طرق تقدير متوسط المطر على حوض :

أولاً: طريقة المتوسط الحسابي Arithmetic Mean Method : تعد هذه الطريقة سهلة التطبيق، وتستعمل للمناطق التي تتراوح مساحاتها بين ١ و ٥٠٠ كيلو متر مربع، ويتم حساب معدل سقوط المطر بأخذ المتوسط الحسابي البسيط للمحطات المتوفرة في الحوض، والتقدير بهذه الطريقة جيد في حالة الأراضي المنبسطة وكون المقاييس موزعة بصورة منتظمة، على شرط أن لا تكون هناك اختلافات كبيرة بين قراءات المقاييس والمتوسط العام لها، وذلك حسب المعادلة التالية:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + ... + P_i + ... + P_n}{N} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} P_i$$

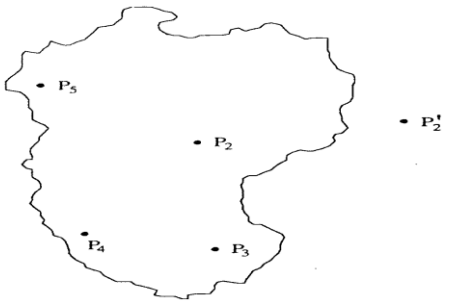
حيث أن:

P= معدل الأمطار في المنطقة.

P_3, P_2, P_1= معدل الأمطار السنوي في كل محطة رصد مائي بالمليمتر.

N= عدد محطات الرصد.

مثال : احسب متوسط المطر على الوادي المبين بالشكل للمحطات التالية:



Station	Observed Rainfall mm
P1	10
P2	20
P3	30
P4	40
P5	50

P = 150/5 =30 mm

ثانياً: طريقة خطوط تساوي المطر (Isohyetal method): خط تساوي المطر عبارة عن خط يربط نقاط متساوية في مقدار المطر وتُعد هذه الطريقة من الطرق الدقيقة، حيث إنها تعطي تمثيل جيد لمتوسط كمية الأمطار الساقطة على منطقة معينة، خاصة إذا كان التوزيع غير متجانس في المنطقة. هذه الطريقة مناسبة للمناطق التي تحتوي على اماكن وعرة والمناطق التي تزيد مساحتها عن ٣٠٠٠ كم^{٢} . تتلخص خطوات العمل بهذه الطريقة كما يلي:

١- ارسم خارطة (مخطط) للحوض المعني بالدراسة، ثم عين عليها مواقع أجهزة القياس مع تحديد قيم الأمطار عند كل موقع.

٢- ارسم خطوط كنتورية (Isohyets) يمثل كل خط منها ارتفاع (كمية) الأمطار المتساوية.

٣- احسب معدل الأمطار ما بين كل خطين كنتوريين، ثم أضرب المساحة المحصورة بين كل خطين في معدل المطر.

٤- اجمع ناتج الضرب للمنطقة التي تغطيها الخطوط وأقسمها على المساحة الكلية للمنطقة، وبذلك تحصل على متوسط عمق المطر على تلك المنطقة.

ويمكن استخدام المعادلة التالية في إيجاد معدل سقوط المطر بهذه الطريقة:

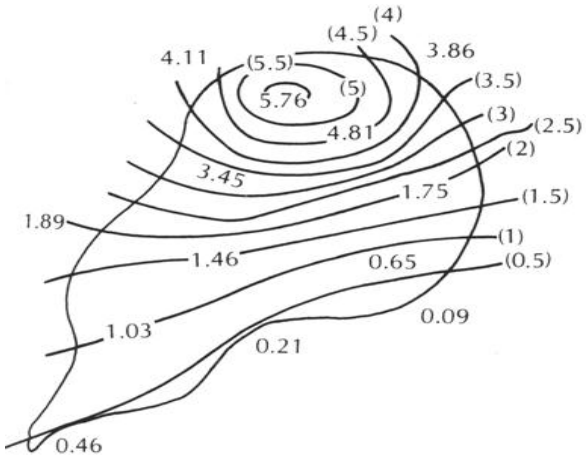
$$\bar{P} = \frac{a_1\left(\frac{P_1+P_2}{2}\right)+a_2\left(\frac{P_2+P_3}{2}\right)+.....+a_n\left(\frac{P_{n-1}+P_n}{2}\right)}{A}$$

a_1 و a_2 و a_3 و..... a_n : المساحات الداخلية المحصورة بين خطوط تساوي المطر.

p_1,p_2,p_3 ..... P_n : خطوط تساوي المطر (الخطوط الكنتورية).

A : مساحة الحوض الكلية.

تفضل هذه الطريقة على الطريقتين الأخريين خاصة عندما يكون هناك أعداد كبيرة من محطات مقاييس المطر.



شكل يوضح خطوط تساوي المطر لتقدير معدل المطر على حوض معين

<u>مثال</u> / الجدول التالي يبين بيانات تساوي المطر لمساحة من حوض تجميع مياه المطر قدرها ٣٠٠ كم^{٢} . احسب متوسط عمق المطر فوق الحوض .

خط تساوي المطر (سم)	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠
المساحة التي يحصرها الخط		١٧	٢٨	٣٠	٩٠	٥٠	٨٥

الحل/

$$\bar{P} = \frac{a_1\left(\frac{P_1+P_2}{2}\right)+a_2\left(\frac{P_2+P_3}{2}\right)+.....+a_n\left(\frac{P_{n-1}+P_n}{2}\right)}{A}$$

متوسط خطوط تساوي المطر (p) سم	المساحة بين الخطوط (A) (كم٢)	P*A
(40+35)/2 = 37.5	١٧	637.5
(35+30)/2 = 32.5	٢٨	٩١٠
(30+25)/2 =27.5	٣٠	٨٢٥
(25+20)/2 = 22.5	٩٠	٢٠٢٥
(20+15)/2 = 17.5	٥٠	٨٧٥
(15+10)/2 = 12.5	٨٥	1062.5
المجموع	**٣٠٠**	**٦٣٣٥**

P = 6335/300 = 21.12 cm

ثالثاً: طريقة ثايسن (Theissen method): تُعد هذه الطريقة جيدة، إلا أنها أقل دقة من طريقة خطوط تساوي المطر، وهذه الطريقة شائعة الاستخدام في المناطق المتوسطة المساحة ٧٥٠ – ٣٠٠٠ كم٢ . بهذه الطريقة يتم قياس مساحة تأثير كل محطة بدلاً من رسم خط كنتوري، وهي سهلة نسبياً وغير معقدة، وتتلخص خطوات العمل بهذه الطريقة كما يلي:

١- ارسم خارطة للمنطقة أو للحوض، ثم حدد مواقع أجهزة القياس عليها مع بيان قيم الأمطار المسجلة في كل محطة.

٢- أوصل كل محطة وأخرى بخطوط مستقيمة بحيث تكون كل ثلاثة خطوط مثلث.

٣- ارسم أعمدة من منتصفات هذه الخطوط الموصلة بين المحطات، وهذه الأعمدة ستكون أشكال متعددة الأضلاع، وكل شكل منها يمثل حدود تأثير كل محطة قياس.

٤- أحسب مساحة كل شكل من هذه الأشكال

٥- أضرب مساحة كل شكل بمعدل الأمطار الساقطة على المحطة الممثلة لذلك الشكل ثم أقسم مجموع ناتج الضرب على مساحة الحوض الكلية، كما هو موضح بالمعادلة التالية:

$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3 + \ldots\ldots A_nP_n}{A} = \bar{P} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} A_i} \sum_{i=1}^{N} P_i A_i$$

حيث أن:

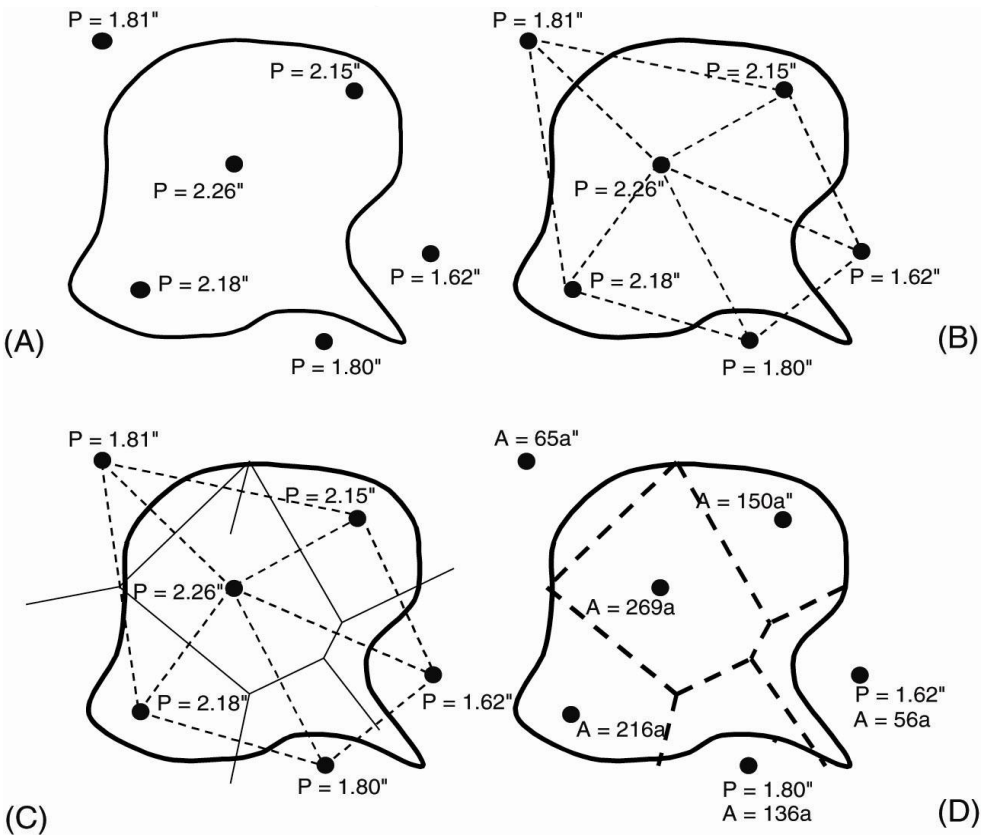
$A_1, A_2, A_3 \ldots A_n$ = مساحة تأثير كل محطة.

$P_1, P_2, P_3, \ldots\ldots P_n$ = معدل المطر الساقط في كل محطة.

A= مساحة الحوض.

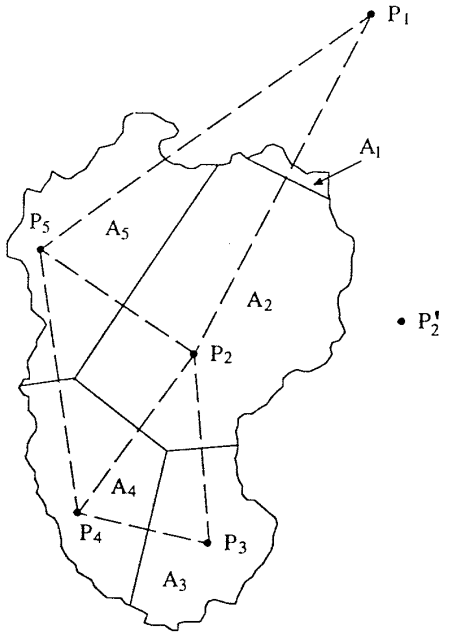
P= معدل الأمطار الساقطة على الحوض.

ملاحظة : تفضل طريقة ثيسن على طريقة المعدل الحسابي لأنها تعطي بعض الوزن لمختلف المحطات و بشكل منطقي و فضلاً عن ذلك فإن محطات القياس خارج الجابية (الحوض) يمكن الإستفادة منها بصورة مؤثرة.



شكل١-٤: طريقة ثايسن لتقدير متوسط المطر على حوض معين

مثال / جابية تحتوي على محطات قياس المطر داخلها وعلى محطة واحدة خارجية، فإذا كان التساقط السنوي ومساحة تأثير كل محطة معلومة للمحطات الخمس كما مدرج أدناه ، إحسب معدل التساقط السنوي بطريقة ثيسن؟



Station	Observed Rainfall mm	Area km^2	Weighted Rainfall mm
P1	10	0.22	2.2
P2	20	4.02	80.4
P3	30	1.35	40.5
P4	40	1.60	64.0
P5	50	1.95	97.5
		9.14	284.6

$$\bar{P} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} A_i} \sum_{i=1}^{N} P_i A_i$$

P = 284.6/9.14 = 31.1 mm

تخمين المعلومات الأولية الناقصة

في بعض المحطات تنقطع أحيانا سجلات قياس المطر لفترة قصيرة، إما نتيجة لغياب القائمين على رصد البيانات لأسباب معينة أو نتيجة لخلل في بعض الأجهزة، ففي مثل هذه الحالات لا بد من تخمين القيم الناقصة، والطرق المتبعة في التخمين كما يلي:

أ- **طريقة المتوسط الحسابي:** على سبيل المثال إذا كانت البيانات من محطة (X) قد انقطعت فيها البيانات لفترة معينة، فيمكن تخمين البيانات الناقصة بإتباع الخطوات التالية:

١- اختار ثلاث محطات قريبة من المحطة المعنية بحيث تكون مواقعها موزعة حولها بشكل منتظم.

٢- يجب أن تكون المعدلات السنوية للأمطار للمحطات الأربعة من ضمنها محطة (X) معلومة.

٣- إذا كان معدل المطر السنوي الاعتيادي لكل محطة من هذه المحطات الثلاث لا يختلف عن نظيـــــره للمحطة موضع التخمين (محطة X) بأكثر من ١٠% فإنه يمكن أخذ المتوسط الحسابي بالشكل التالي:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

ب- طريقة النسبة الاعتيادية: إذا كان الفرق في معدلات الأمطار السنوي للمحطات الأربعة أكثر من ١٠% فيمكن استخدام هذه الطريقة بالشكل التالي:

$$P_x = N_x/m[P_1/N_1 + P_2/N_2 + \ldots\ldots + P_m/N_m]$$

معدلات التساقط السنوي الاعتيادي (لفترة 30 سنة) $N_1 , N_2 , \ldots\ldots, N_m$

معدل التساقط السنوي الاعتيادي للمحطة المفقودة (لفترة 30 سنة) N_x

m : عدد المحطات بدون المحطة المفقودة.

مثال : كان معدل سقوط المطر السنوي الاعتيادي في المحطات A و B و C و D في حوض ما هو 80.97 ، 67.59 ، 76.28 ، 92.01 سم على التوالي وفي عام ٢٠١٥ لم تعمل المحطة D في حين سجل التساقط السنوي في المحطات A و B و C المقادير 91.11 ، 72.23 ، 79.89 سم على التوالي ، إحسب مقدار التساقط في المحطة D في تلك السنة ؟

الحل /

بما أن قيم سقوط المطر الاعتيادي تختلف بمقدار أكبر من 10 % ، عليه تعتمد طريقة النسبة الاعتيادية.

$$P_D = 92.01/3\ (91.11/80.97 + 72.23/67.59 + 79.89/76.28) = 99.41 \text{ cm}$$