

تغير المناخ والاحتباس الحراري وتأثيرهما على البيئة Climate Change and Global Warming and Impacts on Environment

د. علي منصور

(كلية الصيدلة، جامعة المنارة)

البريد الإلكتروني: ali.mansour@manara.edu.sy

الملخص

يقصد بتغير المناخ الاختلاف إما في متوسط حالة المناخ العالمي أو الإقليمي أو في تذبذبه أو تقلبه والاستمرار في ذلك لفترة طويلة، والتي عادة ما تكون عقداً من الزمن أو أكثر. يشمل تغير المناخ الاحتباس الحراري، وارتفاع مستوى سطح البحر، والتغيرات في أنماط سقوط الأمطار، وزيادة في تواتر الظواهر الجوية المتطرفة. الاحتباس الحراري هو ظاهرة زيادة معدل درجات حرارة الهواء قرب سطح الأرض خلال القرنين الماضيين. وقد أشار تقرير خاص لهيئة المنظمات الحكومية الدولية للتغير المناخي (IPCC) عام 2018 إلى أن النشاطات البشرية كانت مسؤولة عن زيادة معدل درجة الحرارة حول العالم، ومن المتوقع زيادة معدل درجة حرارة سطح الأرض ما بين 3-4 °س بحلول عام 2100. يمكن أن يفاقم التغير المناخي التهديدات ويسبب ضغوطات متعددة غير مباشرة (مثل الضرر الاقتصادي، أراضي غير صالحة للزراعة، وانعدام الأمن الغذائي والمائي). يلعب المناخ دوراً هاماً في حياة الكائنات الحية وسلوكها وتأدية وظائفها الحيوية. كما نتج عن تغير المناخ تأثيرات على مختلف نشاطات الأنواع الحيوانية مثل مواعيد الهجرة ووقت وعادات التكاثر وتسبب هذه التغيرات سلسلة من التأثيرات المتعاقبة في النظم البيئية. وتوجد أدلة متزايدة عن المسؤولية المباشرة للتغير المناخي عن انخفاض أعداد الحيوانات وحصول حالات انقراض في أماكن محددة ويهدد بذلك وجود التنوع الحيوي.

كلمات مفتاحية - تغير المناخ، الاحتباس الحراري، IPCC، الانقراض، التنوع الحيوي

يشمل تغير المناخ زيادة في درجات الحرارة (الاحتباس الحراري)، وارتفاع مستوى سطح البحر، والتغيرات في أنماط سقوط الأمطار، وزيادة في تواتر الظواهر الجوية المتطرفة [1].

يتغير مناخ الأرض الآن بشكل أسرع من أي وقت مضى في التاريخ البشري المعاصر وذلك نتيجة للنشاطات البشرية بشكل رئيسي. وقد أدى تغير المناخ العالمي إلى حدوث طيف واسع من التغيرات في مختلف المناطق وفي العديد من قطاعات الاقتصاد التي يتوقع نموها في العقود القادمة [1].

1. تعريف تغير المناخ CLIMATE CHANGE DEFINITION

يقصد بتغير المناخ الاختلاف إما في متوسط حالة المناخ العالمي أو الإقليمي أو في تذبذبه أو تقلبه والاستمرار في ذلك لفترة طويلة، والتي عادة ما تكون عقداً من الزمن أو أكثر. وبالتحديد التغير الظاهر منذ منتصف القرن العشرين وما بعده ويعزى بشكل كبير إلى زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون الجوي والناجم عن استعمال الوقود الأحفوري [1].

II. ما الذي يحدث في تغير المناخ ولماذا

WHAT IS HAPPENING IN CLIMATE CHANG AND WHY?

وثقت آلاف الدراسات والأبحاث التي أجريت حول العالم زيادة في درجات حرارة سطح الأرض وكذلك الغلاف الجوي والمحيطات. وتحدث العديد من المظاهر كاستجابة للتغير المناخي وهي [2]:

- درجات الحرارة العالية جداً.
 - تزايد حوادث الهطول الغزير، تقلص الغطاء الثلجي والجليدي، وتراجع البحار الجليدية (شكل 1).
 - ارتفاع درجة حرارة مياه البحار وزيادة حموضتها.
 - ازدياد حوادث الفيضانات وخاصة على السواحل الأمريكية.
 - ازدياد مدة فصول النمو، وتغيرات في التوقيتات الفصلية وحوادث الحرائق الطبيعية بتواتر أكبر.
 - تحرك العديد من الأنواع الحية إلى مواقع جديدة، وتغيرات في التوقيتات الفصلية للأحداث البيولوجية الهامة كأوقات التشتية ووضع البيض.
- وتكون هذه الميول متناسقة مع الاحتباس الحراري في العالم والذي من المتوقع استمراره.



شكل 1: ذوبان الجليد في القطبين Ice melting in poles

أوضحت عدة أحداث أنّ النشاطات البشرية، وخاصة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري نتيجة استهلاك الوقود الأحفوري، وقطع الغابات، وتغيير أسلوب استخدام الأراضي (استخدامها بشكل مكثف)، هي المسؤولة عن التغير المناخي خلال الحقبة الصناعية المراقبة وخاصة خلال العقود الستة الأخيرة. وقد ازداد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي- المساهم الأكبر في الاحتباس الحراري warming المُسبب بواسطة الإنسان- حوالي 40% فوق المناطق الصناعية. وقد كثف هذا التغير من تأثير غازات الاحتباس الحراري وقاد إلى زيادة في حرارة سطح الأرض وإلى تغيرات أخرى في مناخ الأرض لا مثيل لها في التاريخ المعاصر.

وغازات الاحتباس الحراري هي غازات تمتص حرارة الغلاف الجوي قرب سطح الأرض وتمنعها من الانطلاق إلى الفضاء. إذا زاد تركيز هذه الغازات في الغلاف الجوي سيؤدي ذلك إلى ارتفاع تدريجي في معدل درجات حرارة الغلاف الجوي السفلي بظاهرة تعرف بالاحتباس الحراري. وتتضمن غازات الاحتباس الحراري ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الأوت وبخار الماء، والميتان وغيرها [2].

سيستمر تأثير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري- الناجم عن نشاطات الإنسان - في مناخ الأرض لعدة عقود أو حتى لعدة قرون قادمة. علماً بأنّ الإنسان يضيف غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي بمعدل أكبر بكثير من معدل إزالته بالعمليات الطبيعية ويخلق مخزون طويل الأجل من هذا الغاز في الغلاف والمحيطات والتي تقود المناخ إلى حالة أدفئ.

وستعتمد كيفية تغير المناخ في العقود القليلة القادمة بشكل رئيسي على كمية غازات الاحتباس الحراري المنبعثة إلى الغلاف الجوي، وعلى كمية هذه الغازات الممتصة من قبل المحيطات والمحيط الحيوي، وعلى حساسية مناخ الأرض لهذه الانبعاثات [2].

III. الاحتباس الحراري GLOBAL WARMING

الاحتباس الحراري هو ظاهرة زيادة معدل درجات حرارة الهواء قرب سطح الأرض خلال القرنين الماضيين. وقد أشار تقرير خاص لهيئة المنظمات الحكومية الدولية للتغير المناخي (IPCC) عام 2018 إلى أن النشاطات البشرية كانت مسؤولة عن زيادة معدل درجة الحرارة حول العالم، وعن معظم الاحتباس الحراري المراقب خلال النصف الثاني من القرن العشرين. ومن المتوقع زيادة معدل درجة حرارة سطح الأرض ما بين 3-4 °س بحلول عام 2100 قياساً إلى معدل انبعاثات الكربون المسجل في الفترة ما بين 1986-2005 إذا استمر معدل الانبعاثات بنفس الوتيرة [3].

ويتفق معظم علماء المناخ على أنه سينتج أضرار مجتمعية واقتصادية وبيئية إذا ارتفع معدل درجات الحرارة أكثر من 2 °س خلال هذا الزمن. يتضمن مثل هذا الضرر زيادة انقراض عدد من الأنواع النباتية والحيوانية، وتغير في نماذج الزراعة، وزيادة في منسوب مياه البحر. بدأت معظم الحكومات الوطنية، بحلول عام 2015، تشريع خطط لتقليص انبعاث الكربون كجزء من اتفاق باريس Paris Agreement، وهو معاهدة مصممة لمساعدة البلدان لإبقاء الاحتباس الحراري بحدود 1.5 °س فوق المستويات قبل الصناعية بغرض تجنب التأثيرات الأسوأ المتوقعة [3].

أشارت تقييمات سابقة لـ IPCC أن المعدل العالمي لمستوى البحر ارتفع ما بين 19-21 سم ما بين 1901-2010 وأن مستويات البحر ارتفعت في النصف الثاني من القرن العشرين بشكل أسرع من ارتفاعها في النصف الأول. ويتوقع اعتماداً على مجال واسع من السيناريوهات، أن المعدل العالمي لمستوى البحر سيرتفع من 26-77 سم بحلول عام 2100 قياساً إلى معدل ارتفاعه الذي كان موجود ما بين 1985-2005 عندما تكون الاحتباس الحراري العالمية بدرجة 1.5 °س [3].

IV. بعض تأثيرات الاحتباس الحراري على الأرض

SOME OF THE GREEN HOUSE EFFECTS ON EARTH (شكل 2)

- ازداد استنفاد الجليد من القطب الشمالي خلال العقد الماضي بمعدل ثلاثة أضعاف.
- أصبحت مياه المحيطات أكثر حمضية بحوالي 30% تقريباً مما كانت عليه في بداية الثورة الصناعية.
- سيكون هناك بالكاد جليد في المحيط المتجمد الشمالي بحلول عام 2050.
- ارتفع منسوب مياه البحر، خلال العشرين سنة الماضية، بمعدل ضعف ما كانت عليه في القرن الماضي [3].

V. كيف يمكن أن يسوء تغير المناخ؟

وصف إعلان مؤتمر تورونتو عام 1988 العواقب النهائية لتغير المناخ كعواقب حرب عالمية ثانية أو حرب نووية. وعلى الرغم من أن هذه المزاعم موجودة لعقود خلت، فالكوارث المناخية غير مدروسة بشكل جيد أو غير مفهومة بشكل جيد. تعتمد التأثيرات الكارثية المحتملة لتغير المناخ على معدل هذا التغير وشدته، وعلى الضرر الواقع على الأرض والنظم البشرية، وعلى التهديدات واستجابة هذه النظم المتأثرة بها. [4]

تبعاً لـ IPCC فهناك تقييمات كمية قليلة للتأثيرات المترابطة من ارتفاع الحرارة لدرجات أعلى من 3 °س [5,6]. ويركز معظمها على تقييم تأثيرات ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجتين أو أقل [4]. سيحتاج تقييم الخطر للأخذ بالاعتبار كيف ينتشر هذا الخطر؟ وكيف يتفاعل؟ وكيف يتضخم ويتفاقم بالاستجابات البشرية [7].

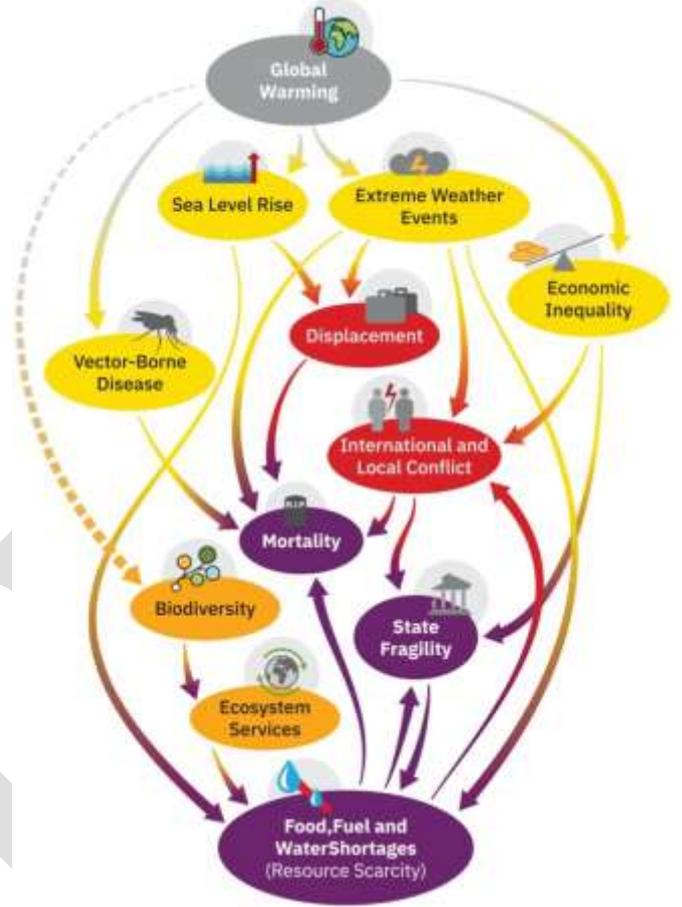
سنة مضت)، لم يستمر ارتفاع درجات الحرارة فوق 2 °س فوق قيمها الموجودة قبل الثورة الصناعية على سطح الأرض [9].

وإذا تقلص انبعاث غازات الاحتباس الحراري البشري حالياً، فهذا لن يمنع حدوث تراكيز عالية منها في المستقبل ولن يمنع حدوث تغيير مناخ متطرف وتحديداً قبل عام 2100م. يوجد تقييمات أن دورة الكربون ونقاط الذروة المحتملة التي يمكن أن تولد تراكيز عالية من غازات الاحتباس الحراري [10] وتسبب كوارث مثل ذوبان التربة المتجمدة القطبية التي تحرر الميثان و CO2 [11]، وتحرير الكربون بسبب الجفاف الشديد والحرائق في الأمازون [12]، وتؤثر على سعة امتصاص الكربون الطبيعي [13،14]. ويكون ارتفاع درجات الحرارة معتمد بشكل حاسم على حركية نظام الأرض وليس فقط على سياق الانبعاثات البشرية. وهناك توقعات بأن يصل الاحتباس الحراري لدرجات أعظم من 4.5 °س [10].

يمكن أن يفاقم التغيير المناخي التهديدات ويسبب ضغوطات متعددة غير مباشرة (مثل الضرر الاقتصادي، أراضي غير صالحة للزراعة، وانعدام الأمن الغذائي والمائي). ويوجد دليل ضخم على أنّ التغيير المناخي يمكن أن يصبح كارثي. يمكن أن نصل إلى حافة الهاوية حتى في مستويات معتدلة من الاحتباس الحراري [4].

VII. تأثير تغيير المناخ على النظم البيئية والأنواع الحيوانية

يلعب المناخ دوراً هاماً في حياة الكائنات الحية وسلوكها وتأدية وظائفها الحيوية. فمثلاً تكون تأثيرات المناخ كبيرة على غزارة الطيور الجاثم *passerines* حيث تميل الإناث لتربية عدد أكبر من الأفراد في السنين التي تسود فيها شروط الطقس المعتدل. تكون كلفة طاقة حضانة بيوض السنونو *Hirundo rustica* أقل عندما تكون درجة حرارة الوسط المحيط عالية ومنظمة [15]. ومن ناحية أخرى، يمكن أن تقيّد ظروف الطقس القاسية، إلى حد كبير، استمرار حياة الأفراد البالغة لطائر الزقزاق *lapwing*. ويمكن أن يؤدي البرد والضباب



شكل 2: بعض التأثيرات المحتملة الناتجة عن الاحتباس الحراري

VI. الحالة الأسوأ لتغيير المناخ

على الرغم من الجهود والتقدم المحرز في إطار اتفاقية الأمم المتحدة لتغيير المناخ (UNFCCC)، يستمر ازدياد انبعاث غازات الاحتباس الحراري (GHG) البشري. يضع السياق الحالي العالم على طريق ارتفاع الحرارة ما بين 2.1 و 3.9 °س بحلول عام 2100م [8]، وإذا تم تطبيق جميع الالتزامات الوطنية بشكل كامل من قبل الدول بحلول عام 2030، فمتوسط الاحتباس الحراري المتوقع لعام 2100 هو 2.4 °س (1.9 - 3.0 °س). يمكن أن يقلص تحقيق التعهدات والأهداف الطويلة الأمد هذه متوسط الاحتباس الحراري إلى 2.1 °س (1.7-2.6 °س) [12]. وحتى هذه الافتراضات الطموحة تقود نظام الأرض إلى سياقات خطيرة. ومنذ فترة البلوستوسين (أكثر من 2.6 مليون

عامي 2071-2100 انزياح المجال الجغرافي بمقدار 50% لـ 29 نوعاً من الدجاجيات (13 Galliformes) نوع منها مقيم في الصين. وتعاني الأنواع الموجودة في المرتفعات الأعلى انزياحات أعظم في مجالها الجغرافي [19].

وتوجد أدلة متزايدة عن المسؤولية المباشرة للتغير المناخي عن انخفاض أعداد الحيوانات وحصول حالات انقراض في أماكن محددة. فقد دفع تغير المناخ العديد من الأنواع للاستيطان في أماكن جديدة من العالم وجعلهم عرضة للتهديد بالانقراض؛ ويتوقع أن يهدد الاحتباس الحراري بانقراض حوالي مليون نوع من التنوع الحيوي وبحلول عام 2050. مثال: يعد التغير المناخي أحد الأسباب الرئيسية لانحدار جماعات الطيور في هولندا [20]. ووفقاً لمعلومات الأمم المتحدة، من المرجح أن يصبح تغير المناخ الدافع المباشر الرئيسي لضياح التنوع الحيوي بنهاية القرن الواحد والعشرين. ومن عواقب تغير المناخ أيضاً تزايد في معدلات انقراض الأنواع وتناقص في التنوع الحيوي. فقد أكد أحدث تقرير أن الاحتباس الحراري يقضي يوماً على حياة 150 نوعاً من الحيوانات والنباتات مما يهدد باختفاء قاعدة التنوع الحيوي بسرعة هائلة وهو ما يعد تهديداً خطيراً للبيئة نتيجة تغيرات في توقيت التكاثر. هناك ما يزيد عن أربعة آلاف نوع مهدد بالانقراض بسبب ارتفاع درجات الحرارة، وحالات الجفاف الشديدة، وغيرها من التحولات المتعلقة بالمناخ. وبشكل عام، تعمل العلاقات المتبادلة بين التنوع الحيوي والمناخ في اتجاهين: فبينما يهدد تغير المناخ وجود التنوع الحيوي، يمكن أن يخفّض التنوع الحيوي من تأثيرات تغير المناخ.

والتلوج إلى تراجع توافر الغذاء (اللافقاريات) في التربة الذي يتغذى عليه طائر الحسون المغرد البريطاني *Turdus philomelos* [16].

نتج عن التغير المناخي العديد من التحولات في معدل تساقط مياه الأمطار وأوقات تشكل الجليد، وهناك تغييرات عميقة في الكتل الجليدية الصلبة، وفي توقيت ذوبان الثلوج، ووتيرة حدوث تجمد التربة و تؤدي جميعها أيضاً إلى حدوث عواقب خطيرة على الأنظمة البيئية للحياة البرية والمائية في الجبال والسهول المجاورة. كما نتج عن تغير المناخ تأثيرات على مختلف نشاطات الأنواع الحيوانية مثل مواعيد الهجرة ووقت وعادات التكاثر وتسبب هذه التغييرات سلسلة من التأثيرات المتعاقبة في النظم البيئية. ومن المتوقع أن يقود ازدياد درجات حرارة الهواء إلى انزياح موعد وضع البيوض عند سنونو الأشجار وأبو الحناء حوالي تسعة أيام أبكر من الوقت المعتاد (شكل 2)، وفي بعض الأنواع مثل طيور دجاجة الماء *Gallinula chloropus* والمغربي *Pica pica* أبكر بحوالي شهر عما كان عليه في عقد الستينات [17].

كما قد تؤدي تقلبات المناخ إلى انزياح المجال الجغرافي للكائنات الحية وربما انزاح المجال الجغرافي لمعظم أنواع الطيور المدارية نحو ارتفاعات أعلى من الارتفاع المعتاد بين عامي 1971 و 1999 بسبب الاحتباس الحراري [18]. ويمكن أن يعدّ هذا دليل كبير على تغير المناخ في الحياة البرية. كما يمكن أن تؤدي التغيرات المناخية إلى الإخلال بالتوازن الدقيق في شبكة الحياة التي تربط بين الأنواع في الأنظمة البيئية الفردية. بدأت الحيوانات والنباتات تنتقل إلى سفوح الجبال سعياً وراء أجواء أكثر برودة، وتناقصت أعداد أنواع حيوانية أخرى، ولم تعد قادرة على التكيف مع تغير المناخ، وباتت عرضة لخطر الانقراض. فالزرزير *Starlings* ، التي كانت تتواجد في العراق بكثرة أثناء الهجرة، أصبحت الآن غير مشاهدة، رغم تأكيد مشاهدتها بأعداد قليلة في منطقة جبلية. ربما يكون هذا دليلاً على انزياح مجالها الجغرافي نحو الجبال. وباستعمال التقرير الخاص لسيناريوهات الانبعاثات A2 (SRES) ، يتوقع سيناريو التغير المناخي ما بين

warming is underrepresented in research. Environ. Res. Lett. 16, 084036 (2021).

- [7]. N. P. Simpson et al., A framework for complex climate change risk assessment. One Earth 4, 489–501 (2021).
- [8]. P. R. Liu, A. E. Raftery, Country-based rate of emissions reductions should increase by 80% beyond nationally determined contributions to meet the 2 °C target. Commun. Earth Environ. 2, 1–29 (2021).
- [9]. M. Willeit, A. Ganopolski, R. Calov, V. Brovkin, Mid-Pleistocene transition in glacial cycles explained by declining CO₂ and regolith removal. Sci. Adv. 5, eaav7337 (2019).
- [10]. V. Masson-Delmotte et al., Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Cambridge University Press, 2021).
- [11]. S. M. Natali et al., Large loss of CO₂ in winter observed across the northern permafrost region. Nat. Clim. Chang. 9, 852–857 (2019).
- [12]. Y. Yang et al., Post-drought decline of the Amazon carbon sink. Nat. Commun. 9, 3172 (2018).
- [13]. M. R. Raupach et al., The declining uptake rate of atmospheric CO₂ by land and ocean sinks. Biogeosciences 11, 3453–3475 (2014).
- [14]. W. Hubau et al., Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. Nature 579, 80–87 (2020).
- [15]. Møller, A. P. 2001. The effect of dairy farming on barn swallow *Hirundo Rustica* abundance, distribution and reproduction. Journal of Applied Ecology 38:378–389.
- [16]. Thomson, D. L., S. R. Baillie, and W. J. Peach. 1997. The demography and age-specific annual survival of song thrushes during periods of population stability and decline. Ecology 66:414–424.
- [17]. Baillie, S. R., J. H. Marchant, D. I. Leech, A. C. Joys, D. G. Noble, C. Barimore, M. J. Grantham, K. Risely, and R. A. Robinson. 2009. Breeding Birds in the Wider Countryside: their conservation status 2008. BTO Research Report No. 516. BTO, Thetford. <http://www.bto.org/birdtrends>.
- [18]. K. S-H. Peh. 2007. Potential Effects of Climate Change on Elevational Distributions of Tropical Birds in Southeast Asia. The Condor, Volume 109, Issue 2, 1 May 2007, Pages 437–441.
- [19]. R Li, H. T'ian, X Li , 2010. Climate change induced range shifts of Galliformes in China. Integrative Zoology.
- [20]. C. A.M. Van Turnhout, R. P.B. Foppen, R. S.E.W. Leuven, A. Van Strien and H.Siepel. 2010. Life-history and ecological correlates of population change in Dutch breeding birds. Biological Conservation Volume 143, Issue 1, Pages 173-181.



شكل 3: طائر أبو الحناء يضع بيوضه 6 أيام أبكر مما هو معتاد نتيجة للاحتباس الحراري

المراجع:

- [1]. Yadav KS, Pal AK, Kumar SK, Singh PK, Mandal RK.. 2016. Effect of Climate Change on Horticultural Crops. Climate Change and its Implications on Crop Production and Food Security. 2016:109.
- [2]. Climate change. 2022.U.S. Global Change Research Program. 1800 G Street, NW, Suite 9100 Washington, D.C. 20006 USA <https://www.globalchange.gov/climate-change/whats-happening-why#:~:text=Many%20lines%20of%20evidence%20demonstrate,over%20the%20last%20six%20decades> Accessed 25 Sep 2022.
- [3]. M. E. Mann and H. Selin. 2019. Global Warming. <https://www.britannica.com/science/global-warming>. Accessed in 8 Apr 2019
- [4]. L. Kemp, C. Xu, J. Depledge, and T. M. Lenton. Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios. August 1, 2022, 119 (34) e2108146119 <https://doi.org/10.1073/pnas.2108146119>
- [5]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, C. B. Field et al., Eds. (Cambridge University Press, 2014).
- [6]. F. U. Jehn, M. Schneider, J. R. Wang, L. Kemp, L. Breuer, Betting on the best case: Higher end