الهطول
Precipitation

الهطول أو التساقط هو عبارة عن قطرات مائية سائلة أو قطرات مائية متجمدة، أو بلورات ثلجية ناتجة عن تحول بخار الماء في الجو في ظروف معينة وبشروط خاصة إلى حالته النهائية (سائلة أو صلبة) حيث تهطل من الغيوم وتصل إلى سطح الأرض، فالغيوم التي نراها تسبح في الجو هي مصدر أشكال الهطول كافة.

يعد الهطول بنوعيه السائل والصلب السبب الرئيس لتشكيل السيول والجريانات السطحية وكذلك المصدر الأساسي لتغذية المياه الجوفية. لذلك فهو من أهم عناصر الموازنة المائية والنظام الهيدرولوجي.

تدل كمية الهطول الكلية على مجموع كمية الهطول السائل التي تصل إلى سطح الأرض في فترة زمنية معينة معبراً عنها بالارتفاع الذي تغطيه هذه الكمية فوق جزء أفقي من سطح الأرض بفرض عدم حصول أي فقد لأي جزء من الهطول عن طريق التبخر أو التسرب أو غيرها... وتقاس كمية الهطول بمقاييس خاصة حيث يقدر ارتفاع الهطول بواحدة الطول ومن أهمها الملمتر (mm) والإنش (inch) أوالبوصة، حيث أن: 1 inch = 25.4 mm . كما أنه يعبر عن كمية الثلج المتساقط بارتفاع طبقة الماء التي يتم الحصول عليها عند ذوبان الثلوج بوحدة (mm) أيضاً، حيث كل (1cm) من الثلج يعادل (1mm) من المطر الهاطل.

تعبر كمية الهطول عن ارتفاع أو سماكة ماء المطر فيما لو تجمعت في المنطقة التي هطل عليها. ويعتمد تقدير الهطول في منطقة ما على إجراء قياسات مطرية في عدة نقاط، ومن ثم إيجاد الهطول الوسطي في هذه المنطقة (المتوسط الموزون). ولإجراء دراسات ذات نتائج جيدة يجب أن يكون عدد المحطات المنتشرة في المنطقة المدروسة ومحيطها كافي للتعبير عن هطولها بشكل دقيق، وقد اختلف العلماء في عدد هذه المحطات فحسب توصيات (Bieasdale) يمكن إتباع الجدول (٨-١) في تحديد عدد المحطات المناسب لكل منطقة.

الجدول (٨-١): تحديد عدد المحطات المناسب لكل منطقة.

المساحة (km^2)	عدد محطات قياس الهطول اللازمة
٢٦	٢
٢٦٠	٦
١٣٠٠	١٢
٢٦٠٠	١٥
٥٢٠٠	٢٠
٧٨٠٠	٢٤

أما (Sharma , and Bari,1995) فقد أوصيا بالعدد التالي كحد أدنى في المنطقة المدروسة، الجدول (٨-٢).

الجدول (٨-٢): عدد المحطات الواجب توفرها بالمنطقة المدروسة

حسب توصيات (Sharma , and Bari,1995)

مساحة الحوض المدروس	العدد الأدنى للمحطات الواجب توفراها
0 – 15 ha	1
15 – 20 ha	2
50 –100 ha	3
1 – 5 sq . km	1 per 1 sq . km
5 – 25 sq . km	1 per 4 sq . km
25 – 50 sq . km	1 per 5 sq . km
>= 50 sq . km	1 per 10 sq . km

بعد الحصول على قراءة كمية الأمطار الهاطلة يومياً يمكن حساب كل من:

- **كمية الأمطار اليومية:** تعبر عن كمية الأمطار الهاطلة خلال ٢٤ ساعة.
- **كمية الأمطار الشهرية:** مجموع كميات الأمطار الهاطلة خلال أيام الشهر كاملةً.
- **الأمطار السنوية:** مجموع كمية الأمطار الهاطلة خلال أشهر السنة (١٢ شهر أو ٣٦٥ يوم).

– **معدل الهطل السنوي (متوسط الهطل السنوي أو متوسط الأمطار السنوية):** هو عبارة عن المتوسط الحسابي لكمية الهطول السنوي خلال عدد من السنوات (مجموع كمية الهطول السنوي خلال عدة سنوات مقسوماً على عدد هذه السنوات). وكلما زاد عدد السنين كان المتوسط أدق وأفضل، ويفضل أن يكون عدد السنين أكثر من ٢٥ عاماً. ويعتبر هذا المعدل هام من الناحية الزراعية وذلك لتحديد نوع المزروعات الممكن زراعتها والمناطق التي تكون فيها هذه الزراعة ذلت ريعية اقتصادية.

– **معدل الهطل الشهري:** هو عبارة عن المتوسط الحسابي لكمية الهطول لهذا الشهر خلال عدد من سنوات. فمثلاً معدل الهطل الشهري لشهر شباط يساوي مجموع الهطل الشهري لشهر شباط لعدد من السنوات (n year) مقسماً على عدد هذه السنوات أي على (n).

– **مجموع الهطل الفصلي:** يساوي مجموع الهطول خلال أشهر هذا الفصل.

– **معدل الهطل الشهري لشهر من أشهر فصل ما:** يساوي إلى أمطار هذا الفصل مقسوماً على ٣ (عدد أشهر هذا الفصل). فمعدل الهطل الشهري لشهر من شهور الشتاء تساوي إلى أمطار مقسومةً على ٣.

– **غزارة الأمطار (الشدة المطرية أو كثافة الهطول):** هناك أجهزة لقياس غزارة الأمطار (شدتها) ولكن من الممكن معرفة غزارة الأمطار حسابياً. فالغزارة (الشدة) المطرية (i) هي نسبة كمية الأمطار الهاطلة خلال فترة (P) إلى طول هذه الفترة (t) أي:

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

فمعرفة كمية الأمطار الهاطلة خلال فترة زمنية تمكننا من تحديد شدة الأمطار. وتقدر الشدة المطرية بواحدات الارتفاع (الطول) إلى واحدة الزمن مثل (mm/hour) أو (mm/min) أو (inch/hour)... الخ.

<u>مثال:</u>

إذا كانت كمية الأمطار الهاطلة في شهر كانون الثاني في محطة ما هي 200 mm و عدد الأيام الماطرة التي هطلت فيها هذه الكمية هي 10 day فتكون غزارة الأمطار (الشدة المطرية) :

$$i = \frac{P}{t} = \frac{200}{10} = 20mm/day$$

مثال:

إذا هطلت كمية من الأمطار مقدارها 80mm خلال 10 hour متواصلة، فتكون الشدة المطرية:

$$i = \frac{P}{t} = \frac{80}{10} = 8mm/hour$$

٨-١- المتوسط الموزون للهطل (تقدير كمية الأمطار الهاطلة على منطقة ما):

يمكن حساب المتوسط الموزون للأمطار الهاطلة على منطقة ما (أو على حوض ساكب ما) بإحدى الطرق الثلاثة التالية:

A-طريقة المتوسط الحسابي Arithmetic average (mean) method :

تعتبر من أبسط الطرق لتحديد عمق المطر المتوسط فوق حوض وذلك بأخذ المتوسط الحسابي البسيط لقياسات المطر المسجلة عند المحطات المختلفة. وباستخدام هذه الطريقة يمكن حساب المتوسط الحسابي للمياه المتساقطة $\overline{P}$ من العلاقة:

$$\overline{P} = \frac{P_1 + P_2 + \ldots\ldots + P_n}{n} = \frac{\sum_1^n P_i}{n}$$

حيث :

P_1 و P_2 و. . . و P_n هي أعماق المطر المسجلة عند محطاد رصد المطر 1، 2، 3 ، . . . ،n في فترة معينة.

n : العدد الكلي لمحطات القياس.

وتعتمد هذه الطريقة على فرض أن مياه الأمطار موزعة بانتظام على مساحة الحوض وأن جميع محطات القياس لها نفس الأهمية. وعملياً فإن استخدام هذه الطريقة قليل جداً لعدم مقاربة نتائجها مع الواقع، لذا فإن هناك بعض الشروط التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار لإعطاء نتائج بدرجة دقة معقولة وتتمثل هذه الشروط في الآتي :

١- أن تكون المحطات موزعة بانتظام على الحوض.

٢- المطر المسجل عند المحطات المنفصلة لا يختلف كثيراً عن القيمة المتوسطة.

٣- تستخدم هذه الطريقة بشكل غير منتظم إذا كانت مساحة الحوض أقل من ٥٠٠ كم ٢ .

وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون المنطقة المدروسة متجانسة تماماً. بمعنى أنه لا توجد فروقات كبيرة بين الهطولات لمحطاتها المختلفة (كل المنطقة سهلية مثلاً).

B- طريقة مضلعات تيسين (Thiessen Polygon Method) :

تسمى بطريقة المتوسط الموزون لأنها تعطي بعض الوزن لمختلف المحطات و بشكل منطقي، وفضلاً عن ذلك فإن محطات القياس خارج الحوض يمكن الاستفادة منها بصورة مؤثرة . و هي أكثر دقة من طريقة المتوسط الحسابي ويفضل استخدامها في المناطق متوسطة المساحة (ما بين ٧٥٠ – ٣٠٠٠). كم٢ .

خطوات تقدير عمق المطر باستخدام طريقة تيسين

١) وضع موقع كل محطة من محطات القياس على خريطة الحوض.

٢) رسم خطوط مستقيمة بين محطات المطر المتجاورة.

٣) رسم منصفات عمودية على هذه الخطوط الواصلة بين المحطات بحيث تحصر فيما بينها مساحات يشار إليها بمضلعات تيسين كما الشكل اللاحق (الشكل ٩) .

٤) يتم ضرب مساحة كل مضلع من مضلعات تيسين في قيمة عمق المطر في المحطة التي يحتويها.

٥) يتم إيجاد المساحة الكلية للحوض.

٦) يتم حساب عمق المطر المتوسط من العلاقة التالية :

$$P_{av} = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \ldots..A_nP_n}{A_1 + A_2 + \ldots..A_n} = \sum_{1}^{n} \frac{A_iP_i}{A_i}$$

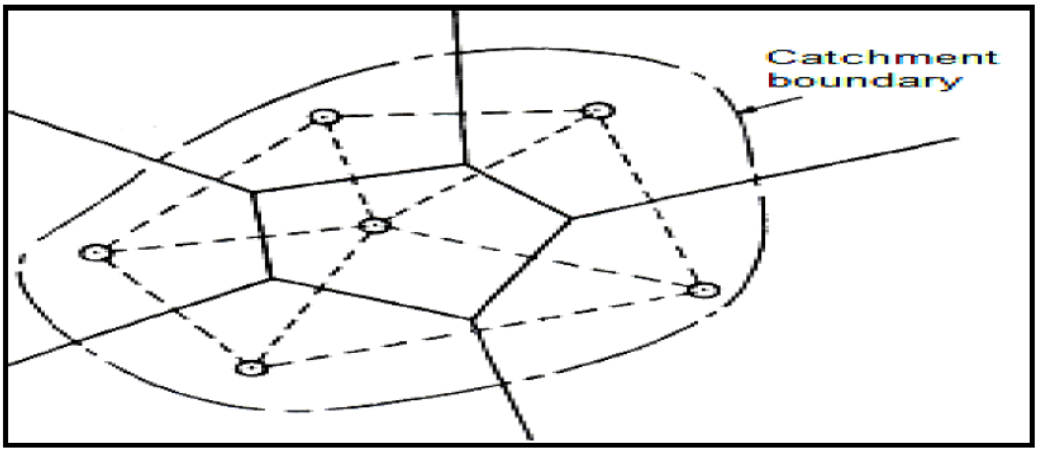
المساحة الكلية للحوض

حيث :

P_1 و P_2 و . . . و P_n هي أعماق المطر المسجلة عند محطات رصد المطر 1، 2، 3 ، . . . ،n في فترة معينة.

A_1 و A_2 و . . . و A_n هي مساحات مضلعات تيسين عند محطات رصد المطر 1، 2، 3 ، . . . ،n

n : العدد الكلي لمحطات القياس.



شكل (9) تحدد عمق المطر بطريقة مضلعات تيسين

مثال (2)

احسب عمق الهطول بطريقة المتوسط الحسابي وطريقة مضلعات تيسين للبيانات التالية :

رقم المحطة	1	2	3	4
مساحة مضلع تيسين	45	40	30	38
عمق الهطول (مم)	30.8	34.6	32	24.6

طريقة المعدل الحسابي

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \ldots\ldots + P_n}{n}$$

$$\bar{P} = \frac{30.8 + 34.6 + 32 + 24.6}{4} = 30.5 \ mm$$

طريقة مضلعات تيسين

$$P_{av} = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \ldots\ldots A_nP_n}{A_1 + A_2 + \ldots\ldots A_n} = \sum_1^n \frac{A_iP_i}{A_i}$$

$$P_{av} = \frac{45 \times 30.8 + 40 \times 34.6 + 30 \times 32 + 38 \times 24.6}{45 + 40 + 30 + 38} = 30.49 \ mm$$

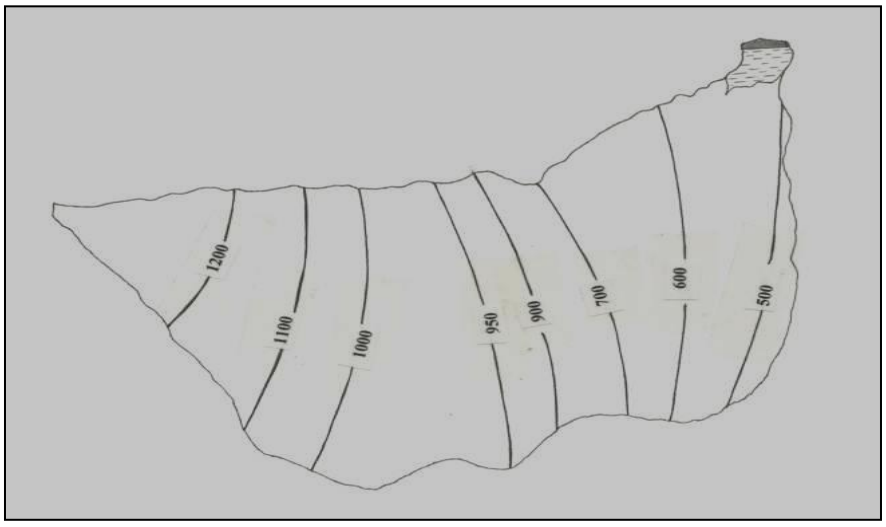
C- طريقة خطوط التساوي المطري

تتلخص هذه الطريقة برسم خطوط التساوي المطري على خريطة المنطقة (المسقط المائي) الموقع عليها محطات القياس وارتفاع المياه المتساقطة عند كل محطة، وهذه الخطوط تمثل توزيعاً ذا

دقة كبيرة للمياه المتساقطة على المنطقة. ولحساب الارتفاع المتوسط للمياه المتساقطة على المنطقة تقاس مساحة الجزء المحصور بين كل خطين متتاليين من خطوط تساوي المطر (a_i(Km^2 ثم تضرب بالسمك المتوسط للتساقط (mm) p_i والذي يساوي المتوسط الحسابي للخطين اللذين يحددانها و بجمع حاصل ضرب a_i . p_i كلها (الحجم) وتقسيم المجموع على المساحة الكليةA (Km^2) يتم الحصول على الارتفاع المتوسط للتساقط المطري حسب العلاقة التالية:

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i \cdot p_i}{A}$$

والشكل (٨-٢) يبين خطوط التساوي المطري لحوض مائي في محافظة حمص (منطقة الحولة).



الشكل (٨-٢): خطوط التساوي المطري لحوض مائي في محافظة حمص (منطقة الحولة).

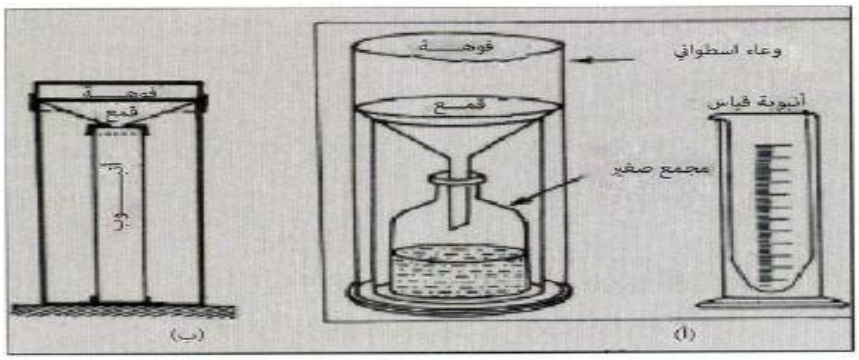
٨-٢- أجهزة قياس الهطل المطري:

إن مبدأ عمل هذه الأجهزة هو جمع الهطل المطري ثم تحديد حجمها وتحويله إلى ارتفاع. و بشكل عام تعتمد هذه الأجهزة أو المقاييس على القاعدة التالية:" ارتفاع 1mm من الماء يتوافق مع حجم قدره $1dm^3$ (١دسم٣) أو (1 L) (١ ليتر) يتوزع بشكل متجانس على مساحة قدرها متر مربع (1 . m^2)

ومن أهم هذه الأجهزة:

١ – مقياس المطر العادي:

عبارة عن جهز بسيط، وظيفته تجميع الأمطار الهاطلة ليصار إلى قياسها بواسطة أنبوب مدرج (سلندر). ويتكون هذا الجهاز من وعاء معدني او بلاستيكي أسطواني فوهته حوالي 16 cm وطوله حوالي 58 cm وقد تزيد أو تقل هذه الأبعاد في بعض الأجهزة (حسب التصميم) ويوجد بداخل الوعاء قمع مهمته تجميع مياه الأمطار الهاطلة في علبة تقع أسفله ينتهي إليها القمع تعرف بالعلبة الجامعة (أنظر الشكل). ولقياس كمية المطار الهاطلة يتم تفريغ المياه المتجمعة في العلبة الجامعة في الأنبوب المدرج (السلندر) حيث يكون هذا الأنبوب مدرج بالمليمترات وأعشارها. ويجب أخذ قراءة مقياس المطر اليومي لأقرب 0.2 mm أو 0.1 mm .



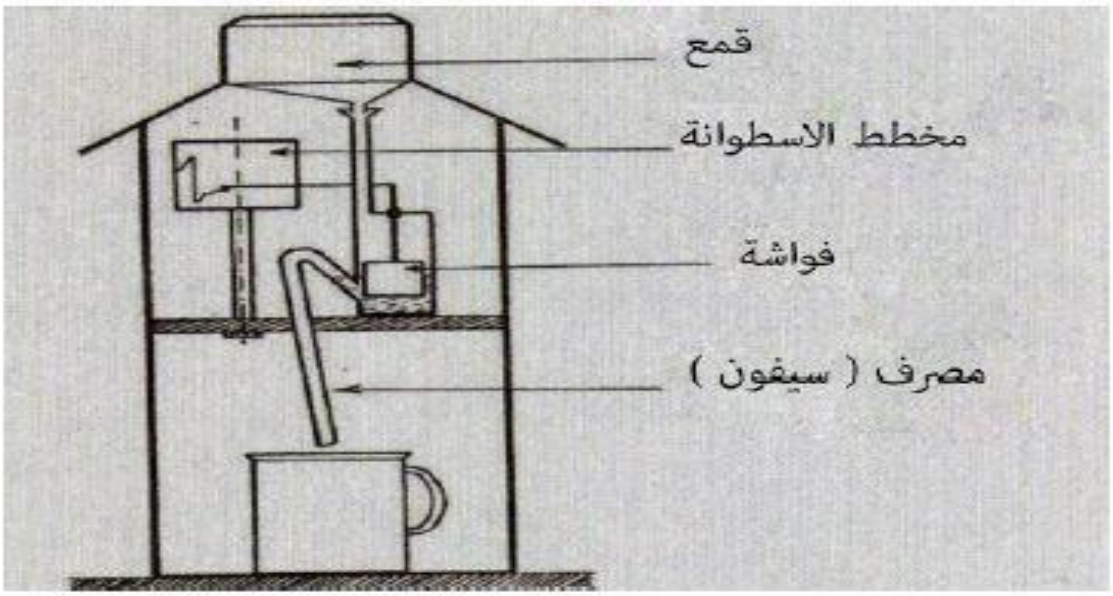
مقياس المطر العادي

٢- مسجّلات الهطل المطري:

هي عبارة عن أجهزة تقوم بقياس وتسجيل كميات المطر الهاطلة بشكل متواصل وآلي وهناك عدة نماذج من أهمها:

أ- مسجل المطر ذو الفواشة (العوامة):

يتجه المطر في هذا النموذج من المسجلات إلى وعاء أسطواني يحتوي على فواشة خفيفة ومجوفة، فعندما يرتفع مستوى الماء في الوعاء ترتفع الفواشة ويرتفع معها مجموعة ذراع الريشة المثبتة على حاملها، فيخط سن الريشة على المخطط الموجود على الأسطوانة الدائرة بواسطة ساعة زمنية نسبة هذا الارتفاع الذي يدل على كمية الأمطار الهاطلة.



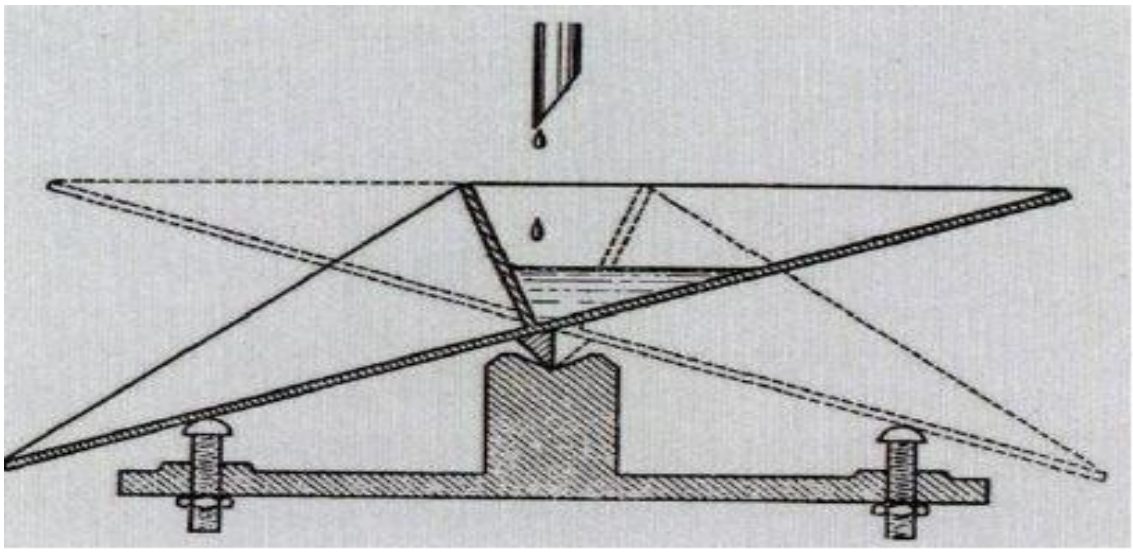
مسجل المطر ذو العوامة

ب- مسجل المطر ذو الجيب المائل:

يتكون هذا الجهاز من جيبين صغيرين سعة الواحد منهما (0.25mm) من الماء، يقعان أسفل قمع تجميع مياه الأمطار، ويكون الجيبان في حالة اتزان غير مستقر حول محور أفقي وعند هطول المطر يمر الماء إلى القمع العلوي، وبعد وصول كمية معينة من المطر (0.1 mm) يصبح هذا

الجيب في حالة عدم استقرار مما يجعله يميل باتجاه الجيب الأخر ساكباً ما به من الماء، ليعود بعدها إلى وضعه الأول لتجميع ماء المطر.

والجيبان مصممان بحيث يمكن للماء أن ينسكب من الجيب السفلي ويبقيه فارغاً، وفي نفس الوقت يظل المطر يسقط في الجيب العلوي مرة أخرى، وتؤدي حركة الجيب عند التفريغ إلى تشغيل مفتاح توصيل كهربائي ينجم عنه تحريك ذراع في طرفه سن ريشة تبين به كل مرة من مرات التفريغ على مخطط خاص متحرك وعن طريق ذلك يمكن معرفة كمية الأمطار الهاطلة.



أساس مسجل المطر ذو الجيب المائل

ج- مسجّل المطر ذو الميزان:

وهو عبارة عن جهاز يقوم بجمع وتسجيل كمية الهطول مهما كان نوعها، حيث يجمع الهطول بواسطة مستقبل خاص مشابه لجهاز المطر العادي. ثم يوزن الماء المجموع بواسطة ميزان خاص بصورة آلية محولاً الوزن مباشرةً إلى مليمترات مكافئة للمطر الهاطل. ويتحرك سن ريشة آلياً على مخطط ملفوف على أسطوانة تدور دورة كاملة كل يوم معطياً تسجيلاً مستمراً لكمية الهطول. **والميزة الرئيسية لهذا المسجل تتمثل في إمكانية تسجيل كمية الهطول الصلب من ثلج وبرد دون ان يكون هناك حاجة لصهر الهطول الصلب قبل تسجيله.**

نهاية الجلسة