

## العلاقة بين الجفاف الهيدرولوجي والجفاف المناخي في حوض نهر مرقية - سورية

بشرى علي<sup>(1)</sup>\* ووديع خوري<sup>(1)</sup>

(1). جامعة حلب، كلية الهندسة الزراعية، قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، حلب، سورية.

(\* للمراسلة: د بشرى علي. البريد الالكتروني: [balali76@yahoo.fr](mailto:balali76@yahoo.fr))

تاريخ القبول: 2021/03/23

تاريخ الاستلام: 2020/11/22

### الملخص

هدف البحث إلى تقييم وتحليل الجفاف وتأثيره على الموارد المائية السطحية اعتماداً على كل من مؤشري هطل الأمطار القياسي (SPI) ومؤشر الجفاف للتدفق (SDI). اعتمدت سلاسل الأمطار الشهرية في حوض نهر مرقية (حوض الساحل) وبيانات التدفق الفيضاني خلال الفترة الزمنية الممتدة من 1989 إلى 2011. بداية عمل على تحديد العلاقة بين هطول الأمطار والفارق الزمني للمطر واستجابة التدفق ضمن المجرى المائي عند مخرج الحوض. استخدم كلا المؤشرين في تقدير شدة الجفاف عند المقاييس الزمنية المختلفة (3, 6, 9, 12) شهراً باستخدام معامل الارتباط بيرسون. بينت النتائج وجود علاقة بين حدوث الجفاف المناخي والهيدرولوجي عند مستوى المعنوية 95%. كما ظهر تأثير الهطل في نفس الشهر، وتأخرت استجابة التدفق النهري شهر واحد، سجلت أعلى قيمة ارتباط بين المؤشرين عند المقياس الزمني 3 أشهر. بينت تحليلات الجفاف لكلا المؤشرين عن وجود حالات جفاف معتدلة في الحوض ونادراً ما كانت شديدة أثناء الفترة المدروسة. يمكن أن يستنتج أن كلا المؤشرين مناسبين لرصد حالات الجفاف الرئيسية في الحوض المدروس.

**الكلمات المفتاحية:** الجفاف المناخي، الجفاف الهيدرولوجي، حوض نهر مرقية، SPI، SDI.

### المقدمة

يعرف الجفاف بأنه ظاهرة بيئية، ويشكل جزءاً لا يتجزأ من التغير المناخي، من الممكن أن تحدث هذه الظاهرة في أي منطقة جغرافية منها المنطقة المتوسطة التي تعد واحدة من أكثر المناطق حساسيةً للجفاف (Giorgi, 2006). تختلف تعريفات الجفاف بحسب القطاعات المتأثرة به وبحسب اختصاصات الباحثين وتبعاً للاحتياجات الزمانية والمكانية للماء اللازم للنشاطات البشرية (Passioura, 2007). ينتج الجفاف المناخي نتيجة عجز في الهطل مقارنة بالمتوسط العام للهطل لفترة من الزمن في منطقة جغرافية معينة، يسبب هذا النمط من الجفاف نقص في رطوبة التربة وبالتالي نقص في الإنتاج الزراعي، وكذلك ازدياد خطر حرائق الغابات (Tallaksen and Van Lanen, 2004)، ويتطوره ينتج الجفاف الهيدرولوجي عند انخفاض في قيم التدفق ومستوى المياه السطحية والجوفية مقارنةً بالشروط الطبيعية. (McKee et al., 1993). تختلف حوادث الجفاف عن بعضها من حيث الشدة والاستمرارية والامتداد المكاني (Tsakiris et al., 2007). غير أن خطر الجفاف في أي منطقة يتحدد تبعاً لحساسية النظم البيئية والاجتماعية لهذه الظاهرة (Periera et al., 2002).

يتم تقدير الجفاف عن طريق التحديد الكمي للمتذبذبات المكانية والزمانية لحوادث الجفاف المختلفة والتي تظهر كنقص الأمطار في الجفاف المناخي أو انخفاض تدفق المياه السطحية في الجفاف الهيدرولوجي، فهي المتغيرات الرئيسية التي تعكس آثار الجفاف والتي يمكن من خلالها دراسة هذه الظاهرة، كما تعكس هذه المتغيرات التذبذبات طويلة الأمد في الهطل (MCKee *et al.*, 1995). في الواقع إن الجفاف الهيدرولوجي الناتج أساساً عن عجز أو انخفاض في كمية الهطل يمتلك تأثيرات كبيرة على منسوب المياه في الخزانات والبحيرات ضمن الحوض الصباب (Liu *et al.*, 2012). كما يمكن أن يسبب تدهور في نوعية المياه وانخفاضاً في الإنتاجية الزراعية. إذا لمراقبة ظروف الجفاف تستند إحدى الطرق إلى تحليل مؤشرات الجفاف والتي تقدم مؤشراً كمياً يسمح بتحديد بداية ونهاية ظاهرة الجفاف وشدة الجفاف (Tabari *et al.*, 2012).

طور العديد من الباحثين عدداً من مؤشرات الجفاف منها: مؤشر الهطل القياسي SPI Standardized Precipitation Index (Mckee *et al.*, 1993)، مؤشر شدة الجفاف DSI Drought Severity Index (Pandey *et al.*, 2008)، مؤشر الجريان القياسي SRI Standard Runoff Index (Shukla and Wood, 2008)، مؤشر الجفاف للتدفق Streamflow Drought Index SDI (Nalbantis and Tsakiris, 2009).

تناولت العديد من الأبحاث دراسة مؤشر أو أكثر لتقييم ظاهرة الجفاف المناخي والهيدرولوجي. فقد عمل Moradi *et al.* لعام (2009) على دراسة وتقييم ظاهرة الجفاف المناخي والهيدرولوجي اعتماداً على مؤشري الهطل القياسي SPI ومؤشر التدفق SDI في حوض Khoram Abad في إيران. بينت نتائج التحليل الإحصائي والمقارنة بين المؤشرين إلى تأثير أحدهما في الآخر وأن الوضع السائد في المنطقة المدروسة غالباً طبيعي من الناحية الهيدرولوجية. كما بينت الدراسة التي قام بها Kashef لمنطقة Semnan في إيران، لتقييم التأثير المكاني والزمني للجفاف المتردد في هذه المنطقة، التأثير المباشر للجفاف المناخي على الموارد المائية السطحية ومن الممكن أن يأتي التأثير متأخراً شهراً كاملاً (Azareh *et al.*, 2014). كما درس Heidari الجفاف المناخي والهيدرولوجي في جنوب غرب إيران وسجلت نتائجه حدوث الجفاف الهيدرولوجي متأخراً شهراً كاملاً في مدينة Urmia وبتباعد مدته شهرين في مدينة Khoy مقارنة ببداية ظاهرة الجفاف المناخي (Azareh *et al.*, 2014).

محلياً، تطرقت العديد من الدراسات إلى الجفاف المناخي، فقد أجريت دراسة تحليلية للجفاف المناخي في منطقة الجزيرة السورية اعتماداً على مؤشر (SPI)، أظهرت النتائج أن الجفاف المناخي يتكرر بنسبة (20%) في منطقة الجزيرة وبشدة متفاوتة، كما لوحظ تكرار للجفاف ولموسمين متتاليين (سكاف ومثبوت، 2010). كما درس أيضاً تأثير الجفاف المناخي على النظم البيئية الحراجية في الساحل لسوري اعتماداً على مؤشر الانحرافات الهطل، وقد لوحظ تكرار للجفاف المتطرف وزيادة شدة الجفاف للموسم الماطر وتأثيره السلبي على النظم البيئية الحراجية (سكاف وآخرون، 2017).

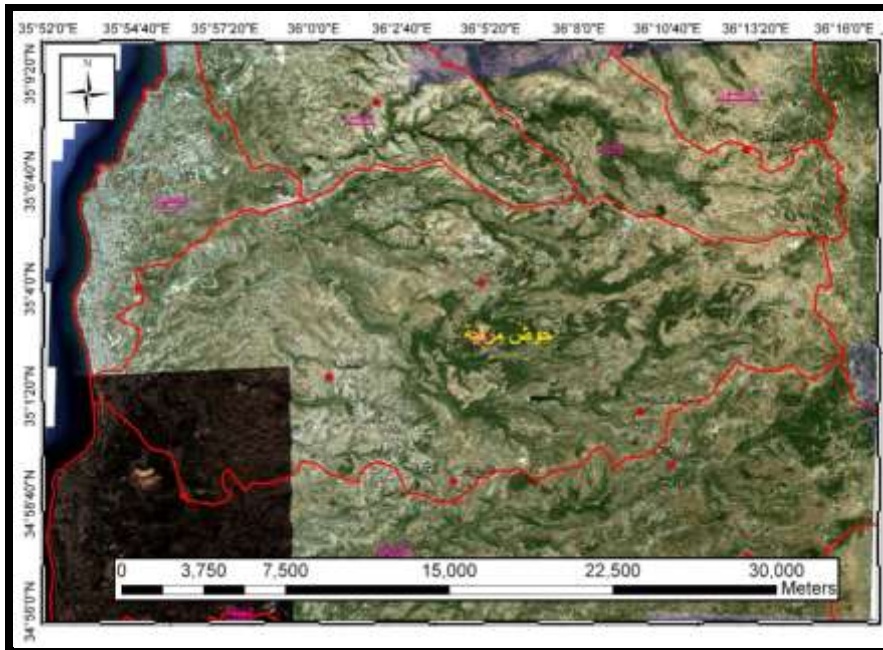
#### أهمية وأهداف البحث:

تقع سورية ضمن نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة، تتميز مناطقها الجغرافية بالتباين في التوزيع الزمني والمكاني للهطل والذي يؤثر بدوره على الموارد المائية السطحية المتاحة من الناحيتين الكمية النوعية. كما تعد سورية من البلدان التي من المحتمل أنها ستواجه عجزاً مائياً للسنوات القادمة ما لم تتخذ الإجراءات المناسبة للحد من استهلاك المياه (Salloum, 1996). ووفقاً لذلك لوحظ انخفاض في الموارد المائية العذبة نتيجة لتراجع الواردات المائية من جهة والزيادة السكانية من جهة أخرى إضافةً إلى تغير نوعية المياه (تملح، تلوث). كما خلصت دراسة البنك الدولي وبرنامج الغذاء (WB UNDP) لعام 1998 في حوض الساحل السوري، إلى أن العجز المتوقع بالمياه لهذا الحوض لعام 1995 بلغ (31.5) مليون متر مكعب وسيصل إلى (62.25) مليون متر مكعب لعام

2015، أدت هذه الأسباب إلى تفاقم المشكلة ودق جرس الإنذار لحماية المصادر المائية العذبة في الساحل ومنها نهر مرقية، والذي يعد من أهم المجاري المائية في الساحل السوري، وبناءً عليه يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الجفاف المناخي في حوض نهر مرقية وتأثيره على التدفق الوارد عند مخرج الحوض الصباب عند مقاييس زمنية مختلفة اعتماداً على كمية الهطل على مستوى الحوض المدروس وحجم المياه المتدفقة ضمن المجرى المائي، كما يهدف إلى دراسة التباين الزمني للجفاف المناخي وتأثير هذا التباين على الجفاف الهيدرولوجي اعتماداً على مؤشري الجفاف المناخي SPI والهيدرولوجي SDI لحوض نهر مرقية وتحليلهما لفترة مدروسة تعادل 22 عاماً (1989-2011) عند مقاييس زمنية مختلفة 3، 6، 9، 12 شهراً.

### 3- الموقع المدروس

يعد نهر مرقية من أهم المجاري المائية في المنطقة الساحلية ويشكل جزءاً من حوض الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط، ويقع شمال محافظة طرطوس بين خطي عرض "34° 58' 55"، "35° 7' 30" شمالي خط الاستواء وخطي طول "35° 53' 35" و"36° 16' 22" 45" شرقي غرينتش، يحده من الغرب البحر الأبيض المتوسط ومن الشمال أنهار (جوبر، بانياس، الباصية) ومن الجنوب نهر الحصين. يبلغ طول نهر مرقية تقريباً (52) كم. يتميز القسم العلوي بشبكته الهيدروغرافية الكثيفة، ومن أهم روافده: تعنيتا، الحاج حسن، الصوراني، السنديانة. تتبع هذه الروافد من السفوح الغربية للجبال الساحلية وتجري في مجاري عميقة ذات انحدارات كبيرة، وادي النهر في قسمه العلوي ضيق وعميق يبلغ ارتفاع جوانبه (400) م حيث السفح الأيمن أقل ارتفاعاً وأكثر تسطحاً، ومجرى النهر متعرج وفيه عدد كبير من الأماكن الضحلة، وسرير النهر الفيضاني ضيق عرضه بين (60-80) م. ويلاحظ في هذه الأماكن تعرجات كثيرة للمجرى. أقيم على النهر قبل المصب بـ 2 كم تقريباً مركز هيدرومتر للقياسات النهرية يقع ما بين قرية مرقية وظهر مرقية، يصب النهر في البحر على مسافة (15) كم شمالي طرطوس. يبين الشكل (1) الحوض المدروس.



الشكل (1): صورة جوية للموقع العام في منطقة الدراسة (Google earth).

يخضع النهر لمناخ متوسطي ذو شتاء ماطر وصيف حار جاف، بمتوسط هطل سنوي (1071) مم على كامل الحوض (حايك وآخرون، 2015). تتشكل سفوح المجرى من الصخور الكلسية ويصب في النهر من الجهة اليمنى أكبر روافده (وادي تعنيتا)، بعد

ذلك يأخذ النهر اسمه نهر مرقية ويتغير اتجاهه نحو الجنوب الغربي. في أعالي النهر يتوقف جريان المياه معظم أيام السنة. يستقبل مجرى النهر مياه عدد كبير من الينابيع كما يعود سبب استمرار جريانه أيضاً إلى وجود مياه جوفية.

### طرائق العمل

تم الحصول على بيانات الهطل المطري في الحوض المدروس والتدفقات في مجرى النهر من مديرية الموارد المائية في محافظة طرطوس خلال الفترة الممتدة من 1989 إلى 2011، حيث توافرت بيانات الهطل دون انقطاع لفترة تصل إلى 22 عاماً (1988-2011)، وهي تعتبر فترة كافية لإجراء التحليل الإحصائي. بالنسبة لبيانات التدفق النهري فقد تم تجميعها من خلال محطة قياس التدفقات على جسر نهر مرقية – أوتوستراد اللاذقية طرطوس، والتي تتوافر فيها بيانات التدفق الشهري للفترة الزمنية الممتدة من 1989 إلى 2011.

تضمنت منهجية العمل الخطوات التالية:

- تحليل بيانات الهطل المطري والتدفق النهري لعدة مقاييس زمنية متداخلة تتوزع كالتالي: 3، 6، 9، 12 شهراً لكل سنة هيدرولوجية خلال الفترة المدروسة.
- عمل على قياس وتحديد المؤشرات التالية: مؤشر الهطل القياسي (SPI) ومؤشر الجفاف للتدفق (SDI) عند مقاييس زمنية مختلفة. تعكس هذه المقاييس تأثير الجفاف على توافر موارد المياه المختلفة: المقياس 3 أشهر يعكس أحوال الرطوبة على المدى القصير والمتوسط الأجل. حيث تستجيب أحوال رطوبة التربة للاختلافات في الهطل على نطاق زمني قصير نسبياً. المقياس 6 أشهر يعكس الاتجاهات الفصلية إلى المتوسطة الأجل في الهطل، ويكون فعال جداً في إظهار الهطل في الفصول المميزة. المقياس 9 أشهر يقدم بياناً بأنماط الهطل بين الفصول خلال فاصل زمني متوسط. بالنسبة للمقياس 12 شهراً، فهو يعكس أنماط الهطل الطويلة الأجل ويربط عادة بتدفقات المجاري المائية.

**مؤشر الهطل القياسي SPI:** عمل على تحليل سلاسل الهطل الشهرية باستخدام SPI لتحديد اتجاه ومقدار التغير الفصلي والسنوي للجفاف المناخي في مناطق الدراسة، والذي يعد أحد المؤشرات الأكثر دقة في قياس شدة واستمرارية الجفاف وتقدير امتداده المكاني (Dracup *et al.*, 1980). يعرف على أنه عدد الانحرافات المعيارية التي ينحرف من خلالها المتغير العشوائي الموزع بشكل طبيعي عن متوسطه الحسابي على المدى الطويل، ويمكن أن يعطي تمثيلاً أفضل للرطوبة ولفترة الجفاف المتطرف. كما أوصت به منظمة الأرصاد الجوية (WMO) بوصفه المؤشر القياسي الرئيسي لجفاف الأحوال الجوية التي ينبغي أن تستخدمه البلدان لمراقبة وتتبع أحوال الجفاف (Hayes *et al.*, 2011) فهو مناسب لجميع النظم المناخية.

يأخذ هذا المؤشر بعين الاعتبار توزيع الهطل في المنطقة المدروسة ويسمح بتحديد شدة الجفاف على عدد من المقاييس الزمنية بدءاً من شهر إلى 48 شهراً، وتقييم مخاطر هذه الظاهرة (Morid *et al.*, 2006). يتم حساب هذا المؤشر بالاعتماد على تابع الكثافة الاحتمالي لتوزيع غاما (gamma distribution) الذي يأخذ الشكل التالي (McKee *et al.*, 1995):

$$g(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad x > 0$$

حيث  $x$ : كمية الهطل لخاضعة لتوزيع غاما.

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}}{4A}$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

بما أن توزيع غاما غير معرف عند الصفر ومن المحتمل أن تكون كميات الهطل مساوية الصفر لذلك فإن التوزيع الاحتمالي يأخذ

$$H(p) = q + (1 - q)G(x): \text{الصيغة التالية:}$$

$q$ : احتما أن تكون قيمة الهطل مساوية الصفر. حددت سبعة صفوف للجفاف المناخي بالاعتماد على قيم هذا المؤشر كما هو موضح بالجدول (1).

الجدول (1): قيم مؤشر SPI والتصنيف الموافق (McKee et al., 1995).

| الوصف                   | الصف                 |
|-------------------------|----------------------|
| شديد الرطوبة            | $SPI \geq 2$         |
| رطب جدا                 | $1.5 \leq SPI < 2$   |
| متوسط الرطوبة           | $1 \leq SPI < 1.5$   |
| قريب من الحالة الطبيعية | $-1 \leq SPI < +1$   |
| جفاف معتدل              | $-1.5 \leq SPI < -1$ |
| جفاف شديد               | $-2 \leq SPI < -1.5$ |
| جفاف متطرف              | $SPI \leq -2$        |

يمكن الاستفادة من إمكانيات المؤشر في متابعة تأثيرات التغيرات المناخية على أي موقع من العالم بالاستفادة من سجلات البيانات المطرية لتلك المنطقة، حيث توضح قيم المؤشر خصائص تعاقب فترات الجفاف والرطوبة للمحطة المطرية تاريخياً، وبذلك يمكن ملاحظة أي تغير غير طبيعي في كمية توزع الهطل في تلك المحطة وخصوصاً للسنوات الأخيرة مما يعطي استنتاجاً بوجود أو عدم وجود تغير مناخي في ذلك الموقع.

**مؤشر الجفاف للتدفق SDI**: طور هذا المؤشر من قبل Nalbantis and Tsakiris (2009) لتصنيف الجفاف الهيدرولوجي اعتماداً على بيانات التدفق الشهري للمجري المائية. تم اعداده باستخدام المنهجية والعمليات الحسابية الخاصة بالمؤشر SPI كأساس. عمل على استخدام القيم الشهرية لتدفق المجاري المائية وطرق التوحيد القياسي المرتبطة بالمؤشر SPI لإعداد رقم قياسي لجفاف استناداً إلى بيانات التدفق، مخرجاته مماثلة لمخرجات SPI ويمكن دراسة كلا من الفترات الجافة والرطوبة. حددت خمس صفوف للجفاف الهيدرولوجي استناداً إلى هذا المؤشر كما هو موضح بالجدول (2).

الجدول (2): قيم مؤشر SDI والتصنيف الموافق (Nalbantis and Tsakiris, 2009).

| الوصف        | الصف                  |
|--------------|-----------------------|
| شديد الرطوبة | $SDI \geq 0.0$        |
| رطب جدا      | $-1.0 \leq SDI < 0.0$ |
| جفاف معتدل   | $-1.5 \leq SDI < -1$  |
| جفاف شديد    | $-2 \leq SDI < -1.5$  |
| جفاف متطرف   | $SDI \leq -2$         |

تعكس القيم الموجبة للمؤشر SDI الظروف الرطبة بينما تشير القيم السالبة إلى الجفاف الهيدرولوجي. يتميز هذا المؤشر بالبساطة وتأثره بالمؤشرات المناخية الأخرى خاصة SPI (Tsakiris and Vangelis, 2005).

استخدم البرنامج الإحصائي Minitab من أجل الدراسة الإحصائية لكل من بيانات الهطل والتدفق، وتحديد العلاقة التي تربط بين قيم الهطل والتدفق عند مستوى المعنوية (5%). إضافة إلى كافة الجداول والمنحنيات البيانية التي تظهر النتائج (Akbari et al., 2016).

#### النتائج:

لدراسة تأثير الجفاف المناخي على التدفق ضمن المجرى المائي عمل بدايةً على دراسة العلاقة بين الهطل والتدفق لمجرى النهر ضمن المنطقة المدروسة من خلال استجابة المجرى المائي للتذبذب في الهطل عند نطاقات زمنية مختلفة (3, 6, 9, 12) شهراً، مع مراعاة التباين في الزمن بين الهطل واستجابة التدفق للتغير في الهطل (ذات المدة: هطل - تدفق، تباعد 1 شهر: هطل - تباعد 1 شهر لاستجابة التدفق، وتباعد شهرين: هطل - تباعد 2 شهر لاستجابة التدفق). ثانياً، درست العلاقة بين مؤشري الجفاف المناخي والهيدرولوجي عند المقاييس الزمنية الأربع (3, 6, 9, 12) شهراً باستخدام معامل الارتباط Pearson بهدف تحليل ظاهرة الجفاف وتباينها الزمني ضمن الحوض المدروس.

#### تأثير الجفاف على الموارد المائية السطحية:

اعتمد بداية دراسة العلاقة بين متوسط الهطل العام للحوض المدروس وكمية المياه المتدفقة المقاسة عند مخرج الحوض الصباب اعتماداً على معامل الارتباط بيرسون (Pearson correlation)، عند مقاييس زمنية مختلفة مع مراعاة الفارق الزمني للاستجابة بين الهطل والتدفق ضمن المجرى المائي.

بينت النتائج انه توجد علاقة ارتباط جيدة ومعنوية (95%) بين كمية الهطل وكمية التدفق الوارد إلى مخرج الحوض الصباب عند ذات المقياس الزمني أو بتباعد شهر كما هو موضح بالجدول (3).

#### الجدول (3): معامل الارتباط بين الهطل والتدفق عند المقاييس الزمنية المختلفة.

| المحطة           | 3      | 6      | 9      | 12     |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| ذات المدة        | 0.771* | 0.744* | 0.701* | 0.689* |
| تباعد زمني 1 شهر | 0.701* | 0.731* | 0.699* | 0.567* |
| تباعد زمني 2 شهر | 0.504* | 0.714* | 0.669* | 0.519* |

عمل ثانياً على دراسة العلاقة بين مؤشري الجفاف المناخي (SPI) والهيدرولوجي (SDI) لأربع مقاييس زمنية مختلفة (-9-6-3-12) شهراً اعتماداً على معامل الارتباط بيرسون (Pearson). بينت النتائج علاقة ارتباط قوية بين كلا المؤشرين عند المقياس الزمني (3) أشهر وهو معنوي عند المستوى (95%) كما هو موضح بالجدول (4). كما لوحظ انخفاض معامل الارتباط بين المؤشرين بزيادة المدة الزمنية (الجدول 4).

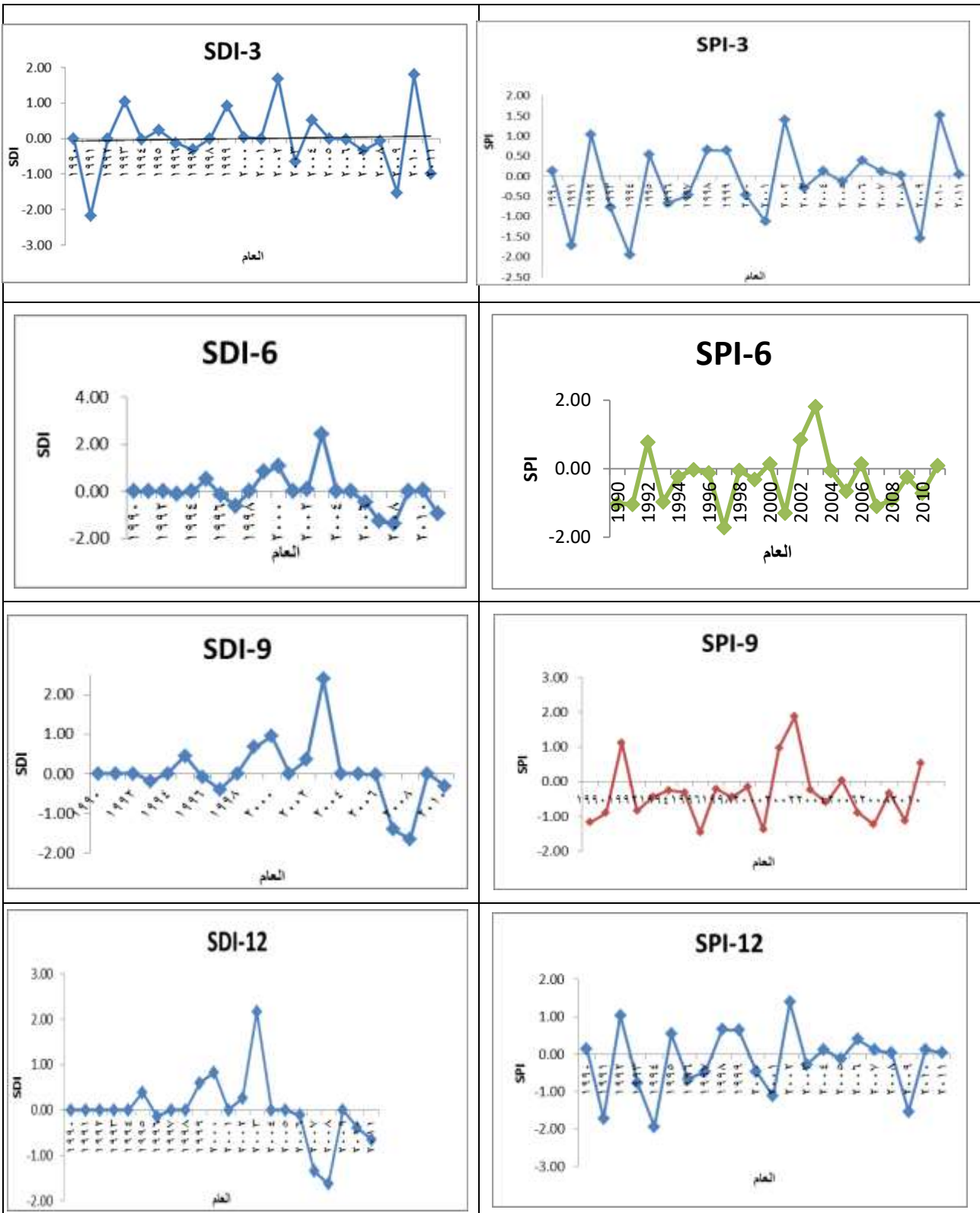
#### الجدول (4): معامل الارتباط (Pearson) بين المؤشرين SPI&SDI عند مقاييس زمنية مختلفة.

| المؤشر            | SPI <sub>3</sub> | SPI <sub>6</sub> | SPI <sub>9</sub> | SPI <sub>12</sub> |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| SDI <sub>3</sub>  | 0.775*           | 0.765*           | 0.665*           | 0.471*            |
| SDI <sub>6</sub>  | 0.763*           | 0.713*           | 0.544*           | 0.351*            |
| SDI <sub>9</sub>  | 0.711*           | 0.709*           | 0.463*           | 0.251*            |
| SDI <sub>12</sub> | 0.689*           | 0.533*           | 0.246*           | 0.125*            |

#### التباين الزمني للجفاف المناخي والهيدرولوجي:

لتقييم التباين في الجفاف المناخي والهيدرولوجي اعتمد على كلا المؤشرين السابقين. لوحظ من الشكل (2) أن كلا المؤشرين منسجمين فيما بينهما عند كافة المقاييس الزمنية المدروسة أي يسلكان السلوك ذاته. كما بين التفاوت الكبير في تكرار الجفاف ضمن مجالات

مختلفة الشدة، وهذا يؤكد التباين الكبير في توزيع الأمطار زمانياً ومكانياً في المنطقة المدروسة وبالتالي التباين الكبير في تكرار الجفاف الهيدرولوجي.



الشكل (2): التباين الزمني لمؤشري الجفاف المناخي (SPI) والجفاف الهيدرولوجي (SDI).

نظراً لحساب كلا المؤشرين لذات الفترة الزمنية، من الهام مقارنة استجابتهما عند المقاييس الزمنية القصيرة (3 months) والمستويات الزمنية الطويلة (12 months). بمقارنة كلا المؤشرين وكما هو موضح بالشكل (2) لوحظ ما يلي: عند المقياس الزمني (3) أشهر، بينت النتائج جفاف مناخي شديد للأعوام 1991 و1994 و2009. ترافق هذا الانخفاض في قيم (SPI) إلى انخفاض في قيم المؤشر الدال على الجفاف الهيدرولوجي (SDI) باستثناء 1994. كما سجل تكرار مرتفع للفترات الرطبة. عند المقياس الزمني 12 شهراً، ظهر التفاوت الكبير في شدة الجفاف المناخي من سنة لأخرى خاصة خلال الفترة الأولى من المدة المدروسة (1990-2003)، وبدءاً من العام 2004 انخفض التباين بين قيم المؤشر لتبقى قيمه حول الصفر باستثناء العام 2009 الذي شهد انخفاضاً ملحوظاً في قيم المؤشر. بينما لوحظ تكرار للفترات الرطبة بالنسبة للمؤشر (SDI<sub>12</sub>) بدءاً من العام 1990 إلى العام 2006، فقد سجل قيماً مرتفعة لمؤشر التدفق القياسي بالتزامن مع القيم المرتفعة لمؤشر الهطل القياسي. كما لوحظ تزامن بين كلا المؤشرين للأعوام 2004 و2005 و2006 فقد سجلا تقريباً ذات الاستجابة.

### المناقشة

بينت النتائج:

التأثير الواضح للتباين في الهطل على استجابة التدفق ضمن المجرى المائي عند مخرج الحوض الصباب، حيث لوحظ تزامن للاستجابة بين الهطل على مستوى الحوض المدروس وقيم التدفق عند ذات المستوى الزمني أو بتباعد شهر واحد اعتماداً على دراسة الارتباط بين كلا المتغيرين كما هو موضح بالجدول (3)، وقد أشارت العديد من الدراسات إلى تأثير التباين المكاني والزمني للهطل على كمية المياه الواردة إلى مخرج الحوض الصباب (Azareh et al., 2014). لوحظ أيضاً التأثير المتأخر للجفاف المناخي لمدة شهر عن الجفاف الهيدرولوجي، كما بينت النتائج معاناة الحوض المدروس من حالات الجفاف المعتدل ونادراً الجفاف الشديد خلال الفترة المدروسة.

الارتباط المعنوي بين مؤشري الجفاف المناخي المقاس اعتماداً على الهطل والجفاف الهيدرولوجي المقاس اعتماداً على التدفق، مما يبين تأثير الجفاف المناخي على استجابة التدفق ضمن المجرى المائي، إذ أن كلا المؤشرين يسجلان استجابة مشابهة وبذات الاتجاه عند تحليل الجفاف، لوحظ أيضاً أن كلا المؤشرين مناسبين لتقييم التغيرات في الجفاف المناخي والهيدرولوجي، وقد أشارت العديد من الأبحاث إلى وجود علاقة بين المؤشرين: في الهند (Abhishek and Channaveerappa, 2016)، في إيران (Soleimani and Bahremand, 2014)، في الصين (Zeng et al., 2015) وفي شمال المغرب (Boudad et al., 2019)، إضافة إلى التزامن الواضح بين المؤشرين عند المقاييس الزمنية المختلفة المتداخلة (Akbari et al., 2015).

### الاستنتاجات والتوصيات

من خلال الدراسة التي أجريت لتحديد تأثير الجفاف المناخي المقاس باستخدام (SPI) على الجفاف الهيدرولوجي المقاس باستخدام (SDI) في منطقة حوض مرقية تم التوصل إلى ما يلي:

✓ أعطى كلا المؤشرين لمحة عامة عن اتجاه الجفاف في المنطقة المدروسة، يمكن أن يؤخذ ذلك بعين الاعتبار عند تطبيق سياسات الحد من الجفاف اعتماداً على إدارة الموارد المائية للحوض المدروس.

✓ لوحظ التأثير الواضح للجفاف المناخي على الجفاف الهيدرولوجي، حيث أثبتت فعاليته في إظهار هذا التأثير إما بشكل مباشر أو متأخراً بشهر، وهذا التقييم مهم جداً لإدارة الموارد المائية والتكيف مع التغير المناخي على مستوى الحوض الصباب.

✓ تبين معاناة الحوض من حالات من الجفاف المعتدل مناخياً، ونادراً الجفاف الشديد أثناء الفترة المدروسة.

✓ يوصى بإمكانية تطبيق هذه المنهجية على مناطق أخرى من الساحل السوري لتقييم التغيرات في الهطل مكانياً وزمانياً، وتأثير هذه التغيرات على استجابة التدفق في المجرى المائي وإدارة الموارد لمائية ضمن الحوض الصباب.

#### المراجع

- سكاف، ميشيل وشفا مشبوت (2010). تحليل لجفاف في منطقة الجزيرة السورية باستخدام مؤشر الأمطار القياسي Standard Precipitation Index (SPI) العربية للبيئات الجافة. 3 (1): 98-104.
- سكاف، ميشيل وسلاف حمدان ورننا صقر (2017). تغير خصائص الجفاف في المنطقة الساحلية من سورية خلال الفترة (2010-1960) وتأثيراته الكامنة في النظم البيئية الحراجية. المجلة العربية للبيئات الجافة. 10(1-2):
- حايك، شريف وغطفان عمار وشادي عيسى (2015). العلاقة بين الهطل المطري والجريان في حوض نهر مرقية باستخدام برنامج MINITAB. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم الهندسية. 37(6): 301-320.
- Abhishek, A.P.; and B. M.D. Channaveerappa (2016), Comparison of two hydrological drought indices. Perspectives in Science. 8: 626-628.
- Akbari, H.; A. R. Sharifloo; G. R. Akhshandehroo; and E.Ostadzadeh (2015). Drought Analysis Based on Standardized Precipitation Index (SPI) and Streamflow Drought Index (SDI) in ChenarRahdar River Basin, Southern Iran. Watershed Management, Coference paper. DOI: 10.1061/9780784479322.002.
- Akbari,M.; M., Ownegh; H., Asgari; A., Sadoddin and H. Khosravi (2016). Drought Monitoring Based on the SPI and RDI Indices under Climate Change Scenarios (Case Study: Semi-Arid Areas of West Golestan Province. ECOPERSIA 4(4). DOI:10.18869/modares.Ecopersia.4.4.1585.
- Azareh,A.; M. R. Rahdari;E. Sardoi; and F Moghdam (2014). Investigated the relationship between hydrological and meteorological droughts in kraj dam Basin. Europran Journal of Experimental Biology. 4: 102-107.
- Boudad, B.; H. Sahib; and I. Manssouri (2019). Analysis of meteorological and hydrological drought based in SPI and SDI index. in the Inaouen Basin (Northern Morocco). Journal of Materials and Environmental Sciences. 9: 219-227.
- Dracup, J.A.; K. S. Lee; and E. G. Paulson (1980). On the definition of droughts. Water Resources Research. 16 (2):297-302.
- Giorgi, F. (2006). Climate Change Hot-Spots. In: Geophysical Research Letters (33), April 2006.
- Hayes, M.; M. Svoboda; N. Wall; and M. Widham (2011). The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal meteorological Drought Index Recommended. Bulletin of the American Meteorological Society. 92(4): 485-488.
- Liu, L.; Y. Hong; C.N. Bednarczyk; B. Yong; M.A. Shafer; R. Riley; and J. E. Hocker (2012). Hydro-climatological drought analyses and projections using meteorological and hydrological drought indices: a case study in Blue River Basin. Oklahoma. Water Resource. Manage. 26:2761-2779.

- McKee, T.B.; and N. J., Doesken.; and J. Kleist ( 1995). Drought monitoring with multiple time scales.9th Conference on Applied Climatology. Texas:Dallas.
- McKee, T.B.; N. J. Doesken; and J. Kleist (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales Eighth. Conference on Applied Climatology mBoston: American Meteorological Society.(1995) ' Drought monitoring with multiple time scale', Ninth Conference on Applied Climatology, Boston: American Meteorological Society.
- Moradi, H.; A.Sepahvand; and M. Khazayi (2009). Assessment of meteorological and hydrological drought by using the modified SPI index and SDI (case study: watershed Khorramabad). Fifth National Conference on Science and engineering Iranian watershed. 117pp.
- Morid, S.; V.Smakhtin; and M. Moghaddasi (2006). Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran. International Journal of Climatology 26 (7): 971–985.
- Nalbantis, I.; and G.Tsakiris (2009). Assessment of hydrological Drought Revisited. Water Resources Management. 29(1): 21-40.
- Pandey, R.,P.; S. K. Mishra; and K. S. Ramasastri (2008). Streamflow Drought Severity Analysis of Betwa River System (India). Water Resources Management. Vol 22. 1127-1141.
- Passioura, J. (2007). The drought environment: Physical biological and agriculture perspectives. journal.EXP.BOT. 58: 113-117.
- Periera, L. S.; TH. Oweis; and A. Zairi (2002). Irrigation management under water scarcity. Agricultural Water Management. 57(3): 175-206.
- Salloum, I. (1996). The stratigraphy of Neogene in Syria. Report in edition. Department. Geology. Mineral. Research; Ministry of Petrol and Mineral Resources; Damascus. Syria.
- Shukla,S.;A. and W. Wood (2008). Use of standardized runoff index for characterizing hydrologic drought. Geophysical researches letters. 35:L02405.
- Soleimani Sardou, F.; and A. Bahremand (2014). Hydrological drought analysis using SDI index in Halilrud Basin of Iran. Environmental resources research. 2: 48-56.
- Tabari, H.; H. Abghari; and H.Talaei (2012). Temporal trends and spatial characteristics of drought and rainfall in arid and semiarid regions of Iran. Hydrological processes. 26: 3351-3361.
- Tallaksen, L. M.; and H. Van Lanen (2004). Hydrological Drought: Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. Elsevier, Developments in Water Science, Amsterdam. 579.
- Tsakiris, G ; D. Pangalou; and H. Vangelis (2007). Regional drought assessment based on the reconnaissance Drought Index. Water Resources management. 21:821-833.
- Tsakiris, G; and H. Vangelis (2005). Establishing a drought index incorporating evapotranspiration. European Water. 9(10): 3–11.
- Zeng,X.; N. Zhao; H. Sun; L. Ye; and J. Zhai (2015). Changes and Relationships of Climatic and Hydrological Droughts in the Jialing River Basin, China. PLoS ONE 10(11): doi:10.1371.

## Relationship between Hydrological and Meteorological Drought in the Basin of Mrqyieh River /Syria

Bouchra Ali<sup>\*(1)</sup> and Wadieh Khoury<sup>(1)</sup>

(1). Department of Natural Resources Renewable and Environment, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

(\*Corresponding author. Dr. Bouchra Ali. E-Mail: [balali76@yahoo.fr](mailto:balali76@yahoo.fr))

Received: 22/11/2020

Accepted: 23/03/2021

### Abstract:

The objective of this study is to assessment and analysis the occurrence of drought, and its impact on surface water resources, by Standard Precipitation Index (SPI) and the Stream Drought Index (SDI). For this purpose used monthly rainfall data in Marqieh River sub basin (the coastal Basin) and Stream flow data for the period (1989-2011). To study the effect of drought on surface water resources, the first were examined the relationship between rainfall, and discharge response and a time lag of rain was calculated. Then Standard Precipitation Index (SPI) and Stream Drought Index (SDI) evaluated on different timescales (3, 6, 9,12 monthly) using Pearson correlation. Results of both indices indicate moderate drought, and rarely extreme drought during the studied period. It is concluded that both indicators are suitable for monitoring the main droughts in the studied basin

**Key words:** Drought meteorological, Drought hydrological, Marqieh River Basin, SPI, SDI.