تأثير درجة الحرارة على الإنتاجية والنمو الاقتصادي في افريقيا (دول حوض النيل) في ظل التغيرات المناخية (1991-2023)

محمد محمد السيد راضي[1] أحمد فتحي خليل الخضراوي[2]

ملخص

يهدف البحث إلى تحديد آثار تغير المناخ والمتمثل في ارتفاع درجات الحرارة واضطراب وعدم انتظام معدل الهطول وخصوصا الامطار على معدلات نمو إنتاجية العامل والإنتاجية الكلية للعوامل ومن ثم معدل النمو الاقتصادي في أفريقيا (مجموعة دول حوض النيل)، وتم الاعتماد على مصادر بيانات كلا من (PWT 10.01) و(ILO) و (ourworldindata.org)، وتم استخدام Panel Least Squares في تقدير الثلاث نماذج المستخدمة في البحث في الفترة (1991-2023)، وتوصل البحث إلى وجود تأثير عكسي لدرجات الحرارة على إنتاجية العامل في مجموعة دول حوض النيل، وهذه النتيجة تتفق مع النظرية الاقتصادية، وجود تأثير عكسي لدرجات الحرارة على النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل، وهذه النتيجة تتفق مع النظرية الاقتصادية، وجود تأثير طردي أو ايجابي لدرجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل في مجموعة دول حوض النيل، وهذا يتفق مع دراسة (Donadelli et al, 2022) التي تقر أن تأثير تقلب درجة الحرارة يكون سلبي في دول أمريكا الشمالية وأوروبا وغير معنوي احصائيا، بينما يكون تأثيرها سلبي وغير معنوي احصائيا في أمريكا الجنوبية، ويكون تأثير درجة الحرارة طردي وغير معنوي احصائيا في دول افريقيا واسيا. ولكنه لا يتفق مع النظرية الاقتصادية، نقطة انقلاب الدالة أو درجة الحرارة القصوى المؤثرة على معدل النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل هي (درجة23.95 =Temp)، وهي

[1] - أستاذ الاقتصاد المساعد – المعهد العالي للإدارة وتكنولوجيا المعلومات بكفر الشيخ.
[2] - أستاذ الاقتصاد المساعد – كلية التجارة – جامعة دمياط.

أعلى من متوسط درجات الحرارة في مناطق العالم المختلفة، تأثير درجة الحرارة وسقوط الامطار له تأثير كبير داخل الدولة وخاصة الناتج الزراعي، ولكن يمكن أن يكون تأثير درجة الحرارة والامطار في دولة معينة تؤثر على الناتج المحلي الإجمالي في دولة أخرى وخاصة في الدول منخفضة الدخل التي تعتمد على القطاع الزراعي بنسبة كبيرة، وحالة الاقتصاد المصري تعتمد بدرجة معينة على ظروف الامطار في اثيوبيا(De Bandt et al,2021) و عند دراسة أثر درجة الحرارة على إنتاجية العامل والنمو الاقتصادي في مصر على حده كانت النتيجة متفقة مع نتيجة الدراسة، حيث كان تأثير درجة الحرارة سلبي ومعنوي احصائيا عند 1%.

الكلمات المفتاحية: درجات الحرارة، سقوط الامطار، النمو الاقتصادي، إنتاجية العامل، الإنتاجية الكلية للعوامل، دول حوض النيل.

The impact of temperature on productivity and economic growth in Africa (Nile Basin countries) under climate change (1991-2023)

Abstract

This paper aims to determine the effects of climate change represented by rising temperatures and disturbance and irregularity of rainfall rates on the growth rates of labor productivity and total factor productivity and thus the economic growth rate in Africa (the Nile Basin group of countries). Data sources were (PWT 10.01), (ILO) (ourworldindata.org), Panel Least Squares was used to estimate the three models in the period (1991-2023) , the paper concluded that there is an inverse effect of temperature on labor productivity in the Nile Basin group of countries, this result agree with economic theory, there is an inverse effect of temperature on economic growth in the Nile Basin group of countries, this result agree with economic theory, and there is a positive effect of temperature on total factor productivity in the Nile Basin group of countries, this agree with the study (Donadelli et al, 2022) which states that the effect of temperature fluctuations is negative in North American and European countries and statistically insignificant, while its effect is negative and statistically insignificant in South America, and the effect of temperature is direct and statistically insignificant in African and Asian countries. But it does not agree with economic theory, The inflection point of the function is (Temp = 23.95), which is higher than the average temperatures in different regions of the world, The effect of temperature and rainfall has a significant impact within the country, especially agricultural output, but the effect of temperature and rainfall in a particular country can affect the gross domestic product in another country, especially in low-income countries that depend largely

on the agricultural sector, and the state of the Egyptian economy depends to a certain extent on the rainfall conditions in Ethiopia (De Bandt et al, 2021). When studying the effect of temperature on labor productivity and economic growth in Egypt separately, the result was agreed with the result of the study, as the effect of temperature was negative and statistically significant at 1%.

Keywords: Temperature, rainfall, economic growth, labor productivity, total factor productivity, Nile Basin countries.

1: مقدمة

يعد التغير في عوامل المناخ (ارتفاع درجات الحرارة، وتغيرات في معدل هطول الأمطار، وارتفاع مستويات سطح البحر ما يؤدي إلى زيادة شدة المخاطر الطبيعية مثل العواصف والفيضانات والجفاف وزيادة ملوحة التربة والمياه) أحد التحديات الأكثر صعوبة التي تواجه العالم في القرن الحادي والعشرين، وهو أكثر خطورة بالنسبة للدول الإفريقية ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى تعرضها الجغرافي لهذه التغيرات، وانخفاض الدخول في بعض دولها، والاعتماد الأكبر على القطاعات الحساسة للمناخ، وضعف القدرة على التكيف مع تغير المناخ، في الواقع، يعتمد المشهد الاقتصادي لمعظم الدول الأفريقية بشكل أساسي على ديناميكيات تغير المناخ، وقد تم الاعتراف بأن ضعف الأداء الاقتصادي الكلي والقطاعات الرئيسية التي تحركه مثل الزراعة والغابات والطاقة والسياحة والموارد الساحلية والمياه لتغير المناخ كبير (Abidoye & Odusola, 2015) ، وتشير أدبيات المناخ، على المستوى الجزئي، إلى مجموعة واسعة من التأثيرات المحتملة لدرجات الحرارة، بما في ذلك التأثيرات على الإنتاجية الزراعية (سواء كان انتاج محصولي وبستاني او حيواني او دجني و سمكي) مما يؤثر علي الامن الغذائي واستدامته، ومعدلات الوفيات، والأداء البدني، والأداء المعرفي، والجريمة، والاضطرابات الاجتماعية (Dell et al, 2012).

ان التأثيرات غير المباشرة لتغير المناخ مثل الوفاة والإعاقة لها عواقب اقتصادية شديدة على مستوى الرفاهية الاقتصادية في جميع دول العالم، ولكن هذه العواقب تتجلى في الدول منخفضة الدخل والفقيرة وخاصة عندما تنفق البلدان بعض الموارد للتكيف مع تغير المناخ، فإنها تتكبد تكاليف الفرصة لعدم إنفاقها على البحث والتطوير والاستثمار الرأسمالي (مثل البنية الأساسية) وهو ما يشكل قيدًا

مثبطا للنمو والتنمية في كثير من الدول الافريقية (Abidoye & Odusola, 2015).

بالنسبة للنمو الاقتصادي فإنه على مدى القرنين الماضيين، زاد متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في معظم دول العالم الغربي بأكثر من خمسة وعشرين ضعفًا، بينما نما في كثير من دول العالم غير الغربي بأكثر من عشرة أضعاف فقط (Bolt & Van Zanden, 2020)، وقد ارتبط النمو الاقتصادي، بتحسينات في مستويات المعيشة ورفاهية السكان، على سبيل المثال، ينعكس ذلك في شكل ارتفاع متوسط العمر المتوقع عند الميلاد، وانخفاض معدل وفيات الأطفال وانخفاض سوء التغذية (Ashraf et al, 2013 و Weil, 2014)، ان تعزيز التنمية الاقتصادية المستقبلية والحفاظ عليها يشكلان مصلحة حيوية للإنسانية وفق دراسة استقصائية أجراها الخبراء تشير إلى أن توقع معدل نمو متوسط الدخل السنوي العالمي للفرد في الفترة 2010–2100 سيكون بنسبة 2.1٪، مما يشير إلى أن دخل الفرد سوف يزيد في المتوسط، بأكثر من خمسة أضعاف خلال بقية القرن (Christensen et al, 2018)، ومع ذلك، هناك قدر كبير من عدم اليقين أو التأكد المرتبط بمثل هذه التقديرات. ومن العوامل التي تساهم في عدم اليقين أو التأكد الاحتباس الحراري العالمي، ووفقًا لتقرير صادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ (Intergovernmental Panel on Climate (IPCC) Change، وهي الهيئة التابعة للأمم المتحدة لتقييم العلوم المتعلقة بتغير المناخ، خلال الفترة 2011–2020 كانت درجات الحرارة لسطح الكرة الأرضية تزيد في المتوسطة أعلى بمقدار 1.09 درجة مئوية مقارنة بالفترة 1850– 1900وهي فترة الأساس للمقارنة، وعلاوة على ذلك، يتوقع خبراء الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ أن تكون درجات حرارة سطح الأرض أعلى في المتوسط من 1.2درجة مئوية هي بالفعل تخطت هذا المتوسط العام الماضي Global Temperature Report for

2024إلى 3.0 درجة مئوية في الفترة 2041–2060 مقارنة بالفترة 1850–1900، مع إمكانية حدوث زيادات أخرى لبقية القرن الحادي والعشرين (IPCC, 2021)، ومن المتوقع أن يؤثر الاحتباس الحراري العالمي بدوره سلبًا على حياة الإنسان، على سبيل المثال، قد يؤدي ذلك إلى الحد من توافر المياه ونمو النباتات، وبالتالي تعرض الأمن الغذائي للخطر، ويؤثر سلبًا على الصحة من خلال المساهمة في انتشار الأمراض وكذلك ندرة موارد الوقود وعدم الاستقرار السياسي اللاحق، وخاصة في الأجزاء الأكثر ضعفًا أو فقراً من العالم، وبالتالي، من المتوقع أيضًا أن يؤثر تغير المناخ العالمي سلبًا على المسارات الاقتصادية العالمية، على سبيل المثال، في تقرير تجميعي، يتوقع خبراء الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ أن الخسائر في الاقتصاد الكلي تتسارع مع ارتفاع درجات الحرارة، وأن تأثيرات تغير المناخ من المتوقع أن تؤدي إلى تباطؤ معدل النمو الاقتصادي العالمي (Meierrieks & Stadelmann, 2024).

ومن ثم كيفية تأثير تغير المناخ على المجتمع، حيث أصبحت دراسة تغير المناخ في العقود الأخيرة محمة جداً بسبب تغيره في جميع أنحاء العالم بسرعة غير مسبوقة جيولوجياً، ومن المتوقع أن تكون التداعيات المجتمعية سلبية في المقام الأول. تتمثل إحدى القضايا المهمة التي تواجه صناع السياسات في مدى تقييم المجتمع لتأثره بتغير المناخ، ويعتمد الحل على موازنة المخاطر المتوقعة والتكاليف من وجهة نظر المجتمع لتغير المناخ مع تكاليف التخفيف والتكيف مع تلك التغيرات عند الأخذ في الاعتبار التكلفة والعائد، ويتطلب إيجاد التوازن المثالي فهمًا شاملاً للعديد من العلاقات الاجتماعية المرتبطة بتغير المناخ (Kotz et al,2021).

2: مشكلة البحث:

نظرا لتعرض بعض الدول الافريقية مثل تونس والسودان وتشاد وأوغندا وبتسوانا لارتفاع درجة حرارة سطحها ما بين درجة واحدة وثلاث درجات، ومعظم الدول الافريقية تعتمد على القطاع الزراعي وغالبيتها تقع في نطاق الدول منخفضة الدخل أو الفقيرة، فإن قدرتها على التكيف مع تغيرات المناخ تكون محدودة، وبالتالي فإن تأثرها بارتفاع درجات الحرارة يكون اكبر من الدول المتقدمة، وكذلك يمكن أن يظهر ذلك عندما تحاول كثير من هذه الدول الدخول في مجال التصنيع حيث أنه من العوامل المحركة والمهمة للنمو الاقتصادي، ومع ذلك، فإن التصنيع يخلق أيضًا تهديدات محتملة للأنشطة الاجتماعية والاقتصادية، حيث تؤدي الانبعاثات الناتجة من البشرية إلى تغير المناخ الذي يجعل الطقس أكثر تطرفًا مما يعيق جهود التنمية الاقتصادية على المستوى العالمي وخاصة في الدول الأقل نمواً أو الفقيرة، ومع ذلك، فإن تأثير الصدمات الحرارية على النمو الاقتصادي غير متجانس على المستوى الدولي، ويرجع ذلك للأسباب الجغرافية، فإن الدول ذات متوسط درجات الحرارة السنوية المنخفضة تتضرر بشكل أقل أو حتى تستفيد من ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية، بينما تتحمل الدول ذات متوسط درجات الحرارة السنوية الأعلى المزيد من الأثار السلبية الناتجة من تغير المناخ (Dell et. al., 2012و Burke et. al., 2015). كما أن الدول ذات مستويات التنمية الاقتصادية المنخفضة تتأثر أيضًا بتغير المناخ أكثر من الدول المتقدمة، حيث يصعب عليها التكيف، وتوجد أيضا تأثيرات غير مباشرة لارتفاع درجات الحرارة وتغير المناخ مثل الوفاة والإعاقة المرتبطة بتغير المناخ والتي لها أثار اقتصادية عكسية على مستوى الرفاهية، فعندما تنفق الدول بعض الموارد للتكيف مع تغير المناخ، فإنها تتحمل تكاليف الفرصة البديلة لعدم إنفاقها على البحث والتطوير والاستثمار الرأسمالي (مثل البنية الأساسية)، وهو ما يشكل قيدًا على النمو والتنمية في القارة الافريقية، وعلى الرغم من تأثر الناتج الزراعي بارتفاع درجات الحرارة وكذلك تأثر الناتج

الصناعي فهذه ليست نهاية القصة، فعلاوة على ذلك، تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى عدم الاستقرار السياسي في البلدان الفقيرة، يتضح ذلك من التغييرات غير الديموقراطية في حكام و رؤساء بعض الدول، ومن الممكن أن يؤدي عدم الاستقرار السياسي إلى انخفاض معدلات النمو الاقتصادي، وتوجد دراسات ترى أن تغير المناخ يعمل على انخفاض الإنتاجية في قطاع الزراعة، ويمكن أن يكون ذلك دافعاً للتحول إلى التخصص في الإنتاج الصناعي الذي يحتاج إلى مصادر طاقة نظيفة أو مصادر وقود غير احفورية (Nath, 2020; Kotz et al, 2021)، وهذا ما لجأت اليه دول افريقية مثل اثيوبيا واوغندا لإقامة السدود على نهر النيل لتوليد الكهرباء نظيفة المصدر، مما يعيق خطط التنمية الزراعية والاقتصادية في مصر والسودان، مما سبق يمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤل التالي: ما مدى تأثر معدلات نمو إنتاجية العامل والإنتاجية الكلية للعوامل ومن ثم معدل النمو الاقتصادي في الدول الافريقية (دول حوض النيل) بارتفاع درجات الحرارة، أوهل تمثل ارتفاع درجات الحرارة قيد على النمو الاقتصادي في الدول الافريقية (دول حوض النيل) ؟

3: أهمية البحث

يمكن تقسيم أهمية البحث كالتالي:

3-1-1: الأهمية العلمية

تنبع أهمية هذا البحث من حداثة دراسة تأثير درجات الحرارة وتغير المناخ معدلات نمو إنتاجية العامل والإنتاجية الكلية للعوامل ومن ثم معدل النمو الاقتصادي وكذلك عدم تناوله بالشكل الكافي في مجال الدراسات الاقتصادية في دول افريقيا (دول حوض النيل) حتى الان.

3-1-2: الأهمية العملية

حيث تنشأ الأهمية لهذا البحث في المجال التطبيقي من خطورة مشكلة تغير المناخ بسبب ارتفاع درجات الحرارة التي تتعرض لها قارة افريقيا والدول العربية، وما لذلك من اثر على إنتاجية العامل التي قد تتأثر بارتفاع درجات الحرارة وتأثيرها على القطاع الزراعي والصناعي واستخدام الموارد المحدودة للتكيف والتخفيف من اثر تغير المناخ، وكذلك اثر ارتفاع درجات الحرارة التي قد تؤثر على الاستقرار السياسي، وبالتالي تأثير كل هذه العوامل على معدلات نمو إنتاجية العامل والإنتاجية الكلية للعوامل ومن ثم معدل النمو الاقتصادي الافريقية (مجموعة دول حوض النيل)، إن التقديرات الكمية لتأثيرات تغير المناخ على النتائج الاقتصادية المختلفة تشكل مدخلاً مهماً للسياسات العامة، حيث تساعد في اتخاذ القرارات بشأن الاستثمارات في كل من خفض الانبعاثات وفي التدابير الرامية إلى مساعدة الاقتصادات على التكيف مع تغير المناخ

3-1-3: افتراضات البحث:

سيتم اختبار الفرضيات التالية:

الافتراض الأول: يوجد تأثير سلبي لتغيرات المناخ (ارتفاع درجات الحرارة وسقوط الامطار) على إنتاجية العامل في دول افريقيا (مجموعة دول حوض النيل).

الافتراض الثاني: يوجد تأثير سلبي لتغيرات المناخ (ارتفاع درجات الحرارة وسقوط الامطار) على الإنتاجية الكلية للعوامل في دول افريقيا (مجموعة دول حوض النيل).

الافتراض الثالث: يوجد تأثير سلبي لتغيرات المناخ (ارتفاع درجات الحرارة وسقوط الامطار) على معدل النمو الاقتصادي في دول افريقيا (مجموعة دول حوض النيل).

3-1-4: هدف البحث:

يهدف البحث إلى التحقق من صحة افتراضات البحث، وتحديد آثار تغير المناخ والمتمثل في ارتفاع درجات الحرارة واضطراب وعدم انتظام معدل الهطول وخصوصا الامطار على معدلات نمو إنتاجية العامل والإنتاجية الكلية للعوامل ومن ثم معدل النمو الاقتصادي في أفريقيا (مجموعة دول حوض النيل) وذلك من خلال الإجابة على تساؤل المشكلة البحثية، نظرًا لأن المتغيرات المناخية مثل درجة الحرارة وهطول الأمطار تدخل بشكل مباشر في دوال الإنتاج الزراعي. وعلى الرغم من وجود أدبيات كبيرة ومتنامية، لا يبدو أن خبراء الاقتصاد قد توصلوا إلى إجماع بشأن الحجم المحتمل للتأثير، أو حتى على دلالته.

3-1-5: خطة البحث:

ينقسم البحث إلي ستة أقسام وهي على الترتيب مستخلص البحث والمقدمة ومشكلة البحث والفروض والهدف وثم الدراسات السابقة والفجوة البحثية ويليها توصيف المتغيرات ومصادر البيانات، ثم الدراسة التطبيقية، ونختتم بالنتائج والتوصيات ثم المراجع.

4- الدراسات السابقة:

وتشير الدراسات إلى أن ارتفاع درجات الحرارة قد تقيد أو تعوق النشاط الاقتصادي من خلال عدة مسارات رئيسية:

أولاً: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على قطاع الزراعة،

ثانيًا: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على إنتاجية العمل،

ثالثًا: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على رأس المال البشري،

رابعا: التأثيرات غير المباشرة لارتفاع درجات الحرارة.

4-1: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على قطاع الزراعة: ومن الدراسات التي تناولت تأثير تغير المناخ عن طريق ارتفاع درجة الحرارة وجميع هذه الدراسات تتفق في نفس النتيجة وهي أن تأثير ارتفاع درجة الحرارة عكسي أو سلبي على القطاع

الزراعي (Deschênes & Greenstone, 2007; Schlenker and Lobell, 2010; ;Fisher et al, 2012; Burke and Emerick, 2016; Carter et al., 2018) فدراسة (Deschênes & Greenstone, 2007) التي تمت على قطاع الزراعة في الاقتصاد الأمريكي لسنوات 1978, 1982, 1987, 1992, 1997, 2002 والمزارع التي يزيد انتاجها عن 1000 دولار، واستخدمت الورقة أسلوب تأثير التباين العشوائي من سنة لأخرى في تقدير اثر درجة الحرارة وسقوط الامطار على الأرباح الزراعية، وباستخدام تنبؤات تغير المناخ طويلة الأجل من نموذج هادلي Hadley وكانت نتائج الدراسة عبارة عن انخفاض في الإنتاجية الزراعية وزيادة في الأرباح الزراعية بمقدار 1.3 مليار دولار (4%)، وبالتالي فإن التأثيرات السلبية أو الإيجابية الكبيرة غير مرجحة، وهناك تباين كبير في التأثير في جميع الولايات حيث أن التأثير المتوقع في كاليفورنيا يساوي −0.75 مليار دولار (أو ما يقرب من 15٪ من أرباح الولاية الزراعية)، و يشير التحليل إلى أن الزيادات المتوقعة في درجات الحرارة وسقوط الأمطار لن يكون لها أي تأثير تقريبًا على الغلات (الإنتاجية) بين المحاصيل الأكثر أهمية. ولكن دراسة Fisher et al, (2012) التي تختلف مع نتائج دراسة (Deschênes & Greenstone, 2007) التي تقر أن التأثيرات المتوقعة ليست لها أهمية من الناحية اقتصادية: فالعلاقات المقدرة بين متغيرات الطقس وناتج الزراعة والأرباح وجد أن تأثير تغير المناخ في الأمد البعيد على الزراعة في الولايات المتحدة سيكون إما غير معنوي أو مفيداً إلى حد بسيط، وتشمل التفسيرات المحتملة للاختلاف في النتائج مع دراسات كلا من D&G (Fisher et al, 2012), (Deschênes & Greenstone, 2007) ما يلي: (أ) البيانات المفقودة وغير المؤكدة على أنها غير صحيحة عن الطقس والمناخ في دراسة D&G، والتي استخدمت التأثيرات الثابتة لكل ولاية على حدة والتي تمتص معظم التغيرات الجوية من سنة إلى أخرى؛ (ب) المعالجة غير العادية

وغير الصحيحة في تقدير دراسة (Fisher et al, 2012) لتوقعات تغير المناخ التي تفترض مناخاً مستقبلياً موحداً داخل كل ولاية؛ (ج) الافتراض الضمني المستخدم في دراسة D&G بأن الأخطاء غير مترابطة مكانياً؛ (د) عدم وضوح المفاهيم المستخدمة في منهج D&G القائم على الربح بسبب التأثيرات غير المتوقعة للتخزين وربما أيضًا التعديلات في رأس المال والمخزون أو تحركات الأسعار المحلية المرتبطة بتقلبات الطقس. وكذلك دراسة (Schlenker and Lobell, 2010) تختلف مع نتائج دراسة (Deschênes & Greenstone, 2007) التي تناولت تأثير تغيرات المناخ على الزراعة والاستثمارات الأكثر كفاءة للتكيف مع تغيرات المناخ في قارة افريقيا جنوب الصحراء، واستخدمت بيانات تاريخية من 1961 إلى 2002 للتنبؤ بالنتائج الى منتصف القرن الحالي، الأساس العلمي لتقدير مخاطر الإنتاج وإعطاء الأولوية للاستثمارات كان محدودًا للغاية، اتضح أنه من خلال الجمع بين إنتاج المحاصيل التاريخي وبيانات الطقس في تحليل بيانات مجمعة panel data، ينشأ نموذج قوي لاستجابة الغلة (الإنتاجية) لتغير المناخ لعدة محاصيل أفريقية رئيسية، فبحلول منتصف القرن، تشير التقديرات المتوسطة لتغيرات الإنتاج الكلي في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بموجب مواصفات النموذج المفضل هي −22، −17، −17، −18، و−8٪ للذرة الشامية والذرة الرفيعة والدخن والفول السوداني والكسافا على التوالي. وفي جميع الحالات باستثناء الكسافا، هناك احتمال بنسبة 95٪ أن تتجاوز الأضرار 7٪، واحتمال بنسبة 5٪ أن تتجاوز 27٪. وعلاوة على ذلك، فإن البلدان ذات أعلى متوسط إنتاج لديها أكبر خسائر متوقعة في الغلة (الإنتاجية)، مما يشير إلى أن أصناف البذور الحديثة المخصبة جيدًا أكثر عرضة للخسائر المرتبطة بالحرارة. وهناك دراسة أخري تمت في 2016 على قطاع الزراعة وتتناول المحاصيل الرئيسية في الولايات المتحدة مثل الذرة والقمح والصويا وهي دراسة (Burke and Emerick, 2016)

وهذه الدراسة تتفق مع نتائج الدراسة السابقة والتي تمت على المحاصيل الرئيسية في افريقيا جنوب الصحراء، والتي توصلت إلى أنه باستخدام توقعات تغير المناخ من 18 نموذجًا مناخيًا عالميًا، تتوقع التأثيرات المحتملة على إنتاجية الذرة بحلول منتصف القرن، إذا كانت التكيفات المستقبلية بنفس فعالية التكيفات الماضية في التخفيف من آثار التعرض للحرارة الشديدة، فإن تقديرها المتوسط هو أن تغير المناخ في المستقبل سوف يقلل من إنتاجية الذرة السنوية في عام 2050 بنحو 15٪. وفي دراسة أجريت أخرى أجريت لمعرفة تأثير تغيرات المناخ على قطاع الزراعة في الصين وهي دراسة (Chandio ET AL, 2020) التي تهدف إلى استكشاف تأثير تغير المناخ العالمي على الناتج الزراعي في الصين خلال الفترة 1982–2014، واعتمدت الورقة على (ARDL)، تظهر النتائج أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لها تأثير كبير على الناتج الزراعي في كل من التحليلات طويلة الأجل وقصيرة الأجل، في حين أن درجة الحرارة وهطول الأمطار لها تأثير سلبي على الناتج الزراعي في الأجل الطويل، وهذه النتائج تتفق مع نتائج بعض الدراسات التي أجريت على قطاع الزراعة الأمريكي والدراسة التي أجريت على قطاع الزراعة في افريقيا.

4-2: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على إنتاجية العمل، لقد تناولت العديد من الدراسات العلاقة بين تغيرات درجات الحرارة وانتاجية العامل ومن هذه الدراسات (Dasgupta et al, 2021 ; Lee et al, 2018 ; Zhao et al, 2021 ;LoPalo, 2023;Nath, 2020) فدراسة (Zhao et al, 2021) عبارة عن دراسة مرجعية للأدبيات الاقتصادية التي تتناول تأثير تغيرات المناخ أو ضغوط درجات الحرارة على إنتاجية العمل للفترة الزمنية من 1990إلى 2020 وتم تلخيص أربع طرق مستخدمة لقياس هذا التأثير: طريقة رأس المال البشري (HC)، وطريقة القياس الاقتصادي (EM)، وطريقة المدخلات والمخرجات (IO)، ونموذج التوازن

العام القابل للحساب (CGE). من المتوقع أن تتراوح الخسائر الاقتصادية العالمية الناجمة عن خسائر إنتاجية العمل المرتبطة بالحرارة من 0.31% - 2.6% وذلك طبقا لسيناريوهات تغيرات المناخ الآتيين(RCP2.6:0.14-0.5%) ، (RCP8.5:1.4-4%) من الناتج المحلي الإجمالي العالمي في عام 2100، وجدت الدراسات المنشورة أن الخسائر الاقتصادية الكبيرة حدثت بشكل رئيسي في جنوب وجنوب شرق آسيا، وأفريقيا جنوب الصحراء، وأمريكا الوسطى. وهناك دراسة أخري تمت في نفس العام 2021 وهي دراسة (Dasgupta et al., 2021) والتي استخدمت بيانات مجموعة كبيرة من بيانات المسح الجزئي المجمعة من مناطق في جميع أنحاء العالم لتقدير دالة الاستجابة لدرجات الحرارة العالمية والإقليمية الجديدة والقوية ودالة الاستجابة لدرجات الحرارة الرطبة (ERFs) لعرض العمل وانتاجية العامل، وتم استخدام مقياس مشترك بدمج دالة الاستجابة لإنتاجية العمل الحالية واستنباط دالة متوسطة موسعة لتقدير تأثير تغير المناخ في المستقبل على كل من عدد ساعات العمل و إنتاجية العمال أثناء ساعات عملهم في ظل 1.5 درجة مئوية و2.0 درجة مئوية و3.0 درجة مئوية من الاحتباس الحراري العالمي. وتحليل القطاعات ذات التعرض المنخفض (في الداخل أو الخارج في الظل) والتعرض العالي (في الهواء الطلق تحت الشمس) بشكل منفصل. ومن أهم نتائج هذه الورقة أن الظروف المناخية الحالية تؤثر سلبًا بالفعل على فعالية العمالة، وخاصة في البلدان الاستوائية. وسوف يؤدي تغير المناخ في المستقبل إلى انخفاض إجمالي العمالة العالمية في القطاعات منخفضة التعرض بنسبة 18 نقطة مئوية (في نطاق -48.8 إلى 5.3) في ظل سيناريو ارتفاع درجات الحرارة بمقدار 3.0 درجة مئوية (24.8 نقطة مئوية في القطاعات عالية التعرض). وسوف تبلغ نسبة الانخفاض 25.9 نقطة مئوية (-48.8 إلى 2.7) في أفريقيا، و18.6 نقطة مئوية (-33.6 إلى 5.3) في آسيا، و10.4 نقطة مئوية (-35.0 إلى 2.6) في الأميركتين في

القطاعات منخفضة التعرض. ومن المتوقع أن تكون هذه التأثيرات الإقليمية أعلى بكثير بالنسبة للعمالة في الهواء الطلق تحت أشعة الشمس الكاملة مقارنة بالعمالة في الداخل (أو في الهواء الطلق في الظل)، مع توقع انخفاض متوسط في إجمالي العمالة بنسبة 32.8 نقطة مئوية (−66.3 إلى 1.6) في أفريقيا، و25.0 نقطة مئوية (−66.3 إلى 7.0) في آسيا، و16.7 نقطة مئوية (−45.5 إلى 4.4) في الأميركتين. ومن الدراسات التي سبقت هاتين الدراستين دراسة (Lee et al., 2018) التي تمت على الاقتصاد الكوري الجنوبي والتي كانت تهدف إلى التنبؤ بالخسائر المتوقعة في إنتاجية العامل في الدولة، من المتوقع أن يزداد الإجهاد بسبب تغير المناخ، ولقياس الخسارة المستقبلية لإنتاجية العمل، استخدمت العلاقة بين درجة حرارة الكرة الأرضية الرطبة ودورات العمل والراحة مع مسارات التركيز التمثيلية 4.5 (RCPs) و8.5 كسيناريوهات لتغير المناخ، وإذا تم النظر في عوامل المناخ فقط، فمن المتوقع أن تنخفض إنتاجية العمل في المستقبل في معظم المناطق من منتصف القرن الحادي والعشرين فصاعدًا (2041−2070)، ومن أواخر القرن الحادي والعشرين فصاعدًا، قد تنخفض إنتاجية العمل الشاق في الهواء الطلق بنسبة 26.1٪ عن المستويات الحالية في سيناريو المناخ RCP 8.5، وأظهر التحليل أن الاختلافات الإقليمية في خصائص العمل والسكان، هما العاملين ذي التأثير الملحوظ على خسائر إنتاجية العمل في المستقبل. وبالتالي فإن الإجهاد الحراري الناجم عن تغير المناخ له تأثير سلبي كبير بشكل محتمل على إنتاجية العمل في الهواء الطلق في كوريا الجنوبية. وهناك دراسة اخري تدرس تأثير ارتفاع درجات الحرارة على إنتاجية العمال في قطاع الخدمات وهي دراسة (LoPalo, 2023) حيث تقدر هذه الورقة تأثير الطقس اليومي على إنتاجية العمال باستخدام بيانات مسح الأسر لدراسة القائمين بالمقابلات الشخصية. وباستخدام بيانات أكثر من 9000 فرد من القائمين بالمقابلات في المسوحات الديموجرافية والصحية في

46 دولة، وجدت أن القائمين بالمقابلات يكملون مقابلات أقل بنسبة 13.6% في الساعة في الأيام الأكثر حرارة ورطوبة، ويحافظ العمال على نفس الناتج الإجمالي من خلال البدء في وقت مبكر من اليوم وقضاء المزيد من الوقت في كل مقابلة على حساب قضاء المزيد من الساعات في الميدان بنفس الأجر الإجمالي. بالإضافة إلى ذلك، يصبح القائمون بالمقابلات أقل إنتاجية بشكل مختلف في المهام التي يصعب مراقبتها. وتم دراسة قام بها (Nath, 2020) لدراسة تأثير تغيرات المناخ على الإنتاجية في القطاعات غير الزراعية، في هذه الورقة، تم دمج تأثيرات معالجة درجات الحرارة المحلية ونموذج الاقتصاد الكلي الكمي لتقييم تأثير تغير المناخ على إعادة تخصيص القطاعات والإنتاجية الكلية. أولاً، أستخدم بيانات على مستوى الشركة من مجموعة واسعة من البلدان لتقدير تأثير درجة الحرارة على الإنتاجية في التصنيع والخدمات. تشير التقديرات إلى أن الحرارة الشديدة تقلل من الإنتاجية غير الزراعية، ولكن بدرجة أقل من الزراعة، مما يعني أن البلدان الحارة يمكن أن تتكيف مع تغير المناخ من خلال استيراد الغذاء وتحويل العمالة نحو التصنيع. ثانياً، أدرجت التقديرات في نموذج اقتصاد مفتوح للتحول الهيكلي يغطي 158 دولة للتحقق من هذا الاحتمال. تشير المحاكاة إلى أن متطلبات الغذاء الذي يحقق حد الكفاف يدفع التخصص الزراعي أكثر من الميزة النسبية، بحيث يجذب تغير المناخ العمالة بشكل كبير بعيد عن الزراعة حيث تعاني إنتاجيتها أكثر من غيرها، وتؤدي إعادة التخصيص إلى تفاقم الانحدار العالمي في الناتج المحلي الإجمالي، تؤدي تأثيرات تغير عوامل المناخ على الإنتاجية إلى خفض الرفاهة بنسبة 1.5–2.7٪ بشكل عام و6–10٪ للربع الأفقر. إن التجارة تقلل من تكاليف الرعاية الاجتماعية الناجمة عن تغير المناخ بنسبة 7.4% فقط في ظل السياسات الحالية، ولكنها تقللها بنسبة 31% بشكل عام و68% بالنسبة للفقراء على مستوى

العالم في سيناريو مضاد للواقع يحقق عنده جميع البلدان مستوى 90% من الانفتاح التجاري.

4-3: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على رأس المال البشري: من المعروف أن راس المال البشري يقاس بالمستوى الصحي والتحصيل العلمي. فمن ناحية، قد تؤثر مثل هذه الزيادات في درجات الحرارة سلبًا على صحة الإنسان، على سبيل المثال، من خلال المساهمة في انتشار ناقلات الأمراض (مثل البعوض الذي يحمل الملاريا أو حمى الضنك) أو أمراض القلب والأوعية الدموية ومن الدراسات التي تناولت هذه النقطة البحثية دراسات (Meierrieks, 2021; Hossain et al, 2022; Caruso & Noy, 2024). فدراسة (Meierrieks, 2021;) تقوم بدراسة تأثير الصدمات الجوية قصيرة المدى وتغير المناخ على المدى الطويل على مجموعة متنوعة من النتائج الصحية الوطنية لعينة من 170 دولة بين عامي 1960 و2016. لقد وجدت أن الظروف المناخية المتغيرة – وخاصة في شكل ارتفاع درجات الحرارة – تؤدي إلى خسائر صحية (على سبيل المثال، زيادة معدل وفيات الرضع وانخفاض متوسط العمر المتوقع عند الميلاد) في الاجلين القصير والطويل. إن التأثير السلبي لارتفاع درجات الحرارة محسوس بشكل أقوى بكثير في البلدان الفقيرة نسبيًا، مما يشير إلى أن هذه البلدان أكثر عرضة للخطر. كانت الخسائر الصحية المتوقعة في البلدان الفقيرة بسبب الصدمات الجوية وتغير المناخ كبيرة بالفعل. ومن المرجح أن تكون الخسائر الصحية المستقبلية خاصة في البلدان الأقل نمواً كبيرة أيضًا ما لم يتم اتخاذ جهود كافية للتكيف والتخفيف. وأيدت النتائج السابقة الدراسة التي قام بها (Hossain et al,2022) التي أجريت على سكان الجزر النهرية في بنجلاديش وكانت تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير تغير المناخ على الصحة، بما في ذلك استراتيجيات التكيف المحلية. وقد تم استخدام منهج مختلط الأساليب في تجميع بيانات هذه الدراسة، وتظهر النتائج أن زيادة وتيرة

الفيضانات، وشدة تآكل ضفاف النهر والجفاف، وتفشي الأمراض المتزايدة هي أعلى مؤشرات تغير المناخ التي يدركها سكان الجزر النهرية (شار)، وهو ما يشبه البيانات المرصودة. كما يكشف أيضًا أن جميع المستجيبين تقريبًا يواجهون العديد من المشكلات المتعلقة بالصحة خلال المواسم المختلفة حيث يكون البرد السائد والسعال مع الحمى وأمراض الجلد والإسهال هي الأمراض الرئيسية، ويستوعب سكان الجزر العديد من استراتيجيات التكيف من أجل تعزيز القدرة على الصمود ضد التأثيرات الصحية لتغير المناخ، ولكن ندرة المال، وانقطاع الاتصالات، ونقص مراكز الرعاية الصحية الرسمية هي أكثر العقبات التي تحول دون استدامة التكيف. وفي دراسة أخرى قام بها (Caruso & Noy, 2024) تقدم إطارًا لتحليل الارتباط المتعدد بين تغير المناخ ورأس المال البشري، وتوثق الأدلة الموجودة على وجود تأثيرات ضارة لتغير المناخ، وتأثيرات التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها، على رأس المال البشري على مدار دورة الحياة، ويقدم الإطار قناتين يتأثر من خلالهما رأس المال البشري: التأثيرات المباشرة على الصحة والتغذية والرفاهة، والتأثيرات غير المباشرة من خلال التغييرات في الأنظمة الاقتصادية والأسواق والأضرار التي تلحق بالبنية الأساسية، وتتطلب هاتان القناتان تدخلات سياسية مختلفة، مع التركيز على المراحل المختلفة لدورة الحياة. وفيما يتعلق بالتخفيف والتكيف، نجد أن هذه التدخلات مقيدة بشكل كبير، الا أنها مرتبطة بتكاليف كبيرة بالنسبة لرأس المال البشري لقطاعات ومجموعات محددة. إن تجاهل هذه التكاليف لن يؤدي إلا إلى نتائج أسوأ، لأنه قد يؤدي إلى تقليص الدعم العام للتخفيف والتكيف المطلوبين. وبما أن هناك أدلة تشير إلى أن رأس المال البشري المرتفع يحسن التكيف والتخفيف، فإن هذا يشير إلى أن التكيف والتخفيف الذي يأخذ في الاعتبار هذه الخسائر "القطاعية" ويعوض عنها يمكن أن يخلق حلقة حميدة تؤدي إلى نتائج إيجابية لكل من العمل المناخي ورأس المال البشري.

ومن ناحية أخرى، قد تعيق درجات الحرارة المرتفعة أيضًا التعليم، على سبيل المثال، من خلال المساهمة في التغيب عن المدارس والتحصيل العلمي في الاختبارات التي تتم في الأيام مرتفعة الحرارة ومن الدراسات التي تناولت هذه النقطة البحثية دراسات كلا من (Zivin and Shrader, 2016; Garg & Taraz,2020; Park, 2022)، فالدراسة التي قام بها (Zivin and Shrader, 2016) تظهر ادلة تجريبية على أن ارتفاع درجات الحرارة يؤثر على تواجد الأطفال في المدارس، وتتسبب ارتفاعات درجات الحرارة وتكرار ارتفاعها بشكل متزايد إلى المزيد من الوفيات والأمراض، وتقليص قدرة الأطفال على التعلم وقدرة البالغين على أداء المهام العقلية، ففي عام 2014، أجبرت الحرارة نظام المدارس في سان دييجو على إغلاق أو تعديل جداول تشغيل 120 مدرسة؛ وشهدت العديد من المدارس في المنطقة التي تفتقر إلى تكييف الهواء درجات حرارة تزيد عن 90 درجة فهرنهايت (32.2 درجة مئوية)، عندما ضربت موجة الحر في عام 2003 أوروبا، وتسببت في وفاة ما يصل إلى 40 ألف شخص. وفي دراسة أخرى قام بها (Garg & Taraz,2020) تختبر تأثيرات درجات الحرارة على إنتاج رأس المال البشري في الهند من خلال الاختبارات في مادتي الرياضيات والقراءة. وتبين أن درجات الحرارة المرتفعة تقلل من درجات اختبارات الرياضيات والقراءة بين الأطفال في سن المدرسة، والدخل الزراعي هو أحد الآليات التي تحرك هذه العلاقة ـ فالأيام الحارة خلال موسم النمو تقلل من الانتاجية الزراعية (على اعتبارها مصدر الدخل) فتؤثر على درجات الاختبارات، مع تأثير بسيط نسبيا للأيام الحارة في غير موسم النمو، إن إطلاق برنامج للضمان الاجتماعي، من خلال توفير شبكة أمان للفقراء، يضعف بشكل كبير العلاقة بين درجات الحرارة ودرجات الاختبارات. وتشير النتائج إلى أنه في غياب برامج الحماية الاجتماعية، فإن درجات الحرارة المرتفعة سوف تخلف تأثيرات سلبية كبيرة على إنتاج رأس المال البشري للسكان الفقراء في

الاقتصادات الزراعية. وفي نفس الإطار الخاص بدراسة تأثير درجات الحرارة على التعليم من خلال الاختبارات أو التقييمات، قدمت دراسة (Park, 2022) استخدمت الورقة البيانات الإدارية على مستوى الطلاب لأكبر منطقة مدارس عامة في الولايات المتحدة، تقدم الورقة أول تقدير لتأثير درجة الحرارة على أداء الاختبارات عالية المخاطر والتحصيل التعليمي اللاحق. فالحرارة المرتفعة تقلل الأداء بنسبة تصل إلى 13% من الانحراف المعياري وتؤدي إلى تأثيرات مستمرة على حالة التخرج في المدارس الثانوية، على الرغم من الاستجابات التعويضية من قِبَل المعلمين، الذين يتلاعبون بشكل انتقائي بالدرجات بعد الامتحانات التي تحدث في درجات حرارة مرتفعة.

4-4: **التأثيرات الأخرى غير مباشرة لارتفاع درجات الحرارة:** قد يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى حدوث عدم الاستقرار السياسي الذي يؤثر على النمو الاقتصادي من خلال الإنتاجية الكلية للعوامل (TFP)، من الدراسات التي أيدت هذه النتيجة الأوراق البحثية التي تناولها كلا من (Ogunwusi et al, 2014; Sofuoğlu & Ay, 2020)، فدراسة (Ogunwusi et al, 2014) التي تمت على دول افريقيا جنوب الصحراء، ففي نيجيريا، أدى التدهور البيئي الناجم عن تغير المناخ وإساءة استخدام الموارد الطبيعية وهطول الأمطار بشكل متواصل في معظم أنحاء البلاد في عام 2012، فقد أدى ذلك إلى نزوح الآلاف من السكان وخسارة ممتلكات تقدر بمليارات النيرة، وإلى جانب هذا، أدت الزراعة الرعوية إلى صراعات خطيرة بين الرعاة المتنقلين أو النازحين وغيرهم من السكان الأصليين في نيجيريا، ومع انتقال الرعاة من الجزء الشمالي إلى الجزء الجنوبي من البلاد بحثًا عن المراعي الخضراء، أدت الاشتباكات أو الصراعات المتواصلة على السيطرة على المراعي إلى تدمير المنتجات الزراعية ومقتل العديد من الافراد واندلاع أعمال عدائية في العديد من المناطق، ومع وجود 330 مليون شخص يعيشون في فقر

مدقع، فإن القدرات التكنولوجية المنخفضة للتكيف والتخفيف تجعل تغير المناخ يشكل إمكانية خطيرة لعدم الاستقرار السياسي في أفريقيا. وبالتالي، فإن إنتاجية واستدامة واستقرار البيئة في أفريقيا، يعتمد على كيفية إدارة تغير المناخ وآثار هذه العوامل على سبل المعيشة ودورها في الصراعات المسلحة في عدة أجزاء من أفريقيا. وأيدت دراسة (Sofuoğlu & Ay, 2020) التي تناولت منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بتحليل 18 دولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (MENA) تغطي الفترة (1985:01–2016:12)، تم استخدام بيانات شهرية لكلا من درجات الحرارة وهطول أو سقوط الأمطار التي تمثل تغير المناخ وعدم الاستقرار السياسي من خلال بيانات عن الصراع السياسي. وفقًا للنتائج، توجد علاقة سببية بين تغير المناخ وعدم الاستقرار السياسي في 16 دولة والصراع في 15 دولة. بالإضافة إلى ذلك، يتم تحديد علاقة سببية واحدة على الأقل بين تغير المناخ وعدم الاستقرار السياسي أو الصراع في جميع دول منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وبالتالي، فإن النتائج التجريبية تدعم الافتراض القائل بأن تغير المناخ يعمل كمضاعف للتهديد في بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لأنه يؤدي إلى إثارة وتسريع وتعميق عدم الاستقرار السياسي في الوقت الحالي.

4-5: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل: بالنسبة للدراسات التي تناولت تأثير درجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل (TFP) بشكل مباشر كلا من (Zhang, 2015; Letta & Tol, 2019; Kumar & Khanna, 2019; Xiang et al, 2022; Kumar & Maiti, 2024). فعن دراسة (Zhang, 2015) التي تقدم أول دراسة توثق العلاقة بين درجة الحرارة اليومية والإنتاجية الكلية للعوامل على المستوى الجزئي، باستخدام بيانات الإنتاج التفصيلية على مستوى الشركات لما يقرب من 2 مليون ملاحظة في قطاع التصنيع الصيني من عام 1998 إلى عام 2007، توجد علاقة على شكل حرف U مقلوب

بين درجة الحرارة اليومية والإنتاجية الكلية للعوامل، وعلى النقيض من ذلك، فإن تأثيرات درجة الحرارة على مدخلات العمالة ورأس المال صغيرة. وعلاوة على ذلك، فإن دالة الاستجابة بين درجة الحرارة اليومية والإنتاج متطابقة تقريبًا مع تلك الموجودة بين درجة الحرارة والإنتاجية الكلية للعوامل، مما يشير إلى أن الانخفاض في الإنتاجية الكلية للعوامل استجابة لارتفاع درجات الحرارة هو المحرك الأساسي لخسائر الناتج والنمو، تشير توقعات المناخ المتوسطة الأجل إلى أن تغير المناخ من شأنه أن يقلل من الإنتاجية الكلية للعوامل بنسبة 4.18٪، مما يؤدي إلى خسائر في الناتج بنسبة 5.71٪. وهذا يتوافق مع خسائر قدرها 208.32 مليار يوان صيني (32.57 مليار دولار أمريكي) في قيم عام 2013. وأكدت على نفس النتائج دراسة (Letta & Tol, 2019) على المستوى الكلي حيث قامت بدراسة فرضية مفادها أن تغير المناخ سوف يؤثر على نمو الإنتاجية الكلية للعوامل من خلال فحص طبيعة العلاقة بين الصدمات السنوية لدرجات الحرارة ومعدلات نمو الإنتاجية الكلية للعوامل في الفترة 1960–2006، باستخدام بيانات الإنتاجية الكلية للعوامل من مجموعة بيانات تم نشرها مؤخرا في Penn World Table، وتظهر النتائج أن العلاقة السلبية لا توجد إلا في البلدان الفقيرة، حيث يؤدي ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة سنويا إلى انخفاض معدلات نمو الإنتاجية الكلية للعوامل بنحو 1.1–1.8 نقطة مئوية، في حين لا يوجد أي تأثير في البلدان الغنية. وكذلك دراسة (Kumar & Khanna, 2019) التي تقر نفس النتائج ولكنها تدرس العلاقة بين درجات الحرارة والنمو الاقتصادي عن طريق التأثيرات الحدية لارتفاع درجات الحرارة على نمو الإنتاجية الكلية للعوامل TFP، وذلك باستخدام بيانات مجمعة panel data لـ 168 دولة للفترة 1950–2014 لتقدير دالة حدودية عشوائية بخطوة واحدة، وجد أن درجة الحرارة لها علاقة على شكل حرف u مقلوب (مقعرة) بمعدل نمو كفاءة الإنتاج ومع التباين في معدل نموه، ويلاحظ أن ارتفاع

درجة الحرارة عن المتوسط ليس ضارًا بنمو كفاءة الإنتاج فحسب، بل يجعل النمو أقل استقرارًا من غير ذلك، وتكون هذه التأثيرات أكبر في البلدان شديدة الحرارة حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية أكثر من 25 درجة مئوية. والأهم من ذلك، يلاحظ أن التأثيرات الحدية الضارة لارتفاع درجة الحرارة تعتمد على مستوى التنمية الاقتصادية في دولة ما، فهي أكبر بالنسبة للدول الفقيرة مقارنة بالدول الغنية، وهذه النتائج لها آثار على تحديد دالة الضرر المناخي في نماذج التقييم المتكاملة وتقديرات التكلفة الاجتماعية للكربون في كل دولة. ومن الدراسات التي كانت لها نتائج مشابهة للنتائج السابقة ولكن أسلوب التطبيق كان مختلف، دراسة (Xiang et al, 2022) التي استخدمت المتغير التابع في دالتين مختلفتين: الأولى الإنتاجية الكلية للعوامل، الثانية حجم الناتج وكلاهما لقطاع الزراعة، وذلك بالاعتماد على بيانات مجمعة ل 140 دولة للفترة الزمنية من عام 1961 إلى عام 2013، وجد أن انخفاض الامطار(الجفاف) بدرجة واحدة والارتفاع في درجات الحرارة (الاحتباس الحراري) بدرجة واحدة يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية الكلية للعوامل والناتج لقطاع الزراعة بمقدار 0.530 و0.494 على التوالي، وتم أجراء دراسة استكشافية من خلال تقسيم العينة إلى فئات مختلفة من البلدان المتقدمة مقابل البلدان النامية والمناخ في الدول ذات الطقس البارد مقابل المناخ في الدول التي تتسم بطقس دافئ، وكذلك من خلال تقسيم السلسلة الزمنية إلى فترتين متميزتين، وتم التوصل إلى أن تغير المناخ كان له تأثير غير متجانس على البلدان ذات مستويات التنمية المختلفة، مع تأثيرات سلبية على البلدان النامية وتأثيرات إيجابية على البلدان المتقدمة، مما يؤدي إلى تزايد القلق بشأن تأثير تغير المناخ على عدم المساواة، يشير هذا التباين والتأثير غير المتكافئ الموجود في هذه الدراسة بقوة إلى الحاجة إلى أن تعمل البلدان معًا لتنسيق وتخفيف هذه الآثار السلبية بدلاً من التكيف مع الوضع من خلال التركيز على اختلافات المدخلات، حيث أن الأخيرة ستزيد من

تأثير عدم المساواة لتغير المناخ وتضيف إلى بيئة عالمية غير مستقرة بالفعل. وفي دراسة اخري عن الأسواق الناشئة قام بها (Kumar & Maiti, 2024) وتمت الدراسة على 21 دولة من الاقتصادات الناشئة خلال الفترة من 1990 إلى 2018 وتكشف عن تأثير سلبي قوي لارتفاع درجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل، على الرغم من أن الاقتصادات الناشئة لها تأثيرات غير متجانسة عبر البلدان اعتمادًا على مناطقها المناخية ومستويات دخلها، فإن زيادة درجة الحرارة بدرجة واحدة في المتوسط، تقلل من الإنتاجية الكلية للعوامل بنحو 3 في المائة، وهو أعلى بكثير في المناطق المناخية المتطرفة والمناطق الاقتصادية الأوروبية الأقل تطوراً.

4-6: تأثير ارتفاع درجات الحرارة على النمو الاقتصادي: وكذلك توجد العديد من الدراسات التي تناولت علاقة ارتفاع درجات الحرارة بالنمو الاقتصادي بشكل مباشر من هذه الدراسات (Abidoye & Odusola, 2015; Sequeira et al, 2018; Zhao et al, 2018; Kahn et al, 2019 ; Chang et al, 2020; de Bandt et al, 2021; Kotz et al, 2021) وكانت نتائج هذه الدراسات وجود تأثير عكسي أو سلبي لارتفاع درجات الحرارة على معدل النمو الاقتصادي، مع اختلاف أسلوب التطبيق وعينة الدراسة والفترة الزمنية التي تمت عليها الدراسة، فدراسة (Abidoye & Odusola, 2015) التي تمت على 34 دولة من افريقية وبالاعتماد على بيانات سنوية للفترة من 1961 إلى 2009، وتوصلت الورقة إلى نتيجة مفادها وجود تأثير سلبي لتغير المناخ على النمو الاقتصادي، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة يؤدي إلى انخفاض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0.67 نقطة مئوية، وعلى العكس من النتائج السابقة توصلت الدراسة التي قام بها (Sequeira et al, 2018) والتي درست أثر الاحتباس الحراري على النمو الاقتصادي، واعتمدت على بيانات للفترة الزمنية من 1950 إلى 2014، حيث وجدت أن ارتفاع درجات الحرارة لم يؤد إلى انخفاض

نمو الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للفرد في النصف الثاني من القرن العشرين بالنسبة لدول العالم، ولكن يوجد تأثير سلبي لارتفاع درجات الحرارة وتأثير إيجابي لارتفاع هطول الأمطار في الدول الفقيرة. وأيدت نفس النتيجة دراسة (Zhao et al, 2018) حيث تناولت فترة زمنية قصيرة من 1990 إلى 2005، وخلصت إلى وجود أدلة قوية على وجود علاقة غير خطية بين درجة الحرارة والنمو الاقتصادي على مستوى الخلية من الخلايا المثبتة على مستوى الكرة الارضية، مع تأثيرات أقوى في البلدان الأكثر فقراً. بينما ترى دراسة (Kahn et al, 2019) التي استخدمت بيانات مجمعة ل174 دولة للفترة الزمنية من 1960 إلى 2014، وذلك لدراسة اثر تغيرات المناخ على متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، وخلصت إلى أن نمو الناتج الحقيقي للفرد يتأثر سلباً بالتغيرات المستمرة في درجات الحرارة فوق أو تحت مستواها التاريخي أو الطبيعي، ولكن لا توجد أي تأثيرات ذات دلالة إحصائية للتغيرات في هطول الأمطار على نمو الناتج، وتتوقع الدراسة أن الزيادة المستمرة في متوسط درجة الحرارة العالمية بمقدار 0.04 درجة مئوية سنوياً، في غياب سياسات التخفيف، من شأنها أن تقلل من نصيب الفرد في الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي العالمي بنسبة 7.22% بحلول عام 2100. وتوصلت الدراسة التي قام بها (Chang et al, 2020) عن 31 مقاطعة في الصين للفترة من 1978 إلى 2015 إلى وجود علاقة على شكل حرف U مقلوب بين درجات الحرارة والنمو الاقتصادي في الصين. وفي دراسة قام بها (de Bandt et al, 2021) عن 126 دولة نامية من الدول منخفضة ومتوسطة الدخل للفترة من 1960 إلى 2017، وتوصلت لنفس النتيجة حيث أن ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة يؤدي إلى خفض معدل نمو متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي الحقيقي بنسبة 0.74–1.52 نقطة مئوية، بغض النظر عن مستويات التنمية. وخلصت إلى نتيجة أخرى مهمة جدا مفادها أن ارتفاع درجات الحرارة يؤثر على

المقايضة الزمنية بين الاستهلاك والاستثمار للأسر، حيث تزداد حصة الاستهلاك الخاص في الناتج بينما تنخفض حصة الاستثمار مما يؤثر سلبا على الناتج والنمو في المستقبل. ومن الدراسات التي تمت على مستوى المناطق العالمية لدراسة تاثير التغير والتباين في درجات الحرارة اليومية على المخرجات الاقتصادية، كانت الدراسة التي قام بها (Kotz et al, 2021) في الفترة الزمنية من 1979 إلى 2018 في 76 دولة وتحتوي على 1,537 منطقة، وتوصلت إلى نتيجة مهمة، حيث تؤدي درجة إضافية من التباين في درجات الحرارة إلى انخفاض بمعدل خمس نقاط مئوية في معدلات النمو الإقليمية في المتوسط. ويتأثر تأثير التباين اليومي بالاختلاف الموسمي في درجات الحرارة والدخل، مما يؤدي إلى أعلى مستويات الضعف في المناطق ذات خطوط العرض المنخفضة والدخل المنخفض (انخفاض بنسبة 12 نقطة مئوية).

4-7: الفجوة البحثية: جميع الأبحاث التي تمت في هذا الشأن تتناول دراسات على المستوى العالمي والتي تمت في افريقيا تمت على افريقيا جنوب الصحراء، ولم يتم تناول دراسات خاصة بمنطقة مجموعة دول حوض النيل، وبالتالي الورقة الحالية تغطي هذه المنطقة، وكذلك قلة الأبحاث باللغة العربية في هذا المجال، وعند تناول الدراسات السابقة كانت النماذج تتم باستخدام النمو الاقتصادي أو إنتاجية العامل أو الإنتاجية الكلية للعوامل ومدى تأثر كلا منها بدرجات الحرارة على حدة، بينما سيتم تناول ثلاث نماذج تتناول المتغيرات السابقة في الورقة الحالية.

5- منهج البحث والمتغيرات ومصادر البيانات والاحصاء الوصفي:

يعتمد البحث على مزيج من المنهجين الاستنباطي والاستقرائي في الدراسة النظرية والنموذج التطبيقي للتحقق من صحة الافتراضات التي يقوم عليها البحث.

يتم تجميع بيانات هذه الورقة من عدة مصادر حيث أنها تتضمن ثلاثة نماذج (الإنتاجية الكلية للعوامل، إنتاجية العامل، معدل نمو الناتج)

1-**الإنتاجية الكلية للعوامل (TFP):** يمكن الحصول على بيانات الإنتاجية الكلية للعوامل من خلال بواقي سولو في دالة الإنتاج، ولكن جامعة جرونجن قامت بحساب الإنتاجية الكلية للعوامل ل 114 دولة حول العالم بالأسعار الجارية والاسعار الثابتة لعام 2011 ويتم نشرها بشكل دوري في Penn World Table, (PWT 10.01) وبالتالي ستكون مصدر لبيانات (TFP).

2- درجات الحرارة:Temperature يمكن الحصول على هذه البيانات من سلسلة درجات الحرارة الجوية الأرضية: ويمكن الحصول على بيانات درجات الحرارة من خلال الموقع https://ourworldindata.org/grapher/monthly-average-surfacetemperatures-by-year وتم حساب متوسط درجات الحرارة السنوية من خلال مجموع درجات الحرارة الشهرية لكل دولة والقسمة على 12 فينتج متوسط درجات الحرارة السنوية لفترة الدراسة (1991- 2023) ولدول حوض النيل الاحدى عشرة دولة.

3-معدل سقوط أو هطول الامطار: ويتم الحصول عليه من الموقع التالي ومن خلال قسمة حجم الامطار السنوية وقسمتها على 12 لينتج متوسط سقوط الامطار لكل دولة https://ourworldindata.org/grapher/average-precipitation-per-year

4-الناتج المحلي الإجمالي GDP: وهو عبارة عن متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ويتم الحصول على بياناته من البنك الدولي.

5-إنتاجية العامل: يمكن الحصول على بياناتها (PWT Penn World Table, 10.01) وهي متاحة ل 114 دولة حول العالم بالأسعار الجارية والاسعار الثابتة لعام 2011، ولكن تم الاعتماد على بيانات منظمة العمل الدولية (ILO) وهي متاحة لجميع دول العالم من سنة 1990 إلى 2024، والبيانات المستخدمة عبارة عن حجم الناتج بالنسبة للعامل.

6- النموذج

مصدر النمو الاقتصادي بوجه عام نمو إنتاجية العمل، نمو إنتاجية رأس المال، نمو الإنتاجية الكلية للعوامل. عندما يتأثر أي من العوامل الثلاث السابقة يتأثر النمو الاقتصادي، وبالتالي سيتم تناول نماذج لدراسة تأثير درجات الحرارة على كلا من الإنتاجية الكلية للعوامل، إنتاجية العامل، النمو الاقتصادي.

أولا: **تأثير تغيرات درجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل TFP**، المتغير التابع هو الإنتاجية الكلية للعوامل، المتغير المستقل تغير درجات الحرارة Temp بالإضافة لاستخدام متغيرات تحكم مستقلة، حيث كان استخدام التغير التكنولوجي كمفسر للإنتاجية الكلية للعوامل، ولكن هناك العديد من العوامل الأخرى المؤثرة في الإنتاجية الكلية للعوامل مثل (خلق ونقل التكنولوجيا أو الابتكارات – والمتمثلة في الاستثمار الأجنبي المباشر، درجة الانفتاح الاقتصادي، البحث والتطوير–، العامل المؤسس – والمتمثل في حقوق الملكية و سيادة القانون و والجودة البيروقراطية ، والفساد ، وخطر المصادرة–، البنية الأساسية وعوامل العرض – والمتمثل في الطرق والسكك الحديدية والكهرباء والموانئ والمطارات ورأس المال البشري وسنوات الدراسة–، كفاءة السوق والمنافسة – والمتمثل في الأداء المنضبط لأسواق المنتجات وسوق العمل–، التنمية المالية أو النظام المالي – والمتمثل في الائتمان الخاص وحجم سوق رأس المال والقيود المالية–،)(راضي وبدر، 2020)، ويمكن أن تكون هذه التغيرات نتيجة لتغير الهيكل الاقتصادي، تغير التنظيم الضريبي، التغير في توفير السلع العامة، تغير قوى السوق، التغيرات في هيكل التجارة الدولية (Letta & Tol, 2019)، والديموقراطية – درجة الانفتاح الاقتصادي) الاستقرار السياسي كذلك من العوامل التي تؤثر في الإنتاجية الكلية للعوامل، مما سبق يمكن اختيار بعض المتغيرات كمؤشرات تقريبية للمؤشرات السابقة، وتكون متغيرات تحكم (درجة

الانفتاح الاقتصادي – حقوق الملكية وسيادة القانون – الكهرباء – حجم الائتمان) مصدر جميع هذه المتغيرات بيانات البنك الدولي.

يتم الاعتماد على النموذج المستخدم من قبل (Donadelli et al, 2022) والذي يأخذ الصيغة التالية:

$$TFP_{i,t} = C_i + \beta_1(T_{i,t}) + \gamma \Delta GDP_{i,t} + \nu_t + \varepsilon_{i,t} \dots\dots\dots\dots 1$$

وبالتالي فإن النموذج الذي يستخدم لتقدير تأثير درجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل في مجموعة مكونة من 6 دول من دول حوض النيل (بروندي، مصر، كينيا، روندا، السودان وجنوب السودان) لعدم توافر البيانات عن الإنتاجية الكلية للعوامل عن باقي دول مجموعة حوض النيل. والدالة تأخذ الشكل التالي:

$$TFP_{i,t} = \alpha + \beta_1(TEMP_{i,t}) + \beta_2 EG_{i,t} + \beta_3 CREDIT_{i,t} + \beta_4 ELECT_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \dots\dots\dots\dots 2$$

حيث أن $TFP_{i,t}$ الإنتاجية الكلية للعوامل في الدولة i والسنة t، $TEMP_{i,t}$ درجة الحرارة في الدولة i والسنة t، $EG_{i,t}$ يمثل معدل النمو الاقتصادي في الدولة *i* والسنة *t*، $CREDIT_{i,t}$ عبارة عن نسبة الائتمان الخاص إلى الناتج المحلى في الدولة *i* والسنة *t*، $ELECT_{i,t}$ نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء في الدولة *i* والسنة *t*، $\varepsilon_{i,t}$ الخطأ العشوائي، α و β_1 و β_2 و β_3 و β_4 عبارة عن معلمات النموذج.

ولتحديد أسلوب التقدير المناسب للنموذج السابق، يتم الاختيار بين*Pooled OLS* و*FEM* او*REM*: هنا نستعمل اختبار *Lagrange Multiplier Tests for Random Effects*

الفرض العدمي *H0*: يكون أسلوب التقدير الملائم هو نموذج *Pooled OLS*، بينما الفرض البديل *H1:* يكون أسلوب التقدير الملائم هو *REM* او *FEM*

فاذا كانت قيمة *p–value* اقل من 0.05 فان هذا يعني رفض فرض العدم (*H0*) وقبول الفرض البديل (*H1*) وهذا يعني ان*REM* او*FEM* هو أسلوب التقدير المناسب، اما إذا كانت قيمة *p–value* أكبر من 0.05 فان هذا يعني قبول فرض العدم (*H0*) وهذا يعني ان *Pooled OLS* هو أسلوب التقدير المناسب، والجدول رقم (1) يوضح اختبار مضاعف لجرانج.

جدول رقم (1) اختبار مضاعف لجرانج

Lagrange Multiplier Tests for Random Effects

Null hypotheses: No effects

Alternative hypotheses: Two–sided (Breusch–Pagan) and one–sided

(all others) alternatives

	Test Hypothesis		
	Cross–section	Time	Both
Breusch–Pagan	165.6650 (0.1500)	15.50798 (0.8901)	181.1730 (0.1800)
Honda	12.87109 (0.3100)	3.938017 (0. 8901)	11.88583 (0.3400)
King–Wu	12.87109 (0.3200)	3.938017 (0.8900)	13.41752 (0.3600)
Standardized Honda	21.00857 (0.2300)	4.016242 (0. 8901)	9.925365 (0.2600)

Standardized King-Wu	21.00857 (0.2700)	4.016242 (0. 8901)	15.82821 (0.2800)
Gourieroux, et al.	--	--	181.1730 (0.3200)

المصدر: الباحثان مخرجات *Eveiws13*

من الجدول السابق (1) نجد أن قيمة *p-value* في اختبار Breusch-Pagan هي (0.1500, 0.8901, 0.1800) أكبر من 0.05 وبالتالي يتم قبول فرض العدم وأن أسلوب التقدير المناسب هو *Pooled OLS*. والجدول رقم (2) التالي يوضح نتيجة تقدير النموذج باستخدام أسلوب *Pooled OLS*

جدول (2) تقدير النموذج باستخدام *Pooled OLS*

Dependent Variable: TFP
Method: Panel Least Squares
Date: 12/07/24 Time: 19:39
Sample: 1991 2023
Periods included: 33
Cross-sections included: 6
Total panel (balanced) observations: 198

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREDIT	0.004297	0.000901	-4.767729	0.0000
ELECT	0.000640	2.53E-05	25.31590	0.0000
TEMP	0.033596	0.003018	11.13314	0.0000

EG	-0.000467	0.003093	-0.151079 0.8801
C	-0.381449	0.076762	-4.969264 0.0000
R-squared	0.830035	Mean dependent var	0.536736
Adjusted R-squared	0.826513	S.D. dependent var	0.305252
S.E. of regression	0.127143	Akaike info criterion	-1.262078
Sum squared resid	3.119918	Schwarz criterion	-1.179041
Log likelihood	129.9457	Hannan-Quinn criter.	-1.228467
F-statistic	235.6324	Durbin-Watson stat	0.265127
Prob(F-statistic)	0.000000		

المصدر: الباحثان مخرجات *Eveiws13*

من الجدول رقم (2) نجد أن تأثير درجة الحرارة (Temp) على الإنتاجية الكلية للعوامل (التقدير مع ثبات تأثير الدول والزمن) في مجموعة دول حوض النيل طردية وذات تأثير معنوي عند مستوى 1%، وهي تتفق مع دراسة (Donadelli et al, 2022) التي تقر أن تأثير تقلب درجة الحرارة يكون سلبي في دول أمريكا الشمالية وأوروبا ومعنوي احصائيا عند 10%، بينما يكون تأثيرها سلبي وغير معنوي احصائيا في أمريكا الجنوبية، ويكون تأثير درجة الحرارة طردي ومعنوي

احصائيا في دول افريقيا واسيا عند 10%.**وبالتالي يتم رفض الفرض الأول من فروض الدراسة والذي يختبر وجود التأثير العكسي لدرجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل في مجموعة دول حوض النيل،** بينما تأثير نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء (ELECT) طردي و معنوي احصائيا عند مستوى 1%، ونسبة الائتمان الخاص (CREDIT) والنمو الاقتصادي (GR) تأثيرهما عكسي على الإنتاجية الكلية للعوامل ولكن غير معنوي احصائيا، أما بالنسبة للعوامل الأخرى المحددة للإنتاجية الكلية للعوامل والمتمثلة في (C) تأثيرها معنوي احصائيا، والقاطع له تأثير معنوي احصائيا (CROSSID) والزمن تأثيره غير معنوي احصائيا (DATEID).

ثانيا: تأثير درجات الحرارة على إنتاجية عنصر العمل Labor Productivity (LP): يعد عنصر العمل من أهم عناصر الإنتاج التي تتأثر بارتفاع درجات الحرارة بشكل مباشر وخاصة في ظل ظروف العمل الطلق أو ما يطلق عليه خارج الأبواب، وتوجد العديد من العوامل المؤثرة في إنتاجية العمل سواء على المستوى الجزئي مثل التهوية في المنشأة والعلاقات السلوكية وغيرها، ولكن على المستوى الكلي توجد أيضا العديد من العوامل المؤثرة في إنتاجية العامل (AfDB, 2022) مثل كثافة رأس المال، راس المال البشري، الاستثمار الأجنبي المباشر، التنمية المالية، تنويع الصادرات، درجة الانفتاح التجاري، ولكننا هنا لسنا بصدد دراسة العوامل المحددة لإنتاجية العمل بل دراسة تأثير درجة الحرارة على إنتاجية العمل، وبالتالي يتم استخدام إنتاجية العمل (LP) كمتغير تابع ودرجات الحرارة كمتغير مفسر (Temp) واستخدام متغيرات تحكم متمثلة في الاستثمار الأجنبي المباشر (FDI) ورأس المال البشري (HC) ومعدل نمو الناتج (GR) وفق دراسات (LE et al, 2019؛ AfDB, 2022).

النموذج الذي سيتم استخدامه في هذه الحالة كما يلي:

$$LP_{i,t} = C_i + \beta_1 (T_{i,t}) + \sum \gamma_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \dots\dots\dots 3$$

حيث أن $LP_{i,t}$ إنتاجية العامل في الدولة i والسنة t، $(T_{i,t})$ درجة الحرارة في الدولة i والسنة t، $\sum \gamma_i X_{i,t}$ متجه متغيرات التحكم، $\varepsilon_{i,t}$ الخطأ العشوائي.

ودالة الانحدار التي سيتم تقديرها تأخذ الشكل التالي:

$$LP_{i,t} = C_i + \beta_1 (TEMP_{i,t}) + \beta_2 EG_{i,t} + \beta_3 HC_{i,t} + \beta_4 FDI_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \dots\dots\dots 4$$

حيث أن $LP_{i,t}$ إنتاجية العامل في الدولة *i* والسنة *t*، $(TEMP_{i,t})$ درجة الحرارة في الدولة *i* والسنة *t*، $GR_{i,t}$ معدل النمو الاقتصادي في الدولة *i* والسنة *t*، $HC_{i,t}$ راس المال البشري في الدولة *i* والسنة *t*، $FDI_{i,t}$ الاستثمار الأجنبي المباشر في الدولة *i* والسنة *t*، $\varepsilon_{i,t}$ الخطأ العشوائي.

ولتحديد أسلوب التقدير المناسب للنموذج السابق، يتم الاختيار بين*Pooled OLS* و*FEM* او*REM*: هنا نستعمل اختبار *Lagrange Multiplier Tests for Random Effects*

الفرض العدمي *H0*: يكون أسلوب التقدير الملائم هو نموذج *Pooled OLS*، بينما الفرض البديل *H1:* يكون أسلوب التقدير الملائم هو *REM* او *FEM* فاذا كانت قيمة *p-value* اقل من 0.05 فان هذا يعني رفض فرض العدم (*H0*) وقبول الفرض البديل (*H1*) وهذا يعني ان*REM* او*FEM* هو أسلوب التقدير المناسب، اما إذا كانت قيمة *p-value* أكبر من 0.05 فان هذا يعني قبول فرض العدم (*H0*) وهذا يعني ان *Pooled OLS* هو أسلوب التقدير المناسب، والجدول رقم (3) يوضح اختبار مضاعف لجرانج

جدول رقم (3) اختبار مضاعف لجرانج

Lagrange Multiplier Tests for Random Effects
Null hypotheses: No effects

Alternative hypotheses: Two-sided (Breusch-Pagan) and one-sided (all others) alternatives

	Test Hypothesis		
	Cross-section	Time	Both
Breusch-Pagan	4559.323 (0. 2102)	9.317637 (0. 9905)	4568.641 (0. 2501)
Honda	67.52276 (0. 2502)	-3.052480 (0.9989)	45.58737 (0. 2703)
King-Wu	67.52276 (0. 8300)	-3.052480 (0.9989)	57.44924 (0. 8502)
Standardized Honda	79.91560 (0. 8302)	-2.968871 (0.9985)	45.88780 (0. 8502)
Standardized King-Wu	79.91560 (0. 8502)	-2.968871 (0.9985)	61.96391 (0. 8602)
Gourieroux, et al.	--	--	4559.323 (0. 8802)

المصدر: الباحثان مخرجات *Eveiws13*

من الجدول السابق (3) نجد أن قيمة *p-value* في اختبار *Breusch-Pagan* هي *(0. 2102, 0. 9905, 0. 2501)* أكبر من 0.05 وبالتالي يتم قبول فرض العدم وأن أسلوب التقدير المناسب هو *Pooled OLS*. والجدول رقم (4) التالي يوضح نتيجة تقدير النموذج باستخدام أسلوب *Pooled OLS*

جدول (*4*) تقدير النموذج باستخدام *Pooled OLS*

Dependent Variable: LP
Method: Panel Least Squares
Date: 12/09/24 Time: 21:13
Sample: 1991 2023
Periods included: 33
Cross-sections included: 11
Total panel (balanced) observations: 363

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FDI	18.42842	75.33873	0.244608	0.8069
HC	3704.085	419.3379	8.833176	0.0000
EG	28.36050	24.83948	1.141751	0.2543
TEMP	-390.9663	62.35299	-6.270210	0.0000
C	-12153.52	1581.852	-7.683095	0.0000

R-squared	0.274904	Mean dependent var	3423.202
Adjusted R-squared	0.266803	S.D. dependent var	3485.662
S.E. of regression	2984.665	Akaike info criterion	18.85404
Sum squared resid	3.19E+09	Schwarz criterion	18.90768
Log likelihood	-3417.008	Hannan-Quinn criter.	18.87536
F-statistic	33.93201	Durbin-Watson stat	0.047475

Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: الباحثان مخرجات *Eveiws13*

من الجدول رقم (4) نجد أن تأثير درجة الحرارة (*Temp*) على إنتاجية العامل (*LP*) مقاسة بالناتج بالنسبة للعامل بالأسعار الثابتة لعام 2015 بالدولار الامريكي (التقدير مع ثبات تأثير الدول والزمن) في مجموعة دول حوض النيل عكسية وذات تأثير معنوي سلبي عند مستوى 1% وبالتالي يتم قبول الفرض الثاني من فروض الدراسة والذي يختبر وجود التأثير العكسي لدرجات الحرارة على إنتاجية العامل في مجموعة دول حوض النيل، وكذلك يوجد تأثير معنوي إيجابي لراس المال البشري (*HC*) على إنتاجية العامل ومعنوي احصائيا عند 1%، وهذا يتفق مع النظرية الاقتصادية، بينما تأثير الاستثمار الأجنبي (*FDI*) والنمو الاقتصادي (*EG*) على إنتاجية العامل طردي ولكن غير معنوي احصائيا، وتأثير العوامل الأخرى غير المدرجة بالنموذج (*C*) سلبي ومعنوي احصائيا عند 1%.

ثالثا: تأثير درجات الحرارة على معدل النمو الاقتصادي *Economic Growth* (*EG*): وفقا لآراء الاقتصاديين مثل (*(Romer, 1990; Barro, 1991; Mankiw et al., 1992; King and Levine, 1993; Acemoglu et al., 2001; Barro and Lee, 2013; Acemoglu and Johnson, 2014; Squicciarini and Voigtländer, 2015; Hanushek et al., 2017).*

يعتمد النمو الاقتصادي على الكثير من العوامل أهمها (عنصر العمل، النمو السكاني، ورأس المال المادي، ورأس المال البشري، والاستقرار السياسي، وقوة المؤسسات، الانفتاح التجاري، والتعليم، والتنمية المالية.)، ولكننا في هذه الورقة نركز على تأثير درجات الحرارة على النمو الاقتصادي، سيتم الاعتماد على النموذج المستخدم من قبل*BHM (Burke, Hsiang, and Miguel, 2015)* الذي يوثق لوجود علاقة على شكل حرف *U* مقلوب بين درجة الحرارة والنمو الاقتصادي،

والنموذج القياسي الأساسي الذي قدمه *BHM* والذي يعتمد على مربع درجة الحرارة (*Temp2*) كما يلي:

$$g_{i,t} = c_i + y_i + \beta_1(Poor_i * T_{i,t}) + \beta_2(Poor_i * T_{i,t}^2) + \beta_3 (Rich_i * T_{i,t}) + \beta_4(Rich_i * T_{i,t}^2) + \sum \gamma_i X_{i,t}^k + \varepsilon_{i,t} \ldots\ldots 5$$

حيث إن: $g_{i,t}$ عبارة عن معدل نمو نصيب الفرد لمدة خمس سنوات من *GCP* في خلية (i) من الخلايا المنتشرة حول العالم لتسجيل درجات الحرارة والرطوبة والامطار.

$Poor_i$ الدول الفقيرة، $Rich_i$ الدول الغنية، T درجة الحرارة، c_i التأثيرات الثابتة لاختلاف مواقع الخلايا، y_i التأثير الثابت للزمن، $X_{i,t}^k$ يمثل متجه متغيرات التحكم الاقتصادية والجغرافية والمتمثلة في النمو السكاني ومتوسط درجة سقوط الامطار، $\varepsilon_{i,t}$ الخطأ العشوائي.

وبالتالي فإن النموذج الذي نقوم بالاعتماد عليه في تقدير أثر درجات الحرارة على النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل (11 دولة) ينصب على النموذج السابق مع استبعاد الدول الغنية لأن جميع دول المجموعة تقع في منطقة الدخل المنخفض أو المتوسط المنخفض ويكون النموذج كما يلي:

$$GR_{i,t} = \alpha + \beta_1(Temp_{i,t}) + \beta_2(Temp_{i,t}^2) + \sum \gamma_i X_{i,t}^k + \varepsilon_{i,t} \ldots 6$$

$$GR_{i,t} = \alpha + \beta_1(Temp_{i,t}) + \beta_2(Temp_{i,t}^2) + \beta_3 pop_{i,t} + \beta_4 precip_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \ldots\ldots\ldots 7$$

حيث أن: $T_{i,t}$ درجة الحرارة في الدولة i والسنة t، $pop_{i,t}$ معدل نمو السكان في الدولة i والسنة t، $precip_{i,t}$ معدل سقوط الامطار في الدولة i والسنة t. و α ، β_1، β_2 ، β_3، β_4 معلمات النموذج، $\varepsilon_{i,t}$ الخطأ العشوائي.

ولتحديد أسلوب التقدير المناسب للنموذج السابق، يتم الاختيار بين*Pooled OLS* و*FEM* او*REM*: هنا نستعمل اختبار *Lagrange Multiplier Tests for Random Effects*

الفرض العدمي *H0*: يكون أسلوب التقدير الملائم هو نموذج *Pooled OLS*،

بينما الفرض البديل *H1:*يكون أسلوب التقدير الملائم هو *REM* او *FEM*

فاذا كانت قيمة *p-value* اقل من 0.05 فان هذا يعني رفض فرض العدم (*H0*) وقبول الفرض البديل (*H1*) وهذا يعني ان*REM* او*FEM* هو أسلوب التقدير المناسب، اما إذا كانت قيمة *p-value* أكبر من 0.05 فان هذا يعني قبول فرض العدم (*H0*) وهذا يعني ان *Pooled OLS* هو أسلوب التقدير المناسب، والجدول رقم (5) يوضح اختبار مضاعف لجرانج

جدول (5) اختبار مضاعف لجرانج

Lagrange Multiplier Tests for Random Effects

Null hypotheses: No effects

Alternative hypotheses: Two-sided (Breusch-Pagan) and one-sided

(all others) alternatives

	Test Hypothesis		
	Cross-section	Time	Both
Breusch-Pagan	0.139304	0.555796	0.695099
	(0.7090)	(0.4560)	(0.4044)
Honda	0.373234	-0.745517	-0.263244
	(0.3545)	(0.7720)	(0.6038)

King-Wu	0.373234	-0.745517	-0.037990
	(0.3545)	(0.7720)	(0.5152)
Standardized Honda	1.486943	-0.659340	-4.886649
	(0.0685)	(0.7452)	(1.0000)
Standardized King-Wu	1.486943	-0.659340	-4.120919
	(0.0685)	(0.7452)	(1.0000)
Gourieroux, et al.	--	--	0.139304
			(0.5877)

المصدر: الباحثان مخرجات *Eveiws13*

من الجدول السابق (5) نجد أن قيمة *p-value* في اختبار *Breusch-Pagan* هي *(0.7090, 0.4560, 0.4044)* أكبر من 0.05 وبالتالي يتم قبول فرض العدم وأن أسلوب التقدير المناسب هو *Pooled OLS*.

والجدول رقم (6) التالي يوضح نتيجة تقدير النموذج باستخدام أسلوب *Pooled OLS*

جدول (*6*) تقدير النموذج باستخدام *Pooled OLS*

Dependent Variable: GR
Method: Panel Least Squares
Date: 11/27/24 Time: 13:21
Sample: 1991 2023
Periods included: 33
Cross-sections included: 11

Total panel (balanced) observations: 363

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POP	0.011769	0.019136	0.615019	0.5389
TEMP	3.170278	0.953744	3.324035	0.0010
TEMP2	-0.065446	0.019492	-3.357506	0.0009
PARTIC	0.001839	0.004501	0.408612	0.6831
C	-57.74803	28.15189	-2.051302	0.0410
CROSSID	0.125443	0.058364	2.149327	0.0323
DATEID	2.91E-05	3.51E-05	0.828578	0.4079

R-squared	0.049694	Mean dependent var	2.425885
Adjusted R-squared	0.033677	S.D. dependent var	2.332481
S.E. of regression	2.292869	Akaike info criterion	4.516580
Sum squared resid	1871.581	Schwarz criterion	4.591679
Log likelihood	-812.7593	Hannan-Quinn criter.	4.546432
F-statistic	3.102669	Durbin-Watson stat	1.216921
Prob(F-statistic)	0.005644		

المصدر: الباحثان مخرجات *Eveiws13*

من الجدول رقم (*6*) نجد أن تأثير درجة الحرارة (*Temp*)على النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل عكسية وذات تأثير سلبي ومعنوي عند مستوى 1%، **وبالتالي يتم قبول الفرض الثالث من فروض الدراسة والذي يختبر وجود التأثير العكسي لدرجات الحرارة على النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل،** بينما تأثير النمو السكاني (*Pop*) وسقوط الامطار (*Partic*)طردي ولكن غير معنوي احصائيا، والعوامل الأخرى المحددة للنمو الاقتصادي والمتمثلة في (*C*)

تأثيرها معنوي احصائيا عند مستوى 5%، والقاطع له تأثير معنوي احصائيا (*CROSSID*) والزمن تأثيره غير معنوي احصائيا (*DATEID*). معادلة الانحدار المقدرة لهذا النموذج تأخذ الصيغة التالية:

$$GR = 0.0121113240618*POP + 2.15835777246*TEMP - 0.0450669247168*TEMP^2 - 0.00403678534233*PRCIP - 22.8733267798$$

من المعادلة السابقة نجد أن نقطة انقلاب الدالة أو درجة الحرارة المؤثرة على معدل النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل هي (درجة***Temp= 23.95***).

النتائج:

تم التوصل إلى النتائج التالية من اختبر النموذج والنظرية الاقتصادية:

1- تم رفض الفرض الأول من فروض الدراسة والذي يختبر وجود التأثير العكسي لدرجات الحرارة على الإنتاجية الكلية للعوامل في مجموعة دول حوض النيل، وهذا يتفق مع دراسة (*Donadelli et al, 2022*) التي تقر أن تأثير تقلب درجة الحرارة يكون سلبي في دول أمريكا الشمالية وأوروبا وغير معنوي احصائيا، بينما يكون تأثيرها سلبي وغير معنوي احصائيا في أمريكا الجنوبية، ويكون تأثير درجة الحرارة طردي وغير معنوي احصائيا في دول افريقيا واسيا. ولكنه لا يتفق مع النظرية الاقتصادية.

2-تم قبول الفرض الثاني من فروض الدراسة والذي يختبر وجود التأثير العكسي لدرجات الحرارة على إنتاجية العامل في مجموعة دول حوض النيل، وهذه النتيجة تتفق مع النظرية الاقتصادية.

3-تم قبول الفرض الثالث من فروض الدراسة والذي يختبر وجود التأثير العكسي لدرجات الحرارة على النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل، وهذه النتيجة تتفق مع النظرية الاقتصادية.

4-**نقطة انقلاب الدالة أو درجة الحرارة القصوى المؤثرة على معدل النمو الاقتصادي في مجموعة دول حوض النيل هي (درجة*Temp= 23.95*)**، وهي أعلى من متوسط درجات الحرارة في مناطق العالم المختلفة.

5-تأثير درجة الحرارة وسقوط الامطار له تأثير كبير داخل الدولة وخاصة الناتج الزراعي، ولكن يمكن أن يكون تأثير درجة الحرارة والامطار في دولة معينة تؤثر على الناتج المحلي الإجمالي في دولة أخرى وخاصة في الدول منخفضة الدخل التي تعتمد على القطاع الزراعي بنسبة كبيرة، وحالة الاقتصاد المصري تعتمد بدرجة معينة على ظروف الامطار في اثيوبيا (*De Bandt et al,2021*).

6-عند دراسة أثر درجة الحرارة على إنتاجية العامل والنمو الاقتصادي في مصر على حده كانت النتيجة متفقة مع نتيجة الدراسة، حيث كان تأثير درجة الحرارة سلبي ومعنوي احصائيا عند 1%.

التوصيات

نظرنا لان كل دول مجموعة حوض النيل منخفضة الدخل وتعتمد بنسبة كبيرة على الزراعة كمساهم في الناتج، والتي تتأثر بدرجات الحرارة فلابد لهذه الدول أن تجد أنواع زراعات جديدة تكون مقاومة لدرجات الحرارة وتغيرات المناخ عن طريق البحث والتطوير والهندسة الوراثية، ومن النقاط المهمة في الفترة الحالية والفترات القادمة، تحول كثير من الدول في المجموعة للاعتماد على الطاقة المتجددة بدلا من الوقود الاحفوري الذي يساعد على رفع درجات الحرارة، وبالتالي قد تلجأ العديد من الدول لإنشاء السدود على نهر النيل اسوة بإثيوبيا للاستفادة من الطاقة الكهرومائية النظيفة مما يؤثر على دول المصب مثل مصر والسودان، فلابد من التعاون بين جميع الدول في المجموعة للمحافظة على مياه النيل من اجل الزراعة والرعي ودعم انتاجية العامل والنمو الاقتصادي.

بالنسبة للأبحاث المستقبلية في هذا الإطار فيمكن أن تتناول أثر ارتفاع درجات الحرارة على قطاعات الاقتصاد القومي كلا على حده، وكذلك أثر ارتفاع درجات الحرارة على الاستقرار السياسي في منطقة الشرق الأوسط، وانتشار الامراض وأثر ذلك على رأس المال البشري.

المراجع:

- راضي، م.، محمد، & بدر. (2020). العوامل المحددة لنمو الانتاجية الكلية للعوامل في مصر .مجلة البحوث المالية والتجارية *21* ,(العدد الثاني) , 112-149.
- Abidoye, B. O., & Odusola, A. F. (2015). Climate change and economic growth in Africa: an econometric analysis. *Journal of African Economies*, *24*(2), 277-301.
- Allan, R. P., Arias, P. A., Berger, S., Canadell, J. G., Cassou, C., Chen, D., ... & Zickfeld, K. (2023). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for Policymakers. In *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 3-32). Cambridge University Press.
- Ashraf, Q. H., Weil, D. N., & Wilde, J. (2013). The effect of fertility reduction on economic growth. *Population and development review*, *39*(1), 97-130.

- Bolt, J., & Van Zanden, J. L. (2020). Maddison-style estimates of the evolution of the world economy: A new 2023 update. *Journal of Economic Surveys*. https://doi.org/10.1111/joes.12618
- Burke, M., & Emerick, K. (2016). Adaptation to climate change: Evidence from US agriculture. *American Economic Journal: Economic Policy*, *8*(3), 106-140.
- Caruso, G., de Marcos, I., & Noy, I. (2024). Climate changes affect human capital. *Economics of Disasters and Climate Change*, *8*(1), 157-196.
- Chandio, A. A., Jiang, Y., Rehman, A., & Rauf, A. (2020). Short and long-run impacts of climate change on agriculture: empirical evidence from China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, *12*(2), 201-221.
- Chang, J. J., Wei, Y. M., Yuan, X. C., Liao, H., & Yu, B. Y. (2020). The nonlinear impacts of global warming on regional economic production: an empirical analysis from China. Weather, Climate, and Society, 12(4), 759-769.
- Christensen, P., Gillingham, K., & Nordhaus, W. (2018). Uncertainty in forecasts of long-run economic growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(21), 5409-5414.
- Dasgupta, S., van Maanen, N., Gosling, S. N., Piontek, F., Otto, C., & Schleussner, C. F. (2021). Effects of climate change on combined labour productivity and supply: an empirical, multi-model study. *The Lancet Planetary Health*, *5*(7), e455-e465.
- De Bandt, O., Jacolin, L., & Thibault, L. (2021). Climate change in developing countries: global warming effects, transmission channels and adaptation policies.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, *4*(3), 66-95.
- Deschênes, O., & Greenstone, M. (2007). The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *American economic review*, *97*(1), 354-385.
- Donadelli, M., Jüppner, M., & Vergalli, S. (2022). Temperature variability and the macroeconomy: A world tour. *Environmental and resource economics*, *83*(1), 221-259.

- Fisher, A. C., Hanemann, W. M., Roberts, M. J., & Schlenker, W. (2012). The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather: comment. *American Economic Review*, *102*(7), 3749-3760.
- Garg, T., Jagnani, M., & Taraz, V. (2020). Temperature and human capital in India. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, *7*(6): 1113-1150.
- Hossain, B., Shi, G., Ajiang, C., Sarker, M. N. I., Sohel, M. S., Sun, Z., & Hamza, A. (2022). Impact of climate change on human health: evidence from riverine island dwellers of Bangladesh. *International Journal of Environmental Health Research*, *32*(11), 2359-2375.
- Https://ourworldindata.org/grapher/monthly-average-surface-temperatures-by-year
- Https://www.afdb.org/sites/default/files/documents/projects-and-operations/eritrea_-_determinants_of_labor_productivity_growth.pdf
- Kahn, M. E., Mohaddes, K., Ng, R. N., Pesaran, M. H., Raissi, M., & Yang, J. C. (2019). Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis (No. w26167). National Bureau of Economic Research.
- Kotz, M., Wenz, L., Stechemesser, A., Kalkuhl, M., & Levermann, A. (2021). Day-to-day temperature variability reduces economic growth. *Nature Climate Change*, *11*(4), 319-325.
- Kumar, N., & Maiti, D. (2024). Long-run macroeconomic impact of climate change on total factor productivity—Evidence from emerging economies. *Structural Change and Economic Dynamics*, *68*, 204-223.
- Kumar, S., & Khanna, M. (2019). Temperature and production efficiency growth: empirical evidence. *Climatic Change*, *156*(1), 209-229.
- Le, N. H., Duy, L. V. Q., & Ngoc, B. H. (2019). Effects of foreign direct investment and human capital on labour productivity: Evidence from Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, *6*(3), 123-130.
- Lee, S. W., Lee, K., & Lim, B. (2018). Effects of climate change-related heat stress on labor productivity in South Korea. *International journal of biometeorology*, *62*, 2119-2129.

- Letta, M., & Tol, R. S. (2019). Weather, climate and total factor productivity. *Environmental and Resource Economics*, *73*(1), 283-305.
- LoPalo, M. (2023). Temperature, worker productivity, and adaptation: evidence from survey data production. *American Economic Journal: Applied Economics*, *15*(1), 192-229.
- Meierrieks, D. (2021). Weather shocks, climate change and human health. *World Development*, *138*, 105228.
- Meierrieks, D., & Stadelmann, D. (2024). Is temperature adversely related to economic development? Evidence on the short-run and the long-run links from sub-national data. *Energy Economics*, *136*, 107758.
- Nath, I. B. (2020). *The food problem and the aggregate productivity consequences of climate change* (No. w27297). National Bureau of Economic Research.
- Ogunwusi, A. A., Okafor, O. E., & AP, O. (2014). Climate change and political instability in Africa. *Mercy Derkyi Esi Awuah Daniel Obeng-Ofori Nana Sarfo Agyemang Derkyi Fred Owusu-Ansah*, 777.
- Park, R. J. (2022). Hot temperature and high-stakes performance. *Journal of Human Resources*, *57*(2), 400-434.
- Schlenker, W., & Lobell, D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters*, *5*(1), 014010.
- Sequeira, T.N., Santos, M.S. & Magalhães, M. Climate change and economic growth: a heterogeneous panel data approach. Environ Sci Pollut Res 25, 22725–22735 (2018). https://doi.org/10.1007/s11356-018-2305-7
- Sofuoğlu, E., & Ay, A. (2020). The relationship between climate change and political instability: the case of MENA countries (1985: 01–2016: 12). *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(12), 14033-14043.
- Weil, D. N. (2014). Health and economic growth. In *Handbook of economic growth* (Vol. 2, pp. 623-682). Elsevier.
- Xiang, T., Malik, T. H., Hou, J. W., & Ma, J. (2022). The impact of climate change on agricultural total factor productivity: A cross-country panel data analysis, 1961–2013. *Agriculture*, *12*(12), 2123.

- Zhang, P. (2015). Temperature and economic growth: New evidence from total factor productivity. *Available at SSRN 2654406*.
- Zhao, X., Gerety, M., & Kuminoff, N. V. (2018). Revisiting the temperature-economic growth relationship using global subnational data. *Journal of environmental management*, *223*, 537-544.
- Zivin, J. G., & Shrader, J. (2016). Temperature extremes, health, and human capital. *The Future of Children*, 31-50.