تصميم مصارف مياه الأمطار لمدينة بربر وعمل نموذج هيدروليكي باستخدام برنامج HEC- RAS

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة المدنية

إعداد الطلاب:

خولة عبد العـــال أحمد محمد

دانية عبد الله المبـــــارك طــه

نصر الدين أبكر حمدان حسين

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبد الله البدري

مارس 2022

الآيـــــــة

قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاء مِن جِبَالٍ فِيهَا مِن بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَن يَشَاء وَيَصْرِفُهُ عَن مَّن يَشَاء يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ ﴾

صدق الله العظيم

سورة النور الآية (43)

الإهـــــداء

إلى اسماء تتفطر عذوبة في سحابات تتظلل مسامر حياتنا

إلى ينابيع الحنان التي استقينا منها معنى الحياة

:: أمــهاتنا الفضليات ::

إلى الشموع التي احترقت لتضيء لنا طريق العلم والمعرفة

:: أبــاءنا الأفاضل ::

الان تفتح الاشرعة وترفع المرساة لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لا يضئ الا قنديل الذكريات ، ذكريات الاخوة البعيدة

الي الذين احببتهم واحبوني ...

:: اصدقائنا ::

إلـى المنارات التي أضاءت لنا الطريق

:: أساتذتنا الأجلاء ::

الشـــكر والعرفـــان

الشكر لله أولاً وآخراً

عفواً إليكم يتوقف القلم عن الرسم في الورق خجلاً عن أن يخط بضع حريفات لا تفيكم حقكم كاملاً

عذراً فإن مفرداتنا تعجز عن قول ما نجيش به إليكم وداً

ولا نقول شكراً لأنكم فوق كل الشكر ....

أساتذتنا الأجلاء في قسم الهندسة المدنية

ثم اسوق الشكر شادياً وأزف العرفان حاديا إلي ذاك المعين الذي لا ينضب والشمس التي لا تغيب الدكتور/ أبو بكر أحمد عثمان هنيئاً لمن معينه يشرب، فإنه البحر الأعذب ولا تعجب الإنسان الذي كان سنداً وعضداَ وعونا لنا في كتابة وصياغة هذا البحث فإنه حقاً يستحق الثناء والشكر والعرفان والتبجيل.

ولا ننسي أن نرسل في ختام هذه الكلمات باقة من الشكر لمن وقفوا معنا وقدموا لنا العون، فالشكر أجزله لأسرة إدارة التخطيط العمراني بولاية نهر النيل ومحلية بربر.

نتقدم بشكرنا وتقديرنا لكل من مد لنا يد العون والمساعدة وليس أخيراً ولكل من له بصمة في إخراج هذا الجهد العلمي المتواضع.

فهرس الموضوعات

	العنوان	الرقم
	الآية	I
	الاهداء	II
	الشكر و العرفان	III
	فهرس الموضوعات	IV
	فهرس الاشكال	V
	فهرس الجداول	VI-VII
	فهرس الرموز	IX
	المستخلص	X
	Abstract	XI
الفصل الأول		
1-	المقدمة	1
1-1	تمهيد	1
2-1	مشكلة البحث	2

3-1	منطقة الدراسة	2
4-1	أهداف البحث	4
5-1	منهجية البحث	4
6-1	هيكلية البحث	4
الفصل الثاني		
2-	الإطار النظري	5
1-2	الدورة الهيدرولوجية	5
2-2	الأمطار	7
3-2	أسباب سقوط الأمطار	8
4-2	أنواع الأمطار	9
5-2	قياس الأمطار	13
6-2	مصارف مياه الأمطار	14
7-2	أنواع مصارف مياه الأمطار	14
8-2	تخطيط مصارف الأمطار	20
9-2	أشكال مصارف الأمطار	21
10-2	العناصر الهندسية للمصرف	24
11-2	طرق تصميم مصارف الأمطار	26
12-2	مشاكل مصارف الأمطار	31

13-2	حلول مشاكل مصارف الأمطار	31
14-2	برنامج HEC-RAS	~~31~~
-3	الإطار العملي	33
1-3	تخطيط مصارف الإمطار لمدينة بربر	33
2-3	الدراسة الهيدرولوجية	35
3-3	التصميم	39
4-3	برنامج: HEC –RSA	44
الفصل الرابع		
-4	مناقشة النتائج	47
1-4	النتائج	47
2-4	مناقشة النتائج	47
الفصل الخامس		
-5	الخلاصة والتوصيات	48
1-5	الخلاصة	48
2-5	التوصيات	48
	المراجع	49

فهرس الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
(1-1)	يوضح موقع مدينة بربر	3
(1-2)	يوضح الدورة الهيدرولوجية	5
(2-2)	يوضح المطر التضاريسي	11
(3-2)	يوضح الأمطار التصاعدي	12
(4-2)	يوضح الأمطار الإعصارية	12
(5-2)	يوضح توزيع الأمطارعلي الكره الأرضية	13
(6-2)	يوضح مصرف مستطيل الشكل	22
(7-2)	يوضح مصرف شبه منحرف	22
(8-2)	يوضح مصرف مثلثي الشكل	23
(9-2)	يوضح مصرف دائري الشكل	24
(10-2)	يوضح مصرف مركب الشكل	24
(11-2)	يوضح سطح المكتب لبرنامج الـHEC-RAS	32
(1-3)	يوضح مسارات المصارف فيGoogle Earth	33
(2-3)	يوضح منحنى الشدة المطرية	38
(3-3)	يوضح تخطيط المصرف	44
(4-3)	يوضح مقاطع المصرف	44
(5-3)	يوضح تقسيمات المقاطع	45
(6-3)	يوضح قيم التصريف	45
(7-3)	يوضح الحسابات النهائية للبرنامج	46
(8-3)	يوضح منسوب الماء داخل المصرف	46

فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
(1-2)	يوضح أنواع الأمطار ومواقعها ونتائجها	10
(2-2)	يوضح حساب قيمة C	28-29
(1-3)	يوضح معامل الجريان C	36
(2-3)	يوضح قيم الميول الجانبية والطولية	37
(3-3)	يوضح معامل التباينN	38
(4-3)	يوضح قيم معامل مانننج	40
(5-3)	يوضح القيم النهائية للتصريف	43
(1-4)	يوضح نتائج التصميم النهائية	47

فهرس الرموز

الرمز	المدلول
Q	التصريف
C	معامل الجريان
I	الشدة المطرية
A	المساحة الجابية
L	طول المصرف
B	عرض المصرف
Y	عمق المصرف
H	ارتفاع المصرف
n	معامل مانننج
N	معامل التباين
T	زمن العودة
t_c	زمن التركيز
t_{ov}	زمن الجريان السطحي
t_{ch}	زمن الجريان داخل المصرف
s_{ch}	ميل المصرف الطولي
s_{ov}	ميل المصرف العرضي
x_1	بداية منسوب المصرف
x_2	نهاية منسوب المصرف
y_1	منسوب بداية المساحة الجابية
y_2	منسوب نهاية المساحة الجابية

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تخطيط وتصميم مصارف مياه الأمطار لمدينة بربر وعمل نموذج هيدروليكي للمصارف، حيث تم إستخدام برنامج قوقل إيرث لتخطيط وتحديد مسارات المصارف وتم الاستفادة منه في حساب الطول، الميل الطولي، الميل العرضي و المساحة الجابية لكل مصرف. وكذلك تم حساب التصريف الاقصى لكل مصرف بإستخدام الصيغة العقلانية، وتصميم المصارف بإستخدام معادلة مانينج لحساب ابعاد كل مصرف، حيث تم تقسيم المصارف إلى خمسة مصارف تغطي الجزء الشمالي، الشرقي والغربي لسوق مدينة بربر وهي(D1-1، D1-2، D2، D3، D4، D5) وقيم التصريف كانت (0.42، 0.53، 0.28، 0.79، 0.19، 1.93) على التوالي، ووجد أن أقصى تصريف قيمته 1.93 في المصرف الخامس وأدنى تصريف قيمته0.19 في المصرف الرابع وكان العرض للمصرفان (D1-1، D4) قيمته m0.6 والعرض للمصارف (D1-2، D2، D3، D5) قيمته m1.2 . وتم ايضا عمل نموذج هيدروليكي عن طريق برنامج HEC-RAS للتأكد من سعة إستيعاب المصارف للمياه وعدم خروجها من المسار المحدد لها.

Abstract:

This research aims to plan and design rainwater drains for the city of Berber and make a hydraulic model for the drains, where the Google Earth program was used to plan and determine the drains' paths, and it was used in calculating the length, the longitudinal slope, the transverse slope and the surface area for each drain. Also, the maximum discharge for each drain was calculated using the rational formula, and the drains were designed using the Manning equation to calculate the dimensions of each drain, where the drain swere divided into five drains covering the northern, eastern and western parts of the Berber city market, namely (D1-1, D1-2, D2, D3 , D4, D5) and the drainage values were (0.42, 0.53, 0.28, 0.79, 0.19, 1.93), respectively, and it was found that the maximum drainage value was 1.93 in the fifth drain and the lowest value was 0.19 in the fourth drain, and the width was for the two drains(D1-1, D4) its value is 0.6m and the width for drains (D1-2, D2, D3, D5) is 1.2m. A hydraulic model was also made using the HEC-RAS program to ensure the capacity of the drains to restain water and not to deviate from the specified path.

الفصل الاول

1- المقدمة

1-1 تمهيد:

الماء هو عبارة عن مركب كيميائي يتكون من ذرتين هيدروجين وذرة من الأوكسجين H_2O يتواجد في ثلاثة أشكال سائل، صلب، بخار وكميته ثابتة لا تزيد ولا تنقص في التركيبة الكيميائية للقطرة . وللماء قدرة قوية على إذابة المواد الكيميائية ويدخل في الكثير من التحولات البيئية الداخلية والخارجية.

اهتم الإنسان منذ القدم بالماء انطلاقا من واقع حياتهم اليومية، فكان يقدسها طمعا باعتبارها مصدر الحياة من ناحية وخوفا باعتبارها خطراً على الحياة .كانت مجاري مياه السيول والأمطار قضية هامة جدا منذ أن بدأ البشر يعيشون في قرى مركزة أو في مناطق سكنية وقد اتخذ السكن خلال العصر البرونزي شكلا أكثر تركيزا وظهرت الأسطح بشكل معين في تصميم المستوطنات البشرية في وقت مبكر. منذ القدم تم العثور في الآثار للحضارات القديمة على مجاري لتصريف مياه الأمطار، ففي الحضارة الإسلامية على سبيل المثال تم تصميم الشوارع على أساس توجه مياه الأمطار وتصريفها وفي الأندلس قام المهندسون المسلمون بتصميم الشوارع بحيث تتجه مياه الأمطار الى جوانب الطريق وتستمر في مجراها المحدد حتى يتم إبعادها عن المدن وتوصيلها الى مناطق تجميع وتخزين هذه المياه.

مفهوم عملية التصريف: هي التخلص من المياه الزائدة عن الحاجة التي تتواجد فوق سطح الأرض للمحافظة على خصوبة التربة ولضمان توفير قدر كافي من الهواء وغالبا ما تكون مياه الصرف من مياه الأمطار أو السيول.

يتم تصريف مياه الأمطار في الوقت الحالي بشكل أساسي عن طريق شبكات الصرف الصحي التي يتم بناءها مع البنية التحتية للمدن، ويتم بناء مصارف الأمطار من الأسمنت والطوب والحجر في الغالب، وتكون المصارف في الشارع بحيث يؤدي الانحدار إلى وصول المياه لهذه المصارف.

يمكن الاستفادة من مياه الأمطار والتقليل من أضرارها عن طريق استخدام أنظمة تقوم على تخزين هذه المياه كالآبار التي يتم إنشاءها داخل البيوت او تصريفها بشكل مباشر السدود او برك التخزين عن طريق إنشاء مجاري خاصة لها وذلك للتقليل من العبء على شبكات الصرف الصحي في حالة هطول الأمطار بشكل غزير.

1-2 مشكلة البحث:

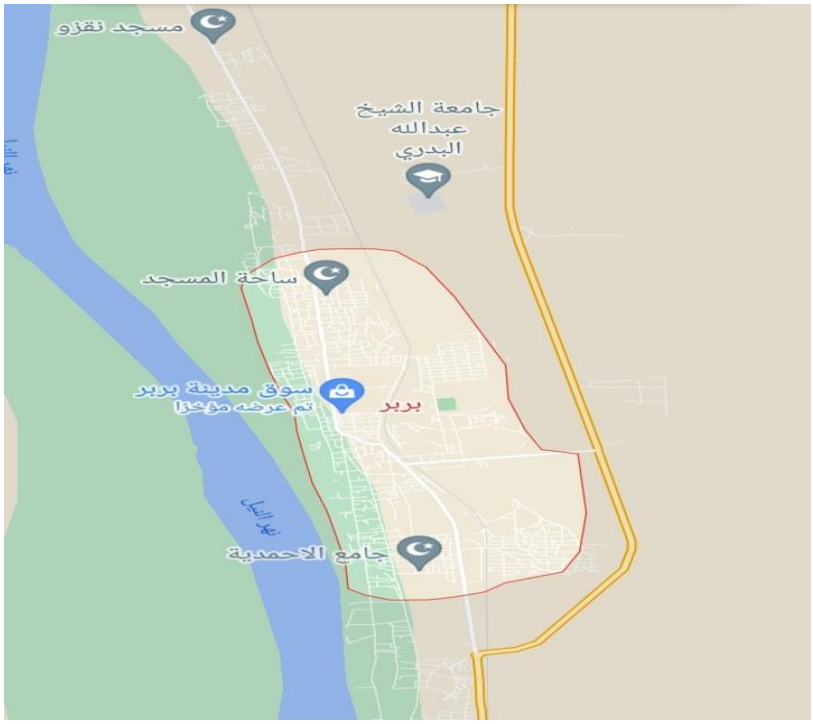
تجمع مياه الأمطار بصورة كبيرة في بعض الأحياء مثل حي الهجانة، مربع 16، وعدم تصريف مياه الأمطار فيها بسهولة.

1-3 منطقة الدراسة :

ولاية نهر النيل تقع بين خطي عرض (22-16)شمالا وخط طول من (32-30) شرقا وتبلغ مساحتها 14200 كلم مربع ما يعادل29.5 مليون فدان ،وتشمل المحليات الآتية:(شندي، الدامر ،عطبرة، بربر و أبو حمد).

تقع مدينة بربر علي الضفة الشرقية لنهر النيل علي الشريط الموازي لمجري نهر النيل مع أجزاء لها تقع علي الضفة الغربية لنهر النيل بين خطي عرض (18.3-17.4) وخطي طول (32.2-34.2) ويحدها من الجنوب محليه الدامر وعطبرة ومن الشمال وادي حلفا ومن الناحية الغربية ولاية شمال كردفان ومن الشرق سواكن، وتقع علي ضفة نهر النيل الشرقية علي ارتفاع (334 متر) فوق سطح البحر، تبعد عن مدينة عطبرة حوالي (50 كلم) وعن مدينة الخرطوم حوالي (311كلم) شمالاً، يسود بربر المناخ الصحراوي الذي

يتميز بالارتفاع الشديد في درجة الحرارة صيفا والبرودة الشديدة شتاء معا ندرة في طول الأمطار. وتسجل درجات الحرارة أعلي ارتفاع لها في شهر مايو حيث تبلغ حوالي 40 درجة مئوية وتزداد نسبة الرطوبة في شهر ديسمبر لتسجل 38%.وبالنسبة وبمتوسط سنوي يبلغ 29%، بالنسبة لمعدلات هطول الأمطار فتصل أعلى معدل لها في شهري يوليو وأغسطس والبالغ حوالي2ملم وكان أعلى معدل تم تسجيله في يوليو 1961م وبلغ 92.1ملم تهب في المدينة رياح شمالية في الفترة من يناير ومايو وفي الفترة من يونيو وحتى سبتمبر تأخذ الرياح الاتجاه الجنوبي ثم تتحول في أشهر أكتوبر ونوفمبر وديسمبر إلى رياح شمالي.



شكل رقم (1-1) يوضح موقع مدينة بربر.

1-4أهداف البحث:

1- تخطيط مصارف مياه الأمطار لمدينة بربر.

2- تصميم مصارف مياه الأمطار لمدينة بربر.

3- عمل نموذج هيدروليكي للمصارف.

1-5 منهجية البحث:

1/ يتم جمع الخلفية العلمية من المكتبة، الأبحاث السابقة والانترنت بالإضافة للمواقع المتخصصة.

2/ الجانب العملي :

أولاً: يتم تخطيط مصارف الأمطار باستخدام برنامج Google Earth لتخطيط مسارات المصارف حيث يتم الاستفادة منه في حساب الآتي:

1/ تحديد مسارات المصارف .

2/ حساب الطول، الميل الطولي والميل العرضي لكل مصرف.

3/ حساب المساحة الجابية لكل مصرف .

ثانياً: الدراسة الهيدرولوجية:

يتم حساب التصريف الأقصى لكل مصرف عن طريق الصيغة العقلانية .

ثالثاً: تصميم المصارف:

حيث تم استخدام معادلة مانينج لحساب ابعاد كل مصرف.

رابعا: عمل نموذج هيدروليكي باستخدام برنامج HEC-RAS حيث يتم إيجاد المناسيب لكل مصرف.

1-6 هيكلية البحث:

يشتمل البحث على خمسة فصول: الفصل الاول (المقدمة) يتضمن التمهيد ومشكلة البحث ومنطقة الدراسة وأهداف البحث ومنهجية البحث وهيكلية البحث، ويحتوي الفصل الثاني على الإطار النظري، والفصل الثالث على الإطار العملي، ويتضمن الفصل الرابع على مناقشة النتائج، ويشتمل الفصل الخامس على الخلاصة والتوصيات .

الفصل الثاني

2- الإطار النظري

2-1 الدورة الهيدرولوجية:

تعتبر المياه في حالة حركة وتحول من صورة الى اخرى في دورة مستمرة عبر الغلاف الجوي وباطن الأرض وسطحها ونتيجة العوامل الجوية والطبيعية وتعرف هذه الدورة بدورة الماء الهيدرولوجية او الطبيعية. في هذه الدورة تهطل المياه المكثفة الى سطح الأرض في شكل أمطار وجليد وصقيع وبرد وغيرها من أنواع التساقط ويتسرب جزء منها الى باطن الأرض مكونا المياه الجوفية .

الشكل (2-1) يوضح الدورة الهيدرولوجية.

عناصر الدورة الهيدرولوجية:

التبخر– الترسيب– النتح– التساقط– الجريان– المياه الجوفية.

الهطول (التساقط):

هو سقوط الماء الى سطح الأرض في شكل أمطار وجليد وصقيع وثلج وبرد وغيرها ويختلف توزيع الهطول من منطقة الى اخرى . مصدر الهطول المطري هو البخار من السطح المائية والتربة والنباتات ولتكون قطرة المطر من بخار الماء يجب أن تتوفر شروط هي:

1– بخار الماء الناتج من البخر والبخر النتحي يجب أن ينتقل مع التيارات الهوائية المتحركة ويبقي على هيئة بخار ماء حتى تنخفض درجة حرارته الى ما دون نقطة الندى.

2– يتكثف بخار الماء او يتجمد ليكون انويه صغيرة من الثلج والبرد مكونه السحاب.

3– قطيرات البخر يجب أن تتجمع لتكون قطرات المطر وهي يجب أن تكون بحجم كافي ومناسب حتى تتمكن من ترك السحب للوصول الى سطح الأرض دون أن تتبخر مرة اخرى قبل وصولها بنجاح الى سطح الأرض او تبقى عالقة حتى الغلاف الجوي.

أشكاله:

المطر:

هو شكل من أشكال الهطول على شكل قطرات ما تسقط من طبقات الجو العليا حيث يزيد قطر حبيباتها عن 25 ملم وهى احد مراحل الدورة المائية وفيه تعود المياه لحالتها السائلة او الصلبة من الغلاف الجوي الى سطح الأرض مرة اخرى.

الرزاز:

هو المطر الضعيف او الساكن الصغير القطر كأنه غبار يقل حجم 5.ملم وبكثافة تقل عن 1كلم/ساعة.

الثلج:

هو نوع من أنواع الهطول على شكل بلورات دقيقة للجليد تحدث في اغلب دول العالم وتزيد غزارة الثلوج وكثافتها كلما اتجهنا للقطبين الشمالي والجنوبي .

الجليد:

هو عبارة عن الثلج الذي يتكون بتجميد الرطوبة ويكون في الحالة الصلبة مثل الجليد المائي او الجليد الأمونيا .

البرد:

هو شكل من أشكال الهطول وهو عبارة عن كتل من الجليد كروية او غير منتظمة الشكل يترواح قطرها من بضعة مليمترات الى عدة سنتيمترات وتتألف حبات البرد من طبقات سمكها نحو 1ملم وطبقات شفافة وطبقات شبه شفافة.

2-2 الأمطار:

هو تكثف بخار الماء من السحاب وسقوطه على شكل قطرات منفصلة على الأرض، يتكون حينما يبرد الهواء ويحدث تكثف لبخار الماء، يكون وزن القطرات صغيرة ولكي يسقط المطر يجب أن تتجمع هذه القطرات الضئيلة الحجم في مجموعات اكبر حجما .

والمطر ضروري للحياة لأنه يمد الإنسان والحيوان والنبات بالماء، ويلاحظ أن مظاهر الحياة تكاد تنعدم في المناطق التي تعاني قلة الماء، أو قلة سقوط الأمطار عليها . وتساعد الأمطار على منع فقدان التربة السطحية القيمة بإيقاف العواصف الرملية. كما أنا لأمطار تنظف الهواء من الغبار والملوثات الكيميائية. ويمكن أن تكون الأمطار أيضا ضارة مثل ظاهرة المطر الحمضي التي تتشكل عندما تتفاعل الرطوبة مع

أكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت. وتنبعث هذه المواد الكيميائية من المركبات والمصانع ومحطات توليد الطاقة. وتعمل هذه الأمطار على تلويث مياه البحيرات والجداول، مشكلة بذلك خطورة على الحياة، كما تلوث الأمطار الحقول مسببة تلف المحاصيل والأشجار والتربة. فكثرة الأمطار قد تخلق اضطرابا في الاتصالات وتسبب الفيضان او تدمر الممتلكات وتسرع فقدان التربة السطحيةً.

2-3 أسباب سقوط الأمطار:

1-النظرية الاولي:

نظرية الاندماج تنشأ الأمطار من بخار الماء في الغلاف الجوي، ويتكون بخار الماء عندما تتسبب حرارة الشمس في تبخر الماء في المحيطات وغيرها من المسطحات المائية، فتبرد الهواء الرطب الدافئ عندما يرتفع، وتقل كمية البخار التي يمكنه حملها، وتمسى درجة الحرارة التي لا يمكن للهواء عندها أن يستوعب كمية إضافية من الرطوبة بنقطة الندي، فإذا انخفضت درجة الحرارة الي حد ما دون نقطة الندى، ويتكاثف بخار الماء علي شكل رذاذ مشكلا السحب. ويتكاثف بخار الماء على شكل جسيمات متناهية في الصغر تسمى نويات التكاثف، وتتألف هذه النويات من الغبار وأملاح البحار والمحيطات وبعض المواد الكيمائية المنبعثة من المصانع وعوادم السيارات، وعند تكاثف بخار الماء تنطلق حرارة تجعل السحب ساخنة، ويساعد هذا التسخين على دفع السحب الى أعلى، وبذلك تصبح أكثر برودة . وقد فسر تكون قطرات الأمطار في مثل هذه السحب بنظرية الاندماج ونظرية البلورات الثلجية. وتنطبق هذه النظرية على الأمطار المتكونة فوق المحيطات وفوق المناطق المدارية.

2-النظرية الثانية:

نظرية البلورات الثلجية تفسر هذه النظرية معظم مظاهر التساقط في المناطق المعتدلة. فعملية تكون الأمطار بناء على هذه النظرية، تعتبر أكثر حدوثا من ظاهرة الاندماج، إذ تحدث عملية البلورات الثلجية في السحب التي تقل درجة حرارة الهواء فيها عن الصفر المئوي (درجة تجمد الماء).وفي معظم الحالات، تضم مثل هذه السحب قطرات من مياه فائقة البرودة، تبقى في حالة السيولة رغم تدني درجة حرارتها الى ما دون الصفر المئوي، وتكون البلورات الثلجية في هذا النوع من السحب في شكل جسيمات مجهرية تدعى نويات الثلج، تحتوي هذه النويات على جسميات متناهية الصغر من التربة أو الرماد البركاني . وتتكون البلورات الثلجية عندما تتجمد القطرات فائقة البرودة على النويات الثلجية.

2-4 أنواع الأمطار:

للمطر ثلاث انواع:

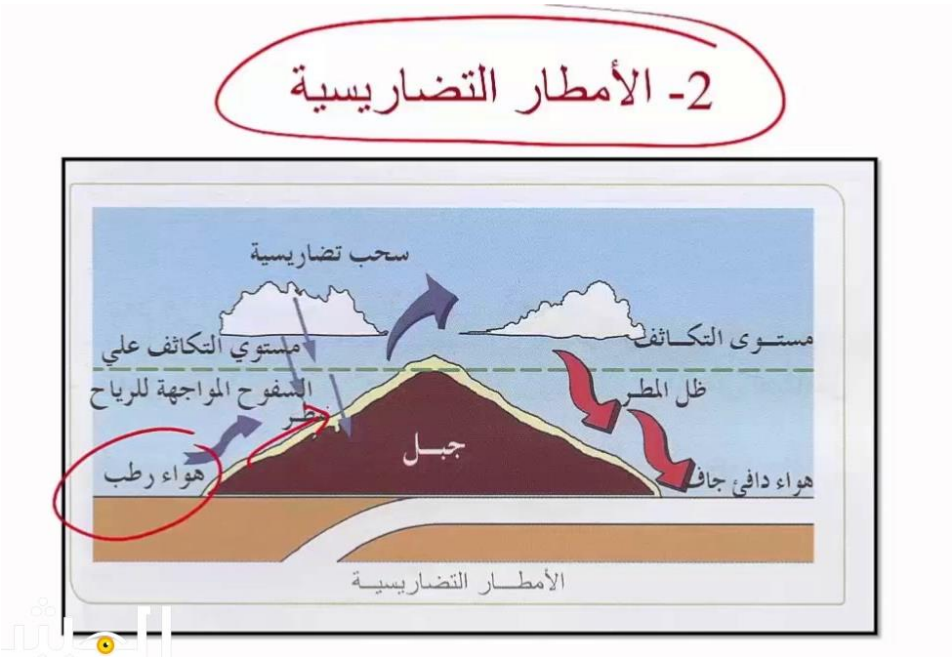
- المطر التصاعدي.
- المطر الإعصاري.
- المطر التصاعدي.

جدول رقم (2-1) يوضح أنواع الأمطار ومواقعها ونتائجها.

	المطر المتصاعدي	المطر الاعصاري	المطر التضاريسي
الموقع	في المناطق الاستوائية	في نطاق الرياح العكسية	يزداد سقوط الأمطار على الجوانب المواجهة للرياح بينما تقل على الجوانب
نتيجة	صعود بخار الماء لطبقات الجو العليا فبرد ويتكاثف و يسقط مطر غزير المناطق الاستوائية	تقابل كتل هواء بارد وهواء ساخن معمل ببخار الماء فيصعد الهواء الساخن لأعلي فيتكاثف فتسقط الأمطار ويصاحبها رعد وبرق	الرياح المحمل ببخار الماء الجبال فتصعد لأعلى فيبرد الهواء فيتكاثف بخار الماء ويسقط على شكل أمطار

1-المطر التضاريسي:

هو المطر الذي يسببه اعتراض الهضاب او الجبال ويحدث نتيجة ارتفاع الرياح المحملة ببخار الماء حيث ترتفع الرياح فوق المرتفعات فتبرد ويتكاثف ما به من البخار فيسقط المطر، مثل أمطار الجبهة الموسمية وأمطار الرياح المنتظمة ويزداد المطر كلما زاد الارتفاع حتى يصل الى مستوى معين يأخذ بعده في التناقص ويكثر هذا النوع في المناطق الجبلية مثل جبل الكسندناوه في شمال غرب أوربا.



الشكل رقم (2-2) يوضح المطر التضاريسي.

2-مطر التيارات الصاعدة:

هي أمطار ناتجة عن صعود الهواء الرطب كما في المناطق الاستوائية من حيث شدة الحرارة وتتصاعد التيارات الهوائية الى طبقات الجو العليا فيتكاثر بها بخار الماء فيسقط المطر .

وتتوقف غزارة هذا النوع من المطر على عاملين هما:

1- كمية بخار الماء التي تحملها الهواء .

2- درجة حرارة الطبقات العليا التي تسقط إليها السحب.

الشكل رقم(2-3) يوضح الأمطار التصاعدي.

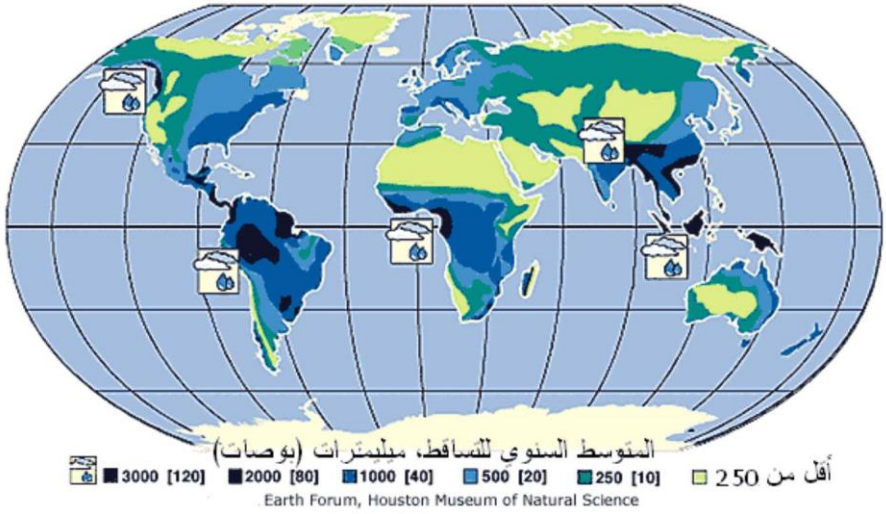
3- المطر الإعصاري :

هو مطر الرياح العكسية التي تكثر بها الانخفاضات الجوية المسماة بالأعاصير، ومن أمثلتها أمطار البحر المتوسط ، ويتسبب في سقوطها مرور الأعاصير أو الانخفاضات الجوية مثلاً، كأن يأتي تيار من الشمال البارد والأخر من الجنوب الدافئ أو الحار وحينها يتقابلان وتحدث عملية تصعيد الهواء الدافئ إلا أنه اخف وزنا عندما يعلو فانه يبرد ويتكاثف ما به من بخار الماء فيسقط المطر ويكثر عندما يكون الهواء الصاعد غزير الرطوبة .

الشكل رقم(2-4) يوضح الأمطار الإعصارية.

توزيع الأمطار على الكرة الأرضية:

إذا نظرنا إلى خريطة توزيع الأمطار في العالم شكل رقم (2-5) نلاحظ اختلاف متوسط كمية الأمطار السنوية المتساقطة من جهة لأخرى، فقد تزيد في بعض الجهات عن 2000مليمتر وقد يقل سقوطها عن ذلك ولا يتعدى 1000مليمتر كما هو الحال في معظم دول شمال إفريقيا، وقد يتوزع سقوط الأمطار كما هو الحال في الصحراء الكبرى والصحراء الغربية.



شكل رقم(2-5) يوضح توزيع الأمطار علي الكره الأرضية.

2-5 قياس الأمطار:

تقاس الأمطار بعدة طرق:

أ- طرق القياس اليدوية: وتعتمد هذه الطريقة على أجهزة قياس يدوية وهي أجهزة بسيطة التركيب والمكونات، ومن أمثلتها جهاز مقياس المطر والتي تعد أكثر أنواع ذلك الجهاز شيوعا وهو يستخدم لقياس كمية المطر الذي يسقط في مكان معين خلال مدة محددة. ومن أمثلتها ايضا كشك الرصد الجوي وهو عبارة عن صندوق خشبي لونه ابيض لكي لا يمتص الحرارة، وله فتحات بشكل مائل لكي يدخل الهواء إليه.

ب–طرق القياس الآلية: وفيها تقوم الأجهزة برصد بيانات الأمطار آليا ومن أمثلتها الدلو القلاب، بها دلو صغير لتفريغ الماء بعد امتلائه وفي كل دورة للدلو تحرك مفتاحا كهربائيا يقوم برصد وتسجيل كمية المطر.

ت–طرق القياس عن طريق الرادار: رادار الطقس ويسمي أيضا رادار المراقبة الجوية ويكتب (WSR) هو أحد أنواع الرادار ويستخدم لتحديد موقع سقوط الأمطار، وحساب حركته وتقدير نوعه(أمطار، ثلوج، برد، إعصار) وهو قادر على اكتشاف حركة قطرات المطر، بالإضافة الى شدة هطول الأمطار.

ث–طرق القياس عن طريق الأقمار الصناعية: يتم استشعار الغلاف الجوي بثلاثة موجات كل 30 دقيقة تقريبا، وتنقل خطوط المسح في نفس الوقت لمحطة مركزية أرضية، ومنها يتم إرسالها في نفس اللحظة الى المركز التحليلي، يتم إرسال الصور لكي يبثها الي منطقة تغطية بطريقة رقمية او نظرية . ويتم جمع القياسات والملاحظات بواسطة عدد كبير من المحطات الأوتوماتيكية والنصف أوتوماتيكية، وترسل للمركز الرئيسي ليتم إرسالها الي المستخدمين.

2- 6 مصارف مياه الأمطار:

مياه الأمطار: هي المياه الناجمة عن هطول الأمطار بشكل رئيسي، بالإضافة الى المياه الناجمة عن ذوبان الثلج .تتحول مياه الأمطار التي تتخلل الى داخل الأرض الى مجرى للمياه السطحية والتي إما أن تتدفق بشكل مباشر الى المجرى المائي السطحي أو يتم توجيهه الى المجاري والتي في نهاية المطاف يتم تفريغها في المياه السطحية.

تعد مياه الأمطار مصدر قلق لمسألتين رئيسيتين: الأولى تتعلق بحجم وتوقيت مياه الجريان السطحي (الفيضانات) والأخرى تتعلق بالملوثات المحتملة (تلوث المياه). تعد مياه الأمطار حاليا موردا هاما من أي وقت مضى، حيث ازدادت أهميتها مع تزايد الطلب السكاني في العالم والذي تجاوز حجم المياه المتاحة

والمتوفرة. من جهة اخرى يمكن لتقنيات حصاد الأمطار وإدارة المياه والتنقية ان تجعل البيئات الحضرية مكتفية ذاتيا من حيث المياه.

تختلف مياه الأمطار هذه عن المياه السطحية، حيث ان الأولى هي مياه ناجمة فقط عن هطول الأمطار، بينما الثانية هي مياه بحيرات، انهر، برك، او أي مساحات لتجميع المياه . يتم تفريغ مياه الأمطار بالنهاية في المياه السطحية . لذلك، من المهم جدا ان تبقى مياه تصريف الأمطار نظيفة قدر الإمكان.

2-7 أنواع مصارف مياه الأمطار:

مصارف الأمطار هي عبارة عن منشئات مائية تقوم بنقل وتجميع مياه الأمطار والصرف الصحي من داخل المدن إلى خارجها وتنقسم بصورة عامة إلى نوعين أساسيين:

أ/ المصارف المعزولة : تقوم بنقل وتجميع مياه الأمطار فقط.

ب/المصارف المشتركة : تقوم بنقل وتجميع مياه الأمطار والصرف الصحي معا.

تنقسم مصارف مياه الأمطار المعزولة إلى ثلاث أنواع هي :

1/ **المصارف المكشوفة (OPEN DRAINS):**

هي عبارة خنادق بالأرض لاستقبال المياه الذائدة عن حاجة النباتات أو المحاصيل أو من مصارف أصغر منها فوق سطح الأرض أو الرشح من الجانبين أو القاع، وهي تناسب الأرض المسامية جدا حيث كميات كبيرة من المياه تلزم للزراعة ، وتنشأ المصارف المكشوفة للأغراض التالية :

1- جمع وصرف المياه السطحية الذائدة نتيجة مياه الأمطار أو الفيضانات أو الري.

2- منع اندفاع المياه من الأراضي العالية أو من مجاري المياه أو بسبب فعل الجزر وغمر الأراضي المنخفضة.

3- تجميع المياه المتسربة من الأراضي المرتفعة.

ونجد أن مزايا مصارف المياه المكشوفة:

1- انخفاض تكاليفها الإنشائية.

2- نقل كميات كبيرة من مياه الأمطار.

3- تفحص الانحدار بالنسبة للمصارف.

4- سهولة التعرف على العوائق الموجودة داخل المصرف.

ومن عيوب المصارف المكشوفة :

1- ارتفاع تكاليف الصيانة لتطهيرها سنويا.

2- تساعد على انتشار الحشائش الضارة والباعوض.

2/ **المصارف المغطاة (Closed Drains):**

وهي عبارة عن أنابيب دائرية الشكل تصنع من مواد مختلفة أكثرها شيوعا الاسمنت والطين(الفخار) والبلاستيك، تركب هذه القطع من الأنابيب مع بعضها البعض لتشكل أنبوبا متصلا في قاع اخدود يميل في اتجاه المصرف المكشوف، وتغلف هذه الأنابيب بمواد مسامية يرشح ماء الصرف خلالها وتقلل من مرور المواد العالقة كالطين ويدخل الماء إلى داخل الأنبوب عبر الوصلات الكائنة بين قطع الأنابيب عبر فتحات في جسم الأنبوب ثم ينساب الماء إلى داخل الأنبوب.

وهذه المصارف تعمل إزالة المياه الذائدة في الطبقة العليا من سطح الأرض بالإضافة إلى خفض منسوب المياه الأرضية وضبط مقياسها من أجل التوازن المائي ويتم تصنيع المصارف المغطاة من المواد الرئيسية أو النوعية أو المجمعات أو الحقليات، ومن مزايا المصارف المغطاة :

1-تساعد على انتشار الحشائش والحشرات والباعوض .

2-انخفاض تكاليف الصيانة.

3- تعتمد المصارف المغطاة ما لا يقل عن 50سنة إذا أتقن عملها وتصميمها.

كما نجد أن عيوب المصارف المغطاة:

1-ارتفاع تكاليف الإنشاء في البداية وتكاليف الحفر وثمن الأنابيب وتركيبها ووضع المرشحات حولها.

2-عدم إمكانية التخلص من مياه الصرف السطحي أو المياه الذائدة عن سطح الأرض.

3-يحتاج تنفيذها إلى خبرات عالية جدا ووقت أطول من أجل التنفيذ والصيانة.

4-عدم ملائمة الأنابيب الأسمنتية في الأرض الملحية التي توجد بها نسبة عالية من كبريتات الصوديوم والماغنيسيوم.

5- قد تسد الأنابيب نتيجة لدخول بعض الأشجار كالحور والصفصاف وكذلك الحشائش.

تنقسم أنابيب الصرف المغطى إلى عدة أنواع حسب المادة المصنوعة منها:

الأنابيب الفخارية(Tile Pipes):

وهي عبارة عن أنابيب تصنع من الطين ثم تحرق ويبلغ طولها 30سم وبقطر 10سم وسمك 1.5سم وهذا يتوقف على البلد المصنع لهذا النوع.

الأنابيب الخرسانية(Concrete Pipes):

تستعمل بكثرة في جميع أنحاء العالم وتصنع بطول 30سم وقطر يتراوح بين(5-10)سم وسمك ما بين(1.5-2)سم ومن أهم مميزات هذه الأنابيب سهولة صنعها و توفر المواد التي تصنع منها، ومن أهم عيوبها التآكل الذي تسببه الأحماض والكبريتات.

الأنابيب البلاستيكية(Plastic Pipes):

شاع استعمالها في جميع أنحاء العالم بسبب سهولة صنعها وقوة تحملها وسهولة نقلها وتنفيذها وعادة تصنع بقطر5سم وطول يتراوح بين(5-6)متر وعلى طول الأنبوب ومحيطه توجد صفوف من الفتحات بطول

2.5سم وعرض ما بين(5–6)سم بغرض دخول الماء إلى داخلها حيث يبلغ عددها في المتر الطولي 40 فتحة وسمك الأنبوب يتراوح بين(0.8–1.4)سم ويبلغ وزن المتر منها وفقا للأقطار بين(150–1400)جم.

ومن أهم مميزات هذه الأنابيب:

1– رخيصة الثمن.

2– قليلة التكلفة.

3– أكثر ملائمة لرصها في الأرض من قبل الآلة.

4– تحتاج إلى عدد قليل من العمل عند وضعها في التربة.

5– متوفرة.

3/**المصارف الرأسية(Wells Drains)**:

في هذا النوع من المصارف تدق أنابيب رأسية بالتربة ثم تركب عليها مضخات لضخ المياه الجوفية من باطن الأرض محدثة هبوطا في منسوب ماء الأرض العالي ثم تصرف هذه المياه إلى المصارف الرئيسية.

إن تكاليف المصارف الرأسية في البداية تكون قليلة ويمكن على المدى الطويل أن تكون كبيرة، لذلك لا ينصح باستعمالها إلا إذا كانت تكاليف المصرف المغطى عالية جدا أو المناطق التي يراد صرفها يصعب صرفها بالطرق الأخرى ويفضل أن تكون طبقات التربة السفلى التي تدق عليها الأنابيب مكونة من طبقات رملية أو حصوية أو كلاهما معا.

الأغراض التي يحققها الصرف الرأسي:

1–أغراض علاجية مؤداها خفض مستوى الماء الأرضي إذا كان مرتفعا.

3- أغراض وقائية تنحصر في المحافظة على مستوى الماء الأرضي عند حد معين في الأراضي ذات مستوى الماء الأرضي المنخفض.

4- التخلص من مياه الري الذائدة في فترة قصيرة يقل من حدوث أي ضرر للنبات.

الشروط الواجب توفرها لاستخدام الصرف الرأسي:

1- يجب أن يكون عمق الطبقات الحاملة للمياه عميقة بدرجة كافية ومكونة من طبقات متجانسة بقدر الإمكان وأن لا يقل هذا العمق عن 10م.

2- يجب أن تكون المسامية خلال الطبقات المراد صرفها كبيرة بدرجة تسمح بسرعة سحب الماء بواسطة المضخات.

3- يفضل أن يكون منسوب المياه الأرضية في الطبقات العميقة حرا حتى لا يكون هنالك أي حركة لأعلى، قد تزيد من تكاليف الرفع ويجب أن تكون المياه متصلة بالمياه الأرضية في الطبقات القريبة من سطح الأرض.

4- يجب أن لا تتسبب التربة أو المياه في تآكل المواد المصنوعة منها أجزاء البئر وملحقاته.

5- يجب دراسة مدى إمكانية استعمال المياه للأغراض المدنية والصناعية الأخرى بجانب الصرف ويجب أيضا دراسة مدى تداخل المياه المالحة وأثرها.

6- قدرة البئر على الاحتفاظ بعمق مناسب لمستوى الماء الأرضي وهذا يتوقف على العمق والقطر وطول المصافي ووضع الفلتر وتنظيم مجموعة الآبار.

7- كمية المياه المرفوعة بالمضخات ومدى تأثيرها على تسرب المياه من القنوات ومجاري المياه المجاورة وتكاليف الإنشاء والصيانة.

العوامل التي تؤثر على اقتصاديات الصرف الرأسي:

1- اختبار المضخات التي تفي باحتياجات خفض منسوب الماء الأرضي المطلوبة مع مراعاة العلاقة بين حجم وعدد المضخات.

2- تكاليف إنشاء الآبار.

3- تحديد قوة إدارة المضخات وتكاليف إدارتها.

4- احتمال استخدام المياه المرفوعة في الري مباشرة أو بعد خلطها بمياه المصارف مع حساب العائد من استعمال هذه المياه.

المسافة بين الآبار(المصارف):

تتوقف المسافة بين المصارف الرأسية على:

1- عمق البئر، كلما ذاد عمق البئر داخل خزان المياه الأرضية كلما ذاد قطر دائرة التأثير وذادت المسافة بين الآبار(المصارف).

2- قطر البئر، كلما ذاد قطر البئر ذادت دائرة التأثير وبالتالي تزيد المسافة بين الآبار(المصارف).

3- مسامية التربة ،كلما ذادت مسامية ونفاذية التربة كلما ذادت المسافة بين الآبار(المصارف) وكبرت دائرة التأثير.

2-8 تخطيط مصارف الأمطار:

من أهم أهداف التخطيط هو انسياب مياه الأمطار داخل المصارف بالجريان الطبيعي (الجاذبية الأرضية)وذلك بتحقيق الميول المناسبة يتم عمل دراسة استطلاعية للمنطقة المراد إقامة مشروع الصرف فيها بهدف جمع المعلومات المختلفة مثل مواقع القرى وأنواع الملكيات المختلفة وكذلك تحديد مواقع وأنواع المصارف

الموجودة فعلا وتأثيرها على المشروع الجديد وتحديد صفات وأنواع الموارد المائية الموجودة بالمنطقة وتأثيرها على التصريف وتشمل الآتي:

1- إنشاء خرطة كنتورية للمنطقة ويفضل أن تكون تلك الخرائط بمقياس رسم من 1:1000 الي1:3000

2- دراسة حالة تربة من حيث قدرة تحملها ومنسوب المياه الجوفية بها وعمق الطبقة الصخرية ومدى الحاجة الى الحوائط الساندة أثناء عمليات الحفر، وقد يكون من المناسب عمل جسات محدودة لتحريات التربة .

3- خرائط تفصيلية تشمل مخارج المصارف من المباني في بعض المناطق.

4- تخطيط مسارات المصارف على حسب ميول الأرض الطبيعية كلما أمكن ذلك لخفض التكاليف الإنشائية وتكاليف الصيانة.

5- تحديد ميل وطول كل مصرف.

6- إيجاد المساحة التي يخدمها كل مصرف.

7- المواقع التي يفضل اختيارها لمحطات الرفع إذا احتاج الأمر لذلك.

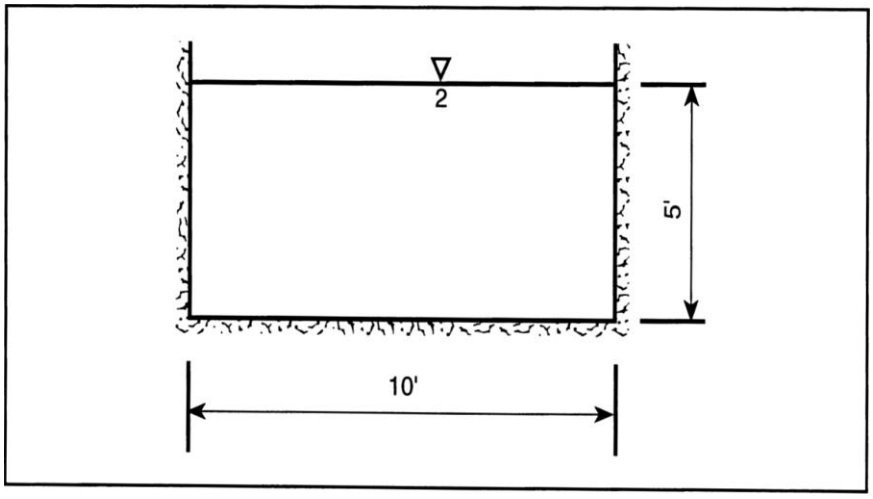
8- قطاعات تفصيلية تبين مواقع المرافق الأخرى مثل(شبكات توزيع المياه، الكهرباء، التلفون والغاز) وفي بعض المناطق الباردة مواسير التدفئة وغيرها.

2-9 أشكال مصارف الأمطار:

هنالك أنواع عديدة من أشكال مصارف الأمطار هي:

1/(rectangular drains)المصارف مستطيلة المقطع:

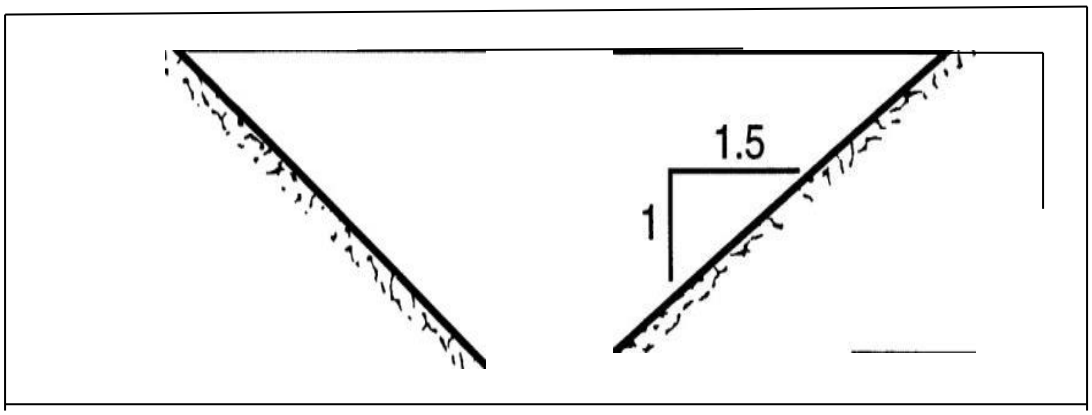
حيث يكون عرضها منتظما وجدرانها الجانبية قائمة كما في الشكل، وتستخدم في حالة التربة الضعيفة حيث تعمل الجدران الجانبية للمصرف كجدران إستنادية تقوم بتحمل ضغط التربة الجانبي.



الشكل رقم(2-6) يوضح مصرف مستطيل الشكل.

2/(trapezoidal drains)مصارف على شكل شبه منحرف:

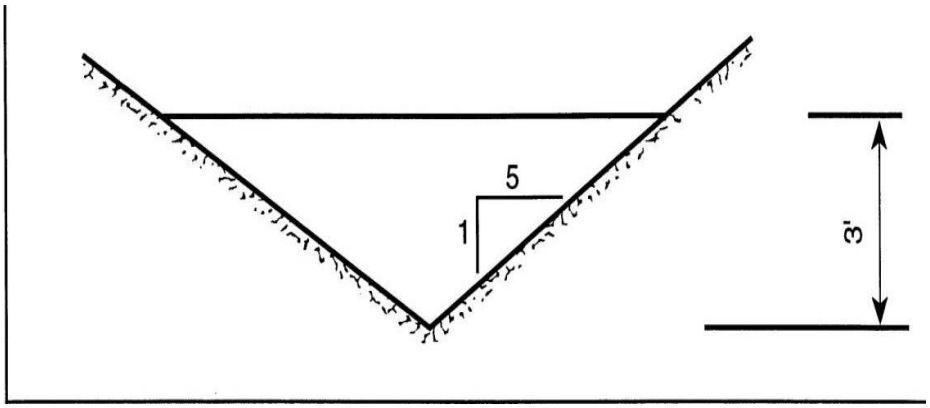
حيث يكون عرضها من الأسفل منتظما وجوانبها مائلة كما في الشكل، وهي من اكثر الأنواع انتشارا في مشروعات المياه ،لما تتمتع به من خواص هيدروليكية جيدة وكلفة إنشاء قليلة نسبيا.



الشكل رقم(2-7) يوضح مصرف شبه منحرف.

3/(triangular drains)مصارف مثلثية المقطع:

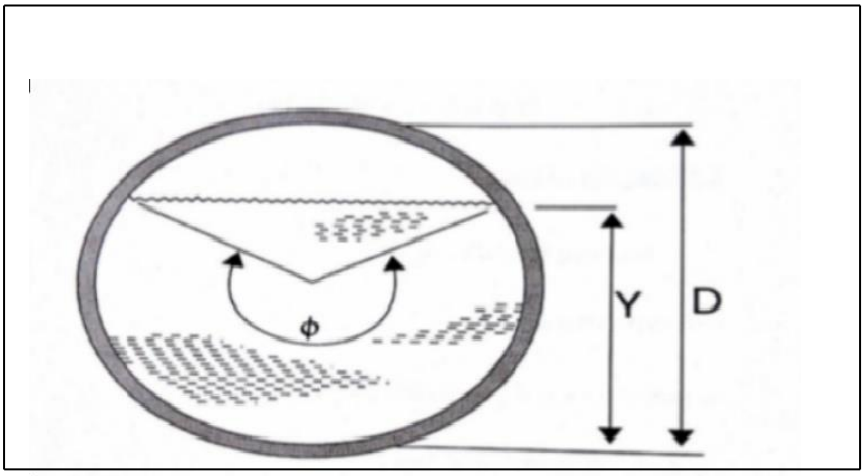
ليس لها عرض من الأسفل وجوانبها تكون مائلة كما في الشكل ، وعادة ينحصر استخدامها في حالة المصارف الصغيرة ،لأن مقطعها يشغل حيزا كبيرا.



الشكل رقم(2-8)يوضح مصرف مثلثي الشكل.

4/(circular drains)المصارف الدائرية:

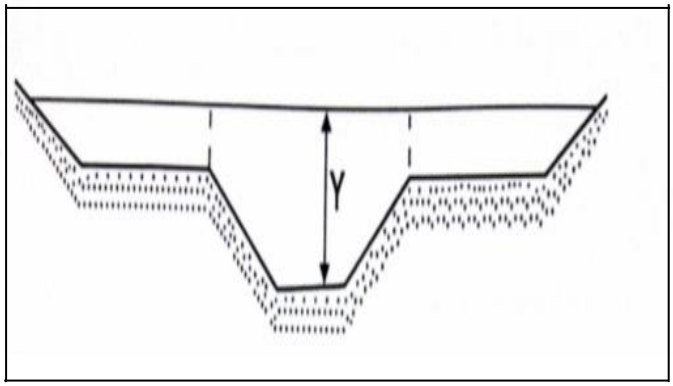
مقطعها على شكل دائرة ،وهي تعد من أفضل أشكال المصارف على الإطلاق من الناحية الهيدروليكية، كما أن شكلها المغلق يعطيها ميزة الاستخدام تحت سطح الأرض ،لذلك تستخدم على نحو رئيسي في أنابيب الصرف المغطاة.



شكل رقم(2-9) يوضح مصرف دائري الشكل.

5/(compound drains)المصارف مركبة الشكل:

تستخدم هذه المصارف عندما يتغير التصريف على نحو كبير، ويتم تشكيل المقطع العرضي من أكثر من مقطع مثلا :شبه منحرف مع شبه منحرف كما في الشكل، أو مستطيل مع شبه منحرف .



شكل رقم (2-10)يوضح مصرف مركب الشكل.

2-10العناصر الهندسية للمصرف:

يقصد بالعناصر الهندسية للقناة ما يأتي:

-عمق الماء(Water depth):

وهو المسافة الشاقولية ما بين سطح الماء وأقل نقطة من القاع.

- مساحة المقطع(Cross-sectional area)(A).

وهي المساحة التي تشغلها الجريان.

-الميل الجانبي للمصرف (a).

-عرض المصرف من الأسفل(Drain width)(b).

-عرض المقطع المائي من الأعلى (Surface widt) (B).

-المحيط المبلل(Wet perimeter)(p):

وهو طول المحيط من المقطع العرضي الذي يلامس الماء.

-العمق المتوسط الهيدروليكي (Hydraulic mean depth)(ym):

وهو نسبة مساحة مقطع الجريان إلى عرض المقطع المائي من الأعلى.

-العرض النسبيRelative width:

وهو نسبة عرض المصرف إلى عمق الماء فيها.

-نصف القطر الهيدروليكي Hydraulic radius(RH):

وهو نسبة المساحة إلى المحيط المبلل.

فتحات(بالوعات) مياه الأمطار:

تنشأ على جانبي الطريق بجوار الرصيف أو تحته، وتكون عادة عند تقاطع الشوارع وفي الأماكن المنخفضة بالنسبة للاتجاه الطولي للطريق، وغالبا ما تكون تلك الفتحات سطحية وتقوم بتجميع مياه الأمطار وغسيل الشوارع وتصريفها إلى شبكة التصريف العمومية، وأحيانا تكون عميقة و بها حيز لحجز الأتربة والرمال حتى لا تصل هذه الرمال إلى مواسير التصريف الرئيسية وتكون الفتحات التي تدخل منها مياه الأمطار ومياه الغسيل إما رأسية في جانب الرصيف أو أفقية بجوار الرصيف مباشرة ويراعى أن ينشأ قاع الفتحات بميول إلى المدخل الفرعي لشبكة التصريف، ما عدا البالوعات التي بها حيز لحجز الرمال والأتربة فينشأ القاع بطريقة تساعد على تفريغ البالوعات من التربة بسهولة.

2-11 طرق تصميم مصارف الأمطار:

عند دراسة وتصميم مشاريع تصريف مياه الأمطار فمن الضروري معرفة كمية مياه الأمطار الجارية على سطح الأرض والتي يمكن تحديدها بأكثر من طريقة حسب الظروف المناخية والجغرافية للمنطقة والمعلومات هي كمية الأمطار والمياه الجارية خلال الفترات الماضية ومن أهم هذه :

أ/الطريقة الحسابية (المنطقية).

ب/طريقة الحاسب الرقمية .

ج/طريقة الصيغة التجريبية.

د/طريقة الرسم المائي.

وفي هذا البحث سوف يتم التطرق الى الطريقة الحسابية لكونها الأكثر شيوعا واستخداماً .

الطريقة الحسابية (المنطقية):

وهي من الطرق المشهورة جدا في تصميم مصارف الأمطار وتعتمد بصورة اساسية على الصيغة العقلانية.

الصيغة العقلانية:

تستخدم بصورة واسعة لتحليل بيانات الجريان ومساحات الهطول الصغيرة وتستخدم بالتحديد في تصميم مصارف الأمطار في المناطق الريفية، وترجع شهرة هذه المعادلة الي بساطتها مع اهتمامها بالترتيب المطلوب للحصول علي نتائج صحيحة وتأخذ في الحسبان العوامل الهيدرولوجية الاتية :

1-الشدة المطرية.

2-زمن الهطول.

3-زمن التكرار.

4-مساحة الهطول.

5-العوائق الهيدرولوجية .

6-زمن التركيز.

وعموما تستخدم هذه الصيغة لإيجاد التصريف المار بالمصرف وفي غياب معامل الانتشار نتحصل على منحني في شكل مثلثي.

أقصي تصريف ينتج من العوامل الاتية:

1-معامل الجريان .

2-الشدة المطرية .

3-مساحة الهطول .

الشدة المطرية :

هي كمية الأمطار الهاطلة خلال فترة زمنية معينة علي سطح الأرض ويعتبر شدة سقوط المطر من أكثر العوامل تعقيدا فهي تعتمد علي مدة استمرار السقوط لذا من المتوقع أن تكون الشدة المطرية عالية عندما تكون الفترة قصيرة ومن المناسب تمثيل معلومات سقوط الأمطار علي شكل منحنيات والتي تربط مدة سقوط الأمطار مع شدتها لفترة دورية عند 25،15،10،5 سنين.

وعند التصميم فإن منحني 5سنوات يستخدم للمناطق السكنية ومنحني 10سنوات للمناطق التجارية إما منحني 25سنة يمكن استخدامه للمناطق المعرضة الي فيضانات قد ينتج عنها أضرار في الممتلكات وهنالك عددمن الصيغ التجريبية التي يمكن الاستعانة بها في حساب الشدة المطرية وأكثر هذه الصيغ تطبيقا العلاقة الاتية :

$$i = \frac{a}{t + b}$$

i : شدة أو غزارة المطر (مم/ساعة)

t : سقوط المطر=وقت التجميع (دقيقة)

a,b: ثوابت تعتمد على المنطقة

او بالاستعانة بمخطط الشدة المطرية (IDF CURVE)

زمن الهطول:

هو عبارة عن النسبة بين زمن التركيز الي خصائص تركيز جريان.

معامل الجريان:

هو معامل مياه الأمطار الجارية علي سطح الأرض والذي يختلف بحسب نوع سطح الأرض كما يوضح الجدول ادناه

جدول رقم (2-2) يوضح حساب قيمة C

نوع السطح	C
حدائق وملاعب رياضية	0.25-0.10
ممرات وأرصفة مسفلتة	0.85-0.75
ممرات وأرصفة بالركام	0.30-0.15
ارض عشبية علي تربة رملية وتميل 2%	0.10-0.05
ارض عشبية علي تربة رملية وتميل مابين %(2-7)	0.15-0.10
ارض عشبية علي تربة رملية وتميل بنسبة اعلي من 7%	0.20-0.15
ارض عشبية علي تربة ثقيلة وتميل 2%	0.17-0.13
ارض عشبية علي تربة ثقيلة وتميل مابين%(2-7)	0.22-0.18
ارض عشبية علي تربة ثقيلة وتميل بنسبة اعلي من 7%	0.35-0.25

يعتمد معامل الجريان علي العوامل الاتية:

1-العوائق الهيدرولوجية.

2-إنتشارالجريان وبصورة غير مباشرة يعتمد علي التردد او تكرار الهطول.

مساحة الهطول :

هي المساحة التي يخدمها المصرف ، ويمكن قياسها بطرق متعددة منها :

-البرامج المساحية المختلفة .

-المساحة الأرضية .

الصيغة العقلانية لا تأخذ في الاعتبار العوامل الاتية :

1-التغيرات الحرارية في الزمن الكلي للهطول أو الزمن الفعال للهطول .

2-اذا كان زمن التركيز أكبر من زمن الهطول .

3-الرطوبة في مساحة الهطول بالرغم من أنها يتم تضمنها في معامل الجريان .

وكل هذه الشروط المذكورة أعلاه مخصصة للصيغ العقلانية المحصورة على المساحات الصغيرة بافتراض هطول ثابت بالنسبة للزمان والمكان، صالح حصريا بالنسبة للمساحات الصغيرة، زمن الهطول عادة يتخطى زمن التركيز أقصي حد للمساحات الصغيرة يترواح بين(103-205) كم^2

الصورة العامة للصيغة العقلانية:

$$Q = C * I * A$$

عندما يكون الهطول بالملم/الساعة والمساحة بالكلم ^{2} وأقصي تصريف بالمتر^3/الثانية تكون الصيغة العقلانية كالآتي:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

عندما يكون الهطول بالملم /الساعة والمساحة بالهكتار وأقصي تصريف باللتر /الثانية تكون الصيغة كالآتي:

$$Q = 2.778\, C\, I\, A$$

طريقة الاستخدام:

1-المساحة يجب ان تكون صغيرة.

2-حساب المساحة.

3-حساب زمن التركيز .

4-العملية يجب ان تتضمن تقدير مستويات الجريان وتشمل شكل المصرف ومعاملات الاحتكاك .

5-زمن الجريان وزمن التركيز عبارة عن دالة معقدة.

6-مساواة زمن الهطول وزمن التركيز .

7-زمن التكرار يتم اختيارها في المدى (10-5) سنوات عند تصميم المصارف في الأماكن السكنية ومن (100-50) في الأماكن المحمية من الفيضانات.

8-لحساب الشدة المطرية يتم استخدام منحنيIDF

9-الشدة المطرية تكون اعلى كلما زاد زمن الرجوع .

10-احياناً تكرار الهطول لا يتوافق معا حدوث الجريان.

11- معامل الجريان يتم تعديله ليعكس افتراض الانخفاض في تكرار الجريان .

2-12 مشاكل مصارف الأمطار :

تتركز مشاكل مصارف الأمطار في مدينة بربر في الآتي:

1-عدم التخطيط الجيد .

2-رمي الأوساخ داخلها وعدم توعية المواطنين .

3-عدم تغطية المصارف.

2-13 حلول مشاكل مصارف الأمطار:

1-التخطيط السليم والتصميم الجيد اذا كانت المصارف جديدة.

2-تأهيل المصارف الموجودة وتغطيتها ومراجعه ميلانها .

3-الصيانة الدورية والمستمرة للمصارف.

4-التوعية العامة لمعالجة سلوك المواطنين والتنبيه بأهمية المحافظة علي نظافة المصارف المكشوفة وعدم رمى الأوساخ بداخلها .

5-التنفيذ الصحيح والمطابق لشروط ومواصفات التصميم .

2-14 برنامج HEC-RAS

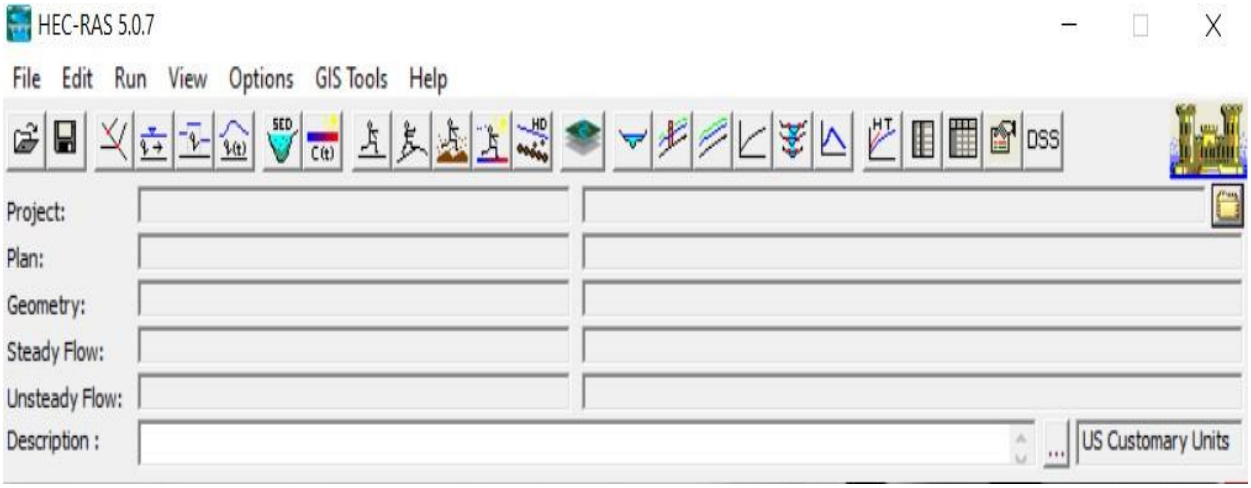
يرمز لي نظام تحليل النهر مقرة في كاليفورنيا الولايات المتحدة الأمريكية تم تطويره من قبل وزارة الدفاع الأمريكية سلاح المهندسين من اجل أدارة الأنهار والموانئ وغيرها من الأشغال العامة وهو برنامج كمبيوتر يقوم بنمذجة المكونات الهيدروليكية لتدفق المياه عبر الأنهار الطبيعية والقنوات الأخرى .

البرنامج احادي البعد مما يعني انه لا توجد نمزجه مباشرة للتأثير الهيدروليكي لتغيرات شكل المقطع العرضي والانحناءات والجوانب الأخرى ثنائية وثلاثية الإبعاد للتدفق

تم تطويره في عام 1995 ولاقي قبولا واسعا في المجتمع الهيدرولوجي منذ ذلك الحين ويتضمن البرنامج إمكانات جديدة لإدخال البيانات ومكونات التحليل الهيدروليكي وقدرات تخزين البيانات وإداراتها وقدرات الرسوم البيانية وأعداد التقارير كما انه قادر علي نمزجه تدفق نظام التدفق دون الحرج وقوف الحرج والمختلط ويستخدم أيضا في تصميم والتحليل ودراسات تعديل الجسر والقناة وهو ضروري للتخطيط والحد من الفيضانات.

يتكون البرنامج من ثلاثة أجزاء:

الجزء الأول يحتوي على مجموعة Geometry وهو جزء إدخال البيانات ، والجزء الثاني يتضمن مجموعة Steady Flow وهو الجزء الخاص بالتحليل، والجزء الثالث يشتمل على جزء إخراج النتائج Run.



الشكل رقم (2–11) يوضح سطح المكتب لبرنامج الـHEC-RAS

الفصل الثالث

3-الإطار العملي

3-1 تخطيط مصارف الإمطار لمدينة بربر:

تم استخدام برنامج Google Earth لتخطيط مسارات المصارف وعلي حسب طبوغرافية المنطقة ومسارات المصارف الموجودة حاليا تم اختيار خمسة مصارف لمدينة بربر وهي المصرف الأول (الرئيسيD1)وينقسم الى مصرفين (D11، D12) والمصرف الثانيD2، والمصرف الثالثD3، والمصرف الرابعD4، والمصرف الخامسD5

شكل رقم(3-1) يوضح مسارات المصارف فيGoogle Earth

- ❖ D11، D12 المصرف الرئيسي يبدأ من البسطة مرورا بسوق بربر الي ميدان الجزيرة ويقطع حي الإشلاق شرق جامع البرهانيه ثم إلى الجوازات ويتجه غرب الي الهجانه ثم الي البحر. ويصب في هذا المصرف مصرفان فرعيان هما مصرف الأمير ومصرف الهجانه.
- ❖ D2 مصرف الميناء قرب مربع 16 يبدأ من زلط ابو حمد ويصب في مصرف الهجانه.
- ❖ D3 مصرف الهجانه يبدأ من بداية السكة حديد ونهايته المصرف الرئيسي في الجوازات ثم يتجه الي البحر.
- ❖ D4 مصرف الأمير يبدأ من جامع الأمير في مربع 2 ويلتقي بالمصرف الرئيسي.
- ❖ D5 مصرف البحر يلتقي فيه جميع المصارف ثم الي البحر.

3-2 الدراسة الهيدرولوجية:

يتم فيها حساب التصريف الأقصى لكل مصرف حيث تم استخدام الصيغة العقلانية .

$$Q = \frac{C*I*A}{3.6} \quad \rightarrow (1.3)$$

$Q \equiv$ التصريف $m^3/_S$

$A \equiv$ المساحة الجابية km^2

$I \equiv$ الشدة المطرية $mm/_{hr}$

$C \equiv$معامل الجريان ويتم أخذه من الجدول رقم(1-3)

جدول رقم (3–1) يوضح معامل الجريان C .

Land Use	C
Lawns:	
Sandy soil, flat, 2%	0.05 - 0.10
Sandy soil, avg., 2-7%	0.10 - 0.15
Sandy soil, steep, 7%	0.15 - 0.20
Heavy soil, flat, 2%	0.13 - 0.17
Heavy soil, avg., 2-7%	0.18 - 0.22
Heavy soil, steep, 7%	0.25 - 0.35
Agricultural land:	
Bare packed soil	
*Smooth	0.30 - 0.60
*Rough	0.20 - 0.50
Cultivated rows	
*Heavy soil, no crop	0.30 - 0.60
*Heavy soil, with crop	0.20 - 0.50
*Sandy soil, no crop	0.20 - 0.40
*Sandy soil, with crop	0.10 - 0.25
Pasture	
*Heavy soil	0.15 - 0.45
*Sandy soil	0.05 - 0.25
Woodlands	0.05 - 0.25

A : حساب المساحة الجابية التي تخدم المصرف

L : حساب أطوال المصارف

تحديد الميل الطولي من الآتي :

$$S_{ch} = \frac{X2-X1}{L} \quad \rightarrow (2.3)$$

حيث:

X1: بداية منسوب المصرف.

X2: نهاية منسوب المصرف.

تحديد الميل العرضي من الآتي :

$$S_{ov} = \frac{y2-y1}{L} \rightarrow \quad (3.3)$$

$y1$: منسوب بداية المساحة الجابية

$y2$: منسوب نهاية المساحة الجابية .

جدول رقم(3−2) يوضح قيم الميول الجانبية والطولية.

المصرف	طول المصرف(m)L	المساحة الجابية(km)A	الميل الطوليS_{ch}	الميل العرضيS_{ov}
D11	1200	0.40	0.0025	0.0030
D12	960	0.55	0.0010	0.0020
D2	1245	0.41	0.0004	0.0020
D3	795	0.88	0.0006	0.0010
D4	340	0.15	0.0029	0.0050
D5	871	1.99	0.0030	0.0025

t_c و T بمعلومةIDFتم حساب الشدة المطرية من منحني الشدة المطرية

t_c≡ زمن التركيز

T≡زمن العودة

$$t_{c=t_{ov}+t_{ch}} \rightarrow \quad (4.3)$$

t_{ov} ≡زمن الجريان السطحي (زمن التجميع)

t_{ch}≡ زمن الجريان داخل المصرف (زمن النقل)

استخدام معادلة كيربي :

$$t_{ov=1.44(L*N)^{0.467}*S_{ov}{}^{-0.235}} \quad \rightarrow \quad (5.3)$$

N ≡معامل التباين وتم أخذة من الجدول رقم(3−3)

$N = 0.2$

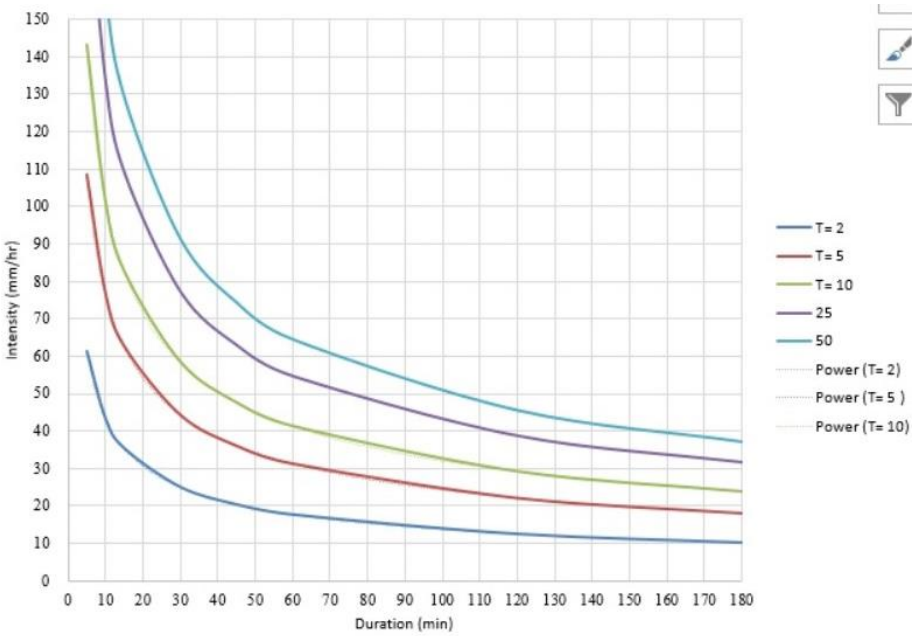
L ≡طول المصرف

S ≡ميل المصرف الطولي

$$t_{ch=0.0195*(L)^{0.77}*(S_{ch})^{-0.385}} \quad \rightarrow \quad (6.3)$$

جدول رقم(3−3) يوضح معامل التباينN

Generalized terrain description	Dimensionless retardance coefficient (N)
Pavement	0.02
Smooth, bare, packed soil	0.10
Poor grass, cultivated row crops, or moderately rough packed surfaces	0.20
Pasture, average grass	0.40
Deciduous forest	0.60
Dense grass, coniferous forest, or deciduous forest with deep litter	0.80



الشكل رقم (3−2) يوضح منحنى الشدة المطرية.

3-3 التصميم:

باستخدام معادلة مانينج:

$$Q = \frac{1}{n}\left(\frac{(B*Y)^{\frac{5}{3}}}{(B+2*Y)^{\frac{2}{3}}}\right) * {S_{ch}}^{0.5}$$

نفرض أن مقطع المصرف مستطيل

Q ≡ التصريف

B≡ عرض المصرف (m)

S≡ ميل المصرف (m)

Y≡ (ارتفاع المصرف(m)

n ≡ معامل مانينج ويتم أخذه من الجدول رقم(3-4).

جدول رقم(3-4)يوضح قيم معامل مانينج.

Type of channel	Manning's n
a. Smooth and uniform	0.025-0.040
b. Jagged and irregular	0.035-0.050
5. Unmaintained channels	
a. Dense weeds, high as flow depth	0.050-0.120
b. Clean bottom, brush on sides	0.040-0.080
c. Clean bottom, brush on sides, highest stage	0.045-0.110
d. Dense brush, high stage	0.080-0.140
C. Lined channels	
1. Asphalt	0.013-0.016
2. Brick (in cement mortar)	0.012-0.018
3. Concrete	
a. Trowel finish	0.011-0.015
b. Float finish	0.013-0.016
c. Unfinished	0.014-0.020
d. Gunite, regular	0.016-0.023
e. Gunite, wavy	0.018-0.025
4. Riprap (n-value depends on rock size)	0.020-0.035
5. Vegetal lining	0.030-0.500

نفرض قيمة $B = 1.2m$ وعن طريق التجربة والخطأ نوجد قيمة Y

السطح الحر وقيمته $FB = 0.15$

ومن ثم يتم التحقق من التصريف المفروض مع التصريف الحقيقي

اذا كان هناك فرق كبير بين التصريف الحقيقي والتصريف المفروض فيجب إعادة القيم النهائي للتصريف.

مثال توضيحي لتصميم المصرف الخامس:

Drain 5:

$L = 871m$ $A = 1.99km^2$ $S_{ch=0.00296}$

$S_{ov=0.0025}$ $T = 2$ $N = 0.2$

حساب t_c

$$t_{c=t_{ov}+t_{ch}}$$

$$t_{ov=1.44(L*N)^{0.467}*S_{ov}{}^{-0.235}}$$

$$t_{ov=1.44(871*02)^{0.467}*0.0025^{-0.235}}$$

$$t_{ov=65.52}$$

$$t_{ch=0.0195*(L)^{0.77}*(S_{ch})^{-0.385}}$$

$$t_{ch=0.0195*(871)^{0.77}*(0.00296)^{-0.385}}$$

$$t_{ch} = 33.68$$

$$t_c = 65.52 + 33.68 = 99.21$$

يتم ايجاد قيمة الشدة المطرية t_c،Tمن مخطط الشدة المطرية وباستخدام قيمةI=14

حساب التصريف :

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

$$Q = \frac{0.25 * 14 * 1.99}{3.6}$$

$$Q = 1.93\, {}^{m^3}/_{S}$$

إيجاد ابعاد المصرف:

بفرض عرض المصرف

$$B = 1.2m$$

$$Q = \frac{1}{n}\left(\frac{(B*Y)^{\frac{5}{3}}}{(B+2*Y)^{\frac{2}{3}}}\right) * S_{ch}{}^{0.5}$$

$$Q = \frac{1}{0.013}\left(\frac{(1.2 * 0.785)^{\frac{5}{3}}}{(1.2 + 2 * 0.785)^{\frac{2}{3}}}\right) * 0.0029^{0.5}$$

$$Q = 1.92\, {}^{m^3}/_{s}$$

بفرض الإرتفاع الحر FB

$$FB = 0.15$$

$$H = FB + Y$$

$$H = 0.785 + 0.15$$

$$H = 0.935m$$

جدول رقم (3–5) يوضح القيم النهائية للتصريف.

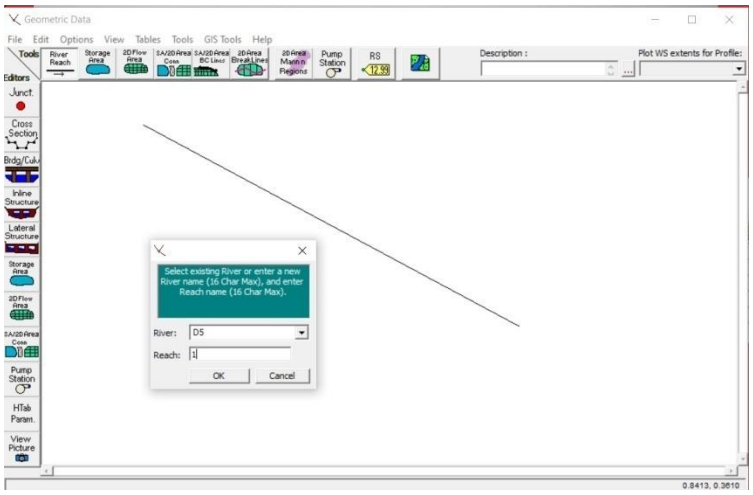
drain	L (m)	A (km^2)	S_{ch}	S_{ov}	C	n	N	t_{ch}	t_{ov}	t_c	I	Q	B	Y	FB	H	Q
D1-1	1200	0.40	0.0025	0.0030	0.25	0.0130	0.20	46.00	72.91	118.92	15	0.42	0.6	0.54	0.15	0.69	0.42
D1-2	960	0.55	0.0010	0.0020	0.25	0.0130	0.20	54.30	72.26	126.57	14	0.53	1.20	0.44	0.15	0.59	0.53
D2	1245	0.41	0.0004	0.0020	0.25	0.0130	0.20	95.83	81.59	177.43	10	0.28	1.20	0.40	0.15	0.55	0.29
D3	795	0.88	0.0006	0.0010	0.25	0.0130	0.20	57.31	77.88	135.19	13	0.79	1.20	0.72	0.15	0.87	0.79
D4	340	0.15	0.0029	0.0050	0.25	0.0130	0.20	16.37	35.88	52.25	18	0.19	0.6	0.28	0.15	0.43	0.19
D5	871	1.99	0.0030	0.0025	0.25	0.0130	0.20	33.68	65.53	99.21	14	1.93	1.20	0.79	0.15	0.94	1.92

3- 4 برنامج:HEC –RSA :

خطوات عمل البرنامج :

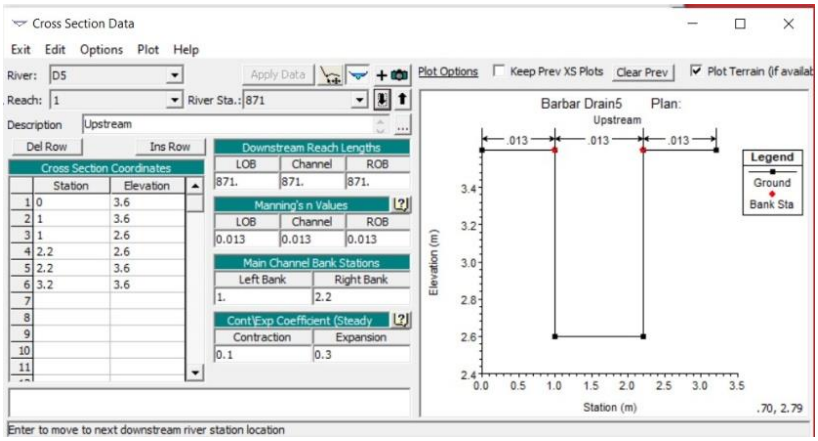
اولا: تم اختيار المصرف الخامس باعتباره اكبر مصرف ويشمل جميع المصارف.

ثانيا: تخطيط المصرف داخل برنامج ال HEC-RAS باستخدام جزئية ال Geometry حيث كان طول المصرف $871m$ كما في الصورة ادناه



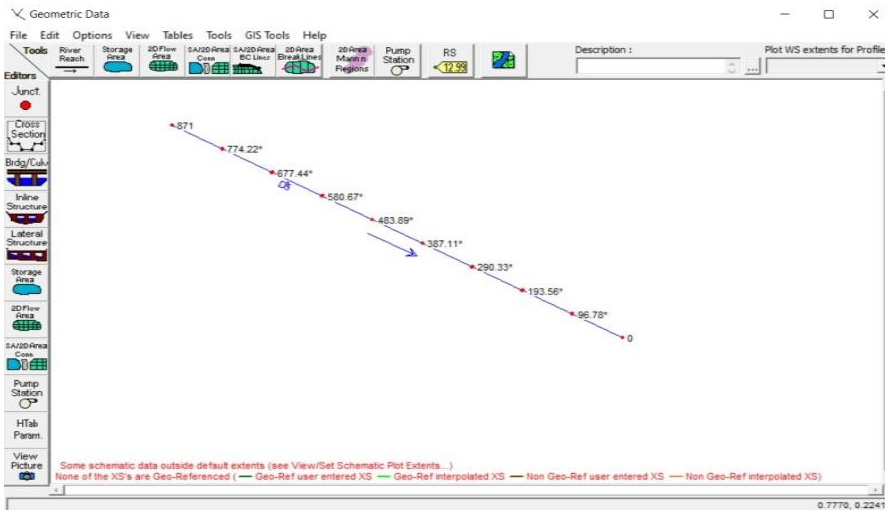
الشكل رقم (3-3) يوضح تخطيط المصرف.

ثالثا: ادخال المقاطع حسب التصريف والأبعاد حيث كان الارتفاع $H = .935$ و العرض $B = 1.2m$



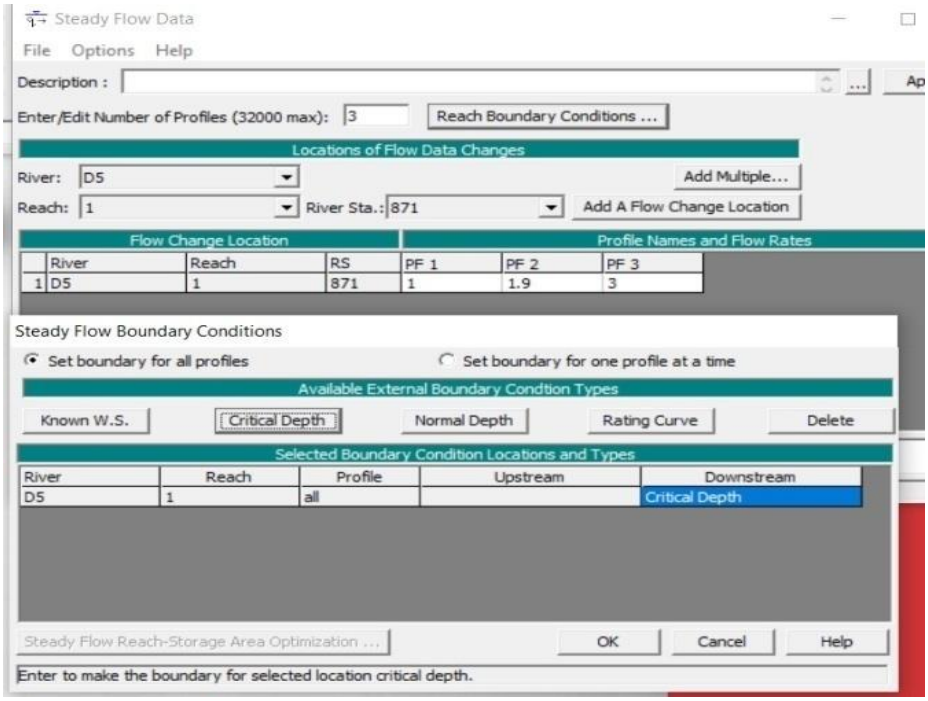
الشكل رقم(3-4) يوضح مقاطع المصرف.

رابعا: تم اختيار 10 مقاطع على بعد $87m$ كما في الصورة أدناه



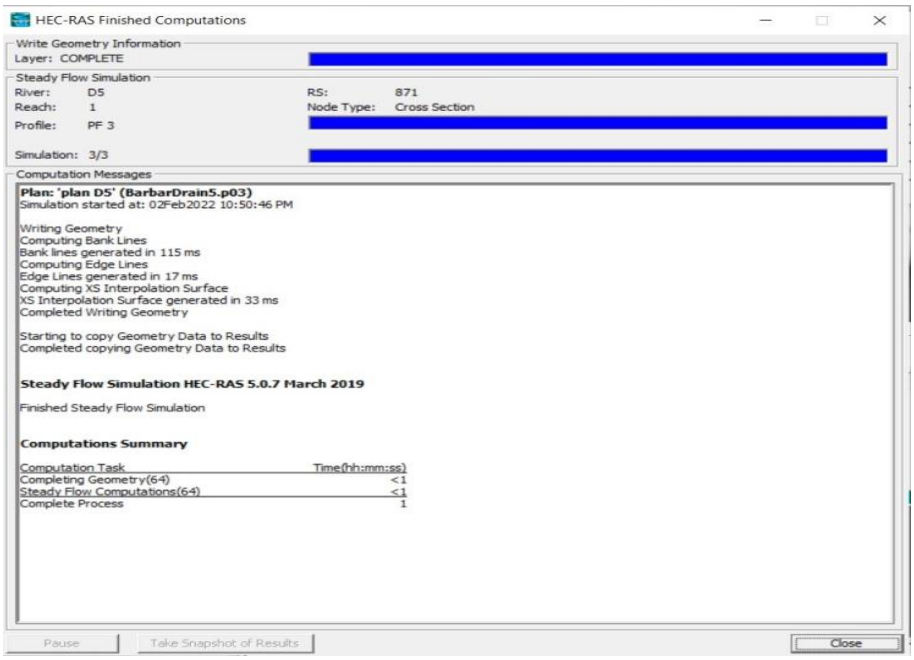
الشكل رقم(3-5) يوضح تقسيمات المقاطع.

خامسا: إدخال قيم التصريف في Steady Flow حيث تم إدخال ثلاثة قيم للتصريف، قيمتان أعلى وأدنى والقيمة الحقيقة كما في الصورة أدناه:

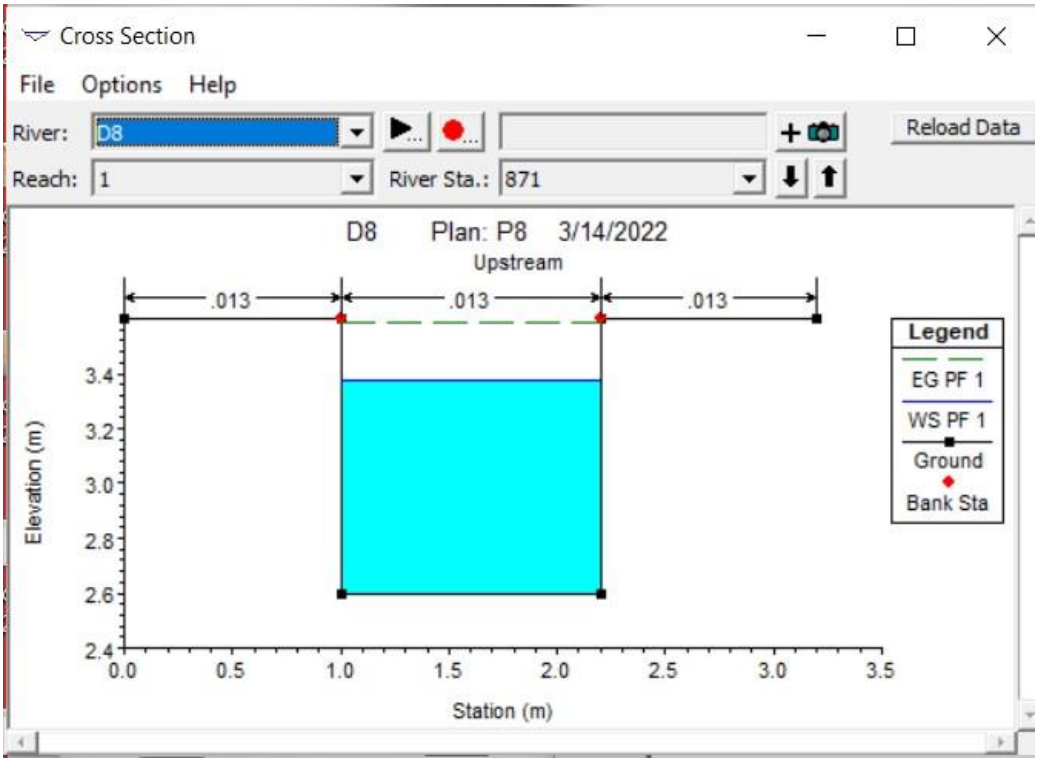


الشكل رقم(3-6) يوضح قيم التصريف.

سادسا: تم التنفيذ في البرنامج كما في الصورة أدناه:



الشكل رقم(3–7) يوضح الحسابات النهائية للبرنامج.



شكل رقم (3–8) يوضح منسوب الماء داخل المصرف.

الفصل الرابع

4-مناقشة النتائج

4-1 النتائج:

تم تخطيط وتصميم المصارف لمدينة بربر حيث تم إختيار خمسة مصارف لتصريف مياه الأمطار من داخل المدينة الي البحر تتجه من ناحية الشرق الي الغرب ، ملخص النتائج موجود في الجدول رقم (4-1)

جدول(4-1) يوضح نتائج التصميم النهائية

DRAIN	Q	B	Y	H
D1-1	0.42	0.6	0.54	0.69
D1-2	0.53	1.2	0.44	0.59
D2	0.28	1.2	0.40	0.55
D3	0.79	1.2	0.72	0.87
D4	0.19	0.6	0.28	0.43
D5	1.93	1.2	0.79	0.94

4-2 مناقشة النتائج:

في الطبيعة صمم المصرف الرئيسي (D12،D11) ومصرف الأمير (D4) بعرض 1.3 m، هذه المصارف حلت مشكلة تصريف مياه الأمطار في المناطق التي تقع غرب سوق مدينة بربر نسبة لتجمع مياه الأمطار فيها بصورة كبيرة وعدم سهولة تصريفها والتي كانت تتسبب بأضرار كبيرة بالمنطقة وسكانها من هدم لبعض المنازل وصعوبة الحركة فيها بالإضافة إلى الأمراض. وجد من خلال التصميم أن الأعماق هي (0.54، 0.44، 0.4، 0.72، 0.28، 0.79) وعرض المصرفان (D4 ، D1-1) m قيمته 0.6 وعرض المصارف (D1-2، D2، D3، D5) قيمته 1.2 m لكل المصارف وهو مناسب لتصميم المصارف لمدينة بربر. حيث وجد أن قيم الارتفاعات (0.69، 0.59، 0.55، 0.87، 0.43، 0.92) للمصارف (D1-1، D1-2،

D2، D3، D4، D5) على التوالي وأعلى قيمة للتصريف كانت في المصرف الخامس وقيمتها $1.93 m^3/s$ وهو المصرف اللذي يلتقي فيه جميع المصارف متجهة إلى البحر.

الفصل الخامس

5- الخلاصة والتوصيات

5-1الخلاصة:

في هذه الدراسة تم الاستفادة من التقنيات الحديثة في تخطيط وتصميم مصارف مياه الأمطار لمدينة بربر، حيث تم استخدام برنامج Google Earth لتخطيط مسارات المصارف والاستعانة ببرنامج Excel في إجراء الحسابات. وتم إيجاد المساحات والمناسيب لحساب الميول ومنه تم حساب التصريف النهائي لكل مصرف حيث كان التصريف (0.42 ، 0.53، 0.28، 0.79، 0.19، 1.93) للمصارف(D1-1،، D1-2 ،D2، D3، D4، D 5) علي التوالي، حيث كان العرض للمصرفان (D1-1، D4) قيمته 0.6 m وعرض المصارف (D1-2، D2، D3، D5) قيمته 1.2 m ، وكانت الأعماق(0.54، 0.44، 0.4، 0.72، 0.28، 0.79) للمصارف أعلاه على التوالي.

وتم عمل نموذج هيدروليكي للمصرف الخامس عن طريق برنامج HEC-RAS للتأكد من سعه استيعاب المصارف للمياه ، حيث بلغ عمق الماء في المصرف الخامس $1.93^{m^3}/_s$ وهي مقاربة للقيمة التصميمية $1.92^{m^3}/_s$.

5-2التوصيات:

- استخدام برنامج HEC-RAS في متابعة مناسيب المياه
- تغطية المصارف لتجنب رمي الأوساخ فيها .
- عند تخطيط الأحياء الجديدة يجب أن تخطط المصارف أولا.

المراجع:

1/ أ.د المهندس عصام محمد عبد الماجد والدكتور المهندس عباس عبد الله ابراهيم، الهيدرولوجيا ، دار جامعة السودان للنشر والطباعة والتوزيع ، 2002 م

2\ Camille Thomacon، P.E.، Hydraulic Design Manual،Texas Department Of Transportation، 2019.

3\ http://water.me.vccs.edu/courses/CIV246/table2b.htm