كليّة الهندسة

السنة الثالثة

الفصل الأول

الدكتور: هشام النجار

22/10/2013

المحاضرة

8

عدد الصفحات

9

الفصل الخامس الهطول

الهطول: هو السبب الرئيسي لتشكيل السيول و الجريانات السطحية و المصدر الأساسي لتغذية المياه الجوفية.

يهتم المهندس المدني بدراسة الجريانات السطحية المتأثرة بالأمطار الغزيرة و التي تعطي كمية غزارة كبيرة بفترة قصيرة.

قياس الهطول:

الشروط الواجب توافرها للحصول على قياسات موثوقة:

1 -عدد أجهزة القياس كافية.

مثلا لدينا الجدول التالي يعطي فكرة تقريبية عند عدد المحطات المرتبط بالمساحة:

المساحة (كم^2)	عدد محطات قياس الهطول
26	2
260	6
1300	12
2600	15
5200	20
7800	24

نلاحظ من الجدول السابق أنه كلما زادت المساحة تطون الدقة أقل و بشكل عام كلما زاد عدد محطات القياس ضمن المساحة قل الخطأ النسبي في حساب شدة الأمطار المتوسطة و الهاطلة على هذه المساحة.

مثلا في لبنان ٤ محطات بينما في (اسرائيل)يوجد أكثر من ١٠٠٠ محطة قياس و هي الأفضل من حيث دراسة وقياس الهطول.

2 -دخول المطر بشكل حر إلى جهاز القياس.

3 -أن يكون يكون بعيدا عن الأشجار و الأبنية العالية والعوائق.

يجب أن يكون بعد محطة القياس يساوي ارتفاع العائق على أقل تقدير أما إذا كانت الرياح تهب باتجاه المحطة فيجب أن يكون هذا البعد أكثر من مرة ونص من ارتفاع العائق.

أجهزة قياس الهطول:

1-أجهزة القياس العادية أو اليدوية:

يتألف من فتحة استقبال دائرية بمساحة ($500 cm^2$) متصلة بقمع يجمع المياه ليصبها في وعاء تجميع اسطواني (k) مساحة قاعدته ($50 cm^2$).

إن مساحة مقطع الجهاز إلى مساحة الأنبوب هي 1/10 أي إذا وضعنا الماء الموجود في الجهاز بمقدار (5 mm) سوف يرتفع في الأنبوب بمقدار (50 mm).

2-أجهزة القياس الآلية:

-مسجل المطر ذو الفواشة يتألف من وعاء اسطواني يحوي على فواشة و ذراع و ريشة على حامل الفواشة ، الريشة تسجل القياسات على ورق ميليمتري موضوع على اسطوانة تدور بسرعة ثابتة. عندما يرتفع منسوب الماء في الوعاء ترتفع الفواشة فترسم على الورقة قيمة هذا الارتفاع الذي يدل على كمية الهطول.

-مسجل المطر ذو جيبين صغيرين: يتكون هذا المسجل من جيبين صغيرين سعة كل منهما (0.25 mm) من الأمطار حيث يصبح هذان الجيبان في حالة عدم استقرار عندما تصل كمية المياه في الجيب (0.1 mm) مما يجعله يميل ساكباً ما به من ماء في وعاء تجميع ليأتي الجيب الآخر ويستقبل المياه ثانية ، بعد ذلك يسكب الجيب الثاني الماء في الوعاء فيقفل دارة كهربائية متصلة بريشة تدور على ورقة ميليمترية مثبتة على اسطوانة تدور بسرعة ثابتة.

معالجة معطيات قياس الهطول:

1-إكمال قياسات الهطول الناقصة:

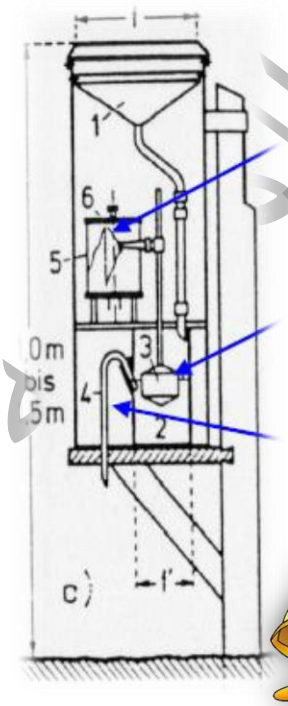
عندما توجد قياسات هطول ناقصة يمكن إكمال هذه القياسات بمساعدة محطات و أجهزة القياس المجاورة.

إن عدد محطات القياس المجاورة للمحطة التي يراد إكمال القياس فيها يجب أن يزيد على ثلاثة و تكون موزعة بشكل منتظم حولها.

لاستخدام بيانات هذه المحطات المجاورة للمحطة المراد إكمال قياساتها نقوم بما يلي:

-إذا اختلفت قيم الهطول السنوية الوسطية لعدد من السنين لهذه المحطة بأقل من (10%) عن قيم الهطول السنوية الوسطية لعدد من السنين للمحطة المدروسة فإنه يتم تقدير القياسات الناقصة بحساب وسطي قياسات الهطول للمحطات المجاورة .

-أما إذا لم تتحقق الشروط فإنه يتم الأكمال باستخدام المعادلة التالية:



$$P_x = \frac{1}{n}\left(\frac{N_x}{N_1}P_1 + \frac{N_x}{N_2}P_2 + \frac{N_x}{N_s}P_s + \cdots + \frac{N_x}{N_n}P_n\right)$$

عباقرة الهندسة

حيث:

n: عدد المحطات.

$P_1,P_2,P_s,\ldots,P_n$: كمية الهطول المعلومة عند المحطات $(1,2,\ldots,n)$ خلال زمن معين.

P_x: كمية الهطول الناقصة عند المحطة (x).

N_x: متوسط الهطول السنوي للمحطة (x).

$N_1,N_2,N_s,\ldots,N_n$: متوسط الهطول السنوي للمحطات $(1,2,\ldots,n)$.

2 - تصحيح قياسات الهطول:

قبل استخدام قياسات الهطول لا بد من تصحيحها حتى نتجنب النتائج الخاطئة التي تعتمد على هذه القياسات نتيجة تعطل جهاز قياس ، تغيير جهاز قياس ، تغيرات المحيط حول محطة القياس أو أخطاء شخصية بالقراءة ... الخ.

لتصحيح القياسات تستخدم طريقة التحليل التراكمي المزدوج.

لاختيار بيانات محطة قياس هطول نرسم العلاقة بين كمية الهطول السنوية و التجميعية أو كمية الهطول التجميعية خلال فصل معين من السنة للمحطة التي يراد اختبار قياساتها بين متوسط الكميات المناظرة لمجموعة من المحطات المحيطة بهذه المحطة

(خمس محطات على الأقل) و ذلك لعدد معين من السنين.

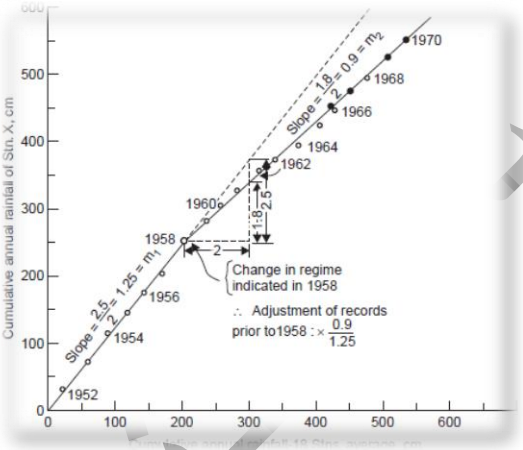
تسمى العلاقة التي نحصل عليها بالمنحني الكمي المزدوج.

إذا ظهرت العلاقة أو المنحني على شكل خط مستقيم فهذا يعني أنه لا يوجد تناقض في القياسات و أنها صحيحة أما إذا ظهر تغير واضح في الميل فهذا يعني أحد الأمور التالية:

-حدوث تغير في ظروف تشغيل المقياس لهذه المحطة.

-تغير في مكان المحطة.

-تغير نوع الجهاز.



من الشكل السابق يظهر ابتداء من ١٩٦١ وجود أخطاء في قياسات المحطة (x) لهذا يجب تصحيح التالية لهذا التاريخ و التي تعد غير منسجمة مع البيانات المسجلة قبل هذه التاريخ.

يتم تصحيح هذه البيانات بعد عام ١٩٦١ بضربها بنسبة ميلي المستقيمين (S_1/S_2) حيث:

S_1: هو ميل المستقيم قبل عام ١٩٦١.

S_2: هو ميل المستقيم بعد عام ١٩٦١.

أما إذا كان المطلوب تصحيح النتائج التي تسبق تاريخ تغير ميل المستقيم فيجب ضرب القياسات قبل تاريخ الميل بالنسبة (S_2/S_1).

ملاحظة:

عند تصحيح القيم دوماً نضرب بميل المستقيم الصحيح و نقسم على ميل المستقيم الخاطئ.

عباقرة الهندسة المدنية

علاقة الهطول مع الزمن:

لابد قبل دراسة الهطول مع الزمن تحديد مواصفات الهطول التالية:

1 -**ارتفاع الهطول (H)**: هو ارتفاع طبقة المياه الهاطلة مقدرة بـ(mm) و التي تقدر باستخدام أجهزة قياس الهطول.

2 -**الشدة المطرية أو غزارة الهطول (i)**: وهي تساوي ارتفاع الهطول مقسوماً على زمن الهطول و تقاس بوحدة(mm/h) أو (m/min) و تحسب من العلاقة:

$$i = \frac{h}{t}$$

حيث (t): زمن الهطول.

باستخدام جهاز الهطول الآلي يمكن حساب الشدة المطرية اللحظية بقياس ميل زاوية المماس للمنحني التي ترسمه ريشة المسجل على الورق المدرج المثبت حول الاسطوانة.

تكون الشدة المطرية كبيرة عندما يكون زمن الهطول قليلا و العكس صحيح (علاقة عكسية بين شدة الهطول و زمنه).

3-**حجم الهطول (w)**: و هو حجم الماء الهاطل على مساحة من الأرض (A) ويحسب من العلاقة:

$$w = \frac{A}{h}$$

الشدات الأعظمية المسجلة بالعالم:

- أكبر قياس في العالم 40 ملم في دقيقة.
- خلال ٨ دقائق 136 ملم في ألمانيا.
- خلال ١٥ دقيقة 198 ملم.
- خلال ٢٠ دقيقة 200 ملم في الولايات المتحدة.
- خلال يوم واحد 1870 ملم في جزيرة رينيتون.
- خلال شهر 9300 ملم في الهند.

عندما نأخذ الشدة المطرية المتوسطة كناتج تقسيم ارتفاع الهطول على زمن الهطول فإنه يحص ضياع للمعلومات حيث لا ندرك التغيرات الآنية خلال زمن الهطول و يزداد ضياع المعلومات هذا كلما زادت الفترة التي من أجلها يتم حساب الشدة المتوسطة للهطول.

من الشكل السابق نجد:

الشدة المطرية المحسوبة لفترة هطول ساعة و الناتجة عن تقسيم ارتفاع الهطول على الزمن لا تسمح بمعرفة كيفية تغير الشدة الآنية للهطول.

أما إذا كانت الفترة التي يراد فيها حساب الشدة المتوسطة للهطول تحتوي على فترات لم يتم فيها هطول فيجري هنا تخفيض الشدة المطرية و يزداد هذا بازدياد الفترات التي يتم فيها هطول.

و بهذا لا تعبر الشدة المطرية المحسوبة عن التغير الفعلي للهطول.

عباقرة الهندسة المدنية

من الضروري من أجل بعض الدراسات الهيدرولوجية معرفة قيم الهطول خلال ازمنة قصيرة جدا بهذه الحالة تكون الشدة المطرية أكبر و بالتالي يكون التصريف المحسوب عند مقطع معين من مجرى مائي أكبر .

بما أنه لا تتوفر دوما تسجيلات آلية للهطول فإنه يبدو من الضروري إيجاد علاقات تعتمد على كمية الهطول اليومية لحساب كمية الهطول خلال فترات أقصر و هذا ممكن من خلال المعادلة التالية التي تتيح الحصول على ارتفاع الهطول لأجل فترة (D) بمعرفة ارتفاع الهطول خلال ٢٤ ساعة وذلك كما يلي:

$$h_D = \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25} \quad \text{mm}$$

حيث:

D: فترة الهطول بالدقيقة.

h_D: ارتفاع الهطول خلال فترة الهطول D (أو ارتفاع الهطول من أجل ديمومة معينة).

إن العلاقة السابقة لا تصلح لكل زمان و مكان بل يجب إيجاد علاقة لكل منطقة فهذه العلاقة تصلح من أجل (15 min<D<1440min).

تقدير ارتفاع الهطول الوسطي في منطقة ما:

1-طريقة المتوسط الحسابي:

تستخدم في المناطق السهلية (المنبسطة) و عندما تتوزع مقاييس الهطول المطري بشكل منتظم و تعطى بالعلاقة:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{n} \quad \text{mm}$$

2-طريقة مضلعات تيسين:

-نصل بين محطات القياس الهطول بمستقيمات بحيث تشكل ما أمكن مثلثات حادة .

-تحدد نقاط تلاقي محاور المستقيمات المساحة التي تحيط بكل محطة وتكون المساحة محدودة بنقاط تلاقي المحاور مع بعضها أو مع حدود الحوض الصباب.

-نفترض أن قيمة ارتفاع الهطول ضمن كل مساحة مساوية ارتفاع الهطول في المحطة الواقعة داخل هذا المساحة.

-نحسب المساحات المختلفة (A_i) و التابعة للمحطات المطلوبة.

و يكون القانون بالشكل:

$$h = \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i A_i}{AE} = \frac{1}{AE} \cdot \sum_{i=1}^{n} h_i A_i$$

حيث:

A_i: مساحة الحوض كاملا.

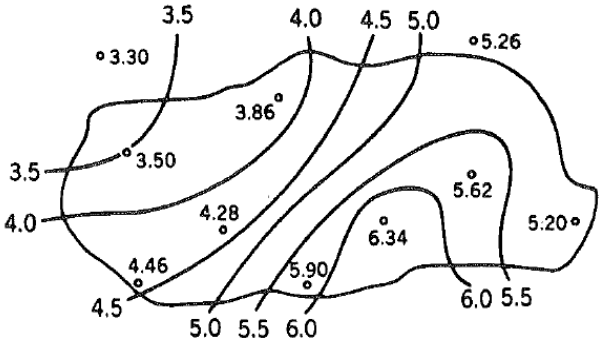
h_i: ارتفاع الهطول في المحطة i.

تستخدم هذه الطريقة في حال التوزيع غير المنتظم لمحطات القياس المطرية.

عباقرة المدينة

3- طريق خطوط تساوي الهطول:

خطوط تساوي الهطول هي الخطوط التي يكون عندها ارتفاع الهطول ثابتا و يتم رسمها إذا علمت ارتفاعات الهطول في عدة محطات مطرية موزعة داخل الحوض كما يلي:



Average precipitation = $\frac{\Sigma AP}{\Sigma A} = \frac{2745}{568} = 4.83$ in.

Isohyets	Area between isohyets, mi²	Average precipitation, in.	Product $A \times P$ mi² in.
3.0			
	19	3.45	66
3.5			
	106	3.75	398
4.0			
	102	4.25	434
4.5			
	60	4.75	285
5.0			
	150	5.25	788
5.5			
	84	5.75	483
6.0			
	47	6.20	291
6.5			
Total	568	——	2745

نوجد أولا خطوط تساوي الهطول و من ثم نحسب المساحة بين كل خطي تساوي هطول و الواقعة ضمن الحوض الصباب و نضرب كل مساحة بوسطي الهطولات بين خطي الهطول و منه نوجد ارتفاع الهطول الوسطي باستخدام العلاقة:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_{i,i+1} \cdot A_{i,i+1}}{A_E} \text{ mm}$$

$$h_{i,i+1} = \frac{h_i + h_{i+1}}{2}$$

حيث:

A_E: مساحة الحوض الصباب كاملا.

$h_{i,i+1}$: ارتفاع الهطول عند خطي تساوي الهطول (i,i+1).

$A_{i,i+1}$: المساحة المحصورة بين خطي تساوي الهطول (i,i+1).

وظيفة: (غير مطلوبة)

اختبر صحة توافق معطيات الهطول المقاسة خلال 22 سنة في المحطة A مع متوسط الهطول السنوي في 8 محطات متجاورة محيطة بالمحطة المذكورة وصحح القيم عند اللزوم بفضل التغير اللاحق للانكسار:

Year	Station A (cm)	8 Stations avg (cm)
1946	177	143
1947	144	132
1948	178	146
1949	162	147
1950	194	161
1951	168	155
1952	196	152
1953	144	117
1954	160	128
1955	196	193
1956	141	156

Year	Station A (cm)	8 Stations avg (cm)
1957	158	164
1958	145	155
1959	132	143
1960	195	115
1961	148	135
1962	142	163
1963	140	135
1964	130	143
1965	137	130
1966	130	146
1967	163	161

Join Us On FACEBOOk
www.facebook.com/groups/civil.geniuses.2011