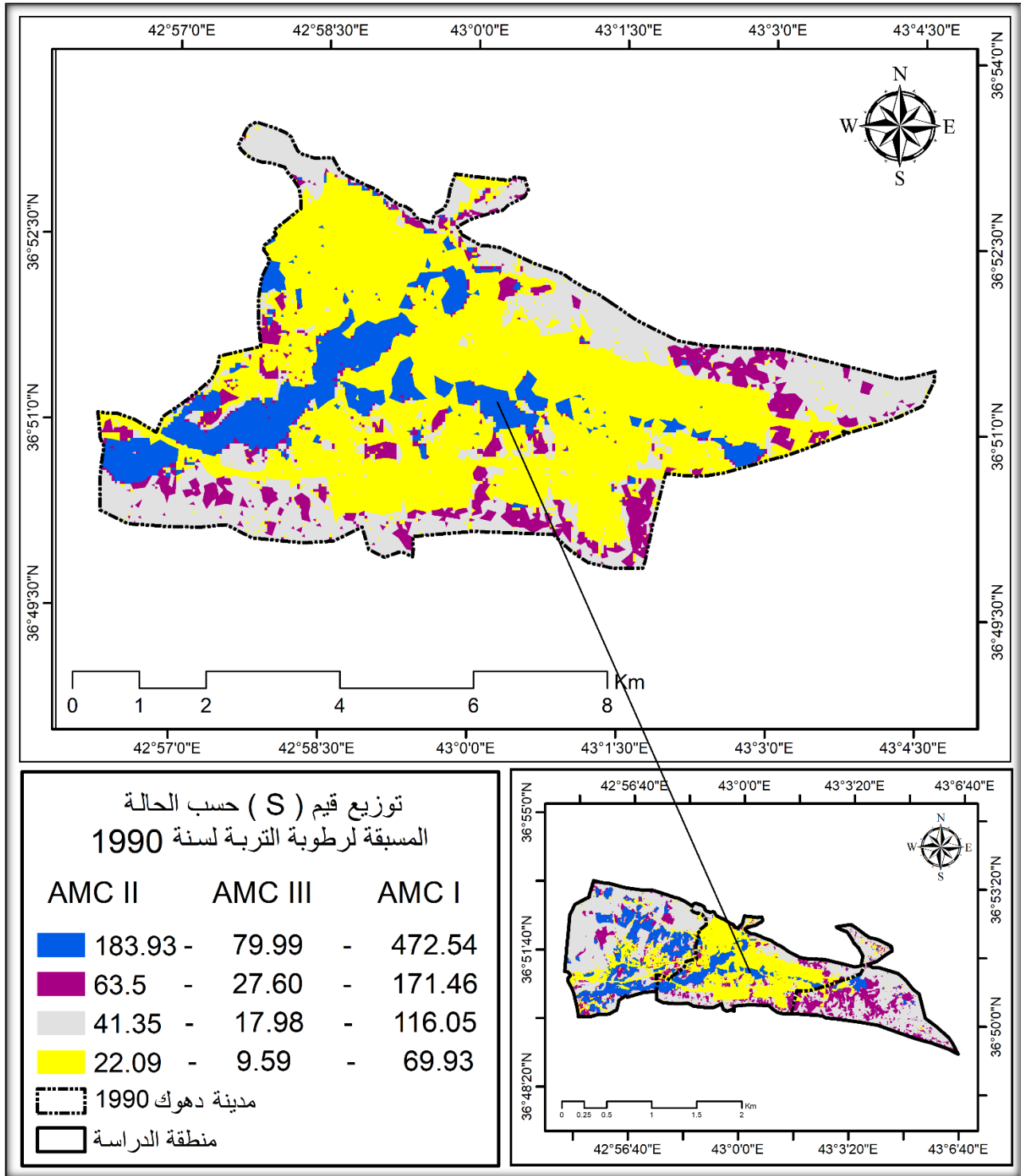
يدل على ارتفاع إمكانية التربة في حفظ الماء مما يؤدي الى انخفاض كمية الجريان السطحي⁽¹⁾ . وتم التوصل الى قيم (S) باعتماد المعادلة رقم (2) المذكورة سابقا .

1.3.3 : توزيع قيم معامل (S) حسب الحالات المسبقة لرطوبة التربة (AMC II – AMC III – AMC I لسنة 1990 :

حسب معطيات الخريطة (25) والجدول (37) والشكل (16) نجد ان القيم المعبرة عن معامل (S) المتضمنة الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة بعد بدء الجريان السطحي في منطقة الدراسة قد بلغ عددها (4) ، وتراوحت هذه القيم في الحالة الاعتيادية بين (22.09) ملم للمناطق الأقل قدرة على حفظ الماء على السطح والمتمثلة بالأراضي الحضرية ، وقيمة (183.93) ملم للمناطق الأكثر قدرة على حفظ الماء على السطح ، الجدول (37) ، ولوحظ كذلك ان جميع قيم معامل (S) تتجه نحو (0) واقل من قيمة الوسيط للمعادلة والبالغة (254) ملم ، وهذا يعني ان اسطح منطقة الدراسة ضعيفة في حفظها للمياه على السطح بعد بدء عملية الجريان السطحي ، مما يسبب في ارتفاع كميات المياه الجارية ؛ إذ بلغ معدل قيم معامل (S) لمنطقة الدراسة للحالة الاعتيادية في عام 1990 (77.72) ملم ، ونلاحظ ان اكثر قيم معامل (S) توزيعا هي قيمة (22.09) ملم للحالة الاعتيادية و(9.59) ملم في الحالة الرطبة و(67.93) ملم للحالة الجافة ، حيث شكلت كل منها ما نسبته (51.99%) من مساحة مدينة دهوك لسنة 1990 ، وتمثلت بالأراضي الحضرية الكثيفة التي لا تسمح بمرور المياه من خلالها ، لذا نجد ان قيمها تتبعد انخفاضاً عن قيمة الوسيط البالغة (254) ملم ، تلتها قيمة (S) البالغة (41.35 – 17.98 – 116.05) للحالات الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، مكونة ما نسبته (25.21%) من مساحة مدينة دهوك ، وتمثلت بالأراضي الجرداء الخالية من ألتحضر او الغطاء النباتي ، ثم تلتها قيمة (S) البالغة (183.93 – 79.99 – 472.54) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، والمكونة من الأراضي الزراعية ، مكونة ما نسبته (12.68%) ، وفي المرتبة الأخيرة جاءت قيم (S) البالغة (63.50 – 27.60 – 171.46) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، وتمثلت بالأراضي الشبه القاحلة ، مكونة ما نسبته (10.12%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 1990 .

(1) هيفاء محمد النفيعي ، تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيالية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، جامعة ام القرى ، كلية التربية ، المملكة العربية السعودية ، 2010 ، ص 103 .

الخريطة (25) : توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 1990



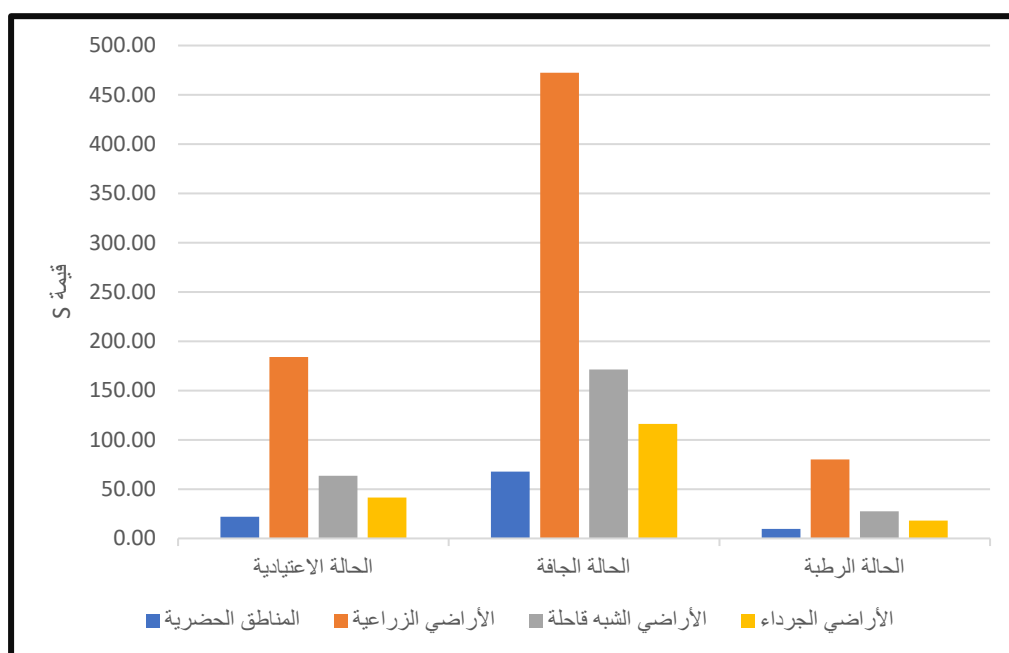
المصدر : اعتمادا على المعادلة (3) وبرنامج ArcMap v10.8.1

الجدول (37) : قيم S حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة

2020		2010		2000		1990		قيم S			الغطاء الأرضي
النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	AMCIII	AMCI	AMCII	
17.23	10.68	4.4	2.73	11.06	4.15	12.68	2.72	79.99	472.54	183.93	الأراضي الزراعية
12.81	7.94	36.9	22.87	20.61	7.73	10.12	2.17	27.60	171.46	63.50	الأراضي الشبه قاحله
17.75	11	8.52	5.28	24.55	9.2	25.21	5.41	17.98	116.05	41.35	الأراضي الجرداء
52.21	32.36	50.18	31.1	43.77	16.41	51.99	11.16	9.59	67.93	22.09	المناطق الحضرية
100	61.98	100	61.98	100	37.48	100	21.47				المجموع

المصدر : اعتمادا على الخريطة 25 .

الشكل (16) : قيم S حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة



المصدر : اعتمادا على الجدول 37 .

2.3.3 : توزيع قيم معامل (S) حسب الحالات المسبقة لرطوبة التربة (AMC II - AMC III - AMC I لسنة 2000 :

عند النظر الى الخريطة (26) و الجدول (37) نستنتج منها ان القيم المعبرة عن معامل (S) المتضمنة الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة بعد بدء الجريان السطحي في منطقة الدراسة قد بلغ عددها (4) ، وتراوحت هذه القيم في الحالة الرطبة المسبقة لرطوبة التربة بين (183.93 - 22.09) ملم ، بدءاً من المناطق الأقل قدرة على حفظ الماء على السطح والمتمثلة بالأراضي الحضرية بقيمة

(22.09) ، وقيمة (183.93) ملم للمناطق الأكثر قدرة على حفظ الماء على السطح ، ولوحظ كذلك ان جميع قيم معامل (S) تتجه نحو (0) واقل من قيمة الوسيط للمعادلة والبالغة (254) ملم ، وهذا يعني ان اسطح منطقة الدراسة ضعيفة في حفظها للمياه على السطح بعد بدء عملية الجريان السطحي ، مما يسبب في ارتفاع كميات المياه الجارية ؛ إذ بلغ معدل قيم معامل (S) لمنطقة الدراسة للحالة الاعتيادية في عام 2000 (77.72) ملم ، ونلاحظ ان اكثر قيم معامل (S) توزيعا هي قيمة (22.09) ملم للحالة الاعتيادية و(9.59) ملم في الحالة الرطبة و(67.93) ملم للحالة الجافة ، حيث شكلت كل منها ما نسبته (43.77%) من مساحة مدينة دهوك لسنة 2000 ، وتمثلت بالأراضي الحضرية الكثيفة التي لا تسمح بمرور المياه من خلالها ، لذا نجد ان قيمها تتبعد انخفاضاً عن قيمة الوسيط البالغة (254) ملم ، تلتها قيمة (S) البالغة (41.35 - 17.98 - 116.05) للحالات الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، مكونة ما نسبته (24.55%) من مساحة مدينة دهوك ، وتمثلت بالأراضي الجرداء الخالية من التحضر او الغطاء النباتي ، ثم جاءت قيم (S) البالغة (63.50 - 27.60 - 171.46) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، وتمثلت بالأراضي الشبه القاحلة ، مكونة ما نسبته (20.61%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2000 ، وأخيراً قيمة (S) البالغة (183.93 - 79.99 - 472.54) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، والمكونة من الأراضي الزراعية ، والتي شغلت نسبة من مساحة منطقة الدراسة وصلت الى (11.06%) .

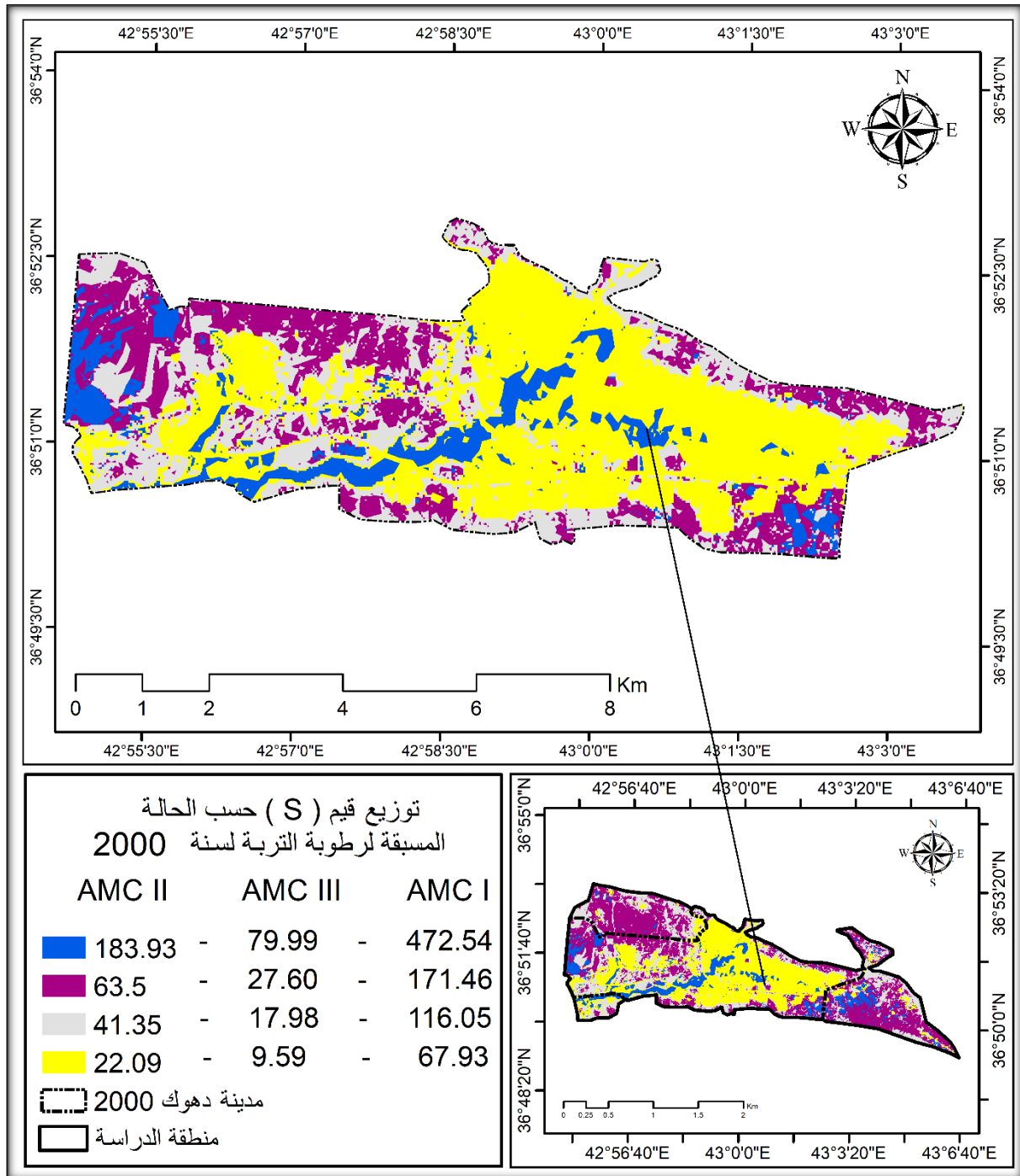
3.3.3 : توزيع قيم معامل (S) حسب الحالات المسبقة لرطوبة التربة (AMC II - AMC III -

(AMC I) لسنة 2010 :

بلغت قيم الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة بعد بدء عملية الجريان السطحي (S) (4) قيم في منطقة الدراسة (الخريطة 27) و الجدول (37) ، وتراوحت هذه القيم في الحالة الاعتيادية بين (22.09) ملم للمناطق الأقل قدرة على حفظ الماء على السطح والمتمثلة بالأراضي الحضرية ، وقيمة (183.93) ملم للمناطق الأكثر قدرة على حفظ الماء على السطح ، ولوحظ كذلك ان جميع قيم معامل (S) تتجه نحو (0) واقل من قيمة الوسيط للمعادلة والبالغة (254) ملم ، وهذا يعني ان اسطح منطقة الدراسة ضعيفة في حفظها للمياه على السطح بعد بدء عملية الجريان السطحي ، مما يسبب في ارتفاع كميات المياه الجارية ؛ إذ بلغ معدل قيم معامل (S) لمنطقة الدراسة للحالة الاعتيادية في عام 2010 (77.72) ملم ، ونلاحظ ان اكثر قيم معامل (S) توزيعا هي قيمة (22.09) ملم للحالة الاعتيادية و(9.59) ملم في الحالة الرطبة و(67.93) ملم للحالة الجافة ، حيث شكلت كل منها ما نسبته (50.18%) من مساحة مدينة دهوك لسنة 2010 ، وتمثلت بالأراضي الحضرية الكثيفة التي لا تسمح بمرور المياه من خلالها ، لذا

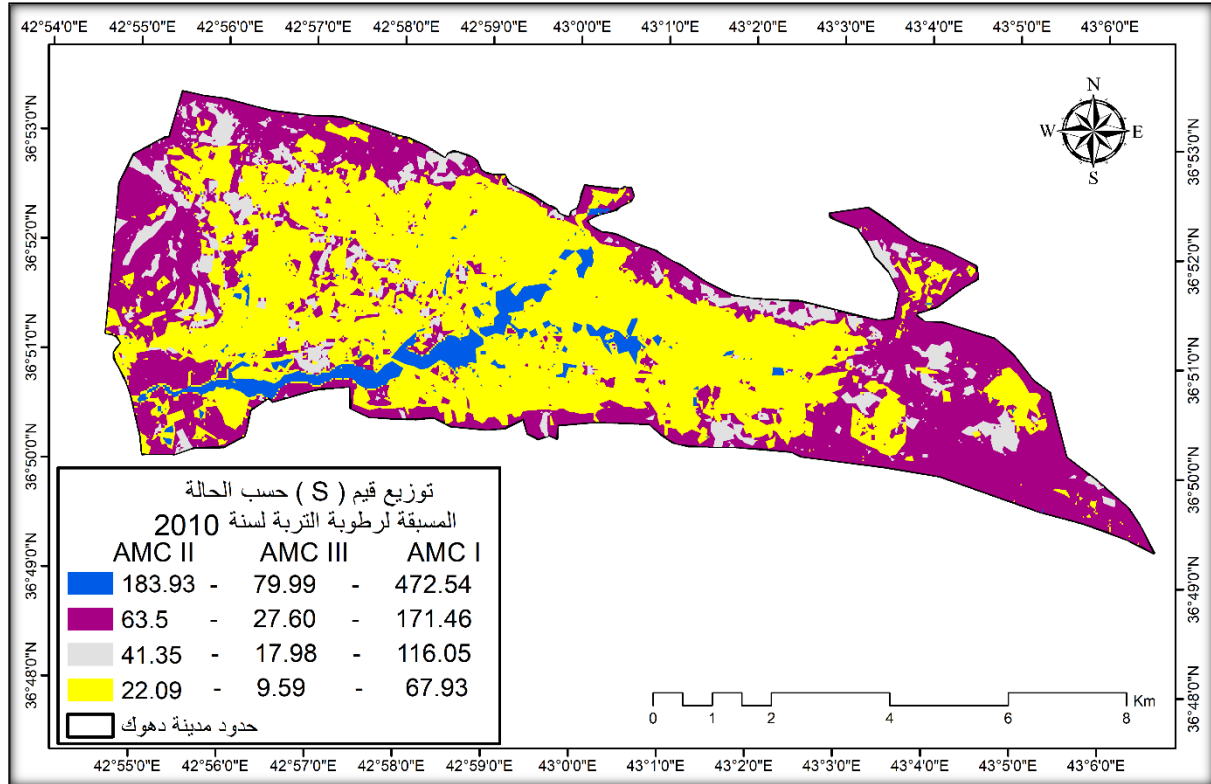
نجد ان قيمها تتباعد انخفاضاً عن قيمة الوسيط البالغة (254) ملم ، تلتها قيم (S) البالغة (63.50 - 27.60 - 171.46) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، وتمثلت بالأراضي الشبه القاحلة ، مكونة ما نسبتهها (36.90%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2010 ، تلتها قيمة

الخريطة (26) : توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 2000



المصدر : اعتماداً على المعادلة (3) وبرنامج ArcMap v10.8.1

(S) البالغة (41.35 - 17.98 - 116.05) للحالات الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، مكونة ما نسبته (8.52%) من مساحة مدينة دهوك ، وتمثلت بالأراضي الجرداء الخالية من ألتحضر او الغطاء النباتي ، ثم تلتها قيمة (S) البالغة (183.93 - 79.99 - 472.54) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، والمتكونة من الأراضي الزراعية ، مكونة ما نسبته (4.4%) .
الخريطة (27) : توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 2010



المصدر : اعتمادا على المعادلة (3) وبرنامج ArcMap v10.8.1

4.3.3 : توزيع قيم معامل (S) حسب الحالات المسبقة لرطوبة التربة (AMC III - AMC II - AMC I) لسنة 2020 :

من الخريطة (28) و الجدول (37) ، نستنتج منها ان القيم المعبرة عن معامل (S) المتضمنة الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة بعد بدء الجريان السطحي في منطقة الدراسة قد بلغ عددها (4) ، وتراوح هذه القيم في الحالة الرطوبة المسبقة لرطوبة التربة بين (183.93 - 22.09) ملم ، بدءاً من المناطق الأقل قدرة على حفظ الماء على السطح والمتمثلة بالأراضي الحضرية بقيمة (22.09) ، وقيمة (183.93) ملم للمناطق الأكثر قدرة على حفظ الماء على السطح ، ولوحظ كذلك ان جميع قيم معامل (S) تتجه نحو (0) واقل من قيمة الوسيط للمعادلة والبالغة (254) ملم ، وهذا يعني ان اسطح

منطقة الدراسة ضعيفة في حفظها للمياه على السطح بعد بدء عملية الجريان السطحي ، مما يسبب في ارتفاع كميات المياه الجارية ؛ إذ بلغ معدل قيم معامل (S) لمنطقة الدراسة للحالة الاعتيادية في عام 2020 (77.72) ملم ، ونلاحظ ان اكثر قيم معامل (S) توزيعا هي قيمة (22.09) ملم للحالة الاعتيادية و(9.59) ملم في الحالة الرطبة و(67.93) ملم للحالة الجافة ، حيث شكلت كل منها ما نسبته (52.21%) من مساحة مدينة دهوك لسنة 2020 ، وتمثلت بالأراضي الحضرية الكثيفة التي لا تسمح بمرور المياه من خلالها ، لذا نجد ان قيمها تبتعد انخفاضاً عن قيمة الوسيط البالغة (254) ملم ، تلتها قيمة (S) البالغة (41.35 – 17.98 – 116.05) للحالات الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، مكونة ما نسبته (17.75%) من مساحة مدينة دهوك ، وتمثلت بالأراضي الجرداء الخالية من التحضر او الغطاء النباتي ، ثم جاءت قيم (S) البالغة (183.93 – 79.99 – 472.54) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، والمكونة من الأراضي الزراعية ، مكونة ما نسبته (17.23%) ، وأخيراً جاءت قيمة (S) البالغة (63.50 – 27.60 – 171.46) ملم لكل من الحالة الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، وتمثلت بالأراضي الشبه القاحلة ، مكونة ما نسبته (12.81%) من المساحة الكلية لمدينة دهوك لسنة 2020 .

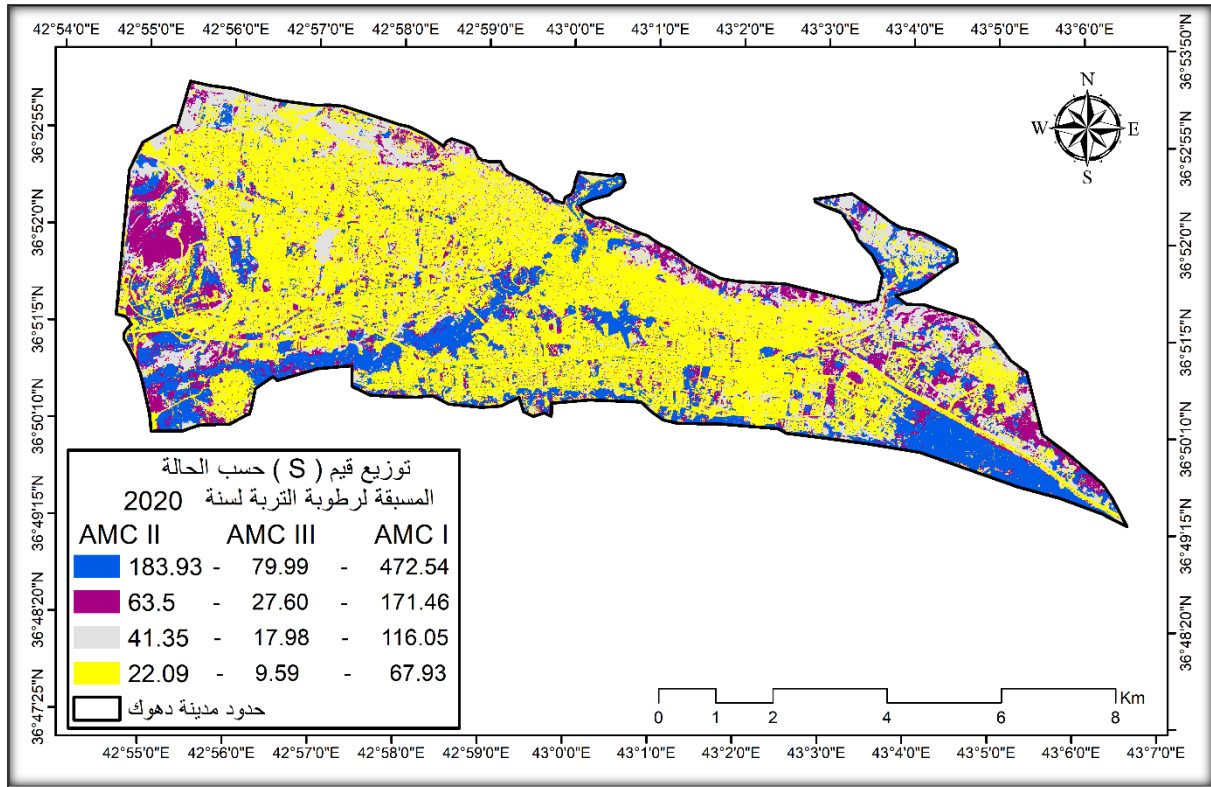
وبعد استعراض توزيع قيم معامل (S) في مدينة دهوك وبمختلف الظروف الهيدرولوجية واللفترات الزمنية (1990 – 2000 – 2010 – 2020) ، نجد انها معدلات قريبة من بعضها في الامكانية المتدنية للاحتفاظ بالماء في التربة بعد بدء الجريان لسطحي ، وبذلك فان الاسطح في هذه الحالة سوف تستجيب نحو ارتفاع كمية المياه الجارية اكثر من خفضها ، بدليل انخفاض معظم القيم وفي مختلف الظروف عن (254) ملم ، وهي قيمة الوسيط للمعامل (S) إذا استثنينا قيمة (472.54) ملم في الحالة الجافة حصراً ، والتي تضمنت الغطاء الأرضي المتمثل بالأراضي الزراعية ، وان المساحة التي تشغلها هذه القيمة في اكثر اتساع لها بلغت (17.23%) في سنة 2020 .

وهذا يفسر أيضاً من ان (82.77%) من مساحة منطقة الدراسة سجلت قيم معامل (S) اقل من (64) ملم في الحالة الاعتيادية ، و(100%) من مساحة منطقة الدراسة احتوت قيم معامل (S) اقل من (100) ملم في الحالة الرطبة ، و(82.77%) قيم معامل (S) فيها اقل من (171.47) ملم .

وبذلك فهي مؤشرات تؤكد على ان الاسطح تميل الى استجابتها للتساقط المطري الى عمق جريانات على حساب الفواقد بالحد الأقصى المحتمل للاحتفاظ برطوبة التربة بعد بدء الجريان السطحي ، وان الحالة

تتفاقم كثيرا في حالة حدوث عاصفة مطرية شديدة ، ويشد أكثر اذا كانت حالة رطوبة التربة مشبعة (رطبة) ، وهي تماثل في المناطق الحضرية بشكل دائم .

الخريطة (28) : توزيع معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) لسنة 2020



المصدر : اعتمادا على برنامج ArcMap v10.8.1

4.3 : حساب معامل الاستخلاص الاولي (Ia) للحالات الثلاثة لرطوبة التربة المسبقة (AMC I – AMC II – AMC III) لمنطقة الدراسة :

يشير هذا المعامل الى كمية المياه الفاقدة من الأمطار قبل أن تبدأ عملية الجريان السطحي سواء كان ذلك من خلال تسرب المياه الى باطن الأرض أو تعرضها للتبخر أو ما تعترضه النباتات من مياه الأمطار فضلاً عن المياه المتجمعة في المنخفضات ، وتمثل هذه القيمة خمس معامل (S) الذي أشرنا اليه في الفقرة السابقة⁽¹⁾. وتعتبر القيمة 50.8 ملم هي قيمة مساوية لمعدل المياه الجارية على السطح مع كمية

(1) شيماء باسم عبدالقادر الحياي ، مصدر سابق ، ص 101 .

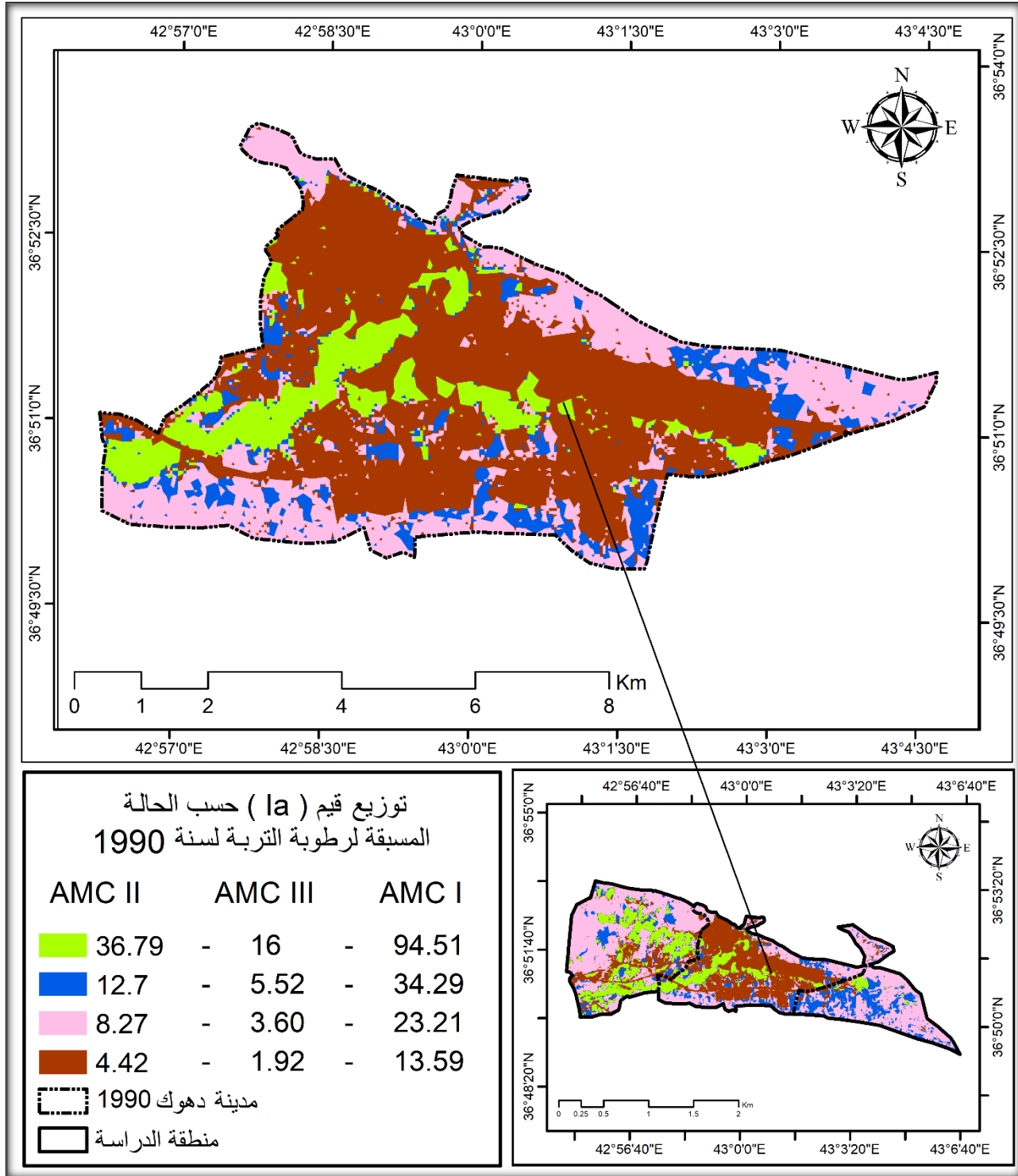
الفاقد من المياه ، وكلما ارتفعت قيم هذا المعامل عن قيمة الوسيط دل ذلك على ازدياد كمية الفاقد من مياه الأمطار ، وهذا يعني قلة كمية المياه التي سوف تجري فوق سطح الأرض والعكس من ذلك ؛ إذ أن انخفاض قيمة هذا المعامل دلالة على قلة كميات مياه الأمطار المفقودة قبل بدء عملية الجريان ومن ثم زيادة في كميات المياه الجارية على السطح ، ويمكن الحصول على قيمة (Ia) باعتماد المعادلة رقم (5) .

1.4.3 : حساب معامل الاستخلاص الأولي (Ia) للحالات الثلاثة لرطوبة التربة المسبقة (AMC III - AMC II - AMC I) لسنة 1990 :

من خلال الخريطة (29) و الجدول (38) نجد ان القيم المعبرة عن معامل الاستخلاص الأولي (Ia) قبل بدء الجريان السطحي في منطقة الدراسة قد بلغ عددها (4) قيم ، كما في قيم كل من (CN) و (S) ، وتراوح قيم (Ia) بين (4.42) ملم للمناطق الأقل فقداً أولاً لمياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي ، وقيمة (36.79) ملم للمناطق الأكثر فقداً أولاً لمياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي ، وبمعدل (15.50) ملم في الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة ، أما في الحالة الرطبة فتراجعت قيمها بين (1.92 - 16) ملم ، وبمعدل (6.76) ملم ، في حين ان قيم (Ia) في الحالة الجافة تراوحت بين (13.59 - 94.51) ملم ، وبمعدل (41.4) ملم ، وجميع القيم في الحالة الاعتيادية هي أقل من قيمة الوسيط البالغة 50.8 ملم مما يعني انخفاض نسبة الاستخلاص الأولي لمنطقة الدراسة بشكل عام ، وهذا يعني زيادة في كميات الجريان السطحي ، وتؤكد هذه النتيجة ما تم الوصول اليه في قيم (S-CN) التي دلت على ضعف إمكانية المنطقة في استيعاب كميات أعلى من مياه الجريان السطحي ومن ثم زيادة في احتمالية حدوث الفيضانات فيها . أما اكثر القيم انتشاراً في هذه السنة فكانت قيمة (4.42 - AMC II) و (13.58 - AMC I) و (1.92 - AMC III) مكونة ما نسبته (51.99%) ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، وهي مناطق كثيفة غير قادرة على امتصاص المياه ، مما يزيد احتماليات الجريان السطحي فيها لأقصى قدر ممكن ، تلتها قيمة (Ia) البالغة (8.27 - AMC II) و (23.21 - AMC I) و (3.60 - AMC III) ؛ إذ شغلت نسبة (25.12%) من مساحة مدينة دهوك ، وتمثل هذه القيمة الأراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي ، والتي تتكون من مجموعة من المنكشفات الصخرية ذات المسامية والنفاذية القليلة ومن ثم انعكس ذلك على انخفاض قدرة المنطقة على المساعدة في تسرب المياه أو تبخرها ومن ثم زيادة احتمالية حدوث الجريانات السطحية بشكل أكبر ، أما في المرتبة الثالثة من حيث الانتشار فتظهر قيم (36.79 - AMC II) و (94.51 - AMC I) و (15.99 - AMC III) والمتمثلة بالأراضي الزراعية ، وشغلت نسبة (12.68%)

، الشكل (17) ؛ إذ تزداد احتمالية تسرب مياه الأمطار الى باطن الأرض نتيجة وجود غطاء نباتي كثيف ، كما اسلفنا سابقا .

الخريطة (29) : توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولي (Ia) لسنة 1990



المصدر : اعتماداً على مخرجات معادلة Ia وبرنامج ArcMap10.8.1

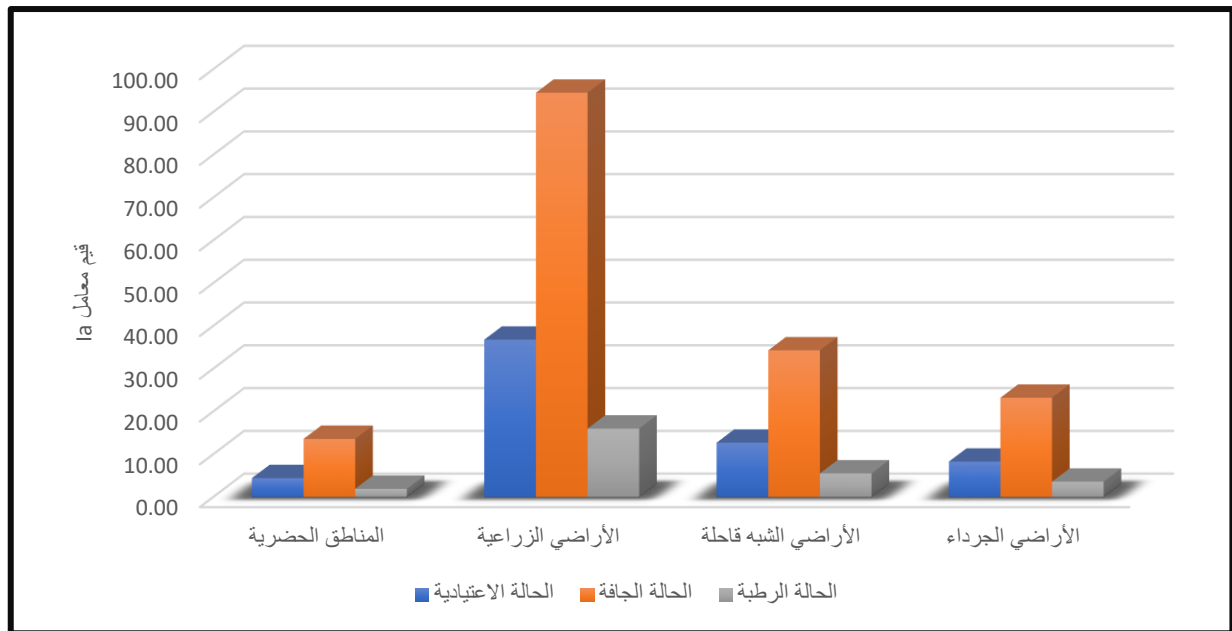
وجاءت في المرتبة الاخيرة قيمة (Ia) البالغة (12.70 - AMC II) و(34.290 - AMC I) و(5.52) و(AMC III -) والتي تمثلت بالمناطق شبه القاحلة التي تحتوي على مساحات واسعة من المراعي ، والأعشاب والحشائش القصيرة التي تعمل على إعاقة الجريان السطحي للمياه وببطء حركته ومن ثم زيادة في احتمالية تسرب المياه الى باطن الأرض أو تعرضها للتبخر ، وبلغت نسبة المساحة التي تغطيها هذه القيمة (10.12%).

الجدول (38) : قيم Ia حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة

2020		2010		2000		1990		قيم Ia			الغطاء الأرضي
النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	AMCIII	AMCI	AMCII	
17.23	10.68	4.4	2.73	11.06	4.15	12.68	2.72	16.00	94.51	36.79	الأراضي الزراعية
12.81	7.94	36.9	22.87	20.61	7.73	10.12	2.17	5.52	34.29	12.70	الأراضي الشبه قاحله
17.75	11	8.52	5.28	24.55	9.2	25.21	5.41	3.60	23.21	8.27	الأراضي الجرداء
52.21	32.36	50.18	31.1	43.77	16.41	51.99	11.16	1.92	13.59	4.42	المناطق الحضرية
100	61.98	100	61.98	100	37.48	100	21.47				المجموع

المصدر : اعتماداً على الخريطة 29

الشكل (17) : : قيم Ia حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة



من عمل الباحث اعتماداً على الجدول 38

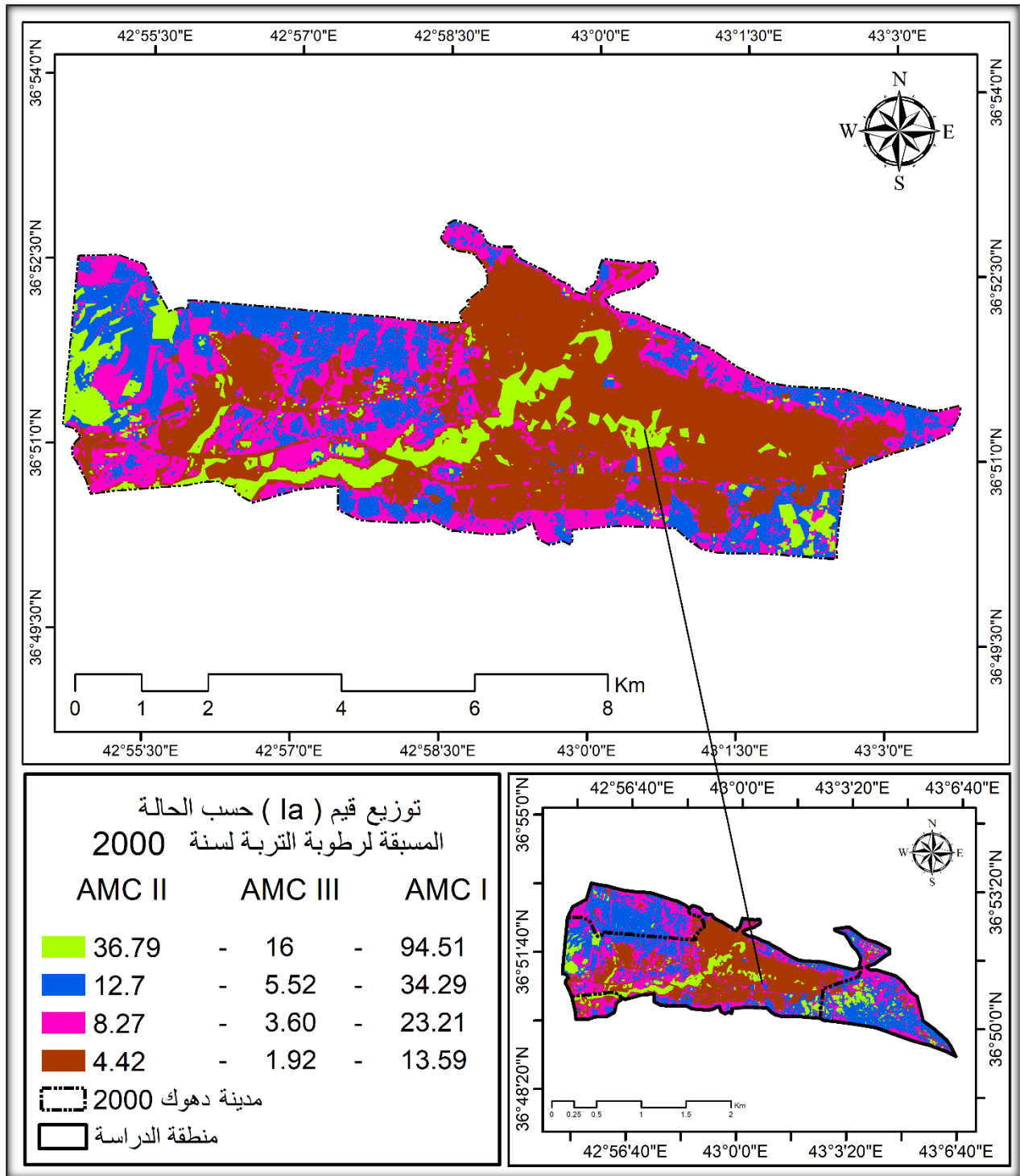
2.4.3 : حساب معامل الاستخلاص الاولي (Ia) للحالات الثلاثة لرطوبة التربة المسبقة (AMC III - AMC II - AMC I) لسنة 2000 :

بالنظر الى الخريطة (30) و الجدول (38) نجد ان القيم المعبرة عن معامل الاستخلاص الاولي (Ia) قبل بدء الجريان السطحي في منطقة الدراسة قد بلغ عددها (4) قيم ، وتراوح قيم (Ia) بين (4.42 - 36.79) ملم ، وبمعدل (15.50) ملم في الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة ، أما في الحالة الرطبة فتراوح قيمها بين (1.92 - 16) ملم ، وبمعدل (6.76) ملم ، في حين ان قيم (Ia) في الحالة الجافة تراوحت بين (13.59 - 94.51) ملم ، وبمعدل (41.4) ملم .

أما اكثر القيم انتشاراً في هذه السنة فكانت قيمة (4.42 - AMC II) و (13.58 - AMC I) و (1.92 - AMC III) مكونة ما نسبته (43.77%) ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، وهي مناطق كتيمة غير قادرة على امتصاص المياه ، مما يزيد احتماليات الجريان السطحي فيها لأقصى قدر ممكن ، تلتها قيمة (Ia) البالغة (8.27 - AMC II) و (23.21 - AMC I) و (3.60 - AMC III) ؛ إذ شغلت نسبة (24.55%) من مساحة مدينة دھوك ، وتمثل هذه القيمة الأراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي ، والتي تتكون من مجموعة من المنكشفات الصخرية ذات المسامية والنفاذية القليلة ، ومن ثم زيادة احتمالية حدوث الجريانات السطحية بشكل أكبر ، أما في المرتبة الثالثة من حيث الانتشار فتظهر قيم (12.70 - AMC II) و (34.290 - AMC I) و (5.52 - AMC III) والتي تمثلت بالمناطق شبه القاحلة التي تحتوي على مساحات واسعة من المراعي ، والأعشاب والحشائش القصيرة التي تعمل على إعاقة الجريان السطحي للمياه وببطء حركته ومن ثم زيادة في احتمالية تسرب المياه الى باطن الأرض أو تعرضها للتبخّر ، وبلغت نسبة المساحة التي تغطيها هذه القيمة (20.61%) .

وجاءت في المرتبة الاخيرة قيمة (Ia) البالغة (36.79 - AMC II) و (94.51 - AMC I) و (15.99 - AMC III) والمتمثلة بالأراضي الزراعية ، وشغلت نسبة (12.68%) ؛ إذ تزداد احتمالية تسرب مياه الأمطار الى باطن الأرض نتيجة وجود الغطاء النباتي .

الخريطة (30): توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولي (Ia) لسنة 2000

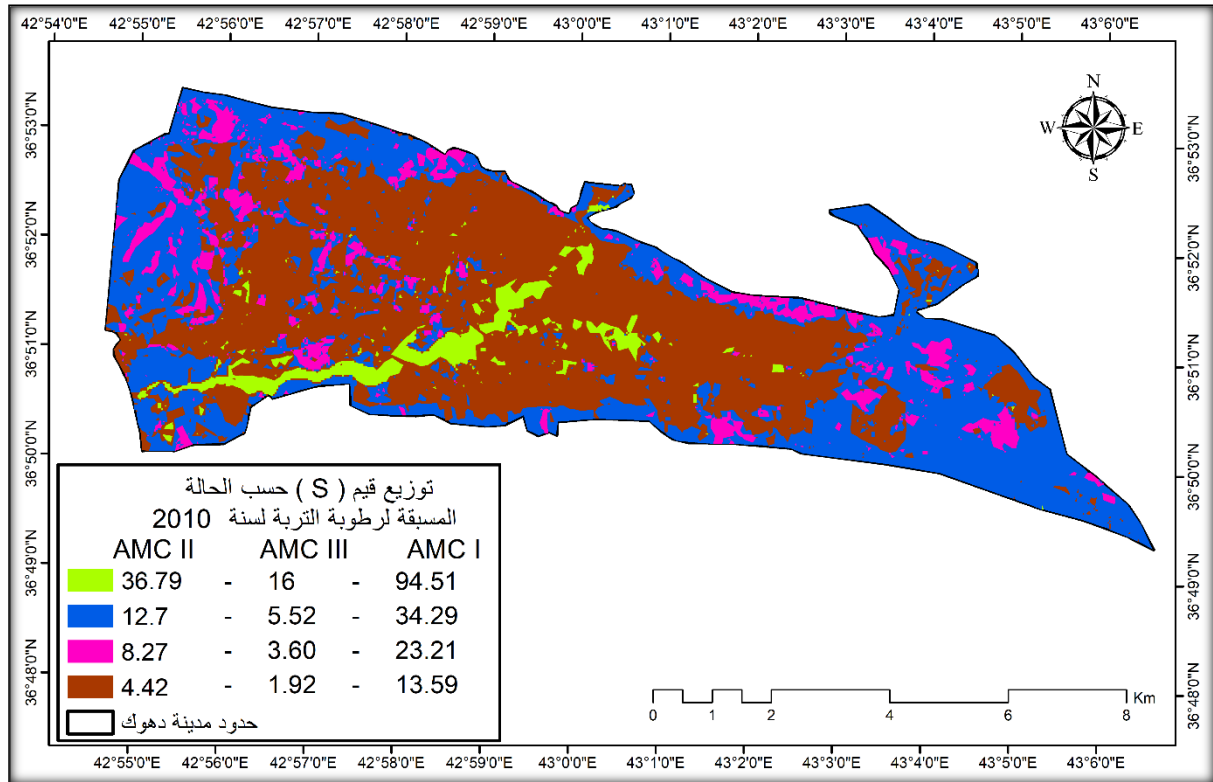


المصدر : اعتماداً على مخرجات معادلة Ia وبرنامج ArcMap10.8.1

3.4.3 : حساب معامل الاستخلاص الاولي (Ia) للحالات الثلاثة لرطوبة التربة المسبقة (AMC III - AMC II - AMC I) لسنة 2010 :

من خلال الخريطة (31) والجدول (38) نجد ان القيم المعبرة عن معامل الاستخلاص الاولي (Ia) قبل بدء الجريان السطحي في منطقة الدراسة قد بلغ عددها (4) قيم ، والمتحكم الرئيسي بذلك هو تصنيف الغطاء الأرضي في المنطقة ، وتراوحت قيم (Ia) بين (4.42) ملم للمناطق الأقل فقداً اولياً لمياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي ، وقيمة (36.79) ملم للمناطق الأكثر فقداً اولياً لمياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي ، وبمعدل (15.50) ملم في الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة ، أما في الحالة الرطبة فتراوحت قيمها بين (1.92 - 16) ملم ، وبمعدل (6.76) ملم ، في حين ان قيم (Ia) في الحالة الجافة تراوحت بين (13.59 - 94.51) ملم ، وبمعدل (41.4) ملم ، وجميع القيم في الحالة الاعتيادية هي أقل من قيمة الوسيط البالغة 50.8 ملم مما يعني انخفاض نسبة الاستخلاص الاولي لمنطقة الدراسة بشكل عام ، وهذا يعني زيادة في كميات الجريان السطحي . أما اكثر القيم انتشاراً في هذه السنة فكانت قيمة (4.42 - AMC II) و (13.58 - AMC I) و (1.92 - AMC III) مكونة ما نسبته (51.99%) ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، نتيجة التوسع الكبير لل عمران في هذه السنة ؛ إذ بلغت نسبة المساحة التي تغطيها المناطق الحضرية في هذه السنة (50.18%) وهي اكثر من نصف المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ، تلتها قيمة (Ia) البالغة (12.70 - AMC II) و (34.290 - AMC I) و (5.52 - AMC III) والتي تمثلت بالمناطق العشبية التي تحتوي على مساحات واسعة من المراعي ، والأعشاب والحشائش القصيرة التي تعمل على إعاقة الجريان السطحي للمياه وببطء حركته ومن ثم زيادة في احتمالية تسرب المياه الى باطن الأرض أو تعرضها للتبخر ، وبلغت نسبة المساحة التي تغطيها هذه القيمة (36.90%) . ثم جاءت قيمة (Ia) البالغة (8.27 - AMC II) و (23.21 - AMC I) و (3.60 - AMC III) ؛ إذ شغلت نسبة (8.52%) من مساحة مدينة دهوك ، وتمثل هذه القيمة الأراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي، أما في المرتبة الاخيرة من حيث الانتشار فتظهر قيم (36.79 - AMC II) و (94.51 - AMC I) و (15.99 - AMC III) والمتمثلة بالأراضي الزراعية ، وشغلت نسبة (4.40%) ؛ إذ تزداد احتمالية تسرب مياه الأمطار الى باطن الأرض نتيجة وجود غطاء نباتي كثيف كما اسلفنا سابقا .

الخريطة (31) : توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولي (Ia) لسنة 2010



المصدر : اعتماداً على مخرجات معادلة Ia وبرنامج ArcMap10.8.1

4.4.3 : حساب معامل الاستخلاص الاولي (Ia) للحالات الثلاثة لرطوبة التربة المسبقة (AMC III)

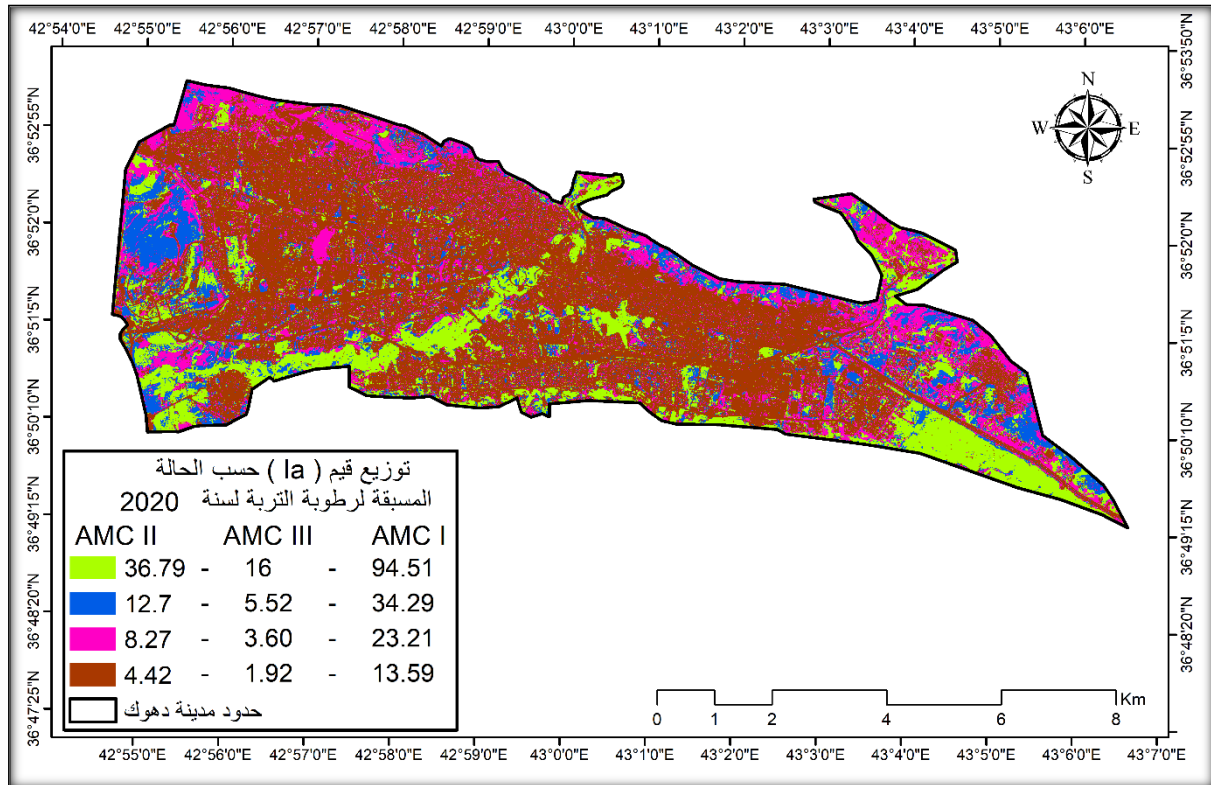
- AMC I – AMC II لسنة 2020 :

تباينت القيم المعبرة عن معامل الاستخلاص الاولي (Ia) قبل بدء الجريان السطحي في منطقة الدراسة ؛ إذ بلغ عددها (4) قيم ، وتراوح قيم (Ia) بين (36.79 – 4.42) ملم ، وبمعدل (15.50) ملم في الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة ، أما في الحالة الرطبة فتراوح قيمها بين (16 – 1.92) ملم ، وبمعدل (6.76) ملم ، في حين ان قيم (Ia) في الحالة الجافة تراوحت بين (94.51 – 13.59) ملم ، وبمعدل (41.4) ملم ، الخريطة (32) والجدول (38). أما اكثر القيم انتشاراً في هذه السنة فكانت قيمة (AMC II – 4.42) و (AMC I – 13.58) و (AMC III – 1.92) مكونة ما نسبته (52.21%) ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية ، وهي مناطق كتيفة تزيد من احتماليات حدوث الجريانات السطحية في المنطقة ، تلتها قيمة (Ia) البالغة (AMC II – 8.27) و (AMC I – 23.21) و (AMC III – 3.60) ؛ إذ شغلت نسبة (17.75%) من مساحة مدينة دهوك ، وتمثل هذه القيمة الأراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي، أما في المرتبة الثالثة من حيث الانتشار فتظهر قيم (AMC II – 36.79) و (94.51 – AMC I) و (AMC III – 15.99) والمتمثلة بالأراضي الزراعية ، وشغلت نسبة (17.23%) ؛ إذ تزداد

احتمالية تسرب مياه الأمطار الى باطن الأرض نتيجة وجود الغطاء النباتي .وأخيراً جاءت قيم (Ia) البالغة (12.70 - AMC II) و(34.290 - AMC I) و(5.52 - AMC III) والتي تمثلت بالمناطق شبه القاحلة التي تحتوي على مساحات واسعة من المراعي ، والأعشاب والحشائش القصيرة التي تعمل على إعاقة الجريان السطحي للمياه وببطء حركته ومن ثم زيادة في احتمالية تسرب المياه الى باطن الأرض أو تعرضها للتبخر ، وبلغت نسبة المساحة التي تغطيها هذه القيمة (12.81%) .

ويبدو بعد توزيع قيم معامل (Ia) في منطقة الدراسة ، وباستخدام كل الحالات المسبقة لرطوبة التربة لتكوين ظروف هيدرولوجية مختلفة ، وجد ان جميع قيم معامل (Ia) تتجه نحو القيمة (0) وتقل عن قيمة الوسيط البالغة (50.8) في كل الحالات وبمختلف الظروف الهيدرولوجية ، اذا استثنينا منها قيمة (94.51) والتي تدخل ضمن الحالة الجافة المسبقة لرطوبة التربة ، والتي صنف كالأراضي الزراعية ، ولا يشكل في اكثر اتساع لها في عام 2020 مساحة سوى (17.23%) من مساحة منطقة الدراسة ، وهذا يعني ان اسطح منطقة الدراسة قليلة في الفقد الاولي لمياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي ، وبالتالي تعطي هذه الميزة من حيث الاستجابة الهيدرولوجية للأسطح القدرة على توليد اعلى من الجريان السطحي .

الخريطة (32) : توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولي (Ia) لسنة 2020



المصدر : اعتمادا على مخرجات معادلة Ia وبرنامج ArcMap v10.8.1

الفصل الرابع
الخطائص الجريانية
السطحية لمنطقة الدراسة
و مناقشة النتائج

1.4 : الخصائص الجريانية السطحية لمنطقة الدراسة :

1.1.4 معدلات أعماق المطر السنوية :

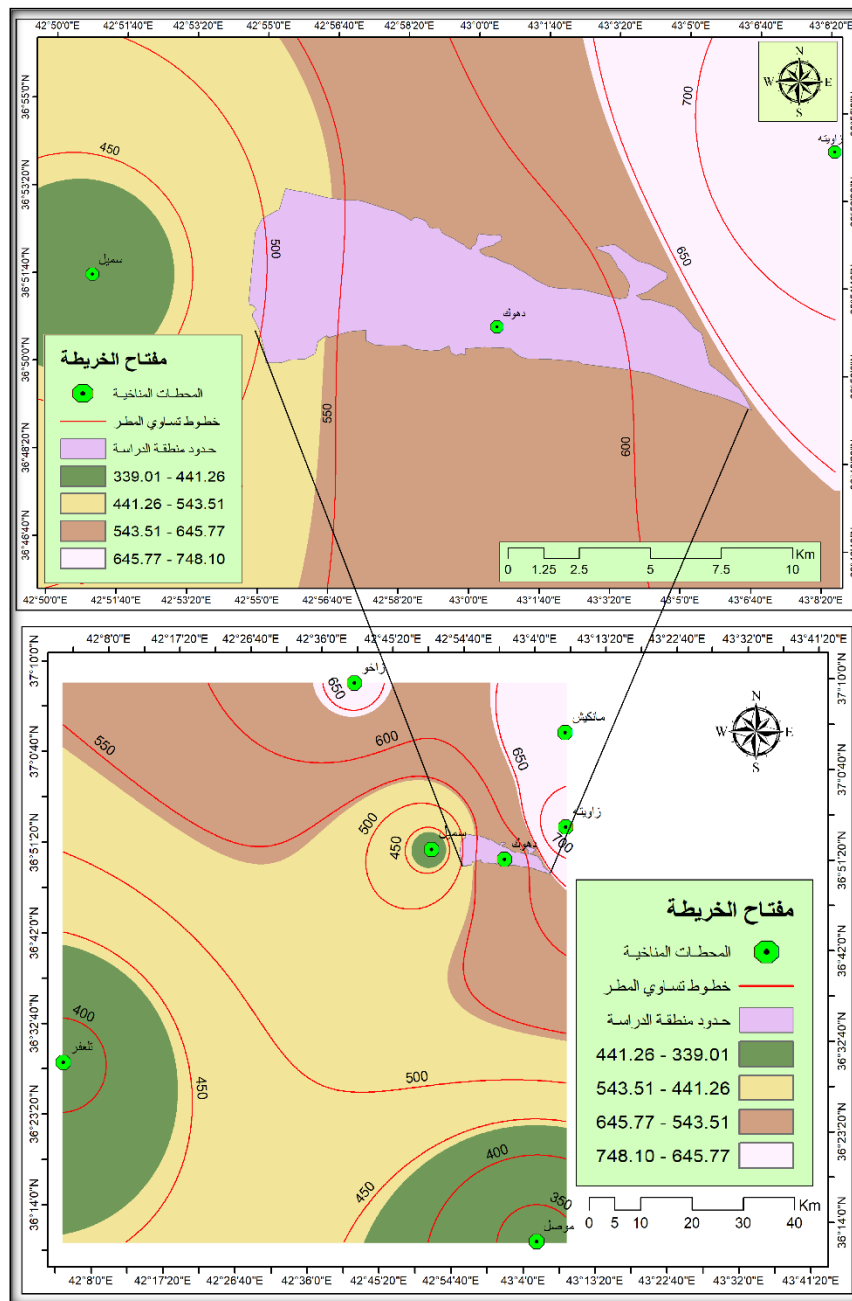
تعد الأمطار المصدر الرئيسي لتشكيل الجريانية السطحية ، وتتأثر الخصائص الجريانية في المناطق الحضرية وغير الحضرية بغزارة التساقط المطري ، حيث ان زيادة عمق الأمطار السنوية تزيد فرص الجريان السطحي ، ويحدث العكس مع انخفاض عمق التساقط المطري حيث ينخفض مقدار المياه الجارية في تلك البيئات ، ويتحدد ظروف الاستجابة الهيدرولوجية وفق ذلك ، لذا فان قيمة الأمطار الساقطة (P) احد مكونات المعادلة الأساسية لتقدير عمق الجريان السطحي (Q) (انظر المعادلة 6) .

لكي يتم تحديد عمق الجريان السطحي لمنطقة ما لابد من البداية تحديد كميات المطر المتساقط فيها ، لذا قام الباحث بدراسة التباين المكاني لتوزيع المطر في منطقة الدراسة لتحديد المساحات الواقعة تحت تأثير المحطات وكذلك تحديد كميات الأمطار الساقطة فيها ، وتم الاعتماد على خرائط الاستيفاء المكاني Spatial Interpolation ، تعتمد هذه الطريقة في النمذجة على جمع البيانات المتوفرة في أماكن (محطات مناخية) معينة ثم عمل مجموعة من الخطوات يتم التنبؤ بالبيانات المطلوبة في المناطق التي لا توجد فيها أية قياسات ، وتسمى هذه العملية بالاحصاء المكاني ، وذلك من خلال استخدام نماذج رياضية وحاسوبية ، اعتماداً على توابع رياضية إحصائية مناسبة تبعاً للحالة أو الظاهرة المدروسة⁽¹⁾ . ولقد قام الباحث باخذ مجموعة من بيانات معدلات الأمطار السنوية للفترة من 1990 – 2020 ، الجدول (39) ، الشكل (18) ، من محطات الأرصاد الجوية في المناطق القريبة لمنطقة الدراسة ، والمتمثلة بالمحطات المناخية لكل من (دهوك – زاويته – مانكيش – زاخو – سميل – الموصل – تلعفر) ، لان منطقة الدراسة لا تحتوي سوى على محطة مناخية واحدة فقط ، وبعد قيام الباحث بإدخال قاعدة البيانات المكانية والوصفية في برنامج ArcMap 10.8.1 لاجراء عمليات التحليل الاحصائي المكاني وباستخدام الأداة Inverse Distance Weighting(IDW) (مقلوب المسافة الموزونة) من أجل التنبؤ الاحصائي المكاني لتوزيع الأمطار ، وتتلخص هذه الفكرة في إعطاء وزن خاص لكل نقطة عند حساب المركز المتوسط وان كل

(1) علي عبد عباس العزاوي ، تقييم خرائط التنبؤ المكاني لامطار شمال العراق باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS ، مجلة مداد الاداب ، عدد خاص بالمؤتمرات ، 2018 – 2019 ، ص 946 .

نقطة معلومة يكون لها وزن معين يدخل في الحساب⁽¹⁾ ، وبعد اجراء العمليات داخل بيئة البرنامج تم التوصل الى الخريطة (33) والتي توضح الاستكمال المكاني للمطر في المحطات المتواجدة حول المنطقة.

الخريطة (33) : الاستكمال المكاني لمعدلات الأمطار السنوية بطريقة IDW



المصدر : استنادا على بيانات المحطات المناخية للعراق وبرنامج ArcMap10.8.1

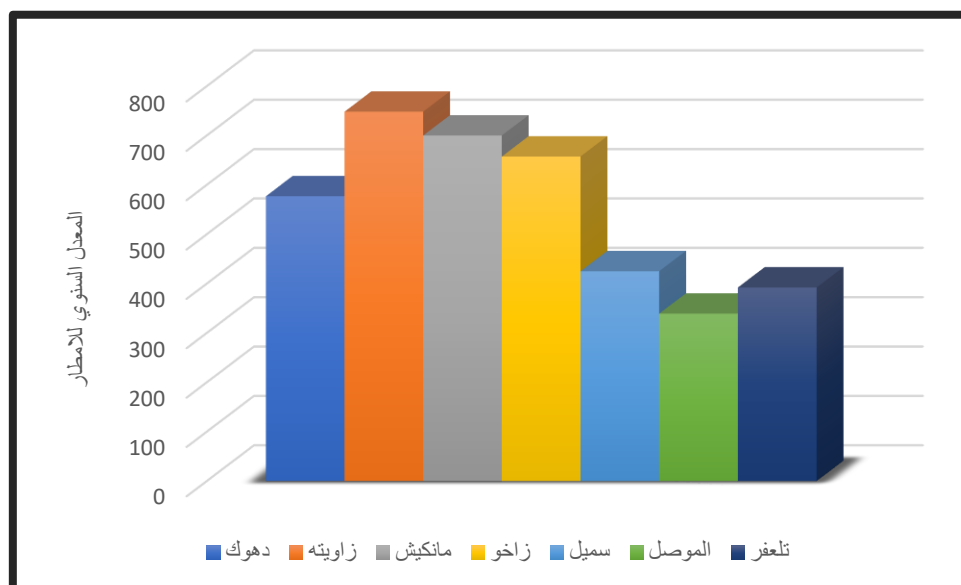
(1) Anderson, S., (2015). An evaluation of Spatial Interpolation Methods on Air Temperature in Phoenix, AZ. Dept. of Geography, Arizona State University.

الجدول (39) : المعدلات السنوية للأمطار في المحطات المختارة

اسم المحطة	خط الطول	دائرة العرض	المجموع السنوي للأمطار / ملم
دهوك	43	36.5	576.75
زاويته	43.8	36.54	748.02
مانكيش	43.8	37.3	699.83
زاخو	42.8	36.54	657.2
سميل	42.5	36.51	424.8
الموصل	43.5	36.11	339
تلعفر	41.52	37.03	392

- اعتماداً على بيانات وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، بيانات غير منشورة 2020 .
- حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل والاتصالات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي ، دهوك ، شعبة GIS ، بيانات غير منشورة ، 2020.

الشكل (15) : المعدلات السنوية للأمطار في المحطات المختارة



المصدر : اعتماداً على الجدول 39

ويلاحظ من الخريطة (33) أن كميات التساقط المطري قليلة في المناطق الجنوبية ، وتبدأ بالزيادة بالاتجاه نحو الشمال ، ؛ حيث بلغت أدنى قيمة في محطة الموصل (339) ملم ، الجدول (39)، أما أعلى قيمة فقد كانت في محطة زاويته (748.02) ملم (الشكل 15) ، ويلاحظ أن منطقة الدراسة تقع ضمن

نطاقين للتساقط المطري تقع الأولى ضمن (441.26 – 543.51) ملم ، وبمعدل (492.385) ملم ، بينما النطاق الثاني يقع بين (543.51 – 645.77) ملم ، وبمعدل (594.64) ملم. ولقد اعتمد الباحث على معدل كل نطاق من النطاقين أعلاه لتحديد كمية الأمطار الساقطة على المنطقة واحتساب عمق الجريان وحجمه . وتعكس هذه القيم ان منطقة الدراسة تستقبل معدلات كافية وعالية من التساقط المطري السنوي ، يجعلها فادرة على توليد جريان سطحي في حالة استجابة مكونات منطقة الدراسة ، ومما يعزز من قيم أعماق التساقط المطري في تحقيق الجريان وارتفاع قيمتها الفعلية لتزامن فترة تساقطها مع فترات انخفاض درجات الحرارة والتبخر وسرعة الرياح شتاءً كما تبين في دراسة مناخ منطقة الدراسة في (الفصل الأول) .

2.1.4 : تقدير عمق الجريان السطحي في منطقة الدراسة :

يعبر عمق الجريان السطحي (runoff depth) عن خلاصة تفاعل بين موجة مطر معينة مع مكونات الاسطح المستقبلية للمطر ، اذ ان اختلاف نوع الغطاء ومقدار نفاذيتها بمختلف عمق الجريان المتشكل على سطحه وتباين الاستجابة ، ومع ثبات موجة المطر او العاصفة على كل أجزاء منطقة الدراسة فان الأرقام المنحنية (CN) هي العنصر المتكلم والمتغير في تباين عمق الجريان السطحي بين أجزاء السطوح (1) .

وبعد احتساب واستخراج قيمة CN وكذلك الحصول على قيمة كل من (la & S) في الحالات الثلاث السابقة لرطوبة التربة ، وبعد تحديد المناطق الخاضعة لكميات تساقط معينة وتبيان وقوعها ضمن نطاقين وهما (594.64) ملم وغطت مساحة (14.46) كم² و(492.39) ملم ، وغطت مساحة (47.52) كم² أمكن تقدير عمق الجريان السطحي للمياه اعتمادا على القيمتين أعلاه ، واستخدام الحاسبة الخلوية Raster Calculator ضمن قائمة التحليل المكاني Spatial Analyst في بيئة برنامج ArcMap ، وبإدخال صيغة المعادلة الرياضية رقم (6) (والتي تم ذكرها في الفصل الثالث) ، امكن الحصول على الخرائط (34 – 35 – 36 – 37) كما امكن حسب عمق الجريان السطحي لكل خلية (pixel unit) في منطقة الدراسة ، وجد أن هنالك تباين لعمق الجريان السطحي من مكان لآخر ومن سنة لأخرى .

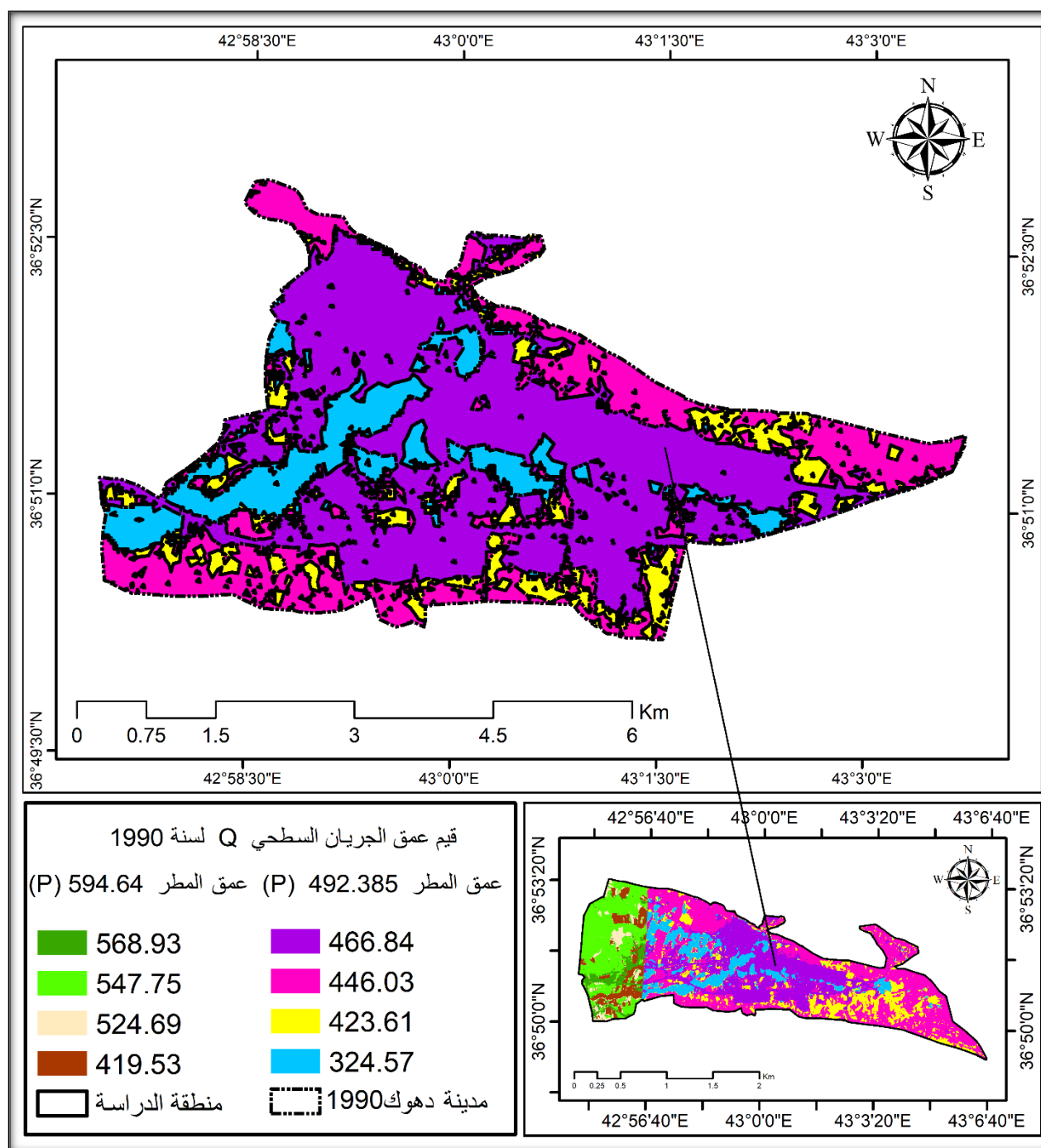
(1) هيفاء محمد النفيعي ، مصدر سابق ، ص 115 .

1.2.1.4 : عمق الجريان السطحي السنوي لسنة 1990 :

يتضح من الخريطة (34) والجدول (40) ان أعماق الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة وضمن الحالة الاعتيادية يتراوح بين (324.57 – 466.84) ملم ، وهي متفاوتة بين أجزاء منطقة الدراسة بمعدل بلغ (395.71) ملم ، ونلاحظ ان (51.99%) من مساحة منطقة الدراسة تقدر عمق الجريان السطحي السنوي فيها (466.84) ملم ، وان (89.85%) يتفوق فيها عمق الجريان السطحي السنوي عن (400) ملم . أمّا في الحالة الرطبة فان أعماق الجريان السطحي تتراوح بين (407.92 – 481.05) ملم وبمعدل بلغ (444.49) ملم ، ونلاحظ ان جميع أجزاء منطقة الدراسة تزيد فيها عمق الجريان السطحي السنوي عن (400) ملم ، أمّا فيما يخص الحالة الجافة فنجد ان قيم عمق الجريان السطحي السنوي قد تراوحت بين (181.88 – 419.33) ملم ، وبمعدل بلغ (300.60) ملم . ورغم الانخفاض في قيم معدلات أعماق الجريان السطحي قياسا بالحالتين الاعتيادية والرطبة ؛ الا انها لازالت تشكل أعماق عالية حيث ان (87.32%) من مساحة منطقة الدراسة تزيد أعماق الجريان السطحي السنوي فيها عن (333) ملم .

أمّا القيمة الأكثر انتشارا فيها فكانت (419.33 – 481.05 – 466.84) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، والتي مثلت قيم CN 92 ؛ إذ أنها غطت مساحة وصلت الى (11.16) كم² وبنسبة (51.99%) من حدود المدينة لنفس السنة ، كما أنها كانت أكبر قيمة لعمق الجريان في المدينة لتلك السنة . في حين ان اقل قيمة انتشارا هي (333.34 – 460.74 – 423.61) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، حيث شغلت نسبة قدرها (10.12%) من مساحة مدينة .

الخريطة (34) : توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 1990



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على برنامج ArcMap10.8.1

الجدول (40) : قيم عمق الجريان السطحي Q ومساحاتها ونسبها لمدينة دھوك لسنة 1990

الغطاء الأرضي	عمق الجريان السطحي Q / ملم في الحالات المسبقة لرطوبة التربة			نطاق المطر	معدلات عمق المطر	المساحة / كم ²	النسبة %
	الاعتيادية	الجافة	الرطبة				
أراضي حضرية	466.84	419.33	481.05	543.51 – 441.26	492.39	11.16	51.99
أراضي جرداء	446.03	376.12	471.45	543.51 – 441.26	492.39	5.41	25.21
أراضي عشبية	423.61	333.34	460.74	543.51 – 441.26	492.39	2.17	10.12
أراضي زراعية	324.57	181.88	407.92	543.51 – 441.26	492.39	2.72	12.68
المعدل			المجموع				
	395.71	300.61	444.49			21.47	100

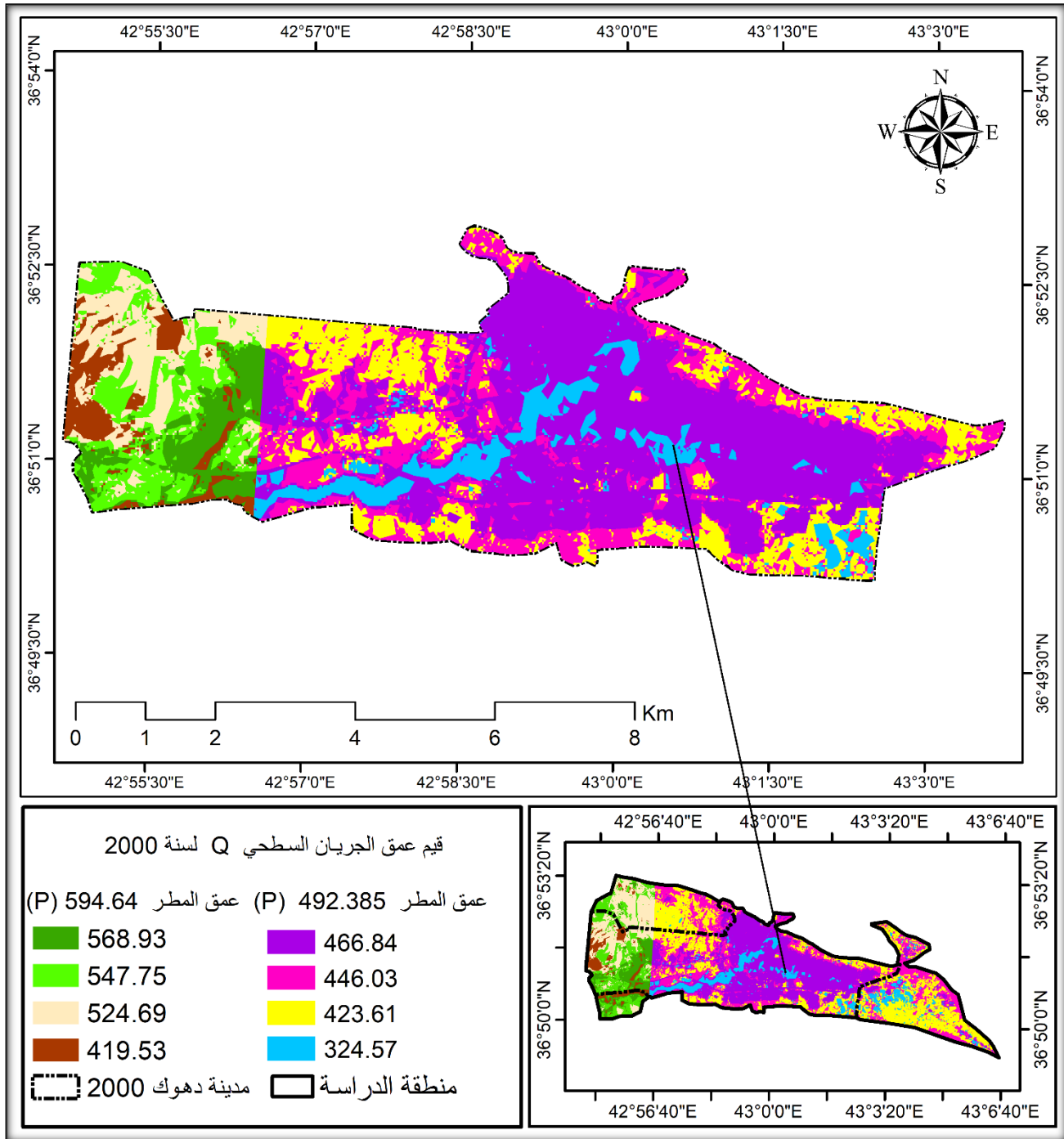
المصدر : اعتماداً على الخريطة 34

2.2.1.4 : عمق الجريان السطحي السنوي لسنة 2000 :

بالنظر الى الخريطة (35) والجدول (41) نجد ان أعماق الجريان السطحي السنوي بلغت (8) قيم في منطقة الدراسة ، وتراوحت هذه القيم بين (324.57 – 568.93) ملم وبمعدل (446.75) وضمن الحالة الاعتيادية ، ونلاحظ ان (92.58%) من مساحة منطقة الدراسة تفوق عمق الجريان السطحي السنوي فيها عن (400) ملم ، أما في الحالة الرطبة فان أعماق الجريان السطحي تتراوح بين (407.92 – 583.27) ملم وبمعدل بلغ (495.60) ملم ، ونلاحظ ان أعماق الجريان السطحي التي تزيد عن (400) ملم قد غطت جميع أجزاء منطقة الدراسة وبنسبة (100%) . أما فيما يخص الحالة الجافة فنجد ان قيم عمق الجريان السطحي السنوي قد تراوحت بين (181.88 – 520.25) ملم ، وبمعدل بلغ (351.07) ملم . ورغم الانخفاض في قيم معدلات أعماق الجريان السطحي قياساً بالحالتين الاعتيادية والرطبة ؛ الا انها لازالت تشكل أعماق عالية حيث ان (57.06%) من مساحة منطقة الدراسة تزيد أعماق الجريان السطحي السنوي فيها عن (400) ملم . أما القيمة الأكثر انتشاراً فيها فكانت (466.84 – 481.05 – 419.33) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطبة والجافة على التوالي ، وهي الواقعة تحت خط العمق المطري البالغ (492.39) ملم ، والتي مثلت قيم CN 92 ؛ إذ أنها غطت مساحة وصلت الى (14.58) كم² وبنسبة (38.90%) من حدود المدينة لنفس السنة . في حين ان اقل قيمة انتشاراً هي

(419.53 - 508.39 - 257.16) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، حيث شغلت نسبة قدرها (3.64%) من مساحة مدينة .

الخريطة (35) : توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 2000



المصدر : اعتماداً على برنامج ArcMap10.8.1

الجدول (41) : قيم عمق الجريان السطحي في منطقة الدراسة لسنة 2000

الغطاء الارضي	الاعتيادية	الرطوبة	الجافة	نطاق المطر	معدلات عمق المطر	المساحة / كم ²	النسبة %
أراضي حضرية	568.93	583.27	520.25	645.77 – 543.51	594.64	1.85	4.94
أراضي زراعية	419.53	508.39	257.16	645.77 – 543.51	594.64	1.36	3.64
أراضي عشبية	524.69	562.75	429.07	645.77 – 543.51	594.64	2.44	6.50
أراضي جرداء	547.75	573.60	474.95	645.77 – 543.51	594.64	2.52	6.72
أراضي حضرية	466.84	481.05	419.33	543.51 – 441.26	492.385	14.58	38.90
أراضي زراعية	324.57	407.92	181.88	543.51 – 441.26	492.385	2.78	7.42
أراضي عشبية	423.61	460.74	333.34	543.51 – 441.26	492.385	5.28	14.09
أراضي جرداء	446.03	471.45	376.12	543.51 – 441.26	492.385	6.67	17.79
المعدل		المعدل		المجموع			
	446.75	495.60	351.07			37.48	100

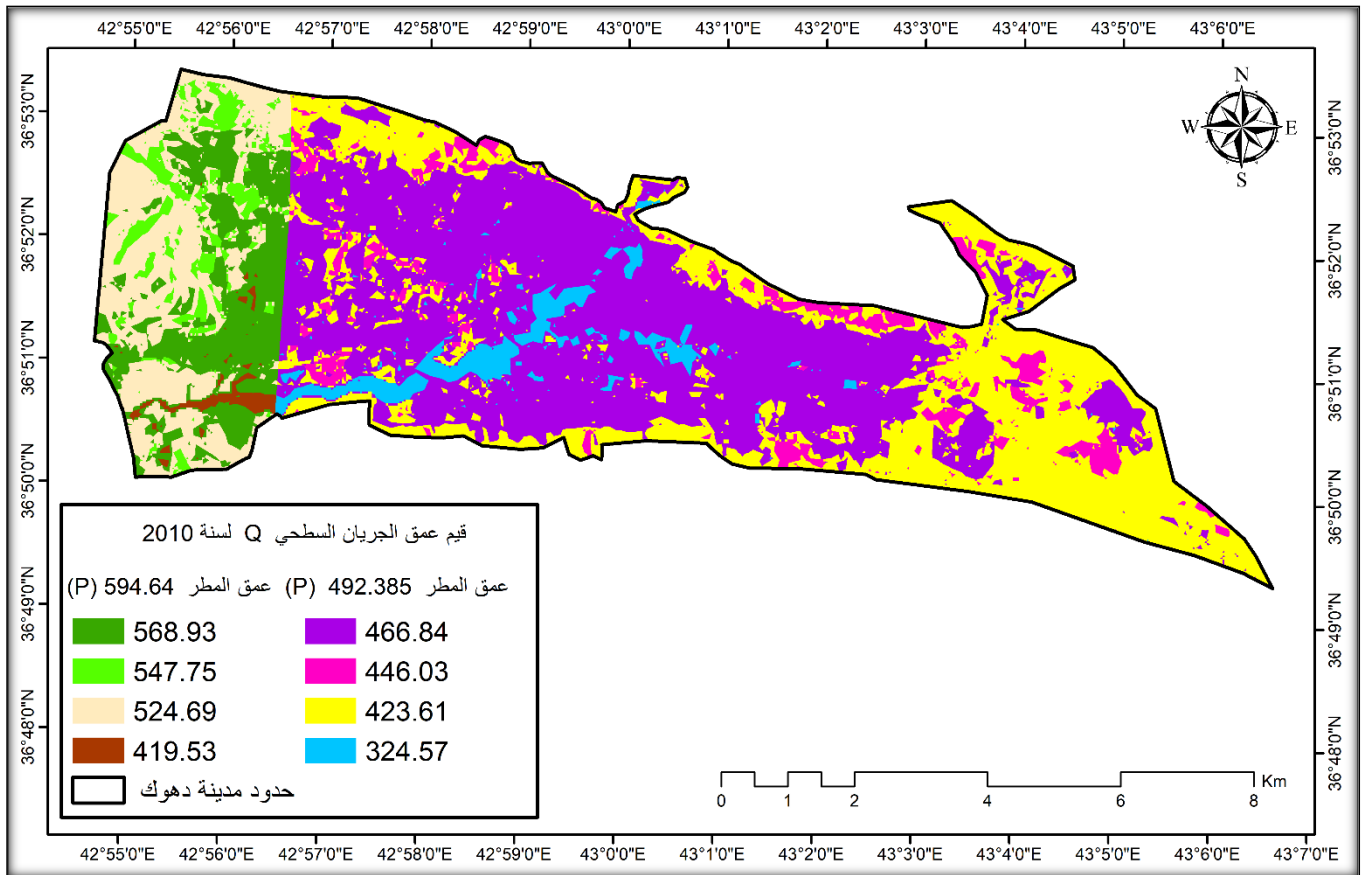
المصدر : اعتمادا على الخريطة 35

3.2.1.4 : عمق الجريان السطحي السنوي لسنة 2010 :

توسعت حدود مدينة دهوك في هذه السنة بشكل ملحوظ فبعد ان كانت حدودها في سنة 2000 (37.48) كم² ، وصلت في هذه السنة الى (61.98) كم² . وان غالبية هذا التوسع الحاصل كان للمناطق الحضرية وعلى حساب أصناف الغطاء الأرضي الأخرى . ومن الخريطة (36) والجدول (42) نجد ان أعماق الجريان السطحي السنوي بلغت (8) قيم في منطقة الدراسة ، وتراوحت هذه القيم بين (324.57 – 568.93) ملم وبمعدل (446.75) وضمن الحالة الاعتيادية ، ونلاحظ ان (96.40%) من مساحة منطقة الدراسة تفوق عمق الجريان السطحي السنوي فيها عن (400) ملم ، أما في الحالة الرطوبة فان أعماق الجريان السطحي تتراوح بين (407.92 – 583.27) ملم وبمعدل بلغ (495.60) ملم ، ونلاحظ ان أعماق الجريان السطحي التي تزيد عن (400) ملم قد غطت جميع أجزاء منطقة الدراسة ، وبنسبة (100%) . أما في حالة الجفاف المسبق لرطوبة التربة فلقد انخفضت قيم عمق الجريان السطحي السنوي بشكل ملحوظ ؛ إذ تراوحت بين (181.88 – 520.25) ملم ، وبمعدل بلغ (351.07) ملم . وعلى الرغم من هذا الانخفاض في قيم عمق الجريان السطحي ؛ الا انها تعد قيم مرتفعة في منطقة الدراسة

حيث شكلت (64.56%) من مساحة منطقة الدراسة القيم التي تزيد أعماق الجريان السطحي السنوي فيها عن (400) ملم . أما القيمة الأكثر انتشارا فيها فكانت (419.33 – 481.05 – 466.84) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، وهي الواقعة تحت خط العمق المطري البالغ (492.39) ملم ؛ إذ أنها غطت مساحة وصلت الى (25.94) كم² ما نسبته (41.85%) من حدود المدينة لنفس السنة . في حين ان اقل قيمة انتشارا هي (257.16 – 508.39 – 419.53) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، حيث شغلت نسبة قدرها (0.73%) من مساحة منطقة الدراسة .

الخريطة (36) : توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 2010



المصدر : اعتماداً على برنامج ArcMap10.8.1

الجدول (42) : قيم عمق الجريان السطحي لمنطقة الدراسة لسنة 2010

الغطاء الارضي	الاعتيادية	الرطوبة	الجافة	نطاق المطر	معدلات عمق المطر	المساحة / كم ²	النسبة %
أراضي حضرية	568.93	583.27	520.25	645.77 – 543.51	594.64	5.53	8.92
أراضي زراعية	419.53	508.39	257.16	645.77 – 543.51	594.64	0.45	0.73
أراضي عشبية	524.69	562.75	429.07	645.77 – 543.51	594.64	6.74	10.87
أراضي جرداء	547.75	573.60	474.95	645.77 – 543.51	594.64	1.81	2.92
أراضي حضرية	466.84	481.05	419.33	543.51 – 441.26	492.385	25.94	41.85
أراضي زراعية	324.57	407.92	181.88	543.51 – 441.26	492.385	2.23	3.60
أراضي عشبية	423.61	460.74	333.34	543.51 – 441.26	492.385	15.92	25.69
أراضي جرداء	446.03	471.45	376.12	543.51 – 441.26	492.385	3.36	5.42
المعدل		المعدل		المجموع			
	446.75	495.60	351.07			61.98	100

المصدر : اعتمادا على الخريطة 36.

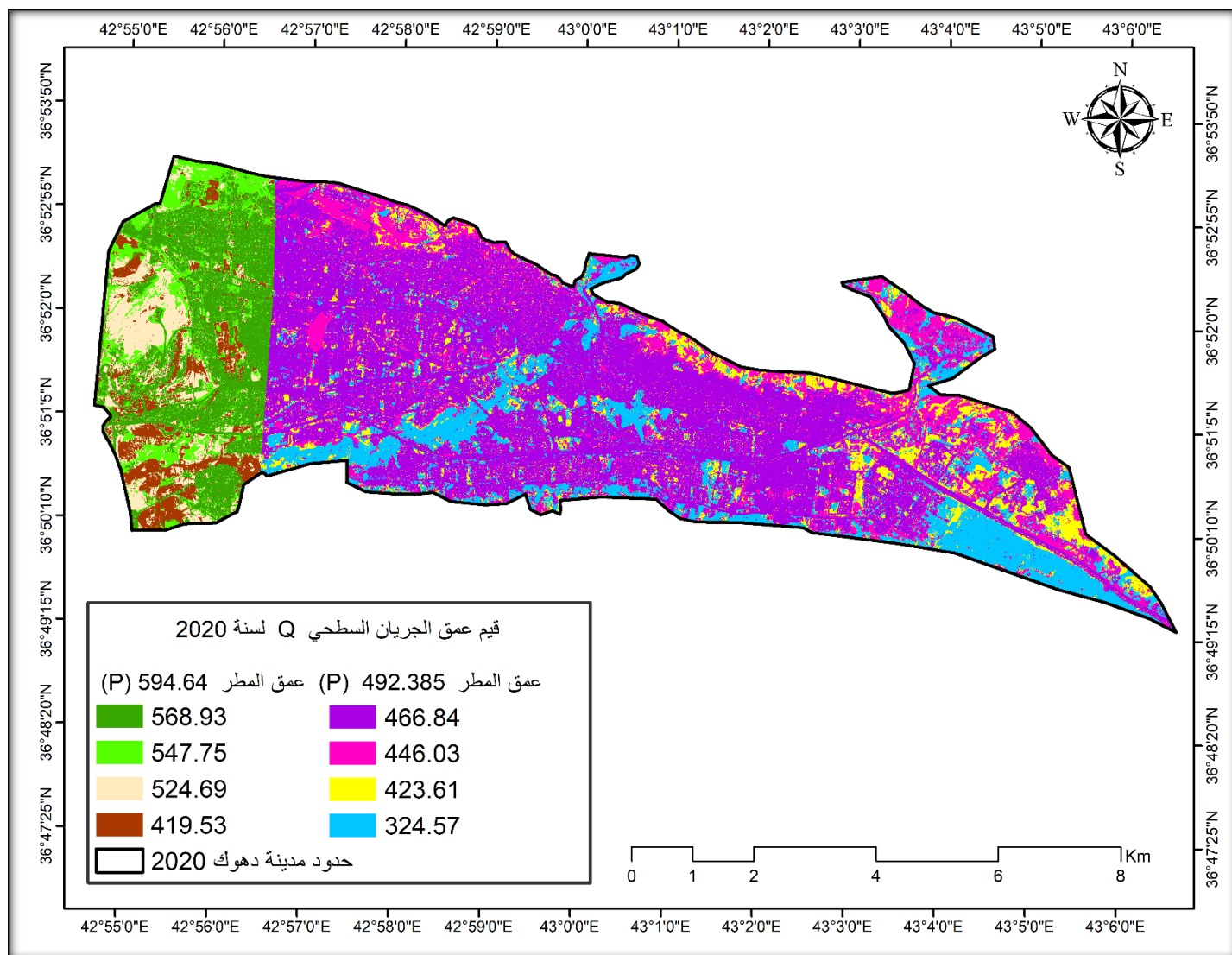
4.2.1.4 : عمق الجريان السطحي السنوي لسنة 2020 :

لم يكن هنالك اختلاف كبير في مساحة مدينة دھوك بين كل من سنوات 2010 و 2020 ، الا ان الاختلاف الجوهرى كان في التباين بين مساحات كل صنف من أصناف الغطاء الأرضي ؛ إذ نجد ان المناطق الحضرية والزراعي قد توسعت بشكل اكبر على حساب الأراضي الجرداء او العشبية ، ومن الخريطة (37) والجدول (43) نجد ان أعماق الجريان السطحي السنوي بلغت (8) قيم في منطقة الدراسة ، وتراوحت هذه القيم بين (324.57 – 568.93) ملم وبمعدل (446.75) وضمن الحالة الاعتيادية ، ونلاحظ ان (86.73%) من مساحة منطقة الدراسة تفوق عمق الجريان السطحي السنوي فيها عن (400) ملم ، في حين نجد انها في الحالة الرطوبة قد تراوحت بين (407.92 – 583.27) ملم وبمعدل بلغ (495.60) ملم ، ونلاحظ ان أعماق الجريان السطحي التي تزيد عن (400) ملم قد غطت جميع أجزاء منطقة الدراسة وبنسبة (100%) . أما فيما يخص الحالة الجافة فنجد ان قيم عمق الجريان السطحي السنوي قد تراوحت بين (181.88 – 520.25) ملم ، وبمعدل بلغ (351.07) ملم . وبصورة عامة

فجميع قيم عمق الجريان السطحي في الحالات الثلاث هي قيم مرتفعة ، حيث ان (60.86%) من مساحة منطقة الدراسة تزيد أعماق الجريان السطحي السنوي فيها عن (400) ملم . أمّا القيمة الأكثر انتشاراً فيها فكانت (466.84 – 481.05 – 419.33) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، وهي الواقعة تحت خط العمق المطري البالغ (492.39) ملم ؛ إذ أنها غطت مساحة وصلت الى (25.57) كم² ما نسبته (41.85%) من حدود المدينة لنفس السنة . في حين ان اقل قيمة انتشاراً هي (419.53 – 508.39 – 257.16) ملم لكل من الحالات الاعتيادية والرطوبة والجافة على التوالي ، حيث شغلت نسبة قدرها (3.84%) من مساحة منطقة الدراسة

وبعد تقدير أعماق الجريان السطحي السنوي المتحققة في منطقة الدراسة ، و للسنوات (1990 – 2000 – 2010 – 2020) ، وبمختلف الظروف الهيدرولوجية (الاعتيادية والرطوبة والجافة) ، لوحظ تاثر تلك المعدلات من الأعماق الجريانية كثيراً بقيم (CN) ؛ إذ ارتبطت من حيث التوزيع والانتشار وتحديدًا مع قيم (92 – 86) وهي المناطق الحضرية والأراضي الجرداء على التوالي ، كما ارتبطت مع معدلات عمق المطر السنوي من حيث ارتفاع قيم عمق الجريان السطحي التي فاقت عن قيم (500) ملم ، والواقعة ضمن خط العمق المطري الذي يقدر بـ (594.64) ملم ، وهذا يدل على انه كلما زادت قيم معدلات عمق المطر كلما قابلتها زيادة في قيم عمق الجريان السطحي السنوي .

الخريطة (37): توزيع قيم عمق الجريان السطحي Q في منطقة الدراسة لسنة 2020



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على برنامج ArcMap10.8.1

الجدول (43) : قيم عمق الجريان السطحي Q لمنطقة الدراسة لسنة 2020

الغطاء الارضي	الاعتيادية	الرطوبة	الجافة	نطاق المطر	معدلات عمق المطر	المساحة / كم ²	النسبة %
أراضي حضرية	568.93	583.27	520.25	645.77 – 543.51	594.64	6.54	10.55
أراضي زراعية	419.53	508.39	257.16	645.77 – 543.51	594.64	2.38	3.84
أراضي عشبية	524.69	562.75	429.07	645.77 – 543.51	594.64	2.83	4.57
أراضي جرداء	547.75	573.60	474.95	645.77 – 543.51	594.64	2.79	4.49
أراضي حضرية	466.84	481.05	419.33	543.51 – 441.26	492.385	25.57	41.25
أراضي زراعية	324.57	407.92	181.88	543.51 – 441.26	492.385	8.22	13.27
أراضي عشبية	423.61	460.74	333.34	543.51 – 441.26	492.385	5.07	8.18
أراضي جرداء	446.03	471.45	376.12	543.51 – 441.26	492.385	8.59	13.86
المعدل		المجموع					
	446.75	495.60	351.07				
				61.98	100		

المصدر : اعتماداً على الخريطة 37

3.1.4 : تقدير حجم الجريان السطحي السنوي :

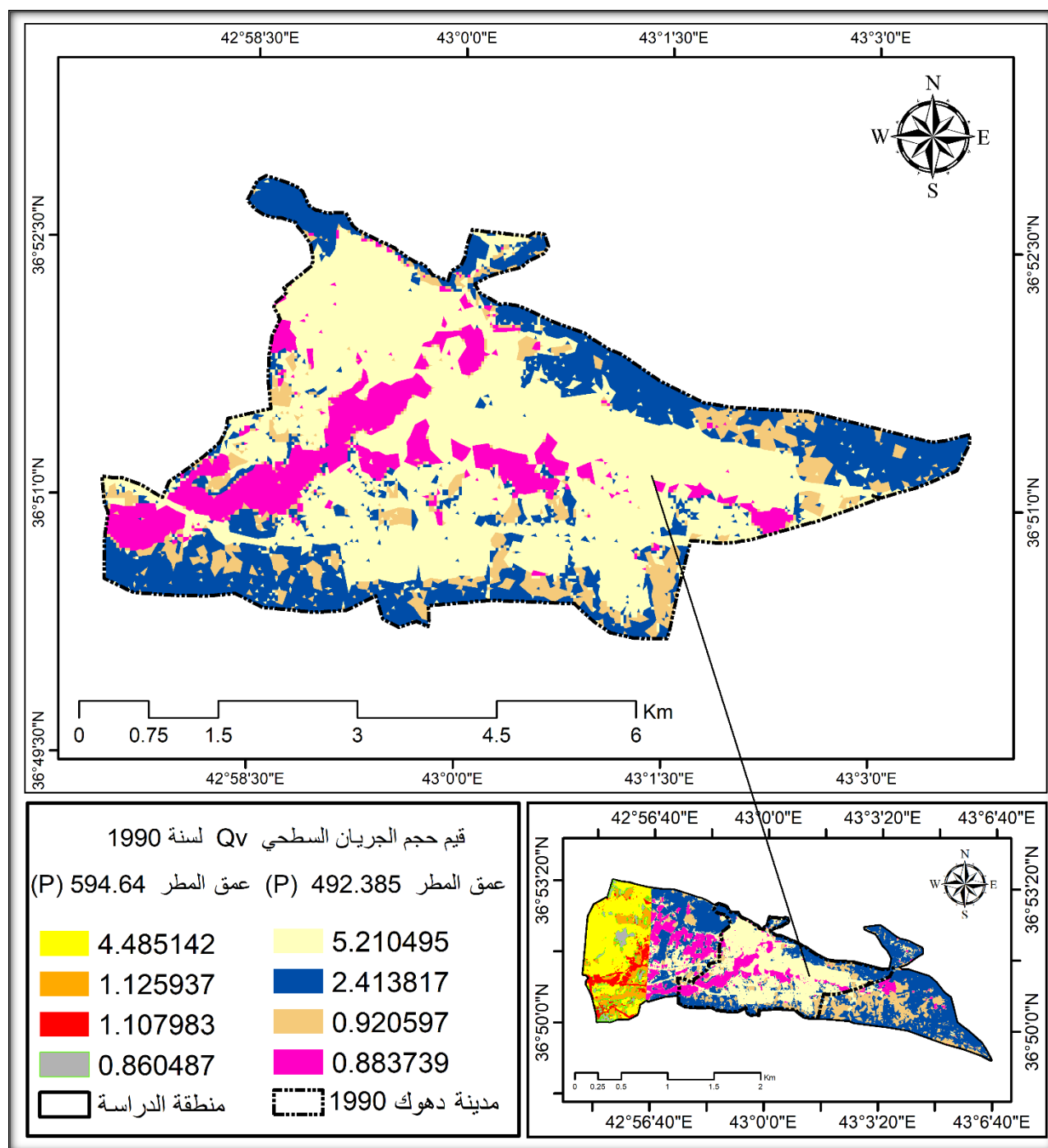
يدل حجم الجريان الكلي الذي يرمز له بالرمز (Q_v) على مجموع الجريان السطحي للمياه نسبة الى مساحة منطقة التساقط المطري ، ويعتبر حساب هذا المعامل واحدة من أهم الحسابات في الدراسات الهيدرولوجية ، ويعتبر واحدة من أهم المعاملات التي تؤخذ في الحسبان عند تحديد مواقع السدود ، فضلاً عن اهمية معرفة قيمته تساعد في فهم الاستجابة الهيدرولوجية للسطوح .

ولأجل تقدير حجم الجريان السطحي في منطقة الدراسة ولل سنوات الأربع (1990 – 2000 – 2010 – 2020) تم استخدام الحاسبة الخلوية Raster Calculator ضمن قائمة التحليل المكاني Spatial Analyst في بيئة برنامج ArcMap، وإدخال صيغة المعادلة الرياضية رقم (7) (المذكورة في الفصل الثالث) ، أمكن الحصول على خرائط لحجم الجريان السطحي السنوي للحالات الثلاث المسبقة لرطوبة التربة .

1.3.1.4 : قيم حجم الجريان السطحي السنوي لسنة 1990 :

من الخريطة (38) والجدول (44) نلاحظ أن قيم حجم الجريان السطحي لمدينة دهوك في الحالة الاعتيادية قد تراوحت بين (0.883739 - 5.210495) مليون/م³ ، وبمعدل بلغ (5.6523648) مليون/م³ ، وهي قيم متفاوتة بين أجزاء منطقة الدراسة تبعا لمكونات السطح ، وانعكس ذلك بوضوح على إجمالي حجم الجريان السطحي السنوي لمنطقة الدراسة ككل ، إذ بلغ المجموع السنوي لقيم حجم الجريان السطحي (9.428648) مليون/م³ لسنة 1990 في منطقة الدراسة ، وقد أسهمت استجابة منطقة الدراسة من توزيع الغطاءات الأرضية والتربة وعمق المطر والجريان السطحي ومساحة منطقة الدراسة البالغة (21.47) كم² ، في بلوغ تلك القيم العالية . ويلاحظ أن (51.99%) من مساحة منطقة الدراسة تنتج حجم جرياني بقدر (5.210495) مليون/م³ ، لكون سطوحها تغطيها قيم (CN) تبلغ (92) ويستلم معدلات عمق مطري (492.39) ملم . كما تراوحت قيم حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الرطبة بين (1.001283 - 5.369081) مليون/م³ ، وبمعدل وصل الى (5.8697224) مليون/م³ ، وهي الأخرى متفاوتة تبعا لتباين مكونات الاسطح ، وانعكس ذلك بوضوح على إجمالي حجم الجريان السطحي السنوي والبالغة (10.032481) مليون/م³ . ولوحظ أن (51.99%) من مساحة منطقة الدراسة القابلة لإنتاج الجريان السطحي فيها تقدر (5.369081) مليون/م³ في السنة ، وذلك للاستجابة العالية لسطوحها التي حظيت بأعلى قيمة ل (CN) بلغت (92) ، واستلام تساقطات مطرية بعمق (492.39) ملم ، وبلغ عمقها الجرياني (481.05) ملم . وفي الحالة الجافة فإن حدود حجم الجريان السطحي السنوي تراوحت بين (0.495225 - 4.680164) مليون/م³ في السنة ، وبمعدل وصل الى (4.9277765) مليون/م³ سنة ، وبلغ إجمالي حجم الجريان السطحي السنوي (7.935332) مليون/م³ سنة ، ومما يعزز حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الجافة ، فإن (51.99%) من مساحة منطقة الدراسة تنتج ما مقداره (4.680164) مليون/م³ في السنة ، وهي كميات كبيرة تعبر عن استجابة منطقة الدراسة هيدرولوجيا نحو تحقيق جريانات مائية .

الخريطة (38): توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 1990



المصدر اعتمادا على مخرجات معادلة حجم الجريان السطحي Qv وبرنامج ArcMap10.8.1

الجدول (44) : قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبها لسنة 1990 في منطقة الدراسة

الغطاء الارضي	الاعتيادية	الرطوبة	الجافة	نطاق المطر	معدلات عمق المطر	المساحة / كم ²	النسبة %
أراضي حضرية	5.210495	5.369081	4.680164	543.51 – 441.26	492.39	11.16	51.99
أراضي زراعية	0.883739	1.110680	0.495225	543.51 – 441.26	492.39	2.72	12.68
أراضي عشبية	0.920597	1.001283	0.724420	543.51 – 441.26	492.39	2.17	10.12
أراضي جرداء	2.413817	2.551436	2.035523	543.51 – 441.26	492.39	5.41	25.21
	المعدل					المجموع	
	5.6523648	5.8697224	4.9277765			21.47	100

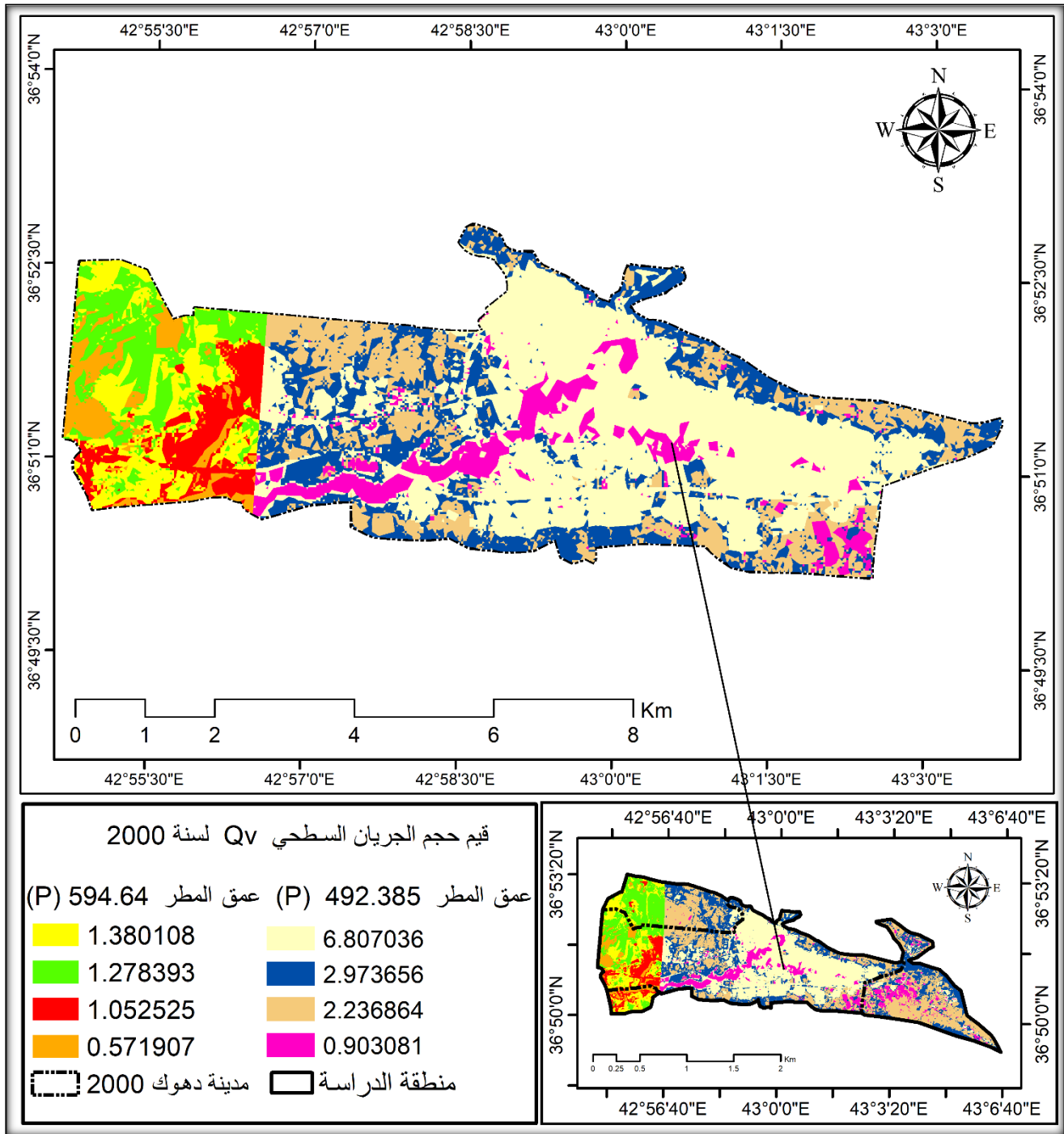
المصدر : اعتماداً على الخريطة 38

2.3.1.4 : قيم حجم الجريان السطحي السنوي لسنة 2000 :

بالرجوع الى الخريطة (39) والجدول (45) نجد ان قيم حجم الجريان السطحي لمدينة دھوك قد اختلفت عنها في سنة 1990 ؛ إذ ارتفعت القيم بشكل واضح ، ففي الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة تراوحت بين (0.571907 – 6.807036) مليون/م³ ، وبمعدل بلغ (3.975425) مليون/م³ ، و تباين توزيعها بين أجزاء منطقة الدراسة تبعاً لمكونات السطح ، حيث ترتفع قيم حجم الجريان السطحي في المناطق الحضرية والتي تمتاز بانها كثيفة وتقل في المناطق الزراعية التي تمتاز أراضيها بالقدرة على تمرير المياه ، واثّر ذلك بوضوح على المجموع السنوي لقيم حجم الجريان السطحي ، اذ بلغ المجموع السنوي لها (21.178995) مليون/م³ لسنة 2000 في منطقة الدراسة ، وهي ضعف القيمة التي استنتجت في سنة 1990 ، ويرجع السبب في ذلك الى توسع الأراضي الحضرية وانتشارها على مساحات اكبر ، وقد أسهمت استجابة منطقة الدراسة من توزيع الغطاءات الأرضية والتربة وعمق المطر والجريان السطحي ومساحة مدينة دھوك لهذه السنة والبالغة (37.48) كم² في بلوغ تلك القيم العالية . ويلاحظ ان اكثر من (70.78%) من مساحة منطقة الدراسة تنتج حجم جرياني بمعدل اكثر من (2) مليون/م³ في السنة ، لكون سطوحها تغطيها ويستلم معدلات عمق مطري (492.39) ملم . كما تراوحت قيم حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الرطوبة بين (0.693036 – 7.014213) مليون/م³ ، وبمعدل وصل الى (4.200143) مليون/م³ ، وهي الأخرى متفاوتة تبعاً لتباين مكونات الاسطح ، وانعكس ذلك بوضوح على إجمالي حجم الجريان السطحي السنوي والبالغة (22.513908) مليون/م³ . ولوحظ ان (70.78%)

من مساحة مدينة دهوك لسنة 2000 والقابلة لإنتاج الجريان السطحي فيها تفوق معدلات الجريان السطحي فيها عن (2) مليون/م³ في السنة ، وذلك للاستجابة العالية لسطوحها التي حظيت بقيم (CN) عالية بلغت (92) ونسبة (43.84%) من إجمالي مساحة مدينة دهوك لسنة 2000 ، الخريطة (39) ، واستلام تساقطات مطرية بعمق (492.39 و 594.64) ملم . وفي الحالة الجافة فان حدود حجم الجريان السطحي السنوي تراوحت بين (0.350569 - 6.114206) مليون/م³ في السنة ، وبمعدل وصل الى (3.407673) مليون/م³/سنة ، وبلغ إجمالي حجم الجريان السطحي السنوي (17.850899) مليون/م³ سنة ، ومما يعزز حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الجافة ، فان (56.69%) من مساحة منطقة لدراسة تنتج ما معدله اكثر من (2) مليون/م³ في السنة ، وهي كميات كبيرة تعبر عن استجابة منطقة الدراسة هيدرولوجيا نحو تحقيق جريانات مائية .

الخريطة (39) : توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 2000



المصدر اعتمادا على معادلة حجم الجريان السطحي Qv وبرنامج ArcMap10.8.1

الجدول (45) : قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبتها لسنة 2000 في منطقة الدراسة

الغطاء الارضي	الاعتيادية	الرطوبة	الجافة	نطاق المطر	معدلات عمق المطر	المساحة / كم ²	النسبة %
أراضي حضرية	1.052525	1.079049	0.962457	645.77 – 543.51	594.64	1.85	4.94
أراضي زراعية	0.571907	0.693036	0.350569	645.77 – 543.51	594.64	1.36	3.64
أراضي عشبية	1.278393	1.371121	1.045418	645.77 – 543.51	594.64	2.44	6.50
أراضي جرداء	1.380108	1.445246	1.196693	645.77 – 543.51	594.64	2.52	6.72
أراضي حضرية	6.807036	7.014213	6.114206	543.51 – 441.26	492.385	14.58	38.90
أراضي زراعية	0.903081	1.134989	0.506064	543.51 – 441.26	492.385	2.78	7.42
أراضي عشبية	2.236864	2.432916	1.760194	543.51 – 441.26	492.385	5.28	14.09
أراضي جرداء	2.973656	3.143194	2.507625	543.51 – 441.26	492.385	6.67	17.79
المجموع		المجموع					
	21.178995	22.513908	17.850899			37.48	100

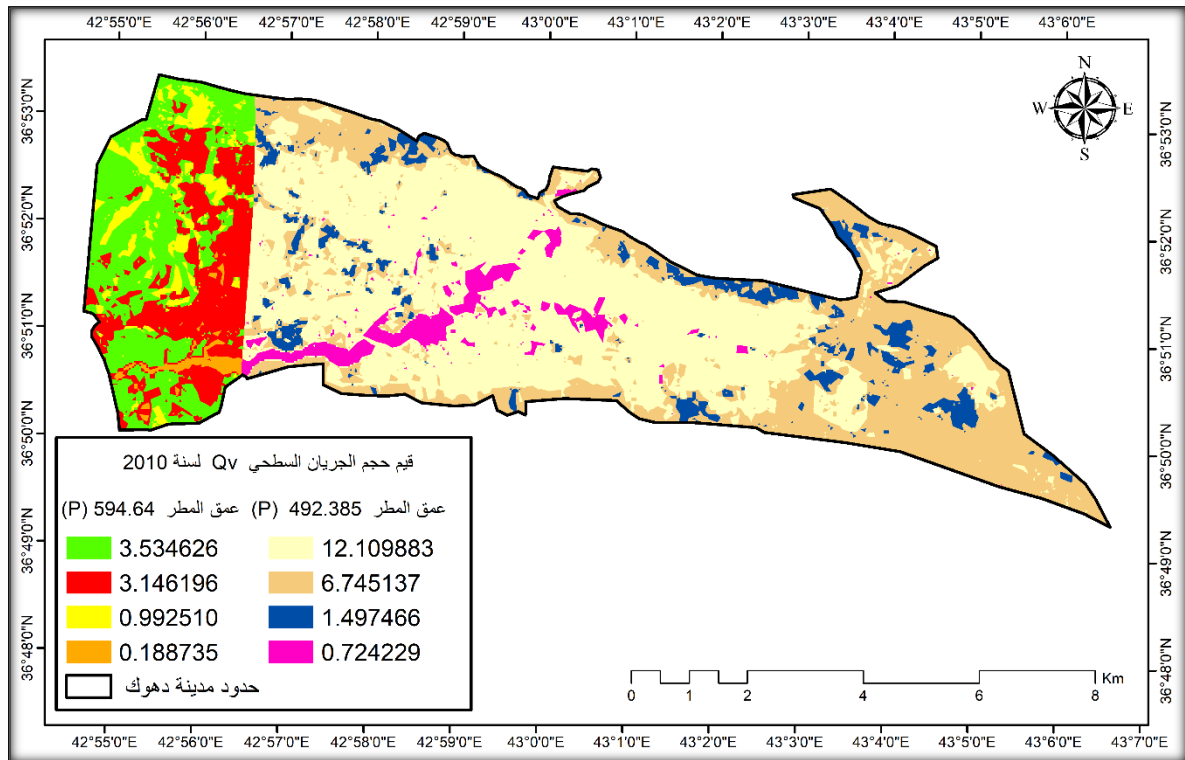
المصدر اعتمادا على الخريطة (39)

3.3.1.4 : قيم حجم الجريان السطحي السنوي لسنة 2010 :

اختلفت قيم الجريان السطحي في سنة 2010 عن السنوات السابقة ويرجع السبب الرئيسي في ذلك الى تضاعف نسبة مساحة الأراضي الحضرية على حساب الغطاءات الأخرى ، وبما انها أراضي كثيفة فهي تزيد من قيم حجم الجريان السطحي السنوي ، كونها أراضي كثيفة غير ممررة للمياه ، ومن الخريطة (40) والجدول (46) نجد ان قيم حجم الجريان السطحي لمنطقة الدراسة قد ارتفعت بشكل واضح ، ففي الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة تراوحت بين (0.992510 – 12.109883) مليون/م³ ، وبمعدل بلغ (6.243676) مليون/م³ ، اذ تزايدت قيم مجموع حجم الجريان السطحي السنوي من (21.178995) مليون/م³ لسنة 2000 الى (35.182458) مليون/م³ في السنة لسنة 2010، ويرجع السبب في ذلك الى توسع الأراضي الحضرية وانتشارها على مساحات اكبر ، وقد أسهمت استجابة منطقة الدراسة من توزيع الغطاءات الأرضية والتربة وعمق المطر والجريان السطحي ومساحة منطقة الدراسة البالغة (61.98) كم² ، في بلوغ تلك القيم العالية . ويلاحظ ان اكثر من (87.33%) من مساحة منطقة الدراسة تنتج حجم جرياني بمعدل اكثر من (2) مليون/م³ في السنة ، اذ وصلت القيمة التي تنتجها هذه

الفئة الى (28.5358422) مليون / م³ في السنة . أمّا قيم حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الرطبة فقد ازدادت أيضا ؛ إذ تتراوح بين (0.228709 – 12.478457) مليون/م³ ، وبمعدل وصل الى (6.467937) مليون/م³ ، في حين بلغ مجموع حجم الجريان السطحي الكلي السنوي بالحالة الرطبة المسبقة لرطوبة التربة الى (37.060316) مليون/م³ ، ولوحظ ان (87.33%) من مساحة منطقة الدراسة القابلة لإنتاج الجريان السطحي فيها تفوق معدلات الجريان السطحي فيها عن (2) مليون/م³ في السنة . في حين ان قيم حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الجافة قد تراوحت بين (0.115691 – 10.877323) مليون/م³ في السنة ، وبمعدل وصل الى (5.554353) مليون/م³ ، وبلغ إجمالي حجم الجريان السطحي السنوي (30.151800) مليون/م³ ، ومما يعزز حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الجافة ، فان (87.33%) من مساحة منطقة الدراسة تنتج ما معدله اكثر من (2) مليون/م³ في السنة ، وهي كميات كبيرة تعبر عن استجابة منطقة الدراسة هيدرولوجيا نحو تحقيق جريانات مائية .

الخريطة (40): توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 2010



المصدر اعتمادا على مخرجات معادلة حجم الجريان السطحي Qv وبرنامج ArcMap10.8.1

الجدول (46) : قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبها منطقة الدراسة لسنة 2010

الغطاء الارضي	الاعتيادية	الرطوبة	الجافة	نطاق المطر	معدلات عمق المطر	المساحة / كم ²	النسبة %
أراضي حضرية	3.146196	3.225480	2.876965	645.77 – 543.51	594.64	5.53	8.92
أراضي زراعية	0.188735	0.228709	0.115691	645.77 – 543.51	594.64	0.45	0.73
أراضي عشبية	3.534626	3.791010	2.890475	645.77 – 543.51	594.64	6.74	10.87
أراضي جرداء	0.992510	1.039354	0.860607	645.77 – 543.51	594.64	1.81	2.92
أراضي حضرية	12.109883	12.478457	10.877323	543.51 – 441.26	492.385	25.94	41.85
أراضي زراعية	0.724229	0.910208	0.405839	543.51 – 441.26	492.385	2.23	3.60
أراضي عشبية	6.745137	7.336319	5.307764	543.51 – 441.26	492.385	15.92	25.69
أراضي جرداء	1.497466	1.582841	1.262783	543.51 – 441.26	492.385	3.36	5.42
المجموع		المجموع					
	35.182458	37.060316	30.151800			61.98	100

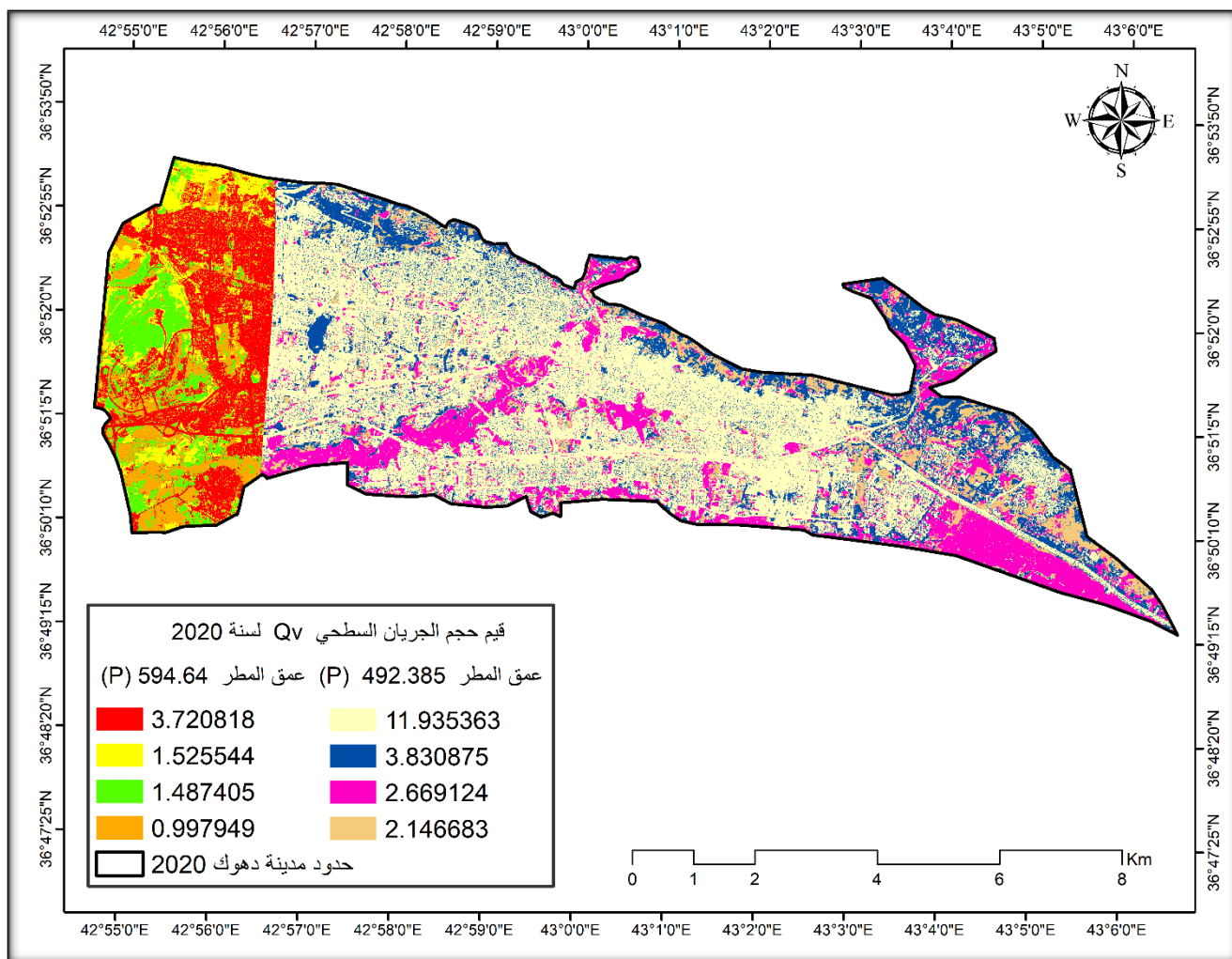
المصدر : اعتماداً على الخريطة 40

4.3.1.4 : قيم حجم الجريان السطحي السنوي لسنة 2020 :

لم تختلف كثيراً قيم حجم الجريان السطحي السنوي في هذه السنة عن سنة 2010 ، ويعود السبب في ذلك الى ان التوسع العمراني قد وصل الى ذروته في المنطقة ؛ كونها محصورة بين مرتفعين (زاوا والأبيض) ، ومن الخريطة (41) والجدول (47) نجد ان قيم حجم الجريان السطحي لمنطقة الدراسة في الحالة الاعتيادية قد تراوحت بين (0.188735 – 12.109883) مليون/م³ ، وبمعدل اكثر بقليل عن سنة 2010 ؛ إذ بلغ (6.965631) مليون/م³ ، أمّا قيم مجموع حجم الجريان السطحي السنوي من (35.279391) مليون/م³ في السنة ، ومن العوامل التي ساهمت في ارتفاع حجم الجريان السطحي هو استجابة مكونات الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة ، ويلاحظ ان اكثر من (87.10%) من مساحة منطقة الدراسة تنتج حجم جرياني بمعدل اكثر من (2) مليون/م³ في السنة . أمّا قيم حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الرطوبة فقد تراوحت بين (1.209315 – 12.298625) مليون/م³ ، وبمعدل وصل الى (7.358627) مليون/م³ ، في حين بلغ مجموع حجم الجريان السطحي الكلي السنوي بالحالة الرطوبة

المسبقة لرتوبة التربة الى (37.612652) مليون/م³ ، ولوحظ ان (87.10%) من مساحة منطقة الدراسة القابلة لانتاج الجريان السطحي فيها تفوق معدلات الجريان السطحي فيها عن (2) مليون/م³ في السنة . في حين ان قيم حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الجافة قد تراوحت بين (0.611727 – 10.720565) مليون/م³ في السنة ، وبمعدل وصل الى (5.972009) مليون/م³ في السنة ، وبلغ إجمالي حجم الجريان السطحي السنوي (29.661296) مليون/م³ في السنة ، ومما يعزز حجم الجريان السطحي السنوي في الحالة الجافة ، فان (65.65%) من مساحة منطقة الدراسة تنتج ما معدله اكثر من (2) مليون/م³ في السنة ، وهي كميات كبيرة تعبر عن استجابة منطقة الدراسة هيدرولوجيا نحو تحقيق جريانات مائية .

الخريطة (41) : توزيع قيم حجم الجريان السطحي السنوي في منطقة الدراسة لسنة 2020



المصدر : اعتماداً على مخرجات معادلة Qv وبرنامج ArcMap10.8.1

الجدول (47): قيم حجم الجريان السطحي Qv ومساحاتها ونسبها منطقة الدراسة لسنة 2020

النسبة %	المساحة / كم ²	معدلات عمق المطر	نطاق المطر	الجافة	الرطبة	الاعتيادية	الغطاء الارضي
10.55	6.54	594.64	645.77 – 543.51	3.402415	3.814582	3.720818	أراضي حضرية
3.84	2.38	594.64	645.77 – 543.51	0.611727	1.209315	0.997949	أراضي زراعية
4.57	2.83	594.64	645.77 – 543.51	1.216340	1.595294	1.487405	أراضي عشبية
4.49	2.79	594.64	645.77 – 543.51	1.322801	1.597546	1.525544	أراضي جرداء
41.25	25.57	492.385	543.51 – 441.26	10.720565	12.298625	11.935363	أراضي حضرية
13.27	8.22	492.385	543.51 – 441.26	1.495710	3.354547	2.669124	أراضي زراعية
8.18	5.07	492.385	543.51 – 441.26	1.689229	2.334830	2.146683	أراضي عشبية
13.86	8.59	492.385	543.51 – 441.26	3.230500	4.049286	3.830875	أراضي جرداء
المجموع				المجموع			
100	61.98			29.661296	37.612652	35.279391	

المصدر : اعتمادا على الخريطة 41

ووفق ما تقدم ، فإن حجم الجريان السطحي الملحوظ في منطقة الدراسة وبمختلف الظروف الهيدرولوجية (الحالة الاعتيادية والحالة الرطبة والحالة الجافة) ولكل السنوات المدروسة (1990 – 2000 – 2010 – 2020) تعد كميات كبيرة وذات قيم هيدرولوجية دلالة على الاستجابة المائية من قبل أنواع السطوح في منطقة الدراسة ، والتي شكلت المناطق الحضرية الجزء الأكبر منها ، مما تشكل مورداً مائياً متاحاً يمكن استثماره ، كما انها تشكل في ذات الوقت انعكاسات هيدرولوجية متمثلة بالسيول والفيضانات في مناطق تواجدها .

2.4 : مناقشة النتائج :

أظهرت الدراسة من خلال قيم ومخرجات الانموذج الرياضي الهيدرولوجي (SCS - CN) خصائص جريانية في منطقة الدراسة متفاوتة بتفاوت درجة الاستجابة الهيدرولوجية من قبل الاسطح ، والمعبرة عنها بقيم (CN) حيث ان تباين قيم (CN) اوجدت تفاوتاً في النواتج الجريانية ، وان كانت معظم تلك النواتج ترجح نحو استجابة جريانية ، وهذا ما لوحظ في أعماق قيم الجريان (Q) المتحققة وفي قيم حجم الجريان السطحي السنوي (QV) .

ومن الواضح إن خصائص الحوض الطبيعية والبشرية والتي تم التعبير عنها بقيم CN هو السبب الرئيس لمقدار الإستجابة الهيدرولوجية العالية في المنطقة ، وبما أن أغلب المساحات الموجودة في منطقة الدراسة هي مناطق حضرية ذات قيمة CN 92 فهذا يعني إن المنطقة قادرة على توليد جريان سطحي واضح ، كذلك يلاحظ أن توزيع قيم عمق الجريان السطحي تتأثر بخط عمق المطر المتساوي في المنطقة ، فنجد أن قيم الجريان السطحي ترتفع بشكل ملحوظ مع ارتفاع عمق المطر في الأجزاء الشرقية من المدينة ، بينما تنخفض مع انخفاض قيم عمق المطر كما في الأجزاء الغربية من المدينة . وبصورة عامة يلاحظ أن الجريان السطحي في الجهات المرتفعة ذات الانحدارات المتباينة فضلاً عن احتوائها على قيم CN 86 & 92 ذات الصماتة العالية ، وتشكل ما يزيد عن أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة ، هي مناطق توليد وبدء حركة لمياه الجريان السطحي ، وهناك عوامل كثيرة أسهمت في ارتفاع قيم الجريان السطحي ، وزيادة فرص حصولها منها ارتفاع معدلات التساقط المطري وكثرة المناطق التي تمتاز بالصماتة وضعف فرص تسرب المياه نتيجة قلة الغطاء النباتي في كثير من المناطق فضلاً عن ارتفاع معدلات الانحدار فيها ، مما ساعد ذلك في بلوغ قيم الجريان كميات مرتفعة وارتفاع سرعة الجريان السطحي من المناطق المرتفعة باتجاه المناطق المنخفضة في وسط المدينة ثم تتجه ناحية الأجزاء الجنوبية الغربية .

يلاحظ في سنة 1990 اختلاف معدلات قيم عمق الجريان السطحي فنجد أنها في الخريطة القياسية لمدينة دهوك لسنة 1990 قد بلغت (395.70) ملم ، بينما بلغت قيم مجموع حجم الجريان السطحي السنوي (9.428648) مليون/م³ ، وان (51.99%) من المساحة الكلية للخريطة القياسية هي مناطق حضرية صامتة بقيمة CN 92 ، وتركز توزيعها في وسط حدود منطقة الدراسة المتوافقة مع قيم CN 92 العالية ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية التي تمتاز بالصماتة وعند مقارنتها بالخريطة الأساسية (حدود منطقة الدراسة الحالية) نجد أن قيم (Q) فيها أعلى ؛ إذ وصلت الى (446.03) ملم بينما قيمة (QV) وصلت

الى (28.132979) مليون/م³ ، وإن غالبية المناطق الواقعة ضمن هذه القيم كانت أراضي أمّا حضرية متكونة من الأبنية والشوارع والمنشآت وغيرها منتشرة بشكل رئيس في وسط المدينة أو جرداء خالية من الغطاء النباتي وتتكون من مكاشف صخرية ذات صلابة شديدة لا تسمح بمرور المياه الى داخلها متوزعة على اطراف منطقة الدراسة خصوصاً في الأجزاء الشرقية والغربية منها.

أمّا في ما يخص سنة 2000 فنجد أن قيم (Q) قد ارتفعت عن سابقتها ؛ إذ وصلت الى (446.60) ملم والسبب في ذلك وقوعها تحت خطين من العمق المطري ؛ إذ مع ازدياد كمية الأمطار ترتفع معها قيم (Q) . أمّا أكثر القيم انتشاراً لخريطة مدينة دهوك القياسية لهذه السنة فكانت من نصيب قيم (Q) البالغة (466.84) ملم ، والتي دخلت ضمن فئة CN 92 المتمثلة بالمناطق الحضرية المتوزعة بشكل أساسي في الأجزاء الوسطى ، والشرقية من المدينة ، وغطت نسبة (38.90%) من المساحة الكلية لخريطة مدينة دهوك لسنة 2000 ، في حين انها في الخريطة الأساسية للمدينة تركزت في وسط المدينة تماماً مع أجزاء متفرقة في الجانب الشرقي والغربي منها وبنسبة (25.56%) من المساحة الكلية للخريطة الأساسية لمدينة دهوك ، وبلغ مجموع حجم الجريان السطحي (QV) في الخريطة القياسية لمدينة دهوك لسنة 2000 (21.178995) مليون / م³ ، وقد طغت فيها سيادة المناطق الحضرية ولاسيما في اجزاءها الوسطى والشرقية ، وغطت مساحة وصلت الى (38.90%) من مساحة مدينة دهوك ، أمّا في ما يتعلق بخريطة دهوك الأساسية فان قيمة (QV) قد بلغت (28.292282) مليون/م³ ، ونلاحظ ارتفاع قيم حجم الجريان السطحي عن السنوات السابقة ويرجع السبب في ذلك الى التوسع في إستعمالات الأرض الحضرية على حساب الأراضي الزراعية أو الرعوية ومن المعلوم انه مع زيادة المساحات الحضرية التي تمتاز بالسمات فان قيم حجم الجريان السطحي سوف تزداد .

وفي سنوات 2010 – 2020 تطابقت حدود مدينة دهوك مع خريطة دهوك الأساسية المعتمدة في الدراسة الحالية وبهذا تطابقت قيم عمق الجريان السطحي (Q) في المنطقة (446.75) ملم إلا أنها اختلفت من حيث المساحة فبلغت المساحة التي غطتها هذه القيمة سنة 2010 حوالي (41.85%) من منطقة الدراسة بينما غطت مساحة وصلت الى (41.25%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة لسنة 2020 ، وهذا دلالة على أن منطقة الدراسة بصورة عامة هي ذات قدرة كبيرة على توليد جريان سطحي ناتج من تساقط الأمطار، أمّا فيما يخص حجم الجريان السطحي (QV) فلقد بلغ مجموع الحجم الجرياني السطحي السنوي لسنة 2010 حوالي (35.182458) مليون / م³ ، وحوالي (35.279391) مليون/م³

لسنة 2020 ، وعند مقارنة هذه القيمة مع الخريطة القياسية لمدينة دهوك للسنوات السابقة نجد أنها ازدادت بشكل ملحوظ ، ويرجع سبب ذلك الى زيادة مساحة طبقات CN البالغ قيمتها 92 والتي هي أراضي عمرانية كتيمة لا تسمح بتسرب مياه الأمطار ، وانما تحولها الى جريان سواء كان على اسطح المنازل أو الشوارع أو شبكات المجاري المائية وهي أكثر طبقة انتشارا في منطقة الدراسة لهذه السنوات . فضلاً عن ذلك فإن منطقة الدراسة والمتمثلة بمدينة دهوك ، تؤثر عليه ويخترقه واديين رئيسيين يمتلكان مساحة حوضية كبيرة وهما وادي هشكرو بمساحة (81.01) كم² ووادي كرمافا بمساحة (137.06) كم² ، وكما تبين في الفصل الثاني ، لذا فإن مجاري هذه الاودية وخاصة في فترات التساقط المطري وحالات العاصفة المطرية سوف تجري فيها المياه بكميات كبيرة وهي تتحرك من مناطق المنابع العليا (مناطق التغذية) ، مما تكون غير قادرة على استيعاب كميات المياه الإضافية التي تحققت في بيئة المدينة ؛ نتيجة زيادة قيم (CN) بفعل اتساع المناطق العمرانية كما تبين ، مما يزيد من فرص الخطورة الهيدرولوجية وخاصة ان الواديين يلتقيان في وسط المدينة لتكون هذه المياه عبارة عن امدادات مائية ، اضافة لنهر وادي دهوك الرئيس ذو الرتبة السادسة ، مما يعني أن المناطق التي تكون قريبة من مصبات تلك المجاري تكون عرضة لحدوث الفيضانات كما حدث في 2020/3/18 عندما فاض مجرى وادي هشكرو بسبب الزيادة الكبيرة في كميات الأمطار الساقطة ، وعدم وجود مشاريع حقيقية للاستفادة من تلك المياه أو خزنها عبر وضع سدود صغيرة عليها بدلا من ضياع تلك المياه التي أدت في النهاية الى خسائر مادية كبيرة على طول المجرى الرئيس له (الملحق 2) .

يضاف الى ذلك ان التحليل الذي اجري لفترات الرجوع للأمطار لمحطة منطقة الدراسة ، كما تبين قد أعطت مؤشرات على فرص تكرار لأعماق مطرية (شدة مطرية معلومة فعالة) ، مما تبقي حالة ترجيح الجريانات المائية قائمة ومهيمنة على الاستجابة الهيدرولوجية في منطقة الدراسة ، كما ان خضوع منطقة الدراسة في بعض السنوات الى المناخات الشبه الجافة ، وما تمتاز هذه المناخات من حيث أنظمة التساقط المطري المعروفة بشده عالية وفجائية ولفترة معينة ، مما تزيد من فرص الاستجابة الهيدرولوجية المحققة للجريان بشكل عام ، مما تفرض على القائمين في المناطق الحضرية معالجة ظروف الاستجابة الهيدرولوجية وانعكاساتها دون ان تتفاقم كثيراً .



الاستنتاجات والمقترحات

الاستنتاجات:

بعد الانتهاء من كتابة هذه الدراسة تم التوصل إلى عدد من النتائج أهمها:

- 1- تقع منطقة الدراسة ضمن نطاقين تكتونيين هما نطاق الطيات الواطئة والمتمثلة بحزام (بطمة - الموصل) والثاني هو نطاق الطيات العالية يمثلها حزام (السليمانية - زاخو) ، انعكست تلك المظاهر التكتونية في تحديد الخواص الطبيعية لمدينة دهوك والنظام الهيدرولوجي اللاحق لها .
- 2- تراوحت قيم الارتفاع في منطقة الدراسة بين (449 - 919) متراً عن مستوى سطح البحر ، أما قيم الانحدار فأنها تراوحت بين (0 - 53) درجة تركزت أعلاها في مناطق المرتفعات الشمالية ، والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة ، بينما الاتجاه الشمالي هو الاتجاه السائد في منطقة الدراسة بنسبة وصلت الى (17%) من المساحة الكلية ، وأسهمت هذه الخصائص الانحدارية في تحديد الاستجابة الهيدرولوجية مع غيرها من العوامل .
- 3- تبين أن هنالك نوعان للتربة في منطقة الدراسة حسب تصنيف بيورينك (1960) وهما تربة الأراضي الوعرة المشققة الصخرية وغطت مساحة (32.35) كم² ما يعادل نسبة (52.20%) ، أما النوع الثاني فهي الترب البنية ذات السمك العميق وغطت مساحة وصلت الى (29.63) كم² وبنسبة (47.80%) من مساحة منطقة الدراسة الكلية .
- 4- من حيث توزيع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة تبين أن (11.29%) عبارة عن غطاء نباتي كثيف ، و (22.93%) غطاء نباتي قليل الكثافة ، أما النسبة المتبقية والبالغة (65.78%) فهي عبارة عن أراضي جرداء و مناطق حضرية .
- 5- تم الاعتماد على البيانات المناخية لمحطة دهوك للسنوات (1990 - 2020) والواقعة في وسط المدينة ؛ إذ بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة (26.03) درجة مئوية ، بينما بلغ مجموع معدلات التساقط السنوي للمطر (576.75) ملم ، أما المعدل السنوي للرطوبة النسبية في فقد وصلت الى (47.73%) ، بينما وصل معدل التبخر/النتح وصل الى (155.15) ملم ، وعند إجراء العمليات الخاصة بالموازنة المائية اتضح أن قيمة الفائض السنوي قد بلغ (212.71) ملم بينما وصل العجز الى (1497.86) ملم ، مما يزيد من فرص الاستجابة الهيدرولوجية .
- 6- هنالك واديين كبيرين في منطقة الدراسة هما وادي هشكرو الذي بلغ طوله الكلي (19.95) كم ، ووبمساحة حوض بلغت (81.01) كم² ، ووادي كرمافا بطول (28.32) كم وبمساحة حوض بالغة

(137.06) كم² ، ويمتد الجزء الأكبر للحوضين خارج منطقة الدراسة ، وللوادين الدور الرئيس في زيادة الجريان السطحي للمياه والاستجابة الهيدرولوجية في منطقة الدراسة .

7- تم استخراج قيم عمق الأمطار لفترات رجوع مختلفة (2-3-5-10-15-20-25-30-50-100) سنة وحسب المدة (10-20-30-60-120-180-360-720-1440) دقيقة باعتماد أعلى شدة مطرية في المدة الزمنية (1990-2020) والتي حصلت في سنة 1990 بقوة (150) ملم .

8- تم تصنيف الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة الى (4) استعمالات أساسية وهي (المناطق العمرانية ، الأراضي الزراعية ، الأراضي العشبية ، الأراضي الجرداء) ، وتغيرت مساحات تلك الاستخدامات مع الفترة الزمنية للدراسة (1990 - 2000 - 2010 - 2020) ، وبلغت نسبة المناطق الحضرية في منطقة الدراسة بنسبة (52.21%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة لسنة 2020، بوصفها أراضٍ صماء فهذا يعني قدرة المنطقة بصورة عامة على توليد جريان سطحي ، وزيادة احتمالية حدوث الفيضانات ، بينما كانت أقل فئة منتشرة فيها الأراضي العشبية (شبه القاحلة) بنسبة (12.81%) من مساحة المنطقة.

9- صنفت ترب منطقة الدراسة ضمن فئة ترب الليثوسول التي يرمز لها (I-E-Xk-bc) حسب تصنيف USDA-SCS والتي تتصف باحتوائها على نسب عالية من الرمل والطين والغرين وبنسبة (23-43-34) على التوالي ، وتنتمي الى المجموعة الهيدرولوجية (B) ، والذي يمتاز باحتوائه على طبقة رملية قليلة العمق ومعدل ارتشاح متوسط .

10- تراوحت قيم CN بين (58 - 92) في الحالة الاعتيادية ، و(76.05 - 96.36) في الحالة الرطبة ، و(34.96 - 78.90) في الحالة الجافة السابقة لرطوبة التربة ، وهذا يعني إستجابة هيدرولوجية إيجابية وعالية لمكونات منطقة الدراسة في مختلف الظروف الهيدرولوجية ، ؛ إذ أن اغلب قيمه كانت مرتفعة وبالتالي فان هذا يعني زيادة في احتماليات توليد الجريان السطحي في المنطقة ولاسيما عند حدوث عاصفة مطرية ويسبقها رطوبة في التربة .

11- وفقا للتوزيع الجغرافي لقيم معامل (S) في منطقة الدراسة والتي تتراوح بين (22.09 - 183.93) ملم في الحالة الاعتيادية ، وبين (9.59 - 79.99) ملم في الحالة الرطبة ، و(67.93 - 472.54) ملم في الحالة الجافة السابقة لرطوبة التربة ، وتبين أن الأجزاء الأكبر من منطقة الدراسة هي مناطق قادرة على توليد جريان سطحي مرتفع نظرا لانخفاض قدرتها على حفظ الماء في التربة بعد بدء الجريان

السطحي خصوصا أن اخذنا عامل الانحدار في الحسبان ؛ إذ تعتبر المنطقة بكاملها تحتوي على انحدارات كثيرة تساعد في زيادة نسبة الجريان السطحي في المنطقة .

12- تراوحت قيم (la) بين (4.42 – 36.79) ملم في الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة ، وبين (1.92 – 15.99) ملم في الحالة الرطبة ، وبين (13.59 – 94.51) في الحالة الجافة ، وهذا يدل على انخفاض نسبة الاستخلاص الاولي لمنطقة الدراسة بشكل عام ، وبعبارة أخرى زيادة في كميات الجريان السطحي وهي نتيجة تؤكد ما تم الوصول اليه في قيم (S-CN) التي دلت على ضعف إمكانية المنطقة في استيعاب كميات أعلى من مياه الجريان السطحي وبالتالي زيادة في احتمالية حدوث الفيضانات فيها .

13- تم استخدام طريقة (IDW) وهي إحدى طرق الاستكمال لتقدير قيمة الأمطار في منطقة الدراسة وتبين أنها تقع بين عمقين للمطر احدهما في غرب المدينة ، وتراوحت بين (441.26 – 543.51) ملم ، وبمعدل (492.39) ملم ، وغطت مساحة (47.52) كم² ، أما الثانية فكانت في شرق المدينة ، وتراوحت بين (543.51 – 645.77) ملم وبمعدل (594.64) ملم ، وغطت مساحة (14.46) كم² ، ووجد أن قيم عمق المطر فيهما بصورة عامة تراوحت بين (441.25 – 645.77) ملم وبمعدل (543.51) مم

14- تتأثر قيم عمق الجريان السطحي باختلاف قيم عمق المطر ؛ إذ كلما زادت كميات الأمطار الساقطة زاد معها عمق الجريان السطحي وتراوحت قيمها بين (324.57 – 568.93) ملم ، وبمعدل (446.75) ملم في الحالة الاعتيادية المسبقة لرطوبة التربة ، وبين (407.92 – 583.27) ملم في الحالة الرطبة ، وبمعدل (495.60) ، و(181.88 – 520.25) ملم ، وبمعدل (351.07) ملم في الحالة الجافة .

15- بلغت مجموع قيم حجم الجريان السطحي السنوي لسنة 1990 في الخريطة القياسية (9.428648) مليون/م³ ، وارتفعت في الخريطة الأساسية الى (28.132979) مليون/م³ ، أما في سنة 2000 ففي الخريطة القياسية بلغت قيمتها (21.178995) مليون/م³ بينما بلغت (28.292282) مليون/م³ في الخريطة الأساسية ، بينما بلغت (35.182458) مليون/م³ لسنة 2010 و(35.279391) مليون /م³ في سنة 2020 .

- 16- تبين ان منطقة الدراسة والمتمثلة بمدينة دهوك ذات استجابة هيدرولوجية تميل نحو تحقيق جريانات ، ويرجع ذلك الى زيادة مساحة الأراضي الكتيمة ، والمتمثلة بالمناطق الحضرية وبنسبة (52.21%) والأراضي الجرداء ذات الانحدارات الشديدة وبنسبة (17.75%) لسنة 2020 .
- 17- كشفت الدراسة ان الانموذج المعتمد في الدراسة الحالية والمتمثلة بانموذج (SCS – CN) ، ذات كفاءة عالية في تحديد الخصائص الجريانية من خلال تحديد قيم (CN – S – Ia) ، وهذه القيم تعبر بشكل واضح عن استجابة مكونات الاسطح للمياه .
- 18- إن استعمال النمذجة الهيدرولوجية ، وما تتبعها من أدوات إضافية بالاعتماد على معطيات الاستشعار عن بعد وبرامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كانت لها فائدة كبيرة في إيجاد المعلومات عن منطقة الدراسة .

المقترحات:

- خرج الباحث بمجموعة توصيات ومقترحات من خلال تناوله للعديد من الأمور في الفصول الأربعة وهو يراها مهمة ويجب الاخذ بها والتي من الممكن أن تكون حلولاً لمشاكل هذه الدراسة ومنها :
- 1- تنظيف المجاري المائية للوديان الموجودة في منطقة الدراسة التي أصبحت ممتلئة بسبب عمليات الارساب نمو الأعشاب التي تعيق عملية جريان المياه .
 - 2- الاستفادة من مجرى كل من وادي هسكرو وكرمافا بخلق بحيرات صناعية تكون مناطق سياحية تجذب السياح الى داخل مركز المدينة فضلاً عن إمكانية الاستفادة منها لارواء الأراضي الزراعية المحيطة بها في المنطقة .
 - 3- اقامة محطات هيدرولوجية على مجرى الوديان الموجودة في المنطقة ولاسيما على مجرى وادي هسكرو ؛ إذ تتأثر المنطقة كثيراً به ، وذلك لمعرفة حجم التصريف الفصلي لهذه الوديان ، ومن ثم التخطيط لإستثمار هذه المياه .
 - 4- الاهتمام بزيادة مساحة الأراضي الزراعية ، والمناطق الخضراء في الأماكن التي تصلح لذلك للتقليل من أثر العمليات الهيدرولوجية المسببة للفيضانات ولاسيما في فصول الشتاء باقامة المدرجات على جوانب مجاري الوديان ، ويمكن أن يشترك فيه النشاط الخاص والعام .

- 5- بناء وتجهيز المنطقة بمنظومات من الإنذار المبكر للتنبؤ بحدوث الفيضانات أو السيول قبل حدوثها للتقليل من الخسائر الناجمة عنها باستخدام أجهزة حديثة ومتطورة ، وكمية الأمطار التي من المتوقع أن تسقط خلال الفترة التي تسبق عملية الجريان السطحي ، وتحديد أماكن حدوث الجريان السطحي التي تصل لمرحلة السيول أو الفيضان لتحذير الناس من خطر حدوثها .
- 6- تحفيز الباحثين لإكمال مثل هذه الدراسات لتوفير قاعدة بيانات مهمة للمنطقة ، ومن ثم توسيع الفرصة أمام الجهات المختصة باتخاذ القرارات المهمة في جانب تخطيط وتنمية هذه المنطقة.
- 7- وفرت نتائج الدراسة ، ومخرجات الأنموذج المستخدم قاعدة بيانات رقمية للخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة والظروف الهيدرولوجية ، والتي من الممكن الاستفادة منها ضمن أساليب تنمية الحوض.
- 8- الاعتماد على التقنيات الحديثة في الدراسات الهيدرولوجية خاصة ، لما لها قابلية على استخلاص المعلومات في المناطق الغير مأهولة ، والتي يصعب في بعض الأحيان الوصول إليها، مثل الصور الجوية والمرئيات الفضائية ، ونماذج الارتفاع الرقمي ، وتحليلها باستخدام البرامج الجغرافية الحديثة والتي تسهم في توفير الوقت ، والجهد والحصول على نتائج ذات دقة عالية .
- 9- اعتماد نموذج (SCS-CN) في دراسات أخرى ولمناطق أخرى للتوصل الى خصائص الجريان السطحي والاستفادة من نتائجها واستخدامها لصالح تلك المناطق .
- 10- يوصي الباحث باجراء دراسة تفصيلية لانشاء سد في منطقة كلي بيسرى كونها منطقة مرشحة بشكل كبير لمشروع حصاد مياه ، وذلك لوجود حوض مائي كبير يلتقي عند نقطة كلي بيسرى المتمثلة بالرتبة الرابعة ، وهذا يعمل على تجميع كمية كبيرة من المياه في حوض هسكراو .



المصادر والمراجع

المصادر باللغة العربية :

أولاً : القرآن الكريم :

1- سورة الرعد ، الآية (17) .

ثانياً : الوثائق الحكومية المنشورة والغير المنشورة :

- 1- حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة التخطيط ، الهيئة العليا للإحصاء ، مديرية إحصاء دهوك ، قسم شعبة GIS ، Shape File لمدينة دهوك لسنة 2020 ، بيانات غير منشورة .
- 2- حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة التخطيط ، مديرية التخطيط العمراني ، شعبة GIS ، بيانات غير منشورة .
- 3- حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة الثروات الطبيعية ، المديرية العامة للمسح الجيولوجي - دهوك ، تقرير عن استطلاع الصخور الكلسية والطينية الصالحة لصناعة الاسمنت في محافظة دهوك ، 2011 .
- 4- حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك ، بيانات غير منشورة ، 2020 .
- 5- حكومة إقليم كردستان العراق ، وزارة البلديات والسياحة ، مديرية ماء ومجاري محافظة دهوك ، شعبة الاعلام ، 2020 .

ثالثاً : الرسائل والاطاريح الجامعية :

- 1- رافد يونان إسحاق الاوسي ، هيدرولوجية منطقة دهوك - سميل ، أطروحة ماجستير مقدمة الى كلية العلوم ، قسم علوم الأرض ، جامعة الموصل ، الموصل ، 1990 .
- 2- سالي هاني عزالدين الحمداني ، مراقبة التغيرات في استخدامات الأراضي لمنافذ مدينة الموصل باستخدام معطيات التحسس النائي ، رسالة ماجستير (غير منشورة) الموصل ، جامعة الموصل ، كلية العلوم ، 2017 .
- 3- شمال أحمد امين ، تعرية التربة في قضاء دهوك قياسها مخاطرها وصيانتها ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، دهوك ، كلية العلوم الإنسانية - جامعة دهوك ، 2016 .

- 4- شيرزاد عبدالعزيز عبدالرحيم الفقيه ، التوسع المساحي لمدينة دهوك - دراسة في جغرافية المدن ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الاداب - جامعة صلاح الدين ، 1999م .
- 5- شيماء باسم عبدالقادر الحياي ، هيدرولوجية الوديان المائية التي تصب في نهر دجلة / محافظة نينوى ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الإنسانية - جامعة الموصل ، 2015.
- 6- علاء نبيل حمدون العبادي ، مراقبة التغيرات في استخدامات الأراضي وعلاقتها بالمظاهر الجيومورفولوجية لمدينة دهوك وما حولها باستخدام تقنيات التحسس النائي ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم - جامعة الموصل ، 2002.
- 7- لمى حسين حسن علي الجميلي ، الخصائص الهيدرولوجية للوديان التي تصب في الجانب الشرقي لبحيرة سد الموصل ، رسالة ماجستير (غير منشورة) الموصل ، كلية التربية للعلوم الإنسانية - جامعة الموصل ، 2019 .

رابعاً : الأبحاث والدوريات (المجلات) العلمية :

- 1- أحمد حسين حسين ، تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة غرب محافظة نينوى ، مجلة جامعة كركوك / الدراسات الإنسانية ، المجلد 14 ، العدد 2 ، 2019 .
- 2- أحمد ياسين علي وآخرون ، التحليل المورفومتري لحوض وادي كارفين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة وادي النيل للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية والتربوية ، بدون عدد ، بدون سنة .
- 3- ادريس علي سليمان الودعاني ، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) ، مجلة جامعة جازان ، المملكة العربية السعودية ، المجلد 3 ، العدد 1 ، 2014 .
- 4- إسحاق صالح العكام ، أحمد هاشم السلطاني ، الجريان السطحي في حوض وادي الجباب ، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية ، المجلد 21 ، العدد 4 ، 2018.
- 5- حنان عبدالكريم عمران ، حسين كريم حمد الساعدي ، مورفومترية حوض وادي الكروي (شرقي محافظة واسط) ، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية ، المجلد 28 ، العدد 2 ، 2020 .

- 6- زيد عياش سكارنه ، زياد مفضي مخامرة ، التوسع الحضري واثره على الجريان السطحي في مدينة عمان دراسة مقارنة بين حوضي التصريف الجبئية وعبدون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية ، المجلد 46 ، العدد 1 ، ملحق 2 ، 2019 .
- 7- زينب إبراهيم حسين ، الانهيارات الأرضية ومخاطرها في حوض دھوك ، مجلة الاداب ، قسم الجغرافية - كلية التربية - الجامعة المستنصرية ، العدد 133 ، 2020 .
- 8- صهيب حسن خضر العمري ، الدلالة الهيدرولوجية لترب محافظة نينوى حسب معطيات قاعدة بيانات التربة العالمية الموحدة (HWSD) ، المؤتمر العلمي الدوري التاسع لمركز بحوث السدود والموارد المائية ، 27-28/11/2018 .
- 9- علي عبد عباس العزاوي ، تقييم خرائط التنبؤ المكاني لامطار شمال العراق باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS ، مجلة مداد الاداب ، عدد خاص بالمؤتمرات ، 2018 - 2019 .
- 10- علي محمد حسين الشاعري ، النمذجة الهيدرولوجية في المناطق الجافة باستخدام التقنيات المكانية ، دراسة مرجعية ، مجلة جامعة ام القرى ، المجلد التاسع ، 2017 .
- 11- غزوان سلوم ، حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية) ، مجلة جامعة دمشق ، المجلد 28 ، العدد الأول ، 2012.
- 12- مثال مبدر مصلح الحشماوي ، وآخرون ، نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عوجيلة المائي ، مجلة مداد الاداب ، تصدر عن كلية الاداب في الجامعة العراقية ، العدد الخاص بالمؤتمر 2020 ، الجزء الثاني .
- 13- محمد جلال البريفكاني ، عبدالمطلب حسون المطلوب ، يوسف محمد الاسدي ، دراسة الطي في تكوينات عصري الكريتاسي والترشيدي في طية بيخير المحدبة من خلال الخرائط التركيبية الكنتورية ، المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض ، مجلد 12 ، عدد 1 .
- 14- محمد حامد الطائي ، تحديد اقسام سطح العراق ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد الخامس ، بغداد ، 1969م .
- 15- نشوان شكري عبدالله ، تحديد أيام الراحة المناخية الفسيولوجية في مدينة دھوك باستخدام تصنيف تيرجنج ، مجلة التربية والعلم ، كلية التربية - جامعة الموصل ، المجلد 11 ، العدد 4 ، 2004 .

16- هيفاء محمد النفيعي ، تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيالية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، جامعة ام القرى ، كلية التربية ، المملكة العربية السعودية ، 2010 .

خامسا : الكتب :

- 1- اشرف أحمد علي عبدالكريم ، النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول ، مطبعة العبيكان ، الرياض - المملكة العربية السعودية ، 2018 .
- 2- جودة حسنين جودة ، محمود محمد عاشور ، وآخرون ، وسائل التحليل الجيومورفولوجي ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، 1991م .
- 3- حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجيا ، عمان ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، الطبعة الأولى ، 2007 .
- 4- حسن سيد أحمد أبو العينين ، حوض وادي دبا في دولة الامارات العربية المتحدة ، جغرافيته الطبيعية واثرها في التنمية الزراعية ، جامعة الكويت - الكويت ، 1990 .
- 5- خلف حسين علي الدليمي ، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، عمان ، دار صفاء للطباعة والنشر ، الطبعة الأولى ، الجزء الأول ، 2011 .
- 6- رياض عبدالقادر بلديه ، الهيدرولوجيا ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الهندسة الزراعية ، سوريا ، 2017 .
- 7- سلام هاتف أحمد الجبوري ، علم المناخ التطبيقي ، قسم الجغرافية ، جامعة بغداد ، الطبعة الأولى ، 2014 .
- 8- صباح محمود الراوي ، عدنان هزاع البياتي ، أسس علم المناخ ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة الموصل ، دار الحكمة للطباعة والنشر - الموصل ، 1990 .
- 9- عبدالله السياب ، وآخرون ، جيولوجيا العراق ، مطابع مديرية دار الكتب ، الموصل ، 1982 .
- 10- عبدلاله رزوقي كربل ، اسس تحديد المناخ الجاف ، في التصانيف المناخية ، مجلة كلية الآداب ، جامعة البصرة ، مجلد 2 ، 1972 ،
- 11- علي حسين الشلش ، إبراهيم شريف ، جغرافية التربة ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، 1985م .

- 12- علي سالم الشواورة ، جغرافية علم المناخ و الطقس ، عمان ، دار المسيرة للنشر و التوزيع ، 2012 .
- 13- فاروق صنع الله ، علي صادق ، جيولوجية شمال العراق ، دار الكتب للطباعة و النشر ، جامعة الموصل ، 1977 .
- 14- محمد الشبلاق ، محمد هشام النجار ، الهيدرولوجيا ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الهندسة المدنية ، 2011 .
- 15- محمد صبحي عبدالحكيم ، ماهر عبدالحמיד الليثي ، علم الخرائط ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، 2005 .
- 16- محمود حسان عبدالعزيز ، اساسيات الهيدرولوجيا ، مطبعة جامعة الملك سعود بن عبدالعزيز ، الرياض ، الطبعة الأولى ، 1982 .

English sources and references

First: Scientific research and periodicals:

- 1- Adnan AM Aqrawi , Jermy Cgoff , Andrew D , Horbury , Fadhill N , Sadooni , (2010) , Petroleum Geology of Iraq , Printed in Great Britain
- 2- Ali Ebrahimian , John S. Gulliver , Bruce N. Wilson , 2018 , Estimating effective impervious area in urban watersheds using land cover, soil character and asymptotic curve number , Hydrological Sciences Journal , Volume 63, Issue 4_.
- 3- Ali, S.A.; M. Alhamed; and U. Ali. 2016. Morphometric Analysis of Abdan Basin, Almahfid Basement Rock, Yemen: using Remote Sensing and GIS. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS_.
- 4- Anderson, S., (2015). An evaluation of Spatial Interpolation Methods on Air Temperature in Phoenix, AZ. Dept. of Geography, Arizona State University.

- 5- ASEC, 1999 . GIS Modules and Distributed Models of the Watershed . A report by the ASEC Task Committee on GIS modules and distributed Models of Watershed , P.A . DeBarray and R.G.Quimpo (Eds) , Reston , VI_.
- 6- Balvanshi, A. N. K. I. T., and H. L. Tiwari. 2014 , "A comprehensive review of runoff estimation by the curve number method." International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology 3.11 .
- 7- Basim A. Al-Qayim , Mushir M. Baziany and Bakhtyar M. Ameen , 2018 , mesozoic tethyan radiolarite age determination zagros suture zone kurdistan, in iraq , Iraqi Geological Journal Al-Qayim et al. Vol.51, No.1_.
- 8- Gangodagamage, Chandana, and S. P. Aggarwal. "Integrating Satellite based Remote Sensing Observations with SCS Curve Number Method for Simplified Hydrologic Modeling in Ungauged Basins." Asian Journal of Geoinformatics 12.3_.
- 9- Gitika, Thakuriah, and Saikia Ranjan , 2014 , "Estimation of Surface Runoff using NRCS Curve number procedure in Buriganga Watershed, Assam, India-A Geospatial Approach." International Research Journal of Earth Sciences 2.5_.
- 10- Hatim O. Sharif And others , 2016 , Flood hazards in an urbanizing watershed in Riyadh, Saudi Arabia , Geomatics, Natural Hazards and Risk , Vol. 7, No. 2 .
- 11- Horton , R.E. , (1945); Erosional Development of Stream and Their Drainage Age Basins; Hydro physical Approach to Quantitative Morphology, geol. Soc. Amer. Bull. , 56 .
- 12- Horton,(1956), "Erosional development of streams & their drainage basins", Geo.Soc.Amer, Bull .
- 13- Jambally Mohammed , 2013 , Land use and cover change assessment using Remote sensing and GIS - Dohuk City, Kurdistan, Iraq

- (1998-2011) , international journal of geometrics and geosciences , Volume 3, No 3_.
- 14- Kharrufa, N. S., 1985. Simplified equation for evapotranspiration in arid regions. Beitrage Zur. Hydrologie. Volme 5 .
 - 15- Madhu, Ayya Raju, and Naresh Kumar, 2015 , morphometric properties of allagadda area, kurnool district, andhra pradesh, india. using cartosat-1 dem with gis, Innoriginal International Journal of Sciences , Volume 2 , Issue 6_.
 - 16- Morisawa.M.E , 1958 , Measurement of Drainage Basin Outline Form, The Journal of Geology , Volume 66, Number 5_.
 - 17- Muhammad Al-Zahrani, and Others , 2016 , Estimating urban flooding potential near the outlet of an arid catchment in Saudi Arabia , Geomatics, Natural Hazards and Risk Journal , Volume 8 – Issue 2_.
 - 18- Nanía, L. S., León, A. S., & García, M. H , 2015 , Hydrologic-Hydraulic Model for Simulating Dual Drainage and Flooding in Urban Areas: Application to a Catchment in the Metropolitan Area of Chicago, Journal of Hydrologic Engineering , American Society of Civil Engineers , Vol.20 .
 - 19- Reshma, T., et al. 2010 , "Simulation of runoff in watersheds using SCS-CN and muskingum-cunge methods using remote sensing and geographical information systems." International Journal of Advanced Science and Technology 25.31
 - 20- Richard C. Sorrell, P. E 2010 Computing Flood Discharges For Small Ungagged Water Sheds, Michigan Department of Natural Resources and Environment Land and Water Management Division June 22 .
 - 21- Schumin, S. A. (1956) Evolution of drainage systems and slopes in badland and perth embay new jersey geol sos. Am. bull., vol 67, p.612 .
 - 22- Smith K. G., (1950) "standards for grading texture of Eros ional topography, Am. J. SCI, VOL, 298 .

- 23- Strahler, A. N., (1957) , Quantitative Analysis of watershed geomorphology, mer. Geophys union trans, 38_.
- 24- USDA-SCS, 1986 , urban hydrology for small watershed, department of agriculture USA , Technical releases 55, 2nd Ed, , Washington D. C , Chapter 2 .
- 25- Xinhao Wang & Jing Jin , 2010 , Assessing the Impact of Urban Growth on Flooding with an Integrated Curve Number-Flow Accumulation Approach , Water International , Volume 26, Issue 2 .

Second: books:

- 1- Larry W.Mays (2010) , Water Resovrces Engineering , 2nd ed , Text Book , CH8 .
- 2- McCuen, R(W,D), Hydrologic Analysis and design, library of congress gataloging-in-publication data, prentice Hall, second edition, 1998 .
- 3- Miller V. C., (1953) A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the clinch mountain area, VA. and ten .
- 4- Republic of Iraq , ministry of industry and minirals , state establishment of geology survey and mining , tactionic map of Iraq , Scale (1:1 000 000) , Compiled by : Jassim A.M. AL-Kadhimi and Others , 1996 .
- 5- Saad Z.Jassim and Jeremy C. Goff , 2006 , Geology of Iraq , Dolin , prague and Moravian Museum , Brno_.
- 6- Schumm, S.A. (1956), Evolution of Drainage Systems & Slopes in Badlands at Perth Anboy, New Jersey, Bulletin of the Geological Society of America .
- 7- Stan Morain. Ed. GIS Solution in natural resources management tenewable natural resources foundation and national Academy of sciences national research council. Washington. 1999

الملاحق

الملحق (1) : الملحق المعد وفق طريقة (SCS) لاشتقاق رقم المنحنى (CN)

مجاميع الترب الهيدرولوجية				وصف استخدام الأرض	
D	C	B	A		
				الأراضي المزروعة	
91	88	81	72	بدون معالجة حماية التربة	
81	78	71	62	معالجة حماية التربة	
				أراضي المراعي الاصطناعية والمراعي الطبيعية	
89	86	79	68	ظروف فقيرة	
80	74	61	39	ظروف غنية جدا	
				أراضي اعشاب	
78	71	58	30	اظروف جيدة	
				ارضي غابات	
83	77	66	45	جناح خفيف - غطاء قليل - لا امراض	
77	70	55	25	غطاء سميك و غني	
				أراضي مفتوحة - أراضي شبيهة - مسارات الغولف - المقابر	
83	77	66	39	ظروف جيدة : الغطاء العشبي اكثر من 75%	
84	79	69	49	ظروف متوسطة : الغطاء العشبي بين 50-75%	
95	94	92	89	المناطق التجارية والمهنية 85% غير نفاذة	
93	91	88	81	المقاطعات الصناعية 72% غير نفاذة	
93	87	80	-	المراعي القاحلة والشبه القاحلة / خليط من الحشائش والاعشاب	
94	91	86	77	أراضي جرداء (خالية)	
				الأراضي السكنية	
				حجم القطعة	معدل غير النفاذ
92	90	85	77	65	8 - 1 فاكتر
87	83	75	61	38	4 - 1 فاكتر
86	81	72	57	30	3-1 فاكتر
85	80	70	54	25	2-1 فاكتر
84	79	68	51	20	1 فاكتر

المصدر :

USDA-SCS, Urban Hydrology For Small Watershed. Technical releases 55, 2nd Ed, U. S. Dept. of Agriculture, Washington D. C (1986) , P 5 – 8 .

الملحق (2) : صور تبين حدوث الفيضانات في مدينة دهوك











المصدر : حكومة إقليم كردستان
العراق ، وزارة البلديات والسياحة ،
مديرية ماء ومجاري محافظة دهوك ،
شعبة الاعلام ، 2020.

Abstract

The study dealt with research and analysis the possibility of modeling the hydrological response in urban areas, taking the city of Dohuk as a model, and an area for study, which is located in the northern part of Iraq, between two latitudes ($36^{\circ}54' 25''$ - $36^{\circ}49' 15''$) north, and longitudes ($43^{\circ}60' 25''$ - $42^{\circ}54' 25''$) degrees east, as it is one of the rapidly growing cities, with an area of (61.98) km².

The study included an analysis of the natural data of the study area, which is the study of the region's geology and tectonics. The study also focused on determining the terrain characteristics, vegetation cover, soil and climate with a classification work for the land cover of the study area, as well as analyzing the environmental characteristics affecting the hydrology of the study area, contributing to the analysis of the types of land uses and cover terrestrial. For four time periods (1990 - 2000 - 2010 - 2020), due to the importance of this in modeling the hydrological response, The study also included an analysis of the periods of return for the amounts of rain precipitation for the periods (2-3-5-10-15-20-25-30-50-100). And the analysis of soil texture, As well as analyzing the geometric and morphometric characteristics of the valleys of the main water basins that cut through the study area, namely, Hashkraw with a percentage of (41.56%), and Karmafa with a percentage of (4.66%), The study also included modeling the hydrological response using the (SCS-CN) methodology, by extracting (CN) values, which express the response of surface components to the surface runoff of the study area, and this was done under different hydrological conditions (normal - wet - dry) and for the time periods (1990 - 2000 - 2010 - 2020), and the study found that the (CN) values represented in the surfaces of the study area are (4) values are (92 - 58 - 80 - 86) for the normal condition, and (96.36 - 76.05 - 90.20 - 93.39) for the wet condition, and (78.90 - 34.96 - 59.70 - 68.64) for the dry condition, with a difference in their percentage between Years of study, as a result of the variation of land use and land cover, and the values extracted for each of (S and Ia) were as follows (22.09 - 183.93 - 63.50 - 41.35) and (4.42 - 36.79 - 12.70 - 8.27) for the normal case, and (9.59 - 79.99 - 27.60 - 17.98) and (1.92 - 16 - 5.52 - 3.60) for the case And (67.93 - 472.54 - 171.46 - 116.05) and (13.59 - 94.51 - 34.29 - 23.21) for the dry state.

And after applying the model to the data of the study area and for the periods mentioned, using two depths of the rain line, which are (594.64) mm and (492.39) mm, and the values of the depth of surface runoff for the study years (1990 - 2000 - 2010 - 2020) for the usual case ranged between (324.57 - 446.84) mm with an average of (395.71) and between (407.92 - 481.05) mm and at an average of

(444.49) mm, while in the years (2000 - 2010 - 2020), its values ranged between (324.57 - 568.93) mm and an average of (446.75) for the normal case, And between (407.92 - 583.27) mm and an average of (495.60) mm in the wet state, and between (181.88 - 520.25) mm and an average of (351.07) mm in the dry state. As for the volume of surface runoff, in 1990, it ranged between (0.883739 - 5.210495) mm and an annual total of (5.6523648) mm for the normal case, and between (1.001283 - 5.369081) mm and a total of (5.8697224) mm, for the wet case, and between (0.495225 - 4.680164) mm and a total of (4.9277765) mm for the dry case, while in the years 2000 - 2010 - 2020 the values ranged between (0.571907 - 6.807036) mm and an annual total of (21.178995) mm for the normal case, and between (0.693036 - 7.014213) mm With an annual total of 22.513908 mm in the normal case, and between (0.350569 - 6.114206) mm and an annual total of (17.850899) mm in the dry state.

After applying the model (SCS-CN), the researcher reached more than (20) maps, all of which express the flow characteristics of the study area, and it was found that urban areas have a very high hydrological response and that they are the main reason for the generation of surface runoff in the area. The possibility of surface run-off, especially with the intensification of rainstorms. The surface runoff in the area ends and flows into Wadi Duhok, which ends in the Mosul Dam lake.

University of Mosul
College of Education For humanities
Dept. Geography



Hydrological Response Modeling for Urban Areas Dohuk City as a model

By
HUSSEIN ALI RASHEED ALI

A Master Thesis
Geography / Natural Geography

Supervised By
Asst.prof
Dr. SUHAIB HASSAN KHADER

Hydrological Response Modeling for Urban Areas Dohuk City as a model

To

Council of the College of Education For Humanities

University of Mosul

**As a partial fulfilment of the requirements for the Master Degree
in Humanities / Natural Geography**

By

HUSSEIN ALI RASHEED ALI

**Supervised By
Asst.prof**

Dr. SUHAIB HASSAN KHADER