الفصل الثانى

التحليل الهيدروليجى لبيانات الترسيب

Hydrological Analysis of Precipitation Data

قبل مناقشة التجريد أو المستخلصات (Abstractions) من الترسيب، مثل. الرشح (Infilteration)، البخر، والنتح بتفصيل أكبر في الفصول التالية فإننا سوف نبدأ بمناقشة عملية الترسيب نفسها بالتفصيل. حيث سيتم تناول كيفية حدوث الترسيب، وقياسه ونظام تجميع البيانات وتحليلها.

١- الترسيب وأشكاله:

المياه تتبخر من المسطحات المائية مثل الأنهار، البرك، البحار.. إلخ وكذلك من الأرض ومن النبات في شكل بخار الماء. بخار الماء هذا يتجمع في الجو ويكون سلوكه مثل الغاز. في ظروف الضغط ودرجة الحرارة العادية فإن بخار الماء يخضع لمختلف قوانين الغازات (أي قانون بويل وقانون شارل.. إلخ). مع استمرار التبخر تزداد كمية البخار الجوي. ولكن نظرًا لأن الفضاء (Space) يمكنه فقط الاحتفاظ بكمية معينة فقط من البخار في وجود سطح صلب أو سائل، فإنه يتم الوصول إلى مرحلة أي إضافة من البخار سوف تتكثف على الأسطح. البخار يمكن أن يتكثف في أشكال مختلفة، مثل الضباب والثلج والمطر.. إلخ. الماء الذي يتم تبخيره يعود ثانيا إلى سطح الأرض في أي من تلك الأشكال. هذا الماء الذي يعود إلى سطح الأرض في أشكال مختلفة مثل المطر، الثلج، البرد.. إلخ يعرف بالترسيب.

الجزء الكبير من الترسيب يحدث في شكل المطر؛ والجزء الصغير في شكل الثلوج وأشكال أخرى للترسيب مثل البرد، الضباب .. إلخ تكون صغيرة جدا وعموما يتم إهمالها في تصميم معظم الأشغال المائية، لذلك ليست ذات أهمية.

مصطلحات هامة ذات علاقة بالترسيب:

ضغط التشبع (Saturation pressure)

بخار الماء يوجد عموما في الجو. أحيانا يكون بمفرده أو مخلوطا مع غازات أخرى. الضغط الناتج بأي من تلك المكونات يعرف بالضغط الجزئي (Partial pressure) الضغط الناتج عن البخار الموجود في الهواء يعرف بضغط البخار. (Vapour pressure). وإذا كان الهواء تام التشبع بذلك البخار فإنه عندئذ بضغط بخار التشبع أو ضغط التشبع. (Saturation Vapour Pressure or Saturation Pressure) يقدر ضغط التشبع بالسنتيمتر زئبق ويتوقف مباشرة على درجة الحرارة. الفرق بين ضغط بخار التشبع وضغط البخار الحقيقي عند درجة حرارة ثابتة يعرف بنقص التشبع (Saturation Deficit). في حالة ثبات الضغط الجوي وانخفاض درجة الحرارة أي أن الهواء يتم تبريده عند ضغط جوي ثابت فإنه تجئ حالة عندما يصبح الهواء مشبعًا بنفس كمية البخار. درجة الحرارة هذه تعرف بنقطة الندى (Dew Point). في حالة استمرار التبريد، فإن البخار يتم تكثيفه على الأسطح الملاصقة. هذا التكثف يكون في شكل ندى (Dew) إذا كانت نقطة الندى تزيد عن صفر درجة مئوية، وسوف يكون فى شكل الجليد إذا كانت نقطة الندى أقل من صفر درجة مئوية.

الرطوبة والرطوبة النسبية (Humidity and Relative Humidity)

مصطلح الرطوبة يستخدم للحصول على معلومة حول كمية الرطوبة الموجودة في الهواء، كمية المحتوى من الرطوبة الموجودة في الهواء، عند التعبير عنها بالكتلة على وحدة الحجم تعرف بالرطوبة المطلقة (Absolute Humidity).

الرطوبة المطلقة عن درجة حرارة معينة = كتلة الرطوبة الموجودة في وحدة الحجم من الهواء عند درجة حرارة معينة.

الرطوبة النسبية: (Relative Humidity)

الرطوبة النسبية تعرف بأنها ضغط البخار الحقيقي إلى ضغط بخار التشبع عند نفس درجة الحرارة. لذلك، فإنها تعطي فكرة عن مدى تشبع الهواء.

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط البخار الحقيقي عند درجة حرارة معينة}}{\text{ضغط بخار التشبع عند نفس درجة الحرارة}}$$

أحيانًا، تعرف الرطوبة النسبية بأنها الكتلة على وحدة الحجم للبخار الحقيقي الموجود في الهواء، إلى ذلك الذي يمكن أن يحتويه عند نفس درجة الحرارة في حالة التشبع التام.

الرطوبة يمكن أن يتم قياسها أما بواسطة مقياس رطوبة الجو ذو البصيلتين المخضلة والجافة (Psychrometer) أو بواسطة جهاز قياس الرطوبة النسبية في الجو (Hygrometer). كذلك فإن الرطوبة المطلقة يمكن قياسها كذلك بالتمرير المباشر لحجم معين من الهواء خلال مادة تجفيف، التي تمتص الرطوبة من الهواء. زيادة الوزن لمادة التجفيف هذه مقسومًا على حجم الهواء المار. سوف يعطي الرطوبة المطلقة للهواء.

الرطوبة المطلقة (Absolute Humidity):

تقل بسرعة مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض. حوالي نصف إجمالي الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي تكون فقط خلال مسافة مقدارها واحد ميل من سطح الأرض. الرطوبة تقل مع الارتفاع، لأنه عند الارتفاعات العالية فإن تيارات الحمل الحراري المسئولة عن حمل بخار الماء في الهواء تقل كثيرًا.

أنواع الترسيب: (Types of precipitation)

رغم أن الرطوبة تكون موجودة باستمرار في الجو، ولكنها تتكثف فقط عند برودة الهواء، بحيث أن يصبح مشبعًا بنفس بخار الماء. الآلية العادية التي بها يتم تبريد الهواء ليسبب الترسيب هي الارتفاع لكتلة الهواء. توجد ثلاث طرق مختلفة التي ترتفع بها كتلة الهواء، بما يسبب التبريد والترسيب لبخار الماء الجوي وبالتالي الترسيب في شكل أمطار غالبًا أو أحيانًا في ظروف خاصة في شكل برد، ثلج.. إلخ. طبقًا للطريقة التي يتم بها تبريد الهواء بما يسبب الترسيب، فإنه يمكن أن يكون هناك ثلاثة أنواع من الترسيب وهي كالآتي:-

الترسيب الدوامي أو المنخفض الجوي أو الإعصار الحلزوني
(Cyclone Precipitation)

الترسيب الحلزوني يكون بسبب ارتفاع كتلة الهواء نتيجة الاختلاف في الضغط. في حالة حدوث ضغط منخفض في مساحة ما، فإن الهواء سوف يتدفق أفقيا من المساحة المحيطة مسببًا ارتفاع الهواء في مساحة الضغط المنخفض. الترسيب الذي يحدث يسمى الترسيب الحلزوني غير الأمامي (Non Frontal). في حالة ارتفاع كتلة هواء فوق كتلة هواء أخرى فإن الترسيب يسمى الترسيب الحلزوني الأمامي (Frontal). الحدود بين كتلتي الهواء ذاتا الاختلاف في درجة الحرارة والكثافة (كتلة هواء ساخنة والأخرى باردة) تعرف بالسطح الأمامي(Front or frontal Surface). كتلة الهواء الضخمة الدوامية (Whirling) التي يكون الضغط الجوي في مركزها منخفضًا تعرف بالمنخفض الجوي أو الإعصار الحلزوني (Cyclone). الهواء الذي يندفع أفقيًا نحو المساحة ذات الضغط المنخفض يتغير إلى كتلة دوامية بسبب الحركة الدورانية للأرض حول محورها. هذا المنخفض الجوي (Cyclone) عبارة عن كتلة ضخمة من الهواء، ذات قطر يتراوح من ٨٠٠ – ١٦٠٠ كيلو متر وتتحرك بسرعة حوالي ٥٠ كيلومتر في الساعة. الجزء المركزى لذلك المنخفض الجوي حيث يكون الضغط منخفضًا، يعمل مثل المدخنة، التي يصعد خلالها الهواء، ويبرد وأخيرًا يتكثف، مسببًا الترسيب.

ترسيب المنخفض الجوي أو الإعصار الحلزوني يمكن أن يحدث في شكل رذاذ (Drizzle)، مطر متقطع، أو مطر مستقر. إذا كان الترسيب بسبب جهة أو واجهة باردة (Cold Front) فإنه يكون شديد جدًا ولفترة قصيرة بينما ذلك بسبب الجبهة الدافئة (Warm Front) يكون أكثر استمرارًا، الاحتمال الثالث هو الجبهة المسدودة (Occluded Front). الجبهة المسدودة تحدث عندما تتجاوز أو تتخطى الجبهة الباردة الجبهة الساخنة.

إطار الترسيب هو تجميع بين توزيعات كل من الجبهة الباردة والساخنة. الجبهة الباردة هي تلك حيث الهواء الساخن يستبدل بالهواء الأبرد، بينما في الجبهة الساخنة تكون الحالة العكسية.

الترسيب بالحمل الحراري (Convective Precipitation)

الترسيب بالحمل الحراري يرجع إلى تحرك الهواء الأكثر دفئا عن ما يحيطه إلى أعلا عموما، هذا النوع من الترسيب يحدث في المنطقة الحارة بين المدارين (Tropics)، حيث في اليوم الحار، فإن سطح الأرض تكون سخونته غير متساوية، بما يسبب ارتفاع الهواء الأكثر سخونة، والهواء البارد يأتي ليحل محله. التيارات العمودية للهواء تحدث سرعات شديدة وتسبب خطورة للطائرات. الترسيب يحدث في شكل رذاذ شديد جدا ولمدة قصيرة.

الترسيب الجبلي (Orographic Precipitation)

الترسيب الجبلي هو أهم ترسيب، فهو المسئول عن معظم الأمطار الكثيفة في المناطق الجبلية. الترسيب الجبلي يكون بسبب الكتل الهوائية التي تصطدم مع بعض الحواجز الطبوغرافية الطبيعية مثل الجبال والمرتفعات ولا تستطيع التحرك إلى الأمام لذلك فإنها ترتفع مسببة التكثيف والترسيب. أكبر كمية ترسيب تسقط على الجانب المقابل للريح (Windward Side)، الجهة التي تهب نحوها الريح، أي متصرف الرياح (Leeward Side)، غالبا له ترسيب قليل. الحواجز الجبلية تميل إلى زيادة كل من الترسيبات الدوامية والترسيبات الجبلية بسبب زيادة الارتفاع.

سقوط المطر سيكون من الرذاذ وسقوط المطر المستقر. مثال لذلك النوع من الموانع الطبيعية هو الميل الجنوبي لجبال الهيمالايا، حيث الرياح المثقلة بالرطوبة من خليج البنغال تصطدم بالميل الجنوبي للهيمالايا مسببة أمطار غزيرة، حيث يصل المتوسط السنوي لسقوط الأمطار إلى ١٢٧٠سم.

كذلك فإن الرياح القادمة من المحيط الباسيفيكي تصطدم مع الميول الغربية لسلسلة الجبال الساحلية في واشنجتن مسببة الأمطار الغزيرة.

تكوين نقاط المطر: (Formation of Raindrops)

التكثيف يكون بسبب برودة الهواء، ولكن التكثيف ليس بالضرورة مسببا للترسيب في الحقيقة، التكثيف يكون ما يعرف بالسحب أو الضباب (Clouds or Fog) . السحاب عموما يتكون من جسيمات من الثلج ونقاط صغيرة من الماء، ذات قطر حوالي ٤٠

ميكرون، بارد إلى أقل من درجة حرارة التجمد. لمثل درجة الحرارة هذه يكون ضغط البخار المشبع أقل على سطح الثلج عنه على سطح الماء. الهواء في السحاب سوف يكون له ضغط بخار ما بين ضغطين التشبع تلك إلى حد ما، وبذا فإن نقاط الماء سوف تتبخر، ويحدث التكثيف على جسيمات الثلج. لذلك تتكون النقاط الكبيرة والتي تبدأ في السقوط. أثناء الرحلة إلى أسفل هذه، فإنها تتصادم وتتجمع معا لزيادة حجمها ثانيًا حتى ٤٠٠ – ٥٠٠ ميكرون، الذي هو الحجم العادي لنقاط المطر.

قياس سقوط الأمطار (Measurement of Rainfall)

بهدف تقدير تأثير الترسيب، فإنه يكون من الضروري قياس الترسيب وإيجاد توزيعه في أماكن مختلفة على الأرض.

كل أشكال الترسيب يتم قياسها بالعمق الرأسي للمياه التي سوف تتراكم على سطح مستوى إذا كان كل الترسيب قد استمر حيث سقط. إجمالي كمية الترسيب الساقطة على الأرض في فترة معينة يتم التعبير عنها بالعمق الذي يتراكم على المستوى الأفقي لسطح الأرض، وذلك في حالة عدم وجود فقد بالتبخير أو الانسياب السطحي، وأن كل جزء من الترسيبات الساقطة مثل الثلج أو البرد قد انصهر وتحول إلى الماء. أجزاء الترسيب الهامة (هما المطر والثلج) يتم قياسهم كل على حدة بأجهزة قياس تسمى (Gauges). نظرا لأن كمية الترسيب تتغير من مكان إلى آخر، لذلك فإنه يكون من الضروري إقامة تجهيزات قياس عند نقط حاكمة مختلفة. أبسط طريقة لقياس الترسيب هي بوضع أجهزة قياس ذات فتحة دائرية أفقية معلومة المساحة وجمع وقياس الترسيب المتجمع فيها عند فترات منتظمة. يفترض أن تلك الكمية من المطر الساقط المتجمع في جهاز القياس تمثل مساحة معينة حول النقطة التي تم عندها القياس.

أنواع أجهزة قياس المطر:(Types of Rain Gauges)

أي وعاء مكشوف ذو أجناب عمودية يمكن أن يستخدم كمقياس لسقوط الأمطار. تلك الأوعية المستخدمة في القياس تسمى (Rain Gauges). يوجد نوعين من أجهزة قياس المطر المستخدمين عادة وهما النوع المسجل والنوع بدون تسجيل.

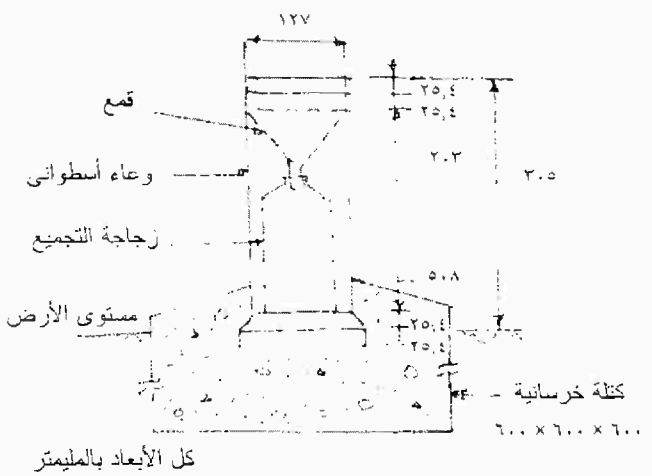
أجهزة قياس المطر بدون تسجيل: (Non Recording Rain Gauges)

وهذه الأجهزة تقوم فقط بجمع المطر، ثم يتم قياس ما تم تجميعه بواسطة اسطوانات مدرجة، بما يمكن من تحديد حجم المطر الساقط بالسنتيمتر لعمق المياه أي:

$$\text{عمق المطر الساقط بالسنتيمترات} = \frac{\text{حجم المياه التي تم جمعها بالسنتيمتر المكعب}}{\text{مساحة قيمة قياس القياس بالسنتيمتر المربع}}$$

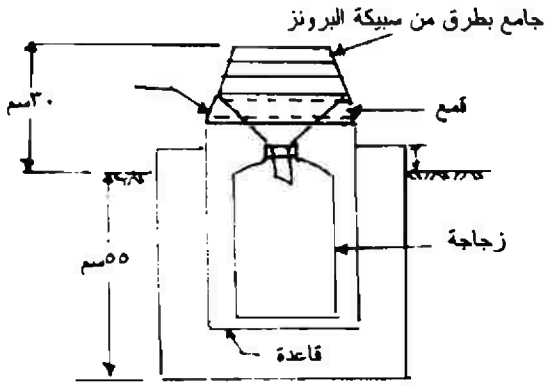
أجهزة قياس في أبسط أشكالها عبارة عن اسطوانات مجوفة مفتوحة عند أحد طرفيها، ولها ثلاث مكونات وهم المجمع (Collector) أو المستقبل (Receiver)، والقمع (Funnel) وأنبوب القياس (Measuring Tube)، المجمع يكون عميقاً وطرفه يكون حادا. ولخفض التناثر لنقاط المطر، لتوجيه الماء نحو أنبوب القياس يتم توفير قمع بزاوية ٤٥ درجة. المستقبل يكون موجودا في وعاء الطفح (Over Flow Can) لخفض الفقد بالبخر بسبب الإشعاع. الأقماع تعيق انسياب البخار وبالتالي خفض البخر.

أجهزة قياس المطر بدون تسجيل يجب أن تتم قراءتها بواسطة المراقب المعين الذي يأخذ القراءة كل يوم. في بعض الحالات تتم ملاحظة وتسجيل وقت البداية والنهاية للمطر لعاصفة واحدة. في حالة التغطية المحدودة لجهاز قياس المطر فإنه يقبل قياس المطر من أنواع مختلفة من الأوعية مثل الصفائح، الطاسات.. الخ. جهاز المقياس بدون تسجيل المستخدم عادة هو جهاز المعروف باسم (Simon Gauge) شكل (٢/١).



شكل (٢/١) مقياس سيمون بدون تسجيل

ولقد حدث تطوير لذلك الجهاز ويوجد أربعة أنواع من هذا التطـــوير كمـــا فـــي الشكل (٢/٢) جدول (١).



شكل (٢/٢) مقياس المطر القياسى

طاقات القياس العادية ومجموعها:

طاقة القياس القياسية سقوط المطر بالمليمتر	حجم الجامع سم	القاعدة	طاقة قاعدة بولي يثن (باللتر)
١٠٠	٢٠٠	صغيرة	٢
٢٠٠	٢٠٠	صغيرة	٤
٤٠٠	١٠٠	صغيرة	٤
١٠٠٠	١٠٠	كبيرة	١٠

أجهزة قياس وتسجيل المطر تعمل آلياً حيث يتم التسجيل المستمر لسقوط المطـــر بالنسبة للوقت في شكل مخطط. أجهزة التسجيل ضرورية لتعيين مقادير الترسيب في الفترات الزمنية القصيرة، حيث المعلومات تكون واجبة عند تحليـــل لـــسقوط أمطـــار العاصفة.

أجهزة قياس وتسجيل المطر من ثلاثة أنواع وهي:

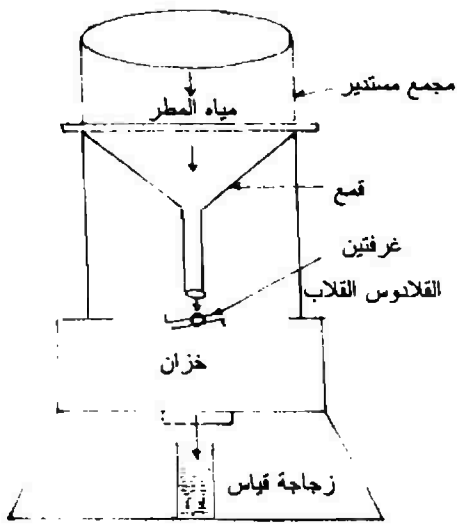
١- القادوس القلاب (Tipping Bucket).

٢- جهاز القياس بالوزن (Weighing Gauge)

٣- جهاز قياس المطر الطافي (Floating Gauge)

١- في حالة القادوس القلاب

يتم احتجاز مياه المطر في المستقبل (الجامع) ثم يتم مروره خلال القمع إلى القواديس المتزنة (Balanced Buckets) والتي تنقلب إلى الخلف وإلى الأمام مع امتلائها بالمطر. ٠,٢٥ ملليمتر أو ٠,٠١ بوصة من سقوط المطر سوف يملأ غرفة واحدة وقلب الاتزان بحيث أنه ينقلب ويفرغ نفسه في المستقبل، ويحرك الغرفة الثانية إلى مكان أسفل القمع شكل (٢/٣).

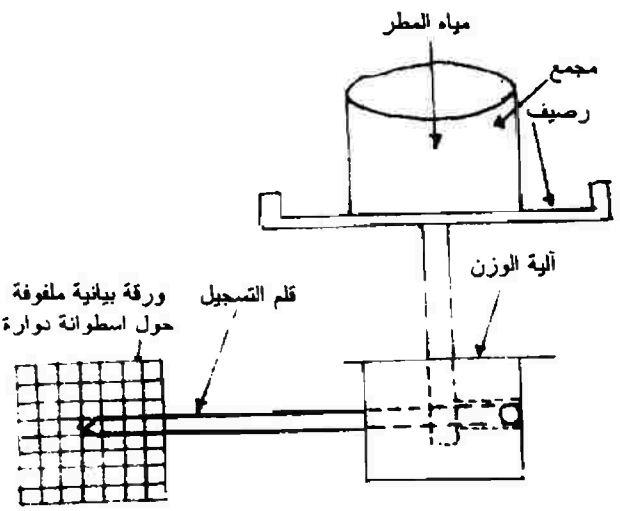


شكل (٢/٣) توضيح آلية التسجيل للقادوس القلاب لقياس وتسجيل المطر

يتم تشغيل دائرة كهربية عندما ينقلب القادوس. هذا يسبب تحريك القلم الذي يقوم بوضع علامة على المسجل. إذا كان انقلاب القادوس مصممًا لحدة معنية، فبسبب القصور الذاتي (Inertia) فإن القواديس سوف تنقلب إما في الحال أو متأخرًا جدًا لحالات حدة أخرى. ثانيًا، إذا كانت حدة سقوط المطر عالية جدًا، فإن القواديس سوف تميل سريعًا بحيث أن الاهتزاز في المسجل يميل إلى التطابق ويجعل القراءة الصحيحة شديدة الصعوبة وأحيانًا مستحيلة. مثل تلك أجهزة القياس تحتاج إلى خدمة صيانة بسيطة (Servicing) من آن إلى آخر بدون استخدام نظم تسخين فإن مثل تلك الأجهزة لا يمكن استخدامها لقياس سقوط الثلج (Snow fall).

٢- أجهزة القياس بالوزن:

في أجهزة القياس بالوزن فإن المستقبل يستقر على تدريج الوزن بنوع من الزنبرك شكل (٢/٤). الزنبرك ينضغط مع تراكم الترسيب في المستقبل، بسبب هذا فإن القلم يعمل والذي يرسم مخطط في شكل مخطط الكتلة شكل (٢/٤). ميل المنحنى بالنسبة للمحور الأفقي يعطي حدة سقوط الأمطار. لذلك، فإنه في نوع جهاز القياس هذا، يمكن تعيين فترة سقوط المطر، وإجمالي المطر الساقط وحدته في نفس الوقت. هذا النوع من القياس مناسب لقياس كلاً من سقوط المطر والثلج. ويعتقد أنه يعطي نتائج أفضل مقارنة بجهاز القادوس القلاب وحاليًا يستخدم كثيرًا.



شكل (٢/٤) يوضح آلية التسجيل لمقياس المطر والتسجيل بالوزن

في حالة جهاز قياس المطر الصافي شكل (٥ أ / ٢) يتم وضع العوامة في المستقبل في معظم الحالات. ارتفاع العوامة مع زيادة إمساك المطر الساقط يتم تتبعه بواسطة قلم على مخطط بياني. التسجيل الناتج بهذه الطريقة يكون كذلك في شكل مخطط كتلة كما في الشكل (٥ب/٢). توجد فرص تلف للعوامة في حالة تجمد المطر الساقط. هذا المقياس الطافي يعمل مثل مسجل مرحلة الماء الطافي. يتم توفير تجهيز سيفون لتفريغ غرفة العوامة بسرعة بمجرد امتلاء الغرفة، بذلك

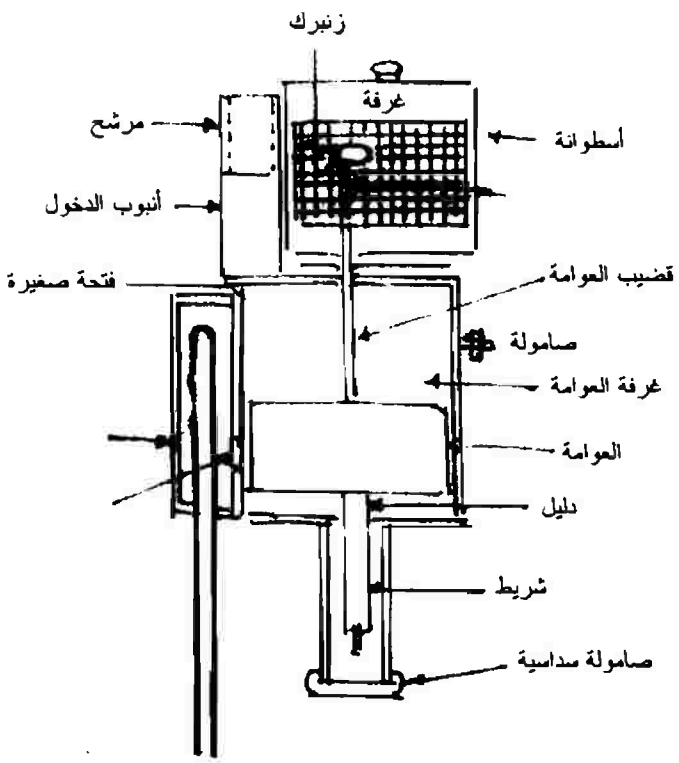
نتجنب الحاجة إلى توفير غرفة كبيرة. مقياس التسجيل من نوع الطفو يسمى كذلك مقياس المطر بالسيفون (Syphon Rain Gauge). قد يكون من نوع التفريغ الذاتي.

مميزات جهاز القياس والتسجيل هي:

- إمكانية الحصول على بيانات في المناطق التي يصعب الوصول إليها.
- عدم وجود خطأ.
- إمكانياتها كبيرة.

العيوب:

- التكلفة العالية.
- عدم انتظام التسجيل بسبب خطأ كهربي أو ميكانيكي.



شكل (٥ أ/٢) مقياس تسجيل المطر بالطفو

القياس الراداري للترسيب: Radar Measurement of Precipitation:

بمساعدة الرادار يمكن قياس سقوط الأمطار بنطاق دقة ١٠% من الكمية المسجلة بواسطة مقياس المطر. في المناطق البعيدة، حيث يصعب إقامة أجهزة قياس المطر، يمكن الحصول على التسجيل المستمر للمطر من الرادار. الموجات الكهرومغناطيسية عالية التردد التي ترسل بواسطة الرادارات تسير بسرعة الضوء. جزء صغير من هذه الطاقة ينعكس بواسطة الأغراض التى في السماء ويتم كشفه بالرادار. بالمعايرة الصحيحة لسقوط الأمطار وشدة الصدى فإنه يصبح ممكناً قياس شدة سقوط المطر. ولكن هذا النظام الراداري مكلف جدًا.

قياس سقوط المطر بالقمر الصناعي: Satellite Measurement of Rain Fall

زاد استخدام الأقمار الصناعية في مجال الأرصاد الجوية لدراسة المناخ. المبدأ المعروف أن انتقائية الغلاف الجوي (Atmoshperic Selectivity) تنقل الإشعاع عند مختلف أطوال الموجات. أجهزة الإحساس بالقمر الصناعي تستفيد بهذا المبدأ. أطوال الموجة المرئية هو ما بين ٠,٧٧ إلى ٠,٩١ ميكرومتر وأطوال الموجة الحرارية تحت الحمراء هو في المجال من ٨ إلى ٩,٢، ١٠,٢ إلى ١٢,٤ و ١٧ إلى ٢٢. معظم الأقمار الصناعية تتوقف على كشف الإشعاع في أطوال الموجة المرئية والحرارية تحت الحمراء من الإشعاع الذي يتم استقباله، يتم إنتاج صور بواسطة الأقمار الصناعية. تلك الصور يتم إعدادها بأشكال مختلفة بواسطة الأقمار الصناعية.

الأخطاء في قياسات الترسيب: Errors In Precipitation Measurements

أي إعاقة توضع في تدفق الماء (الهواء) سوف تسبب اضطراب (Turblence) لذلك، فإن أجهزة قياس المطر، تنتج اضطراب في تدفق الهواء في المكان الذي توضع فيه حيث يوجد خفض في اقتناص المطر الساقط. بالمثل، فإن الاضطراب الناتج من البنية المجاورة مثل الأشجار، المباني.. إلخ سوف تؤثر على التلقي. الاضطراب هو دلالة مباشرة لقوة الرياح والمساحة. نظرًا لأن سرعة الرياح تزداد مع الارتفاع فوق الأرض فإنه يكون الأفضل وجود قمة المستقبل منخفضة ما أمكن ذلك. يتم وضع أجهزة القياس بعيدًا عن الأشجار، المباني.. إلخ بما لا يقل عن أربع أضعاف ارتفاعها. أحيانا يستخدم حاجز للرياح لخفض تأثير اضطراب الريح.

الفقد بسبب التبخير قد يسبب أخطاء كبيرة في حالة تعرض أجهزة القياس إلى الهواء الحر لفترة زمنية طويلة. يمكن استخدام الزيت لخفض الفقد بالتبخير. الأخطاء في القراءة للتدريج على مقياس التدريج تكون عشوائية. عند وضع عصا القياس في أنبوب القياس، فإنها تزيد القراءة بمقدار ١% إذا كان الجهاز مائلاً بنسبة ١٠% وأن المطر يسقط عموديا، فإن الفقد في الحجز يكون بنسبة ١,٥%.

عدم دقة القياسات لمعدلات سقوط الأمطار قد تكون نتيجة مشاكل الاحتكاك في آلية الوزن لجهاز القياس بالوزن وفي دليل الطفو في أجهزة القياس بالطفو.

بيان الترسيب:(Precipitation Data)

لأغراض التصميم والتشغيل لمشروعات الموارد المائية، مثل المفيض في السد، أشغال الحماية من الفيضان، المعلومات نحو أقصى تدفقات في المجرى تكون أساسية. معظم الوقت مثل هذه المعلومات ليست متاحة أو تكون نادرة. ولكن تسجيل الترسيب لفترة طويلة من الوقت يكون عادة متاحا في الأماكن القريبة من موقع المشروع. دراسة بيان سقوط الأمطار ومطابقته مع بيان التدفق السطحي يكون مجديا ويمكن أن يساعد في امتداد تسجيلات التدفق السطحي.

التغير في الترسيب (Variation In Precipitation)

التبخر من المسطحات المائية الضخمة يشكل المصدر الرئيسي للرطوبة لأجل الترسيب. الترسيب يميل إلى أن يكون شديدا قريبا من السواحل. كذلك فإن اتجاه الريح السائد من البحر يؤثر على الترسيب، متوسط سقوط المطر السنوي يكون أعلى قرب الشاطئ. عموما يقل الترسيب نحو الداخل. ولكن في حالة أن الريح السائد يكون من الأرض نحو البحر، فإن المتوسط السنوي لسقوط المطر لن يكون شديدا. نظرا لأن متوسط درجة الحرارة السنوية يؤثر على التبخير وتحرك الريح، فإنه كذلك يؤثر على سقوط المطر. لقد وجد أن الترسيب يزداد عموما مع الزيادة في الارتفاع. كذلك يتغير الترسيب مع الوقت.

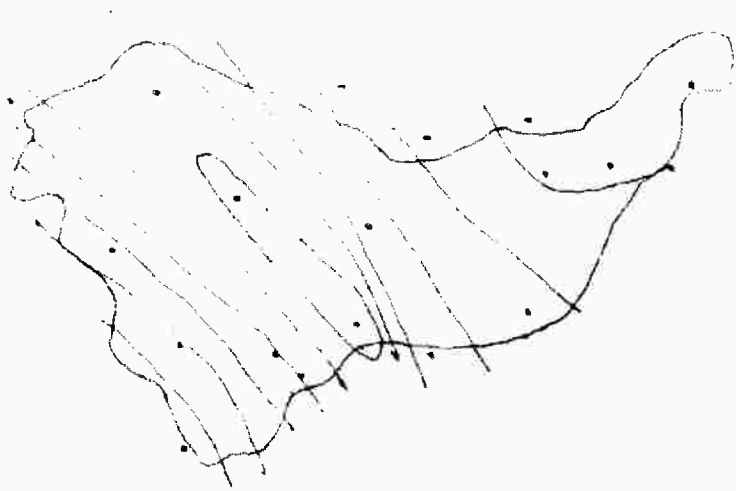
التغير في سقوط المطر السنوي Variation In the Annual Rain Fall

المتوسط الحقيقي لسقوط المطر لمدة طويلة لا يمكن تقديره عند توفر تسجيلات سقوط المطر المحدودة في المحطات. لقد قام Alexander Binnie بعمل دراسة عن تغير سقوط المطر من وقت إلى آخر ثم قام بعمل الملاحظات الآتية:

- التسجيل لمدة خمس سنوات يحتمل أن يكون بنسبة خطأ ١٥%.
- التسجيل لمدة عشر سنوات يحتمل أن يكون بمتوسط خطأ ٨,٢%
- التسجيل لمدة عشرين عامًا سيكون بنسبة خطأ ٣,٣ من القيمة الصحيحة وهكذا.
- التسجيل لمدة ٣٠ – ٤٠ سنة كانت نسبة الخطأ ٢% التي تعتبر جيدة للأغراض الهندسية.

خطوط تساوي المطر (Isohytes)

الخطوط الموصلة للنقط ذات الترسيب المتساوي تساوي نقط تساوي المطر. نموذج لخريطة خطوط تساوي المطر لمدة سقوط ٢ ساعة عند عدة محطات قياس المطر الناتج من عاصفة رعدية بسيطة موضح في الشكل (٢/٦).



شكل (٢/٦) نموذج لخريطة خطوط تساوى المطر

شبكة قياس الترسيبات :Precipitation Gauge Network

خصائص الترسيب، مثل حدة الترسيب، فترة الاستمرار.. إلخ تتغير طبقًا للعاصفة، الطبوغرافيا والمناخ العام. للحصول على معلومات كاملة عن خصائص الترسيب فوق مساحات معينة، فإنه يلزم توفير شبكة قياس الترسيب. حجم الشبكة يتوقف على اعتبارات اقتصادية والغرض من الملاحظة وعوامل أخرى. لقد أوصت المواصفات بأن أدنى شبكة لشدة الترسيبات لأغراض الرصد الجوي المائية هي كالآتي:

١- محطة واحدة لكل ٥٢٠ كيلومتر مربع – في السهول المنبسطة.

٢- محطة واحدة لكل ٢٦٠ – ٣٦٠ كيلومتر مربع في المناطق ذات الارتفاع المتوسط.

٣- محطة واحدة لكل ١٣٠ كيلومتر مربع – في مناطق حيث تسود التلال وسقوط الأمطار الكثيف.