العلاقات الترابطية بين أمن المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ في مصر

ولاء حسين عبد الله [١] , عبد العزيز إبراهيم تاج الدين [١]

[١]معهد التخطيط القومي

المستخلص

أصبح تغير المناخ يمثل خطرا على سبل العيش والصحة العامة والبنية التحتية والأمن المائي والامن الغذائي وأمن الطاقة. و مصر هي أحد أكثر مناطق العالم تأثراً بالتغيرات المناخية على الرغم من مساهمتها القليلة نسبيا في انبعاثات غازات الدفيئة العالمية. إن المياه والغذاء والطاقة عناصر متضافرة، وما يهدد إحداها سيهدد بقية العناصر، فهناك علاقةً قويةً واعتماداً متبادلاً وثيقاً بين قطاعات المياه والطاقة والغذاء، فلإنتاج الغذاء لابد من توفير المياه والطاقة، ولتوفير مياه نظيفة للاستهلاك الآدمي فإن ذلك يتطلب الطاقة، كما أن إنتاج الطاقة يحتاج إلى المياه. وهذه العلاقات المتشابكة تزداد حدة مع الوقت بسبب زيادة الطلب على الموارد مع ازدياد عدد السكان، وتغيير أنماط الاستهلاك، وتغير المناخ. يمكن أن تؤثر الروابط القوية بين القطاعات على مدى تحقيق ثلاثة أهداف سياسية حاسمة وهي أمن المياه وأمن الطاقة والأمن الغذائي. الروابط المتبادلة تعني أن متابعة الأمن في أي قطاع يعتمد على التطورات في القطاعات الأخرى. لذلك، أصبح من الضروري تنسيق صياغة السياسات بين القطاعات الثلاثة وكذلك فيما يتعلق بالتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. وبالتالي، يجب أن تفسح السياسة التقليدية وصنع القرار في "الصوامع" الطريق لتقليص المقايضات وبناء التآزر عبر القطاعات. أي أن تحقيق أمن أي من هذه القطاعات يجب أن لا يكون على حساب القطاعين الآخرين، ولكن يمكن تحقيق الأمن في القطاعات الثلاثة في حال إنشاء التآزرات

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

الذكية والمقايضات العادلة بينها. يمثل نهج العلاقة الترابطية لهذه القطاعات الثلاثة منهجاً عملياً ومتكاملا، ومن شأنه أن يتيح الفرصة للابتكار والتعليم لتقليل المخاطر الأمنية وتعظيم الفرص وزيادة الإمكانيات وتعزيز كفاءة استخدام الموارد. وفى ضوء ذلك تهدف الورقة البحثية إلى تبنى نهج العلاقات الترابطية للتعرف على أهم المتغيرات تأثيراً وتأثراً و كيفية مساهمتها في تعزيز أمن المياه والطاقة و الغذاء والتخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ.

الكلمات الدالة : نهج الترابط – الأمن المائي – الأمن الغذائي – أمن الطاقة – تغير المناخ

المقدمة

لقد ازدادت حاجة المجتمعات البشرية في الآونة الأخيرة – بسبب النمو السكاني – إلى أهم مورد في الحياة، ألا وهو الماء. هذه الزيادة في الطلب والزيادات اللاحقة في الاستهلاك هائلة، ومن المتوقع حدوثها في السنوات القليلة المقبلة، حيث ستواجه دول كثيرة أزمة نقص في المياه وضغوط مائية. لقد أدت الموارد الطبيعية المحدودة ، ولا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، إلى تفاقم الجفاف وبالتالي الحد من سهولة الوصول إلى موارد مياه مستدامة.

يعتقد الخبراء أن الانخفاض في هطول الأمطار، والجفاف المستمر، والاحترار العالمي، وانخفاض الثلوج في مستجمعات المياه قد تسبب في انخفاض التدفقات السطحية والجوفية بشكل كبير. وبالتالي، مع هذا الانخفاض، تدهورت جودة المياه أيضا. أظهر التوزيع غير المتكافئ الزماني والمكاني لهطول الأمطار في أماكن مختلفة، والاستهلاك غير المنضبط، وزيادة الأنشطة البشرية، وبالتالي، زيادة تلوث المياه السطحية والجوفية، الحاجة إلى إدارة مناسبة للموارد المائية تسمى الأمن المائي.

يعد الأمن الغذائي اليوم أيضا أولوية عالمية لأنه؛ في العقود الأخيرة، أصبح الأمن الغذائي مصدر قلق كبير في العديد من البلدان النامية. من الواضح، مع النمو السكاني، أن الحاجة إلى الغذاء، وتحديداً الطلب على الفواكه والخضروات والمنتجات الحيوانية مثل اللحوم

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

ومنتجات الألبان، قد ازدادت مما يؤدي بدوره إلى الحاجة إلى موارد أرضية، وموارد المياه الصحية، والطاقة الكافية لإنتاج الغذاء. (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠١٤)

علاوة على ذلك، هناك بالفعل مخاوف بشأن أمن الطاقة المحلي والإقليمي والعالمي في العديد من البلدان في جميع أنحاء العالم. من الواضح بشكل كبير أنه في السنوات القادمة، إلى جانب النمو السكاني في العالم ونمو الطلب على خدمات الطاقة الحديثة، سيزداد الطلب على الطاقة بشكل كبير. وفقا لتوقعات أوبك العالمية للنفط لعام ٢٠١٤، سيزداد الطلب على الطاقة بنسبة ٦٠٪ من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠٤٠. يرغب موردو ومستهلكو الطاقة في سوق طاقة آمنة ومستدامة وحرة وفعالة من حيث التكلفة، تسمى أمن الطاقة وهكذا، في العقود الأخيرة، أصبح أمن الطاقة والمياه والغذاء مصدر قلق كبير للمجتمعات، ومن المتوقع أن تشهد هذه العلاقة التشابكية مزيداً من التعقيد بسبب ازدياد النمو السكاني وتغيير انماط الاستهلاك، والآثار السلبية لتغير المناخ (Sustainable Supply Chain ,2021) .

إن تغير المناخ هو أحد أكثر تحديات العالم إلحاحا، ومما لا شك فيه أن تهديدات ومخاطر ظاهرة التغيرات المناخية باتت حقيقة لا لبس فيها، و مصر هي أحد أكثر مناطق العالم تأثراً بالتغيرات المناخية على الرغم من مساهمتها القليلة نسبيا في انبعاثات غازات الدفيئة العالمية، وتواجه مجموعة من التحديات المتعلقة بالأمن المائي والغذائي وأمن الطاقة، وهذه التحديات تتفاقم بسبب التغير المناخي. أشار مؤتمر الأطراف السادس والعشرون لاتفاقية الأمم المتحدة لتغير المناخ cop 26 المنعقد في مدينة جلاسكو نوفمبر ٢٠٢١ أن المناخ يتغير بالفعل وسيستمر في التغير حتى مع تقليل الانبعاثات، مع إحداث آثار مدمرة ، ويحذر الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC) معربا عن الإجماع العلمي العالمي حول هذه المسألة، من أن صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يتسبب فيها الإنسان (CO_2) يجب أن تنخفض بنحو ٤٥٪

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

من مستويات ٢٠١٠ بحلول عام ٢٠٣٠، لتصل إلى "صافي صفر" بحلول منتصف القرن للحد من الاحترار إلى ١.٥ درجة مئوية.

مشكلة البحث

بالرغم من أن الترابط المتأصل بين موارد المياه والطاقة والغذاء، إلا أن السياسات التي تحكم هذه الموارد غير مترابطة. في العديد من حوارات السياسة، تتم إدارة هذه الموارد المترابطة بواسطة مؤسسات منفصلة لتسهيل عملية صنع القرار، والتي تتجاهل العلاقة الترابطية بين الموارد.

أكدت العديد من الدراسات أن التخطيط وتوفير الحلول الإدارية بشكل منفصل لكل من موارد المياه والغذاء والطاقة لن تكون قادرة على تلبية الاحتياجات البشرية الحالية فحسب ، ولكن أيضا سيؤدي إلى عدم استدامة هذه الموارد المتاحة.

لذلك تؤكد الدراسة على أهمية الروابط بين أنظمة المياه والطاقة والغذاء ، فهي تعتبر الحل العقلاني الوحيد للمجتمع العالمي ضد تغير المناخ والتغيرات الاجتماعية مثل النمو السكاني والتوسع الحضري والنمو الاقتصادي.

تعتبر مصر من البلدان القابلة للتضرر على نحو كبير جراء تأثيرات تغير المناخ على الرغم من مساهمتها القليلة نسبيا في انبعاثات غازات الدفيئة العالمية وتواجه مجموعة من التحديات المتعلقة بالأمن المائي والغذائي وامن الطاقة، وهذه التحديات تتفاقم بسبب التغير المناخي.

من المتوقع أن تشكل الآثار المدمرة لتغير المناخ، من ارتفاع درجات الحرارة، وارتفاع مستويات سطح البحر، والتغيرات المفاجئة في هطول الأمطار، مخاطر كبيرة على سبل العيش والصحة العامة وسلاسل التوريد والبنية التحتية والزراعة والأمن الغذائي وأمن المياه و الطاقة ، مما قد يؤدي إلى خطراً بيئاً كبيراً قد يهدد مسار التنمية في مصرفي ظل الزيادة

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

السكانية السريعة. لذلك يجب أن تتخذ سياسات المناخ الوطنية والتخطيط نهجا متكاملا يراعى الترابط بين المياه والغذاء والطاقة للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه.

هدف البحث

تهدف هذه الورقة البحثية إلى تعزيز نهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ للحد من المقايضات وتعظيم أوجه التآزر عبر القطاعات لتسهيل التخطيط المتكامل وصنع القرار. ومن أجل ذلك تتعرض الورقة البحثية لتلك العلاقة الترابطية للتعرف على أهم المتغيرات تأثيراً وتأثراً. وفى ضوء ذلك تحاول الدراسة أن تجيب على تساؤل رئيسي وهو:

كيف يمكن لنهج الترابط ان يساهم في تعزيز امن المياه والطاقة و الغذاء والتخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ؟

وفى هذا الإطار تثور مجموعة من الأسئلة الفرعية :

- ما هو التطور التاريخي لمفهوم العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء ؟
- ما أهمية نهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في ضوء تغير المناخ ؟
- ما هي آثار العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء والمناخ في مصر وعلى مستوى العالم؟
- ما هي اجراءات مواجهة آثار التغيرات المناخية في مصر ؟

منهجية البحث

تم الاعتماد في هذه الدراسة لتحقيق الهدف منها على المنهج الاقتصادي الوصفي التحليلي وذلك لملائمة طبيعة الدراسة ، حيث تم شرح الاطار النظري المتعلق بالتطور التاريخي لمفهوم الترابط بين المياه والطاقة والغذاء Water–Energy–Food Nexus ، و توصيف وتحليل العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء ودورها في تعزيز كفاءة استخدام الموارد

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

ومواجهه التغيرات المناخية. هذا فضلا عن توصيف وعرض للسياسات المختلفة التي طبقتها مصر لتقليل التداعيات السلبية لتغير المناخ . بالإضافة إلى ذلك تم استخدام بعض المؤشرات والمقاييس الكمية لبيان الآثار المتبادلة بين المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ مثل مؤشر سعر الغذاء وسعر النفط ، متوسط نصيب الفرد من المياه. ولتحليل اتجاه الانبعاثات للغازات الدفيئة في مصر تم استخدام النسب المئوية لمساهمة الغازات الدفيئة الناتجة من كل قطاع في مجموع الانبعاثات، ومعدل النمو السنوي لإجمالي الانبعاثات، ومساهمة انبعاثات الغازات الدفيئة لكل قطاع لغاز ثاني أكسيد الكربون والميثان والنيتروز . ايضاً تم استخدام مقياس الوفر المائي المحقق من ترشيد استخدام الطاقة والغذاء، والخفض في الانبعاثات المترتب على الوفر المحقق من الوقود.

محتويات البحث

تتكون الدراسة من ثلاثة أجزاء بخلاف المقدمة والخاتمة وهى :

أولا: مفهوم ودور نهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ.

ثانياً: آثار العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء والمناخ في مصر وعلى مستوى العالم.

ثالثاً: سبل التكيف والتخفيف من آثار تغير المناخ في مصر.

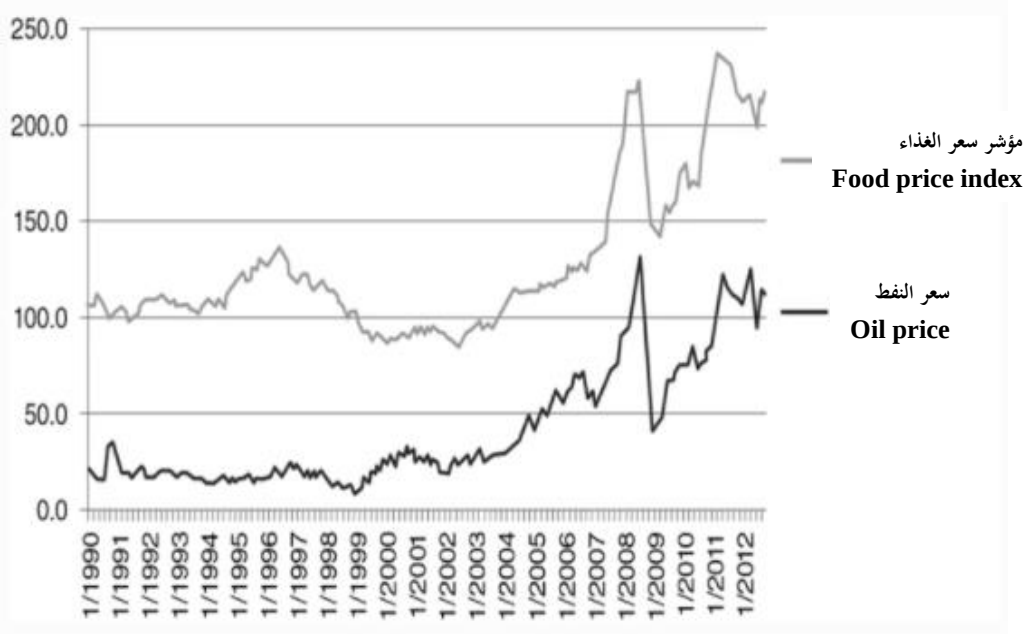
اولاً : مفهوم ودور نهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ

١.١ التطور التاريخي لمفهوم العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء WEF nexus

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

خلال الأزمة الاقتصادية ٢٠٠٦-٢٠١١، ارتفع متوسط السعر العالمي للمنتجات الغذائية بشكل ملحوظ. وفقًا للإحصاءات، ارتفع مؤشر أسعار الغذاء العالمي (المقدم من البنك الدولي) بنسبة ١٠٤.٥٪ في الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٢ مقارنةً بالفترة ١٩٩٠-١٩٩٩. في غضون ذلك، ارتفع متوسط سعر الطاقة في هذه الفترة بنسبة ١٨٣.٦٪. أدى هذا العامل لأول مرة إلى إدراك العلاقة الوثيقة بين الغذاء والطاقة على مستوى العالم. مع ارتفاع أسعار الطاقة، زادت أيضا تكلفة سلسلة الإمداد الغذائي. على سبيل المثال، تم زيادة تكلفة مراحل الإنتاج والتصنيع والنقل، والتي تعتبر كثيفة الاستخدام للطاقة، بشكل كبير بسبب ارتفاع أسعار الطاقة. يوضح الشكل (١) ارتباطًا كبيرا بين مؤشر أسعار الغذاء وأسعار النفط.

شكل (١): مقارنة بين مؤشر سعر الغذاء وسعر النفط (١٩٩٠- ٢٠١٢)



الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

المصدر : Sustainable Supply Chain Network Design (2021). A new paradigm of water, food, and energy nexus.

على الرغم من التقدم المحرز في العديد من المجالات، فإن تنمية المجتمعات البشرية لا تزال محدودة، حيث يفتقر حوالي سبع سكان العالم إلى الأمن الغذائي ولديهم إمكانية محدودة للحصول على المياه المعالجة والصحة والطاقة المتجددة. وفقًا لتقارير الأمم المتحدة الأخيرة، كان هناك ٧٨٤ مليون شخص في عام ٢٠١٥ و ٨٢١ مليون شخص في عام ٢٠١٧ يعانون من سوء التغذية ويتضورون جوعا تقريبا. من الواضح أنه مع نهج الإدارة الحالية، ستكون هناك حاجة إلى مزيد من الأراضي لتوفير المزيد من الغذاء والأراضي الإضافية للأنشطة الزراعية. كما أظهرت إحصائيات عديدة أن ٧٨٥ مليون شخص في جميع أنحاء العالم لا يحصلون على مياه الشرب، وأن ملياري شخص في جميع أنحاء العالم يعانون من الإجهاد المائي. حتى أنه من المتوقع أن يهاجر ٧٠٠ مليون شخص إلى مناطق أخرى بحلول عام ٢٠٣٠ بسبب الإجهاد المائي الشديد.

أشارت تقارير أهداف التنمية المستدامة لعام ٢٠١٩ إلى أن ٨٤٠ مليون شخص حول العالم يعيشون في مناطق لا تصلها الكهرباء. في الوقت نفسه، على المستوى العالمي، كان استهلاك الطاقة مرتفعا جدا لدرجة أن العديد من التوقعات أظهرت أن الاحتباس الحراري في عام ٢٠١٨ كان أعلى بمقدار درجة مئوية واحدة من ذلك المنصوص عليه في اتفاقية باريس. أشارت العديد من الدراسات إلى أنه إذا ارتفعت درجة حرارة الأرض بنفس الطريقة، فسوف تذوب الأنهار الجليدية في القطب الشمالي، مما يؤدي إلى ارتفاع مستويات المحيطات والبحار. وهذا يعني أن حوالي ١٥٠ مليون شخص سيكونون تحت خط المد بحلول عام ٢٠٥٠، وسوف يتعرض ٣٦٠ مليون شخص للتهديد بالفيضانات الخطرة كل عام بحلول عام

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

٢١٠٠. ومن الواضح أنه بسبب الفيضانات المتكررة، فإن الأمراض المعدية مثل الكوليرا والتهاب الكبد سوف تزيد أيضا(Sustainable Supply Chain ,2021).

وقد أدت هذه الإحصائيات والتقارير الصادمة إلى قيام العديد من المنظمات بتقديم حلول متنوعة لمعالجة هذه المشكلات. على سبيل المثال، لمكافحة نقص الغذاء، أدخلت منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) "النهج المزدوج" "twin approach" في العقد الأول من عام ٢٠٠٠. فيما يتعلق بموارد المياه، تم اقتراح نهج مختلفة لإدارتها الشاملة، بما في ذلك الإدارة المتكاملة للموارد المائية(Integrated Water Resources Management (IWRM.

وتجدر الإشارة أيضا، إلى أن أيا من هذه الأساليب لم يفحص العلاقات مع الموارد الأخرى. بمعنى آخر، كانت سياسات الإدارة لأحد هذه الموارد مستقلة تماما عن المصدرين الآخرين، وبالتالي، كانت النتائج التي تم الحصول عليها من الاستراتيجيات المطبقة متناقضة في بعض الأحيان. أيضا، نظرا لقلة الاهتمام بالترابطات الحيوية لهذه القطاعات الثلاثة، زاد مستوى المنافسة لهذه الموارد الثلاثة. لهذا السبب، بسبب النمو السكاني السريع، وتغيير أنماط حياة الناس، وزيادة الطلب، فقدت هذه الأساليب كفاءتها. ومن ثم، لم يتم اعتبارها عمليا على أنها الحل النهائي والشامل لإدارة هذه الموارد.

أكدت العديد من الدراسات أن التخطيط وتوفير الحلول الإدارية بشكل منفصل لكل من موارد المياه والغذاء والطاقة يؤدي إلى عدم استدامة الموارد الأخرى المتاحة. فمن خلال تبني السياسات، يمكن ضمان الأمن المائي، ولكن يتم إهمال الأمن الغذائي، وكذلك أمن الطاقة، أو العكس. في هذا الصدد، يمكن ذكر تجربة قطر غير الناجحة. تبنت قطر سياسات الاكتفاء الذاتي لتقليل اعتمادها على الدول الأخرى لتحقيق الأمن الغذائي. ومع ذلك، فقد تأثر أمن المياه والطاقة في البلاد بشدة(Sustainable Supply Chain ,2021) .

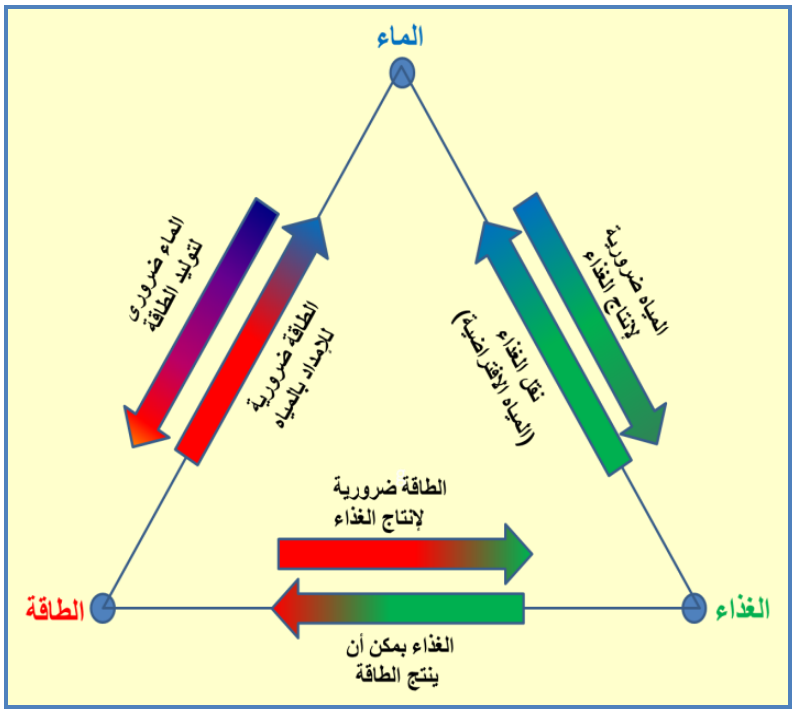
الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

من الواضح أن نهج الإدارة هذه لن تكون قادرة على تلبية الاحتياجات البشرية الحالية فحسب، ولكن أيضا ستكون غير قادرة على تحقيق أهداف التنمية المستدامة ٢٠٣٠. ومن ثم، هناك حاجة إلى نقلة نوعية في نهج الإدارة. يمكن أن ينظر في جميع أنظمة المياه والطاقة والغذاء الثلاثة بشكل كلي ومتساوٍ، وهو ما يسمى بالنهج متعدد المراكز multi-centered approach. أي أن تأثيرات العمل في أحد هذه الموارد يمكن تقييمها على المصدرين الآخرين. لذلك، في السنوات الأخيرة، أدت دراسة العلاقات المتبادلة والتعقيدات بين هذه الموارد إلى ظهور مصطلح جديد يسمى WEF nexus في المجتمع العلمي. من الواضح أن دراسة التفاعلات بين الموارد الطبيعية مثل موارد المياه والطاقة والغذاء ليست سهلة لأن هناك علاقة وثيقة بينها.

فيما يتعلق بإدارة الموارد البيئية، تمت صياغة مصطلح الترابط Nexus لأول مرة في ثمانينيات القرن الماضي في مشروع للأمم المتحدة حول الصلة بين الطاقة والغذاء. تمت صياغة المصطلح الشامل WEF nexus رسميا في عام ٢٠١١ في مؤتمر بون الدولي حول توفير حلول للتنمية المستدامة. وفقاً لتقرير المؤتمر، كانت الروابط بين أنظمة المياه والطاقة والغذاء هي الحل العقلاني الوحيد للمجتمع العالمي ضد تغير المناخ والتغيرات الاجتماعية مثل النمو السكاني والتوسع الحضري والنمو الاقتصادي. وفقاً لهذا النهج، فإن أنظمة المياه والطاقة والغذاء هي الرؤوس الثلاثة للمثلث كما يتضح من الشكل رقم (٢) ، والسياسات المعتمدة لكل منها تؤثر على النظامين الآخرين. بعبارة أخرى، يعد أمن المياه والطاقة والغذاء عنصرا حاسما في التنمية المستدامة للحد من الفقر من خلال ضمان موارد كافية للحفاظ على سبل العيش وتحسينها.

شكل (٢): الترابط بين المياه والطاقة والغذاء

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826



المصدر :عبد العزيز ابراهيم ، مصر : القطاعات الواعدة والتنمية الشاملة، سيمنار معهد التخطيط القومي،٢٠١٨/٢٠١٧.

٢.١ تغير المناخ العالمي

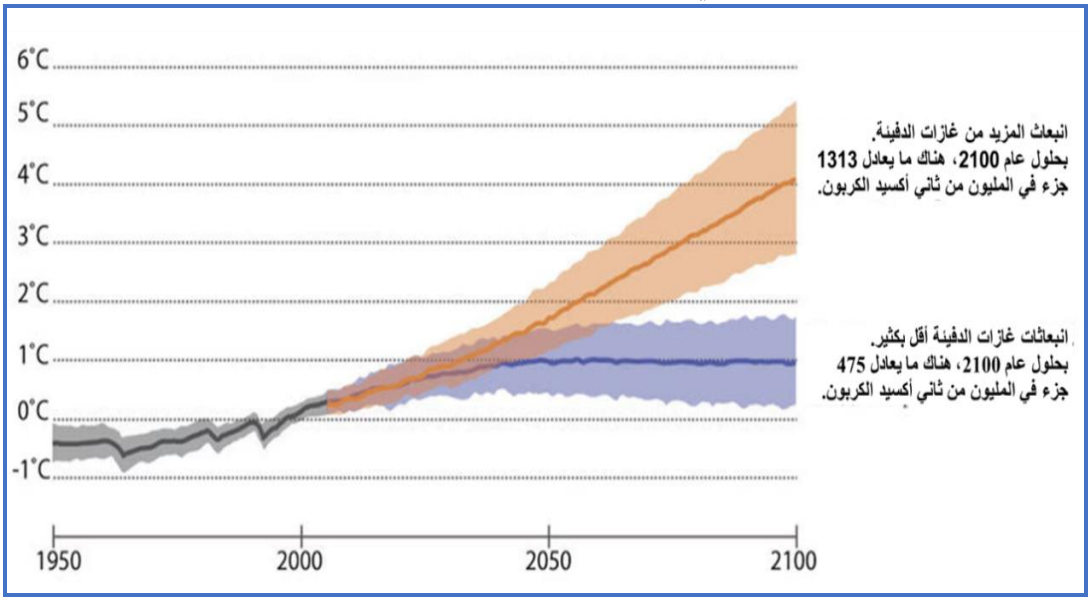
إن تهديدات ومخاطر ظاهرة التغيرات المناخية باتت حقيقة لا لبس فيها، حيث أدت النشاطات البشرية المتمثلة في الثورة الصناعية والتكنولوجية إلى زيادة معدل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وغيرها وزيادة تركيزاتها بالغلاف الجوي مما أدى

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

إلى حدوث ظاهرة الاحترار العالمي وزيادتها عن معدلاتها الطبيعية مما تسبب في حدوث تغير مناخ العالم (Soha M. Mostafa etal,2021).

تكشف تحليلات الاتجاهات المناخية الحالية وفقا للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أنه خلال المائة عام الماضية، ارتفعت درجة حرارة الهواء السطحي في العالم بمعدل ٠.٦ درجة مئوية ، و تتنبأ النماذج المناخية بأن متوسط درجة حرارة الأرض سيرتفع ٤ درجات مئوية إضافية خلال القرن الحادي والعشرين إذا استمرت مستويات غازات الاحتباس الحراري في الارتفاع. ولكن مع اتخاذ إجراءات سريعة لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، تتوقع النماذج أن متوسط درجة الحرارة العالمية سيرتفع فقط درجة مئوية إضافية كما يتضح من الشكل رقم (٣)

شكل (٣): المتوسط العالمي لإسقاطات تغير درجة حرارة سطح الأرض



الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

المصدر : https://www.greencitytimes.com/5-categories-of-change-in-climate/

وفقاً لتوقعات النموذج، إذا قللنا من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، فستكون هناك درجة من الاحترار تقريبا خلال هذا القرن (الخط الأرجواني). إذا لم نقم بتقليل غازات الدفيئة بنفس القدر، فستسخن الأرض أكثر (الخط البرتقالي). تشير المنطقة المحيطة بالخطوط إلى نطاق نتائج النموذج من هذين السيناريوهين. وبالتالي، فإن الحد من الآثار السلبية لتغير المناخ مرتبط بالجهود العالمية الناجحة للحد من غازات الدفيئة.

ومن المعلوم أن ظاهرة التغيرات المناخية ظاهرة عالمية إلا أن تأثيراتها محلية؛ أي تختلف من مكان إلى مكان على سطح الكرة الأرضية، ويعكس الشكل رقم (٤) التأثيرات المختلفة لتغير المناخ العالمي.

ولبناء كوكب مرن للأجيال القادمة ولتسخير الفرص الهائلة للنمو المستدام الذي توفره الطبيعة وضمان مستقبل أكثر أمناً في ظل تغير المناخ، يلزم مراعاة الحقائق التالية :

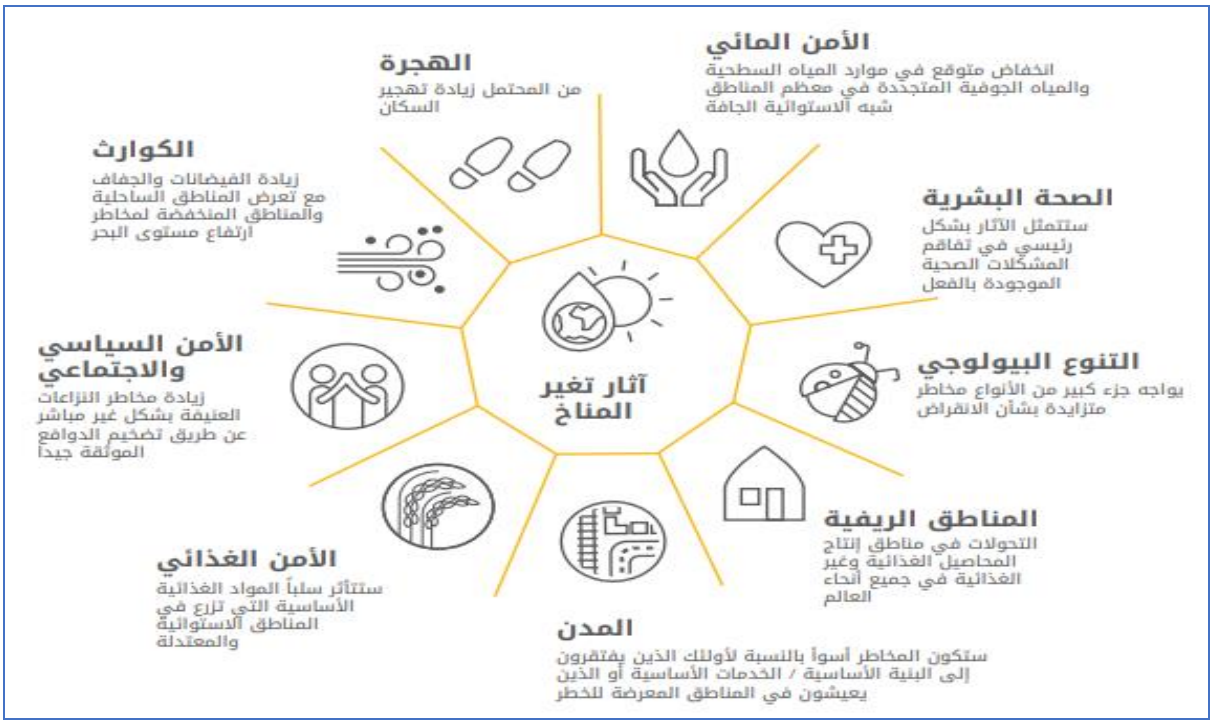
- **الضغوط الحالية على الأراضي ضخمة ومن المتوقع أن تستمر في النمو:** يوجد تصاعد سريع في المنافسة في الطلب على وظائف الأرض التي توفر الغذاء والماء والطاقة والخدمات التي تدعم وتنظم جميع دورات الحياة على الأرض.
- **نسبة كبيرة من النظم البيئية المدارة والطبيعية تتعرض للتدهور:** على مدى العقدين الماضيين، تبين أن نحو ٢٠ في المائة من الغطاء النباتي للأرض أظهر اتجاهات مستمرة في انخفاض الإنتاجية، ويرجع السبب الأساسي لهذا إلى استخدام الأراضي/المياه والممارسات الإدارية.
- **فقدان التنوع البيولوجي والتغير المناخي يُعرضان صحة وإنتاجية الأراضي للخطر:** من المرجح أن يغير ارتفاع معدلات انبعاثات الكربون ودرجات الحرارة وتغير أنماط

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

هطول الأمطار وتآكل التربة وفقدان الأنواع وزيادة ندرة المياه من ملاءمة المناطق الشاسعة لإنتاج الغذاء والاستيطان البشري.

- **يقلل تدهور الأراضي من القدرة على التكيف مع الضغوط البيئية:** من الممكن أن تؤدي زيادة الضعف، لا سيما بالنسبة للفقراء والنساء والأطفال، في الزيادة من حدة المنافسة على الموارد الطبيعية الشحيحة وأن تؤدي إلى الهجرة وعدم الاستجرار والنزاعات.

شكل (٤): تأثيرات التغير المناخي العالمي



المصدر: اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر ٢٠١٧ – توقعات الأراضي العالمية.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

٣.١ مفهوم ونهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ

إن هناك علاقة قوية واعتماداً متبادلاً وثيقاً بين قطاعات المياه والطاقة والغذاء. فلإنتاج غذاء كاف لإطعام الأعداد المتزايدة من السكان لابد من توفير مزيد من المياه والطاقة، ولتوفير مياه نظيفة للاستهلاك الآدمي فإن ذلك يتطلب الطاقة، كما أن إنتاج الطاقة يحتاج إلى المياه. وهذه العلاقات المتشابكة تزداد حدة مع الوقت بسبب زيادة الطلب على الموارد مع ازدياد عدد السكان، وتغير أنماط الاستهلاك. كما أنه من المتوقع أن تتفاقم حدة هذه المشكلة بشكل أكبر بسبب آثار ظاهرة تغير المناخ.

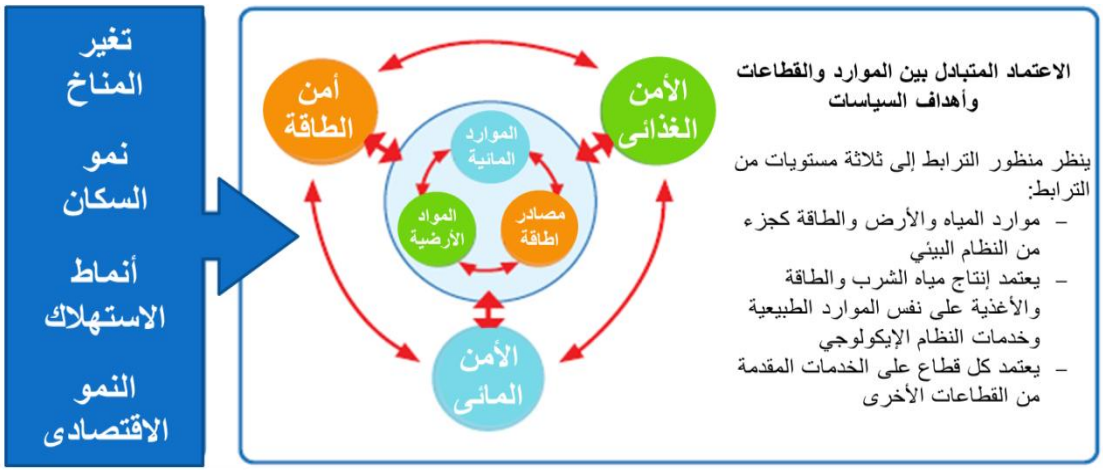
يستدعى هذا الترابط القوي بين الماء والطاقة والغذاء اتباع نهج العلاقة الترابطية عند معالجة إدارة هذه القطاعات الحيوية الثلاثة، نهج يدمج الإدارة والحوكمة عبر القطاعات. لذلك، أصبح من الضروري أن تصبح صياغة السياسات– في مختلف النظم الاقتصادية والمؤسسية والتكنولوجية والاجتماعية – متسقة بين القطاعات الثلاثة وكذلك فيما يتعلق بالتخفيف من اثار تغير المناخ والتكيف معه. وبالتالي، يجب أن تفسح السياسة التقليدية وصنع القرار في "الجزر المنعزلة" طريقاً لتقليل المقايضات trade–offs وبناء التآزر synergy عبر القطاعات لتسهيل التخطيط المتكامل وصنع القرار(K. Amer etal., 2016) .

إن تبنى نهج العلاقة الترابطية لهذه القطاعات الثلاثة من شأنه أن يتيح لها الفرصة للابتكار والتعليم لتقليل المخاطر وتعظيم الفرص وزيادة الإمكانيات وتعزيز كفاءة استخدام الموارد والانتاجية وتحقيق العدالة. كما أن هذا التوجه سوف يخدم مصر في الانتقال نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتلبية متطلبات التحول نحو الاقتصاد منخفض الكربون كما نص عليه مؤتمر باريس للعام ٢٠١٥ حول تغير المناخ.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

علاوة على ذلك، فإن تغير المناخ، الذي يحركه في الغالب استخدام الطاقة وأنماط الاستهلاك وتغيرات استخدام الأراضي، يمثل تحديا إضافيا من شأنه أن يؤدي إلى تفاقم الوضع الحرج للموارد المائية والغذائية، وسيكثف استخدام موارد الطاقة كما يتضح من شكل (٥). يضيف التغير المناخي مزيدا من الضغوط ومن المحتمل أن يؤدي إلى حدوث المزيد من الأحداث المناخية الشديدة والمتكررة (مثل الجفاف أو الفيضانات)، وإمدادات مائية و إنتاجية زراعية غير مضمونة (MENA Nexus,2016).

شكل (٥): الاعتماد المتبادل بين الموارد والقطاعات وأهداف السياسات



المصدر: مقتبس من MENA Nexus Policy Brief – Understanding the Nexus and Associated Risks

وتخلق هذه الظروف تحديات هائلة بين الحكومات ، فأية محاولة لتحقيق الأمن في أي من هذه القطاعات المترابطة بطريقة مستقلة وبدون الأخذ في الاعتبار المقايضات مع القطاعين

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

الآخرين ستكون على حساب أمن واستدامة أحد القطاعين المكونين لهذه العلاقة أو كليهما. وفى نهاية المطاف سيؤدى إلى تهديد أمن القطاع نفسه. فمثلا اية محاولة لتحقيق الأمن الغذائي دون النظر في الآثار غير المباشرة على المياه والطاقة والأرض، هي سياسة غير صائبة لن تؤدى إلى استنزاف المواد الطبيعية وتدهورها وخسارتها فحسب، بل كذلك إلى انخفاض الإنتاجية الزراعية وتدهور القطاع الزراعي نفسه في آخر الأمر. وهذه السياسات تؤدى إلى وجود نظام بيئي بموارد مستنفدة ولا تحقق النتائج المرجوة منها (Daniel Mabrey etal.,2018).

ولذا تمثل مقاربة العلاقة الترابطية للقطاعات الثلاثة والتفكير الترابطي منهجاً عملياً ومتكاملاً للتعامل مع مخاطر إمدادات المياه والطاقة والغذاء في آن واحد، فضلا على المحافظة على استدامة الموارد وهو ايضا أمر ضروري لصياغة سياسات لمجتمع أكثر مرونة وقابلية للتكيف في سياق التغيرات المناخية المتوقعة.

١.٣.١ الترابطات بين المياه والطاقة Interactions between water and energy

هناك ارتباط كبير بين الاتجاهات العالمية لاستهلاك الطاقة والمياه، إذ أن هناك توقعات مقلقة للمستقبل من حيث زيادة الاستهلاك وقلة توفر الموارد. لذا تتطلب طبيعة العلاقة بين المياه والطاقة إدراكاً وافياً لهذا الموضوع من أجل تأمين الدعم للتخطيط للمستقبل (Nexus Platform,2015).

تطور التخطيط الأمثل لموارد الطاقة تدريجياً بعد أزمة الطاقة والارتفاعات المتعددة في أسعار النفط في السبعينيات. كان الهدف هو الاستفادة المثلى من الموارد من خلال تطبيق التدابير اللازمة (بما في ذلك تحسين استهلاك الطاقة) من خلال استكشاف القيود المختلفة. تحقيقا لهذه الغاية، تم تطوير العديد من البرامج لتحديد المزيج الأمثل من التكنولوجيا والوقود واعتماد

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

السياسات المثلى. في البداية، كانت هذه الأدوات قادرة فقط على تخطيط الطاقة، ولكن بدءا من أوائل عام ٢٠١٢ فصاعدا، وبعد إدخال سلسلة المياه والطاقة، تمت إضافة الترابطات بين الطاقة والبيئة، وخاصة موارد المياه، إلى هذه الأدوات (Sustainable Supply Chain ,2021).

توضح ماريا فان، الرئيس التنفيذي للوكالة الدولية للطاقة (IEA) ، أهمية الصلة بين المياه والطاقة، باختصار أن الوصول إلى المياه الكافية يمثل أيضا مصدر قلق متزايد لإمدادات الطاقة لذلك، من الضروري دراسة كيفية استخدام قطاع الطاقة للمياه في مواجهة قيود المياه العالمية. وتؤكد أن المياه والطاقة متشابكان بشكل معقد، وأن الموردين الأساسيين متشابكان بشكل وثيق لدرجة أن توفر كل منهما يؤثر على الآخر. بمعنى آخر، قد تؤثر التغييرات في كمية المياه المتاحة بشكل كبير على إمدادات الطاقة والعكس صحيح. كانت هذه هي المرة الأولى التي نوقش فيها مصطلح ترابط المياه والطاقة بجدية في مؤتمر دولي، وتم إجراء العديد من الدراسات والأبحاث منذ ذلك الحين.

أ. الطاقة من أجل المياه Energy for water

الطاقة ضرورية لتوفير المياه التي تحتاجها المجتمعات للاستخدامات الزراعية والصناعية والمنزلية. هذه الطاقة ضرورية لاستخراج المياه ومعالجتها ونقلها وإعادة استخدامها. في السنوات القادمة، مع زيادة السكان والتنمية الاقتصادية للمجتمعات في المناطق المركزية، ستزداد الحاجة إلى إمدادات المياه؛ لذلك، أصبحت قضايا الطاقة المتعلقة بإمدادات المياه التي يحتاجها الإنسان مهمة للغاية في السنوات الأخيرة ، بمعنى آخر، بدون الطاقة، فإنه يصعب تصور توفير المياه، وأنظمة التوصيل، ورفاهة الإنسان. ، فبالإضافة إلى الطاقة الحرارية والكهربائية المطلوبة لوحدات معالجة المياه العذبة وأنظمة نقل وتوزيع المياه، هناك حاجة لاستخدام المضخات لتعويض انخفاض ضغطها. على سبيل المثال، مع الأخذ في الاعتبار

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

الكفاءة الكاملة للمضخة، لرفع ١٠٠ متر مكعب من الماء في الدقيقة إلى ارتفاع ١٠٠ متر، يلزم توفر طاقة تزيد عن ١,٥ ميجاوات. (Sustainable Supply Chain ,2021))

دور كبير آخر لمصادر الطاقة لإمدادات المياه يتمثل في الطاقة المطلوبة لمحطات تحلية المياه. أقل من ٠.٥ ٪ من موارد المياه المتاحة في العالم هي مياه عذبة تستخدم للأغراض البشرية أو الصناعية والزراعية المباشرة. تحلية المياه هي عملية تفصل بين جميع أنواع الأملاح والمياه؛ هذه التكنولوجيا هي إحدى الطرق الرئيسية لتزويد وتحقيق المياه العذبة في العالم. تتطور هذه الطريقة يوما بعد يوم في بلدان مختلفة، وخاصة البلدان الساحلية.

من الواضح، اختلاف مقدار استهلاك الطاقة للمياه اعتمادا على نوع مصدر المياه ونوعية المياه وكفاءة نظام المياه. على سبيل المثال، تستهلك معالجة مياه البحر طاقة أكثر من معالجة المياه السطحية والجوفية. أدت زيادة استخدام المياه الجوفية في زيادة استهلاك الطاقة وانخفاض حاد في مستوى المياه الجوفية. من الواضح أنه كلما انخفض مستوى المياه الجوفية، زادت الحاجة إلى مزيد من الطاقة لاستخراجها.

يستهلك قطاع المياه حوالي ٤٪ من الإنتاج العالمي للكهرباء عام ٢٠١٤ إلى جانب 50مليون طن من مكافئ النفط (بصفة أساسية الديزل المستخدم في مضخات الري والغاز في محطات تحلية المياه) (WWDR,2020).

كما يتضح من الشكل رقم (٦) يستخدم الكهرباء في ذلك القطاع أساساً لأغراض استخلاص المياه ومياه الصرف (٤٠ %) ونقلها (٢٥ %) ومعالجتها (٢٠ %) ، ومن المتوقع أن يتضاعف استهلاك الكهرباء في قطاع المياه بحلول عام ٢٠٤٠ ، نتيجة لزيادة تحلية مياه البحر ومعالجة المياه(IEA, 2016) .

شكل (٦): استهلاك الكهرباء في قطاع المياه حسب العملية (٢٠١٤-٢٠٤٠)

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

المصدر : World Water Development Report :Water and Climate Change , UNESCO on behalf of UN-Water, 2020.

ب. المياه من أجل الطاقة Water for Energy

المياه ضرورية لاستخراج الطاقة وإنتاجها وتحويلها ونقلها واستهلاكها. تستهلك الطاقة حوالي 10في المائة من موارد المياه العذبة في العالم ، و من الواضح أنه مع نمو السكان وزيادة التنمية الاقتصادية سيزداد الطلب على الطاقة واستخدامها بشكل حتمي، حيث من المتوقع أن يزداد الطلب العالمي على الطاقة بأكثر من 25% بحلول عام ٢٠٥٠ في إطار سيناريو السياسات الجديدة الخاص بالوكالة الدولية للطاقة (IEA, 2018) ، نتيجة لذلك، سيتم أيضا زيادة المياه المطلوبة لإنتاج الطاقة. وتشير توقعات الوكالة الدولية للطاقة إلى أن عمليات سحب قطاع الطاقة للمياه على الصعيد العالمي ستزيد بنسبة تقل عن ٢٪ بحلول عام ٢٠٤٠ من الواضح أن مستوى ومعدل المياه المطلوبة لإمدادات الطاقة وقيمتها في إنتاج الطاقة مهمان (WWDR,2020).

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

ان وجود الماء ضروري ومطلوب لإنتاج جميع أشكال الطاقة تقريبا. ففي معظم عمليات إنتاج الطاقة، يعد الماء أحد المدخلات الرئيسية ،على سبيل المثال، يتطلب إنتاج الوقود الأحفوري المياه لاستخراجه ونقله وتكريره ومعالجته، وري /ترطيب المواد الأولية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي ، كما أن توليد الكهرباء الحرارية يعتمد على الوقود النووي أو الوقود الأحفوري أو الطاقة الشمسية، وكلها تتطلب الماء للتبريد. ولا يمكن توليد الطاقة الكهرومائية إلا إذا كانت المياه متوفرة بسهولة في الأنهار أو الخزانات. ومصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية تتطلب الماء لتبريد وتنظيف الألواح أو وحدات التخزين لتحسين الكفاءة. وعموماً يحدد اختيار التكنولوجيا ومصدر الماء ونوع الوقود تأثيرات الطاقة على سحب موارد المياه وجودتها.(MENA Nexus,2016)

وتجدر الإشارة أيضا إلى أنه يتم استخدام كمية كبيرة من الماء لتوليد الطاقة في العمليات الكيميائية وعمليات التبريد، ويعاد معظمها إلى المورد المائي. من وجهة نظر بيئية، يجب التحكم في كمية التلوث وزيادة درجة الحرارة المسموح بها. نظرا لأنها تؤثر بشدة على جودة المياه.

بشكل عام، يمكن تصنيف البصمة المائية لموارد المياه المستخدمة في إنتاج الطاقة إلى ثلاثة أجزاء، وهى البصمات الزرقاء والخضراء والرمادية . البصمة الزرقاء هي كمية المياه المستهلكة والمفقودة في عملية إنتاج الطاقة. البصمة الخضراء هي كمية المياه المفقودة من خلال البخر من سطح النبات evapotranspirationفي عملية إنتاج الطاقة، والبصمة الرمادية هي أيضا كمية المياه الملوثة في عملية إنتاج الطاقة. بمعنى آخر، البصمة الرمادية هي كمية المياه التي يجب إضافتها إلى المياه الملوثة لإعادتها إلى مستوى جودة مقبول. غالبا ما يتم تجاهل البصمة الرمادية للمياه، والتي تصادف أنها كبيرة جدا، في التخطيط والحسابات. على سبيل المثال، في الولايات المتحدة، ٩٢٪ من البصمة المائية في قطاع الطاقة هي

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

بصمة رمادية تؤثر على جودة المياه ويبدو أنه تم تجاهلها إلى حد كبير في التخطيط لمشروعات الطاقة. (Sustainable Supply ,2021)

٢.٣.١ الترابطات بين المياه والغذاء Interactions between water and food

وفقا لإحصاءات عام ٢٠٠٨، وصل الأمن الغذائي العالمي إلى أدنى مستوى له منذ نصف قرن. كان السبب الرئيسي لذلك هو حدوث ظروف مناخية غير مواتية وجفاف في بعض البلدان الأساسية المنتجة للأغذية، بما في ذلك أستراليا وجورجيا والولايات المتحدة الأمريكية. لقد جعل هذا العامل الأمن الغذائي وسلامة الغذاء في بؤرة الاهتمام، وقد تم تناولها مرارا وتكرارا في وثائق التنمية. وفقاً للدراسات الطبية التي أجريت على نظام غذائي صحي، فإن متطلبات السعرات الحرارية اليومية للبالغين حوالي ٢٧٠٠ كيلو كالوري. إن حصول الفرد على هذه الكمية من السعرات الحرارية هو مؤشر عريض لقياس الأمن الغذائي. لتلبية الاحتياجات الغذائية لكل فرد، هناك حاجة إلى حوالي ٢٧٠٠ لتر من الماء يوميا، حيث يحتاج إنتاج الكيلو كالوري الواحد إلى لتر واحد من الماء. وفي الوقت نفسه، فإنه من المتوقع أن يصل نصيب الفرد من السعرات الحرارية إلى ٣٠٠٠ سعرة حرارية في اليوم بحلول عام ٢٠٥٠ (Sustainable Supply Chain,2021).

إن جودة وكمية المياه المتاحة في كل منطقة تحدد خصائص الزراعة في تلك المنطقة. الماء ضروري لإنتاج الغذاء وإعداده واستهلاكه، ولهذا السبب يعتقد الخبراء أن التغييرات في أنماط استهلاك الغذاء، وكذلك الممارسات الزراعية، تؤثر بشدة على الأمن المائي لكل منطقة وفي العالم. يمكن اعتبار الزراعة أكبر مستهلك لموارد المياه العذبة على مستوى العالم، حيث يتم تخصيص ما يقرب من ٧٠٪ من استهلاك المياه العذبة في العالم لهذا القطاع، وقد يزيد هذا الرقم عن ٩٠٪ في بعض البلدان النامية (WWDR,2020).

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

كما هو معروف، فإن الزراعة هي المستهلك الرئيسي للمياه في العالم. يستخدم سبعون في المائة من جميع المياه العذبة من طبقات المياه الجوفية والأنهار والبحيرات في الزراعة. ويواجه العالم مشكلة نقص المياه لأسباب مختلفة، مثل النمو السكاني والتقدم التكنولوجي، مما أدى إلى زيادة استهلاك المياه في السنوات الأخيرة، وبالتالي انخفضت كمية المياه المتاحة. بالإضافة إلى كل هذه العوامل، سيزداد إنتاج القطاع الزراعي ما يقرب من ٣٠٪ من الغذاء بحلول عام ٢٠٣٠، وبحلول عام ٢٠٥٠، سيصل هذا الرقم إلى ٧٠٪، وهذا يدل على أن كمية استهلاك المياه في القطاع الزراعي ستزداد وفقًا لذلك. (Sustainable Supply Chain ,2021)

أ. المياه والغذاء

جدير بالذكر، أن المياه ليست ضرورية فقط لنمو المنتجات الغذائية (مثل الري)، ولكن أيضا لتجهيز وتوزيع وبيع واستهلاك المنتجات الغذائية. يجب أيضا استخدام الماء لإنتاج البذور والأسمدة. ومن ثم ، فإن إحدى طرق تقليل استهلاك المياه في الإنتاج الزراعي هي نمو المنتجات العضوية وتطويرها. في الزراعة العضوية، بدلاً من استخدام الأسمدة الكيماوية ومبيدات الآفات، يتم استخدام طرق بديلة مثل تقنية تغيير نوع نباتات المحاصيل والسماد الأخضر والمكافحة البيولوجية للآفات. نتيجة لذلك، بالإضافة إلى تقليل استهلاك المياه، يتم توفير استهلاك الطاقة بشكل كبير لأن الماء والطاقة ضروريان لإنتاج الأسمدة الكيماوية والمبيدات.

في السنوات الأخيرة، تم اقتراح حلول مختلفة لحل المشاكل المستقبلية؛ أحد هذه الحلول هو تحسين الممارسات الزراعية. تم إجراء العديد من الدراسات لزيادة إنتاجية المياه. باستخدام تقنيات فعالة، يمكن تقليل استهلاك المياه مع زيادة إنتاج الغذاء. إحدى هذه التقنيات هي استخدام تقنيات الري ذات الأداء الأفضل مثل الري بالرش والري بالتنقيط والري بالضغط

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

المنخفض. يعتقد بعض الناس أن تقليل تسرب المياه يمكن أن يوفر المياه، لكن هذا ليس صحيحا. لأن المياه المتسربة والمخلفات اللاحقة لها أهمية كبيرة في عملية نقل وري المنتجات الغذائية لإعادة شحن طبقة المياه الجوفية من خلال المصارف (Sustainable Supply Chain ,2021).

من الواضح أن تجارة المنتجات الزراعية والغذائية تعني أيضا التجارة في المياه التي تكمن في نمو تلك المنتجات. لأنه من منظور استهلاك الموارد المائية، فإن تجارة الغذاء تعني تجارة المياه التي تستخدم أيضا في عملية زراعة هذا المنتج المسمى بالمياه الافتراضية virtual water، وقد تم استكشاف هذه المشكلة منذ منتصف التسعينيات. بين عامي ١٩٩٧ و ٢٠٠١، وفرت اليابان (أكبر مستورد صاف للسلع الغنية بالمياه في العالم) ٩٤ مليار متر مكعب سنويا دون استخدام مواردها المائية المحلية. والمثال الرئيسي هو استيراد الأردن من المياه الافتراضية، حيث تستورد حوالي ٩٠٪ من طعامها وبالتالي تخزن ٥–٧ مليار متر مكعب من المياه دون استخدام مواردها المائية. لو لم تكن هناك تجارة للمواد الغذائية، فسيضطر الأردن إلى استخدام موارده المائية الشحيحة، وهي المياه الزرقاء بشكل أساسي، مما يتسبب في تدميرها ومواجهة تهديدات الأمن الغذائي بسرعة (Sustainable Supply Chain ,2021).

تشمل الاستخدامات الأخرى للمياه في الغذاء تربية الحيوانات والماشية. بالمقارنة مع المنتجات الزراعية، يتم استخدام المزيد من المياه في تربية الحيوانات لإنتاج كمية معينة من الطاقة الغذائية. يبلغ متوسط استهلاك المياه العالمي في إنتاج لحوم البقر ١٠.٢ لترا لكل كيلو كالوري، وهو ما يزيد ٢٠ مرة عن كمية المياه المطلوبة في إنتاج الحبوب (٠.٥١ لترا لكل كيلو كالوري).

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

يتم تحقيق إنتاج الغذاء العالمي حالياً من خلال الزراعة بمساحة ١.٥ مليار هكتار، أي ما يعادل ١٢٪ من إجمالي مساحة الأرض. من هذه الكمية، يتم ري حوالي ١.١ مليار باستخدام مياه الأمطار للزراعة المطرية. ونتيجة لذلك، يتم ري ٨٠٪ من الأراضي الزراعية على أساس الغابات المطيرة، وتغطي هذه الأراضي ٦٠٪ فقط من إجمالي المساحات الزراعية المنتجة. وفقاً لتقارير منظمة الأغذية والزراعة، يتم ري ٢٠٪ من الأراضي الزراعية، وتبلغ كمية المياه التي تستهلكها هذه الأراضي ٧٠٪ من إجمالي المياه المستخرجة من المسطحات المائية في العالم (Sustainable Supply Chain ,2021).

ب. الغذاء والماء

من المعروف أن نوعية وكمية المياه المتوفرة في كل منطقة تحدد خصائص الزراعة في تلك المنطقة. كما تعد المياه ضرورية لإنتاج الغذاء وإعداده واستهلاكه، ولهذا السبب يعتقد الخبراء أن التغييرات في أنماط استهلاك الغذاء، وكذلك الممارسات الزراعية، تؤثر بشدة على الأمن المائي لأي منطقة حول العالم. أهم تأثير للغذاء على الماء هو تقليل جودة المياه. تتلوث المياه المروية في الأراضي الزراعية بالأسمدة الكيماوية والمبيدات. يعود جزء من هذه المياه، التي تستخدم في الري، إلى الممر المائي اعتمادا على التكنولوجيا المستخدمة من خلال الجريان السطحي أو التسرب. لا يقتصر خفض جودة المياه على الأراضي الزراعية فحسب، ولكن ايضا في عملية إنتاج الغذاء حيث يتم إنتاج كمية كبيرة من مياه الصرف الصحي، مما يقلل أيضا من جودة المياه. لتقليل تأثير إنتاج الغذاء على تلوث الماء، يمكن استخدام بعض الأفكار لتقليل تأثير ذلك التلوث. على سبيل المثال، مع الري بالتنقيط، تعود كمية أقل من المياه إلى مجارى المياه السطحية حيث يقل الجريان السطحي. أيضا، يمكن أيضا استخدام المصارف المناسبة لحماية طبقات المياه الجوفية بحيث تدخل المياه الأقل تلوثاً إلى طبقات المياه الجوفية(Sustainable Supply Chain,2021) .

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

٣.٣.١ الترابطات بين الطاقة والغذاء Interactions between energy and food

جدير بالذكر أن القطاع الزراعي ليس فقط مستهلكًا للطاقة ولكن أيضا مع ظهور الوقود الحيوي يتم تقديمه كمصدر مساهم في إمدادات الطاقة. في العقود الأخيرة، نظرا لاتجاه التغيير التكنولوجي واستخدام الآلات والمعدات كثيفة الاستهلاك للطاقة في العديد من القطاعات الفرعية الزراعية وزيادة مستوى المكينة، أصبح استخدام مدخلات الطاقة أمرا مهما للغاية. المكينة هي مستهلك كبير للطاقة غير المتجددة. الديزل والكهرباء هما المصدران الرئيسيان لاستهلاك الطاقة في القطاع الزراعي.

يرتبط تغيير سعر الطاقة بتغيير السعر النهائي للمنتجات الغذائية التي تصل إلى المستهلك. يؤثر سعر الوقود الأحفوري بشكل مباشر على التكاليف المرتبطة بالآلات الزراعية (للزراعة والحصاد) وكذلك السعر النهائي للأسمدة. كما أنه يؤثر بشكل غير مباشر على جميع أجزاء عملية إنتاج الغذاء. في الواقع، يعتبر سعر الطاقة هو المحدد الرئيسي للسعر النهائي للمنتجات الغذائية. التحدي الرئيسي الآخر للطلب على الغذاء هو قضية هدر الطعام Food waste. إن التخلص من الطعام المهدر يستلزم إنفاق تكاليف باهظة على إمدادات الطاقة المطلوبة لهذه العملية. وفقًا لتقارير منظمة الأغذية والزراعة، فإن حوالي ثلث الطعام المنتج يهدر عمليا ويعرف باسم نفايات الطعام (Sustainable Supply Chain ,2021).

مجمل القول ترتبط المخاطر التي يشكلها قطاع الأغذية على أمن الطاقة بنمو السكان وتغيير النظم الغذائية، مما سيضع أعباء متزايدة على أنظمة إنتاج الطاقة والغذاء بسبب ارتفاع الطلب على المدخلات الزراعية، وارتفاع مستويات إنتاج الثروة الحيوانية، وذلك بالإضافة إلى مخاطر إنتاج الوقود الحيوي على الأمن الغذائي. ومع ارتفاع الطلب على الغذاء، ستزداد الاحتياجات المائية وما يستتبعها من آثار على بصمة الطاقة.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

أ. الطاقة من أجل الغذاء Energy for food

تستخدم الطاقة على نطاق واسع في الصناعة الزراعية بما في ذلك تشغيل الآلات الزراعية وتجهيز الأغذية وتعبئتها ونقلها وتبريدها وإعدادها، حيث يتم استهلاك الطاقة بشكل مباشر أو غير مباشر في المجالات الزراعية. تشير الطاقة المباشرة إلى الوقود أو الكهرباء المستخدمة في أنشطة المزرعة ، بينما يشمل الاستهلاك غير المباشر عملية إنتاج الآلات والمعدات الزراعية والأسمدة ومبيدات الآفات والمدخلات الزراعية الأخرى المنتجة خارج المزرعة يستهلك النظام الغذائي حاليا حوالي ٣٠٪ من إجمالي استهلاك الطاقة العالم. وتجدر الإشارة إلى أن من هذه الكمية من الطاقة اللازمة لإنتاج المنتجات الأولية وتربية الماشية ومزارع الأسماك تقد بحوالي ٦.٦٪. في الزراعة الحديثة، يتم مكينة معظم العمليات الزراعية مثل الحراثة والغرس والري والحصاد باستخدام المعدات الزراعية. نتيجة لذلك، تتطلب كل هذه الأنشطة الوقود أو الكهرباء (R. Brears& C Robert,2017).

من حيث الاستهلاك المباشر للطاقة في الزراعة، فإن المستهلكين الأساسيين هم المحركات ذات الصلة بالري والتي تلعب الدور الأكبر. علاوة على ذلك، فإن إنتاج المواد الخام الزراعية (المدخلات) يتطلب أيضا طاقة. أظهرت الأبحاث الحديثة أن حصة إنتاج الأسمدة والمبيدات تتراوح من ٣٠ إلى ٥٠٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في الزراعة. على سبيل المثال، الطاقة المطلوبة لإنتاج ١ كجم من سماد النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم هي ٣٤ و ٨ و ٦ مليون جول Joules على التوالي. بمعنى آخر، الجزء الذي يستهلك أكبر قدر من الطاقة يرتبط بإنتاج الأسمدة والمبيدات. من أجل تحسين خصوبة المنتجات الزراعية وزيادة الخصوبة يستخدم المزارعون الأسمدة المركبة القائمة على النيتروجين (Sustainable Supply Chain ,2021).

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

من خلال زيادة كفاءة استهلاك الطاقة، يمكن تقليل التكاليف المتعلقة بقطاع الطاقة في الصناعة الزراعية. سيؤدي ذلك إلى زيادة أرباح المزارعين وبالتالي زيادة كمية الإنتاج الزراعي. نتيجة لذلك، بالإضافة إلى توفير الطاقة، يمكن أيضا تحسين الفقر وتحسين توفر الغذاء.

نقطة أخرى مهمة حول استهلاك الطاقة في نظام الغذاء هي الطاقة اللازمة لنقل الطعام. في السنوات الأخيرة، كان هناك اهتمام كبير بتوطين المنتجات الزراعية. لا يؤدي ذلك إلى زيادة جودة المنتجات ونضارتها فحسب، بل يوفر أيضا الطاقة. من المهم أيضا ملاحظة أن بعض الحقول المحلية ليست جيدة، وتستخدم أسمدة كيماوية أكبر لزراعة المحاصيل. نتيجة لذلك، لتقليل الطاقة في هذه الحالات، يتم تقليل الطاقة المطلوبة للنقل من ناحية، ولكن يزداد استهلاك الطاقة أيضا بسبب استخدام المزيد من الأسمدة الكيماوية. نظرا لأن هناك حاجة إلى قدر كبير من الطاقة لإنتاج هذه الأسمدة الكيماوية، يجب على الباحثين ملاحظة أنه من أجل الاختيار الأمثل، هناك مقايضة بين الإنتاج المحلي وجودة الحقول المحلية (Sustainable Supply Chain ,2021) .

ب. الغذاء من أجل الطاقة

تركت صدمة أسعار الغذاء العالمية في عامي ٢٠٠٧ و ٢٠٠٨ جزءا كبيرا من سكان العالم غير قادرين على تلبية احتياجاتهم الأساسية. كانت هناك عدة أسباب لهذه الزيادة، من بينها ارتفاع أسعار النفط العالمية. لهذا السبب، تبنت الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا ودول أخرى سياسات الوقود الحيوي للحد من اعتمادها على النفط. الوقود الحيوي هو مصدر للطاقة المشتقة من المواد النباتية والحيوانية (J. Lundqvist, etal.,2015) .نظرا لحقيقة أن موادها الخام قابلة للتجديد، فإن هذه الطاقة قابلة للتجديد أيضا. يحتوي الوقود الحيوي على

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

أنواع مختلفة، والتي يمكن الإشارة إليها باسم الإيثانول والديزل الحيوي والديزل الأخضر ووقود الغاز الحيوي.

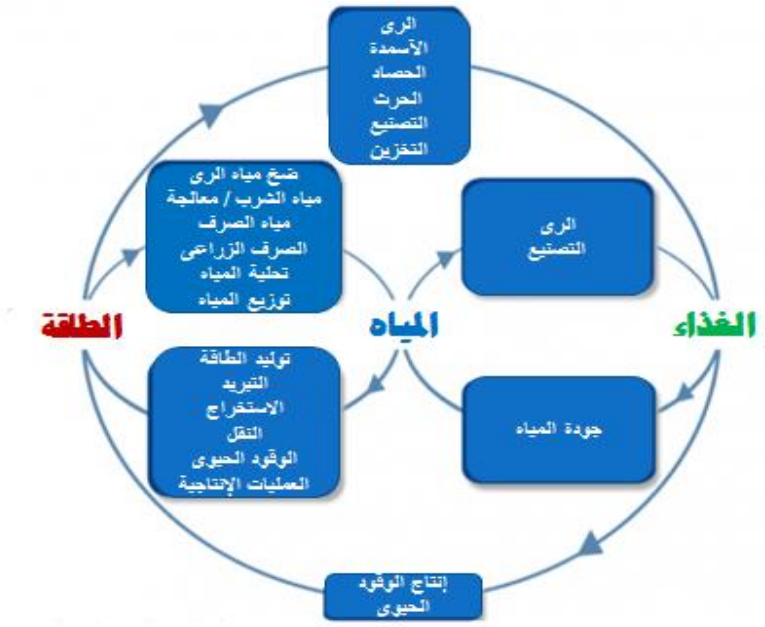
ارتبط إنتاج الطاقة في الحقبة الأخيرة باستخدام الوقود الحيوي بالعديد من التحديات، حيث يجادل البعض بأن إنتاج الطاقة بهذه الطريقة له تأثير ضئيل جدا على المكونات البيئية والاجتماعية والاقتصادية لأن طاقة الوقود الحيوي تمثل نسبة صغيرة من إجمالي استهلاك الطاقة في العالم. على الجانب الآخر، هناك من يقول أن كمية المنتجات المستخدمة لإنتاج الوقود الحيوي من عام ٢٠٠٦ إلى عام ٢٠٠٩ تعادل استهلاك الحبوب لـ ٢٥٠ ألف شخص سنويا. وفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، أكثر من ٩٢٥ مليون شخص في العالم لا يملكون ما يكفي من الغذاء. لذلك، بدلاً من إنتاج الطاقة من المنتجات الغذائية، يمكن استخدام المنتجات الغذائية لتوفير الغذاء للبشر (Sustainable Supply Chain ,2021) .

علاوة على ذلك، فإن الأراضي الزراعية كمورد محدود ستكون إحدى مشاكل إنتاج الغذاء في المستقبل. على الرغم من هذا المحدودية، فإن الأرض التي تستخدم لإنتاج الغذاء على مر السنين تستخدم الآن للوقود الحيوي. تتوقع منظمة الفاو زيادة إنتاج الوقود الحيوي إلى ٣٥ مليون هكتار من الأراضي بحلول عام ٢٠٣٠. وقد أثار هذا مخاوف بشأن الاحتياجات الغذائية في المستقبل. تسبب طريقة إنتاج الطاقة هذه أيضا مشاكل أخرى مثل زيادة غازات الدفيئة وتقليل المياه المتاحة وزيادة تلوث التربة بسبب الاستخدام المفرط للأسمدة. تشير كل هذه العوامل إلى أهمية ترابطات المياه والغذاء والطاقة.

ويلخص شكل (٧) العلاقات الترابطية بين القطاعات الثلاثة، والتي تم استعراضها في الأقسام السابقة.

شكل (٧): الترابطات بين المياه والطاقة والغذاء

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826



المصدر: من إعداد الباحث، تلخيصا للأقسام السابقة.

٤.٣.١ المياه والطاقة والغذاء وخدمات النظام الإيكولوجي

إن استهلاكنا للغذاء والماء والطاقة – بشكل مباشر أو غير مباشر – يؤثر على النظم الإيكولوجية والموارد الطبيعية التي يعتمد عليها المجتمع من أجل بقائه. وتوضح الأحداث الأخيرة مثل الجفاف وانسكاب النفط وارتفاع أسعار المواد الغذائية أنه لم يعد بإمكاننا رؤية أنظمتنا الغذائية والمائية والطاقة معزولة عن بعضها البعض. وبدلاً من ذلك، يجب فهم كيف وأين تتقاطع هذه الأنظمة الثلاثة – نهج العلاقة الترابطية(K. M. Kibler etal.,2016) .

أ. المياه والبيئة والمناخ

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

تشمل النظم الإيكولوجية ذات الصلة بالمياه الأنهار و البحيرات ومستودعات المياه الجوفية aquifers والأراضي الرطبة wetlands، ، وهي توفر فوائد وخدمات متعددة للمجتمع، مما يجعلها ضرورية لبلوغ عدد من أهداف التنمية المستدامة (WWAP, 2018).

ويتزايد تعرض النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه للتهديد، مع تزايد الطلب على المياه العذبة لأغراض الزراعة والطاقة والمستوطنات البشرية وصرف مياه الصرف الزراعي والصناعي والصحي للمجاري والمسطحات المائية. وتعتمد النظم الإيكولوجية البرية على توافر موارد المياه العذبة بكمية ونوعية كافيتين. وتؤثر الأنشطة البرية بدورها، بما فيها استخدام الأراضي، على توافر المياه للبشر والصناعة والنظم الإيكولوجية وعلى نوعيتها (R. Brears, &C. Robert,2017).

لن يؤدي تدهور النظم الإيكولوجية إلى فقدان التنوع البيولوجي فحسب، بل سيلحق الضرر أيضاً بتوفير خدمات النظام الإيكولوجي المتعلقة بالمياه، من قبيل تنقية المياه، واحتجاز الكربون وتخزينه، التخفيف من حدة الفيضانات والجفاف ، وكذلك توفير المياه للزراعة ومصائد الأسماك والترفيه.

تستوعب الأراضي الرطبة أكبر مخزونات الكربون بين النظم الإيكولوجية البرية، حيث تخزن ضعف كمية الكربون التي تخزنها الغابات. غير أن الأراضي الرطبة تقع تحت ضغوط عالية، ويفوق معدل فقدانها معدل فقدان الغابات بثلاث مرات، فالتقديرات تشير إلى أن العالم، على مدى السنوات المائة الماضية، قد فقد نصف أراضيه الرطبة الطبيعية، ومعها عدد كبير من الأنواع التي تعيش في المياه العذبة (WWDR,2020).

ومن المحتمل أن يزيد تغير المناخ من إجهاد الأراضي الرطبة والنظم الإيكولوجية المائية في العالم ما يترتب على ذلك من آثار سلبية على خدمات النظم الإيكولوجية الأساسية. فمن شأن

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

زيادة درجة حرارة المياه أن تغير التوازنات البيولوجية الجيوكيميائية في النظم الإيكولوجية للمياه العذبة، مما قد يؤدي إلى تدهور نوعية المياه، وذلك لأسباب منها مثلاً تكاثر الطحالب بشكل أكثر تواتراً، ونمو مسببات الأمراض بشكل أسرع .

ويشير غريسكوم وآخرون (Griscom et al, 2017) إلى أن حوالي ثلث تدابير التخفيف من غازات الدفيئة حتى عام ٢٠٣٠ يمكن تحقيقها من خلال عمليات التخفيف المستمدة من النظم الإيكولوجية، التي يمكن أن تسهم فيها الأراضي الرطبة بنسبة ١٤ في المائة. ونظراً إلى ما تقدمه الأراضي الرطبة من منافع مشتركة ومتعددة فإن استصلاحها وصونها من تدابير التخفيف الهامة (WWDR,2020).

ب. الغذاء والبيئة والمناخ

أدى الانتشار الواسع للأسمدة وأصناف المحاصيل عالية الغلة إلى حدوث زيادة كبيرة في الإمدادات الغذائية بمقدار ثلاثة أضعاف. وقد جاء هذا التكثيف الزراعي بمفاضلات مهمة. ويعتبر الإفراط في استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب مساهماً رئيسياً في تلوث المصادر المائية، وفقدان التنوع البيولوجي للتربة، وانبعاثات غازات الدفيئة، والأمطار الحمضية.

5.3.1 ترابط أمن المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ

يشكل تغير المناخ، الذي تدفعه بشكل رئيسي التغيرات في استخدام الطاقة واستخدامات الأراضي، تحدياً إضافياً من شأنه أن يؤدي إلى تفاقم التحديات المتمثلة في تلبية الطلب المتزايد على المياه والطاقة والغذاء. ومن المتوقع أن يكون لأحوال الطقس المتطرفة، والتحول في أنماط هطول الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة، وارتفاع مستوى البحار وغيرها من الظواهر المرتبطة بالتغير المناخي تأثيرا على إنتاج الغذاء، وتجدد المياه واستخدامها، وإنتاج الطاقة واستهلاكها. ولا جدال في أن تغير المناخ له تأثير على التغذية، لأنه يؤثر على جميع

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

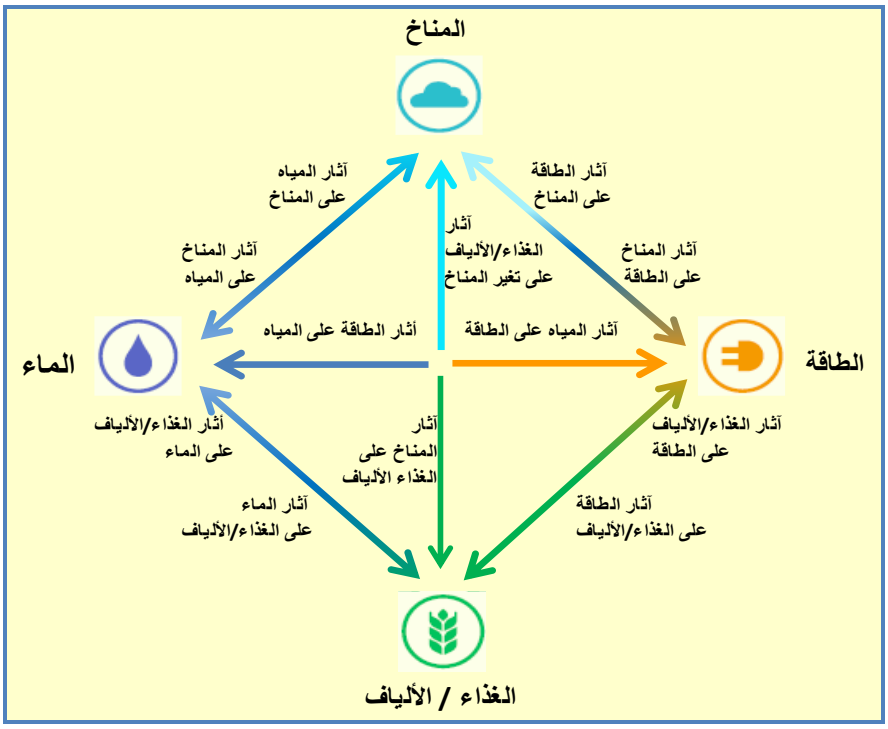
الأسباب الأساسية، الكامنة والفورية لنقص الغذاء، ويؤدي إلى ضغوط إضافية في المناطق التي تعاني من انعدام الأمن الغذائي (W.Erian, 2018).

وفي الوقت نفسه يمكن للسياسات المناخية أن تؤثر في أمن الماء والطاقة والغذاء، فمن الممكن أن تفرض سياسات التخفيف من حدة ظاهرة تغير المناخ إلى الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة من خلال الاعتماد على الطاقة الكهرومائية و/أو الوقود الحيوي، إلا أنها قد تضع المزيد من الضغوط على الموارد المائية وخدمات الأراضي. وقد يؤدي تطوير مصادر جديدة للمياه عن طريق التحلية إلى زيادة الانبعاثات الكربونية اذا كان مصدر الطاقة المستخدم وقود أحفوري (المفاضلات والتآزر).

و مع ترشيد كل متر مكعب من الماء في القطاع المنزلي يؤدى إلى تقليل الانبعاثات الغازية. ومع تقليل الهدر في قطاعي الزراعة (رفع كفاءة الري) والغذاء (تقليل فواقد الغذاء)، فإن ذلك يؤدي إلى توفير كميات هائلة من المياه وموارد الطاقة المستخدمة في الانتاج والتوزيع والانبعاثات الغازية المصاحبة، وايضاً يمكن لإجراءات التكيف أن تتسم بسوء التكيف ما لم توجه بشكل جيد في مقاربة الترابط وما لم تنفذها مؤسسات مترابطة بشكل مناسب. لذلك يمكن لنهج الترابط وما ينتج عنه من تعزيز في كفاءة الموارد الطبيعية أن يساعد في إجراءات التكيف والتخفيف والحد من الانبعاثات الغازية. ويعكس الشكل (٨)الترابط بين المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ.

شكل (٨): الترابط بين المياه والطاقة والغذاء وتغير المناخ

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826



المصدر :عبد العزيز ابراهيم، مصر : القطاعات الواعدة والتنمية الشاملة، معهد التخطيط القومي، ٢٠١٨/٢٠١٧.

ان تغير المناخ يؤثر على أشد الناس فقراً، حيث يعيش هؤلاء في المناطق المعرضة للخطر بأقل الموارد اللازمة لمساعدتهم على التكيف أو التعافي بسرعة من الصدمات. ومع تفاقم آثار تغير المناخ، يصبح الهروب من الفقر أكثر صعوبة. وبينما تركز أهداف التنمية المستدامة على القضاء على الفقر المدقع وإنشاء شبكات الأمان، فإن هذا يتطلب وضع توجيهات وتوصيات بشأن السياسات يمكن أن تساعد هؤلاء الذين يعيشون في تلك المناطق. ويعرض

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

جدول (1) ملخصا شاملاً لمخاطر وآثار العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ.

جدول (1): ملخص لمخاطر وآثار العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء في سياق تغير المناخ

	المخاطر	الآثار
المياه - الطاقة / الطاقة - المياه Water -Energy/Energy-Water		
المخاطر المتعلقة بالمياه على أمن الطاقة	زيادة التباين في توافر المياه بسبب الظروف المناخية وغير المناخية	• انخفاض توافر العرض والاعتماد على أشكال أكثر تكلفة من التوليد • إمكانية التسعير الاقتصادي للمياه مما يزيد من تكاليف إنتاج الطاقة • انخفاض توفر المياه لاستخراج الوقود ومراحل المعالجة مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاج
	تأثير جودة المياه	• الضغوط على نظام الطاقة وانخفاض الكفاءة من مختلف صور الطلب على المياه والطاقة
المخاطر المتعلقة بالطاقة على الأمن المائي	إنتاج الوقود الحيوي	• انقطاع إمدادات المياه للمستخدمين النهائيين أو تحويل الموارد بعيدا عن الأنشطة الأساسية الأخرى، مثل الزراعة • التغييرات في تكاليف توصيل المياه بسبب تقلب تكاليف مدخلات الطاقة
	سوء تنظيم الاستثمار الزراعي	• موارد المياه، بما في ذلك مياه الشرب، تصبح ملوثة، وتتطلب معالجة إضافية
المياه - الغذاء / الغذاء - المياه Water-Food/Food-Water		
المخاطر المتعلقة بالمياه على الأمن الغذائي	زيادة التباين في توافر المياه بسبب الظروف المناخية وغير المناخية	• التغييرات في المعروض من المنتجات الغذائية مما يؤدي إلى زيادة تقلبات الأسعار، مما يضاعف من التركيز الإقليمي لأنشطة إنتاج الأغذية
	تأثير جودة المياه على إنتاج الأغذية واستهلاكها	• يمكن أن يكون لاستخدام المياه الرديئة على طول المراحل المختلفة من سلسلة الإمداد الغذائي آثار سلبية، على سبيل المثال تدهور التربة وتراكم الملوثات داخل السلسلة الغذائية، وعلى الصحة العامة.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

المخاطر المتعلقة بالغذاء على الأمن المائي	آثار الأنشطة الزراعية على الموارد المائية	• يمكن أن يؤدي استخدام المدخلات الخارجية في الزراعة وإنتاج الغذاء إلى تلوث المياه الذي يؤثر على جميع المستخدمين
	سوء تنظيم الاستثمار الزراعي	• يمكن أن تؤدي سياسة الاستحواذ على الأراضي الزراعية سيئة التنظيم، إلى التوسع في استخدام موارد المياه المحلية مع الآثار الاجتماعية والاقتصادية المحلية المحتملة
	الإفراط في استخدام الموارد المائية بسبب طموحات الأمن الغذائي	• السعي لتحقيق طموحات الأمن الغذائي يمكن أن يجهد موارد المياه، مما يؤدي إلى نضوب احتياطيات المياه العذبة
الطاقة - الغذاء / الغذاء - الطاقة Energy - Food/ Food - Energy		
المخاطر المتعلقة بالطاقة على الأمن الغذائي	يزيد الاعتماد على الوقود الأحفوري من تقلب أسعار المواد الغذائية	• الاعتماد على الوقود الأحفوري على طول سلسلة الإمداد الغذائي (على سبيل المثال الإنتاج والنقل) • تقلب الأسعار ونقص المعروض من مدخلات الطاقة مما يؤدي إلى مخاطر اقتصادية ومادية في سلسلة الإمداد الغذائي
	المفاضلات المحتملة بين إنتاج الطاقة الحيوية والمحاصيل الغذائية	• تخصيص المنتجات الزراعية لإنتاج الطاقة الحيوية مع التأثيرات المحتملة على أسعار المواد الغذائية وعلى استدامة الأمن الغذائي
المخاطر المتعلقة بالغذاء على أمن الطاقة	الزيادة الإجمالية في إنتاج الغذاء وتغيير النظم الغذائية تزيد من الطلب على الطاقة على امتداد سلسلة الإمداد الغذائي	• يمكن أن يتم اجهاد نظام الطاقة، وخاصة في المناطق التي لديها إمكانية لتوسيع الزراعة المروية، بالمياه المطلوب ضخها
	يمكن أن تعتمد جودة وإمكانية توفير الطاقة على توافر المواد الأولية (الطاقة الحيوية)	• في مزيج الطاقة مع الطاقة الحيوية، يمكن أن تؤثر جودة المواد الخام القائمة على المحاصيل والقدرة على تحمل تكلفتها على إمدادات الطاقة

المصدر: IRENA. 2015. Renewable energy in the water, energy and food nexus. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Water_Energy_Food_Nexus_2015.pdf

ثانيا : آثار العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء والمناخ في مصر وعلى مستوى العالم

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

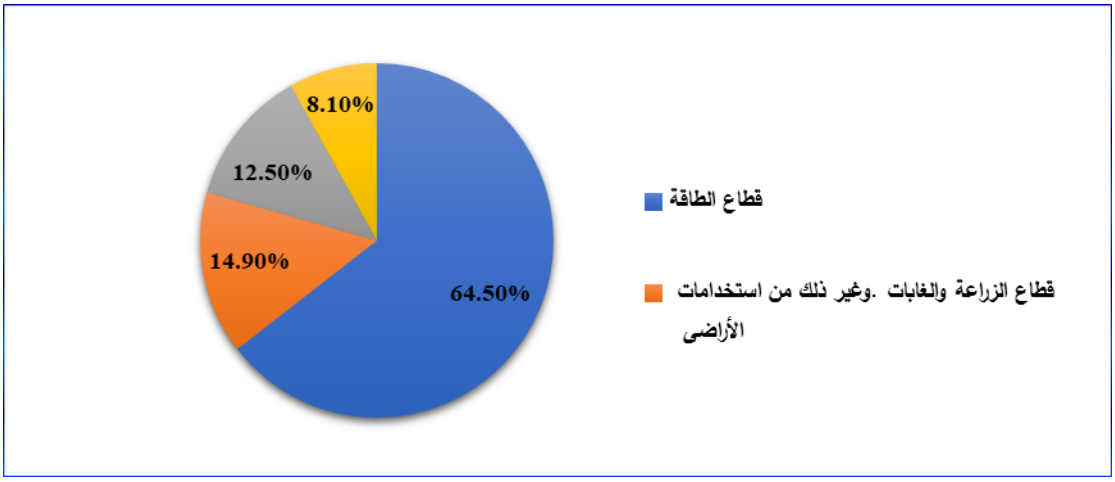
بالرغم من المساهمة المحدودة جداً في مصر في ظاهرة تغير المناخ العالمي من حيث الانبعاثات الغازية ، فإن دراسات ونماذج المناخ تشير إلى أنها تعتبر من أكثر بلدان العالم عرضة للتغير المناخي والتقلبات المناخية. ومن الأهمية بمكان أن يتفهم واضعو السياسات الروابط بين الماء والطاقة والغذاء والتكيف عند وضع استراتيجيات للتكيف المستدام في مصر. تشكل الآثار المدمرة لتغير المناخ، من ارتفاع درجات الحرارة، وارتفاع مستويات سطح البحر، والتغيرات المفاجئة في هطول الأمطار، مخاطر كبيرة على سبل العيش والصحة العامة وسلاسل التوريد والبنية التحتية والزراعة والأمن الغذائي وأمن المياه و الطاقة ، مما قد يؤدي إلى خطراً بيئاً كبيراً قد يهدد مسار التنمية في مصر . ولا يمكن الحديث عن تغير المناخ بدون الحديث عن انبعاثات غازات الدفيئة بشرية المنشأ، المسئول الأول عن ظاهرة الاحترار، أحد مظاهر تغير المناخ.

١.٢ انبعاثات غازات الدفيئة في مصر

قامت وزارة الدولة لشئون البيئة بإعداد حصر للغازات الدفيئة وفقاً لإرشادات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغيرات المناخية. يشمل حصر غازات الدفيئة أربعة قطاعات: الطاقة، العمليات الصناعية واستخدام المنتجات، الزراعة والغابات واستخدامات الأراضي الأخرى، و المخلفات. ويتم تقديم تحليل اتجاه الانبعاثات للغازات الدفيئة بحسب القطاع كما يتضح من الشكل رقم (٩).

شكل (٩): مساهمة غازات الدفيئة الناتجة من كل قطاع في مجموع الانبعاثات في عام ٢٠١٥

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826



المصدر: التقرير المحدث كل سنتين الأول لجمهورية مصر العربية المقدم إلى اتفاقيه الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ،٢٠١٨.

ومن أهم غازات الدفيئة بشرية المنشأ: غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2)، وغاز الميثان (CH4)، وغاز أكسيد النيتروز(N2O)، ومركبات الفلوروكربون الهيدروجينية (HFCs)، ومركبات الفلوروكربونات (PFCs).

وقد بلغ إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة في مصر ٣٢٥,٦١٤ جيجا جرام ثاني أكسيد كربون مكافئ في عام ٢٠١٥. وقد ازداد إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة ٣١ ٪ من عام ٢٠٠٥ إلى عام ٢٠١٥، بمعدل نمو سنوي ٣٥.٢ %.

٢,٢ ترابط المياه والطاقة و تغير المناخ

١.٢.٢ منظور الطاقة

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

تبدو العلاقة بين تغير المناخ وقطاع الطاقة متبادلة ومتداخلة إلى حد بعيد، حيث يؤثر كل منهما في الآخر، فقد أدت زيادة الطلب على الوقود الأحفوري على الأخص في العقود الماضية إلى زيادة الانبعاثات الكربونية؛ مما نجم عنه ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ العالمي، واللتان ربما تتضح آثارهما بشدة على العالم في العقود المقبلة. بينما من المحتمل أن تتأثر البنية التحتية لقطاع الطاقة العالمي سلباً بالتغير المناخي؛ نظراً لظروف الطقس الحاد، التي ستعطل مرافق إنتاج ونقل الطاقة.

أ) تداعيات الطاقة على تغير المناخ

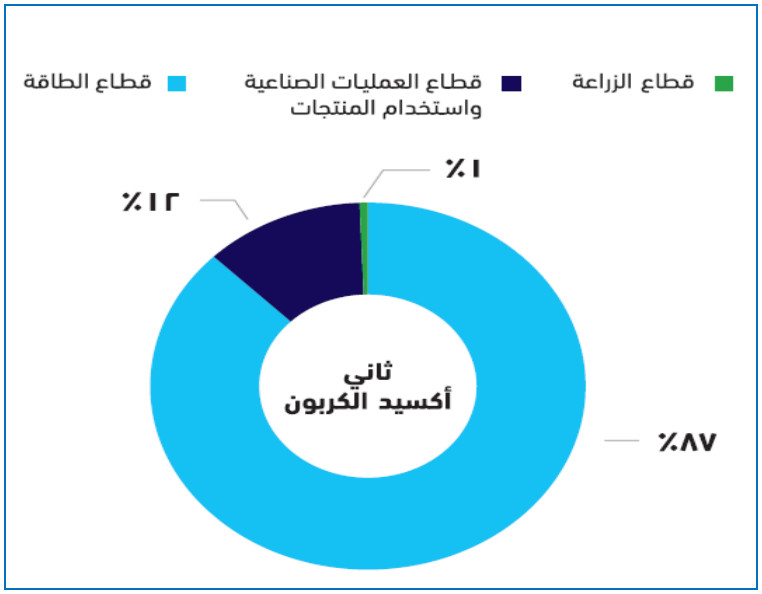
تمثل الطاقة بؤرة المبادرات الرامية إلى التصدي لتغير المناخ وذلك نظراً إلى أن زهاء ثلثي غازات الدفيئة البشرية المنشأ في العالم تتولد من عمليات إنتاج الطاقة واستخدامها ،وأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة من الطاقة قد ارتفعت بنسبة ١.٦٪ في عام ٢٠١٧) (IEA, 2018، وأن أكثر من 90 % في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ا لمتولدة من الطاقة يأتي من الوقود الأحفوري (WWDR,2020).

يعد قطاع الطاقة المساهم الأكبر في انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى في مصر، حيث يساهم بما يقرب من 64.5 ٪ من إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة في عام ٢٠١٥ والمقدرة بنحو ٢١٠,١٧١ جيجا جرام ثاني أكسيد كربون مكافئ. ويعتبر ايضا اكبر مساهم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث تمثل انبعاثات قطاع الطاقة نسبة 87 ٪ من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كما يتضح من الشكل (١٠)، و 3٪ من إجمالي انبعاثات غاز الميثان، و2 ٪ من إجمالي انبعاثات غاز أكسيد النيتروز. وتتولد انبعاثات غازات الدفيئة في مصر، من قطاع الطاقة، بشكل رئيسي من أنشطة احتراق الوقود الأحفوري (٩٧٪) والانبعاثات المتسربة من النفط والغاز الطبيعي (٣٪) .

شكل (١٠): حصة انبعاثات غازات الدفيئة لكل قطاع لغاز ثاني أكسيد الكربون

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

عام ٢٠١٥



المصدر : التقرير المحدث كل سنتين لجمهورية مصر العربية المقدم إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ، جهاز شئون البيئة، ٢٠١٨.

ب) مخاطر تغير المناخ التي تواجه قطاع الطاقة

تشير المنظمات الدولية إلى أن المناخ العالمي يمكن أن تفرض تحديات متزايدة أمام قطاع الطاقة العالمي. وتتلخص تأثيرات التغير المناخي على الطاقة في: ١) زيادة الطلب على التبريد والتدفئة، ٢) تعطيل البنية التحتية للوقود الأحفوري، ٣) تعرض البنية التحتية الحيوية لنقل الطاقة (خطوط أنابيب النفط والغاز الطبيعي) لمخاطر جسيمة، ٤) تعطيل محطات الكهرباء الحرارية، ٥) انخفاض قدرات الطاقة الكهرومائية، ٦) تراجع توليد الطاقة المتجددة. (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، ٢٠٢١)

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

تتمثل مخاطر تغير المناخ التي تواجه قطاع الطاقة والمتعلقة بالمياه في الفيضانات والجفاف والإجهاد المائي. إن انعدام اليقين وغياب القدرة على التنبؤ نتيجة لتغير المناخ سيكون له آثاره على قطاع توليد الطاقة ،ويمكن أن يتأثر توليد الطاقة بجميع أنواع عوامل **الإجهاد المائي.**

فعلى سبيل المثال يمكن أن ينخفض مستوى الأنهار ومنسوب المياه إلى ما دون كميات الاستهلاك في المحطات الحرارية ومرافق الطاقة الكهرومائية، مما يؤدي إلى وقف العمليات. وعلاوة على ذلك، فإن زيادة درجات حرارة المياه تؤثر على التبريد، مما يقلل من الكفاءة الحرارية، فينخفض بذلك إنتاج الطاقة، بل يؤدي، إن تجاوز العتبات الحرجة، إلى وقف ذلك الإنتاج.

وفيما يتعلق بتوليد الكهرباء على نطاق عالمي، ستتفاوت التغيرات في تدفقات المجاري المائية ودرجات الحرارة نتيجة لتغير المناخ :فعند إدخال عنصري الزمن والمناخ في الاعتبار، يمكن لتغير المناخ أن يؤدي إلى انخفاض في الطاقة الكهرومائية في خمسينات هذا القرن بنسبة تتراوح بين 1.2و 3.6%، ولا سيما في أستراليا وأمريكا الجنوبية، وإلى انخفاض بنسبة تتراوح بين 7 و 12% في الطاقة الحرارية الكهربائية في معظم المناطق(Van Vliet et al. , 2016).

ان **الفيضانات والجفاف** هي آثار متصلة بالمياه تتفاقم من حيث الزمان والمكان بسبب تغير المناخ . وهي ظواهر يزداد تكرارها وكثافتها، وبالتالي يزداد الضغط الذي تخلفه على توليد الطاقة ، فعلى سبيل المثال، أثرت الفيضانات التي وقعت في عام 2011 في تايلاند على 800 مرفق يعمل فيها 450000عامل ، وايضاً سد هوفر في الولايات المتحدة الأمريكية، الذي انخفضت طاقته بنسبة إلى ما نسبته ٣٠٪ مع انخفاض مستويات الخزانات

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

بما قدره 40 متراً بين عامي 1999و ٢٠١٦ بسبب الجفاف الطويل الأمد، وعلاوة على ذلك، فإن الكوارث البطيئة الحدوث، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، سوف تؤثر على مناطق ساحلية واسعة النطاق، وهي مناطق توجد فيها عادة مرافق الطاقة والصناعة (WWDR,2020) .

وهنالك حلول تتيح التخفيف من غازات الدفيئة وتقليل استخدام المياه في آن معاً. ويعد خفض الطلب على الطاقة وزيادة كفاءة استخدامها نقطتي انطلاق في هذا الصدد ، ويتمثل أحد الاتجاهات الواعدة في مجال الطاقة في زيادة استخدام تكنولوجيا الطاقة المتجددة المنخفضة الانبعاثات الكربونية واستهلاك المياه، من قبيل توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية والرياح، التي لا تتطلب قدراً كبيراً من المياه (اوجه التآزر).

ان التحول في نظام الطاقة العالمي نحو احداث تكثيف في استخدام التقنيات منخفضة الكربون يمكن أن يوفر ٩٠٪ من خفض الانبعاثات من قطاع الطاقة العالمي عام ٢٠٣٠ ، موزعة بنسبة ٣٩٪ من الطاقة المتجددة ، ٣٦٪ نتيجة لكهربة النقل والاستخدامات الحرارية في الصناعة ، ٢٥٪ من كفاءة الطاقة (مؤتمر الطاقة والتنمية المستدامة ، ٢٠٢٠).

ركزت "استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة حتى عام ٢٠٣٥"، التي اعتمدها المجلس الأعلى للطاقة في عام ٢٠١٦، على تنويع مصادر الطاقة، وتطبيق السياسات اللازمة لتحقيق استدامة الطاقة، ومساهمة قطاع الطاقة بفعالية في تحقيق التنمية المستدامة. حيث تستهدف الاستراتيجية رفع مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي الطاقة الأولية المنتجة إلى نحو ١٤٪، و الطاقة النووية إلى ٥.٥٪، وذلك بحلول عام ٢٠٣٥، وكذلك رفع مساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى حوالي ٤٢ % (٢٢٪ من الطاقة الشمسية، ١٤ % من طاقة الرياح، و٣.٣ % من المصادر المائية)، ونحو ٨.٨ % من الطاقة النووية.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

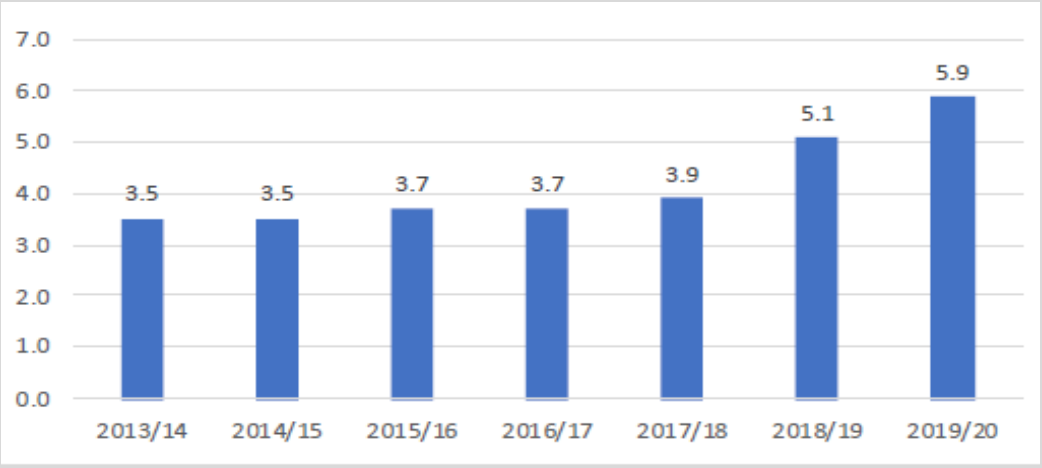
تعتبر كفاءة الطاقة عنصرا هاما في استراتيجية مصر للطاقة المستدامة المتكاملة لعام 2035 ، فبعد الإلغاء التدريجي لدعم الطاقة الذي بدأ في عام 2014 ، فإن مصر لديها فرص هائلة لتقليص كثافة الطاقة لديها في جميع القطاعات الاقتصادية التي كانت متباطئة في السابق بسبب انخفاض الجدوى المالية لمشروعات كفاءة الطاقة كالتالي :

- ارتفاع كفاءة إنتاج الكهرباء ، حيث بلغت (٤٥.٩٪) في عام ٢٠١٨/ 2019بسبب انشاء المحطات الجديدة ، والصيانة، والاعتماد على الدورة المركبة .
- زيادة الاعتماد على المصادر المتجددة ، حيث بلغت القدرات المركبة منها والمتصلة بالشبكة بنهاية ٢٠١٩/٢٠١٨ ، ٥٧٠٩ م.و، بالإضافة إلى ٣٠ م.و من النظم الشمسية الموزعة ، وبذلك قد شاركت المصادر المتجددة في إنتاج الكهرباء بنسبة ٨,٨٤٪.(تقرير الطاقة والتنمية المستدامة ،٢٠٢٠)

ترتب على ارتفاع كفاءة الطاقة خفض في استهلاك الوقود يقدر بنحو ٥,٩ مليون طن نفط مكافئ وبالتالي خفض في الانبعاثات الكربونية تصل إلى ١٣ مليون طن مكافئ من CO_2 عام ٢٠٢٠/٢٠١٩. مقارنة ب ٨.١ مليون طن مكافئ من CO_2 عام ٢٠١٤/٢٠١٣ . ويلخص الشكل رقم (١١) و (١٢) تطور الوفر المحقق من الوقود والخفض من الانبعاثات خلال الفترة من ٢٠١٤/٢٠١٣ حتى عام ٢٠٢٠/٢٠١٩ .

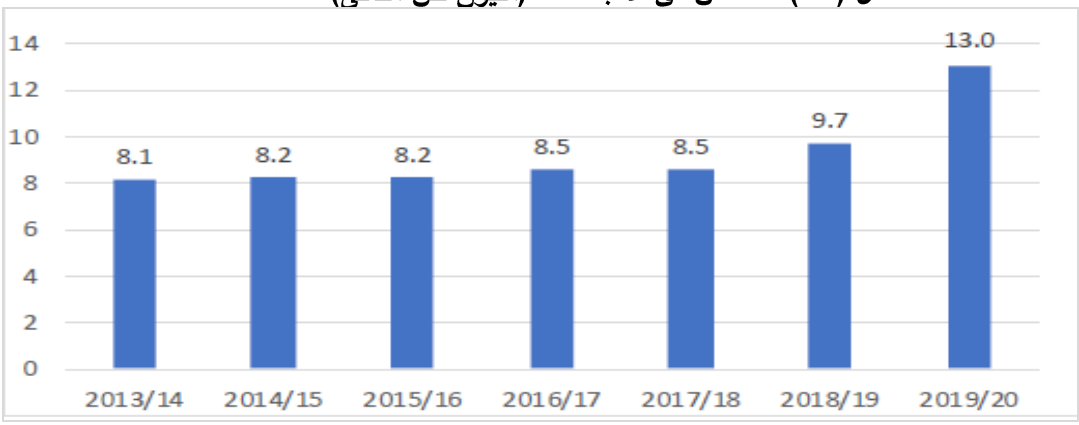
شكل (١١): الوفر المحقق من الوقود (مليون طن مكافئ)

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826



المصدر : التقرير السنوي لهيئة الطاقة الجديدة و المتجددة، ٢٠٢٠.

شكل (١٢): الخفض فى الانبعاثات (مليون طن مكافئ)



المصدر : التقرير السنوي لهيئة الطاقة الجديدة و المتجددة، ٢٠٢٠.

ج) الوفر المائي المحقق من استخدام مصادر الطاقة المتجددة

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

ومن المتوقع ان يؤدى استخدام مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام ٢٠٣٠ إلى انخفاض استهلاك المياه بنسبة ٥٠ % في المملكة المتحدة، وأكثر من ٢٥ % في الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا وأستراليا، وأكثر من ١٠ % في الهند (IRENA, 2015).

وتشير التقديرات إلى أن استخدام طاقة الرياح في عام ٢٠١٢ أدى إلى توفير كمية من المياه مساوية للكمية التي يستخدمها سنوياً سبعة مليار شخص في إطار الأسر المعيشية المتوسطة، وبحلول عام ٢٠٣٠ مع زيادة تعميم تلك الطاقة لتحل محل بعض أنواع الوقود الأحفوري سيزداد حجم التوفير في كمية المياه إلى ما بين ثلاثة وأربعة أضعاف تقريباً. وتعطي هذه الأرقام فكرة عن حجم وفورات المياه التي يمكن تحقيقها باستخدام الطاقة المتجددة (WWDR,2020).

على الرغم من أن كمية المياه المسحوبة على الصعيد العالمي من أجل الطاقة، ونسبتها ١٠ % ، قد تبدو صغيرة مقارنة بالزراعة، فإن هذه الكمية لا تزال كبيرة. ويمكن في حال توفير ١ % سنوياً، من خلال تحسين استخدام الطاقة أو النهوض بكفاءة ذلك الاستخدام، تزويد ٢١٩ مليون شخص بالمياه على أساس ٥٠ لتراً في اليوم، حسب الموقع وغيره من العوامل. ويتيح ذلك لقطاع الطاقة فرصة هامة لمكافحة ندرة المياه مع التخفيف من آثار تغير المناخ في الوقت ذاته (United Nations, 2018).

٢.٢.٢ منظور المياه

أ) تداعيات تغير المناخ على المياه

ان درجات الحرارة المرتفعة في المناطق شبه القاحلة، ومنها مصر، مع الخسائر الناتجة عن التبخر إلى جانب زيادة الطلب على المياه من المحتمل أن تؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى انخفاض توافر المياه من نهر النيل. هناك أيضا احتمال حدوث انخفاض كبير في تدفق

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

مجاري نهر النيل في ظل تغير المناخ نتيجة للتغيرات في هطول الأمطار، على الرغم من أن الدراسات التي تمت في هذا الصدد تقدم نتائج متضاربة.

إن ارتفاع درجة الحرارة بمقدار ١ درجة مئوية فقط، مع افتراض زيادة بنسبة ٤٪ في التبخر لكل درجة مئوية من الارتفاع في درجة الحرارة، سيؤدي إلى زيادات كبيرة في الخسائر الناجمة عن التبخر (إن لم يقابلها زيادة في هطول الأمطار)، مما سيقلل بشكل كبير من تدفقات النيل (OECD, 2004).

وكما هو معلوم، تعتمد مصر اعتمادا كليا تقريبا على مياه نهر النيل، والتي توفر حجما سنويا من المياه يبلغ حوالي ٥٥.٥ مليار متر مكعب، وهو ما يمثل ٩٣٪ من موارد المياه التقليدية في البلاد. لقد تجاوزت مصر بالفعل العتبة المحددة دوليا لندرة المياه وأصبحت قريبة بشكل خطير من "ندرة المياه المطلقة"، التي حددتها الأمم المتحدة على أنها أقل من ٥٠٠ متر مكعب من المياه للفرد سنويا. تشير التقديرات إلى أن متوسط نصيب الفرد من المياه في الوقت الحالي يبلغ نحو ٥٦٠ متر مكعب للفرد في السنة (The Tahrir Institute, 2021). يكون للتغيرات في موارد المياه عواقب على العديد من القطاعات الاقتصادية، حيث يؤدي انخفاض المياه والجفاف إلى عواقب وخيمة على معظم القطاعات، لا سيما الزراعة والطاقة وتوفير مياه الشرب.

ب) تداعيات قطاع المياه على تغير المناخ

ينشأ الجزء الأكبر من انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بإدارة المياه والصرف الصحي من الطاقة المستخدمة لتشغيل النظم و العمليات الكيميائية الحيوية المرتبطة بمعالجة المياه ومياه الصرف، وتفيد التقارير بأن مرافق المياه والصرف الصحي مسؤولة عن نسبة تتراوح بين ٣ و ٧ % من انبعاثات غازات الدفيئة، ولكن هذه التقديرات لا تشمل الانبعاثات المرتبطة بتصريف

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

مياه الصرف الصحي غير المعالجة. ويتراوح بين ٨٠ و ٩٠ %من مياه الصرف الصحي في البلدان النامية لا يتم جمعها أو معالجتها(WWAP, 2018).

وبالإضافة إلى الهياكل الأساسية لمعالجة مياه الصرف، تشكل خزانات السدود (التي تسهم في تنظيم التدفق، ومكافحة الفيضانات، وتوافر المياه لأغراض الري) أحد المصادر التي يتم تجاهلها للانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون.

وهنالك حلول تتيح التخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بإدارة المياه والصرف الصحي ، حيث يمكن استرداد الغاز الحيوي الناتج من عمليات معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامه لتشغيل محطة المعالجة نفسها، فتصبح المحطة محايدة من حيث الطاقة ويزداد تعزيز الوفورات المتحققة في الطاقة. ففي نفس الوقت تشكل الطاقة المستمدة من مياه الصرف مصدراً هاماً لقطاع المياه حتى يصبح أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.

و تستحوذ محطات المعالجة المركزية على معظم الميثان المتكون وتستخدم هذا الميثان في إنتاج الطاقة، مما يقلل من الانبعاثات المباشرة والانبعاثات غير المباشرة الناجمة عن استخدام الطاقة. وتوفر النظم المتقدمة لمعالجة مياه الصرف ايضا الفرص لاستعادة المواد الخام مثل المواد المغذّية أو بعض المعادن(مياه الصرف الصناعي) ، مما يزيد من المساهمة في خفض الطاقة اللازمة لاستخراج هذه المواد الخام من أجل استخدامها كأسمدة وبيعها في الأسواق إلى جانب تحقيق فوائد إضافية فيما يتعلق بصحة الإنسان والبيئة(WWAP,2017)

ويوجد في الموقع لدى بعض مرافق معالجة مياه الصرف في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية تحسينات في إنتاج الطاقة المتجددة وفي كفاءة استخدام الطاقة، مما يؤدي إلى تقدم في ممارسات" الاستهلاك الصفري الصافي" للطاقة والممارسات المنتجة للطاقة. وهكذا، فإن شبكات الإمداد بالمياه وخدمات الصرف الصحي يمكنها، لا مجرد أن تسهم بصورة مباشرة وجوهرية في التخفيف من غازات الدفيئة، عن طريق إعادة استخدام مياه الصرف غير

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

المعالجة أو المعالجة جزئياً ومكوناتها، بل يمكنها أيضاً أن تصبح أكثر فعالية من حيث التكلفة.

خلاصة القول يمكن **لنهج الترابط** وما ينتج عنه من تعزيز في كفاءة الموارد الطبيعية أن يساعد في إجراءات التخفيف والحد من انبعاثات غازات الدفيئة. فمثلاً زيادة كفاءة استخدام المياه وخفض الاستهلاك غير الضروري للمياه والحد من ضياعها على حد سواء يمكن أن يخفض طلب قطاع المياه على الطاقة ومن ثم يساعد في التخفيف من وطأة تغير المناخ(إذا كان مصدر الطاقة المعني هو الوقود الأحفوري). وتشير التقديرات إلى أن قطاع المياه في جميع أنحاء العالم يمكن أن يخفض استخدامه للطاقة بنسبة ١٥ % حتى عام ٢٠٤٠(IEA, 2016) .

٣.٢ المياه والغذاء وتغير المناخ

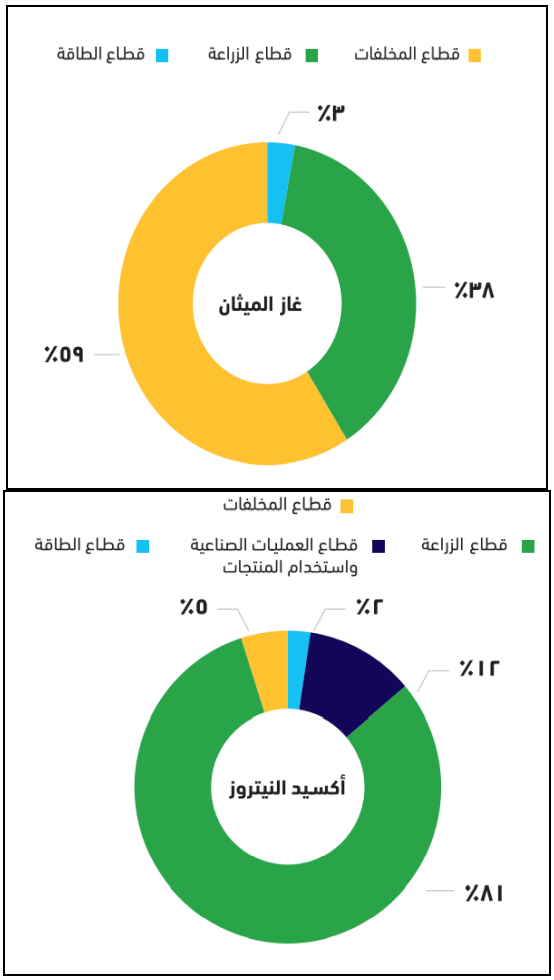
أ. تداعيات قطاع الزراعة على تغير المناخ

تشير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى ان قطاع الزراعة، والحراجة وغيرهما من أنشطة استخدام الأراضي، مسؤولة عن حوالي 13 % من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، 44 %من انبعاثات الميثان. و 82% من انبعاثات أكسيد النيتروز بما يمثل نحو 23% من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ على الصعيد العالمي خلال الفترة ٢٠٠٧-٢٠١٦(IPCC, 2019) .

ان قطاع الزراعة، والحراجة وغيرهما من أنشطة استخدام الأراضي في مصر، مسؤولة عن حوالي١٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ٣٨٪ من انبعاثات الميثان و ٨١٪من انبعاثات أكسيد النيتروز بما يمثل نحو ١٤.٩٠ % من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة عام ٢٠١٥ كما يتضح من الشكل (١٣).

شكل (١٣) : مساهمة كل قطاع في مجموع انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز عام ٢٠١٥

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826



المصدر : التقرير المحدث كل سنتين المقدم إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ ، جهاز شئون البيئة، ٢٠١٨.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

كما يتضح من الشكل (١١) ان أكبر مساهم في انبعاثات أكسيد النيتروز هو قطاع الزراعة والغابات وغير ذلك من استخدامات الأراضي، وأكبر مساهم في انبعاثات الميثان هو قطاع المخلفات بنسبه ٥٩ % من إجمالي الميثان ، يليه في الترتيب قطاع الزراعة بنسبة ٣٨ % عام ٢٠١٥.

تأتي أكبر مساهمة في انبعاثات غازات الدفيئة الزراعية من غاز الميثان المنبعث من الثروة الحيوانية من خلال التخمر المعوي والسماد الطبيعي المتراكم الذي تخلفه في المراعي .ووفقاً للفاو هناك توقعات كبيرة في نمو إنتاج اللحوم حتى عام ٢٠٣٠ ، حيث من المتوقع حدوث زيادة بنسبة ٧٧ % في لحوم البقر والدواجن والأغنام في البلدان النامية، وزيادة بنسبة ٢٣ % عن مستويات الفترة ٢٠١٥ – ٢٠١٧ بالنسبة للبلدان المتقدمة.

والجدير بالذكر إن زيادة استهلاك البروتين الحيواني ومنتجات الألبان يسبب ضغط متزايد على موارد المياه العذبة المحدودة في كل النظم البعلية والمروية ، ويرجع هذا إلى أن السلع ذات الأصل الحيواني تتطلب كمية اكبر من المياه بالمقارنة بالإنتاج النباتي ، حيث يعتمد المحتوى المائي لهذه السلع على نوع الغذاء (العلف) الذي يتغذى عليها الحيوان ، فكلما ارتفع المحتوى المائي للأعلاف التي يتغذى عليها الحيوان ، كلما ارتفع محتوى المياه الافتراضية لمنتجات الثروة الحيوانية وخصوصاً اللحوم ، يشكل غذاء الحيوان ٩٨ % من إجمالي المياه المستخدمة للحيوان الحي.

نظراً إلى أن الزراعة تمثل % 69 من عمليات سحب المياه على مستوى العالم، فإن تقليل الفاقد الغذائي والهدر الغذائي يمكن أن يؤثر تأثيراً كبيراً أيضاً في الطلب على المياه والطاقة ، وتشير التقديرات إلى أن ما بين 25و 30% من مجموع الأغذية المنتجة تفقد أو تهدر في جميع مراحل سلاسل الإمداد الغذائي(IPCC, 2019).

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

وعندما تتحلل النفايات الغذائية، تنطلق منها غازات الدفيئة .وفي الفترة ما بين عامي 2010 و 2016، ساهم الهدر والنفايات الغذائية العالمية بنسبة تتراوح بين 8و 10% من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ (IPCC, 2019).

ب . تأثير تغير المناخ على الغذاء

من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة الطلب على الموارد المائية، في الوقت الذي يسعى فيه قطاع الزراعة إلى مواكبة نمو الطلب على الإنتاج . وتبين الإسقاطات أن أجزاء من أفريقيا والأمريكتين وأستراليا وأوروبا ستكون أكثر جفافاً، في حين أن المناطق المدارية والشمالية ستكون أكثر رطوبة. وعلى الرغم من أن المنظومة الغذائية العالمية قد تمكنت عموماً من تلبية الطلب المتزايد على السعرات الحرارية، فلا يزال 821 مليون شخص(أي ما نسبته 11% من سكان العالم) عام ٢٠١٧ يعانون من نقص التغذية الشديد، وهذا العدد آخذ في الارتفاع بالقيمة المطلقة. وتشير التوقعات الطويلة الأجل حتى عام 2050 إلى ارتفاع معدلات نمو الطلب على السعرات الحرارية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، إلى جانب زيادة المخاطر الناجمة عن التغيرات المتزايدة في النظم المناخية والظواهر القصوى المرتبطة بها على قطاع الزراعة، ولا سيما في الشرق الأوسط (FAO, 2017) .

تشير بعض التقديرات إلى أن مصر ستشهد انخفاضا بنسبة تتراوح بين ثمانية و ٤٧ في المائة في إجمالي الناتج الزراعي بحلول عام ٢٠٦٠، إلى جانب ارتفاع أسعار المواد الغذائية. تعتمد مصر بالفعل بشكل كبير على واردات الغذاء والدعم، ولن تؤدي هذه الأزمة إلا إلى تفاقم الضغط الحالي لإطعام العدد المتزايد من السكان في البلاد ,The Tahrir Institute (2021).

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

فمن المتوقع أن يؤدي تزايد تقلب المناخ والظواهر الجوية القصوى إلى تهديد الأمن الغذائي، بما في ذلك إتاحة نظم غذائية صحية ومغذية للناس وكذلك إلى زيادة حالات الإصابة بالأمراض النباتية والحيوانية والبشرية.

أما الأمر الذي يبعث على القلق فهو تزايد معدل وحجم هذه التحولات في الاحوال الجوية والأنماط الطويلة الأجل للتحولات الموسمية والسنوية في درجات الحرارة ومعدل التهاطل واحتمالات حدوث المزيد من التغييرات في غضون السنوات الخمسين إلى المائة المقبلة، ولا سيما بالنسبة لفقراء الريف الذين ليس لديهم بديل عن الزراعة للحفاظ على سبل عيشهم وخاصة مع وجود اختلال شديد في التوزيع العالمي للفقر (95% من فقراء الريف) يميل باتجاه أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وجنوب شرق آسيا، حيث يمكن بعد ذلك لتراكم هذه الصدمات المتصلة بالطقس أن يقلل تدريجياً الدخول الريفية ويخفض النمو الاقتصادي في الريف، مما يعرض للخطر الشديد إمكانية حصول فقراء الريف على الموارد المتعلقة بالأراضي والمياه والغابات والأسماك.

وفقا للفاو واستناداً إلى سيناريو بقاء الأمور على حالها أن العالم سيحتاج إلى مزيد من الغذاء بحوالي ٦٠ % بحلول عام ٢٠٥٠، وأن إنتاج الأغذية المروية سيزيد بأكثر من ٥٠ في المائة خلال الفترة نفسها(FAO,2017). ولا تتوفر الكميات اللازمة من المياه لهذه التطورات. وتسلم المنظمة بأن كميات المياه التي تسحبها الزراعة لا يمكن زيادتها بأكثر من ١٠ % فقط (WWDR,2020).

ولكن هناك مجالاً كبيراً يتمثل في الاستجابة للدعوة على صعيد السياسات إلى «إزالة الكربون » من الزراعة من خلال تدابير التخفيف من عواقب تغير المناخ، التي تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة وتعزز توافر المياه وذلك عن طريق الزراعة الذكية مناخيا.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

" تعرف منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) الزراعة الذكية مناخيًّا بأنها نهج لوضع الإجراءات اللازمة لتحويل النظم الزراعية وإعادة توجيهها لدعم التنمية وضماناً للأمن الغذائي في ظل تغير المناخ. ويهدف هذا النوع من الزراعة إلى التعامل مع ثلاثة أهداف رئيسية، هي: زيادة الإنتاجية الزراعية والدخل الزراعي على نحو مستدام؛ والتكيف مع تغير المناخ وبناء القدرة على الصمود أمامه؛ وخفض و/أو إزالة انبعاثات غازات الدفيئة، حيثما أمكن.

وتتمثل الزراعة الذكية مناخياً في مجموعة متعارف عليها من النهوج المستنيرة والتكنولوجيات التكيفية لإدارة الأراضي والمياه وصون التربة والممارسات الزراعية للحفاظ على مستويات الإنتاج الزراعي في ظل الاحترار وتغير أنماط الهطول مع الحد من نمو المدخلات وتقلل من انبعاثات غازات الدفيئة.

ان لإدخال تحسينات على كفاءة استخدام المياه في الزراعة يمكن أن تؤدي إلى زيادة توافر المياه وتقليل الطاقة اللازمة للضخ وهذا يخفض بدوره كمية المياه اللازمة لإنتاج الطاقة. ويمكن أن يؤدي هذا الانخفاض في الطلب على الطاقة أيضا إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة، مما يخفف من تغير المناخ. وبالمثل ، يمكن أن يؤدى زيادة استخدام الطاقة المتجددة في الزراعة من قبيل الضخ المعتمد على الطاقة الشمسية لتحل محل الضخ القائم على الديزل أو البنزين إلى فوائد متبادلة . حيث توفر إمكانات إضافية لخفض انبعاثات غازات الدفيئة ودعم سبل معيشة صغار المزارعين .

، وكذلك يوفر القضاء على هدر الغذاء وتحويل الاستهلاك نحو أنظمة غذائية أقل استهلاكاً مياه سبيلاً اخر إلى توفير وسيلة للتكيف (تخفيف الإجهاد المائي) والتخفيف (من خلال خفض استخدام الطاقة) ومن ثم يحد من انبعاثات غازات الدفيئة (FAO, 2019) .

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

حققت العديد من الدراسات في آثار تدابير الحد من فقد وهدر الغذاء على استهلاك المياه وندرتها. يستخدم الخبراء سيناريوهات مختلفة لتقليل فقد وهدر الغذاء، ما بين ١٠ إلى ٥٠٪ تخفيض، ثم يقدرون الانخفاض المقابل في استهلاك المياه. تتماشى نسبة ٥٠٪ من الحد من فقد وهدر الغذاء مع هدف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة رقم ١٢.٣ المتمثل في خفض فقد وهدر الغذاء المستهلك إلى النصف بحلول عام ٢٠٣٠. ويمكن أن يقلل خفض فاقد وهدر الغذاء العالمي إلى النصف من البصمة المائية لإنتاج الغذاء العالمي بنسبة ١٢-١٣٪) (Landon T. Marston etal.,2021).

ومن شأن هذه الاستجابات مجتمعة أن تمكّن من تلبية الطلب المتوقع على الغذاء في حدود مستدامة، بل إنها تتيح إمكانية الحد من عمليات السحب الحالية على المدى الطويل، مما يقلل من المنافسة مع الاستخدامات الأخرى .

ثالثاً : سبل التكيف والتخفيف من آثار تغير المناخ في مصر

ان التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته استراتيجيتان تكميليتان لإدارة مخاطر تغير المناخ والحد منها. ويمكن أن تؤدي التخفيضات الكبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة على مدى العقود القليلة القادمة إلى الحد من المخاطر المناخية في القرن الحادي والعشرين وما بعده، وزيادة احتمالات التكيف الفعال، وخفض تكاليف التخفيف وتحدياته على المدى الطويل، والمساهمة في مسارات التنمية المستدامة القادرة على التكيف مع تغير المناخ (IPCC,٢٠١٨). و تعرف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ" التخفيف "بأنه تدخل بشري للحد من مصادر غازات الدفيئة والمواد الأخرى وتعزيز بالوعاتها. وقد يسهم بصورة مباشرة أو غير مباشرة في الحد من تغير المناخ، من خلال طرق منها على سبيل المثال خفض انبعاثات الجسيمات التي يمكن أن تؤدي مباشرة إلى تغير التوازن الإشعاعي أو اتخاذ تدابير تتحكم في انبعاثات أول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

المتطايرة وغيرها من الملوثات التي يمكن أن تغير تركيز أوزون التروبوسفير، الذي له تأثير غير مباشر على المناخ.

كما تعرف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التكيف بأنه: "تعديل الانظمة الطبيعية أو البشرية استجابة للمحفزات المناخية الفعلية أو المتوقعة أو تأثيراتها مما يؤدى إلى تخفيف الضرر او استغلال الفرص النافعة". وتبرز الحاجة إلى التخطيط المتكامل للمستقبل، بدلاً من مجرد التحرك كرد فعل على الأزمة، حيث لا يكون لدينا خيار إنشاء حلول مستدامة أو التفكير في الأفكار واختبارها. عندما تكون هناك حلول استباقية ، تكون لدينا فرصة أفضل للتكيف بطريقة عادلة وفعالة. كما يجب تحسين وتعزيز أنظمة إدارة الموارد الطبيعية وتحديد وتنفيذ استراتيجيات "لا ندم عليها"، والتي لها نتائج إنمائية إيجابية قادرة على الصمود في وجه تغير المناخ.

وقد أدركت الحكومة تهديدات تغير المناخ للاستدامة في مصر منذ قمة الارض التي انعقدت في ريو دي جانيرو عام ١٩٩٢. ومنذ ذلك الحين، كانت مصر من البلدان الناشطة في النظام العالمي للمناخ بالإضافة إلى سعيها لبناء قدراتها الوطنية للتصدي لتلك التهديدات على مستوى عديد من الجبهات، فتقدمت بثلاثة تقارير إبلاغ وطنية لسكرتارية الاتفاقية الاطارية لتغير المناخ : الإبلاغ الوطني الأول في عام ١٩٩٩ ،و الإبلاغ الوطني الثاني في عام. ٢٠١٠ ،و الإبلاغ الوطني الثالث في عام 2016 ، ويجري حاليا إعداد تقرير الابلاغ الوطني الرابع (٢٠١٩-٢٠٢٣) ، كما أصدرت تقرير المساهمات المحددة وطنيا في إطار عضويتها في اتفاق باريس.

و بوصفها طرفا في اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية لتغير المناخ التي يرمز لها بـ UNFCCC، تقر حكومة جمهورية مصر العربية بأهمية العمل التشاركي لتحقيق الهدف النهائي للاتفاقية والمتمثل بشكل أساسي في الحفاظ على تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوي

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

يحد من التأثيرات السلبية للأنشطة البشرية على نظام المناخ العالمي. وقد أعدت الحكومة المصرية تقريرها الاول المحدث كل سنتين لتقديمه إلى سكرتارية اتفاقية الامم المتحدة الاطارية لتغير المناخ في ٢٠١٨. ويتم إعداد الحصر وفقا لإرشادات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغيرات المناخية IPCC لعام ٢٠٠٦. (التقرير المحدث كل سنتين ،٢٠١٨)

والجدير بالذكر تقدم مصر ٢٠ مركزاً لتحتل المرتبة ٢٩ في عام ٢٠٢٢، مقارنة بالمرتبة ٤٩ في عام ٢٠٢١ .وذلك وفقاً «لمؤشر أداء تغير المناخ» الصادر عن مؤسسة «جيرمان ووتش» في نوفمبر.

١.٣ اجراءات مواجهة التغيرات المناخية في مصر

لقد اتخذت مصر عديدا من الخطوات في سبيل تحقيق التكيف المناخي، كما وضعت مؤسسات مختلفة استراتيجيات تكيف مختلفة. وأصدر مجلس الوزراء الاستراتيجية الوطنية للتكيف مع تغير المناخ في عام ٢٠١١. كما وضعت وزارة الموارد المائية والري استراتيجية تغير المناخ في عام ٢٠١٣ التي تستهدف التكيف في قطاع المياه، وأصدر جهاز شؤون البيئة الاستراتيجية الوطنية لتعميم مراعاة النوع الاجتماعي ودور المرأة في تغير المناخ بمصر. وكذلك في وضع الاستراتيجيات المتعلقة بالتخفيف والتكيف وتنفيذها (وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية ،٢٠٢١). وفيما يلى عرض للاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠ باعتبارها أحدث استراتيجية أصدرتها وزاره البيئة للتكيف والتخفيف من آثار التغيرات المناخية في مصر.

٢.٣ الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠ NCCS

تم اطلاق الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠ على هامش مؤتمر الأطراف السادس والعشرون لاتفاقية الأمم المتحدة لتغير المناخ cop 26 المنعقد في مدينة جلاسكو نوفمبر ٢٠٢١.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

وفقا لمؤتمر قمة المناخ يطلب من البلدان المضي قدما في أهداف طموحة لخفض الانبعاثات لعام ٢٠٣٠ تتماشى مع الوصول إلى صافي الصفر بحلول منتصف القرن. وهذا يتطلب العمل معا لتمكين وتشجيع البلدان المتأثرة بتغير المناخ من أجل حماية واستعادة النظم البيئية، وبناء الدفاعات وأنظمة الإنذار والبنية التحتية والزراعة المرنة لتجنب فقدان المنازل وسبل العيش وحتى الأرواح ، هذا إلى جانب حشد التمويل اللازم لتحقيق هذه الاهداف الطموحة.

أن الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠، ستمكّن مصر من تخطيط وإدارة تغير المناخ على مستويات مختلفة ودعم تحقيق غايات التنمية المستدامة وأهداف رؤية مصر ٢٠٣٠ باتباع نهج مرن ومنخفض الانبعاثات، تتمثل رؤية الاستراتيجية في " **التصدي بفاعلية لآثار وتداعيات تغير المناخ بما يساهم في تحسين جودة الحياة للمواطن المصري، وتحقيق النمو الاقتصادي المستدام، والحفاظ على الموارد الطبيعية والنظم البيئية، مع تعزيز ريادة مصر على الصعيد الدولي في مجال تغير المناخ**" (eeaa,2021) .

تعمل الاستراتيجية على تحقيق خمسة أهداف رئيسية وفيما يلى بيان تفصيلي لهذه الأهداف والسياسات المتبعة لتحقيقها كالتالي :

١- تحقيق نمو اقتصادي مستدام وتنمية منخفضة الانبعاثات في مختلف القطاعات

- زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة والبديلة في مزيج الطاقة، والتوسع فيها بإنشاء مزارع الرياح ومحطات الطاقة الشمسية، وانتاج الطاقة من المخلفات والتوسع في استخدام الطاقة الحيوية، بالإضافة إلى تطوير تقنيات جديدة لاستيعاب استخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل أنظمة التحكم الذكية، واستكشاف مصادر طاقة بديلة جديدة مثل الهيدروجين الأخضر والطاقة النووية، وزيادة استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء داخل المنشآت الصناعية وتطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية في العمليات الصناعية، والتخلص التدريجي من الفحم والتحول إلى أنواع وقود منخفضة الكربون.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

- تعظيم كفاءة الطاقة، وذلك بتحسين كفاءة محطات الطاقة الحرارية، وشبكات النقل والتوزيع، والأنشطة المرتبطة بالنفط والغاز، وتحسين كفاءة الطاقة للأجهزة والمعدات الكهربائية، وتحول المستهلكين لاستخدام تقنيات تعتمد على مصادر طاقة أنظف، مثل وسائل النقل التي تعمل بالكهرباء والغاز الطبيعي وأنظمة النقل العام الجماعي والدراجات، إلى جانب تحسين كفاءة الطاقة في المباني، وتنفيذ الكود الوطني للأبنية الخضراء للمباني الجديدة، وتعزيز كفاءة الطاقة للعمليات الصناعية في جميع الصناعات.
- تبني اتجاهات الاستهلاك والإنتاج المستدامة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من النشاطات الأخرى غير المتعلقة بالطاقة، من خلال الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الأنشطة الزراعية مثل زراعة الأرز وأنشطة الإنتاج الحيواني من خلال استخدام التقنيات الحديثة وأنظمة التغذية المختلفة، والترويج لمفهوم ' Rs'4 وهو تقليل وإعادة استخدام وإعادة تدوير والاسترجاع للمخلفات البلدية والزراعية، والتخلص الآمن والسليم من المخلفات الصلبة في مدافن مناسبة وتجميع الغازات الناتجة عن تلك المدافن.

٢- تعزيز القدرة على التكيف والتخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ

- حماية المواطنين من الآثار الصحية السلبية لتغير المناخ بتحسين الخدمات الصحية وزيادة استعداد القطاع الصحي لمواجهة الأمراض الناجمة عن تغير المناخ، واعداد الدراسات وتدريب العاملين بالقطاع الصحي وتوعية المواطنين.
- الحفاظ على الموارد الطبيعية والنظم الإيكولوجية من تأثيرات تغير المناخ، بتحسين قدرتها على التكيف، والترويج لتبني نهج يقوم على الربط بين جهود التصدي لفقدان التنوع البيولوجي وتغير المناخ وتدهور الأراضي والتصحر، والحفاظ على المحميات.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

- الحفاظ على موارد الدولة وأصولها من تأثيرات تغير المناخ، بتنمية موارد مائية غير تقليدية مثل مشروعات تحلية مياه البحر واعادة استخدام مياه الصرف، والحفاظ على الأراضي الزراعية وتحسين نظم إدارة المحاصيل، وحماية الثروة السمكية، والحفاظ على التراث التاريخي والثقافي من الآثار السلبية لتغير المناخ، واختيار مواقع مجتمعات التنمية الجديدة بعيدا عن النقاط الساخنة الأكثر عرضة لتأثيرات تغير المناخ.
- البنية التحتية والخدمات المرنة في مواجهة تأثيرات تغير المناخ، من خلال الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية، وتنفيذ أنظمة الحماية من الفيضانات وجمع مياه الأمطار، وتحسين أنظمة وخدمات المياه والصرف الصحي، واستخدام أنظمة ري أكثر كفاءة، تعزيز استخدام الطاقة الشمسية في ضخ مياه الري ، وتحسين الطرق لتكون أكثر مرونة في مواجهة تأثيرات تغير المناخ مثل درجات الحرارة المرتفعة والسيول وارتفاع مستوى سطح البحر.
- تنفيذ مفاهيم الحد من مخاطر الكوارث، عن طريق إنشاء أنظمة إنذار مبكر، وتقديم توصيات للمزارعين للقيام بإجراءات محددة مثل تدابير للري أو الرش الوقائي للآفات والأمراض، وإنشاء أنظمة المراقبة المنتظمة.

٣- تحسين حكومة وإدارة العمل في مجال تغير المناخ

تحديد أدوار ومسؤوليات مختلف أصحاب المصلحة من أجل تحقيق الأهداف الاستراتيجية، وتحسين مكانة مصر في الترتيب الدولي الخاص بإجراءات تغير المناخ لجذب المزيد من الاستثمارات وفرص التمويل المناخي، وإصلاح السياسات القطاعية اللازمة لاستيعاب التدخلات المطلوبة للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، وتعزيز الترتيبات المؤسسية والإجرائية والقانونية مثل نظام الرصد والإبلاغ والتحقق(MRV) .

٤- تحسين البنية التحتية لتمويل الأنشطة المناخية

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

لتحقيق هذا الهدف سيتم العمل على الترويج للأعمال المصرفية الخضراء المحلية، وخطوط الائتمان الخضراء، والترويج لآليات التمويل المبتكرة التي تعطي الأولوية لإجراءات التكيف كالسندات الخضراء، ومشاركة القطاع الخاص في تمويل الأنشطة المناخية والترويج للوظائف الخضراء، والتوافق مع الخطوط التوجيهية لبنوك التنمية متعددة الأطراف (MDB) لتمويل الأنشطة المناخية، والبناء على نجاح برامج تمويل الأنشطة المناخية الحالية.

٥- **تعزيز البحث العلمي ونقل التكنولوجيا** وإدارة المعرفة والوعي لمكافحة تغير المناخ، وزيادة الوعي بشأن تغير المناخ بين مختلف أصحاب المصلحة (صانعي السياسات/القرارات، والمواطنين، والطلاب).

الخاتمة

لقد حظيت مواضيع أمن المياه والطاقة والغذاء باهتمام بالغ مدفوعا بالضغط المتزايد على الموارد الطبيعية. إن الطلب عليها ينمو باضطراد، ولكن الموارد المطلوبة لتوليدها محدودة بل وتتضاءل .ففي العقود الأخيرة، أظهرت التوقعات العالمية أن الطلب على المياه العذبة والطاقة والغذاء قد تأثر بالنمو السكاني والتنمية الاقتصادية والتجارة الدولية وزيادة التحضر والتنوع الغذائي. علاوة على ذلك، أثرت التغيرات المناخية سلبا على الطلب على موارد المياه والطاقة والغذاء. أن الافتقار إلى استراتيجيات إدارة متكاملة ومنهجية تأخذ في الاعتبار الترابطات بين الأنظمة الثلاثة يهدد قدرة هذه الموارد عن تلبية الطلب المتزايد ويؤدى إلى نتائج متناقضة و زيادة مستوى المنافسة بين هذه الأنظمة في بعض الأحيان.

تواجه مصر اليوم بالفعل تحديات متقاطعة في العلاقة بين الغذاء والطاقة والمياه. وتتأثر جميع عناصر هذه التحديات بارتفاع الطلب وتغير المناخ. ومن المتوقع أن يرتفع عدد سكان مصر إلى حوالي ١٢٢ مليون نسمة بحلول عام ٢٠٣٠ ،مصحوبا بالتوسع العمراني وارتفاع الدخول. (تقرير أهداف التنمية المستدامة، ٢٠١٨) ، وبينما توجد هذه التحديات في ظل الظروف الحالية،

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

يمكن تخفيف آثارها من خلال تبنى نهج العلاقة الترابطية لهذه القطاعات الثلاثة لتعزيز كفاءة استخدام الموارد والتخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ.

يستعرض الجزء الأول من الدراسة مفهوم ونهج العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء والمناخ ، بينما يستعرض الجزء الثاني آثار العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء والمناخ في مصر وعلى مستوى العالم ، وفى النهاية تستعرض الدراسة سبل التكيف والتخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ في مصر في ضوء العلاقة الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء. وتوصلت الدراسة إلى التوصيات الآتية :

- يجب تعزيز وتفعيل نهج العلاقات الترابطية بين المياه والطاقة والغذاء وتحسين تنسيق السياسات بين القطاعات الثلاثة لتقليل المقايضات وبناء التآزر عبر القطاعات.
- ستقرر قدرتنا على إدارة التبادلات مستقبل هذه الموارد وتحديد النجاح أو الفشل في تحقيق الحد من الفقر والأمن الغذائي والمائي وأمن الطاقة والتخفيف من آثار التغير المناخي والتكيف معه.
- ان التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه مسؤولية الجميع، وأن للطاقة والزراعة والمياه أدواراً هامة تضطلع بها من خلال العديد من الجهات الفاعلة.
- يجب أن تتخذ سياسات المناخ الوطنية والتخطيط نهجا متكاملا يراعى الترابط بين المياه والغذاء والطاقة للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. إذا أردنا خلق مستقبل مستدام، فإن العمل كالمعتاد لم يعد خيارا.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

قائمة المراجع

أولا: المراجع باللغة العربية

١- اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر ٢٠١٧ - توقعات الأراضي العالمية.
٢- التقرير السنوي لهيئة الطاقة الجديدة و المتجددة ، ٢٠٢٠ .
٣- التقرير المحدث كل سنتين الأول لجمهورية مصر العربية المقدم إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ،٢٠١٨.
٤- المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (٢٠٢١). نشرة غازات الاحتباس الحراري: عام آخر ورقم قياسي آخر.
٥- تقرير أهداف التنمية المستدامة :مصر2030 ، نوفمبر2018 .
٦- معهد التخطيط القومي (2020). المؤتمر الدولي لمعهد التخطيط القومي الطاقة والتنمية المستدامة .
٧- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (٢٠١٨). دليل الزراعة الذكية مناخيا .
٨- وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية (٢٠٢١). تقرير التنمية البشرية في مصر ٢٠٢١. التنمية حق للجميع: مصر المسيرة والمسار.

ثانيا: المراجع باللغة الإنجليزية

9- Eeaa (2021). Egypt National Climate Change Strategy -2050, Executive Summary, Ministry of Environment, Egyptian Environmental Affairs Agency.
10- Daniel Mabrey, Sa'd Shannak, Michele Vittorio (2018). Water-Energy Nexus: Moving from theory to practice in the

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

water–energy–food nexus: An evaluation of existing models and frameworks.

11- FAO (2017).The Future of Food and Agriculture, Trends and Challenges.

12- IEA (2016). World Energy Outlook 2016, International Energy Agency, /OECD.

13- IEA(201٨). World Energy Outlook 2018. International Energy Agency.

14- IRENA (2015). Renewable energy in the water, energy and food nexus, International Renewable Energy Agency.

15- IPCC (2018). Global Warming of 1.5 , An IPCC Special Report. Climate Panel Intergovernmental on Climate Change.

16- IPCC (2019). Climate Change and Land , An IPCC Special Report. Climate Panel Intergovernmental on Climate Change.

17- IPCC, Climate Change (2021).The Physical Science Basis, Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Chang.

18- J. Lundqvist, J. Grönwall, and A. Jägerskog (2015). Water, food security and human dignity – a nutrition perspective.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

Ministry of Enterprise and Innovation, Swedish FAO Committee, Stockholm.

19- **K. Amer, Z. Adeel, B. Böer, W. Saleh (2016). The Water-Energy-Food Nexus in the Arab Region:Nexus Challenges and Opportunities, Springer.**

20- **K. M. Kibler,T. Sarker, D. Reinhart, (2016). Food Waste in the Food-Energy-Water Nexus: Energy and Water Footprints of Wasted Food.**

21- **Landon T. Marston, Quentin D. Read, Samuel P. Brown and Mary K. Muth, (2021). Reducing Water Scarcity by Reducing Food Loss and Waste. Front. Sustain. Food Syst.**

22- **MENA Nexus Policy Brief (2016) . Understanding the Nexus and Associated Risks .**

23- **Nexus Platform(2015). The Water, Energy and Food Security Resource**

24- **OECD (2004). Development and Climate Change in Egypt.**

25- **R. Brears, C. Robert,(2017) . Interactions Across the WEF Nexus: The Green Economy and the Water-Energy-Food Nexus, Springer.**

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

26- Soha M. Mostafa, Osama Wahed, Walaa Y. El-Nashar, Samia M. El-Marsafawy, Martina Zeleňáková, Hany F. Abd-Elhamid(2021). Potential Climate Change Impacts on Water Resources in Egypt.

27- Sustainable Supply Chain Network Design (2021). A new paradigm of water, food, and energy nexus.

28- The Tahrir Institute for Middle East Policy, (2021). Dual Threats-Water Scarcity and Rising Sea Levels in Egypt.

29- W. Erian, (2018). Mapping the Way Towards Achieving Sustainable Development in the Arab Region. The Arab Water Council.

30- World Water Development Report (2020) .Water and Climate Change , UNESCO on behalf of UN-Water.

31- WWAP (World Water Assessment programme), (2017).The United Nations World Water Development Report, Wastewate, UNESCO.

32- WWAP, World Water Development Report (2018). Nature-Based Solutions for Water, UNESCO on behalf of UN-Water ٢٠١٨ .

ثالثاً: مواقع تم الاستعانة بها:

٣٣-منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة : https://www.fao.org

٣٤- وزارة البيئة المصرية وجهاز شئون البيئة : https://www.eeaa.gov.eg

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

The Water- Energy - Food -Climate Nexus in Egypt

Walaa H. Abdallah [(1)] , Abdelaziz I. Tagelddin [(1)]

[(1)]Institute of National Planning

Abstract

Climate change has become a threat to livelihoods, public health, infrastructure, water security, food security and energy security. Egypt is one of the regions most affected by climate change despite its relatively small contribution to global greenhouse gas emissions. Globally, the inter-linkages between water, energy, and food sectors have been increasingly investigated over the last few years under what has come to be referred to as the "Water-Energy-Food (WEF) nexus". The strong interlinkages between the sectors can affect the extent to

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

which three crucial policy objectives can be achieved, i.e., water, energy, and food security. The interlinkages mean that pursuing security in one sector depends on the developments in other sectors. Therefore, it is becoming imperative that policy formulation should be coordinated among the three sectors as well as with respect to mitigation of- and adaptation to climate change. Conventional policy- and decision-making in 'silos' therefore needs to give way to an approach that reduces trade-offs and builds synergies across sectors. Adopting a interdependence approach for these three sectors would give the opportunity to innovate and educate to reduce security risks, maximize opportunities, increase possibilities and enhance resource efficiency. the research paper aims at enhancing the interconnection approach between water , energy, and food security and how it contributes to mitigate the negative effects of climate change.

Keywords: Water security - Food security - Energy security - Nexus - Climate change.