مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية

اسم المقال: تأثير التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي في الجمهورية العربية السورية
اسم الكاتب: د. يوسف محمود، د. علي أحمد، لمى الخطيب
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/library/10081
تاريخ الاسترداد: 2026/11/22 17:48 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية – ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

The Impact Of Climate Change On The Water Security Index In The Syrian Arab Republic

Dr. Youssef Mahmoud[*]
Dr. Ali Ahmad[**]
Lama Alkhatib[***]

(Received 9 / 9 / 2024. Accepted 19 / 11 / 2024)

□ ABSTRACT □

The aim of this research is to study the impact of climate changes on one of the most important environmental indicators of sustainable development is the water security index (water safety limit, which is the average per capita share of renewable fresh water), during the period (2021-1990), the researcher measured climate changes in this research through annual data for both temperatures and rainfall, as the most important indicators expressing the climate situation, and water resources and achieving the water safety limit is one of the most important environmental indicators for sustainable development, as water is one of the most affected natural resources by the repercussions of climate change, water is an economic, social and environmental commodity, but it is characterized by The most important of these factors at the present time are the effects of climate change, and because Syria suffers from a deficit in its water balance, it was necessary to study the impact of climate change on the water security index to provide a practical guide that can be adopted in developing a preparedness plan to face the repercussions of climate change. In order to achieve the research objective and measure the effects of climate changes on the water security index, the stability of the study variables was studied, their structural changes were identified, and a model was built to measure the impact of climate changes on the water security index. the research found that there is a significant impact of climate changes represented by temperatures and rainfall on the water security index. the research recommended working on developing a preparedness plan to face the repercussions of climate changes and their effects on the water security index in Syria, and the establishment of an accurate information Bank for data related to climate and water changes in order to allow monitoring the developments of these two variables over the years.

Keywords: Climate change, water security index, water safety limit, sustainable development.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*]**Professor, Department Economy, Faculty of Economics, Tishreen University, Syria.**
[**]**Assistant Professor, Department Economy, Faculty of Economics, Tishreen University, Syria.**
[***]**Postgraduate student, Department Economy, Faculty of Economics, Tishreen University, Syria.**

تأثير التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي في الجمهورية العربية السورية

د. يوسف محمود [*]
د. علي أحمد [**]
لمى الخطيب [***]

(تاريخ الإيداع 9 / 9 / 2024. قُبِل للنشر في 19 / 11 / 2024)

□ ملخّص □

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير التغيرات المناخية على واحد من أهم المؤشرات البيئية للتنمية المستدامة هو مؤشر الأمن المائي (حد الأمان المائي وهو متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة)، وذلك خلال الفترة (1990-2021)، قامت الباحثة بقياس التغيرات المناخية في هذا البحث من خلال البيانات السنوية لكل من درجات الحرارة والأمطار، وذلك باعتبارها أهم المؤشرات المعبرة عن الوضع المناخي، كما وتعتبر الموارد المائية وتحقيق حد الأمان المائي واحد من أهم المؤشرات البيئية للتنمية المستدامة، كون المياه واحدة من أكثر الموارد الطبيعية تأثراً بتداعيات التغيرات المناخية، فالمياه سلعة اقتصادية، اجتماعية وبيئية، لكنها تتميز بالندرة وعدم وجود البديل لها، لذلك يجب حماية الموارد المائية من جميع العوامل التي تؤثر في وفرتها، وأهم هذه العوامل في وقتنا الحالي هي تأثيرات التغيرات المناخية، ولأن سورية تعاني من عجز في ميزانها المائي كان لابد من دراسة تأثير التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي لتوفير دليل عملي يمكن اعتماده في وضع خطة تأهب لمواجهة تداعيات التغيرات المناخية. من أجل تحقيق هدف البحث وقياس تأثيرات التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي، تم دراسة استقرارية متغيرات الدراسة وتحديد تغيراتها الهيكلية وبناء نموذج لقياس تأثير التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي، وقد توصل البحث إلى وجود تأثير معنوي للتغيرات المناخية المتمثلة في درجات الحرارة والأمطار على مؤشر الأمن المائي، وأوصى البحث بالعمل على وضع خطة تأهب لمواجهة تداعيات التغيرات المناخية وتأثيراتها على مؤشر الأمن المائي في سورية، وإنشاء بنك معلومات دقيق للبيانات المتعلقة بالتغيرات المناخية والمياه بهدف السماح بمراقبة التطورات لهذين المتغيرين على مر السنين.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المناخية، مؤشر الأمن المائي، حد الأمان المائي، التنمية المستدامة.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

[*] **أستاذ- قسم الاقتصاد والتخطيط-كلية الاقتصاد-جامعة تشرين- سورية.**
[**] **مدرس – قسم الاقتصاد والتخطيط- كلية الاقتصاد- جامعة تشرين- سورية.**
[***] **طالبة دراسات عليا (دكتوراه)-قسم الاقتصاد والتخطيط- كلية الاقتصاد- جامعة تشرين- سورية.**

مقدمة:

إن التغير المناخي واحد من أهم القضايا التي يعاني منها العالم اليوم، وذلك بسبب النتائج السلبية لهذه التغيرات والتي تكبد الدول خسائر اقتصادية كبيرة، إضافةً إلى الخسائر البيئية والاجتماعية. حيث أصبحت التغيرات المناخية محط اهتمام العلماء والباحثين والمجتمعات أيضاً، فهي ناتجة عن تفاعلات معقدة بين مكونات النظام الطبيعي والأنشطة البشرية، تتمثل تلك التغيرات المناخية بفترات طويلة من الظروف الجوية المتطرفة والتغيرات في درجات الحرارة، وتعود معظم هذه التغيرات للأنشطة البشرية بسبب الإفراط في استخدام الوقود الأحفوري وبالتالي زيادة معدلات التلوث التي تؤدي لتفاقم مشكلة التغيرات المناخية. عانت سورية من آثار التغيرات المناخية على مدى عقود متوالية، تمثلت تلك التغيرات في موجات الجفاف القاسية وانحباس الأمطار، وارتفاع كبير في معدلات درجات الحرارة، والتي أثرت بدورها على مجالات الحياة المختلفة. تشكل التغيرات المناخية حالة من حالات فشل السوق التي يعالجها ويدرسها الاقتصاد البيئي، هذا الفرع من الاقتصاد الذي يسعى إلى تحقيق الاستدامة، فهو يعمل على دمج البعد البيئي في العملية الإنتاجية الاقتصادية بهدف تحقيق أهداف التنمية المستدامة. يشكل توفير المياه المأمونة والحفاظ على مستويات المياه الجوفية، وحماية المياه من التلوث أهم أهداف التنمية المستدامة، حيث تشكل المياه العمود الفقري للعمليات الاقتصادية والإنتاجية، ولا يمكن للأفراد الاستمرار بالحياة بدونها. تعتبر سورية بلد فقير مائياً وتعاني من عجز في ميزانها المائي، وذلك يعود إلى مجموعة من الأسباب منها التغير المناخي وتداعياته، لذلك تسعى هذه الدراسة إلى قياس وتحليل تأثير التغيرات المناخية متمثلة في (درجات الحرارة، الأمطار) على مؤشر الأمن المائي متمثل في متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة في سورية خلال الفترة (1990-2021).

الدراسات السابقة:

1- دراسة (عبد الله؛ تاج الدين، 2022) بعنوان:

العلاقات الترابطية بين أمن المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ في مصر.

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة وتحليل العلاقة بين تغير المناخ والطاقة والغذاء والمياه ومدى درجة الارتباط بين هذه المتغيرات وذلك من أجل تحقيق مستويات عالية من التكامل بين القطاعات المختلفة مما يساهم بشكل أفضل بعملية صنع القرارات، حيث تمحورت مشكلة الدراسة في التساؤل الآتي: كيف يمكن لنهج الترابط أن يساهم في تعزيز أمن المياه والطاقة والغذاء والتخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ؟ اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الاقتصادي الوصفي التحليلي وذلك خدمةً لأهداف الدراسة، من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة هي وجود تحديات في العلاقة بين الطاقة والمياه والغذاء وأن جميع هذه المتغيرات تتأثر بالعديد من العوامل أهمها التغير المناخي وارتفاع الطلب على الناتج فضلاً عن التزايد في النمو السكاني. من أهم التوصيات التي أوصت بها الدراسة أنه من أجل الوصول إلى مستقبل مستدام يجب أن تتبع سياسات المناخ الوطنية والخطيط نهجاً متكاملاً يراعي الترابط بين الطاقة والمياه والغذاء وذلك من أجل التخفيف من آثار التغير المناخي والتكيف معها{1}.

2- دراسة (دخان؛ حاجي، 2023) بعنوان:

تأثير التغيرات المناخية على الموارد المائية: تحديات وحلول.

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على آثار التغيرات المناخية على الموارد المائية وماهي العوامل التي أثرت على الموارد المائية بفعل التغيرات المناخية في الجزائر، كما أن مشكلة الدراسة تمحورت حول التساؤل الآتي: كيف يؤثر التغير المناخي على الموارد المائية المتاحة في الجزائر؟ اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي للوصول للأهداف

المنشودة، من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن للتغيرات المناخية آثار كبيرة على الموارد المائية في الجزائر متمثلة في (المياه السطحية، مياه السدود، المياه الجوفية، الري والصرف الصحي)، كما أوصت الدراسة بضرورة اتباع خطة واضحة واستراتيجية مستعجلة للحفاظ على الموارد المائية في الجزائر كون هذه الموارد تتسم بالندرة إضافةً إلى أنها موارد في غاية الأهمية{2}.

3- دراسة (Awad; Ebrahim, 2022) بعنوان:

Impact of Climate Change on Different Sectors of Egyptian Water Security.

(تأثير التغير المناخي على مختلف قطاعات الأمن المائي المصري).

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على آثار تغير المناخ والاحترار العالمي على الموارد المائية المصرية، بالإضافة إلى دراسة تأثير التغيرات المناخية على القطاع الزراعي المصري، ودراسة آليات وسياسات التكيف مع التغير المناخي والاحترار العالمي، تمحورت مشكلة البحث حول التساؤل الآتي: كيف يمكن التكيف مع الآثار السلبية المتوقعة للتغير المناخي خصوصاً وأن التكيف مع هذه الآثار يصبح أكثر صعوبة وتكلفة في حال لم يتم اتخاذ التدابير اللازمة للحد من هذه الآثار على القطاع الزراعي بشكل عام وعلى تنمية الموارد المائية بشكل خاص، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي. من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن للتغير المناخي آثار كثيرة على الأمن المائي المصري إن كان على مستوى استخدامات المياه الصناعية والمنزلية والزراعية، لذلك أوصت الدراسة بضرورة استخدام الأساليب الزراعية المناسبة والتي تراعي التغيرات المناخية، تخفيف استخدام الطاقة غير المتجددة والتوسع في استخدام الطاقات المتجددة وذلك للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة المسببة للاحتباس الحراري، ترشيد استهلاك المياه في الاستخدامات المختلفة، والتوعية بما يتعلق بقضية تغير المناخ على جميع المستويات{3}.

4- دراسة (Tang & Others, 2022) بعنوان:

Climate Change and Water Security in the northern slope of Tianshan Mountains.

(تغير المناخ والأمن المائي في المنحدر الشمالي لجبال تيانشان)

هدفت هذه الدراسة إلى البحث في التغيرات المناخية وأثرها على الأمن المائي من خلال تحليل الاختلافات المكانية والزمانية في المتغيرات المناخية والبحيرات والأنهار الجليدية والمياه السطحية والجوفية واستخدامات المياه المتعددة من قبل البشر وتدفقات المياه على مدى العقود الأربعة المنصرمة، كما هدفت الدراسة إلى توفير فهماً أساسياً للتفاعل بين المياه وتغير المناخ والتنمية الاجتماعية والاقتصادية في النظام الوطني للاستشعار عن بعد، حُددت مشكلة الدراسة في التساؤل الآتي: كيف تؤثر التغيرات المناخية على مؤشرات الأمن المائي في المنحدر الشمالي لجبال تيانشان؟ وتم تطبيق مناهج التحليل الإحصائي على المتغيرات المناخية ومتغيرات الأمن المائي لفحص التغيرات الزمانية والمكانية، وقد توصلت الدراسة إلى أن درجة الحرارة في مكان الدراسة أظهرت اتجاهاً تصاعدياً واضحاً مع معدل الاحترار، كما كان هناك فقدان في الكتلة الجليدية وانكماش قوي فيها، بالإضافة إلى زيادة متوسط التدفق السنوي من 1980-1989 إلى 2007-2011 في معظم المحطات الهيدرولوجية، وقد أوصت الدراسة بضرورة العمل على تحقيق التوازن بين المياه للبشر والطبيعة والذي يعتبر أمراً حيوياً من أجل تحقيق أهداف التنمية المستدامة{4}.

مشكلة البحث:

يعتبر الأمن المائي من المواضيع الهامة المتعلقة بالأمن القومي وخطط التنمية المستدامة، كما يرتبط الأمن المائي ارتباطاً وثيقاً بالاستقلال الاقتصادي، فهما وجهان لعملة واحدة، أي أن وجود الأول يقود بالضرورة لوجود الثاني. تعتبر سورية بلد محدود الموارد المائية وتصنف أراضيها ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة، كما وتبلغ حصة الفرد الوسطية

السنوية من الواردات المائية المتجددة والتي تعتبر حد الأمان المائي حوالي 704 م^3 وهي دون خط الفقر المائي البالغ 1000 م^3 ومن المتوقع أن تتناقص هذه الحصة بفعل تأثير التغيرات المناخية {5}، لذلك ومما سبق تتمحور مشكلة البحث حول التساؤل الآتي: كيف تؤثر التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي في الجمهورية العربية السورية؟.

أهمية البحث وأهدافه:

تنبع أهمية البحث من الأهمية الكبيرة للموارد المائية على المستويين العالمي والمحلي، وذلك يعود إلى سمة الندرة التي تتسم بها الموارد المائية، حيث بسبب الاستخدام غير المستدام للموارد المائية إضافةً إلى التغيرات المناخية التي تشهدها سورية منذ عدة سنوات والتي أدت إلى آثار سلبية كبيرة أهمها موجات الجفاف القاسية، التي بدورها تترك آثار سلبية على مؤشرات التنمية المستدامة، أهمها الأمن الغذائي والأمن المائي. من ذلك يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل آثار التغيرات المناخية على الأمن المائي الذي يعتبر من أهم أهداف التنمية المستدامة، كما أنه يعتبر الركيزة الأساسية لتحقيق الأمن الغذائي، لذلك يسعى هذا البحث إلى قياس آثار التغيرات المناخية المتمثلة في (هطول الأمطار – درجات الحرارة) على الأمن المائي المتمثل في حد الأمان المائي وهو متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة في سورية وذلك خلال الفترة (1990-2021).

فرضيات البحث:

الفرضية الأساسية: لا يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التغيرات المناخية ومؤشر الأمن المائي في الجمهورية العربية السورية، يتفرع عن هذه الفرضية فرضيتين فرعيتين:

الفرضية الفرعية الأولى: لا يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين الهطول المطري ومتوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة في الجمهورية العربية السورية خلال الفترة (1990-2021).

الفرضية الفرعية الثاني: لا يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة ومتوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة في الجمهورية العربية السورية خلال الفترة (1990-2021).

منهجية البحث:

تم الاعتماد على منهج التحليل الوصفي في تحليل تأثيرات التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي في سورية، إلى جانب الاعتماد على أساليب الاقتصاد القياسي (طريقة المربعات الصغرى العادية OLS) في دراسة تأثير التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي المتمثلة في تأثير الهطول المطري على متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة، وتأثير درجات الحرارة على متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة.

الحدود المكانية والزمانية للبحث:

الحدود المكانية: الجمهورية العربية السورية.

الحدود الزمانية: (1990-2021).

الإطار النظري للبحث:

من أجل دراسة تأثير التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي، لابد من توضيح كل من مفهوم التغيرات المناخية ومفهوم الأمن المائي، بدايةً هناك عدة تعاريف تناولت مفهوم التغير المناخي نذكر منها: التغير المناخي يُعرَّف بأنه "التغير في المناخ الذي يحدث بطريقة متفاوتة وذلك حسب المناطق الموجود على سطح الكرة الأرضية، ومن هذه

التغيرات المناخية التغير في معدل درجة الحرارة ما بين الليل والنهار وخلال الفصول في المناطق المختلفة، بالإضافة إلى التغيرات في كل من معدل الهطول المطري (التفاوت في كمية الأمطار خلال الفصول) ومعدل الرطوبة والضغط الجوي ومعدل قوة كل من الأشعة الشمسية والرياح، إضافةً إلى معدل حدوث العواصف ونوعيتها على مدار السنة" {6}، كما أن بعض التعاريف تعزي التغيرات المناخية لمجموعة من الأسباب تنقسم إلى أسباب طبيعية وأسباب بشرية ومن هذه التعاريف تعريف فريق العمل الحكومي الدولي المعني بقضايا تغير المناخ والذي عرف التغيرات المناخية بأنها: "**جميع الأشكال من التغيرات التي يمكن التعبير عنها بشكل إحصائي، والتي من الممكن أن تستمر لعقود متوالية، ويمكن أن تنتج إما عن التفاعلات التي تحدث بين مكونات النظام المناخي، أو التغيرات التي تنتج عن النشاط البشري، كما أن هذا التعريف للتغيرات المناخية يصف هذه التغيرات بخاصية إضافية تتمحور حول الاستمرارية فبحسب هذا التعريف تعتبر التغيرات المناخية ظاهرة مستمرة حتى ولو كانت أسباب هذه الظاهرة آنية إلا أن آثارها السلبية ستمتد على مدى الأجيال القادمة**" {7}، ويمكننا تعريف **التغيرات المناخية بأنها: التغيرات التي تحدث في النظام المناخي خلال فترة زمنية طويلة، وتعود إما لأسباب طبيعية ناتجة عن التفاعلات بين مكونات النظام المناخي أو لأسباب بشرية ناتجة عن الأنشطة الصناعية و الزراعية وغيرها من الأنشطة التي يقوم بها البشر.**

في الوقت الحالي وفيما يتعلق بالتغيرات المناخية تحولنا من مرحلة عرض التنبؤات وإطلاق التحذيرات، إلى مرحلة بدء حدوث ظاهرة التغير المناخي، هذا ما أكدته اللجنة الحكومية لتغير المناخ في تقريرها الذي أُعلن في باريس عام 2007، وقد تم تقديم العديد من الملاحظات التي توضح التغيرات المناخية التي بدأت في الحدوث ومنها:

- تم ملاحظة حدوث تغيرات في معدل الهطول المطري وكميات الأمطار المتساقطة، ومن هذه التغيرات الملاحظة ظهور فترات من الجفاف في مناطق متعددة من العالم منها البحر المتوسط، بعض مناطق جنوب آسيا، جنوب أفريقيا وبعض المناطق من الساحل الأفريقي{8}.
- عالمياً ارتفعت درجة حرارة الأرض بمقدار 1.1 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة، وذلك يعود لأكثر من قرن من حرق الوقود الأحفوري (مثل النفط والغاز)، بالإضافة إلى استخدام الطاقة والأراضي بشكل غير متكافئ أو مستدام، أما فيما يتعلق بتراكيز ثاني أكسيد الكربون فقد وصلت في عام 2019 إلى 410 جزء في المليون، وتعتبر هذه التراكيز أعلى من أي وقت مضى على الأقل خلال المليونين سنة الماضية، وذلك منذ عام 1750، وتعتبر هذه الزيادة في التراكيز عامل هام جداً في زيادة مستويات الاحتباس الحراري ومنه زيادة مستويات التغير المناخي{9}.

ويختلف مفهوم التغير المناخي عن مفهوم الاحتباس الحراري الذي يُعرَّف بأنه زيادة تركيز غازات الاحتباس الحراري المتمثلة في (ثاني أكسيد الكربون Co2، وغاز الميثان CH4، أكسيد النيتروجين N2O، وبخار الماء)، وغيرها من الغازات الأخرى الموجودة في الغلاف الجوي للأرض، وقد سميت هذه الغازات بالغازات الدفيئة لأنها تساهم في تدفئة الغلاف الجوي السطحي للأرض، فقد تم تسمية هذه الظاهرة بظاهرة الاحتباس الحراري العالمي وقد أحدثت مجموعة معقدة من التغييرات التي تحدث لكوكبنا والبيئة المحيطة بنا، وتعتبر هذه الظاهرة أحد أهم المسببات لظاهرة التغير المناخي {10}. للتغير المناخي آثار كبيرة ومختلفة على جميع الأصعدة، يستعرض المعهد العربي للتخطيط من خلال دراسة قام بها في عام 2007 بعنوان (اقتصاديات التغير المناخي: الآثار والسياسات) مفاهيم اقتصاديات تغير المناخ وآثار التغيرات المناخية التي تحدث عنها ستيرن في التقرير الذي أعده في عام 2006، وهو الخبير الاقتصادي السابق في البنك الدولي تقريراً يستعرض فيه أهم الآثار الاقتصادية والاجتماعية للتغيرات المناخية ومنها{11}:

- الآثار المتعلقة بالمياه: يتوقع التقرير العديد من الآثار المتعلقة بالتغيرات المناخية على المياه عالمياً، ومن هذه الآثار زيادة مستويات الجفاف في المناطق التي تعاني من الجفاف مسبقاً، بالإضافة إلى ندرة المياه و انخفاض الفترة الزمنية لحدوث دورات الجفاف من حوالي مئة عام إلى عشرة أعوام وذلك في المناطق التي تعاني من دورات جفاف مثل (وسط وشرق أفريقيا) فإن عدد دورات الجفاف ستزداد أربعة أمثال ماهي عليه الآن، كما توقع التقرير أن معدلات الأمطار ستنخفض في منطقة حوض البحر المتوسط ومناطق من جنوب أمريكا وجنوب أفريقيا بحوالي 30% عند ارتفاع درجة الحرارة درجتين مئويتين، ويزداد معدل الأمطار انخفاضاً إلى حوالي 40-50% مع ارتفاع درجة الحرارة 4 درجات مئوية، كما توقع التقرير أن عدد الناس الذين يعانون من نقص حاد في الموارد المائية سيصل إلى ما بين 1-4 مليار نسمة.
- الآثار المتعلقة بالغذاء: تنقسم الآثار الناجمة عن التغير المناخي المتعلقة بالغذاء إلى قسمين قسم من المناطق يزداد لديها الإنتاج الزراعي وذلك في مناطق خطوط الطول والعرض العليا مثل (شمال الولايات المتحدة والمناطق الشمالية من الصين وغيرها) حيث أنه عند ارتفاع درجات الحرارة ما بين 2–3 درجة مئوية، يتوقع أن تكون الزيادة في الإنتاج بحدود 20%، والسبب في ذلك يعود إلى الطول النسبي للموسم الزراعي وذوبان الجليد عن مساحات من الأراضي كانت خارج المساحة المحصولية والإنتاج الزراعي، إضافةً إلى زيادة تأثير ثاني أكسيد الكربون على خصوبة الأراضي، كل ذلك سينعكس بشكل إيجابي على إنتاج الحبوب وأهمها القمح، أما القسم الثاني من المناطق سيتناقص فيها الإنتاج الزراعي بشدة وخاصةً في الدول النامية (خاصةً الشرق الأوسط وقارتي أفريقيا وأمريكا الوسطى) وذلك عند ارتفاع درجة الحراة ما بين 2-3 درجة مئوية وربما أقل من ذلك، بسبب ارتفاع درجات الحرارة أصلاً في هذه المناطق، حيث أن تأثير الكربون على خصوبة التربة سيتناقص بشدة الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض الإنتاج الزراعي بنسبة تتراوح ما بين 25-35% إضافةً إلى عامل تناقص الموارد المائية الذي سبق وتحدثنا عنه، بالتالي فقد توقع التقرير أن أكثير من 100 مليون شخص سيعانون من خطر المجاعات بصورة شبه دائمة، كما توقع التقرير آثار التغيرات المناخية على الصحة والموار الأرضية والبنية الأساسية.

نتيجة الثورة الصناعية والآثار الكبيرة التي خلفتها الأنشطة البشرية على كوكب الأرض، والاستخدام غير المستدام للموارد الموجودة على هذا الكوكب، الأمر الذي أدى إلى الخوف من تناقص هذه الموارد مقابل تنامي الاحتياجات، توجهت الجهود الدولية إلى ضرورة التنبيه إلى مدى خطورة الوضع، الأمر الذي نتج عنه انعقاد العديد من المؤتمرات والقمم بهدف حماية الكوكب، وكان من أبرز وأهم هذه القمم هي قمة ريو في عام 1992، بالإضافة إلى قيام الجمعية العامة للأمم المتحدة في عام 2000، بوضع أهداف الألفية الثمانية والتي شملت على دمج مبادئ التنمية المستدامة في برامج وسياسات مختلف البلدان بهدف تحسين استخدام الموارد الطبيعية، وقد أثمرت الجهود الدولية إلى توعية العالم حول المخاطر المحيطة بالكوكب، الأمر الذي ساهم في دخول اتفاقية كيوتو حيز التنفيذ في عام 2005، والتي تنص على التزامات الأطراف الموقعة بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة خلال الفترة ما بين 2008–2012{12}، ظهر اتفاق باريس بشأن تغير المناخ في عام 2015، و وافقت جميع دول العالم على تكثيف الجهود بهدف محاولة الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري 1.5 درجة مئوية من درجات حرارة ما قبل الصناعة إضافةً إلى تعزيز تمويل العمل المناخي، وآخر نشاط يتعلق بمسار التنمية المستدامة والتغير المناخي كانت القمة السابعة والعشرين أو COP27 التي عقدت في مصر في عام 2022 وكانت حول كيفية الانتقال "من المفاوضات والتخطيط إلى التنفيذ" {13}، وقد عُرّفت التنمية المستدامة بحسب التقرير الصادر عن اللجنة العالمية المعنية بالبيئة والتنمية والمعروفة بلجنة برونتلاند في عام 1987

بأنها: "**التنمية التي تلبي احتياجات أجيال الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تأمين احتياجاتها**"، ويوضح هذا التعريف مفهوم الاحتياجات وبشكل خاص الحاجات الأساسية للفقراء في العالم التي من الهام جداً وضعها في قائمة الأولويات، أما المفهوم الثاني هو مفهوم القيود التي يفرضها النظام الاجتماعي والتكنولوجي على الموارد الطبيعية وقدرة النظام البيئي الوفاء باحتياجات أجيال الحاضر وأجيال المستقبل{14}، كما وتُعرّف التنمية المستدامة بأنها: "التنمية لاي تنطوي على تعظيم المكاسب الصافية من التنمية الاقتصادية بشرط المحافظة على الخدمات ونوعية الموارد الطبيعية مع مرور الوقت" {15}، وللتنمية المستدامة ثلاثة أبعاد رئيسية تم تحديدها في مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة في جوهانسبرغ عام 2000، هي{16}:

أولاً: البعد الاقتصادي: يقوم هذا البعد على تحسين مستوى الرفاهية للفرد وذلك من خلال تحسين نصيب الفرد من السلع والخدمات الضرورية، ولكي يتحقق ذلك يجب العمل على تشجيع البشر على استخدام الموارد الطبيعية بالشكل الأمثل والذي يتمثل في تحقيق أفضل عائد ممكن بأقل تكاليف ممكنة.

ثانياً: البعد الاجتماعي: يشتمل هذا البعد على العلاقات المؤسسية والجماعية والفردية إضافةً إلى السمات البشرية، وما تسهم به في تكوين احتياجات وإشكاليات وجهود تعاونية ومطالب وضغوط على النظم الاقتصادية والأمنية والسياسية.

ثالثاً: البعد البيئي: يتضمن هذا البعد التركيز على حماية البيئة وسلامتها والمحافظة على الموارد الطبيعية وذلك من خلال ترشيد استخدامها، والحصول على المنافع منها من خلال ترشيد استخدام هذه الموارد بما يخدم مصلحة البشر، ولكن دون إلحاق الضرر بمكونات النظام البيئي والذي يشمل على الهواء والماء والأرض، ومكنونات هذا النظام من موارد طبيعية تبقي الكائنات الحية من (بشر و حيوانات ونباتات) على قيد الحياة، كما يتضمن هذا البعد حماية الموارد الطبيعية من الاستنزاف والتلوث والاستخدام الجائر الذي يؤدي إلى نضوبها وفقدانها.

إن إجمالي عدد أهداف التنمية المستدامة الجديدة (2015-2030) بلغ 17 هدف، وإجمالي عدد المؤشرات المرصودة التي تضمنتها الأهداف السبعة عشر بلغ 100، وإجمالي عدد المؤشرات التكميلية المضافة بلغ 152، إجمالي عدد الغايات التي تضمنتها الأهداف السبعة عشر بلغ 169، وبلغ إجمالي عدد المؤشرات لكلي 241{17}.

إن أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر تتضمن طموحات بيئية واقتصادية واجتماعية وتعاون دولي بلورتها هيئات الأمم المتحدة على شكل سبعة عشر هدفاً للتنمية المستدامة على المستوى العالمي والتي بدأ العمل على تنفيذها منذ عام 2015 وحتى نهاية عام 2030 ومن بين هذه الأهداف العمل المناخي {18}، يمكننا القول أن العلاقة بين التغير المناخي والتنمية المستدامة هي علاقة مزدوجة أو ثنائية الاتجاه بمعنى أن لكل من الطرفين تأثير على الآخر، حيث يؤثر التغير المناخي على التنمية المستدامة من خلال تأثيره على الجوانب المعيشية الطبيعية والبشرية وبالتالي تأثيره على مستويات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، حيث يؤثر التغير المناخي على الأمن المائي والغذائي، والسلام والأمن والهجرة والصحة العامة، بالتالي إذا ترك تغير المناخ دون العمل على مواجهته والحد منه سيؤدي إلى تراجع مكاسب التنمية التي حققها العالم في العقود الماضية وسيجعل موضوع تحقيق مكاسب جديدة من الأمور الغاية في الصعوبة{19}، سنركز في تحليل العلاقة بين التغير الماخي والتنمية المستدامة على مؤشر من مؤشرات التنمية المستدامة والذي تعنى به هذه الدراسة وهو مؤشر الأمن المائي الذي يركز على الموارد المائية والتي تشكل أحد أهم الموارد الطبيعية التي تركز عليها التنمية المستدامة وذلك بسبب ارتباطها الوثيق مع التنمية الاقتصادية والبيئية والاجتماعية بهدف الحفاظ على جودة النظم البيئية {20}، حيث أن التنمية المستدامة تتعامل مع الموارد الطبيعية بما فيها المياه بالشكل الذي يأخذ بعين الاعتبار محدودية هذه الموارد وحمايتها من التلوث {21}، ويشتمل البعد البيئي

للتنمية المستدامة على روابط تربط بين أهداف التنمية المستدامة ويشكل الأمن المائي الهدف رقم (6) من أهداف التنمية المستدامة ويرتبط هذا الهدف بالهدف رقم (13) من أهداف التنمية المستدامة وهو العمل المناخي إضافةً إلى مجموعة أخرى من أهداف التنمية المستدامة، وتعتبر التنمية المستدامة المياه بمثابة العمود الفقري لتحقيق أهدافها، وذلك لأنها العنصر الأساسي لتحقيق أمان ورفاهية الإنسان كون الماء هو المحرك الأساسي للأنشطة الإنتاجية وبالتالي النمو الاقتصادي، لذلك تعتبر التنمية المستدامة حماية المياه والحفاظ عليها أمراً في غاية الأهمية{22}.

بالتالي لا بد من توضيح مفهوم الأمن المائي الذي يعتبر جزء لا يتجزأ من مفهوم الأمن الشامل للجوانب المختلفة مثل (الأمن الاقتصادي، البيئي، الاجتماعي والصحي)، بالتالي مفهوم الأمن المائي مرتبط بشكل وثيق بمفهوم الأمن القومي الذي يقوم على الأمن الاقتصادي والغذائي، ويعتبر الأمن المائي هو العمود الفقري الذي يقوم عليه الأمن القومي{23}، وقد عُرف الأمن المائي بأنه "القدرة على تأمين الاحتياجات المائية لجميع السكان بهدف تلبية الاحتياجات الاقتصادية والحيوية، وذلك بالوقت المناسب والقدر الكافي والنوعية الجيدة المطلوبة، بالشكل الذي لا يخل بالمنظومات البيئية والمائية الموجودة" {24}، كما تم تعريف الأمن المائي على أنه قدرة كل شخص على الحصول على مياه مأمونة ونظيفة بالسعر المناسب والقدر الكافي، بما يسمح للفرد أن يعيش حياة ينعم فيها بالكرامة والصحة والقدرة على الإنتاج، مع المحافظة على النظم البيئية التي توفر المياه وتعتمد عليها بنفس الوقت، حيث أن انقطاع سبل الوصول إلى المياه لمخاطر كبيرة تتعلق بالأمن البشري من أبرزها انقطاع سبل المعيشة وانتشار الأمراض{25}، بالتالي يمكننا تعريف الأمن المائي بأنه قدرة كل شخص على الحصول على المياه العذبة المأمونة، بالكمية الكافية والسعر المناسب التي توفر له حياة صحية وكريمة.

كما تناولت عدة تعاريف مفهوم الندرة المائية هذا المفهوم الذي يستخدم لتوضيح النقص في عرض المياه المتوفر والمعتاد عليه والذي يعرف باحتياجات الفرد المائية خلال العام، وهو ما يعرف بحد الأمان المائي (Water Stress Index)، والذي يعرف بمتوسط نصيب الفرد سنوياً من الموارد المائية المتجددة والعذبة، المتمثل في الاستخدامات الصناعية والزراعية بالإضافة إلى الاستهلاك المنزلي{26}، حيث تعتبر المياه العذبة حساسة بشكل كبير للتغيرات المناخية، ومن آثار التغيرات المناخية على المياه العذبة زيادة نسبة الترسيب المتساقط على شكل مطر بدلاً من تساقط الثلوج وذلك يرجع إلى الارتفاع في درجات الحرارة.

أصبح الصراع في العالم اليوم حول الماء، أي أن العالم يمر بما يعرف بالمعضلة المائية وتعتبر ندرة المياه العذبة والتي تشكل مورد نادر أحد أهم أعمدة المعضلة المائية، حيث أن نسبة السكان حول العالم الذين يستخدمون مياه الشرب الأمنة زادت من نسبة 70% في عام 2015 إلى 74% في عام 2020، ومع ذلك بليون شخص تقريباً لم تتوافر لديهم مثل هذه الخدمات في ذلك العام، وثمانية من أصل كل 10 أشخاص ممن تنقصهم حتى خدمات مياه الشرب الأساسية يعيشون في المناطق الريفية، ونصفهم تقريباً يعيش في أقل البلدان نمواً{27}، تناولت عدة تعاريف مفهوم الندرة المائية هذا المفهوم الذي يستخدم لتوضيح النقص في عرض المياه المتوفر والمعتاد عليه والذي يعرف باحتياجات الفرد المائية خلال العام، وهو ما يعرف بحد الأمان المائي (Water Stress Index)، والذي يعرف بمتوسط نصيب الفرد في بلد ما من الموارد المائية المتجددة والعذبة سنوياً{28}، كما ويعتبر الأمن المائي قضية فقر بالدرجة الأولى، حيث وبحسب تقرير للجنة الأمم المتحدة المعنية بالموارد المائية، فإن 1.2 بيليون شخص يعيشون في مناطق الندرة المادية للمياه وبحسب التقرير فمن المتوقع أنه وبحلول عام 2025 سيعيش 1.8 بيليون شخص في مناطق الندرة المطلقة للموارد المادية {29}.

تقع سورية جغرافياً في المنطقة الجافة ونصف الجافة، ويعتبر متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة ضعيف. تحتوي سورية على سبعة أحواض مائية، وتعتمد على خمسة أنهار رئيسية مشتركة مع دول الجوار وهي: دجلة، الفرات، العاصي، اليرموك ونهر الكبير الجنوبي وتشكل هذه الأنهار ما نسبته 75% من الموارد المائية المتاحة في سورية، ولكن فيما يتعلق بالأنهار المشتركة مع دول الجوار أنه لا يوجد سوى اتفاق واحد بشأن نهر واحد وهو نهر العاصي والسبب يعود إلى التحديات التي تفرضها صعوبة إدارة المياه المشتركة في ظل التغيرات المناخية، أهم مصدر للمياه في سورية هو المياه الجوفية وازدادت أهميتها بشكل كبير خلال سنوات الجفاف، بالإضافة إلى وجود عدة ينابيع هامة في سورية أهمها السن، رأس العين، بردى والفيجة{30}. وفقاً لبيانات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) تعاني سورية من ندرة في المياه ومستويات جفاف قاسية وطويلة الأمد، حيث أثرت التغيرات المناخية بشكل كبير على الأمن المائي في سورية بسبب وجود عوامل مساعدة مثل الاستنزاف الكبير للمواقع المائية نتيجة التنافس الكبير على المياه المشتركة دولياً والنمو الاقتصادي {31}، لذلك تسعى هذه الدراسة إلى قياس تأثير التغيرات المناخية على مؤشر الأمن المائي خلال الفترة (1990-2021)، في محاولة لتقديم خطوة عملية للمضي قدما في التكيف مع التغيرات المناخية وحماية الموارد المائية في سورية ضمن استراتيجية تحقيق أهداف التنمية المستدامة لعام 2030.

الإطار العملي للبحث:

التحليل الوصفي والارتباط: للقيام بعملية التحليل الوصفي يجب أولاً أن نتعرف على الإحصاءات الوصفية للمتغيرات قيد الدراسة والتي تشمل (المتوسط، الوسيط، القيمة الصغرى، القيمة العظمى والانحراف المعياري).

الجدول(1): إحصائيات متغيرات الدراسة

	W	X	Y	P
Mean	407.3	18.78	288.3	17189050
Median	380	18.80	289.6	17255442
Maximum	575	20.31	379.8	21362541
Minimum	299.3	16.71	183.0	12446168
Std.Dev.	79.05	0.690	57.66	15493518
Observations	32	32	32	32

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R-Studio

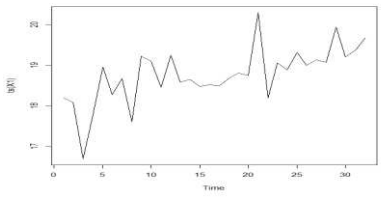
الجدول(1) يقدم إحصائيات وصفية عن متغيرات الدراسة وهي: W المتغير الذي يعبر عن حد الأمان المائي المتمثل في متوسط نصيب الفرد من الأمن المائي (المعبر عنه بمتوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة)، المتغير X الذي يعبر عن درجات الحرارة ، المتغير Y الذي يعبر عن الهطول المطري، المتغير P الذي يعبر عن عدد السكان وهو متغير ضابط للنموذج، يكشف تحليل الانحراف المعياري أن متوسط نصيب الفرد من الأمن المائي، الهطول المطري و درجات الحرارة، تنحرف عن المتوسط بالقيم التالية 79.05، 0.690، 57.66، على التوالي، وقيم الانحراف المعياري هذه تمثل تشتت قيم متغيرات الدراسة عن وسطها الحسابي على التوالي، الخطوة الثانية من خطوات التحليل الإحصائي الوصفي هي معرفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، ومعاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة مع بعضها البعض، حيث تقاس العلاقات بين المتغيرين أو أكثر بمقياس حده الأعلى(1+)، مع العلم أن الإشارة الموجبة تدل على العلاقة الطردية بين المتغيرات، والحد الأدنى لمعامل الارتباط هو (1-)، والإشارة السالبة تدل على العلاقة العكسية بين المتغيرات{32}.

الجدول(2): مصفوفة معاملات الارتباط

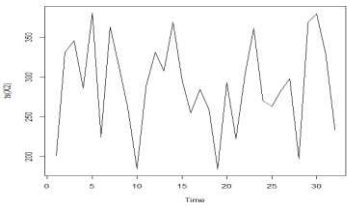
Variables	W	X	Y	P
W	1.00			
X	-0.607	1.00		
Y	0.101	-0.116	1.00	
P	-0.940	0.482	-0.171	1.00

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R-Studio

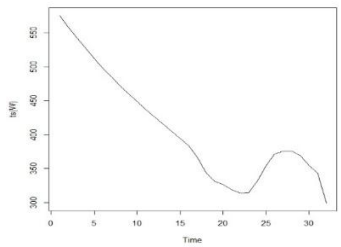
يوضح **الجدول(2)** الارتباط بين متغيرات الدراسة، نلاحظ من خلال الجدول أن متغير الهطول المطري يرتبط ارتباط إيجابي بالمتغير التابع بالتالي هناك علاقة طردية بين مؤشر الأمن المائي و معدل الهطول المطري، وهو أمر بديهي وطبيعي ولكن يمكن لنوعية الأمطار وتواقيت هطولها أن تترك أثر سلبي على الأمن المائي، أما متغير درجات الحرارة فهو مرتبط ارتباط سلبي بالمتغير التابع، ويفسر هذا الارتباط العكسي بوجود علاقة عكسية بين الأمن المائي ومعدل درجات الحرارة، يمكننا تفسير هذا الارتباط بأنه مع ارتفاع معدلات الحرارة السنوية يتناقص معدل الأمن المائي ويتأثر بشكل سلبي، ويعود الاتجاه التصاعدي لمعدلات درجات الحرارة السنوية للتأثيرات المتراكمة للتغيرات المناخية، والتي كان من أبرز تداعياتها فترات الجفاف الطويلة والقاسية، أما المتغير الضابط وهو عدد السكان نلاحظ أنه يرتبط ارتباط سلبي بالمتغير التابع بالتالي هناك علاقة عكسية بين عدد السكان ومؤشر الأمن المائي، ويمكن تفسير هذا الارتباط بأن النمو السكاني بالشكل العام يؤثر على استهلاك الموارد الطبيعية، حيث يعتبر النمو السكاني من أبرز العوامل المؤثرة على مؤشر الأمن المائي، فكلما ازداد عدد السكان كلما تناقص المخزون المائي.



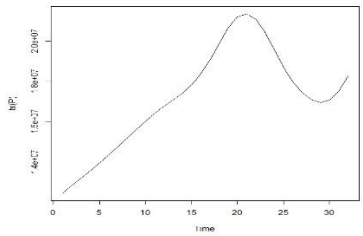
الشكل (1): السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة.
المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-Studio.



الشكل (2): السلسلة الزمنية للأمطار.
المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-Studio.



الشكل (3): السلسلة الزمنية لمتوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة.
المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-Studio.



الشكل (4): السلسلة الزمنية لعدد السكان.
المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-Studio.

بعد أن تعرفنا على الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة، سنقوم بتقدير النموذج من خلال تطبيق طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS). نلاحظ من الرسوم البيانية السابقة **(1)**، **(2)**، **(3)**، **(4)** أن الاتجاه العام للسلسلة الزمنية

لمتغير درجات الحرارة غير ثابت ويتجه بشكل تصاعدي مع الاستقرار النسبي لقيم درجات الحرارة حول هذا الاتجاه، والسلسلة الزمنية لمتغير الأمطار هي سلسلة مستقرة، ونلاحظ من الرسم البياني أن كميات الأمطار تتجه إلى التناقص في السنوات الأخيرة، كما يتضح من الرسم البياني **(3)** لمؤشر الأمن المائي أنها سلسلة مستقرة، ونلاحظ أن مؤشر الأمن المائي تتناقص قيمته في السنوات الأخيرة للدراسة، كما نلاحظ من الرسم البياني **(4)** لمتغير عدد السكان أن السلسلة الزمنية له مستقرة مع تزايد للخط البياني في السنوات الأخيرة للدراسة، ولأجل القيام بدراسة استقرارية السلاسل الزمنية المدروسة في هذا البحث حيث قمنا باختبار Augmented Dickey Fuller (ADF)، يقوم هذا الاختبار على ثلاثة معادلات المعادلة الأولى هي المعادلة الشاملة يتم فيها اختبار جذر الوحدة بوجود حد ثابت واتجاه عام متعلق بالزمن (trend)، المعادلة الثانية يتم فيها اختبار جذر الوحدة بوجود حد ثابت فقط (drift)، المعادلة الثالثة بدون حد ثابت وبدون اتجاه عام متعلق بالزمن (none)، حيث كانت نتائج الاختبار كما هي موضحة في الجدول**(3):**

الجدول(3): اختبار استقرارية السلاسل الزمنية (ADF) واختبار التغير الهيكلي (ZA) لمتغيرات الدراسة

المتغيرات	T المحسوبة حسب اختبار ADF			T المحسوبة حسب اختبار ZA
	trend	drift	none	
W	-1.49	-2.17	-4.54	-5.69
X	-6.40	-3.81	0.22	-7.87
Y	-5.63	-5.72	-0.70	-6.35
P	-0.64	-2.27	1.78	-5.38
القيم المجدولة5%	-3.50	-2.93	-1.95	-4.8

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R-Studio

يوضح الجدول **(3)** مخرجات اختبار (ADF) وهو اختبار استقرارية السلاسل الزمنية، ونلاحظ من مخرجات الجدول **(3)** أن السلسلة الزمنية لمؤشر الأمن المائي مستقرة، لأن T المحسوبة حسب اختبار (ADF) أكبر بالقيمة المطلقة من قيمة T المجدولة عند مستوى دلالة 5%، أما السلسلة الزمنية للمتغير المستقل الأول وهي السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة فهي من النوع (Trend Stationary) لأن معلمة الزمن (tt=0.0002***) وهذا يعني أن السلسلة الزمنية للمتغير المستقل الأول درجات الحرارة مستقرة حول اتجاه عام متعلق بالزمن (I(0)+t)، أما فيما يتعلق بالسلسلة الزمنية للمتغير المستقل الثاني الهطول المطري فكانت مخرجات الاختبار تشير إلى أن السلسة مستقرة في المستوى I(0)، كما يتضح من الجدول (3) أن السلسلة الزمنية لعدد السكان مستقرة، لأن T المحسوبة حسب اختبار (ADF) أكبر بالقيمة المطلقة من قيمة T المجدولة عند مستوى دلالة 5%، بالتالي وبالنظر إلى نتائج اختبار الاستقرارية وكون السلاسل كانت كلها مستقرة مع وجود اتجاه عام لبعض السلاسل، الأمر الذي يحتم علينا اتباع منهجية قياسية معينة لاختبار فرضيات الدراسة، حيث وجدنا أن النموذج المناسب لاختبار فرضيات البحث هو نموذج ARDL(1,1,1) (نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة)، والذي يعتبر من النماذج الديناميكية كما أنه يتيح إمكانية تقدير العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، فهو يحتوي على إبطاءات للمتغيرات المدروسة، بينما مقاربة ARDL لاختبار التكامل المشترك لا يمكننا اعتمادها لأن المتغيرات المدروسة ليست مزيج من I(0)، I(1)، ولأن فترة الدراسة تضمنت فترة الحرب على سورية، والتي تؤدي إلى حدوث خلل هيكلي في السلاسل الزمنية للمتغيرات المدروسة، ولتحسين جودة النموذج ومعرفة إن كانت السلاسل الزمنية للمتغيرات المدروسة تحتوي

على كسر هيكلي أم لا قمنا باختبار (Zivot & Andrews)، حيث جاءت النتائج مؤكدة على احتواء السلاسل الزمنية للمتغيرات المدروسة على كسر هيكلي لأن قيمة (T_{ZA} > T)، بالتالي وحسب اختبار (ZA) يجب إضافة متغيرات وهمية للنموذج بهدف تحسين جودته، المتغيرات الوهمية هي D, DX,DY، وللحصول على نتائج أكثر دقة ونموذج أكثر جودة قمنا بإضافة فترات إبطاء للنموذج من أجل تلافي هدة مشاكل يمكن أن تواجه النموذج منها مشكلة الارتباط الذاتي، لتقدير نموذج الدراسة اختبرنا منهجية ARDL باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS)، وكان الشكل العام للنموذج الشامل كالآتي:

$$W_t = C+X_t+Y_t+P_t+D+T_1+W_{t-1}+Y_{t-1}+X_{t-1}+P_{t-1}+DX_t+DY_t+DP_t+DY_{t-1}+DX_{t-1}+DP_{t-1}+e_t$$

يتضمن هذا النموذج كل المتغيرات المدروسة وهي:

W_t: يمثل مؤشر الأمن المائي وتم قياسه في هذه الدراسة من خلال حد الأمان المائي وهو (متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة) وذلك خلال الفترة المدروسة.

X_t: يمثل متوسط درجات الحرارة السنوية خلال فترة الدراسة.

Y_t: يمثل متوسط الهطول المطري السنوي خلال فترة الدراسة.

P_t: يمثل عدد السكان خلال فترة الدراسة وهو متغير ضابط للنموذج.

D: المتغير الوهمي.

DP_t، DY_t،DX_t : تمثل المتغيرات المدروسة مضروبة بالمتغير الوهمي، لقياس أثر التغير الهيكلي على ميل العلاقة مع المتغير التابع.

X_{t-1}، Y_{t-1} ، P_{t-1}،W_{t-1}: تمثل المتغيرات المدروسة خلال فترات الإبطاء.

T: معلمة الزمن.

DX_{t-1} ، DP_{t-1}،DY_{t-1}: المتغيرات الوهمية خلال فترات الإبطاء، لقياس أثر التغير الهيكلي على ميل العلاقة مع المتغير التابع.

e_t: الخطأ العشوائي.

من خلال اختبار هذا النموذج بطريقة (OLS)، قمنا بتطبيق طريقة (Step Wise) والتي تشكل إزالة المتغيرات غير المعنوية للوصول إلى أفضل شكل للنموذج، وقد حصلنا على النموذج الآتي:

$$W_t=C+P_t+X_t+Y_t+D+Y_{t-1}+X_{t-1}+DX_t+DY_t+DX_{t-1}+DY_{t-1}+e_t \quad (1)$$

كانت نتائج الاختبار كالآتي:

الجدول(4) مخرجات انحدار OLS

Variable	Coefficient	Std.error	t-Statistic	Prob
C	938.1	77.84	12.051	2.41e-10 ***
P_t	-2.025e-05	1.732e-06	-11.694	4.00e-10 ***
X_t	-2.816	2.391	-1.178	0.253
Y_t	-0.027	0.027	-0.975	0.342
D	912.3	292.6	3.118	0.005667 **
Y_{t-1}	-0.056	0.026	-2.137	0.045793 *
X_{t-1}	-2.838	2.412	-1.177	0.254
DX_t	-36.73	9.573	-3.836	0.001113 **
DY_t	0.12	0.052	2.295	0.033288 *
DX_{t-1}	-10.64	10.85	-0.981	0.339
DY_{t-1}	-0.108	0.054	-1.987	0.061593 .
T	-3.23	0.745	-4.333	0.000359 ***

R-squared		0.9955		
Adjusted R-squared		0.9929		
F-statistic		382		
p-value		< 2.2e-16		

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R-Studio

الجدول **(4)** يمثل مخرجات الانحدار المتعدد بإضافة المتغيرات الوهمية، يتضح من المخرجات أن درجة الحرارة وهي المتغير X_t معنوية بعد إضافة المتغير الوهمي لمعالجة مشكلة التغير الهيكلي حيث كان المتغير DX_t معنوي عند 5%، وهذا يعني أنه قبل الحرب على سورية يوجد أثر سلبي لارتفاع درجات الحرارة ولكنه غير معنوي، ويمكن تفسير ذلك بأنه قبل الحرب كانت الحكومة ووزارة الري تعتمد سياسة جديدة للمياه تعمل على إدارة الطلب على المياه بدلاً من التركيز على إدارة الإمدادات من المياه والتي يتم ترجمتها في الحد من الخسائر غير المنتجة والعمل على زيادة الإنتاجية، حيث أعطت الحكومة من خلال الخطة الخمسية (2006-2011) أهمية خاصة لأمن المياه كونه عنصر أساسي في عملية التنمية المستدامة {33}، مما سبق نستنتج أن سورية قبل الحرب كانت تعمل على الحفاظ على أمنها المائي من مختلف العوامل المؤثرة وأهمها التغيرات المناخية لذلك لم تظهر تأثيرات التغيرات المناخية بشكل معنوي، أما بعد الحرب وإضافة المتغير الوهمي أثر ارتفاع درجات الحرارة بشكل معنوي وذو تأثير على المتغير التابع حيث كانت إشارة معلمة درجة الحرارة سالبة (36.73-)، والإشارة السالبة تدل على العلاقة العكسية بين درجة الحرارة والأمن المائي، أي أن الارتفاع المطرد لدرجات الحرارة بشكل أكبر من معدلاتها الطبيعية تؤثر سلباً على الأمن المائي (حد الأمان المائي وهو متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة) بقيمة **(-36.73)**، وهذا ما يخالف الفرضية الفرعية الأولى، ويمكن تفسير ذلك بأن التغيرات المناخية وأهمها الارتفاع في درجات الحرارة فوق معدلاتها الطبيعية وما ينتج عنها من تداعيات كموجات الجفاف القاسية والطويلة، إضافةً إلى عدم قدرة الحكومة على التكيف مع هذه التداعيات خاصةً بعد الحرب، نتيجة عدم الاستفادة من العديد من مصادر المياه المشتركة وتلوث العديد من مصادر المياه السطحية والجوفية بفعل الحرب، بالتالي ظهرت تداعيات التغيرات المناخية بشكل أكبر وبتأثير سلبي أكثر، خاصةً فيما يتعلق بارتفاع درجات الحرارة.

كما يتضح من المخرجات أن الأمطار وهي المتغير Y_t غير معنوية عند 5%، ولكن كان للأمطار تأثير معنوي على مؤشر الأمن المائي خلال فترة الإبطاء حيث كانت معلمة Y_{t-1} يعنى ذلك أن ارتفاع معدل الهطول المطري بمعدل وحدة واحدة في السنة الحالية تؤثر سلباً على الأمن المائي في السنة القادمة بمقدار (0.056-) ويُفسر ذلك بأن نوعية الأمطار وتواقيت الهطول يمكن أن يكون لها تأثير سلبي على مستويات تخرين المياه وبالتالي على مؤشر الأمن المائي، كما أنها ذات تأثير معنوي بعد الحرب، حيث كانت المعلمة (DY_t) معنوية عند 5%، وهذا يعود إلى عدم القدرة على التعامل والتكيف مع تداعيات التغيرات المناخية بعد الحرب لذلك أصبحت تأثيراتها تتضح بشكل سلبي كبير، بمعنى أن لمعدل الهطول المطري السنوي تأثير معنوي على مؤشر الأمن المائي ولكن بعد الحرب، وهذا ما يخالف الفرضية الفرعية الثانية، حيث كانت قيمة معلمة الهطول المطري بعد الحرب تساوي (0.12) والإشارة الموجبة تدل على العلاقة الطردية بين الهطول المطري ومؤشر الأمن المائي، ويمكننا تفسير معنوية العلاقة إضافةً إلى وجود العلاقة الطردية بين المتغيرين، إلى أهمية متغير الأمطار بالنسبة لمؤشر الأمن المائي، ولكن هناك عدة عوامل تؤثر في مخزون المياه وهي نوعية الأمطار وتواقيت الهطول، لأن سورية تصنف من البلدان الجافة إلى شبه الجافة ومعدل

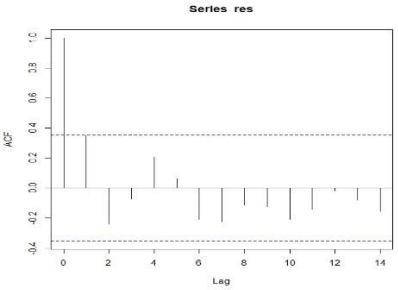
الأمطار السنوي فيها لا يتجاوز 350 ملم في 90% من أراضي سورية، ولكن كما ذكرنا من أهم مزايا الهطول المطري في سورية تبدلاتها المكانية بشكل كبير مما يجعل تأثيرها في مخزون المياه سلبي أكثر من كونه إيجابي، كما أن نوعية الأمطار تلعب دور كبير في مخزون المياه وخاصةً الجوفية حيث تشير الدراسات إلى أن الهطول المطري وخاصةً الهطول الشتوي بشكل رئيسي يتجه نحو الانخفاض منذ خمسين عام مضت{34}، كما أنه يتضح من النتائج في الجدول **(4)** أن معلمة DY_{t-1} معنوية عند 1% بالتالي لها تأثير معنوي على مؤشر الأمن المائي، ولكن هذا المتغير يوضح أنه وبعد الحرب تؤثر معدلات الهطول المطري في السنة الحالية على مؤشر الأمن المائي في السنة القادمة وهي ذات تأثير سلبي، أي أن زيادة الأمطار بمعدل وحدة واحدة تؤدي إلى تناقص معدلات الأمن المائي بقيمة (0.108) وهذا ما يؤكد المناقشة السابقة حول تأثير نوعية الأمطار وتواقيت هطولها على المخزون المائي في سورية، إضافةً إلى أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى تزايد الطلب على المياه، كما أن طول فترات الجفاف وانحباس الأمطار لفترات طويلة أمور يجب العمل على التكيف معها بهدف الحفاظ على الأمن المائي، كما أن تداعيات الحرب أثرت بشكل كبير في المخزون المائي لسورية حيث تعرضت المشاريع المائية والبنى التحتية لتلك المشاريع لعمليات تخريب كبيرة أدت إلى أذى كبير في أقنية الري والصرف ومحطات الضخ ..إلخ، كما توقف العمل في المشاريع الجديدة ومشاريع إعادة التأهيل (كما كان مخطط لها وفق الخطة الخمسية الحادية عشر) {35}، بالتالي مما سبق يمكننا القول أن الفرضية الرئيسية للدراسة مرفوضة ويوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التغيرات المناخية و مؤشر الأمن المائي (حد الأمان المائي وهو متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة) في سورية خلال فترة الدراسة (1990-2021).
كما أضفنا إلى النموذج القياسي متغير وهمي بعد أن نفذنا اختبار (ZA) الذي أكد وجود تغيرات هيكلية في سلسلة المتغير التابع المدروسة، تعود تلك التغيرات إلى حدوث صدمات خلال سنوات الدراسة هذه الصدمات متمثلة في التغيرات المناخية أولاً كونها مستمرة منذ الثمانينات، إضافةً إلى الحرب على سورية منذ عام 2011، والتي لا يمكن عزل أثرها، فقد أثرت بشكل كبير على مختلف مؤشرات التنمية المستدامة وأهمها الأمن المائي.

يتضح من الجدول (4) أن النموذج جيد، حيث كانت قيمة R^2 تساوي0.9911، وهذا الرقم يشير إلى أن 99% من التغير في المتغير التابع وهو مؤشر الأمن المائي يعود إلى المتغيرات المستقلة المدروسة وهي التغيرات المناخية (درجات الحرارة والأمطار).

بالتالي كانت معادلة النموذج المقدَّر من الشكل:

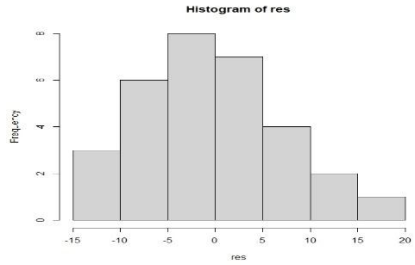
$$W_t= 938.1\ C-2.025e-05P_t-2.816\ X_t-0.027\ Y_1+912.3D-0.056Y_{t-1}-2.838X_{t-1}-36.73\ DX_t+0.12\ DY_t-10.64\ DX_{t-1}-0.108DY_{t-1}-3.23T+e_t \quad (2)$$

تعبر المعادلة **(2)** عن المقدرات الخاصة بالمتغيرات محل الدراسة والتي حصلنا عليها كنتيجة لاختبار طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS)، الخطوة الثانية من بعد الحصول على المعادلة المطلوبة هي التحقق من جودة النموذج المختبر ومدى صلاحيته للاستدلال الإحصائي واختبار فرضيات الدراسة، لذلك قمنا بمجموعة اختبارات منها اختبار Box Peirce للبواقي للتحقق من وجود ارتباط ذاتي للبواقي، ووجدنا أن قيمة P-Value للاختبار تساوي (0.6856) وهي أكبر من مستوى المعنوية 5%، وهذا يعني أن البواقي للنموذج المختبر غير مرتبطة ذاتياً، كما أن الرسم البياني رقم **(5)** يوضح أن معاملات الارتباط الذاتي للبواقي للنموذج لا تختلف معنوياً عن الصفر وهذا يعني أن البواقي غير مرتبطة ذاتياً، وهذا دليل على جودة النموذج وصلاحيته للاستدلال الإحصائي واختبار فرضيات الدراسة.



الشكل (5): معاملات الارتباط الذاتي للبواقي.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-studio



الشكل (6): المدرج التكراري للبواقي.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-studio

كما أن اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي من اختبارات جودة النموذج، لمعرفة أن كانت البواقي تتوزع توزيعاً طبيعياً أم لا قمنا باختبار (Kolmogorov-Smirnov) المعروف باختبار KS، وكانت نتيجة الاختبار تؤكد أن البواقي تتوزع توزيعاً طبيعياً حيث كانت قيمة p-value لاختبار KS تساوي (0.963) وهي أكبر من قيمة 5%، ويوضح الشكل **(6)** المدرج التكراري للبواقي الذي يأخذ شكل قريب من شكل دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع الطبيعي، بالتالي وبناءً على جميع الاختبارات السابقة النموذج صالح للاستدلال الإحصائي واختبار فرضيات الدراسة.

النتائج و المناقشة:

1- يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التغيرات المناخية ومؤشر الأمن المائي (حد الأمان المائي وهو متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة) في سورية خلال الفترة (1990-2021)، وهذا ما يخالف الفرضية الرئيسية.

2- يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين درجات الحرارة ومؤشر الأمن المائي (حد الأمان المائي وهو متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة) في سورية خلال الفترة (1990-2021)، وهذا ما يخالف الفرضية الفرعية الأولى، حيث أن العلاقة بين درجات الحرارة ومؤشر الأمن المائي كانت غير معنوية قبل الحرب، ومعنوية بعد الحرب، وقد فسرنا ذلك بأنه قبل الحرب كان هناك قدرة اقتصادية واجتماعية للاهتمام بالموارد المائية، أما بعد الحرب فقد فقدت سورية قدرتها على الاهتمام بالموارد المائية وهذا انعكس بشكل سلبي على مؤشر الأمن المائي، بالشكل الذي أظهر تأثيرات التغيرات المناخية بشكل كبير الموارد المائية.

3- يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين الأمطار ومؤشر الأمن المائي (حد الأمان المائي وهو متوسط نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة) في سورية خلال الفترة (1990-2021)، وهذا ما يخالف الفرضية الفرعية الثانية، حيث أثرت الأمطار بشكل معنوي قبل الحرب وبعدها، قبل الحرب كان للهطول المطري تأثير خلال فترات الإبطاء حيث كانت معلمة Y_{t-1} يعنى ذلك أن ارتفاع معدل الهطول المطري بمعدل وحدة واحدة في السنة الحالية تؤثر سلباً على الأمن المائي في السنة القادمة بمقدار (0.056-) ويُفسر ذلك بأن نوعية الأمطار وتواقيت الهطول يمكن أن يكون لها تأثير سلبي على مستويات تخرين المياه وبالتالي على مؤشر الأمن المائي، كما أنها ذات تأثير معنوي بعد الحرب، حيث كانت المعلمة (DY_1) معنوية عند 5%، وهذا يعود إلى عدم القدرة على التعامل والتكيف مع تداعيات التغيرات المناخية بعد الحرب لذلك أصبحت تأثيراتها تتضح بشكل سلبي كبير، بمعنى أن لمعدل الهطول المطري السنوي تأثير معنوي على مؤشر الأمن المائي ولكن بعد الحرب، وهذا ما يخالف الفرضية الفرعية الثانية، حيث كانت قيمة معلمة

الهطول المطري بعد الحرب تساوي (0.12) والإشارة الموجبة تدل على العلاقة الطردية بين الهطول المطري ومؤشر الأمن المائي.

الاستنتاجات والتوصيات:

1- في حال استمرار التغيرات المناخية بدون اتخاذ إجراءات التكيف ستتفاقم آثارها على مختلف المجالات وأشدها المياه، لذلك يجب وضع خطة تأهب للتصدي لتداعيات التغيرات المناخية، إضافةً إلى التركيز السياسات الحكومية على إدارة الطلب على المياه وترشيد استخدامها، كونها سلعة اقتصادية واجتماعية.

2- يجب متابعة التغيرات المناخية من خلال اتخاذ الإجراءات المتعلقة بإنشاء مؤسسات وفرق عمل على مستوى سورية لتقييم خطة التصدي لتأثيرات التغيرات المناخية ومتابعة تقدمها.

3- إنشاء بنك معلومات دقيق للبيانات المتعلقة بالموارد المائية والتغيرات المناخية، لأن معظم البيانات المتاحة عن هذين المتغيرين تتصف بمحدودية المكان والزمان، كما أنها غير دقيقة بما يكفي بسبب غياب الرقابة على جودة هذه البيانات.

4- يجب العمل على إدخال أثار التغيرات المناخية في السياسة المائية والاعتماد على منهج متكامل لحماية وإدارة الموارد المائية والحد من الاستنزاف الجائر لها، لأن المياه سلعة اقتصادية اجتماعية بيئية، يجب رصد جهود المجتمع بأكمله للحفاظ عليها، لأنها لا تشبه أي سلعة اقتصادية أخرى بسبب عدم وجود بديل لها.

References:

1- Abdullah, Walaa; Tajuddin, Abd Alaziz. *The interrelated relationships between water, energy, food security and climate change in Egypt, Journal of Environmental Sciences*, vol. 51, No. 6, 2022.

2- Smoke, Hasina; Haji, Sumaya. *The impact of climate change on Water Resources: challenges and solutions*., Malik ibn Nabi Journal of research and Studies, Vol. 5, No.1, pages: 51-39.

3- Awad; Ebrahim. *Impact of Climate Change on Different Sectors of Egyptian Water Security*. Journal of the Advances in Agricultural Researches (JAAR) Vol. 27 No.3, 2022.

4- Tang & Others. *Climate Change and Water Security in the northern slope of Tianshan Mountains*. Geography and Sustainability , Vol. 3, Pages 246-257, 2022.

5- Ministry of Water Resources. *Climate change financing plans related to the water sector in the Syrian Arab Republic*, climate finance workshop for the water sector, Syrian Arab Republic, 2022.

6- Al-Rikabi, Sajid. *Sustainable development and combating environmental pollution and climate change*, Arab Democratic Center for strategic, political and economic studies, Berlin, Germany, First Edition, p .37, 2020.

7- Ibrahim, N. *Climate change and food security in Egypt*, Scientific Journal of Economics and Trade, 2021.

8- IPCC: Climate Change. The Physical Science Basis, Summary for Policymakers. IPCC Secretariat http://ipcc.ch Geneva, Switzerland, 2007.

9- IPCC: Sections in: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, pp.35-115, 2023.

10- Environmental Protection Agency (EPA), http://epa.gov .

11- Nofal, M. *Economics of climate change: impacts and policies*, Arab Planning Institute, Kuwait, 2007.

12- Gendron, Corinne. Environmental management and the ISO 14001 standard, Journal of the University of Montreal, Canada, p.58,2004.

13- UN. COP27, 2022.

14- Brundtland, G.H. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development, Geneva, UN-Dokument A/42427/,1987.

15- Romano, Donato. Environmental economics and sustainable development, National Center for Agricultural Policy, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, 2006.

16- Steurer, R; Langer, M; Martinuzzi, A. Corporations, Stakeholders and Sustainable Development I: A Theoretical Exploration of Business-Society Relations, Journal of Business Ethics, 2005.

17- Central Statistical Organization, Ministry of planning, Sustainable Development Goals fundamental reforms, 2017.

18- Hussain, Khalid. Climate change and the global goals for Sustainable Development, al-Ward newspaper library, Cairo, first edition, 2021.

19- Muhammad, Muhammad. The impact of climate change on Sustainable Development and the labor market in the Arab world, Arab and regional Horizons Magazine, 2023.

20- Tanqut, Wafaa. Arab Water Security to meet the future challenges of sustainable development.

21- Nasreddin, TUAT. The role of renewable energies in achieving the requirements of Sustainable Development, Journal of Arts and Social Sciences, vol.8, No. 2, pp:138-124, 2015.

22- Khalil, Busby. Water security in the context of sustainable development the case of Algeria, Faculty of law and Political Sciences, Arab bin Mehidi University Umm El Bouaghi, 2022.
23- Bossak; Majdan. Water security is a study in the development of the concept and importance, Journal of law and political science khanshala University, vol.9, No.2,pp: 1124-1139, 2022.
24- Said, Ibrahim. The challenges of Arab Water Security, Journal of Damascus University, vol.1, No.2, pp: 510-537, 2015.
25- Human Development Report, United Nations Development Programme, p:3, 2006.
26- Crescent, Halo. Egyptian water security: a study in threats, risks and coping mechanisms "Renaissance Dam as a model". JPSA, volume 20, Issue 2,2019.
27- Sustainable Development Goals Report, United Nations Development Programme, p:38, 2022.
28- Mourning, intercession. The dilemma of water scarcity and its impact on Human Security, Policy and law books, vol.19, 2018.
29- United Nations Water, Coping with water scarcity: challenge of the twenty-first century. FAO, Rome, 2007.
30- Issam Fares Institute for Public Policy & International Affairs | American University of Beirut. Climate change, water resources and the policy-making process in the region, Beirut. The Arab Mashreq and North Africa: the case of Syria, 2020.
31- WWW.https://carnegieendowment.org.
32- Issam Fares Institute for Public Policy & International Affairs | American University of Beirut. Climate change, water resources and the policy-making process in the region, Beirut. The Arab Mashreq and North Africa: the case of Syria, 2020.
33- Bahi. Mustafa, Anan. Mahmoud. Correlation coefficients and nonparametric measures. Anglo Egyptian Library, Cairo. 2001.
34- Al-Sabai, Mahmoud. The impact of climate change on Water Resources in Syria "case study". Higher Institute of water management.
35- Suomi, George. The water situation in Syria - reality and demand, Syrian Association of Economic Sciences. 2018.