حساب معامل الجريان السطحي السنوي في أودية ساحل حضرموت – اليمن

غزوان عبدالحميد شيخ السوق* محمد حسين الجفري*

الملخص

يعد معامل الجريان السطحي السنوي أحد أهم العوامل لتصميم وإنشاء السدود ، إن معامل الجريان هو الذي يحدد حجم التخزين الممكن أمام السد ومن ثم حجم السد المراد إنشاؤه بحيث يكون ملائما من الناحية الفنية والاقتصادية. لقد تم في هذا البحث حساب معامل الجريان الوسطي السنوي لأحواض ساحل حضرموت اعتمادا على دراسات سابقة للجريان السطحي لأودية ساحل حضرموت. لقد تم باستخدام البرنامج الإحصائي (IBM SPSS Statistics 20) استنتاج علاقة رياضية لحساب معامل الجريان السطحي السنوي اعتمادا على مواصفات أحواض ساحل حضرموت ومجموعة أحواض في المملكة العربية السعودية معلوم معامل الجريان السطحي لها وهذه الأحواض مشابهة بظروفها لأحواض ساحل حضرموت العلاقة المستنتجة هي: $Rc = 0.035\ P - 0.025\ A + 1.16\ Sm$ حيث A : مساحة الحوض الساكب (1000 Km2) و P : الهطول الوسطي السنوي (mm) Sm : ميل المجرى % ، Rc – معامل الجريان السنوي % تمت مقارنة نتائج الحساب لمعامل الجريان وفق العلاقة المستنتجة مع معاملات الجريان المعلومة للأحواض المذكورة وكانت النتائج متقاربة ، ونلاحظ من العلاقة أن معامل الجريان السنوي يزداد مع ازدياد معدلات الهطول ومع زيادة الميل وينخفض مع زيادة المساحة . بناء على ما سبق يمكن استخدام هذه العلاقة في مناطق مشابهة وهطولات مختلفة .

كلمات مفتاحية : معامل الجريان السطحي السنوي ، الهطول السنوي الوسطي، ميل الحوض، حضرموت.

المقدمة :

تعد المياه من أهم الموارد الطبيعية على سطح الأرض، ولاسيَما في المناطق الجافة ، وتزداد أهمية مياه الأمطار في المناطق الجافة على الرغم من قلتها، لكونها مورداً مائياً متجدداً بين الموارد المائية الأخرى المحدودة التوافر، كالمياه السطحية، أو المحدودة التغذية كالمياه الجوفية.

يتمتع اليمن بتاريخ ثري في إدارة الموارد المائية ، لكن في الوقت الحاضر تعد اليمن إحدى خمس الدول الأكثر معاناة من شحة المياه في العالم ، حيث تعاني اليمن حاليا من "ندرة مياه شديدة"؛ وهو المصطلح الذي يُقصَد به توافر أقل من 500 متر مكعب للفرد سنويًا. إذ يبلغ نصيب الفرد اليمني 88 مترا مكعبا فقط من المياه طيلة العام.

تعد الحاجة ماسة لحجز المياه السطحية في المناطق الجافة وشبه الجافة بوساطة إنشاء السدود في مواقع مختارة ويعد أحد الوسائل المهمة لاستقرار البلاد ونموها.

موقع منطقة الدراسة:

تقع محافظة حضرموت في شرق الجمهورية اليمنية وتحتل 36% من مساحتها تتكون حضرموت من 30 مديرية وعاصمتها هي مدينة المكلا وأكبر مدنها. تحدها السعودية من الشمال ومن الجنوب بحر العرب ومن الشمال الغربي محافظتا مأرب والجوف ومن الشرق محافظة المهرة ومن الغرب محافظة شبوة، وتبلغ مساحة حضرموت نحو 190,000 كم مربع ويقدر عدد سكانها 930,000 نسمة .

من الأنشطة الرئيسة التي يمارسها سكان المحافظة الزراعة والاصطياد السمكي والثروة الحيوانية، حيث تصل نسبة إنتاج المحاصيل الزراعية إلى (5.8%) من إجمالي الإنتاج الزراعي في الجمهورية، وأهمها التمور والحبوب والمحاصيل النقدية (1) .

منطقة الدراسة هي المنطقة الساحلية من محافظة

* قسم الهندسة المدنية – كلية الهندسة والبترول – جامعة حضرموت.
تاريخ استلام البحث 2017/8/3 وتاريخ قبوله 2018/5/7

حضرموت في الجمهورية اليمنية التي تتمتع بوجود العديد من الأودية الساحلية التي تصب مياهها في بحر العرب، وحاليا أغلبها تذهب إلى البحر دون الاستفادة منها ، لذلك تأتي هذه الدراسة لتحديد معامل الجريان السطحي السنوي الذي يحدد لنا حجم المياه السنوية التي يمكن احتجازها خلف السدود المزمع يبين الشكلان (1) و (2) موقع محافظة حضرموت والأودية المائية في المحافظة إنشاؤها مستقبلا.

الشكل (1) موقع محافظة حضرموت

الشكل (2) أودية ساحل حضرموت

مواد وطرائق البحث:

يستهدف هذا البحث دراسة العوامل المؤثرة في اختيار معامل الجريان الوسطي السنوي من أجل معرفة حجم التخزين المتوقع في السدود في محافظة حضرموت في اليمن واستنتاج معادلة لحساب معامل الجريان اعتمادا على كمية الهطول الوسطي السنوي ومواصفات الحوض.

لقد جرى اتباع منهجية علمية للبحث تضمنت مرحلة الدراسة النظرية جرى فيها الاطلاع على البحوث والدراسات ذات العلاقة بموضوع البحث ، ومرحلة الدراسة الميدانية التي اشتملت على جمع البيانات والمعلومات عن المشاريع الخاصة بالسدود واستطلاع آراء المعنيين عن طريق المقابلات الشخصية . وبعد إجراء التحليلات اللازمة توصل الباحثون إلى إيجاد علاقة تربط بين معامل الجريان والمتحولات المؤثرة فيه وهي الهطول الوسطي السنوي وميل المجرى ومساحة الحوض.

المناخ:

تتميز محافظة حضرموت بتنوع مناخها وذلك تبعاً لتنوع سطحها وذلك كالآتي:

الأجزاء الساحلية: يسود المناخ الساحلي وغالباً ما يكون حاراً صيفاً ومعتدلاً شتاءً.

الأجزاء الجبلية : مناخها معتدل صيفاً وباردا شتاءً.

الأجزاء الصحراوية: يسودها المناخ الصحراوي ويكون حارا جافا صيفا وبارد شتاء.

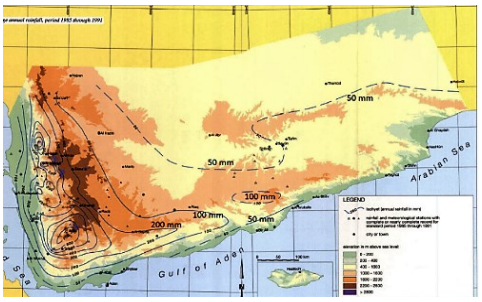
الأمطار:

تهطل الأمطار في المحافظة خلال فصل الصيف وهي الأمطار الموسمية المعتادة ،إن سقوط أمطار شتوية على بعض أجزاء المحافظة غالباً ما تكون خفيفة ونادرة، كما أن الأمطار الصيفية تتفاوت من حيث كمياتها وذلك من منطقة إلى أخرى. فالمديريات الغربية أكثر حظاً بسقوط الأمطار من المديريات الشرقية والشمالية ، عموماً فإن المحافظة قد شهدت شحة في الأمطار خلال السنوات الأخيرة الماضية في معظم أجزائها كميات الأمطار السنوية وعدد الأيام المطرية تقل بشكل ملحوظ في المناطق الساحلية والصحراوية حيث إن كمية الأمطار لا تزيد عن 100 مليمتر في السنة في حين نجد أن عدد الأيام المطرية لا تتجاوز 10 أيام فقط في السنة ويهطل في يوم واحد حوالي 64% من الهطول السنوي (10).

الهطول الوسطي السنوي في ساحل ووادي حضرموت

حوالي 57 mm ولكن غالبا ما يهطل في مدة قصيرة مسببا السيول ، وأحيانا السيول الكبيرة والجارفة وذلك بسبب اتساع مساحة الأحواض الساكبة وشدة الميول .

يبين الشكل الآتي (3) طبوغرافيا اليمن وكذلك خطوط تساوي الهطول الوسطي السنوي.



الشكل (3) طبوغرافيا اليمن وخطوط تساوي الهطول الوسطي السنوي

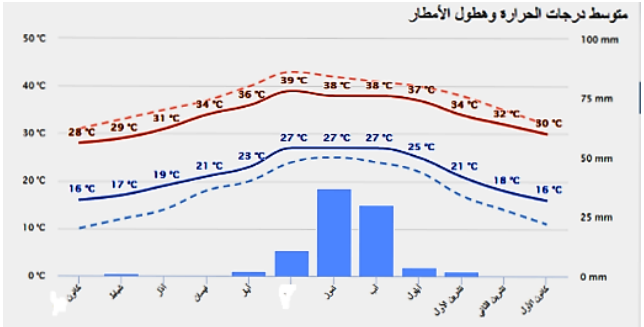
ويبين الجدول (1) كمية الهطول المطري الشهري والسنوي لمدة ثلاثة عشرة عاما في محطة أرصاد مطار الريان في المكلا.

نلاحظ من الجدول (1) أن حوالي 80% من الهطول السنوي يهطل في شهر واحد وهذه صفة من مواصفات الهطول في المناطق الجافة حيث كما ذكرنا حوالي 64% من الهطول السنوي يهطل في يوم واحد.

جدول (1) كمية الهطول المطري الشهري والسنوي لثلاثة عشرة عاما في محطة أرصاد مطار الريان في المكلا

year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1996	22.3	0.00	3.5	16.2	0.40	58.8	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	13.6	115
1997	3.40	0.00	13.0	16.2	0.40	58.8	0.20	0.00	0.00	21.2	17.3	27.4	157.9
1998	0.30	11.4	30.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	42.0
1999	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	11.00	0.00	16.00
2001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00	4.20
2002	1.00	2.60	8.00	71.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	83.30
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.80
2004	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.5	0.00	0.00	0.00	8.60	10.40
2005	0.00	0.00	37.9	0.00	0.30	0.00	3.00	0.20	1.20	2.20	2.20	0.20	47.20
2006	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	3.20	11.1	0.00	2.00	0.00	89.9	106.8
2007	0.00	0.00	3.30	0.00	0.10	3.60	0.50	2.50	0.10	0.00	3.80	1.20	15.10
2008	0.60	0.00	0.00	0.00	14.8	0.00	2.00	4.20	0.50	114.0	0.00	0.00	136.1

ويبين الشكل الآتي (4) متوسط درجات الحرارة وهطول الأمطار لمدة ثلاثين عاما في مدينة المكلا



الشكل (4) متوسط درجات الحرارة وهطول الأمطار لمدة ثلاثين عاما في مدينة المكلا

التربة:

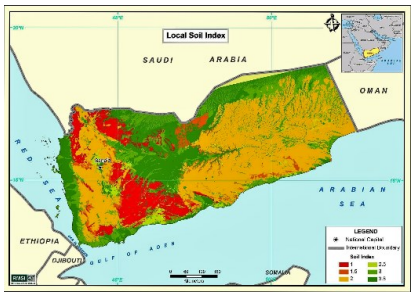
المجموعة الرئيسية من التربة عبارة عن تربة كلسية مختلفة السماكة وهي عبارة عن تربة رملية ولومية وغالبا تكون مالحة في المناطق الساحلية وبيضاء مصفرة في الجزء الشرقي يمكن تصنيفها بين مجموعتي الترب A , B في ضمن مجموعات الترب الهيدرولوجية التي تشير إلى تسرب التربة بعد الهطولات المطرية الغزيرة

المجموعة A : تسرب كبيرٌ ، جريانٌ سطحي قليلٌ (رمل ، رمل لومي أو لوم رملي) . معامل التسرب أكبر من7.6 mm/hour عندما التربة رطبة.

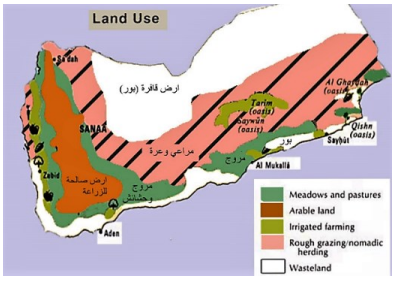
المجموعة B : تسرب متوسط ، جريانٌ سطحي متوسط . لوم سيلّتي أو لوم ، معامل التسرب حوالي3.8 – 7.6 mm/hour عندما التربة رطبة .

استعمال الأراضي:

غالبية الأراضي هي أراضٍ جرداء لا يتم زراعتها وتوجد مساحات قليلة عبارة عن أراضٍ زراعية ومراع. ويبين الشكلان (5) و (6) أنواع الترب واستعمال الأراضي في الجمهورية اليمنية.



الشكل (5) أنواع الترب



الشكل (6) استعمال الأراضي في الجمهورية اليمنية

المواصفات والقياسات المتوفرة لأحواض ساحل حضرموت وأحواض مشابهة لها:

لدينا من دراسات سابقة (9) مواصفات الأحواض الساكبة وقيم مقاسة لتدفقات الفيضان لأحواض ساحل حضرموت باحتمالات مختلفة والجدول الآتي (2) يبين تدفقات مجاري سيول ساحل حضرموت تبعا لاحتمالات مختلفة.

الجدول (2) تدفقات مجاري سيول ساحل حضرموت تبعا لاحتمال مختلفة

no	name	A km^2	Tc hour	Q 50% m^3/sec	Q 10% m^3/sec	Q 5% m^3/sec	Q 2% m^3/sec	Q 1% m^3/sec
1	Doluma	156.38	3.7	25	100	147	179	206
2	Hella	97.83	2.59	20.25	81	120	146	168
3	Gharir	61.67	2.64	13.5	54	79.5	97	112
4	Ibn Sina a	503.79	5.14	66.75	267	393	476	547
5	Ambeikha	135.06	2.15	27.75	111	165	200	231
6	Quakeen	29.68	1.44	9	36	53	65	75
7	Boweish	772.96	7.21	91.5	366	535	648	744
8	Fuluk	112.8	2.43	24.25	97	143	174	201
9	Wadi Al Ryyan	92.84	2.18	21	84	124	151	174

تم من خلال الجدول السابق (2) استنتاج قيم معامل الجريان الوسطي السنوي لأحواض ساحل حضرموت وتم وضع النتائج في الجدول الآتي (3) (الدراسة الهندية المرجع 9).

الجدول (3) قيم معامل الجريان الوسطي السنوي لأحواض ساحل حضرموت

no	اسم الحوض	المساحة	زمن تركيز الحوض	معامل الجريان السنوي المقاس	طول المجرى	فرق الارتفاع
		A	Tc hour	Rc	Km	m
1	Doluma	156.38	3.7	0.044	38.39	720
2	Hella	97.83	2.59	0.046	28.21	600
3	Gharir	61.67	2.64	0.049	21.03	520
4	Ibn Sina a	503.79	5.14	0.044	59.91	1475
5	Ambeikha	135.06	2.15	0.040	25.37	1220
6	Quakeen	29.68	1.44	0.047	12.87	486
7	Boweish	772.96	7.21	0.049	80.38	1902
8	Fuluk	112.8	2.43	0.046	22.03	740
9	Wadi Al Ryyan	92.84	2.18	0.045	18.44	580

لدينا أيضا من دراسات سابقة لأحواض مشابهة في التربة والمناخ موجودة في المملكة العربية السعودية قيم مقاسة لمعامل الجريان السطحي السنوي ويبين الجدول التالي (4) هذه القيم (المرجع 10).

الجدول (4) قيم مقاسة لمعامل الجريان السطحي السنوي لأحواض في المملكة العربية السعودية

no	اسم الحوض		معامل الجريان مقاس	مساحة الحوض	ميل الحوض	ميل المجرى	الهطول السنوي
			Cr %	A 1000 km^2	Sb %	Sm %	p mm
1	عسير	tathlith	0.59	0.258	5.22	0.56	28
2	المدينة	Alkhanaq	0.55	35.658	2.46	0.27	28
3		Alhannkiyah	1.59	3.104	3.01	0.53	36
4	القصيم	Uqlat As Suqur	1.26	31.850	2.35	0.17	57
5		Arrass	0.23	78.988	1.44	0.21	57
6	الرياض	Hanifa	3.47	1.637	6.52	0.33	67
7	مكة	Khulis	7.5	2.855	35	8.8	84
8		Ranya	3.24	10.215	6.32	0.39	60
9	عسير	tabala	4.5	1.181	13	1.54	109
10		jazan	7	1.410	24.88	2.81	100

تحليل البيانات:

تم باستخدام البرنامج الإحصائي IBM SPSS Statistics 20 تحليل النتائج واستنتاج علاقة لحساب معامل الجريان الوسطي السنوي ، ويبين الجدول الآتي (5) قيم معامل الارتباط.

Model Summary

Model	R	R Squareb	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.989a	.978	.968	.69464

نلاحظ من الجدول (5) السابق أن معامل الارتباط المعدل 0.968 قيمته جيدة جدا قريبة من الواحد وهذا يدل على العلاقة الجيدة بين معامل الجريان وباقي المتحولات، ويبين الجدول الآتي (6) قيمة الفرق المعنوي Sig ونلاحظ أنها قريبة من الصفر.

ANOVA a,b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	149.480	3	49.827	103.261	.000c
	Residual	3.378	7	.483		
	Total	152.858d	10			

ويبين الجدول الآتي (7) قيم ثوابت المعادلة التابعة للمتحولات (P , A , Sm) والفرق المعنوي لكل حد من حدود المعادلة.

Coefficients a,b

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	P mm	.035	.007	.615	5.306	.001
	Area Km^2	-.025	.009	-.193	-2.770-	.028
	Sm	1.155	.255	.474	4.531	.003

يمكن من الجدول السابق (7) من خلال قيم العمود B كتابة علاقة لحساب معامل الجريان الوسطي السنوي العلاقة المستنتجة هي:

$$Rc = 0.035\ P - 0.025\ A + 1.16\ Sm$$

حيث P : الهطول الوسطي السنوي (A , (mm : مساحة الحوض الساكب (1000 Km2)

Sm : ميل المجرى % ، Rc – معامل الجريان السنوي الوسطي % .

النتائج والمناقشة:

يلاحظ من الجدول (7) من خلال قيمة (p–value Sig) المرافقة لإحصائية t أن معلمة المتغيرات الثلاثة أظهرت معنوية بمستوى دلالة 5% وهذا يدل على معنوية الميل للمعالم الثلاثة وعليه فالمتغيرات الثلاثة مؤثرة ويوصى بإبقائهم في النموذج .

إن معلمة المتغير p تشير إلى أن زيادة الهطول المطري بمقدار 100 mm تؤدي إلى زيادة معامل الجريان الوسطي السنوي بمقدار 3.5 % بافتراض ثبات المتغيرين Sm , A كما أن زيادة مساحة الحوض الساكب بمقدار 1000 km2 تؤدي إلى نقصان معامل الجريان بمقدار 0.025% وهو مقدار صغير مقارنة مع تأثير الهطول ، وإن زيادة ميل المجرى بمقدار 1% تؤدي إلى زيادة معامل الجريان بمقدار 1.16% ويساوي تقريبا ثلث تأثير الهطول.

إذا نلاحظ أن الأثر الأكبر على معامل الجريان السنوي هو كمية الهطول السنوي ثم بتأثير أقل ميل المجرى ، أما تغير المساحة فتأثيرها قليل جدا .

تم باستخدام العلاقة المستنتجة حساب معاملات الجريان السنوية للأحواض المذكورة سابقا والمعلوم معاملات جريانها السنوي وتم وضع النتائج في الجدولين الآتيين (8 و9).

الجدول (8) معاملات الجريان الوسطي السنوي المقاسة والمحسوبة وفق المعادلة لأحواض ساحل حضرموت

no	اسم الحوض	المساحة	معامل الجريان السنوي المقاس	معامل الجريان السنوي المحسوب بالعلاقة
		A km2	Rc	Rc
1	Doluma	156.38	0.044	0.042
2	Hella	97.83	0.046	0.045
3	Gharir	61.67	0.049	0.049
4	Ibn Sina a	503.79	0.044	0.048
5	Ambeikha	135.06	0.040	0.076
6	Quakeen	29.68	0.047	0.064
7	Boweish	772.96	0.049	0.047
8	Fuluk	112.8	0.046	0.059
9	Wadi Al Ryyan	92.84	0.045	0.056

الجدول (9) معاملات الجريان الوسطي السنوي المقاسة والمحسوبة للأحواض المشابهة الموجودة في المملكة العربية السعودية

	اسم الحوض		مساحة الحوض	معامل الجريان مقاس	معامل الجريان المحسوب بالعلاقة
no			A 1000 km^2	Rc %	Rc %
1	عسير	tathlith	0.258	0.59	1.62
2	المدينة	Alkhanaq	35.658	0.55	0.40
3		Alhannkiyah	3.104	1.59	1.80
4	القصيم	Uqlat As Suqur	31.850	1.26	1.40
5		Arrass	78.988	0.23	0.26
6	الرياض	Hanifa	1.637	3.47	2.69
7	مكة	Khulis	2.855	7.5	7.28
8		Ranya	10.215	3.24	2.30
9	عسير	tabala	1.181	4.5	5.57
10		jazan	1.410	7	5.67

الخلاصة:

نلاحظ من خلال مقارنة النتائج بين معاملات الجريان السنوية المقاسة والمحسوبة أنها متقاربة وهذا يدل على أن العلاقة المستنتجة جيدة وهذا ما أكدت عليه نتائج التحليل الإحصائي وينصح باستخدام العلاقة المستنتجة لحساب معاملات الجريان لأحواض مشابهة في وادي حضرموت أو في مناطق مشابهة . نلاحظ من نتائج الحساب أن معامل الجريان الوسطي السنوي لأودية ساحل حضرموت عند الهطول الوسطي السنوي 57 mm حوالي 6% Rc = وليس كما يستخدم عادة عند تصميم السدود 10 %ولكن يصل إلى 10% في الأحواض المشابهة التي يصل فيها الهطول إلى 150 mm تم باستخدام معامل الجريان المستنتج حساب حجم التخزين السنوي في السدود التي يمكن إنشاؤها في أحواض ساحل حضرموت إضافة إلى حوض شحير وتم وضع النتائج في الجدول (10).

الجدول (10) حجم التخزين السنوي المتوقع في سدود ساحل حضرموت الناتج من استخدام العلاقة المستنتجة

اسم الحوض	المساحة	الهطول الوسطي السنوي	معامل الجريان	حجم التخزين السنوي
	A 1000 Km2	P mm	محسوبRC	V Mm3
Doluma	0.156	57	0.042	0.37
Hella	0.098	57	0.045	0.25
Gharir	0.062	57	0.049	0.17
Ibn Sina a	0.504	57	0.048	1.38
Ambeikha	0.135	57	0.076	0.58
Quakeen	0.03	57	0.064	0.11
Boweish	0.773	57	0.047	2.07
Fuluk	0.113	57	0.059	0.38
Wadi Al Ryyan	0.093	57	0.056	0.30
Shoheir	1.815	57	0.045	4.66
المجموع مليون متر مكعب				10.27

نلاحظ من الجدول (10) أن التخزين السنوي الإجمالي الممكن لأحواض ساحل حضرموت المذكورة يبلغ حوالي 10.27 مليون متر مكعب سنويا. إن هذه الكمية تخزن باحتمال 50% أي أن السدود مثلا خلال 14 عاما تمتلئ سبعة أعوام من أصل 14 عاما ولا تمتلئ سبع سنين.

المراجع:

1 – المركز الوطني للمعلومات في اليمن ، نبذة تعريفية عن محافظة حضرموت.

2 – حديد شعبان، إبراهيم بسام، 2003–2004 ، المنشآت المائية /2/ السدود، منشورات جامعة البعث، سوريا، حمص.

3 – محمد فاضل الجنيد أحمد، 2001 ، بناء نظام لاختيار مواقع مناسبة لإنشاء السدود في اليمن، أطروحة مقدمة إلى قسم الهندسة المدنية في كلية الهندسة في جامعة بغداد وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه في الهندسة المدنية.

4 – سالم بن غوث جمال، 2004 ، التكوينات الصخرية الرسوبية في الشريط الساحلي لحضرموت والمهرة وأهميتها في المجالات الانشائية والصناعية، مجلة جامعة حضرموت للعلوم الطبيعية والتطبيقية (علمية محكمة نصف سنوية) المجلد الحادي عشر – العدد الأول – يونيو.

5– شاهر سليمان أمين، 2004–2005 ، الهيدرولوجيا (1) ، منشورات جامعة البعث، سوريا، حمص.

6 – إبراهيم ليوس الياس، محمد حمدلن ياسر، 2008–2009 ، الهيدرولوجيا (1) ، منشورات جامعة البعث، سوريا، حمص.

7 – شيخ السوق غزوان، حمدان ياسر، ليوس الياس، 1997–1998 ، الهيدرولوجيا، منشورات جامعة البعث، سوريا، حمص.

8 – علوي أحمد السنباني صالح، 2009 ، دراسة عن السدود في اليمن وتعظيم مردودها التنموي، رسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير في الهندسة المدنية من كلية الهندسة – جامعة أسيوط.

9- Consulting Engineering Services (INDIA) PVT. LTD. New Delhi, July 2009, Flood Damage needs assessment and reconstruction, Draft feasibility for up gradation of Irish crossing to Bridges/Multi-cell Box Culverts .

10- Abdel-Lattif A , and M. Al- Shamrani , December 2013, A comparison of methods for estimating the mean annual runoff coefficient at ungauged stream in southwestern region, Kingdom of Saudi Arabia , International Journal of Environmental Science and Toxicology Research Vol. 1(1) pp. 12-20.

11- Wilby Rob, 17 March 2009, An Evaluation of climate data and downscaling options for Yemen , Draft Report, World Bank.

12- f a. k. farquharson , d. t. plinston & j. v. sutcliffe (1996) Rainfall and runoff in Yemen, Hydrological Sciences Journal.

The mean annual runoff coefficient at streams in south region of Hadhramout, Yemen

Ghazwan Sheikh Alsouck **Mohammad Husain Algifry**

Abstract

The annual runoff coefficient is one of the most important factors for the design and construction of dams. the runoff coefficient determines the possible storage capacity in front of the dam and thus the size of the dam to be constructed to be technically and economically feasible. In this study, the annual mean runoff coefficient of Hadramout coast basins was calculated based on previous studies of surface runoff of Wadi Hadramout valleys. Using the statistical program (IBM SPSS Statistics 20), a mathematical relationship was established to calculate the annual runoff coefficient based on the specifications of Hadramout coast basin and a basin group in Saudi Arabia , which are known. These basins are similar to Hadramout coast. The relationship is : Rc = 0.035 P - 0.025 A + 1.16 Sm Where A: basin area (1000 Km2) , and P : annual mean precipation (mm) And Sm : basin slop % , Rc - Annual runoff coefficient % The calculation results of runoff coefficients were compared according to the derived relationship with the values of runoff coefficients of the mentioned basins and the results were close. We note from the relationship that the annual runoff coefficients increase with the increasing in the precipitation rates as well as with the increasing in the basin slop, and they decrease with the increasing area. This relationship can be used in similar areas and different precipitation rates.

Key words : annual runoff coefficient, annual mean precipation, basin slop, Hadramout