فسالت أودية بقدرها

إيجاد العلاقة بين المطر والسيح السطحي باستخدام نظرية وحدة الهيدروغراف

(Unit Hydrograph)

د. مهندس أحمد عامر الدليمي

بدأت الدراسات حول عملية تحويل المسقيط إلى سيح سطحي منذ النصف الثاني من القرن التاسع عشر وبدأ العديد من الباحثين في إيجاد معادلات تمثل العلاقة بين المطر والسيح ولم تشتهر خلال الفترة السابقة سوى المعادلة المنطقية (Rational Formula) والتي أجراها الباحث الأمريكي Kuichling سنة 1889، هذه المعادلة أو العلاقة استخدمت بشكل واسع في التطبيقات الهندسية لتقدير أقصى تصريف (أعلى تصريف)[1]، وفي عام 1932 جاء العالم Sherman بنظريته الخارقة وطريقته الذكية في (إيجاد العلاقة بين المطر والسيح لحوض نهر معين) لتنال إعجاب الباحثين جميعا في هذا المجال، وقد هيمنت هذه الطريقة فيما بعد على ما سبقها من أفكار وطرق ومعادلات وعلاقات وضعت لهذا الغرض.

ثم ما لبثت هذه النظرية التطبيقية أن تشعبت ونالت الحظ الأوفر من البحث في موضوعات علم الهيدرولوجيا، إذ لا نكاد اليوم نحصي الطرق التي استخدمت في تطبيق هذه النظرية والتي عرفت بـ (نظرية وحدة الهيدروغراف Unit Hydrograph) ونعني بمصطلح وحدة الهيدروغراف تغير تصاريف النهر مع الوقت لفترة زمنية محددة من الأمطار عندما يكون عمق المطر المؤثر وحدة عمق واحدة (سنتيمتراً أو إنجاً واحداً) ومن هنا جاءت تسمية وحدة الهيدروغراف، وقد تنوعت هذه الطرق بتنوع البيانات والأنظمة المستخدمة في إيجاد العلاقة بين المطر والسيح.

تصنيف الطرق اعتماداً على نوعية البيانات المستخدمة:

يمكن تصنيف الطرق المستخدمة في اشتقاق وحدة الهيدروغراف اعتماداً على نوعية البيانات المستخدمة، وكما يأتي:

1. طرق استخدمت بيانات حوض النهر فقط في إيجاد العلاقة، مثل طريقة (snyder) (في سنة 1938م)[2].
2. طرق استخدمت بيانات الأمطار والتصاريف معاً في إيجاد العلاقة مثل طريقة المربع الأدنى المستخدمة من قبل الباحثين (Dooge) و(Brune) سنة 1984م[3].
3. طرق استخدمت بيانات التصاريف فقط؛ كطريقة انتقاء الجذور المقترحة من قبل الباحثين الثلاثة: (Turner, Dooge, Bree) سنة 1989م[4]، وطريقة انتقاء الجذور المطورة من قبل (الدليمي)[5].
4. طرق استخدمت بيانات حوض النهر وبيانات الأمطار، أو بيانات حوض النهر وبيانات التصريف، ومثالها طريقة مقترحة من قبل (الدليمي)[6]، والتي تجمع بين طريقة انتقاء الجذور لـ: (Turner, Dooge, Bree) المعتمدة على بيانات التصاريف فقط، وطريقة (snyder) المعتمدة على بيانات حوض النهر فقط، في محاولة جديدة لتطوير طريقة انتقاء الجذور وتدارك الخطأ الذي يمكن أن يظهر في النتائج، وذلك باستخدام بيانات سهلة لحوض النهر يسهل الحصول عليها[7].

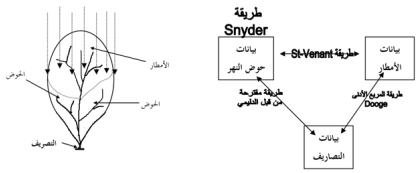
ولما تخرج أية طريقة مبتكرة أو يمكن أن تبتكر في المستقبل عن حتمية استخدام واحداً من هذه الاحتمالات المذكورة في اختيار البيانات لما تحتمه عليها طبيعة وفرضيات هذه النظريات التطبيقية.

وفي أدناه رسم تخطيطي يوضح ما تم ذكره:

بيانات الأمطار طريقة المربع الأدنى Dooge بيانات التصاريف طريقة venant-St طريقة Snyder بيانات حوض النهر طريقة مقترحة من قبل الدليمي الأمطار الحوض التصريف الحوض .

ونشير هنا إلى أن الطرق التي استخدمت بيانات الأمطار والتصاريف معاً، والطرق التي استخدمت بيانات حوض النهر وحدها، أو بالاشتراك مع بيانات الأمطار أو التصاريف، جميع هذه الطرق تعطي نتائج جيدة ودقيقة إلى حد ما اعتماداً على نوع الطريقة. أما الطرق التي استخدمت بيانات التصاريف فقط، مثل طريقة انتقاء الجذور لـ (Turner, Dooge, Bree) فكانت نتائجها غير جيدة، والتي تم تطويرها، وذلك بالاستعانة بفترة سقوط الأمطار لتعطي نتائج (جيدة ودقيقة)[8].

).



طريقة انتقاء الجذور العادية (Turner) والمعدلة من قبل (الدليمي)

تصنيف الطرق اعتماداً على نوعية الأنظمة المستخدمة:

ما ويمكن تصنيف الطرق المستخدمة في اشتقاق وحدة الهيدروغراف اعتماداً على نوعية النظام المستخدم، وكما يأتي:

1. **نظام الصندوق الأسود** (Black - Box System) **، ويمثل لهذا النظام بطريقة المربع الأدنى للباحث** (Dooge).
2. **النماذج المفاهيمية أو الافتراضية** (Conceptual model) **، ويمثل لهذا النظام بطريقة** (Nash) **وطريقة** (O'Conner) [9] ( ).
3. **معادلات الفيزياء الرياضية، ويمثل لها بمعادلات** (St- Venant) **في إيجاد السيح السطحي** ([10]).

وهنالك في الواقع العملي طيف من النماذج المطروحة لحل مسألة وحدة الهيدروغراف أو الهيدروغراف القياسي وإيجاد بيانات السيح السطحي تتناسب مع الحالات المختلفة من أحواض الأنهار والأمطار الساقطة عليها، تتراوح هذه النماذج من التحليل الصرف لنظام الصندوق الأسود، والذي لا يعتمد افتراضات فيزياوية، إلى طريقة تحليل بالغة التعقيد، والتي تنتمي لنظريات الفيزياء الرياضية.

ما جاء في القرآن الكريم بخصوص العلاقة بين المطر والسيح السطحي:

لقد أجرينا إحصائية على عدد الآيات التي ورد فيها ذكر المطر النازل من السماء فتبين أن هنالك خمسين آية، آيتان فقط من هذه الآيات ذكرت العلاقة بين المطر والسيح وكل منهما تناولت الموضوع بطريقة تختلف عن الطريقة الأخرى. والآيتان هما:

قوله تعالى في سورة الأنعام الآية ?:

(أَلَمْ يَرَوْا كَمْ أَهْلَكْنَا مِن قَبْلِهِم مِّن قَرْنٍ مَّكَّنَّاهُمْ فِي الْأَرْضِ مَا لَمْ نُمَكِّن لَّكُمْ وَأَرْسَلْنَا السَّمَاءَ عَلَيْهِم مِّدْرَارًا وَجَعَلْنَا الْأَنْهَارَ تَجْرِي مِن تَحْتِهِمْ فَأَهْلَكْنَاهُم بِذُنُوبِهِمْ وَأَنشَأْنَا مِن بَعْدِهِمْ قَرْنًا آخَرِينَ)

(الأنعام: 6)

).

قوله تعالى في سورة الرعد الآية 17

(أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ زَبَدًا رَّابِيًا وَمِمَّا يُوقِدُونَ عَلَيْهِ فِي النَّارِ ابْتِغَاءَ حِلْيَةٍ أَوْ مَتَاعٍ زَبَدٌ مِّثْلُهُ كَذَٰلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْحَقَّ وَالْبَاطِلَ فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً وَأَمَّا مَا يَنفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْأَرْضِ كَذَٰلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ)

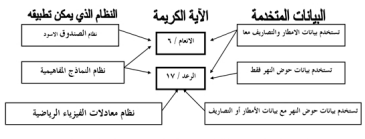
(الرعد: 17)

).

وكما يظهر فإن الآية الأولى من سورة الأنعام (الآية 6) **تناولت ذكر الأمطار وجري الأنهار التي تمثل البيانات الرئيسة في الطرق التي تستخدم بيانات الأمطار والتصاريف معا انظر شكل** ([1]) **، أما الآية الثانية من سورة الرعد** (الآية 17) **فقد ذكرت الأمطار ثم تصف حوض النهر في قوله تعالى:**

(فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا)

ثم تذكر التصريف النهري، فيقول تعالى (فاحتمل السيل) **وقد تناولت هذه الآية جميع البيانات التي تستخدمها الطرق جميعا انظر شكل** ([1]) **مع التركيز بشكل رئيس على بيانات حوض النهر في قوله تعالى:** (فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا) **ولنا في هذا تفصيل.**



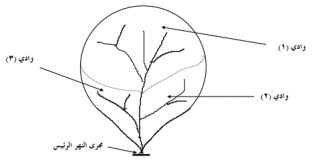
شكل رقم (١) يبين العلاقة بين الآيتين الكريمتين بالطرق المختلفة من جهة وبالأنظمة المختلفة من جهة أخرى

مناقشة العلاقة بين الآية ([17]) من سورة الرعد ونظرية وحدة الهيدروغراف:

قال تعالى: (فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ) فقد ذكر المفسرون بأن المقصود بالآية الكريمة أن تسيل هذه الأودية بمقدار طاقتها وحاجتها، وهذا قول صحيح على وجه العموم، إلا أن هنالك معنى أعمق وأدق فيه إشارة إلى نظرية تعد من أهم نظريات علم المياه في قرننا هذا وهي نظرية وحدة الهيدروغراف.

ويمكن استخلاص جملة نقاط من خلال عقد مقارنة بين الآية ([17]) من سورة الرعد ونظرية وحدة الهيدروغراف وكما يأتي:

1. ففي قوله تعالى (فسالت أودية) أطلق الفعل على الأودية ولم يطلقه على الماء والذي يمثل بجريانه حقيقة الفعل، فصور لنا هذا المجاز العقلي([11]) على أن الماء يسيل على مساحة الوادي كلها ولم يقتصر سيلانه على مساحة محددة منه، وهذا يعد شرطا مهما من شروط نظرية وحدة الهيدروغراف. فالمطر يجب أن يكون موزعا على مساحة حوض النهر كلها وبشكل منتظم. فصارت عبارة: (فسالت أودية) كناية علمية عن تحقق هذا الشرط([12]) فتحشد أذهان المتخصصين في مجال الهايدرولوجيا والدارسين لموضوع (إيجاد العلاقة بين المطر والسيح السطحي) إلى أهمية طبيعة الأودية التي تجمع تلك المياه ودورها الرئيس في رسم شكل هايدروغراف السيح، فتتجلى فكرة التركيز على العامل المؤثر الأكبر في السيح الناتج عن الأمطار وهو حوض النهر والذي يسمى هنا (الأودية) حيث إن وحدة الهيدروغراف تمثل دالة لحوض النهر فقط، ولا تمثل بيانات الأمطار في أي شكل من الأشكال.
2. كما أن لفظ (فسالت) جاءت هنا لتعطي الصورة الحقيقية لحركة الماء، فهي تتحرك على مساحة الوادي كلها حركة خفيفة فتجمع مياهها شيئا فشيئا إلى أن تصب في مجرى نهري واحد. ثم الأودية جميعها تجمع مياهها لتصب في مجرى نهر رئيسي. انظر شكل ([2]).



شكل رقم (٢) : يبين كيف ان الاودية تجمع مياهها لتصب في مجرى نهر رئيس واحد

3. في قوله تعالى (بقدرها) إشارات منها:

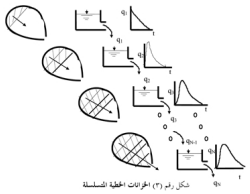
أ ـ أن تحمل الأودية من الماء بمقدار ما يسقط عليها من مطر أو أنها تحمل من الماء الساقط من السماء على قدر ما تجمعه حدودها (حدود حوض النهر). وذكر ابن عاشور: أن ذلك دال على تفاوت الأودية في مقادير المياه التي تستوعبها([13]).

ب ـ إن لشكل حوض النهر وتغير ميله من موقع إلى آخر وتغير نوع التربة من نقطة إلى أخرى فضلا عن احتواء حوض النهر على المصهاريج والبرك التي يمكن أن تجمع الماء، وغير ذلك من عوامل عديدة يتصف بها حوض النهر كل ذلك يكون له أثر كبير في تحديد مقدار التصريف النهري وكمية المياه الجارية في المجرى النهري خلال فترة زمنية محددة. فكما أن الله تبارك وتعالى قد قدر مساحات وأحجام هذه الأودية فكذلك قدر أشكالها وميولها وتفاوت نوعية تربتها وغير ذلك من صفات حوض النهر الطوبغرافية والتكوينية. فيكون في قوله تعالى: (بقدرها) احتراس يصرف الذهن إلى ما ذكرناه([14]).

4. جاء في الآية الكريمة كلمة: (أودية) ومفردها (واد) ويمكن تعريفه بأنه: (مساحة الأرض التي تجمع المياه باتجاه مجرى نهري واحد ويسمى الوادي اصطلاحا بحوض النهر أو الجابية التي تجبي الماء). وقد جاءت كلمة (أودية) في الآية الكريمة بصيغة الجمع ولم تأت بصيغة المفرد كأن تقول: (سأل كل واد بقدره) مع أن (السيل) جاء في الآية الكريمة بصيغة المفرد فقال تعالى: (فاحتمل السيل زبدا رابيا) فالمعنى يوحي بأن الأودية قد جمعت الماء في مسيل واحد وفي هذا إشارة علمية أخرى إلى أنه على الأغلب أن يكون للنهر أكثر من واد يغذيه فنجد عادة أن للنهر عدة أودية يصب بعضها في بعض وتصب الأودية كلها في المصب الأخير انظر الشكل ([2]) ثم يجري النهر بحجمه النهائي.

هذه الفكرة تعد من أعظم الابتكارات في علم المياه والتي توصل إليها العالم المعروف في هذا المجال Nash سنة 1959وبنى عليها طريقته المعروفة في إيجاد كمية التصريف النهري الناتجة من سقوط أمطار معينة على حوض ذلك النهر حيث مثّل مساحة

حوض النهر بسلسلة من أحواض الأنهر الصغيرة المتماثلة في الصفات الهيدرولوجية يصب بعضها في بعض ويمثل التصريف المخارج من الحوض الأخير التصريف النهري الإجمالي.



شكل رقم (٣) المخططات الخطية المتسلسلة

5. من أهم شروط وحدة الهيدروغراف أن المسقيط يجب أن يكون مطراً فقط أما الثلج فلا يمكن تمثيله في وحدة الهيدروغراف. وهنا نشير إلى قوله تعالى: (أنزل من السماء ماء فسالت أودية) أي أنزل الله تعالى الماء وليس الثلج أو البرد بدليل قوله تعالى: (فسالت) وحرف العطف هنا (الفاء)، وهو حرف يفيد الترتيب والتعقيب دون التراخي، أي: من غير فترة زمنية بين العمليتين، فلو كان ثلجا لاحتاج الأمر إلى وقت لذوبانه ثم سيلانه ولاستلزم الأمر استخدام حرف عطف يفيد وجود فترة زمنية بين سقوط الثلج وذوبانه وسيلانه كأن يكون حرف العطف (ثم) الذي يفيد التراخي عند النحويين. وهكذا تؤكد الآية على أن النازل من السماء هو ماء وليس شيء آخر.

6. في قوله تعالى: (أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ). نلاحظ أن حرف الفاء قد تدخل مرتين في الآية الكريمة فجزأها إلى ثلاثة أجزاء:

الأول: يعبر عن المطر الساقط والمتمثيل في قوله تعالى: (أنزل من السماء ماء).

الثاني: يعبر عن حوض النهر وعوامله المختلفة والمتمثل في قوله تعالى: (فسالت أودية بقدرها).

الثالث: يعبر عن التصريف الناتج (تصريف النهر) والمتمثل في قوله تعالى: (احتمل السيل).

وهذه العناصر الثلاثة تظهر واضحة في كل المعادلات التي تحل مشكلة تحويل المطر إلى سيح.

7 ـ إن الفكرة التي لمعت في ذهن Sherman سنة 1932 التي كانت سببا في اشتقاق وحدة الهيدروغراف تتمثل في تثبيت تأثير الأمطار والتي هي بالتأكيد في حالته الطبيعية تكون متغيرة مع الزمن فجعلها تمثل وحدة عمق واحدة (سم أو ? إنج) في وحدة زمنية معينة (? ساعة أو ?يوم) وهكذا نتج التصريف عن هذه الأمطار وحدة واحدة أيضاً وهذا التصريف أطلق عليه وحدة الهيدروغراف. وفي الآية الكريمة في قوله تعالى: (أنزل من السماء ماء) جاءت كلمة الماء (نكرة) ولم تأت (معرفة) مما يثير فكرة إلغاء تأثير الماء عند حساب كمية التصريف الناتجة إضافة إلى إبراز تأثير حوض النهر وصفاته في قوله تعالى: (فسالت أودية بقدرها) وهذا ما يتطابق وفكرة وحدة الهيدروغراف. فيكون في عبارة (فسالت أودية بقدرها) كناية علمية عن إبراز أهمية حوض النهر أو الوادي في تحديد شكل التصريف الناتج عن ذلك الحوض أو الوادي.. أخيراً أقول: (كوني متخصصاً في موضوع وحدة الهيدروغراف) إنه لا يمكن أن يكون هناك أية معادلة أو علاقة عن وحدة الهيدروغراف خارجة عن حدود الآية الكريمة في قوله تعالى: ﴿أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ...﴾ (الهوامش ، والذي حتم هذا الأمر كون القرآن الكريم كلام الله المعجز وهو مرآة الكون.

1. جبوري، صباح توما، (علم المياه وإدارة أحواض الأنهار)، دار الكتب للطباعة، جامعة الموصل، 1988.

2. Chow, V.T., Maidment, D.R.Mays, L.W., (Applied Hydrology), Mc Graw Hill Book Company, New York, (1988), p. 572.

3. Brune M.; Dooge , H.C.I., « An Efficient and Robust Method for Estimating Unit Hydrograph Ordinates «, Journal of Hydrology , (1984) , Vol. 70 , p.p. 1-24.

4. Turner , J.E. ; Dooge , J.C.I. ; Bree , T. , «Deriving the Unit Hydrograph by Root Selection «, Journal of Hydrology , (1989) , Vol. 110 , p.p. 137-152

5. الدليمي، أحمد عامر : تطوير طريقة انتقاء الجذور لا شتقاق الهيدروغراف المقياسي ـــ رسالة ماجستير، كلية الهندسة،

جامعة الموصل، ???5م.

6. المصدر نفسه.
7. المصدر نفسه.
8. الدليمي، أحمد عامر : تطوير طريقة انتقاء الجذور لا شتقاق الهيدروغراف المقياسي ـــ رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، ???5م.
9. المصدر نفسه.
10. المصدر نفسه.
11. الدليمي، أحمد عامر، آيات الأنواء الجوية في القرآن الكريم ـــ دراسة بلاغية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، ???? / 299.
12. الدليمي، أحمد عامر، آيات الأنواء الجوية في القرآن الكريم ـــ دراسة بلاغية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، ???? / 299.
13. ابن عاشور، محمد الطاهر، التحرير والتنوير، الدار التونسية للنشر: 13/118.
14. الدليمي، أحمد عامر، آيات الأنواء الجوية في القرآن الكريم ـــ دراسة بلاغية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، ???? / 299.
15. الدليمي، أحمد عامر، آيات الأنواء الجوية في القرآن الكريم ـــ دراسة بلاغية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، ???? / 299.

أ. المصادر والمراجع العربية:

القرآن الكريم.

جبوري، صباح توما،(علم المياه وإدارة أحواض الأنهر)، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ????.

الدليمي، أحمد عامر، (تطوير طريقة انتقاء الجذور لاشتقاق الهيدروغراف المقياسي)، أطروحة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، ????.

مجمع اللغة العربية، المعجم الوسيط، المكتبة العلمية، طهران.

النسفي، عبدالله بن أحمد بن محمود، (تفسير النسفي)، دار الكتاب العربي، بيروت، لبنان.

ب ـ المصادر والمراجع الأجنبية:

1. Brune M. ; Dooge , H. C. I. , “An Efficient and Robust Method for Estimating Unit Hydrograph Ordinates” , Journal of Hydrology, (1984), Vol. 70 , p.p. 1 -24.

2. Chow, V. T., Maidment, D. R. Mays, L. W. , “Applied Hydrology” , Mc Mraw Hill Book Company, New York, (1988), p. 572.

3. Delain, R. J., “Deriving the Unit Hydrograph Without Using Rainfall Data” , Journal of Hydrology, (1970), Vol. 10, p. p. 379-390.

4. Dooge, J. C. I., “Deterministic input - output models”, Academic press, London, (1979).

5. Nash, J. E.,” Systematic determination of unit hydrograph parameters”, J. Geophys Bes., (1959), 64 (1) : 111- 115.

6. Turner, J. E.; Dooge, J. C. I. , Bree, T. , “Deriving the Unit Hydrograph by Root Selection”, Journal of Hydrology, (1989), Vol. (110), p. p. 137-