

تقدير حجم العبارات والجسور تحت الطرق السريعة بمساعدة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

صادق عليوي سليمان

قسم هندسة السدود والموارد المائية، كلية الهندسة، جامعة الأنبار، العراق
dr.sadiq1969@yahoo.com

(قدم للنشر في ٢٨/١٠/١٤٣٤هـ؛ وقبل للنشر في ٥/٥/١٤٣٥هـ)

الكلمات المفتاحية: هيدرولوجيا الطرق، الهيدرولوجيا الهندسية، تصميم العبارات، نظم المعلومات الجغرافية.

ملخص البحث. في هذا البحث تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل السمات الأساسية لأحواض التصريف في منطقة الدراسة ومعالجة وإنشاء البيانات اللازمة لعملية تصميم العبارات والجسور لطريق (كبيسة- الطريق السريع) في محافظة الأنبار غرب العراق من النقطة (٠ كم) قرب مدينة كبيسة إلى النقطة (٤١,٥ كم) عند نقطة التقائه مع الطريق الدولي السريع. تم جمع البيانات الهيدرولوجية والمناخية لمنطقة الدراسة وتم إجراء تحليل نسجة التربة لعينات مختارة من ترب المنطقة، وتم إجراء الحسابات الهيدروليكية لتقدير التصريف الفيضاني الأقصى للأودية القاطعة للطريق ولفترات عودة فيضانية مختلفة وتحديد نقاط تقاطعها مع الطريق واقتراح حجم الجسور و البرابخ أو العبارات الواجب استخدامها في منطقة الدراسة.

المقدمة

الطريق عند حدوث جريان للمياه في الأودية التي تقطع الطرق بعد العواصف المطرية (Garber et al., 2009). إن التصميم الدقيق لهذه المنشآت يتطلب دراسة دقيقة لمواصفات الجوابي القاطعة للطريق وطبيعة التربة والمناخ في منطقة الدراسة واستعمالات الأرض وشكل الغطاء النباتي للوصول إلى معرفة دقيقة لتحديد تصريف الذروة للفيضان الذي يتم على أساسه تحديد حجم

من المعلوم أن جزءاً كبيراً من كلفة إنشاء الطرق السريعة (ترجح بعض المصادر على أنها ٢٥٪ من كلفة الطريق) يرجع إلى الكلفة العالية لمنشآت تصريف مياه الأمطار والسيول مثل الجسور والبرابخ أو العبارات المقامة على امتداد هذه الطرق لتصريف مياه الأمطار بين جانبي

السرّيع) من نقطة الـ(٠ كم) قرب مدينة كبيسة إلى نقطة الـ(٤١,٥ كم) عند نقطة تقاطع الطريق المقترح مع طريق المرور السريع وبطول طريق (٤١,٥ كم) وذلك عن طريق تحليل ومعالجة وإنشاء البيانات الخاصة بالتصميم الهيدرولوجي عن طريق نظم المعلومات الجغرافية (GIS) واختيار العبارات المناسبة لإمرار هذه التصاريح بأمان باستخدام برنامج التصميم الهيدروليكي للعبارات (HY-8) الصادر عن إدارة الطرق السريعة الأمريكية (FHWA). أما أهمية الدراسة فهي لمعالجة مشكلة كبيرة تعاني منها الطرق الخارجية باستمرار حيث إن سوء تصميم واختيار مواقع العبارات أدى إلى انهيار وخسائر مادية كبيرة في العديد من الطرق الخارجية في العراق مثل طريق الرطبة - عكاشات وطريق الحج البري وفي السعودية مثل الطرق السريعة في الرياض وجدة ونجران وغيرها (الشكل رقم ١).

موقع منطقة الدراسة

إن طريق (كبيسة-الطريق السريع)، الحالة الدراسية في هذا البحث، هو طريق مقترح من قبل الهيئة العامة للطرق والجسور في محافظة الأنبار وفي طور التصميم حالياً ويقع في محافظة الأنبار غرب العراق وبالتحديد بين خطي عرض (33° 17' 24") و (33° 35' 24") وخطي طول (42° 19' 48") و (42° 37' 48") وتمتد من الكيلو ٠,٠ قرب مدينة كبيسة إلى الكيلو ٤١,٥ حيث يتقاطع مع الطريق الدولي السريع كما في الشكل رقم (٢).

ونوع المنشأ الواجب استخدامه لإمرار هذا التصريف بين جانبي الطريق لتجنب استخدام منشآت هيدروليكية بحجم أكبر من اللازم وبالتالي زيادة غير مبررة في كلفة إنشاء الطريق، أو استخدام منشأ بحجم أقل من المطلوب وبالتالي هناك احتمالية كبيرة لعبور الموجة الفيضانية من فوق الطريق لعدم قدرة المنشأ الهيدروليكي على استيعاب التصريف الوارد إليه من العاصفة المطرية وبالتالي تدمير الطريق والمنشأ الهيدروليكي وخسارة مادية كبيرة وربما بشرية لا سمح الله.

بالنسبة لمصممي الطرق الخارجية فإن ما يهمهم بالدرجة الأولى هو دراسة حركة الماء على سطح الأرض لإيجاد بيانات تستخدم في عملية تصميم المنشآت الهيدروليكية مثل العبارات والجسور لغرض الحد من أضرار الفيضانات على الطرق وعمل مسارات للمياه بحيث لا تتعارض مع الطرق وتؤدي إلى تدميرها رغم أنها قد تتسبب في كثير من المشاكل في حالة عدم الاهتمام بصيانتها أو عدم إدارتها بطرق علمية مناسبة. والعبارة هي منشأ هيدروليكي يتم عملها عند تقاطع طريق مع مجرى مائي بحيث يتم عمل فتحات أسفل الطريق لمرور الماء من خلالها خلال موسم الأمطار (دليل تصميم العبارات، ٢٠٠٥م).

إن هدف الدراسة يتلخص في تقدير التصريف الفيضاني الأقصى ولفترات عودة مختلفة لمجموعة من أحواض الوديان التي تتقاطع مع طريق (كبيسة-الطريق



الشكل رقم (١). فشل التصميم الهيدرولوجي للطريق.



الشكل رقم (٢). موقع منطقة الدراسة.

إلى ١,٨٧ جم/كجم في العينة رقم (١) وتباين نسبة الجبس أيضاً من عينة لأخرى فتبلغ ١٩,٩ جم/كجم في العينة رقم (٤) وتهبط إلى ٢,٨٪ في العينة رقم (٢) (الجدول رقم ١). إن تحليل نسجة التربة له دور مهم في معرفة كمية الجريان السطحي ورسم الهيدروغراف وهذا سيتم أخذه بنظر الاعتبار في الحسابات الهيدرولوجية للحوض. كما تبين من خلال الزيارات الميدانية لمنطقة الدراسة قلة في كثافة الغطاء النباتي.

٣- نظراً لعدم وجود دراسات كافية على الواردات المائية للأودية المختلفة لمنطقة الدراسة فقد تمت الاستعانة بالصور الفضائية لاشتقاق البيانات اللازمة لحساب أقصى تصريف يمر خلال الأودية المختلفة خلال العمر التصميمي للطريق وكما يلي:

- استخدام البيانات الفضائية المأخوذة من وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) بصيغة نموذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Model وبدقة تمييزية (٣٠) متراً لمنطقة الدراسة ومعالجتها باستخدام برنامج Global Mapper 14 لإصلاح الفجوات والعيوب الموجودة في هذه البيانات التي يتم الاعتماد عليها بشكل كبير في برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لمعرفة الخصائص الطبوغرافية والمساحية لمنطقة الدراسة، والشكل رقم (٣) يبين نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة.

تعتبر منطقة العمل من المناطق الصحراوية ويمتاز مناخها بقلة هطول الأمطار بصورة عامة حيث يتركز أغلب التساقط المطري بين أواخر شهر تشرين الأول (أكتوبر) وبداية شهر أيار (مايو) وبمعدل سنوي يصل إلى ١٢٠ ملم، وتتفاوت معدلات درجات الحرارة فيها بين (٢٧,٧م°) معدل درجة الحرارة الصغرى في شهر كانون الثاني (يناير) إلى (٤١,٧م°) معدل درجة الحرارة العظمى في شهر تموز (يوليو). التكوينات الجيولوجية السائدة في منطقة الدراسة هي التكوينات الكلسية (Jassim et al., 2006).

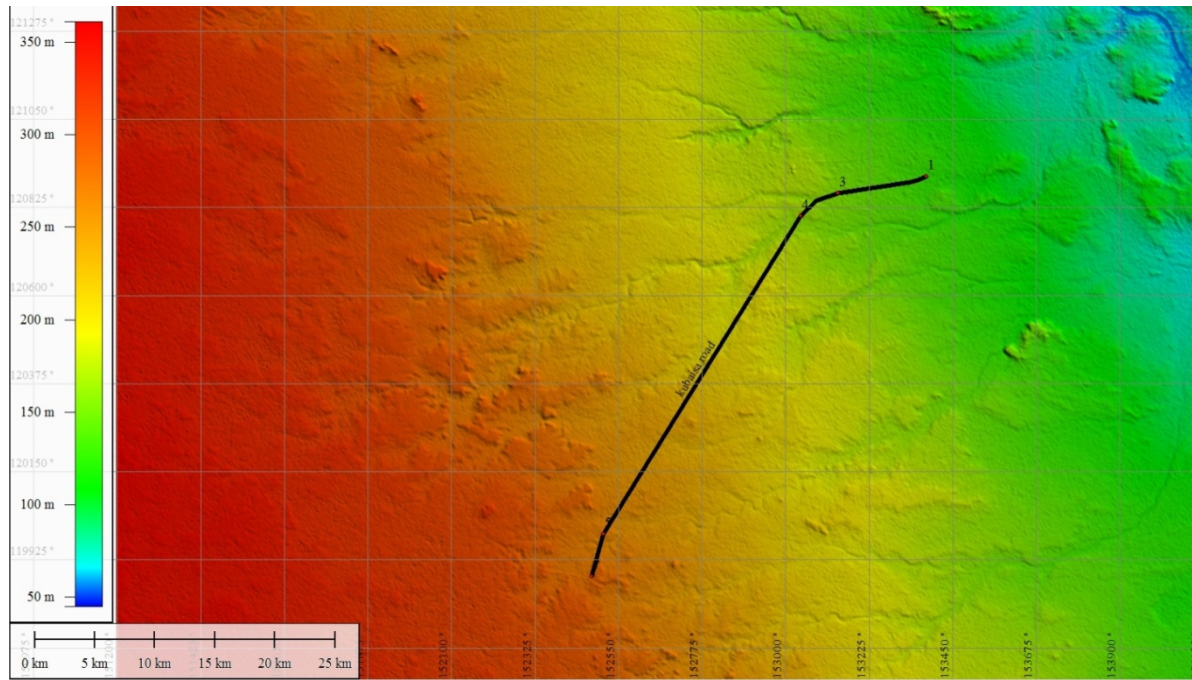
مراحل البحث

١- الحصول على إحداثيات مسار الطريق كل ٥٠ متراً وعلى طول الطريق في منطقة الدراسة لضمان تحديد مكان تقاطع العبارات مع مسار الطريق بدقة.

٢- زيارة الموقع ميدانياً للتعرف على أماكن الأودية وتحديد إحداثياتها باستخدام جهاز GPS وأخذ عينات من تربة منطقة الدراسة حيث تم القيام بعملية التحليل المنخلي لسبعة نماذج من التربة مأخوذة من مواقع مختارة على طول منطقة الدراسة وتم تحديد نسجتها، فضلاً عن بعض التحليلات الكيميائية حيث تبين من خلال التحليل أن معظم عينات تربة المنطقة هي مزيجية إلى رملية، كما أن نسبة الكلس عالية تصل إلى ٣٠,١,٣ جم/كجم في العينة رقم (٦) وتنخفض

الجدول رقم (١). تحليل مكونات التربة للعمق (٠-٣٠ سم).

رقم العينة	رمل %	غرين %	طين %	النسجة	الكلس جم/كجم	الجبس جم/كجم
١	٧٣,٦	١٢,٤	١٤	مزيجية رملية	٨٧,١	١٢,٥
٢	٨٤,٩	١٣,١	٢	رملية	٩٦,٣	٢,٨
٣	٧٢,٨	١٢,٢	١٥	مزيجية رملية	٢٥٦,٧	١٤,٢
٤	٤٢,٨	٣٤	٢٣,٢	مزيجية	٢٢٢,١	١٩,٩
٥	٧٩,٥	٨,٢	١٢,٣	رملية مزيجية	١٣٢,٧	١٧,٨
٦	٨٠,٣	٨,٩	١٠,٨	مزيجية رملية	٣٠١,٣	١٤,٩
٧	٧٧,٣	١٢,٢	١٠,٥	رملية مزيجية	١٠٥,١	١١,٧



الشكل رقم (٣). نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة.

المتخصصة والمتكاملة في نظم المعلومات الجغرافية في مجال الدراسات الهيدرولوجية لأحواض التصريف (العزاوي، ٢٠٠٩م). تم استخدام البرنامج في تحديد حدود أحواض

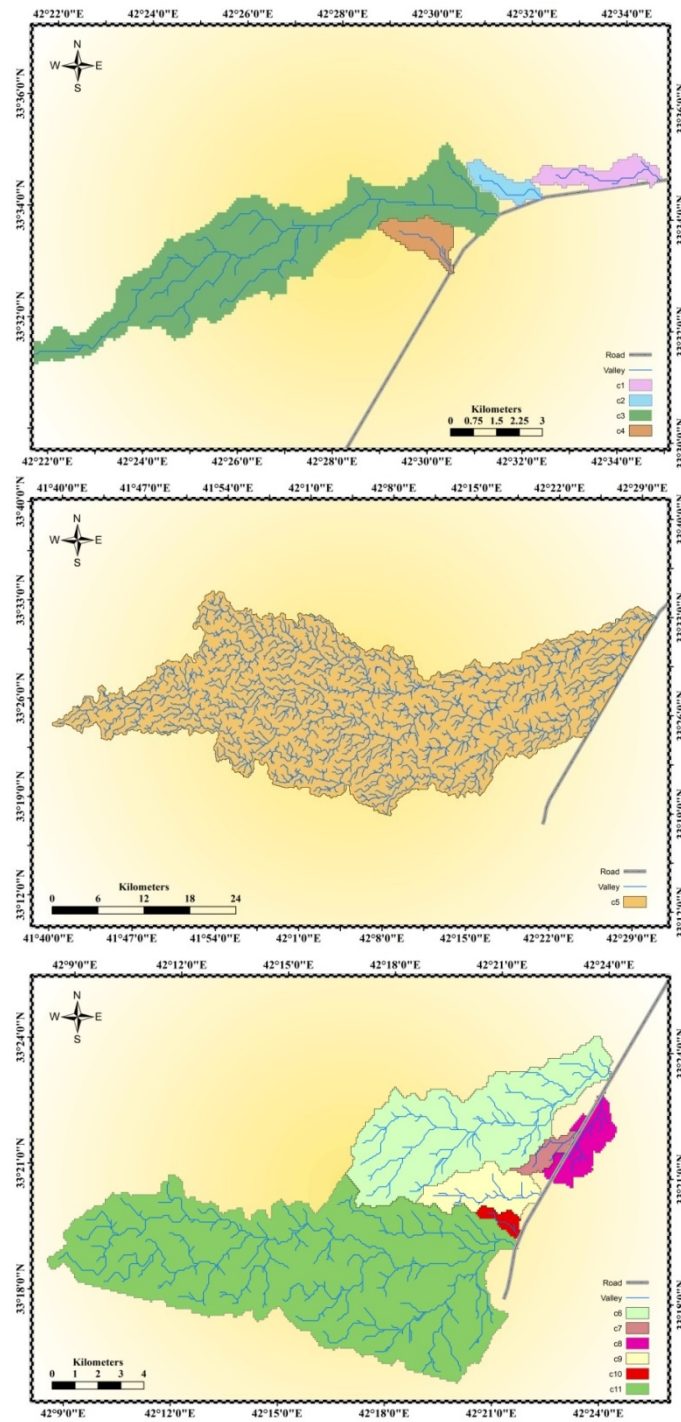
• استخراج الخواص المساحية والمورفولوجية لأحواض التصريف في منطقة الدراسة وتم ذلك باستخدام برنامج Watershed Modeling System (WMS 9.0) وهو من البرامج

العمل مشتقة من الصور الفضائية بواسطة برنامج WMS 9.0 حيث تم تحديد ١٠ أحواض تصريف بمساحات مختلفة تقطع الطريق أكبرها حوض التصريف بالرمز (C5) والذي يمثل الوادي المعروف محلياً بوادي الحجية حيث بلغت مساحته ١١١٠,٨٥ كم^٢ وطول الوادي الرئيسي بحدود ١١٦,٨٩ كم، وأصغرها حوض التصريف بالرمز (C10) حيث بلغت مساحته ١,٢٩ كم^٢ وطول واديه الرئيسي ٢,٤٧٨ كم. والجدول رقم (٢) يبين مواصفات أحواض التصريف في منطقة الدراسة المأخوذة من الصور الفضائية.

التصريف في منطقة الدراسة القاطعة لطريق (كبيسة-الطريق السريع) إضافة إلى تحديد بعض الخواص الأخرى الأساسية لحساب التصريف الأقصى لأحواض التصريف مثل (مساحة حوض التصريف، طول حوض التصريف، طول أطول وادي في حوض التصريف، المسافة من مركز حوض التصريف إلى نقطة التقاطع مع الطريق، الميل، معدل الانسياب فوق الأرض، وإحداثيات تقاطع هذه الأودية مع الطريق)، وغيرها من المواصفات (Dawsey, 2000). الشكل رقم (٤) يوضح أحواض التصريف الموجودة في منطقة

الجدول رقم (٢). مواصفات أحواض التصريف في منطقة الدراسة.

Catchment Symbol	Basin Area (km ²)	Basin Slope (m/m)	Distance from Centroid to Outlet (m)	Max. Stream Distance (m)	Max. Stream Slope (m/m)	Basin Length (m)	Sinuosity	Perimeter (m)	Mean Elevation m (a.s.l)
C1	3.21	0.0065	2244.87	4905.19	0.00427	4221.89	0.97316	13908.09	146.82
C2	1.64	0.0083	1757.60	3223.79	0.00594	2644.09	0.98328	8113.74	165.94
C3	30.74	0.0087	8798.68	19565.23	0.00351	16353.4	1.15421	54747.89	192.71
C4	2.37	0.0086	1730.15	3424.97	0.00554	2893.04	0.90224	9299.18	172.93
C5	1110.85	0.0093	49174.9	116899.3	0.00198	80275.9	1.44492	332543.52	316.92
C6	39.54	0.0118	8427.38	15601.64	0.00528	12468.8	1.18591	44939.63	275.30
C7	2.01	0.0080	1674.06	4058.26	0.00566	3417.24	0.89743	10264.71	258.25
C8	7.51	0.0076	3188.71	6578.36	0.00479	5381.31	1.03820	19188.49	253.24
C9	7.81	0.0128	2844.42	6257.94	0.00683	5443.76	0.99390	18835.67	275.52
C10	1.29	0.0066	1085.71	2478.40	0.00384	2124.74	0.94227	7352.35	268.87
C11	105.00	0.0103	11851.1	27861.33	0.00263	20491.6	1.33030	77937.28	304.75



الشكل رقم (٤). أحواض التصريف الموجودة في منطقة الدراسة مشتقة من نماذج الارتفاعات الرقمية.

وطبيعة استخدام الأرض Land use وعمق الهطول المطري ورطوبة التربة للأيام التي سبقت العاصفة المطرية المؤثرة (Chow et al., 1988)، حيث تستخدم هذه الفرضية العلاقة الآتية لتقدير حجم وأقصى معدلات الجريان:

$$Q = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8S) \quad (2)$$

$$S = 1000 / CN - 10$$

$$\text{For } P > 0.2 S \quad (3)$$

$$Q = 0 \text{ For } P < 0.2 S$$

حيث إن:

$$P = \text{عمق المطر (ملم)}.$$

$$Q = \text{عمق الجريان (ملم)}.$$

$$S = \text{طاقة الاحتجاز القصوى}.$$

CN (Curve number) = رقم المنحني وقيمته تتراوح بين (٠-١٠٠).

حيث أعدت طريقة SCS جدولاً خاصاً يتضمن تصنيف التربة إلى أربعة اصناف (A, B, C, D) وكل صنف يعبر عن ظرف هيدرولوجي معين تبعاً لنوع التربة أولاً وطبيعة استخدام الأرض ثانياً والجدول رقم (٤) يبين طريقة الحصول على رقم المنحني النسبي (CN). وعلى أساس ذلك وبالاعتماد على نتيجة فحص نوع التربة المكون لمنطقة الدراسة تبين أن تربة أحواض التصريف القاطعة للطريق في منطقة الدراسة تتوزع بين (مزيجية-رملية) وتم تمثيلها بالصنف (B)، ومن خلال المعاينة الحقلية لاستعمالات الأرض في منطقة الدراسة تبين أن أحواض التصريف تقع في

التحليل الهيدرولوجي: نظراً لعدم وجود دراسات كافية على الواردات المائية للأودية المختلفة لمنطقة الدراسة تم استخدام طريقة U.S. Soil Conservation Service (SCS) لاستنباط الهيدروغراف القياسي لأحواض التصريف المتوسطة في منطقة الدراسة والتي تم تحديدها بالاعتماد على مساحة حوض التصريف حيث تم اعتبار أحواض التصريف بمساحة تزيد على ٢,٥ كم^٢ أحواض تصريف متوسطة بينما تم استخدام الطريقة المنطقية Rational Method لتقدير أقصى وارد مائي لأحواض التصريف الصغيرة ذات المساحة أقل من أو تساوي ٢,٥ كم^٢ (Ponce, 1989).

تستخدم الطريقة المنطقية Rational Method لتقدير حجم السيح السطحي لأحواض التصريف الصغيرة من خلال العلاقة التالية:

$$Q_p = 0.278 C I A \quad (1)$$

حيث إن:

$$Q_p = \text{التصريف الأقصى (m}^3/\text{s)}.$$

C = معامل الجريان السطحي ويؤخذ من الجدول رقم (٣) وتم استخدام قيمة C = 0.5 في هذه الدراسة.

$$I = \text{الشدة المطرية (mm/hr)}.$$

$$A = \text{مساحة حوض التصريف (km}^2\text{)}.$$

تعتبر طريقة SCS من أكثر الطرق المستخدمة في تقدير عمق عاصفة مطرية مؤثرة للأحواض المائية لكونها تأخذ في نظر الاعتبار نوع التربة Soil type

الجدول رقم (٣). قيم معامل الجريان (C) (المصدر: Hydrology, Das 2011).

Topography or terrain	Value of C
Flat cultivation sand Sandy sand	0.2
Hilly areas Forests Clay and loamy soil	0.5
Build and urban areas (impervious)	0.8
Flat residential areas	0.4
Moderately steep residential area	0.6

الجدول رقم (٤). قيم رقم المنحنى لطريقة SCS (المصدر: U.S. Soil Conservation Service, 1986).

Cover Description	Curve Numbers for Hydrologic Soil Group				
	Hydrologic Condition	A	B	C	D
Herbaceous-mixture of grass, weeds, and low-growing brush, with brush the minor element	Poor		80	87	93
	Fair		71	81	89
	Good		62	74	85
Pinyon-juniper—pinyon, juniper, or both; grass understory	Poor		75	85	89
	Fair		58	73	80
	Good		41	61	71
Sagebrush with grass understory	Poor		67	80	85
	Fair		51	63	70
	Good		35	47	55
Desert shrub—major plants include saltbush, greasewood, creosote bush, blackbrush, bursage, palo verde, mesquite, and cactus	Poor	63	77	85	88
	Fair	55	72	81	86
	Good	49	68	79	84

$$t_p = \frac{t_r}{2} + t_L \quad (5)$$

$$\frac{t_p}{t_r} = 5 \quad (6)$$

$$T_b = 2.67 t_p$$

حيث إن:

t_L = زمن التركيز بالساعة Lag Time.

L = طول الحوض بامتداد المجرى المائي الرئيسي (متر).

Y = معدل ميل الجابية.

CN = رقم المنحنى.

t_p = زمن الوصول إلى الذروة بالساعة Time to Peak.

t_r = فترة هطول الأمطار بالساعة Time of Rainfall.

منطقة صحراوية غير مستغلة للزراعة وبذلك تم تقدير رقم المنحنى Curve number (CN) المستخدم في الحسابات بقيمة (٧٧).

وبالاستفادة من الخواص المورفولوجية التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج (WMS 9.0) يتم احتساب زمن الوصول إلى الذروة (t_p) ويقصد بها الفترة الزمنية اللازمة لوصول الماء من أبعد جزء في الحوض المائي إلى نقطة المصب ويمكن قياسها من خلال المعادلة الآتية (Chow, 1964):

$$t_L = \frac{L^{0.8} (2540 - 22.86CN)^{0.7}}{14104 CN^{0.7} Y^{0.5}} \quad (4)$$

$T_b =$ زمن القاعدة للهيدروغراف القياسي.

باستخدام طريقة SCS يتم تقدير حجم وأقصى معدلات الجريان لأحواض الوديان المدروسة الناتجة عن عاصفة مقدارها ١٠ ملم وفق المعادلة التالية:

$$Q_p = \frac{2.08 A}{t_p} \quad (7)$$

حيث إن:

$Q_p =$ التصريف الأقصى بالم³/s.

$A =$ مساحة الحوض المائي (كم^٢).

تم استخدام تردد مطري مقداره ٢٥ سنة (Garber et al., 2009) لحساب الشدة المطرية التصميمية بالاعتماد على قيمة زمن سقوط المطر (t_r) المأخوذ من قيمة زمن التركيز (t_L) لحساب أعلى وارد مائي للوديان لغرض استخدامه في عملية تصميم العبارات والأنابيب المستخدمة في تصريف مياه الأمطار بين جانبي طريق (كبيسة-الطريق السريع) في منطقة الدراسة حيث تم استخدام منحنيات الشدة-الاستدامة-التردد لمحطة حديثة الهيدرولوجية (الأطلس الاحتمالي لأقصى هطول تصميمي في العراق، ٢٠٠٠م). الجدول رقم (٥) يبين الحسابات الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة التي تمت لاستخراج أعلى تصريف مائي يمر خلال الوادي في منطقة تقاطعه مع طريق (كبيسة-الطريق السريع)

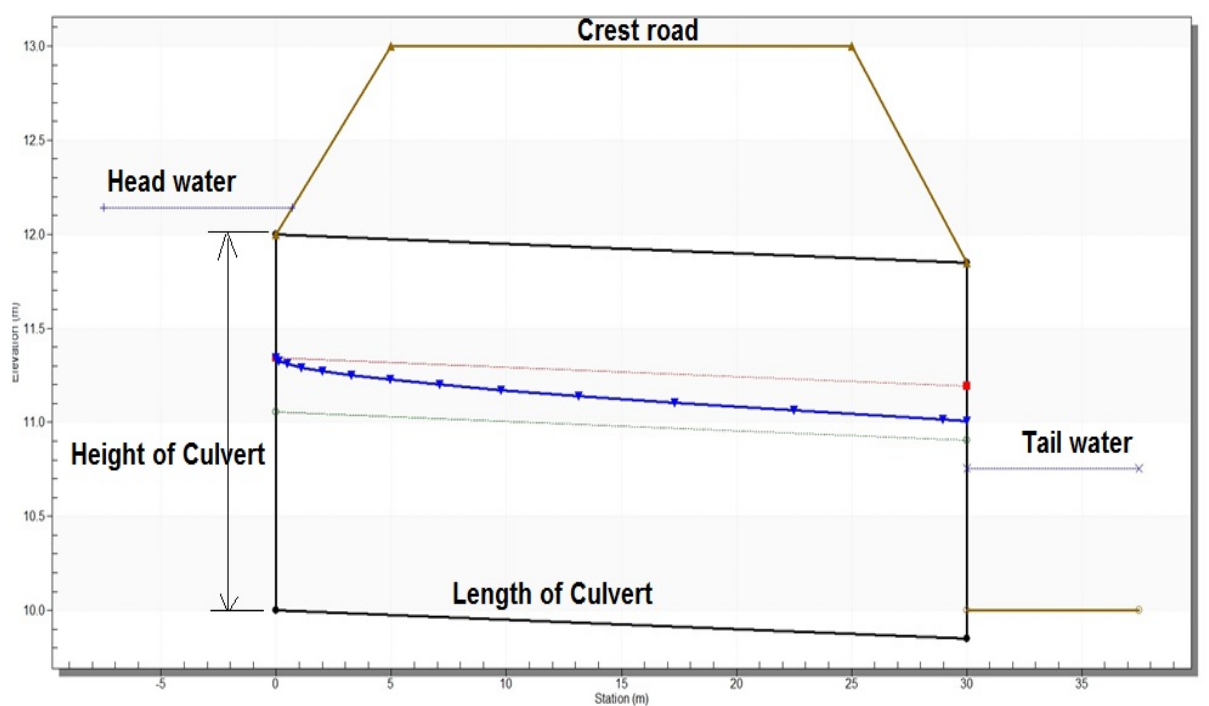
لأحواض الوديان في منطقة الدراسة من الحوض المائي بالرمز (C1) إلى الحوض المائي بالرمز (C11).

• التصميم الهيدروليكي للعبارات: تم

استخدام برنامج التصميم الهيدروليكي للعبارات (HY-8) الصادر عن إدارة الطرق السريعة الأمريكية (FHWA) (Hydraulic Design of Highway Culverts, 2008) لتقدير أقطار الأنابيب وأبعاد العبارات في منطقة الدراسة على ضوء أعلى تصريف مائي يمر في منطقة تقاطع الوادي مع الطريق المقترح، حيث يعتمد البرنامج (HY-8) على المدخلات التالية: نوع العبارة وميلها وشكلها وطولها وميل الوادي مقدم العبارة وعرضه وارتفاع الشارع فوق قمة العبارة وغيرها من المعلومات الضرورية، والشكل رقم (٥) يوضح شكل العبارة عند الكيلو (١٠,٥٥). والجدول رقم (٦) يوضح مواقع العبارات ونوعها وأبعادها والإحداثيات الجغرافية لمكان العبارة على طول طريق (كبيسة-الطريق السريع) بين الكيلو صفر إلى الكيلو (٤١,٥).

الجدول رقم (٥). الحسابات الهيدرولوجية لجواري منطقة الدراسة.

Catchment Symbol	Intersection coordinate		Time of Rainfall t_r (hr)	time lag t_L (hr)	time to peak t_p (hr)	Intensity for 25 year frequency (mm/hr)	Q_{max} for Intensity of 25 year frequency (m ³ /s)
	Easting	Northing					
C1	275371.76	3718054.83	0.26	1.20	1.33	15.00	9.38
C2	271514.19	3717460.74	0.16	0.73	0.81	27.00	8.64
C3	270048.78	3716866.66	0.66	3.07	3.40	13.00	24.41
C4	268559.62	3715060.65	0.16	0.77	0.85	28.00	12.64
C5	268524.16	3714944.74	2.34	10.56	11.73	10.00	197.02
C6	258404.16	3697606.36	0.46	2.12	2.35	12.00	41.93
C7	257998.13	3696872.04	0.2	0.91	1.01	23.00	8.99
C8	256973.80	3695136.60	0.28	1.35	1.49	22.00	23.01
C9	255314.56	3692241.39	0.22	1.05	1.16	26.00	36.32
C10	254400.28	3690489.02	0.14	0.69	0.76	26.00	6.53
C11	254222.50	3690031.88	0.74	3.37	3.74	11.00	64.16



الشكل رقم (٥). مقطع طولي لتصميم العبارة الخاصة بالجارية (C5) باستخدام برنامج (HY-8).

الجدول رقم (٦). الحسابات التصميمية لعبارات طريق (كبيسة-الطريق السريع) المقترح.

Intersection Station	Intersection Coordinate with Highway Road (UTM)		Type of Road Crossings Conveyance Structures	Dimension of conveyance Structures (m)			Number of Culvert Structures
	Easting	Northing		Diameter	B	H	
0+250	277792.50	3718251.62	Concrete Pipe Culvert	1			1
2+000	276123.50	3717818.70	Reinforced Concrete Box Culvert		2	1	2
4+650	273538.75	3717447.27	Concrete Pipe Culvert	1			1
6+400	271514.19	3717460.74	Reinforced Concrete Box Culvert		2	1	2
8+000	270258.85	3716543.52	Reinforced Concrete Box Culvert		2	1.5	3
10+000	268559.62	3715060.65	Reinforced Concrete Box Culvert		2	1	3
10+500	268524.16	3714944.74	Bridge				
13+750	267139.09	3711856.43	Concrete Pipe Culvert	1			1
14+750	266632.11	3710982.35	Concrete Pipe Culvert	1			1
15+500	266244.12	3710313.42	Concrete Pipe Culvert	1			1
16+250	265877.86	3709681.95	Concrete Pipe Culvert	1			1
17+500	265241.17	3708584.23	Concrete Pipe Culvert	1			1
18+000	264752.77	3708366.67	Concrete Pipe Culvert	1			1

الاستنتاجات

التصارييف تحت الطرق بأمان وساعد في دقة الحسابات استخدام البرمجيات التخصصية التي سهلت كثيراً عملية الحل وزادت من دقته.

التوصيات

- 1- توفير صور فضائية حديثة وبدقة عالية لأن دقة المعلومات المستخلصة منها يؤثر كثيراً على دقة نتائج عملية التصميم الهيدروليكي للعبارات.
- 2- التأكيد على أهمية إجراء الدراسات الهيدرولوجية للطرق قبل عملية الإنشاء لتلافي المشاكل المستقبلية من غمر وفشل المنشآت الهيدروليكية.

1- إن استخدام البيانات الرادارية المأخوذة من نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ومعالجتها باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية قد وفر لنا كثيراً من الجهد والوقت والمال بتحديد الخواص المساحية والطبوغرافية وكثيراً من مواصفات جوابي الأودية القاطعة للطريق المقترح مما سهل كثيراً عملية إجراء الحسابات اللازمة لتحديد أعلى تصريف مائي يمر عبر الوادي خلال العمر التصميمي للطريق.

2- إن استخدام طريقتي SCS و Rational method لحساب التصريف المار خلال الأودية القاطعة للطريق أعطت تصوراً واضحاً للمهندس المصمم عن حجم ونوع العبارات اللازمة لإمرار هذه

- Chow, V.T., *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill, (1964).
- Das, Madan mohan, Saikia, Mimi Das, "Hydrology", New delhy - 110001, (2011).
- Dawsey, Wesley, *Use of Intergraph's GIS Products For Highway Hydrology*, Highway research Center, Harbert Engineering Center, Auburn University, Alabama 36849-5337, (2000).
- Engineer Manual 1110-2-2902, *Engineering and Design Conducts, Culverts, and Pipes*, Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC 20314-1000, (, 1998).
- Francisco Olivera and David Maidment, " *System of GIS-Based Hydrologic and Hydraulic Applications For Highway Engineering: Summary Report*", Center for Transportation Research, Bureau of Engineering Research, The University of Texas at Austin. , (1999).
- Garber, Nicholas J., Hoel, Lester A., " *Traffic and Highway Engineering*", Fourth Edition, University of Virginia, USA, (2009).
- Jassim, Saad Z. and Goff, Jeremy C., " *Geology of Iraq*", Dolin, Hlavni 2732, Prague and Moravian Museum, Zelny trh6, Brno, Czech Republic, (2006).
- Ponce, Victor Miguel, "Engineering Hydrology Principles and Practices" Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, (1989).
- Soil Conservation Service. " *Urban Hydrology for Small Watersheds*". Technical Release No. 55, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. , (1986).
- US Department of Transportation, *Hydraulic Design of Highway Culverts*, Third Edition, Hydraulics Engineering Publications, Federal Highway Administration (FHWA), (2008).

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- الدباغ، عبدالستار رشيد، ورضا، سري زاهي. "الأطلس الاحتمالي لأقصى هطول تصميمي للعراق"، الجمعية العلمية العراقية للموارد المائية، بغداد، العراق، (٢٠٠٠م).
- الغزاوي، علي عبد عباس. "تمثيل النماذج المفتوحة في أنظمة المعلومات الجغرافية (دراسة تطبيقية على حوض مائي شمال العراق)"، مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، العدد (٢)، المجلد (٤)، السنة (٤)، (٢٠٠٩م)، ص ص ١٣٩ - ١٤٠.
- وكالة الشؤون الفنية، وزارة الشؤون البلدية والقروية، المملكة العربية السعودية، دليل تصميم العبارات، (٢٠٠٥م).

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Chow V.T, Maidment D.R., May L.W.: *Applied hydrology*, MacGraw-Hill, inc., (1988). p.227.

Estimating the Volume of Culverts and Bridges under the Highway with the Aid of Geographic Information Systems (GIS)

Sadeq Olewi Sulaiman

*Dams & Water Resources Engineering Department,
College of Engineering, University of Anbar, Iraq
dr.sadiq1969@yahoo.com*

(Received 28/10/1434H.; accepted for publication 05/05/1435H.)

Keywords: Highway hydrology, Engineering hydrology, Culvert design, GIS.

Abstract. In this research, geographic information systems (GIS) were used to analyze the basic features of the catchments on the study area and to obtain data for the bridges and culverts design process of (Kubaisa-Highway) road in Al-Anbar province in western Iraq from the point (0 km) near the Kubaisa city, to the point (41.5 km) where the road intersects with the international highway.

Hydrological and climatic data were collected for the study area, and soil texture analysis for selected soil samples from study area were performed. Hydraulic calculations to estimate the maximum flood discharge of valleys cutting of the road for various flood return periods are done, and identify the points of intersection between the valley and the road, and suggest the size of bridges and culverts to be used in the study area.